

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної,
інформаційної та транспортної інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему **Управління міською логістичною системою
просування товарів народного споживання обсягом
3,2 тонни на добу**

Виконала: студентка 4 курсу, групи ЛОГІС 2021-1
спеціальності – 073 "Менеджмент"
(освітня програма "Логістика")

Джура К. Р.

Керівник Копитков Д.М.

Рецензент Ольхова М.В.

Харків – 2025 року

**Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова**

Факультет Навчально-науковий інститут, енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури

Кафедра Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 073 "Менеджмент"
(шифр і назва)

Освітня програма Логістика
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

доц., к.т.н. Куш Є.І.

“ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Джурі Карині Романівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Управління міською логістичною системою
просування товарів народного споживання обсягом 3,2 тонни на добу

керівник проекту (роботи) Копитков Д.М. к.пед.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 341-03 від 09.05.2025 р.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) дані, які зібрано під час проходження
переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) 1. Аналіз теоретичних основ управління міською логістичною
системою. 2. Дослідження ринку транспортно-логістичних послуг у межах
міст. 3. Проектування логістичних процесів доставки вантажів у межах міста.
Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Підготовка презентації у електронному вигляді за основними результатами
роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагиат	Толмачов І.О., ас. кафедри ТСЛ		

7. Дата видачі завдання 15.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1.	Аналіз теоретичних основ управління міською логістичною системою	20.05.2025	
2.	Дослідження ринку транспортно-логістичних послуг у межах міст	25.05.2025	
3.	Проектування логістичних процесів доставки вантажів у межах міста	05.06.2025	
4.	Оформлення кваліфікаційної роботи	10.06.2025	

Студент

(підпис)

Джура К. Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Копитков Д.М.

(прізвище та ініціали)

**Додаток
до завдання на кваліфікаційну роботу**

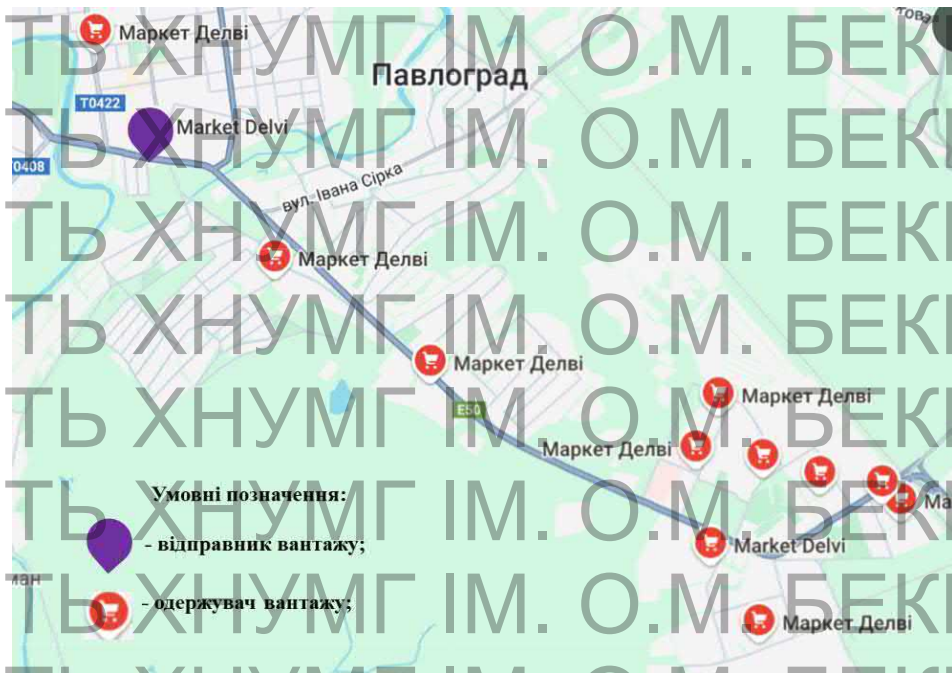


Рисунок 1 – Розташування учасників процесу доставки в транспортно-логістичній системі

Таблиця 1 – Характеристика учасників процесу переміщення матеріального потоку товарів народного споживання

Номер пункту	Адреса пункту завезення	Довгота	Широта	Обсяг завезення, кг/доба
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	35.8701387	48.5241748	—
1	Вулиця Каденюка, 13	35.9324773	48.4900291	300
2	Вулиця Шкуренка, 2	35.9531437	48.4965137	380
3	Вулиця Корольова, 4/1	35.9517625	48.4980853	340
4	Вулиця Ватоліної, 9	35.9445258	48.4985846	250
5	Вулиця Європейська, 3а	35.9389393	48.5002665	230
6	Вулиця Західнодонбаська, 13	35.9318506	48.5011474	240
7	Вулиця Західнодонбаська, 37	35.9327021	48.5032201	300
8	Вулиця Дніпровська, 340	35.9010925	48.5067004	360
9	Вулиця Хуторська, 9а/3	35.9378636	48.4871437	270
10	Вулиця Промислова, 6а	35.8701387	48.5241748	270
11	Вулиця Соборна, 74	35.8638392	48.5311057	260

Студент _____

(підпис)

Керівник _____

(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з 50 сторінок машинописного тексту, містить 5 ілюстрацій, 10 таблиць, 16 літературних джерел, 2 додатки.

Об'єкт дослідження: логістична система доставки товарів народного вжитку автомобільним транспортом за умов міста.

Мета роботи: розробка шляхів підвищення продуктивності логістики постачання товарів у межах міст.

Метод дослідження: теоретичний, аналітичний.

Отримані результати. Сформовано систему логістичного обслуговування товаропотоків, що включає планування маршрутів, налагодження співпраці між перевізниками та замовниками, а також розрахунок необхідного страхового запасу.

Рекомендації з впровадження: отримані результати можуть слугувати основою для формування ефективних міських систем доставки торговельної продукції.

ТОВАР, ГРАФІК ЗАВОЗУ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ,
СТРАХОВИЙ ЗАПАС

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Розділ 1 АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ УПРАВЛІННЯ МІСЬКОЮ ЛОГІСТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ.....	9
1.1 Сутність, особливості та сфера застосування міської логістики.....	9
1.2 1.2 Визначення та аналіз основних учасників ринку логістичних послуг у межах міст.....	11
1.3 Проблеми управління міською логістикою товарів народного споживання.....	12
1.4 Висновки за розділом.....	14
Розділ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ У МЕЖАХ МІСТ.....	16
2.1 Оцінка попиту на транспортно-логістичні послуги.....	16
2.2 Статистичний аналіз попиту на транспортно-логістичні послуги...	21
2.3 Висновки за розділом.....	22
Розділ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МЕЖАХ МІСТА.....	24
3.1 Дослідження підходів до формування маршрутів дрібних перевезень у міській логістичній мережі.....	24
3.2 Характеристика вантажів, що перевозяться.....	26
3.3 Підготовка даних для моделювання логістичних маршрутів доставки невеликих партій вантажів.....	28

<i>ННІ ЕІТІ ТСЛ ЛОГІС 2021-1 ЛОГІС ХХХ...Х ПЗ</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Джура К.Р.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Копитков Д.М.</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Бурко Д.Л.</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Куш Є.І.</i>		
<i>Пояснювальна записка</i>				
			<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>
			<i>к р у</i>	<i>Аркушів</i>
				<i>6</i>
				<i>50</i>
<i>ХНУМГ</i>				

3.4 Розробка маршрутів доставки вантажів у межах міської логістичної системи.....	30
3.5 Оцінювання ефективності роботи транспортних засобів на складених маршрутах.....	35
3.6 Вибір оптимального транспортного засобу для вантажних перевезень у межах логістичної системи.....	37
3.7 Визначення обсягу страхового запасу логістичної системи.....	40
3.8 Висновки за розділом.....	44
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	47
ДОДАТКИ.....	49
Додаток А. Статистичні характеристики моделі прогнозування попиту на транспортно-логістичні послуги.....	49
Додаток Б. Собівартість перевезення 1 тони вантажу у логістичній системі.....	50

ВСТУП

Логістика – це наука про управління матеріальними потоками при їхньому русі від первинного джерела до кінцевого споживача з мінімальними витратами, які пов'язані з рухом товарів і відносяться до нього потоком інформації.

У 21 столітті логістика займає провідне місце не тільки у вигляді доставки вантажів, а й у комплексній координації усіх ланок постачання, починаючи з прогнозування попиту, закінчуючи контролем якості обслуговування.

Складовою логістики виділяють автомобільний транспорт, який відіграє не аби яку роль у доставці товарів народного споживання. Саме автомобільний транспорт дозволяє швидко доставляти товари на різні відстані, з різним обмеженням термінів зберігання та терміновістю доставки.

Автомобільний транспорт дозволяє ефективно використовувати ресурси з урахуванням всіх особливостей та потреб. У зв'язку з постійним зростанням попиту на товари народного споживання зростає роль саме міської логістики.

Міська логістика спрямована на забезпечення ефективного, безпечного, екологічного та економічно доцільного переміщення вантажів у межах міських територій. Саме міська логістика враховує інтереси перевізників, постачальників та мешканців міста. Тому, її завдання полягає не лише в оптимізації маршрутів та зниженні витрат, а й у зменшенні негативного впливу на довкілля, зниженні рівня заторів, шумового та викидного навантаження.

Функціонування такої системи успішне в тому випадку, якщо є злагоджена комунікація між різними ланками логістичного процесу, яка сприяє формуванню ефективних, інноваційних рішень для нестабільного міського середовища.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ МІСЬКОЮ ЛОГІСТИЧНОЮ СИСТЕМОЮ

1.1 Сутність, особливості та сфера застосування міської логістики

Міська логістика – комплекс логістичних рішень, дій, процесів, що направлені на оптимізацію управлінських рішень адміністрації, потоків матеріалів, транспортних засобів, людей, знань, енергії, фінансів, інформації в рамках підсистем міста та його інфраструктури.

Міська логістика має на меті вирішення багатьох проблем, що пов'язані з перевезеннями у межах міста. Тому, головним завданням міської логістики – є оптимізація систем в межах міста, розглядаючи витрати для різних груп, як для громадськості, так і для приватного сектора, адже, приватний сектор також прагне до оптимізації перевезень у вигляді зменшення витрат.

Міська логістика має ряд особливостей, що негативно впливають на доставку товарів народного споживання, а саме:

- обмеження руху для транспорту у межах міста;
- наявність заторів;
- відсутність паркувальних місць для завантаження/розвантаження;
- обмеженість вантажопідйомності автомобілю;
- температурний та часовий режим в'їзду та виїзду з міст;
- обмежена маневреність автомобіля;
- транспортні ситуації (ремонт доріг, аварії і т.д.);
- вимоги до екологічності транспорту.

Міська логістика повинна враховувати інтереси всіх учасників логістичного процесу – мешканців міст, місцевого самоврядування, представників бізнесу, транспортних компаній, громадських організацій, державних установ. Без наявності комунікацій між всіма учасниками міського

простору неможливий розвиток міської логістики, адже саме у містах найчастіше впроваджуються інноваційні рішення для логістичних поставок.

Окрім цього, міська логістика включає в себе гнучкість та адаптивність систем управління запасами та складськими ресурсами. А отже, дана система потребує ефективного і комплексного підходу, аналізу та постійного вдосконалення логістичних процесів відповідно до потреб споживачів, представників бізнесу, місцевого самоврядування та ін.

Для вирішення транспортних проблем у містах доцільно диференціювати міську територію, насамперед через масштаб транспортних проблем різного обсягу, різні проблеми вантажного транспорту з різним рівнем інтенсивності.

Для цього Європейською комісією розроблено категоризацію міських територій для полегшення аналізу проблем:

- мегаполіси;
- великі міські зони;
- міські райони;
- менші міські райони.

Мегаполіси – надзвичайно великі міські райони, як за чисельністю, так і за географічними розмірами. У Європі можна виділити такі мегаполіси, як Лондон, Мадрид, Берлін та ін.

Великі міські зони – міські райони, населення в яких становить більше 500 000 мешканців, такі зони вважаються зазвичай центрами торгових та туристичних зон.

Міські райони – мають нижчий рівень завантаженості порівняно з іншими територіями, та мають чутливе значення в культурному чи спадковому відношенні.

Менші міські райони – за географічною територією та чисельністю населення є найменшими та мають найменший рівень впливу на екологічний стан міст.

Саме у мегаполісах та інших великих міських зонах виникають найбільше проблем через велику концентрацію вантажних перевізників, руху транспорту у час пік, а отже, підвищується рівень заторів, викидів у повітря, зношення дорожнього покриття та інше.

1.2 Визначення та аналіз основних учасників ринку логістичних послуг у межах міст

Ринок транспортно-логістичних послуг є гнучким та динамічним, він забезпечує оперативне переміщення товарів та інших вантажів у межах міста. Основним завданням логістики міст є задоволення потреб кінцевого споживача, мінімізація витрат та скорочення часу доставки.

До основних учасників ринку логістичних послуг у межах міст можна віднести:

- спеціалізовані компанії, що надають повний спектр логістичних послуг. Прикладом таких компаній можна відзначити Нову Пошту;
- компанії, що спеціалізуються на кур'єрських та експрес доставках.

Прикладом таких компаній можна відзначити Glovo, Meest Express;

- локальні компанії, які обслуговують певні регіони або райони міста, виконуючи адресні доставки. Прикладом таких компаній можна відзначити Добра доставка у м. Київ;

- компанії, що здійснюють управління логістичними процесами інших компаній у вигляді планування маршрутів, координацію перевезень і т.д.;

- компанії-замовники у вигляді складів, підприємств торгівлі, кінцевих споживачів;

- органи місцевого самоврядування та схожі структури.

Зараз можемо спостерігати актуальність попиту на швидку та гнучку доставку товарів, а також на інтеграцію цифрових платформ, особливу увагу також приділяють сталому розвитку міст у вигляді впровадження

екологічного транспорту, оптимізації маршрутів задля зменшення рівня викидів у повітря.

Функціонування логістичних послуг на ринку в більшості залежить від злагодженої взаємодії всіх учасників ринку логістичних послуг, цифровізації процесів, підтримки місцевої влади та інших структур у межах міста.

1.3 Проблеми управління міською логістикою товарів народного споживання

Міська логістика є однією з ключових ланок у доставці товарів народного споживання в сучасних нестабільних умовах, в умовах зростання попиту та урбанізації.

В управлінні логістичними процесами виникають проблеми, що можуть суттєво ускладнити досягнення високої якості сервісу, оптимального використання ресурсів та екологічності.

Однією із нагальних проблем в управлінні міською логістикою товарів є недостатнє виконання стандартів інфраструктури у порівнянні з сучасними потребами. Сучасний стан дорожнього покриття, щільність забудов, відсутність облаштованих зон для завантаження/розвантаження товарів, відсутність паркувальних місць для відпочинку водія – свідчить про затримки поставок, порушення правил дорожнього руху, створення додаткового навантаження на дорожню мережу та підвищення рівня ризиків у логістичному ланцюжку.

Збільшення числа автомобілів та вантажного транспорту веде до частих пробок, особливо в години пік, внаслідок чого втрачається графічність різноманітних видів доставки товарів.

Нераціональний вибір вантажного транспорту – це купівля або експлуатація засобу, параметри котрого не відповідають фактичним потребам виробництва, бізнесу чи умовам використання. Така ситуація здатна спричинити зайві видатки, падіння продуктивності перевезень та передчасне

зношування техніки. Негативними прикладами можуть бути – надмірна вантажність автомобіля у разі дрібних перевезень, невідповідний тип кузова (відкритий борт для вантажів, що потребують постійного захисту від атмосферних опадів), ігнорування умов перевезень (великогабаритний транспортний засіб для перевезень вузькими вулицями міста), зайві або непотрібні опції або технології тощо.

Збільшення онлайн-торгівлі виливається у зростання кількості невеликих замовлень та необхідність частіших відправлень, а високі вимоги клієнтів до термінів та гнучкості доставки чинять тиск на логістичні системи.

Недостатня цифровізація процесів – також є важливою проблемою логістичного процесу. За сучасних умов необхідне впровадження автоматизації в процеси управління, через моніторинг транспорту, який ефективно впроваджують у сучасні практики відомі компанії, що дає змогу ефективно інтегрувати всіх учасників логістичного процесу в один єдиний інформаційний простір, налагодити процес оперативного реагування на зміни в режимі онлайн.

Сучасною проблемою є проблема доставки так званої «останньої милі», тобто кінцевого етапу логістичної системи, коли товар необхідно доставити безпосередньо до торговельної точки, складу або ж до самого споживача. Така проблема виникає у містах з високою щільністю забудов або ж у місцях з високою пішохідною активністю, де автомобілі не мають змоги швидко дістатись до об'єкту доставки. Це зумовлює збільшення витрат на логістику, потребує додаткової робочої сили та знижує загальну продуктивність доставки.

За умов війни постало питання з кількістю складів для зберігання товарів, що призводить до необхідності здійснювати доставки з віддалених логістичних центрів, центрів, що розташовані за межами міст. Це ускладнює процес самого планування доставки вантажу, підвищує логістичні витрати та збільшує екологічне навантаження на міста.

Не менш важливою проблемою є відсутність політики екологічності, адже тенденція впровадження електротранспорту, малогабаритних розподільчих засобів або зелених зон є мало актуальним. Як наслідок, використання транспорту з викидами в щільних умовах міст спричиняє зростання рівня викидів, що негативно впливає на якість повітря та загальний стан навколишнього середовища.

Ще одна проблема, яка гостро постає у 2025 році — дефіцит кваліфікованих кадрів, працівників, які здатні не лише здійснювати оперативне управління, а й аналізувати, проєктувати та оптимізувати логістичні системи з урахуванням всіх особливостей. Адже через відсутність професійних кадрів підприємства стикаються з обмеженим потенціалом у логістичному напрямку.

Крім названих проблем, можна виділити ще одну — недостатній рівень співпраці між різними структурами міста, що мають спільний інтерес до організації міської логістики. Через брак комунікації приватних логістичних підприємств, державних установ, місцевого самоврядування та інших установ ускладнюється реалізація сучасних ініціатив спрямованих на створення збалансованих логістичних систем у містах.

Отже, проблеми у сфері управління міської логістики товарів народного вжитку свідчать про наявність управлінських, інформаційних, організаційних та екологічних проблем.

1.4 Висновки за розділом

Міська логістика є багаторівневою системою, яка охоплює організацію руху як матеріальних, так і інформаційних, фінансових та людських ресурсів. Міська логістика поєднує в собі різні функції міського середовища, починаючи від щільності забудови, продовжуючи екологічними вимогами.

Виявлені проблеми свідчать про наявність суттєвих недоліків в організації та управлінні, що потребують комплексного вирішення з

урахуванням сучасних вимог, потреб споживачів, екологічності та технологічності.

Отже, для належного функціонування даної системи необхідна чітка система управління, що може враховувати різні обмеження та зовнішні виклики. Удосконалення міської логістики повинна бути спрямована на формування практичних аспектів щодо удосконалення логістичних процесів у містах з метою зменшення витрат, покращення сервісу та зниження негативного впливу на довкілля.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ У МЕЖАХ МІСТ

2.1 Оцінка попиту на транспортно-логістичні послуги

Оцінка попиту на транспортно-логістичні послуги є ключовим елементом планування у логістиці, що дає змогу перевізникам, диспетчерам, вантажовідправникам та іншим приймати правильні управлінські рішення щодо розвитку інфраструктури, тарифної політики та удосконаленню сервісу. Прогнозування обсягів логістичних послуг — це процес визначення майбутнього транспортного попиту, ґрунтуючись на аналізі історичних відомостей, сезонних коливань, економічних індикаторів та інших чинників. Цей підхід широко використовується в логістиці, транспортних та експедиторських фірмах й на різних видах транспорту, що задіяний у доставці вантажів.

Попит на логістичні послуги формується під впливом багатьох факторів, а саме:

- економічна активність у регіоні;
- динаміка зовнішньої торгівлі;
- рівень розвитку логістичної системи;
- транспортна інфраструктура;
- рівень цін на логістичні послуги;
- якість надання логістичних послуг;
- швидкість обробки транспортних замовлень;
- гнучкість сервісу;
- прозорість та спрощеність ланцюгів постачання.

Адже, попит – це готовність і здатність покупця придбати певний товар у певному місці, в певний час і за певною ціною. Динаміка попиту змінюється відносно часу та попиту на певні товари та послуги.

Особливості транспортних послуг, які надаються різними видами перевізників, значною мірою впливають на формування попиту у сфері транспорту. До основних чинників, що його характеризують, належать:

- тип вантажу та обсяги перевезень;
- масштаб обслуговуваної території;
- регулярність руху вантажів або пасажирів;
- швидкість та точність доставки;
- рівень тарифів;
- потреба у тимчасовому зберіганні вантажів;
- умови транспортування.

Для оцінки попиту використовують кількісні та якісні методи прогнозування. Кількісні методи базуються на аналізі статистичних даних, а саме на обсязі перевезень, кількості замовлень, фінансового стану підприємства. Якісні методи включають опитування споживачів логістичних послуг, експертні оцінки, SWOT-аналіз ринку, вивчення споживчих переваг та рівня задоволеності клієнтів. Такий підхід дозволяє глибше зрозуміти мотивацію та поведінкові установки споживачів, що особливо важливо в умовах високої конкуренції та мінливості середовища.

Оцінка попиту є складним процесом та вимагає системного підходу, завдяки чому ми маємо змогу отримати правильні результати для прийняття стратегічних управлінських рішень.

Попит на транспортні послуги враховує такі фактори:

- потреби населення;
- рівень доходів населення;
- рівень цін на схожі транспортні послуги;
- рівень задоволеності клієнтами;
- рівень клієнтів на ринку;

- кількість транспортних підприємств, що надають такі ж або схожі послуги на ринку,

- використання технологій у процесі надання послуг.

Для якісного аналізу слід враховувати специфіку різних регіонів на наявність сезонності послуг. Також, важливо приділити увагу на вплив цифрових технологій у системах документообігу, моніторингу та автоматизації логістичних процесів.

Для наочності використання транспортно-логістичних послуг протягом останніх трьох років наведено табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обсяги транспортно-логістичних послуг за останні три роки

Місяць	Рік		
	2022	2023	2024
Січень	70,5	66,1	61
Лютий	71,1	67,5	62,1
Березень	73,2	69,1	64,3
Квітень	77,4	73,5	68,1
Травень	78,6	74,3	69,1
Червень	81	77,4	71,8
Липень	74,2	70	64,6
Серпень	72,4	68,1	63,3
Вересень	76,1	72,7	66,8
Жовтень	77,6	73,8	68,3
Листопад	73,2	69,4	64,1
Грудень	71	67	61,7
Разом	896,3	848,9	785,2

Для прогнозування обсягу послуг використовують різні види аналізу. Наприклад, описовий аналіз описує та підсумовує основні характеристики даних – середнє, медіана, мода, дисперсія, квадратичне відхилення. Діагностичний аналіз допомагає виявити причинно-наслідкові зв'язки та представлений кореляційним та регресійним аналізом. Передбачуваний аналіз використовує історичні дані для прогнозування майбутніх подій і виявляється у використанні часових рядів та машинного навчання.

Наказовий аналіз представляє собою знаходження оптимальних рішень, спираючись на прогнози, що досягаються шляхом моделювання можливих ситуацій та використання методів лінійного програмування.

Експлоративний аналіз даних являє собою початкове дослідження даних, яке не передбачає формулювання будь-яких припущень або висновків.

Він полягає у простому графічному зображенні певного процесу або явища з метою первинного виявлення певних тенденцій чи аномалій (наприклад, очікуваного підвищення сезонного попиту на пасажирські перевезення в літні місяці або незрозумілого підвищення прогнозних обсягів пасажирських перевезень в зимові місяці й т.і.).

Взагалі, ці підходи нерідко поєднуються в прикладній статистиці, бізнес-аналітиці, соціальних науках та на транспорті.

Для зручності прогнозування у сучасності використовують програму Microsoft Excel. Дана програма дозволяє будувати лінійну модель на основі методу найменших квадратів, що застосовується до двох множин даних, де одне значення відповідає обсягам попиту, а інше місяцю або певному часовому періоду.

Використовуючи функціонал Microsoft Excel під назвою «Додати лінію тренду», було встановлено, що найкращою функцією, що описує зміни обсягів доставки, є пряма наступного виду:

$$Q = 76,457 - 0,334 \cdot x, \quad (2.1)$$

де x – номер періоду, для якого виконується прогнозування.

Статистичні характеристики моделі прогнозування обсягів логістичних послуг наведено у Додатку А.

Дана методика прогнозування попиту була використана для прогнозування щомісячного попиту на транспортно-логістичні послуги для 2025 року. Результати прогнозування такого попиту наведено у вигляді табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Прогноз попиту на транспортно-логістичні послуги в 2025 році

Місяць року	Прогнозні значення попиту, т
37 (1)	56,3
38 (2)	57,5
39 (3)	59,8
40 (4)	64,1
41 (5)	64,9
42 (6)	67,7
43 (7)	60,5
44 (8)	58,5
45 (9)	62,6
46 (10)	64,1
47 (11)	59,7
48 (12)	57,4
Разом	733,1

Згідно з табл. 2.2 можна сказати, що у порівнянні з 2024 роком попит на транспортні послуги скоротився на 6,64%. Найбільше зниження попиту спостерігається у січні, лютому, березні та серпні. Це може свідчити про те, що в саме ці місяці активність на логістичні послуги знизилась через

сезонність попиту або через зменшення обсягів економічної діяльності внаслідок військових дій.

Для збільшення та підтримання конкурентних позицій на ринку логістичним операторам доцільно проаналізувати структуру попиту по клієнтських сегментах, скоригувати тарифну політику, вдосконалити рівень обслуговування та розглянути можливість впровадження інноваційних технологій у транспортно-логістичну діяльність.

2.2 Статистичний аналіз попиту на транспортно-логістичні послуги

Статистичний аналіз – це система збору, опрацювання, пояснення та візуалізації інформації, задля виявлення сталих трендів, перевірки припущень і формування раціональних висновків.

Методи статистичного аналізу – це математичні прийоми та рівняння, завдяки яким збираються разом отримані у процесі дослідження дані, вибудовуються у систему, що дає змогу виявити певні тенденції у прояві феномену чи об'єкта.

Застосований метод дає можливість сформулювати висновки стосовно специфіки вибіркового розподілу даних досліджень, зміни окремих параметрів та статистичних взаємозв'язків, що спостерігаються між досліджуваними змінними.

Але найголовніше завдання статистичних методів полягає у наданні кількісних даних в короткій формі, щоби полегшити їхнє сприйняття та аналіз. Для вирішення цього завдання звичайно використовується так звана описова статистика, яка використовує такі показники, як середнє значення, середньоквадратичне відхилення, дисперсію, моду, медіану, варіацію досліджуваної величини й таке інше.

Використовуючи прогнознi дані щодо попиту на логістичні послуги протягом 2025 року, проведемо їх статистичне опрацювання з використанням статистичних функцій пакету Microsoft Office Excel.

Результати первинної статистичної обробки даних з розрахунком деяких вищезазначених статистичних показників, наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати статистичного аналізу даних з попиту на транспортно-логістичні послуги

Показник	Значення
Середнє значення попиту на вантажі, т/міс.	61,1
Попит на вантажі за добу, т/доба	3,18
Стандартне відхилення попиту на вантажі, т	3,55
Варіація попиту на вантажі, %	5,9

Як видно з табл. 2.3, попит у 2025 році характеризується невеликими коливаннями, про що свідчить незначна варіація попиту та стандартне відхилення.

2.3 Висновки за розділом

Комплексна оцінка попиту на транспортні послуги дає змогу виявити ключові фактори, що впливають на формування та динаміку. Основну роль в яких відіграють економічна активність, рівень інфраструктурного розвитку, якість логістичного сервісу, цінова політика та технологічна модернізація.

Аналіз фактичних даних за останні три роки засвідчив поступове скорочення обсягів логістичних послуг, що частково може бути зумовлено сезонними коливаннями, економічною ситуацією в країні, а також зменшенням внутрішнього та зовнішнього попиту. Прогнозні розрахунки на 2025 рік, виконані за допомогою інструментів Microsoft Excel, свідчать про подальше зниження попиту.

Результати статистичного аналізу підтвердили помірну стабільність попиту: середнє значення склало 61,1 тонн на місяць, а варіація не перевищила

6%. Це вказує на відсутність різких коливань та дозволяє операторам ринку планувати свою діяльність із відносною впевненістю.

З метою покращення позицій підприємств на ринку рекомендовано застосовувати індивідуальний підхід до обслуговування клієнтів, аналізувати зміну поведінкових уподобань споживачів, оптимізувати тарифну політику та активно впроваджувати цифрові рішення. Особливу увагу слід приділити адаптації сервісу до вимог ринку, підвищенню гнучкості ланцюгів постачання та автоматизації процесів управління логістикою.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДОСТАВКИ

ВАНТАЖІВ У МЕЖАХ МІСТА

3.1 Дослідження підходів до формування маршрутів дрібних перевезень у міській логістичній мережі

Міське середовище відрізняється значною транспортною завантаженістю, змінюваними дорожніми умовами, обмеженнями для проїзду великогабаритного транспорту та специфікою розташування точок доставки.

Транспортні перевезення набувають особливого значення, адже дозволяють гнучко реагувати на запити споживачів і скорочувати витрати часу на доставку.

Підвищення продуктивності логістичних систем тісно пов'язане із впровадженням математичних підходів для розв'язання прикладних задач. Одним із ключових напрямів оптимізації є планування ефективних маршрутів руху транспорту при здійсненні вантажних перевезень у межах логістичної мережі.

Аналіз організації доставки невеликих партій вантажів демонструє наявність ряду проблем:

- маршрути формуються самостійно водіями, що часто призводить до дублювання поїздок у вже відвідані точки та надмірного пробігу;
- вантажні автомобілі не завжди відповідають реальному обсягу перевезень, що знижує ефективність використання автопарку;
- на місцях доставки виникають затримки транспорту внаслідок поганої організації прийому вантажу (відсутність персоналу, проблеми з підїздом тощо).

Поняття маршрутизації передбачає побудову оптимальних шляхів переміщення вантажів з урахуванням скорочення простоїв та транспортних витрат. Особливого значення це набуває при обслуговуванні дрібних партій.

Маршрутизацію можна реалізувати двома способами:

- перший характеризується визначеною кількістю транспортних одиниць, що курсують по постійних маршрутах;
- другий характеризується тим, що рухомий склад не фіксується за конкретними клієнтами, а маршрути формуються динамічно, з охопленням декількох точок завантаження та розвантаження.

Залежно від типів перевезень виділяють наступні:

- масові, де транспорт завантажується в одному пункті і доставляє товар одному одержувачу;
- дрібнопартійні, за яких вантажівка обслуговує декількох клієнтів, здійснюючи часткове вивантаження на кожному пункті;
- збірні вантажі, коли здійснюється поетапне завантаження товарів з кількох точок із подальшою доставкою до споживача;
- логістично-складські, коли водночас здійснюється і доставка, і забір товарів у невеликих обсягах.

Маршрути доставки – це траєкторії руху транспорту до точок отримання вантажу. Процес їх оптимізації спрямований на зменшення витрат і простоїв, а також підвищення ефективності ресурсного використання. На практиці поширення набули завдання типу «завантаження–розвантаження», де кожна точка виступає і відправником, і одержувачем – так звана реверсивна маршрутизація.

У таких завданнях потрібно не лише доставити вантаж, але й організувати його повернення, враховуючи обмеження на вантажопідйомність транспорту. Це ускладнює логістику і може спричинити неефективне використання ресурсів. Головне обмеження – загальна кількість вантажу на маршруті не повинна перевищувати вантажомісткість транспортного засобу у будь-який момент.

На практиці формування маршрутів доставки у міських умовах здійснюється із застосуванням різноманітних підходів, що можна умовно поділити на декілька категорій:

- евристичні методи, що передбачають застосування спрощених алгоритмів, які забезпечують прийнятний результат за обмеженого часу обчислень, проте не гарантують знаходження оптимального рішення;

- оптимізаційні моделі, що включають точні математичні методи, як методи лінійного та цілочисельного програмування, задача комівояжера, задача маршрутизації транспортних засобів з урахуванням обмежень часу, ваги або обсягу;

- інтелектуальні підходи, що базуються на використанні генетичних алгоритмів, нейромереж та машинного навчання для адаптації маршрутів у режимі реального часу відповідно до змін трафіку, кількості замовлень, пріоритетності клієнтів тощо.

Дані методи дозволяють детально досліджувати простір можливих рішень. Вони моделюють фізичні чи біологічні процеси для знаходження ефективних маршрутів.

3.2 Характеристика вантажів, що перевозяться

Вантаж – речі, товари, продукти, які призначені для перевезення за допомогою транспортних машин або перенесення. Термін «вантаж» використовується в контексті транспорту та логістики і означає товар чи масу, яку несе або перевозить який-небудь транспортний засіб. Наукове вивчення вантажу може включати в себе різні аспекти, такі як фізичні характеристики вантажів, їх вплив на транспортні засоби та економічні аспекти логістики.

Кожен з видів вантажу має свої транспортні особливості, а саме:

- розмір та форма вантажу;
- маса вантажу та його об'єм;
- пакування;

- засіб навантаження;
- фізико-хімічні властивості товару;
- технологія транспортування.

При плануванні логістичних операцій з доставки важливо враховувати технічні характеристики вантажів. Серед них, як особливості зберігання, так і відповідний тип транспортного засобу, потреба у захисті від атмосферних опадів, екстремальних температур, а також вплив вантажу на довкілля й безпеку людей.

У торговельній сфері вантажами здебільшого виступають продукти харчування або промислова продукція, яка перевозиться з пункту постачання до складу чи точки продажу. Більшість таких вантажів мають високу матеріальну вартість. Найчастіше вони транспортуються в упаковках: коробках, мішках, бочках тощо.

До основних різновидів торгових вантажів належать:

- текстильна продукція;
- одяг;
- взуття;
- косметичні засоби;
- побутова хімія;
- меблі;
- електроніка;
- автозапчастини;
- продукти харчування.

Унікальною особливістю цієї категорії є можливість одночасного транспортування як однотипної, так і змішаної продукції, наприклад, комбінування будівельних матеріалів з предметами побуту чи гігієнічними товарами.

Головним завданням для логістичних операторів є збереження цілісності та товарного вигляду вантажу під час перевезення. Для цього найчастіше використовуються тентовані автомобілі або фургони.

Для продукції, чутливої до температури, застосовуються спеціалізовані транспортні засоби з холодильними установками. Загалом, комерційні вантажі є вразливими до впливу несприятливих факторів, таких як перегрів, високої вологості, ударів або вібрації. Бажаний температурний режим для зберігання (за винятком харчових продуктів) становить від +5 до +20 °С при максимально допустимій вологості не вище 75%. Хоча така продукція, зазвичай, не потребує активної вентиляції, обов'язковим є забезпечення циркуляції повітря під час транспортування, аби уникнути накопичення конденсату, особливо при перепадах температур або в холодну пору року.

3.3 Підготовка даних для моделювання логістичних маршрутів доставки невеликих партій вантажів

Даний етап визначається місцезонашуванням учасників логістичної системи. Проєктування буде проведено на основі наявної інформації торгівельної мережі «Делві» - національної мережі сімейних маркетів з товарами необхідними для щоденного споживання. Координати центрального складу, адрес та щоденного обсягу поставок для кожного роздрібного торговця подано у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика процесу переміщення матеріального потоку всіх учасників мережі

Номер пункту	Адреса пункту завезення	Довгота	Широта	Обсяг завезення, кг/доба
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	35.8701387	48.5241748	—
1	Вулиця Каденюка, 13	35.9324773	48.4900291	300
2	Вулиця Шкуренка, 2	35.9531437	48.4965137	380
3	Вулиця Корольова, 4/1	35.9517625	48.4980853	340
4	Вулиця Ватоліної, 9	35.9445258	48.4985846	250

Продовження табл. 3.1

Номер пункту	Адреса пункту завезення	Довгота	Широта	Обсяг завезення, кг/доба
5	Вулиця Європейська, 3а	35.9389393	48.5002665	230
6	Вулиця Західнодонбаська, 13	35.9318506	48.5011474	240
7	Вулиця Західнодонбаська, 37	35.9327021	48.5032201	300
8	Вулиця Дніпровська, 340	35.9010925	48.5067004	360
9	Вулиця Хуторська, 9а/3	35.9378636	48.4871437	270
10	Вулиця Промислова, 6а	35.8701387	48.5241748	270
11	Вулиця Соборна, 74	35.8638392	48.5311057	260

Розташування відправників та отримувачів товарів на території м. Павлоград подано на рис. 3.1.

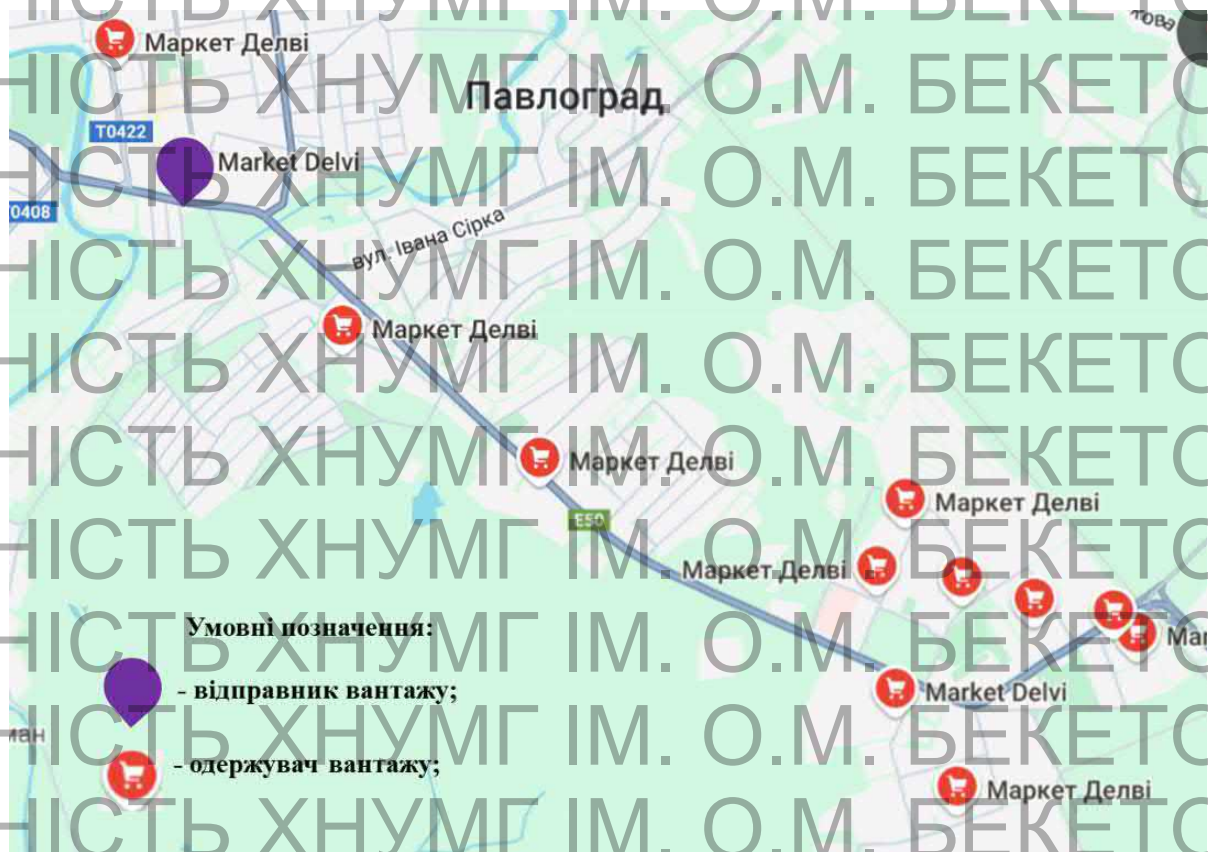


Рисунок 3.1 – Розташування учасників процесу доставки на території м. Павлоград

Характеристики, що стосуються процесу доставки вантажів замовникам, зокрема, тривалість завантаження, розвантаження, а також додатковий час, необхідний для прибуття до місця розвантаження представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні параметри розвезення вантажів

Параметр	Величина
Представлення координат пунктів	GPS-координати
Масштаб карти	100
Кількість пунктів завезення	100
Параметри обслуговування	Обсяги завезення, кг
Направлення потоку вантажів	Завезення вантажу
Час навантаження, хв./кг(л)	0,05
Час розвантаження, хв./кг(л)	0,05
Технічна швидкість, км/год.	30
Додатковий час на заїзд до пункту, хв.	7
Додатковий час на заїзд до центрального складу, хв.	10

3.4 Розробка маршрутів доставки вантажів у межах міської логістичної системи

Для виконання даного етапу було використано програмне забезпечення з планування маршрутів. Дане програмне забезпечення дало нам змогу правильно розподілити товари серед заданої кількості споживачів у заданих місцях. На основі опрацьованих статистичних даних було враховано загальний щоденний обсяг перевезень 3,2 тонни та запропоновано автомобілі вантажопідйомністю 1,0 – 1,5 тонни з урахуванням усіх вимог. Послідовність об'їзду пунктів та графіки руху транспортних засобів на розроблених маршрутах наведені в таблицях нижче. Черговість руху автомобіля на маршруті № 1 надано у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники роботи автомобіля на маршруті №1

№ заїзду	Назва	Заїзд, год. хв.	Вийзд, год. хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від центру, км
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	8:00	8:36	—	1120	—
1	Вулиця Соборна, 74	8:41	8:48	260	—	1,3
2	Вулиця Промислова, 6а	9:00	9:13	270	—	9,3
3	Вулиця Дніпровська, 340	9:20	9:31	360	—	13,1
4	Вулиця Європейська, 3а	9:35	9:42	230	—	18,6
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	9:50	—	—	—	23,0

Маршрут охоплює пункти на вулиці Соборна, Промислова, Дніпровська, Єврейська. Доставка товарів виконується автомобілем Hyundai Porter 2 (1,3 т – вантажопідйомність). Схему маршруту надано на рис. 3.2.

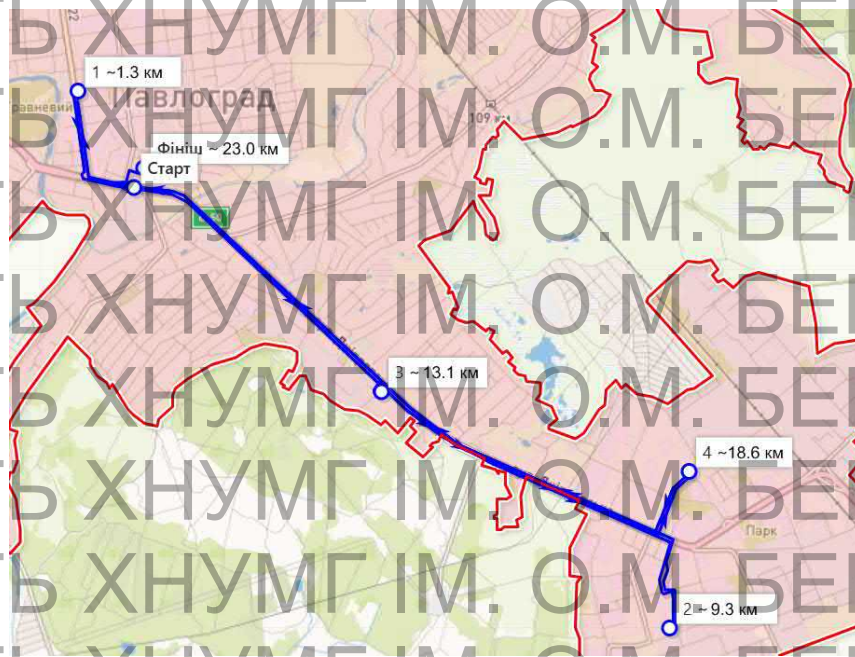


Рисунок 3.2 – Схема маршруту №1 у м. Павлоград

Послідовність об'їзду пунктів маршруту №2 надано у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Показники роботи автомобіля на маршруті №2

№ заїзду	Назва	Заїзд, год. хв.	Вийзд, год. хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від центру, км
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	10:05	10:37	—	1020	—
1	Вулиця Каденюка, 13	10:45	10:52	300	—	6,3
2	Вулиця Шкуренка, 2	10:57	11:12	380	—	8,6
3	Вулиця Корольова, 4/1	11:14	11:20	340	—	11,7
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	11:29	—	—	—	16,9

Схему маршруту № 2 надано на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Схема маршруту №2 у м. Павлоград

Цей маршрут розпочинається з центрального складу, розташованого на вулиці Центральна, 75, і охоплює три торговельні точки: вулицю Каденюка, Шкуренка, Корольова. Загальна кількість доставленого вантажу становить 1020 кг. Протяжність маршруту — 16,9 км, що свідчить про високу ефективність при мінімальних витратах часу на обслуговування. Транспортний засіб виконує повне завантаження при виїзді, що забезпечує раціональне використання вантажопідйомності.

Черговість заїзду до пунктів маршруту №3 надано у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 — Показники роботи автомобіля на маршруті №3

№ заїзду	Назва	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від центру, км
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	11:40	12:14	—	1060	—
1	Вулиця Західнодонбаська, 13	12:24	12:31	240	—	5,6
2	Вулиця Західнодонбаська, 37	12:33	12:50	300	—	6,3
3	Вулиця Ватоліної, 9	12:56	13:04	250	—	8,5
4	Вулиця Хуторська, 9а/3	13:12	13:22	270	—	14,2
0	Центральний склад (вулиця Центральна, 75)	13:25	—	—	—	16,1

Третій маршрут також починається з центрального складу на вул. Центральна, і включає три точки доставки: Протяжність маршруту становить 16,1 км, а завдяки щільному розташуванню пунктів маршрут дозволяє скоротити витрати часу та пального. Рівномірне розподілення вантажу забезпечує стабільне навантаження транспортного засобу протягом усього маршруту.



Рисунок 3.3 – Схема маршруту №3 у м. Павлоград

Для візуалізації логістичних маршрутів доставки в межах міста було використано спеціалізований онлайн-сервіс «Visicom Maps». Цей геоінформаційний ресурс дозволяє створювати докладні карти з урахуванням транспортної інфраструктури, розташування об'єктів постачання, а також вибудовувати оптимальні шляхи слідування вантажного транспорту в умовах міського середовища.

Завдяки широкому функціоналу платформи вдалося сформувати наочні маршрути доставки, відобразити початкову та кінцеву точки, а також усі проміжні зупинки. Інтерфейс програми дозволяє швидко змінювати конфігурацію шляху, проводити порівняння між різними варіантами руху та аналізувати довжину маршруту в реальних умовах.

Побудовані карти було використано як основи для подальших аналітичних розрахунків.

Таким чином, застосування Visicom Maps значно покращило наочність, точність і ефективність побудови маршрутної мережі в рамках реалізації моделі міської логістики доставки вантажів.

3.5 Оцінювання ефективності роботи транспортних засобів на складених маршрутах

З метою перевірки доцільності побудованих маршрутів необхідно визначити основні експлуатаційні параметри автомобілів на основі встановлених розрахункових залежностей.

Довжина оборту на розвізному маршруті:

$$l_{об.} = \sum_{i=1}^n l_i, \quad (3.1)$$

де l_i – протяжність i -ї ділянки розвізного маршруту, км.

$$\beta_i = \frac{l_{ен}}{l_m}, \quad (3.2)$$

де $l_{ен}$ – пробіг за вантажем.

Фактичний обсяг завезення:

$$Q_{\phi} = \sum_{i=1}^n q_{\phi i}. \quad (3.3)$$

Коефіцієнт використання вантажності:

$$\gamma = \frac{Q_{\phi}}{q_n}. \quad (3.4)$$

Час оборту транспортного засобу на маршруті:

$$t_{об} = \frac{l^m}{V_m} + t_{н-р} + t_3(n_3 - 1), \quad (3.5)$$

де V_m – середня технічна швидкість (30 км/год.);

$t_{н-р}$ – загальний час навантаження-розвантаження за оберт;

t_3 – додатковий час заїзду у кожний пункт (0,15 год.);

n_3 – кількість пунктів заїзду.

Потрібне число рухомого складу для роботи на маршруті:

$$A_{номр} = \frac{Q_m}{q_n \cdot \gamma_c \cdot n_{об}}. \quad (3.6)$$

Результати розрахунків для всіх маршрутів надано у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Параметри роботи автомобіля Hyundai Porter 2 на розроблених маршрутах

Показник	Маршрут		
	1	2	3
Вантажність транспортного засобу, т		1,3	
Добове споживання вантажів, т	1,22	1,02	1,26
Кількість пунктів заовзу вантажу, од.	4	3	4
Вантажний пробіг на маршруті, км	18,6	11,7	14,2
Загальний пробіг на маршруті, км	23	16,9	16,1
Коефіцієнт використання пробігу	0,81	0,69	0,88
Коефіцієнт використання вантажності	0,94	0,78	0,97
Потрібна кількість автомобілів, од.	1	1	1
Час оберт у на маршруті, год.	1,8	1,4	1,75

3.6 Вибір оптимального транспортного засобу для вантажних перевезень у межах логістичної системи

Процес підбору відповідного автомобіля для здійснення вантажоперевезень базується на сукупності важливих характеристик, зокрема доступності транспортного засобу, відповідності екологічним нормам, умовам його майбутньої експлуатації тощо.

До основних параметрів, які варто враховувати під час вибору вантажного транспорту для виконання дрібнооптових перевезень, належать:

- вантажопідйомність і об'єм вантажного відсіку для визначення максимальної ваги та об'єму продукції, що транспортується, залежно від частоти рейсів і транспортної відстані;

- тип кузова, у вигляді закритих фургонів, що підходять для перевезення товарів, які потребують захисту від атмосферних впливів, особливо в умовах міської інфраструктури, бортові моделі, є більш універсальними та підходять як для побутових, так і для промислових потреб, самоскиди, використовуються для транспортування сипучих матеріалів та рефрижераторні автомобілі для доставки продукції, що швидко псується;

- паливна ефективність, у вигляді дизельних двигунів, що демонструють кращу паливну економічність і витривалість на далеких маршрутах, газові двигуни допомагають знизити експлуатаційні витрати та викиди, проте вимагають спеціалізованої інфраструктури, електротранспорт підходить для роботи на коротких маршрутах у межах міста за умови наявності зарядних станцій;

- надійність і ресурс експлуатації, щоб враховувати рейтинг надійності транспортного засобу, доступність оригінальних запчастин і сервісного обслуговування.

- експлуатаційні витрати, до яких входять витрати на пальне, технічне обслуговування, обов'язкові платежі, страхування, а також амортизаційні витрати;

- комфорт і безпека, наявність сучасних засобів активної безпеки, таких як системи стабілізації, гальмування, камери заднього огляду тощо, а також ергономічне робоче місце водія є критично важливими, особливо для тривалої роботи;

- умови використання за якими слід враховувати, чи здійснюватимуться перевезення у складних умовах;

- дотримання стандартів, адже вибір техніки має узгоджуватись з чинними регламентами такі, як з дозволеною масою, рівнем шуму, нормами щодо шкідливих викидів, а також обмеженнями в їзду у певні міські зони.

Окрім технічних характеристик, важливо враховувати бренд, репутацію виробника, відгуки користувачів, доступність авторизованих сервісів та дилерів у регіоні.

Усі зазначені аспекти безпосередньо впливають на собівартість перевезень, яка обчислюється як вартість одного кілометра пробігу, перевезення однієї тонни вантажу або години експлуатації автомобіля.

Вартість доставки однієї тонни продукції в межах логістичної системи можна розрахувати за формулою:

$$S_m = \frac{l_{\text{в}}}{q_n \gamma_c \beta} \left(C_{\text{зм}} + \frac{C_{\text{ноем.}}}{V_m} \right) + \frac{C_{\text{ноем.}} \cdot t_{\text{н-р}}}{q_n \gamma_c}, \quad (3.7)$$

де $l_{\text{в}}$ – довжина їздки з вантажем, км;

q_n – номінальна вантажність транспортного засобу, т;

γ_c – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності;

β – коефіцієнт використання пробігу;

V_m – технічна швидкість транспортного засобу, км/год.;

$t_{\text{н-р}}$ – час на навантаження-розвантаження, год.;

$C_{\text{зм}}$ – змінна витрати, грн/км;

$C_{пост.}$ – постійні витрати, грн/год.

Усі наведені параметри формуються на базі аналізу змінних і постійних витрат на транспортування, а також результатів побудови оптимальних маршрутів перевезень, що визначаються за такими формулами:

$$C_{зм} = 1,113 \cdot q_n^{0,039} + 1,254 \cdot H_n^{0,897}, \quad (3.8)$$

$$C_{пост} = 1,174 \cdot q_n^{0,278} + 1,096 \cdot L^{0,921}, \quad (3.9)$$

де q_n – вантажність автомобіля, т;

H_n – норма витрат палива автомобіля, л/100 км;

L – пробіг за період, км.

Наприклад, для автомобіля Hyundai Porter 2 змінні витрати на доставку дорівнюватимуть:

$$C_{зм} = 1,113 \cdot 1,2^{0,039} + 1,254 \cdot 10^{0,897} = 11,02 \text{ грн/км}$$

Постійні витрати на перевезення для автомобіля Hyundai Porter 2 складатимуть:

$$C_{пост.} = 1,174 \cdot 1,2^{0,278} + 1,096 \cdot 23^{0,921} = 55,35 \text{ грн/год.}$$

У Додатку А наведено дані щодо постійних і змінних витрат, а також результати обчислення вартості перевезення вантажів для різних моделей транспортних засобів.

З аналізу цих даних випливає, що зі збільшенням вантажопідйомності автомобіля зменшується як кількість маршрутів, так і сумарна довжина поїздок. Це пояснюється тим, що більш вантажомісткі транспортні засоби

здатні обслуговувати більше точок доставки за одну поїздку, що, у свою чергу, скорочує потребу в додаткових зупинках на проміжних складах.

3.7 Визначення обсягу страхового запасу логістичної системи

Страховий запас являє собою обсяг товарно-матеріальних цінностей, який зберігається на складі для покриття непередбаченого попиту та уникнення товарного дефіциту. Такий запас є важливим інструментом стабілізації процесів постачання, забезпечуючи безперервну наявність продукції навіть за умов невизначеності.

Рівень обслуговування безпосередньо визначає обсяг страхового запасу, необхідного для підтримки стабільності постачання. Чим вище встановлений рівень сервісу, тим більшим має бути резерв, що утримується на складі для забезпечення виконання замовлень без затримок. Підвищення цього показника зменшує ризик дефіциту, але водночас призводить до збільшення витрат на зберігання та управління запасами.

Управління рівнем обслуговування передбачає досягнення балансу між витратами на формування додаткового запасу та вигодами від задоволення споживчого попиту без перебоїв. Занадто високий рівень сервісу може бути економічно недоцільним, якщо витрати на утримання запасів перевищують потенційні втрати від незадоволеного попиту.

Наявність страхового запасу є економічно виправданою умовою стабільного функціонування логістичної системи. Він дозволяє зменшити втрати, пов'язані з простоями, штрафними санкціями, незадоволеним попитом та втратою клієнтів. Особливо актуальним резерв стає у періоди сезонного коливання попиту або нестабільних постачань.

З економічної точки зору, страхові запаси слід розглядати як інструмент мінімізації сукупних витрат - сумарного показника витрат на зберігання, дефіцит і ризику зупинки постачання. Оптимізація обсягу страхового запасу

дозволяє уникнути надлишкового заморожування оборотного капіталу, підтримуючи при цьому необхідну гнучкість у логістичному ланцюгу.

Обсяг страхового запасу формується під впливом низки взаємопов'язаних факторів, кожен із яких відображає ступінь невизначеності в логістичних процесах. Одним із ключових чинників є мінливість попиту, чим нестабільніша поведінка споживача, тим більший обсяг резервного запасу потрібен для оперативного реагування на коливання.

Також суттєвий вплив має час виконання замовлення, тобто інтервал між моментом формування запиту на постачання і фактичною доставкою товару. Затримки в поставках або коливання у швидкості логістичних операцій створюють потребу в наявності буферу, що дозволяє уникнути розривів у ланцюзі постачання.

Не менш важливими є технічні характеристики транспортних засобів, віддаленість складу від кінцевого споживача, а також стабільність постачання сировини або продукції від виробників. Усі ці чинники інтегруються у розрахунки через статистичні показники - середні значення та відхилення, що дозволяють визначити оптимальний обсяг страхового запасу з урахуванням ризиків.

У сучасній логістиці страховий запас розглядається як ефективний засіб управління ризиками в умовах невизначеності. Його наявність дозволяє компенсувати збої у виробництві, транспортуванні чи споживанні, не порушуючи загальну ритмічність логістичних операцій.

Він також забезпечує операційну гнучкість, коли підприємство має можливість швидко реагувати на зміну умов ринку або дії конкурентів. Зберігання певного мінімального рівня товару або вантажу на складі дозволяє запобігти критичним ситуаціям, таким як дефіцит або втрати контрактів через несвоєчасне постачання.

Управління страховим запасом тісно пов'язане з системою планування і прогнозування попиту. Застосування сучасних методів аналізу дозволяє не

лише адаптувати запаси до зовнішніх змін, а й оптимізувати їх за витратами, формуючи стійку логістичну мережу.

У сучасній логістичній практиці застосовуються два основні методи розрахунку страхового запасу. Перший базується на понятті рівня обслуговування, що визначає очікувану кількість товарних позицій, які можуть бути відсутніми при заданому рівні забезпечення попиту. Інший, імовірнісний або стохастичний підхід, враховує ймовірність наявності товару на складі в момент запиту.

Метод з урахуванням рівня обслуговування розраховує частку потреб, які можуть бути покриті наявними запасами. Наприклад, при середньому тижневому попиті в 100 одиниць, рівень обслуговування в 95% означає, що 95 одиниць є в наявності, тоді як 5 одиниць — ні.

Стохастичний підхід оцінює ймовірність того, що поставка відбудеться без затримок, тобто, потрібна кількість товару завжди буде на складі. Якщо ймовірність безперебійного забезпечення становить 0,95, це означає, що у 95% випадків товар буде доступний, а в 5% — можливі перебої.

Таким чином, з урахуванням випадкових змін у споживанні та постачанні, розмір страхового запасу розраховується за відповідною формулою:

$$S = k \cdot \sqrt{\mu_L \cdot \sigma_D^2 + \mu_D \cdot \sigma_L^2}, \quad (3.10)$$

де k — коефіцієнт рівня довірчої ймовірності (1,96);

μ_L — середній час виконання замовлення, год.;

μ_D — середній добовий обсяг споживання, т/доба;

σ_D — середньоквадратичне відхилення величини споживання, т;

σ_L — середньоквадратичне відхилення часу виконання замовлення, год.

Згідно з отриманими даними, вантажі перевозяться тричі на тиждень.

Таким чином, частота перевезень вантажу на місяць становить 12 значень. Дані для розрахунків страхового запасу надано у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані для визначення страхового запасу

Дні місяця	1	2	3	4	5	6
Середній обсяг споживання за добу, т	3,16	2,98	3,35	3,32	2,83	3,29
Середній час виконання замовлення, год.	4,75	4,79	5,13	5,41	4,8	5,17

Продовження табл. 3.7

Дні місяця	7	8	9	10	11	12
Середній обсяг споживання за добу, т	3,17	2,92	3,51	3,22	3,28	3,18
Середній час виконання замовлення, год.	5,19	4,64	4,27	5,11	4,91	5,26

За результатами маємо такі значення - середнє споживання товару μ_D складає 3,18 т/доба; середній час обслуговування μ_L – 4,95 год.; стандартне відхилення обсягу споживання σ_D – 0,20 т, стандартне відхилення терміну виконання замовлення σ_L – 0,32 год. Звідси можемо розрахувати щомісячний запас вантажу, що становить:

$$S = 1,96 \cdot \sqrt{3,18 \cdot 0,20^2 + 5,09 \cdot 0,32^2} = 1,58 \text{ т.}$$

У результаті розрахунку обсягу страхового запасу для забезпечення стабільного функціонування логістичної системи встановлено, що оптимальний рівень резерву складає 1,58 тонни. Це значення дозволяє компенсувати коливання попиту та затримки в доставці, забезпечуючи необхідний рівень сервісу за умов невизначеності. Таким чином, сформований

запас створює надійний ланцюг безперервного постачання та сприяє мінімізації ризиків, пов'язаних із можливими логістичними збоями.

3.8 Висновки за розділом

З метою удосконалення роботи міської логістичної мережі, що забезпечує постачання вантажів, був розроблений комплекс заходів. До них увійшли такі заходи, як оптимізація маршрутів транспортування, підбір ефективних типів транспортних засобів, а також проведення обґрунтованого розрахунку страхового запасу.

У результаті аналізу сформовано три логістичні маршрути, які визнано доцільними за показниками ефективності. Виходячи з розрахункових значень середнього добового попиту та середньої тривалості виконання замовлення, обсяг страхового резерву визначено в межах 1,58 тонни на місяць, що відповідає приблизно 18,9 тонни на рік. Це дає змогу знизити ризики виникнення нестачі товару в системі постачання.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було комплексно проаналізовано теоретичні основи функціонування міських логістичних систем доставки, здійснено прогнозування попиту на логістичні послуги, виконано побудову маршрутів доставки торговельних вантажів, обґрунтовано вибір транспортних засобів і розраховано величину страхового запасу для забезпечення безперебійного постачання. Результати дослідження підтверджують важливість системного підходу до організації логістичних процесів у межах міського середовища.

На першому етапі роботи було розглянуто загальні принципи формування логістичних ланцюгів у межах міста, проаналізовано особливості перевезення дрібнопартійних вантажів, а також фактори, що впливають на попит на транспортно-логістичні послуги. З'ясовано, що на ефективність міської логістики значно впливають такі показники, як швидкість обробки замовлень, адаптивність маршрутної мережі, технічна оснащеність автопарку та рівень організації інформаційних потоків між учасниками перевезень.

На основі аналізу попиту за останні три роки встановлено тенденцію до скорочення обсягів логістичних послуг, що пояснюється як зовнішніми економічними чинниками, так і зміною поведінки споживачів. За результатами прогнозування можна сказати, що у 2024 році попит свідчить про необхідність більш гнучкого планування маршрутів та управління запасами для уникнення перевантаження складів або дефіциту продукції.

Практична частина дипломної роботи була присвячена проектуванню оптимізованої логістичної системи доставки вантажів з урахуванням щоденного обсягу в 3,2 тонни. Було побудовано три маршрути доставки в межах міста, що охоплюють основні торгові точки. При цьому особливу увагу приділено раціоналізації черговості заїздів до пунктів призначення,

мінімізації загального пробігу та максимальному використанню вантажопідйомності транспортних засобів.

На основі аналізу характеристик кількох моделей транспортних засобів проведено порівняння за критерієм вартості доставки 1 тонни вантажу. У дослідженні розглядалися три типи автомобілів: Ford Transit Custom, Hyundai Porter 2 та Renault Master L4H3 RWD.

Результати показали, що найбільш економічно доцільним є використання автомобіля Renault Master L4H3 RWD з вантажністю 2,0 т, собівартість доставки яким становила 472,43 грн/т, що є найнижчим показником серед усіх розглянутих варіантів. Це пояснюється тим, що більша вантажопідйомність дозволяє виконувати більший обсяг перевезень за один оберт без необхідності повертатися до складу, що знижує кількість рейсів і, відповідно, експлуатаційні витрати.

Додатково, в роботі було розраховано величину страхового запасу, необхідного для забезпечення безперервного функціонування логістичної системи в умовах змінного попиту. Розрахунок проводився за стохастичною моделлю, яка враховує середнє добове споживання вантажу. Обсяг страхового запасу визначено як 1,58 тони на місяць, що дорівнює приблизно 18,96 тони на рік.

Запропоновані рішення можуть бути адаптовані до інших регіональних умов або масштабовані для обслуговування більшого обсягу вантажів. Результати роботи доцільно впроваджувати у системи управління логістикою підприємств, а також розглядати в контексті розвитку цифрових платформ для транспортного планування.

Отже, системний підхід до побудови логістичної мережі, заснований на прогнозуванні попиту, маршрутній оптимізації, ефективному використанні транспорту та управлінні запасами, дає змогу підвищити якість логістичного обслуговування, знизити витрати та забезпечити конкурентоспроможність логістичної системи в умовах сучасного ринку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобільні перевезення: організація та облік. – Харків: Фактор, 2007. – 592 с.
2. Александров О. А. Логістика / О. А. Александров. – К: Інфра, 2020. – 217 с.
3. Алькема В. Г. Логістика. Теорія та практика / В. Г. Алькема, О. М. Сумець. – К.: Вид. дім «Професіонал», 2008. – 272 с.
4. Горяїнов О. М. Автотранспорт в логістичних системах і ланцюгах / О. М. Горяїнов, Д. М. Рославцев – Харків: НТМТ, 2009. – 344 с.
5. Єдині норми виробітку та часу на вагонні, автотранспортні та складські вантажно-розвантажувальні роботи. – К.: Економіка, 1987. – 24 с.
6. Крикавський Є.В. Логістичне управління / Є.В. Крикавський. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 684 с.
7. Левчук О.В. Транспортна логістика / О.В. Левчук. – Л.: Наукова думка, 2018. – 132 с.
8. Логістика та управління ланцюгами поставок на транспорті: підручник для вузів / І. В. Карапетянц [та ін.]; за редакцією І. В. Карапетянц, Є. І. Павлової. – К: Економіка, 2022. – 362 с.
9. Носов А. Л. Логістика на автомобільному транспорті / А. Л. Носов. – К.: Магістр, 2021. – 184 с.
10. Чухрай Н.І Логістичне обслуговування / Н.І. Чухрай. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 298 с.
11. Новаков О. О. Логістика в деталях / О. О. Новаков. – Дніпро: Інфра-Інженерія, 2021. – 328 с.
12. Малікова Т. Є. Склади та складська логістика: / Т. Є. Малікова. – Київ: Ранок, 2021. – 157 с.

13. Сухорська У.Р. Маркетингова політика розподілу / Сухорська У.Р., Щербань В.М. – Л. : Вид-во Львів. комерц. акад., 2015. – 383 с.
14. Щербак В.Г. Маркетингова політика розподілення / В.Г. Щербак. – Х. : ІНЖЕК, 2010. – 225 с.
15. Тридід О.М. Логістичний менеджмент / О. М. Тридід, К. М. Таньков. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 224 с.
16. Сич Є. Н. Транспортно-виробничі комплекси: розвиток та функціонування. Монографія / Є. Н. Сич. – Київ.: Наук. думка, 2001. – 144 с.

Додаток А

Статистичні характеристики моделі прогнозування попиту на транспортно-логістичні послуги

ВІВІД ПІДСУМКІВ								
Регресійна статистика								
Множинний R	0,890821790							
R-квадрат	0,792234746							
Нормований R-квадрат	0,781859297							
Стандартна похибка	3,730119324							
Спостереження	36							
Дисперсійний аналіз								
	df	SS	MS	F	Значущість F			
Регресія	1	431,8666898	431,8666898	31,0387525	3,10797E-06			
Залишок	34	473,0688657	13,91379017					
Разом	35	904,9355556						
	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	P-значення	Нижні 95%	Верхні 95%	нижні 95,0%	Верхні 95,0%
Y-перетин	76,45698413	1,269737307	60,21480483	3,9016E-36	73,87656746	79,037401	73,8766	79,0374008
Змінна X1	-0,333810553	0,059844909	-5,571243356	3,108E-06	0,455030042	0,2117911	0,45503	0,211791065

Рисунок А.1 – Результат підбору моделі

Додаток Б

Собівартість перевезення 1 тони вантажу у транспортно-логістичній системі

Таблиця А.1 – Собівартість перевезення 1 тони вантажу за марками автомобілів

Марка автомобіля	Вантажність, т	Кількість маршрутів, од.	Загальний добовий пробіг на маршрутах, км	Середній коефіцієнт використання пробігу	Середній коефіцієнт використання вантажності	Витрати палива, л/100 км	Змінні витрати, грн/км	Постійні витрати, грн/год.	Собівартість перевезення 1 т вантажу, грн/т
Ford Transit Custom F320 2.0D MT	1,0	4	74,7	0,84	0,82	7,8	9,66	40,15	1050,40
Hyundai Porter 2	1,3	3	60,1	0,83	0,85	9,6	11,02	48,35	730,34
Renault Master L4H3 RWD	2,0	2	48,3	0,79	0,81	10,2	12,81	57,39	472,43