

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 дипломної роботи  
бакалавра

на тему **Проектування логістичної системи просування  
матеріального потоку обсягом 3,4 тонни на добу**

Виконала: студент 4 курсу, групи ЛОГІС 2020-2  
спеціальності – 073 "Менеджмент"  
(освітня програма "Логістика")

Кузнєцов М.В.

Керівник Копитков Д.М.  
Рецензент Левада В.П.

Харків – 2024 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 С.І.

„ \_\_\_\_\_ „ \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Кузнецову Максиму Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування логістичної системи просування  
матеріального потоку обсягом 3,4 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 № 345-03 від 25.04.2024 р.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12.06.2024 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) Вступ 1. Сучасний стан логістичних систем доставки вантажів за  
умов міста. 2. Маркетингові дослідження ринку транспортно-логістичних  
послуг. 3. Проектування логістичної системи доставки вантажів у міському  
сполученні. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Підготовка презентації у електронному вигляді за основними результатами  
роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Доц. Прасоленко О.В.		

7. Дата видачі завдання 01.05.2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Сучасний стан логістичних систем доставки вантажів за умов міста	10.05.2024	
2.	Маркетингові дослідження ринку транспортно-логістичних послуг	25.05.2024	
3.	Проектування логістичної системи доставки вантажів у міському сполученні	05.06.2024	
4.	Оформлення дипломного проекту	10.06.2024	

**Студент**

(підпис)

Кузнєцов М.В.

(прізвище та ініціали)

**Керівник проекту (роботи)**

(підпис)

Копитков Д.М.

(прізвище та ініціали)

Додаток  
до завдання на дипломну розробку

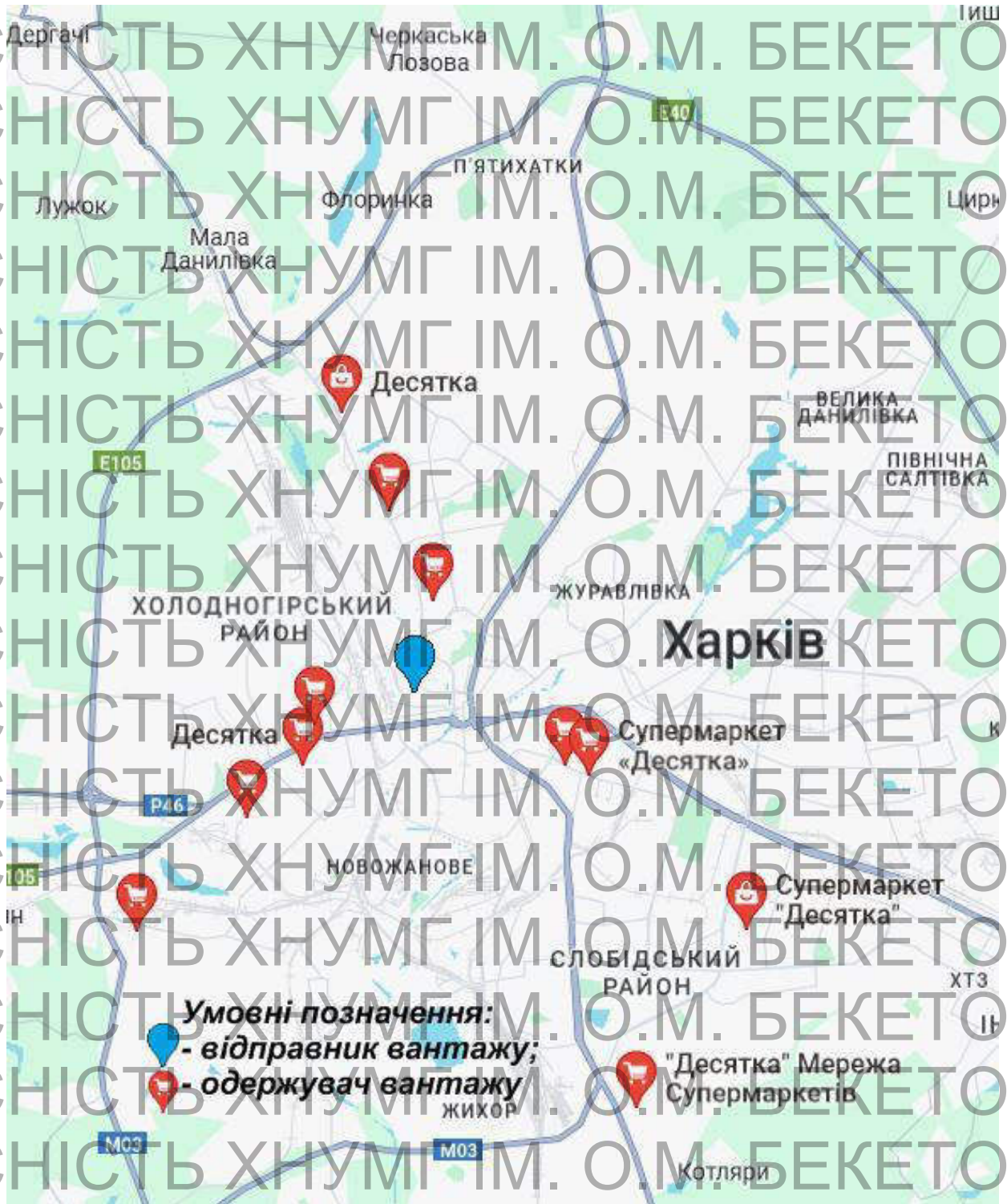


Рисунок 1 – Розташування учасників процесу доставки в транспортно-логістичній системі

Таблиця 1 – Характеристика учасників процесу переміщення матеріального потоку

Номер пункту	Адреса пункту завезення	Довгота	Широта	Обсяг завезення, кг/доба
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	49,99281	36,21435	—
1	Вулиця Плеханівська, 73	49,98747	36,26562	300
2	Вулиця Слов'янська, 10	50,00163	36,21275	380
3	Вулиця Плеханівська, 57	49,99365	36,26288	340
4	Проїзд Садовий, 9	49,96186	36,30202	250
5	Вулиця Петра Болбочана, 52	49,99542	36,18185	230
6	Вулиця Аерофлотська, 11	49,93271	36,28142	240
7	Вулиця Клочківська, 226а	50,03734	36,20245	400
8	Вулиця Клочківська, 330б	50,04968	36,19353	360
9	Вулиця Космічна, 14	49,01506	36,22137	270
10	Шосе Григорівське, 83	49,98096	36,16915	370
11	Проспект Новобаварський, 127	49,95831	36,13901	260

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_

(підпис)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 45 сторінок машинописного тексту, містить 1 ілюстрацію, 15 таблиць, 27 літературних джерел, 1 додаток.

Об'єкт дослідження: логістичні системи для доставки комерційних вантажів автомобільним міським транспортом.

Мета роботи: розробка заходів щодо підвищення ефективності міських логістичних систем доставки торгівельних вантажів у містах.

Метод дослідження: аналітичний.

Отримані результати. Складено логістичну систему просування торгових вантажів шляхом маршрутизації доставок, координації взаємодії вантажовласників й автомобільного транспорту, а також визначено величину страхового запасу.

Рекомендації з впровадження: результати можуть бути використані для побудови логістичних систем доставки торгових товарів у містах.

**ВАНТАЖ, ПРОБІГ, ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, СТРАХОВИЙ ЗАПАС**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
<b>Розділ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ</b>	
<b>ВАНТАЖІВ ЗА УМОВ МІСТА</b> .....	<b>10</b>
1.1 Аналіз заходів з підвищення ефективності роботи міських транспортно-логістичних систем.....	10
1.2 Висновки за розділом.....	9
<b>Розділ 2 МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ</b> .....	
2.1 Вивчення зміни попиту на транспортно-логістичні послуги.....	15
2.2 Статистична обробка даних про попит на транспортно-логістичні послуги.....	20
2.3 Висновки за розділом.....	21
<b>Розділ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ</b>	
<b>ВАНТАЖІВ У МІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ</b> .....	<b>22</b>
3.1 Аналіз методів маршрутизації дрібних доставок в міській транспортно-логістичній системі.....	22
3.2 Характеристика вантажів.....	26
3.3 Створення масиву даних для проведення маршрутизації доставки дрібних відправок.....	27
3.4 Проектування маршрутів доставки вантажів у транспортно-логістичній системі.....	29

<i>ННІЕІТІ ТСЛ ЛОГІС 2020-2 ЛОГІС XXX...X ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Кузнецов М.В.		
		Копитков Д.М.		
		Бурко Д.Л.		
		Куш Є.І.		
<i>Пояснювальна записка</i>				
			<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>
			д р у	4 43
<i>ХНУМГ</i>				

3.5 Розрахунок показників роботи транспортних одиниць на маршрутах.....	31
3.6 Вибір відповідних транспортних засобів для доставки вантажів у логістичній системі.....	33
3.7 Розрахунок величини страхового запасу логістичної системи.....	36
3.8 Висновки за розділом.....	38
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	42
ДОДАТКИ.....	45
Додаток А. Собівартість перевезення 1 тони вантажу у транспортно-логістичній системі.....	45

					Аркуш
					8
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у логістиці через низку наступних причин. Автомобільний транспорт може доставити товари практично в будь-яке місце, включаючи віддалені та важкодоступні райони.

Завдяки гнучкості маршрутів і здатності швидко змінювати напрямок, автомобільний транспорт має важливе значення для задоволення різноманітних потреб клієнтів.

Порівняно з іншими видами транспорту, автомобільний транспорт може швидше доставляти товари на короткі та середні відстані. Це важливо для товарів з обмеженим терміном зберігання та термінових замовлень.

Для коротких і середніх відстаней автомобільний транспорт часто є найбільш економічно вигідним видом транспорту. Це пов'язано з тим, що не потрібні додаткові операції, а витрати на інфраструктуру зведені до мінімуму.

Однією з найважливіших переваг автомобільних перевезень є можливість прямої доставки "від дверей до дверей", що спрощує логістичний ланцюжок і знижує ризик пошкодження товару через перевантаження.

Наявність широкого спектру транспортних засобів, від легких до великовантажних автомобілів, означає, що можна вибрати найкраще рішення для перевезення різних типів вантажів, включаючи негабаритні та об'ємні вантажі.

Автомобільний транспорт часто використовується як останній етап інтермодальних перевезень, оскільки товари, що перевозяться на великі відстані залізничним, морським або повітряним транспортом, доставляються до кінцевого пункту призначення автомобільним транспортом.

Таким чином, розвиток автомобільного транспорту сприяє створенню робочих місць у логістиці та суміжних галузях, а також підтримує регіональний економічний розвиток шляхом підвищення доступності товарів і послуг.

## РОЗДІЛ 1

### СУЧАСНИЙ СТАН ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗА УМОВ МІСТА

#### 1.1 Аналіз заходів з підвищення ефективності роботи міських транспортно-логістичних систем

Завдяки транспорту логістичний процес руху товарів перетворився на єдиний технологічний ланцюг. У той час як перевезення товарів є однією з основних логістичних функцій, планування та організація доставки товарів і підготовка необхідної документації є додатковими, але необхідними функціями.

Існує кілька способів підвищити ефективність міської логістики, які описані нижче.

Вибір оптимального місця розташування розподільчого центру. Оптимальне розташування розподільчого центру залежить від таких факторів, як відстань від складу до постачальника або споживача, обсяг вантажів, що перевозяться, транспортні фрахтові ставки і час доставки вантажів від постачальника до складу і зі складу до споживача. Для визначення місця розташування розподільчого центру використовують такі методи.

Вичерпний пошук. Належить до класу методів, які вичерпують різні варіанти пошуку рішення. Складність вичерпного перебору залежить від кількості всіх можливих варіантів вирішення проблеми.

Евристична оцінка. Базується на практичному досвіді та інтуїції. При аналізі транспортної мережі в певному регіоні відсіваються невідповідні альтернативи, а з решти обирається найкращий варіант.

Метод визначення центру тяжіння вантажопотоків. Цей метод широко використовується для з'ясування приблизного розташування складів компаній і розподільчих центрів торговельних організацій, що постачають товари

споживачам у конкретному регіоні. Суть методу полягає в тому, щоб знайти точку, рівновіддалену від усіх споживачів.

**Оптимізація страхового запасу.** Оптимізація страхового запасу передбачає економічне порівняння витрат на його утримання і витрат, які можуть виникнути внаслідок можливого дефіциту матеріальних ресурсів. Вважається, що чим менший страховий запас, наявний в логістичній системі, тим більші можливі втрати в разі дефіциту.

**Оптимізація завантаження транспортних засобів.** Для забезпечення максимальної ефективності використання транспортних засобів транспортні засоби повинні прибувати в пункти завантаження і розвантаження за розкладом відповідно до оптимальної щільності вхідних потоків.

**Зменшення непродуктивних простоїв рухомого складу.** Основними перевагами організації перевезень за єдиним графіком є забезпечення ритмічної роботи пунктів навантаження і розвантаження, надання можливості вантажовідправникам вчасно підготувати вантаж до навантаження і розвантаження, скорочення простоїв і підвищення ефективності використання рухомого складу для виконання навантажувально-розвантажувальних механізмів. Відомо, що дуже трудомісткою частиною транспортного процесу є вантажно-розвантажувальні роботи, особливо на автомобільному транспорті. Через недостатню механізацію навантажувально-розвантажувальних робіт, відсутність чіткої координації дій компаній під час передачі вантажів на транспортному вузлі або з інших причин, простої транспортних засобів під час навантаження і розвантаження, а також в очікуванні розвантаження залишаються значними.

При ефективному логістичному підході оптимізація вантажно-розвантажувального процесу починається з раціональної роботи складу, як при прийомі товару зі складу вантажовідправника, так і при доставці товару на склад вантажоодержувача. Це означає, що вантаж повинен бути в упаковці або контейнерах на момент прибуття транспортного засобу, його місцезнаходження не повинно вимагати додаткових пошуків на складі,

вантажні партії і контейнери повинні бути сформовані з урахуванням завантаження транспортних засобів, а вантажно-розвантажувальні засоби повинні бути підготовлені до цих операцій.

Вибір вантажопідйомності транспортних засобів. Аналіз залежності техніко-економічних показників транспортних засобів від їх вантажопідйомності показує, що для великих партій вантажів краще використовувати рухомий склад з найбільшою вантажопідйомністю. Для обмежених вантажів вантажопідйомність транспортного засобу повинна відповідати розміру вантажу. В іншому випадку витрата запасних матеріалів і палива, що використовуються для переміщення транспортних засобів, невиправдано зростає, що призводить до збільшення транспортних витрат.

Оновлення старих транспортних засобів. На якість автомобільних перевезень впливає стан транспортних засобів. Регулярне оновлення рухомого складу та належне технічне оснащення позитивно впливає на стан рухомого складу, мінімізує простой через поломки та позитивно впливає на прибутковість підприємства.

Маршрути доставки вантажів. Маршрутизація – це створення маршрутів руху транспортних засобів і послідовності переміщення між пунктами виробництва і споживання. Маршрутизація перевезень здійснюється для однотипних вантажів, які потребують для перевезення й однотипних транспортних засобів. Розташування транспортних підприємств та пунктів завантаження/розвантаження, час роботи водіїв, пропускна спроможність пунктів завантаження/розвантаження та дорожньої мережі є вихідними параметрами для проектування маршрутів перевезень вантажів. У деяких звичайних транспортних компаніях керівництво не дуже замислюється над оптимізацією процесу доставки, а це означає, що ефективність і якість послуги не завжди досягає високих стандартів. Вони використовують "напівручні" методи для пошуку найкоротших маршрутів і складання маршрутів забирання та доставки, що не призводить до найкращих результатів.

Методи прокладання транспортних маршрутів можна розділити на маршрути для масових або механізованих перевезень (маятникові маршрути, кільцеві маршрути) та маршрути для дрібних відправлень (розподільчі маршрути, маршрути збору, розподільчо-збірні маршрути). Правильно розроблені маршрути зменшують транспортні витрати і час доставки за рахунок скорочення загальної відстані, яку проходять транспортні засоби.

Відсутність програмного забезпечення з інформаційної підтримки доставки. Чітко відчувається брак відповідного програмного забезпечення для використання сучасних технологій у транспортній логістиці. Зокрема, практично неможливо знайти об'єктивні аналітичні дані щодо їхніх переваг та недоліків. Більше того, враховуючи досить високу вартість цих програм, не дивно, що транспортні компанії не купують багато з них. Вирішення цієї логістичної проблеми залежить насамперед від розробників програмного забезпечення.

Розробник програмного забезпечення повинен не тільки створити якісний продукт, але й пояснити переваги та відмінності цього продукту. Отже, він повинен пояснити переваги продукту та його відмінності від аналогічних програмних пакетів. Тільки тоді розробники програмного забезпечення зможуть продавати свої продукти і юридичним фірмам.

Отримуючи якісне програмне забезпечення, вантажовідправники можуть відправляти товари на більш вигідних умовах доставки, пов'язаних, у першу чергу, зі скороченням пробігу.

Неефективна робота взагалі. Низька продуктивність у транспортному секторі через навмисне розкрадання паливно-мастильних матеріалів або вантажів, погану систему мотивації та недостатню кваліфікацію персоналу. Ці негативні аспекти низької продуктивності в транспортно-логістичному секторі можна подолати, з одного боку, шляхом надання фінансових стимулів для сумлінної праці, а з іншого – шляхом застосування невідворотних покарань за недотримання вимог, не лише у вигляді штрафів, а й звільнення або навіть заборони працювати в транспортному секторі..

## 1.2 Висновки за розділом

Для будь-якої організації важливо знати, наскільки ефективно здійснюються її операції, що потрібно вдосконалити і що потрібно змінити в її діяльності. Правильно організована та ефективно керована логістична діяльність, безсумнівно, є джерелом конкурентних переваг для компаній.

Аналіз показників ефективності логістичної діяльності та аналіз методів підвищення ефективності показав, на які аспекти слід звернути увагу і в яких напрямках компанії необхідно розвиватися.

Так, для підвищення ефективності логістичних рішень в секторі міських перевезень слід звернути увагу на вибір маршрутів руху транспортних засобів, місткість рухомого складу та часову взаємну координацію діяльності вантажовідправників, вантажоодержувачів та транспортно-логістичних компаній.

## РОЗДІЛ 2

### МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ

### ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ

#### 2.1 Вивчення зміни попиту на транспортно-логістичні послуги

Попит – це готовність і здатність покупця придбати певний товар у певному місці, в певний час і за певною ціною. Динамікою попиту є зміна попиту на товари та товарні групи в часі. Вимірюється відповідними показниками для загальних товарних обсягів, товарних груп та окремих товарів. Попит може бути фактичним або потенційним. Фактичний попит показує, скільки товарів було придбано за певний період часу. Потенційний попит показує, скільки товарів споживачі можуть купити в майбутньому. Виробники, перевізники, різні торгові організації використовують потенційний попит як орієнтир при плануванні виробництва та потреби у матеріалах, транспортних засобах та персоналі.

Функціонування ринку транспортно-логістичних послуг базується на аналізі 3-х головних складових: попиту, пропозиції та ціни. Важливим напрямком дослідження ринку транспортних послуг є оцінка попиту. Попит як економічний показник виражається у кількості товарів, які споживачі вимагають перевезти.

Характер транспортних послуг, що надаються різними видами транспортних операторів, значною мірою визначає попит на транспорт. До параметрів, що характеризують попит, відносяться вид вантажу і обсяг перевезень, розмір території, що обслуговується, регулярність вантажопотоку (пасажиропотоку), терміновість і своєчасність доставки, рівень тарифів, необхідність зберігання вантажу (технічні простой), правовий статус доставки, відправник або одержувач (компанія або фізична особа).

Попит на послуги автотранспорту значною мірою визначається розвитком інших видів транспорту в регіоні, ступенем інтеграції в єдину систему, рівнем ціноутворення за видами транспорту, обсягом та якістю послуг.

Попит на вантажні перевезення визначається як вимірна потреба в транспорті та додаткових транспортних послугах. На попит на транспортні послуги впливають такі фактори:

- доходи клієнтів потреби населення та компаній;
- ціни на аналогічні послуги на інших видах транспорту та передбачувані зміни цін на послуги;
- кількість клієнтів на ринку та темпи їх зростання;
- вимоги та вподобання клієнтів;
- роль і місце оцінюваного виду транспорту в структурі попиту на транспортні послуги;
- розмір і тип підприємств, що надають транспортну продукцію (обсяг виробництва, річний оборот)
- технології, що використовуються, імідж та можливості клієнтів.

Оскільки попит тісно пов'язаний з пропозицією, аналіз ринку порівнює ці категорії. Пропозиція – це співвідношення між ціною послуги та її кількістю, яку транспортна компанія бажає і може продати, виражене в кількісній оцінці кількості послуг, що пропонуються на ринку. На пропозицію на ринку транспортних послуг впливають такі фактори: ціни на фактори виробництва (паливо, транспортні одиниці, технології, персонал і матеріали), технологія, стандартизація, спеціалізація виробництва, оподаткування і субсидії, державне регулювання, ціни конкурентів, кількість виробників і посередників на ринку, очікувані зміни в цінах на послугу або групу послуг, а також економічні умови.

Динаміку попиту на транспортно-логістичні послуги протягом трьох років наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Обсяги транспортно-логістичних послуг протягом останніх 3-х років

Місяць	Рік		
	2021	2022	2023
Січень	70,3	66,4	61,1
Лютий	71,2	67,3	62
Березень	73,4	69,5	64,2
Квітень	77,6	73,7	68,4
Травень	78,4	74,5	69,2
Червень	81,2	77,3	72
Липень	74,1	70,2	64,9
Серпень	72,2	68,3	63
Вересень	76,3	72,4	67,1
Жовтень	77,8	73,9	68,6
Листопад	73,5	69,6	64,3
Грудень	71,2	67,3	62
Разом	897,2	850,4	786,8

Методи прогнозування попиту можна поділити на якісні, кількісні, економетричні та евристичні.

Якісні методи не мають формальної математичної моделі, оскільки наявні дані не відображають майбутні умови. До якісних методів прогнозування попиту належать такі

Методи польових продажів (пробний маркетинг) є найбільш точними методами прогнозування. На невеликих локальних ринках робляться спроби змоделювати те, що відбувається на великих ринках.

Експертні методи прогнозування включають: опитування груп менеджерів у відділах і службах компанії; узагальнення цін окремими торговими представниками і керівниками відділів у компаніях; прогнози на основі минулих продажів; прогнози на основі "частки ринку" компанії (у цьому випадку продажі прогножуються у відсотках від її частки ринку в галузі), аналіз кінцевого використання і метод Дельфі.

Використовуються гібридні методи, які застосовують різні методи в окремих розділах для отримання комплексних довгострокових прогнозів. До них відносяться оцінка очікувань споживання. Прямі опитування споживачів щодо їхніх планів закупівель на певний період часу. Кількісні методи включають регресійні методи (коли одна змінна вважається лінійно залежною від іншої, продовження лінійної регресії), методи множинних рівнянь (коли кілька змінних взаємозалежні у вигляді декількох рівнянь (економетричні моделі)), методи аналізу часових рядів (коли змінна змінюється з часом і її майбутнє значення залежить від попереднього значення змінної).

Якісні (експертні оцінки, прогнози продажів великих торговельних компаній, опитування споживачів) та кількісні методи (регресійні моделі, в тому числі з використанням еластичності попиту, методи геометричних рядів, трендові моделі, багатовимірна кореляція та множинна регресія) використовуються для коротко- та середньострокових прогнозів, тоді як нормативно-правові та програмно-цільові методи застосовуються для довгострокових прогнозів.

Якщо аналітичний характер процесу прогнозування слабкий, але прогноз базується на об'єктивній маркетинговій інформації, застосовуються евристичні методи. Це прості методи, засновані на минулому досвіді або більш-менш складні екстраполяції даних про минулі продажі.

У методах ланцюгових зв'язків абсолютний потенціал ринку послідовно розкладається на складові, поки не буде знайдено прогноз попиту на конкретний товар або бренд.

Економіко-статистичні методи прогнозування попиту реалізуються наступними способами

- факторні моделі прогнозування попиту – попит на групу товарів виражається як функція одного або декількох факторів, що визначають розвиток попиту;

- трендові моделі оцінки та прогнозування попиту – трендова модель прогнозування попиту являє собою рівняння, яке формалізує стійкий процес розвитку, основним параметром трендової моделі є час.

На практиці прогнози часто роблять за допомогою трендових моделей. Тренди – це основні тенденції зміни попиту в часі. Для прогнозування за допомогою трендів використовують функцію тренда в Microsoft Office Excel 2019 [12]. Ця функція обчислює значення відповідно до лінійного тренду. Значення вибираються прямою лінією за допомогою методу найменших квадратів для набору даних "відомих значень у" (обсяг попиту) та "відомих значень х" (номер періоду або місяця). Значення у (інтенсивність попиту), що відповідає цій прямій, повертається для заданої послідовності "нових значень х" (номер періоду або місяця, 37-48 наступного прогнозного року).

Отже, обрана функція тренду була використана для прогнозування щомісячного попиту на послуги у 2024 році. Прогнозовані обсяги вантажних послуг наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Прогнозні значення попиту на транспортно-логістичні послуги у 2024 році

Місяць року	
37 (1)	
38 (2)	
39 (3)	
40 (4)	
41 (5)	
42 (6)	
43 (7)	
44 (8)	
45 (9)	
46 (10)	
47 (11)	
48 (12)	

Разом

З табл. 2.2 видно, що зрівняно з 2021 роком попит на послуги в логістичній системі впав приблизно на 21% через важке економічне положення в країні.

## 2.2 Статистична обробка даних про попит на транспортно-логістичні послуги

Методи статистичної обробки – це математичні методи та формули, за допомогою яких ми узагальнюємо отримані в ході дослідження показники, об'єднуємо їх у систему, що допомагає виявити певні закономірності у поведінці явища або об'єкту.

Використаний метод дозволяє зробити висновки щодо особливостей вибіркового розподілу даних опитування, динаміки зміни окремих параметрів та статистичних зв'язків, які існують між досліджуваними величинами.

Основною метою статистичних методів є представлення кількісних даних у стислій формі для полегшення розуміння. Статистичну обробку даних попиту проводили за допомогою статистичної функції пакету Office Excel 2019, що й наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати статистичної обробки даних щодо попиту на транспортно-логістичні послуги

Показник	Значення
Середньомісячне значення попиту на вантажі, т	59,8
Добовий попит на вантажі, т	4,59
Середньоквадратичне відхилення попиту на вантажі, т	3,43
Коефіцієнт варіації попиту на вантажі, %	5,8

Як впливає з табл. 2.3, попит у 2024 році має невеликі коливання, що відображає незначний коефіцієнт варіації попиту та середньоквадратичне відхилення.

### **2.3 Висновки за розділом**

За результатами прогнозування попиту на транспортно-логістичні послуги за допомогою економіко-математичних методів було знайдено, що попит на послуги в системі логістики знизився приблизно на 17,4% порівняно з 2021 роком через складну економічну ситуацію в країні.

За обробки статистичних даних про попит у 2024 році очікується незначне коливання попиту, про що свідчить низький коефіцієнт варіації (5,48%) та середньоквадратичне відхилення (3,43 т).

### РОЗДІЛ 3

## ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

### 3.1 Аналіз методів маршрутизації дрібних доставок в міській транспортно-логістичній системі

Збільшення ефективності функціонування логістичних систем міцно пов'язане з використанням математичних методів для вирішення прикладних задач. Однією з таких оптимізаційних задач є розробка раціональних маршрутів руху транспортних засобів під час доставки вантажів в межах логістичної системи.

Аналіз доставки дрібних вантажів показує, що нинішня організація просування вантажів в логістичній системі має такі недоліки: 1) маршрути визначаються безпосередньо водіями, що не виключає повторних заїздів у вже обслужені пункти та невиправданого збільшення пробігу; 2) вантажопідйомність рухомого складу не завжди відповідає фактичному обсягу перевезень; 3) на пунктах призначення виникають неефективні простой транспортних засобів в очікуванні розвантаження через погану координацію роботи з транспортними компаніями (відсутність вантажників, власників магазинів, вільного під'їзду до місць розвантаження тощо).

Маршрутизація вантажних перевезень – це розробка раціональних маршрутів руху транспортних засобів, як правило, з метою скорочення неефективних простоїв залізничного транспорту. Задача створення ефективних маршрутів особливо актуальна для перевезень дрібних вантажів.

Маршрутизацію можна проводити у 2 способи. Перший – за кожним відправником закріплюється певна кількість транспортних засобів для роботи на маятниковому маршруті. Другий – транспортні засоби не закріплені за

відправниками, а маршрути можуть проходити через різні пункти завантаження та розвантаження.

Отже, завдання маршрутизації можна розділити на завдання для масових перевезень і завдання маршрутизації для дрібних перевезень товарів.

У випадку масових перевезень окремі транспортні засоби завантажуються лише за адресою споживача. У випадку доставки дрібних партій вантажу рухомий склад, завантажений одним вантажовідправником, повинен доставити товар кільком вантажовідправникам і вивантажити певну кількість вантажу у кожного з них. Тут мають бути задіяні розвізні маршрути доставки. Якщо маршрут охопити об'їхати кілька пунктів, завантажити в кожному з них певну кількість вантажу і доставити його споживачеві, то такий маршрут називається маршрутом збірних вантажів. Коли ж одночасно доставляються і забираються невеликі партії товарів, такі маршрути називаються логістично-складськими.

Крім того, слід докладати зусиль для використання мінімальної кількості транспортних засобів для перевезення, враховуючи необхідність максимізації вантажопідйомності транспортних засобів.

Як правило, перевезення дрібних партій вантажу здійснюються в процесі надання послуг підприємствам торгівлі та побутового обслуговування. Дрібнопартійні доставки мають такі особливості, які необхідно враховувати при плануванні: час завантаження і розвантаження значно перевищує час у дорозі; час у дорозі залежить від завантаженості транспортного маршруту, по якому відбувається перевезення; важливе значення мають своєчасність і надійність доставки вантажу; на час перевезення можуть накладатися обмеження, пов'язані з екологічними та шумовими нормами.

Маршрути доставки – це шляхи, якими транспортні засоби доставляють товари та вантажі до різних пунктів призначення. Розробка оптимальних маршрутів вимагає планування з метою мінімізації витрат, скорочення часу в дорозі та максимальної ефективності використання ресурсів.

Існує кілька типів стандартних задач доставки відправлень, які зазвичай використовуються на практиці. Серед них останнім часом набули популярності маршрутні завдання, які передбачають завантаження і розвантаження вантажів за маршрутом. У цьому випадку кожна точка на маршруті є одночасно і відправником, і одержувачем вантажу. Таку задачу ще називають зворотною маршрутизацією.

Завдання зворотної маршрутизації, яке може включати в себе повернення і доставку вантажу, розширює стандартне завдання розподілу продукції, вимагаючи повернення певної кількості вантажу від клієнта складу.

Тому необхідно переконатися, що товари, які повертаються від клієнтів, не перевищують місткість транспортного засобу. Це обмеження ускладнює планування завдань і призводить до неефективного використання місткості транспортних засобів, збільшення загальних відстаней і збільшення кількості транспортних засобів.

Завдання з додатковими обмеженнями зазвичай враховуються. Прикладом може бути випадок, коли всі заявки на доставку товарів починаються в першій точці (на складі) і всі заявки на повернення товарів закінчуються на складі, тобто обмін товарами між споживачами відсутній.

Інший підхід полягає в тому, щоб зняти обмеження, що кожен клієнт повинен відвідати лише один раз. Ще одним поширеним спрощенням є припущення, що всі товари доставляються до того, як кожен транспортний засіб почне приймати товари від клієнтів. Виходячи з цього, можна встановити різні цілі, такі як мінімізація кількості транспортних засобів, загального часу в дорозі та загальних транспортних витрат. Основне обмеження полягає в тому, щоб кількість товарів, які потрібно доставити клієнтам, і кількість товарів, отриманих від клієнтів для доставки на склад, не перевищувала місткість транспортного засобу в будь-якій точці маршруту.

Задачі маршрутизації можна розв'язувати як точними, так і евристичними методами. У багатьох випадках використовуються евристичні

або метаевристичні методи через велику кількість споживачів і той факт, що точний алгоритм не завжди забезпечує розв'язок за розумний час.

Евристичні методи передбачають відносно обмежений пошук у просторі розв'язків і, як правило, дають хороше рішення за розумний час. Ці методи можна розділити на одноетапні (конструктивні) методи і двоетапні алгоритми.

Конструктивні методи поступово будують можливий розв'язок, враховуючи загальну вартість (час і відстань) поїздки транспортного засобу. Серед цих методів можна виділити метод, заснований на механізмі економії, так званий метод Кларка-Райта. Цей метод є простим і використовується для отримання попереднього розв'язку задачі маршрутизації транспортних засобів.

У двоетапних алгоритмах завдання розбивається на дві частини: об'єднання вершин у групи та генерування маршрутів для кожної групи. В алгоритмах, які часто використовуються на практиці, на першому етапі відбувається попереднє групування вершин у маршрути з використанням різних параметрів оцінки, а на другому етапі визначається порядок відхилення вздовж маршруту.

Метаевристики зосереджені на поглибленому дослідженні найбільш перспективних елементів простору рішень. Якість отриманих рішень вища, ніж у класичних евристик.

Ці методи базуються на фізичних і біологічних процесах і надихаються ними. До них відносяться процедури відпалу, поведінка мурашиних колоній і генетичні алгоритми. Методи відпалу та поведінки мурашників - це стохастичні ітераційні методи, які перевіряють поточний стан на кожному наступному кроці і розглядають точку, в якій обхідна послідовність генерує краще рішення порівняно з попереднім кроком.

Генетичні алгоритми засновані на випадковому виборі двох батьківських особин для отримання нового покоління. У процесі міграції вибираються дві послідовності точок, які складають попередній маршрут,

вибираються необхідні точки цих маршрутів, і шляхом різних перестановок генерується новий маршрут, який покращує значення цільової функції.

### **3.2 Характеристика вантажів**

Вантаж – це товари, продукція та вироби, призначені для перевезення транспортними засобами або переміщення засобами малої механізації або в ручну. При плануванні доставки вантажів в логістичній системі велике значення мають транспортні характеристики. До них відносяться умови зберігання вантажу, тип необхідного рухомого складу, необхідність захисту від дощу і високих або низьких температур, а також ступінь впливу на навколишнє середовище і здоров'я людей. Розмір і вага також мають важливе значення.

Зазвичай торгові вантажі – це промислові товари або продукти харчування, які перевозяться від постачальника до місця реалізації або до складу. Як правило, всі торгівельні вантажі є цінними. Здебільшого вони доставляються в мішках, коробках, бочках і тюках. Основними типами вантажів у цій категорії є текстиль, одяг, взуття, галантерейні вироби, косметика, побутова хімія, меблі, автозапчастини, побутова техніка та продукти харчування. Особливістю цих вантажів є те, що транспортні засоби можуть одночасно перевозити як однотипні вантажі, так і багато інших різних типів вантажів, наприклад, санітарно-гігієнічні товари, одяг, будівельні товари. Основне завдання логістичних компаній – забезпечити безпеку таких вантажів. Для перевезення торгових вантажів використовуються фургони та тентовані вантажівки, тоді як для швидкопсувних товарів може знадобитися холодильне обладнання.

У цілому, всі торгівельні вантажі схильні до псування, яке особливо активізується під впливом високих температур і відносної вологості. Вони також чутливі до ударів і вібрації. Оптимальна температура зберігання комерційних вантажів (крім продуктів харчування) становить 5 – 20°C, а

максимальна відносна вологість – 75%. Хоча й самі вантажі не потребують вентиляції, під час транспортування необхідно забезпечити циркуляцію повітря, щоб запобігти утворенню конденсату у вантажному відсіку, особливо при зниженні або перепадах температури під час переміщення у транспортному засобі.

### 3.3 Створення масиву даних для проведення маршрутизації доставки дрібних відправок

На даному етапі визначаються місцерозташування учасників процесу доставки в логістичній системі. Проектування маршрутів доставки проводимо на основі інформації про функціонування торгівельної мережі ТОВ «Десятка» — супермаркетів харчових продуктів та товарі повсякденного попиту. Координати розташування центрального складу, адреса та щоденний обсяг поставок для кожного роздрібного торговця подано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика учасників процесу переміщення матеріального потоку

Номер пункту	Адреса пункту завезення	Довгота	Широта	Обсяг завезення, кг/доба
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	49,99281	36,21435	—
1	Вулиця Плеханівська, 73	49,98747	36,26562	300
2	Вулиця Слов'янська, 10	50,00163	36,21275	380
3	Вулиця Плеханівська, 57	49,99365	36,26288	340
4	Проїзд Садовий, 9	49,96186	36,30202	250
5	Вулиця Петра Болбочана, 52	49,99542	36,18185	230
6	Вулиця Аерофлотська, 11	49,93271	36,28142	240
7	Вулиця Ключківська, 226а	50,03734	36,20245	400
8	Вулиця Ключківська, 330б	50,04968	36,19353	360
9	Вулиця Космічна, 14	49,01506	36,22137	270
10	Шосе Григорівське, 83	49,98096	36,16915	370
11	Проспект Новобаварський, 127	49,95831	36,13901	260

Взаєморозташування відправників та отримувачів товарів на території м. Харкова подано на рис. 2.1.

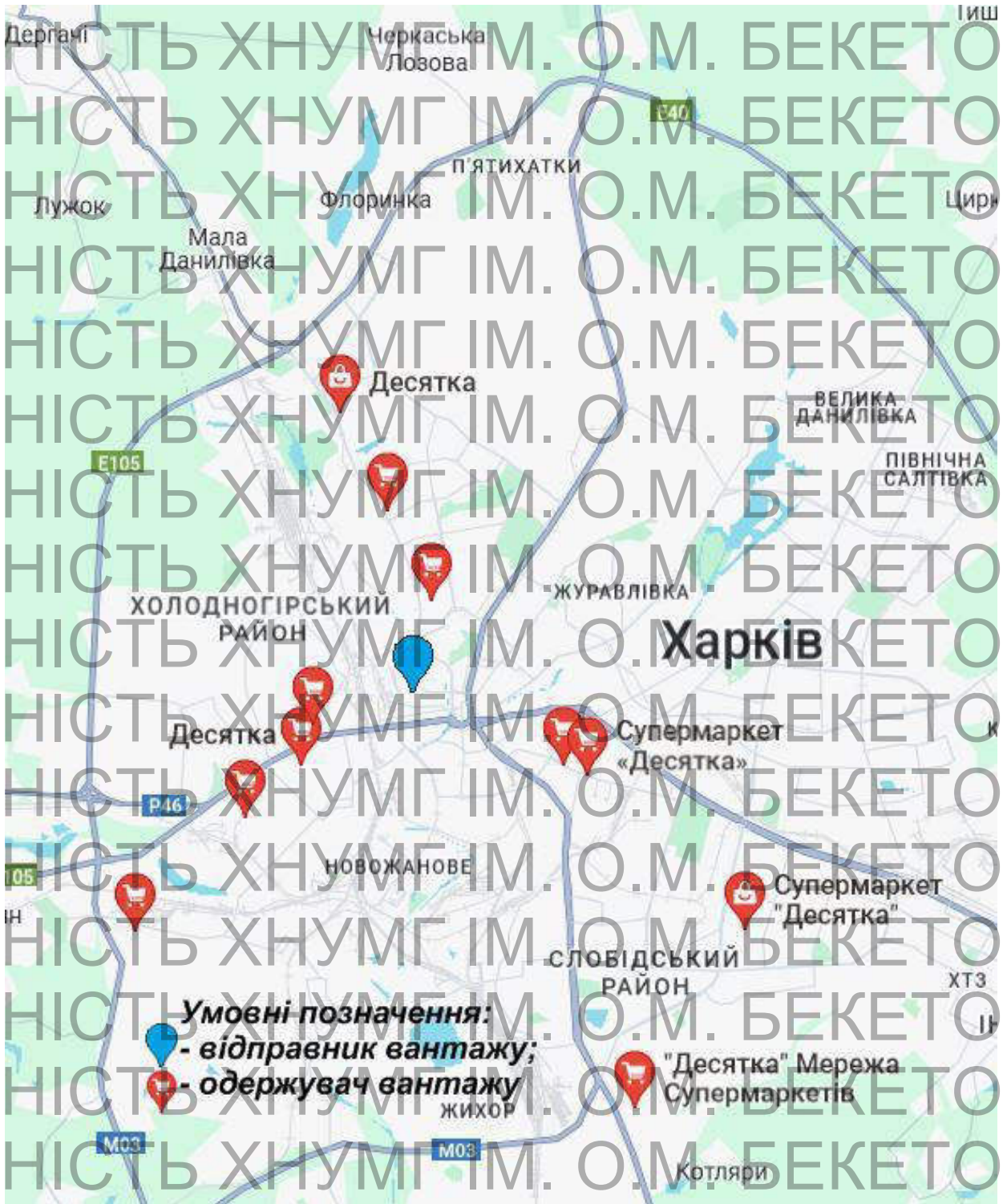


Рисунок 2.1 – Розташування учасників процесу доставки в транспортно-логістичній системі

Параметри, пов'язані з доставкою вантажів клієнтам, такі як час завантаження, час розвантаження і додатковий час до прибуття в пункт розвантаження, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні параметри процесу 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 Проектування маршрутів доставки вантажів у транспортно-логістичні системи

На цьому етапі проектування було використано програмне забезпечення для планування маршрутів, що дозволило змоделювати розподіл товарів серед заданої кількості споживачів і в заданому місці. На основі опрацьованих статистичних даних було враховано загальний щоденний обсяг перевезень 3,4 тонни та запропоновано транспортні засоби вантажопідйомністю 1,0 – 1,5 тонни з урахуванням природніх, шумових та будівельних вимог.

Послідовність об'їзду пунктів та графіки руху транспортних засобів на розроблених маршрутах наведені в таблиці нижче.

У якості прикладу, показники експлуатації маршруту базуються на даних роботи автомобіля Foton Forland 1T BJ1028 вантажопідйомністю 1,3 тонни. Черговість заїзду та трасу маршруту № 1 надано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – 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 Чоботарська, 34)	8:00	8:36	—	1240	—
1	Проспект Новобаварський, 127	8:48	8:55	260	—	8,9
2	Шосе Григорівське, 83	9:01	9:13	370	—	14,7
3	Вулиця Петра Болбочана, 52	9:21	9:28	230	—	17,8
4	Вулиця Слов'янська, 10	9:35	9:46	380	—	21,1
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	9:51	—	—	—	23,8

Послідовність об'їзду пунктів маршруту №2 надано у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – 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 Чоботарська, 34)	10:05	10:37	—	1030	—
1	Вулиця Ключківська, 330б	10:46	10:48	400	—	6,4
2	Вулиця Ключківська, 226а	10:52	11:01	360	—	10,1
3	Вулиця Космічна, 14	11:06	11:14	270	—	12,2
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	11:21	—	—	—	16,1

Черговість заїзду до пунктів маршруту №3 надано у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники роботи автомобіля на маршруті №3

№ заїзду	Назва	Заїзд, год.:хв.	Вийзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від центру, км
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	11:40	12:14	—	1130	—
1	Вулиця Аерофлотська, 11	12:31	12:39	240	—	11,1
2	Проїзд Садовий, 9	12:48	12:57	250	—	6,1
3	Вулиця Плеханівська, 73	13:08	13:16	300	—	5,9
4	Вулиця Плеханівська, 57	13:19	13:31	340	—	12,2
0	Центральний склад (вулиця Чоботарська, 34)	13:39	—	—	—	16,1

### 3.5 Розрахунок показників роботи транспортних одиниць на маршрутах

Для перевірки ефективності отриманих маршрутів варто знайти техніко-експлуатаційні показники автомобілів за наступними залежностями.

Довжина обертю на розвізному маршруті:

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

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

Коефіцієнт використання пробігу транспортного засобу на розвізному маршруті:

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

де  $l_{en}$  – 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 оберту 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:

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

Результати розрахунків для всіх маршрутів надано у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Параметри роботи автомобіля Foton Forland 1T BJ1028 на розроблених маршрутах

Показник	Маршрут		
	1	2	3
Вантажність транспортного засобу, т	1,3		
Добове споживання вантажів, т	1,24	1,03	1,13
Кількість пунктів завою вантажу, од.	4	3	4
Вантажний пробіг на маршруті, км	21,1	12,2	24,5
Загальний пробіг на маршруті, км	23,8	16,1	28,8
Коефіцієнт використання пробігу	0,88	0,76	0,85
Коефіцієнт використання вантажності	0,95	0,79	0,87
Потрібна кількість автомобілів, од.	1	1	1
Час оборту на маршруті, год.	1,39	1,23	1,65

Як видно з результатів маршрутизації, для кожного маршруту потрібен один транспортний засіб, а загальний час роботи на всіх маршрутах становить 4,3 години, що не перевищує встановленого значення у 8 годин.

### 3.6 Вибір відповідних транспортних засобів для доставки вантажів у логістичній системі

Вибір ефективного транспортного засобу залежить від низки факторів, серед яких доступність, екологічні вимоги та умови експлуатації. Основними критеріями, які слід враховувати при виборі вантажівки для невеликих поставок, є наступні.

Вантажопідйомність і об'єм кузова – максимальна вага і об'єм товарів, що перевозяться, повинні бути визначені з урахуванням частоти і відстані перевезень.

Тип кузова. Фургони підходять для перевезення захищених вантажів і можуть використовуватися в міських умовах. Бортові автомобілі - універсальний варіант для різних типів вантажів, включаючи й будівельні матеріали. Самоскиди підходять для сипучих матеріалів і будівельного сміття. Рефрижератори необхідні для перевезення швидкопсувних вантажів.

Паливна ефективність. Дизельні двигуни, як правило, економічніші та потужніші для важких вантажів та довгих відстаней. Газові двигуни: знижують експлуатаційні витрати і викиди, але потребують інфраструктури для заправки. Електричні вантажівки підходять для коротких маршрутів у містах, але потребують зарядних станцій.

Надійність і довговічність передбачає вивчення рейтингів надійності різних моделей, а також доступність і вартість запасних частин і технічного обслуговування.

Експлуатаційні витрати включають витрати на паливо, технічне обслуговування, податки та страхування, а також враховують амортизацію транспортного засобу.

Безпека і комфорт залежать від наявності сучасних систем безпеки, таких як ABS, ESP, камера заднього виду і датчики сліпих зон. Також слід переконатися, що водійське сидіння зручне, особливо якщо планується тривалий термін роботи на добу.

Умови експлуатації враховують той факт, що автомобіль буде використовуватися на бездоріжжі, в прохолодних регіонах і в районах з екстремальними температурами.

Нормативні стандарти порівнюються з вимогами до вантажівок в конкретних країнах (наприклад, повна маса автомобіля, викиди, шум, доступ до певних зон).

Для марок і моделей звертається увага на репутацію виробника та відгуки інших власників, перевіряється наявність сервісних центрів і дилерів.

Всі вище перелічені показники, як правило, відбиваються у собівартості автомобільних перевезень – витратах на виробництво 1 км пробігу, перевезення 1 тони вантажу або 1 години роботи автомобіля.

Отже, вартість перевезення однієї тонни вантажу автомобільним транспортом через логістичну систему розраховується наступним чином:

$$S_m = \frac{l_{iv}}{q_n \gamma_c \beta} \left( C_{зм} + \frac{C_{пост.}}{V_m} \right) + \frac{C_{пост.} \cdot t_{н-р}}{q_n \gamma_c}, \quad (3.1)$$

де  $l_{iv}$  – довжина їздки з вантажем, км;

$q_n$  – номінальна вантажність транспортного засобу, т;

$\gamma_c$  – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу;

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

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

$C_{зм}$  – змінна витрати, грн/км;

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

Всі показники визначаються на основі змінних та постійних транспортних витрат та результатів маршрутизації перевезень, які розраховуються відповідно до наступних залежностей:

$$C_{зм} = 1,113 \cdot q_n^{0,039} + 1,254 \cdot H_n^{0,897}, \quad (3.2)$$

$$C_{зм} = 1,113 \cdot q_n^{0,278} + 1,096 \cdot L^{0,921}, \quad (3.3)$$

де  $q_n$  – вантажність автомобіля, т;

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

$L$  – пробіг за період, км.

Наприклад, для автомобіля Renault Trafic змінні витрати на доставку дорівнюватимуть:

$$C_{зм} = 1,113 \cdot 1,8^{0,039} + 1,254 \cdot 6,2^{0,897} = 11,56 \text{ грн/км}$$

Постійні витрати на перевезення для автомобіля Renault Trafic складатимуть:

$$C_{пост.} = 1,174 \cdot 1,8^{0,039} + 1,096 \cdot 68,7^{0,897} = 55,12 \text{ грн/год.}$$

Постійні та змінні витрати, а також результати розрахунків вартості доставки вантажів для різних марок транспортних засобів представлені в Додатку А.

Як видно з Додатку А, зі збільшенням вантажопідйомності транспортного засобу кількість маршрутів та загальна відстань зменшується, оскільки транспортні засоби з більшою вантажопідйомністю можуть доставити вантаж до більшої кількості пунктів доставки за один рейс, таким чином зменшуючи кількість зупинок на розподільчих складах для зберігання вантажу.

### 3.7 Розрахунок величини страхового запасу логістичної системи

Страховий запас – це певна кількість вантажу або товару, що зберігається на складі з метою задовольнити зміни попиту та зменшити дефіцит товару. Цей запас ще також називається буферним або резервним. Страховий запас сприяє керівникам ланцюгів поставок у підвищенні доступності товарів у періоди нестабільності

Сьогодні західна логістична школа [4] застосовує 2 підходи до визначення страхового запасу. Підхід 1 базується на концепції рівня

обслуговування, який визначається як очікувана кількість позицій, які можуть бути відсутніми при заданому рівні обслуговування. У випадковому підході 2 страховий запас розраховується на основі ймовірності того, що позиції не будуть відсутніми.

Цей підхід базується на концепції "рівня обслуговування". Рівень обслуговування визначається як кількість товарів або вантажів, які можуть бути доставлені споживачам відразу з існуючого запасу. Наприклад, якщо щотижневий попит на товар складає 100 одиниць, рівень обслуговування 95% означає, що 95 одиниць є в наявності на складі, а 5 одиниць не вистачає.

Стохастичний підхід визначає ймовірність безперебійного постачання товару зі складу. Наприклад, ця ймовірність становить 0,95, що означає, що існує 95% ймовірність того, що запас не вичерпано, і 5% ймовірність того, що товару не вистачає. Отже, враховуючи випадковий характер споживання товару чи вантажу на складі, величина страхового запасу є наступною:

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

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

$\mu_L$  – середній час виконання замовлення, год.;

$\mu_D$  – середній добовий обсяг споживання, т/доба;

$\sigma_D$  – середньоквадратичне відхилення величини споживання, т;

$\sigma_L$  – 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	4,95	4,97	4,81	4,38	4,74	4,68
Середній час виконання замовлення, год.	1,39	1,69	1,49	1,51	1,42	1,48

Продовження табл. 3.7

Дні місяця	7	8	9	10	11	12
Середній обсяг споживання за добу, т	4,75	4,34	4,48	4,16	4,35	4,65
Середній час виконання замовлення, год.	1,36	1,57	1,52	1,34	1,53	1,74

Згідно з розрахунками, середнє споживання товару  $\mu_D$  складає 4,61 т/доба; середній час обслуговування  $\mu_L$  – 1,51 год.; стандартне відхилення обсягу споживання  $\sigma_D$  – 0,26 т, стандартне відхилення терміну виконання замовлення  $\sigma_L$  – 0,15 год. Звідси випливає, що щомісячний запас вантажу дорівнює:

$$S = 1,96 \cdot \sqrt{1,51 \cdot 0,26^2 + 4,6 \cdot 0,12^2} = 0,92 \text{ т.}$$

### 3.8 Висновки за розділом

Запропоновано заходи щодо покращення функціонування міської логістичної системи доставки торгових вантажів: визначення раціональних маршрутів доставки, визначення раціональних марок рухомого складу транспортних засобів та розрахунок страхових запасів.

В результаті було отримано три маршрути доставки, які виявилися раціональними, з середніми значеннями 0,83 та 0,77 для пробігу та завантаження, відповідно.

Виходячи з середнього споживання вантажу та часу виконання замовлення, розмір страхового запасу був встановлений на рівні 0,92 тонни на місяць або 11,1 тонни на рік, що допоможе уникнути дефіциту торгівельних вантажів.

## ВИСНОВКИ

Правильно організована та ефективно керована логістична діяльність, безперечно, є конкурентною перевагою для компаній. Аналіз показників ефективності логістики та методів ефективності дав зрозуміти, на які аспекти слід звернути увагу та в якому напрямку необхідно розвиватися. Отже, щоб підвищити ефективність логістичних рішень у міському секторі перевезень вантажів, слід звернути увагу на вибір транспортних маршрутів, пропускну спроможність транспортних засобів, часову взаємну координацію транспорту, вантажовідправників та вантажоодержувачів.

У результаті прогнозування попиту на транспортно-логістичні послуги економіко-математичними методами встановлено, що попит на послуги логістичної системи знизився приблизно на 17,4% порівняно з 2021 роком через складну економічну ситуацію в країні.

Згідно з обробкою статистичних даних про попит у 2024 році очікуються незначні коливання попиту, про що свідчить низький коефіцієнт варіації (5,48%) та середньоквадратичне відхилення (3,43 тонни).

Заходи з удосконалення функціонування логістичної системи доставки продукції міста включають проектування раціональних маршрутів доставки, встановлення раціональних марок транспортних засобів, розрахунок страхових резервів.

Розроблено 3 маршрути доставки, які були визнані ефективними, із середніми значеннями використання пробігу та навантаження 0,83 та 0,77, відповідно.

Виходячи із середнього споживання вантажу та часу виконання замовлення, розмір страхових запасів встановлено на рівні 0,92 тонни на місяць або 11,1 тонни на рік, що дозволяє уникнути дефіциту торгових вантажів.

За критерієм собівартості доставки з трьох запропонованих марок транспортних засобів найбільш ефективним виявився автомобіль FAW SA1031K2L вантажністю 2,0 тони, оскільки він має найбільшу вантажність, яка дозволяє йому зменшити кількість заїздів до центрального складу, й таким чином, забезпечити найменшу вартість доставки, що дорівнює 564,22 грн за тону перевезеного вантажу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Александров О. А. Логістика / О. А. Александров. – К: Інфра, 2020. – 217 с.
2. Левчук О.В. Транспортна логістика / О.В. Левчук. – Л.: Наукова думка, 2018. – 132 с.
3. Носов А. Л. Логістика на автомобільному транспорті / А. Л. Носов. – К.: Магістр, 2021. – 184 с.
4. 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.
5. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. – К. : 1998 р. – 129 с.
6. Шканова О. М. Маркетинг послуг / О.М. Шканова. – К. : Кондор, 2003. – 304 с.
7. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко, Г.І. Нестеренко. – Х. : ХНАДУ, 2012. – 268 с.
8. Правдіна Н.В. Транспортне забезпечення комерційної діяльності / Н.В. Правдіна. – К: КНЕУ, 2007. – 98 с.
9. Анісімов А.П. Економіка, планування та аналіз діяльності автотранспортних підприємств / А.П. Анісімов. – К.: Лелека, 2001. – 238 с.
10. Дмитрієв І.А. Економіка автомобільного транспорту / Дмитрієв І.А. – Х. : ХНАДУ, 2003. – 192 с.
11. Єдині норми виробітку та часу на вагонні, автотранспортні та складські вантажно-розвантажувальні роботи. – К.: Економіка, 1987. – 24 с.
12. Автомобільні перевезення: організація та облік. – Харків: Фактор, 2007. – 592 с.

13. Луканін В.М. Автотранспортні потоки та навколишнє середовище / В.М. Луканін, А.П. Буслаєв, Ю.В. Трохименко, М.В. Яшин. – К.: Знання, 2001. – 646 с.
14. Федоров Л.С. Транспортна логістика (логістичний менеджмент на транспорті) / Л.С. Федоров. – К.: Наука, 2017. – 256 с.
15. Фельдман Ю.Г. Екологічна оцінка автомобільного транспорту як джерела забруднення атмосферного повітря / Ю.Г. Фельдман. – К.: Медична думка, 2004. – 159 с.
16. Бакатін Ю. П. Екологічний менеджмент / Ю.П. Бакатін. – К.: НТУ, 2013. – 40 с.
17. Чухрай Н.І Логістичне обслуговування / Н.І. Чухрай. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2006. – 298 с.
18. Крикавський Є.В. Логістичне управління / Є.В. Крикавський. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 684 с.
19. Окландер М. А. Логістика : навч. посібник / М. А. Окландер. – К.: Зовнішня торгівля, 2005. – 234 с.
20. Сухорська У.Р. Маркетингова політика розподілу / Сухорська У.Р., Щербань В.М. – Л.: Вид-во Львів. комерц. акад., 2015. – 383 с.
21. Щербак В.Г. Маркетингова політика розподілення / В. Г. Щербак. – Х.: ІНЖЕК, 2010. – 225 с.
22. Тридід О.М. Логістичний менеджмент / О. М. Тридід, К. М. Таньков. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2005. – 224 с.
23. Топольницька С. В. Потенціал ринку логістичних послуг України / С. В. Топольницька // Інтегрована логістика. Науковий інформаційний журнал. – 2009. – № 4. – С. 11–14
24. Сич Є. Н. Транспортно-виробничі комплекси: розвиток та функціонування. Монографія / Є. Н. Сич. – Київ.: Наук. думка, 1991. – 144 с.
25. Мельниченко О. І. Розробка методів, моделей і алгоритмів організації і управління процесами перевезень вантажів у транспортному

комплексі: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Олександр Іванович Мельниченко, УТУ. – К., 2000. – 18 с.

26. Горяїнов О. М. Автотранспорт в логістичних системах і ланцюгах. / О. М. Горяїнов, Д. М. Рославцев – Харків: НТМТ, 2009. – 344 с.

27. Алькема В. Г. Логістика. Теорія та практика / В. Г. Алькема, О. М. Сумець. – К.: Вид. дім «Професіонал», 2008. – 272 с.

## Додаток А

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 пробіг на маршрутах, км.	Витрати палива, л/100 км	Змінні витрати грн/км	Постійні витрати грн/год.	Собівартість перевезення 1 т вантажу, грн/т
Renault Trafic	0,9	4	76,3	9,2	10,54	55,06	772,1
Foton Forland 1T BJ1028	1,3	3	65,7	10,3	11,56	55,12	751,57
FAW CA1031K2L	2,0	2	58,2	11,2	12,46	49,77	564,22