

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 5,1 тонни на добу**

Виконала: студентка 4 курсу,
групи ЛОГІС 2020-1
спеціальності 073 «Менеджмент»,
освітньої програми «Логістика»
Азенкова Н. О.
Керівник Бурко Д. Л.
Рецензент Левада В. П.

Харків - 2024 року

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

ННІ Енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури
Кафедра Транспортних систем і логістики
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 073 «Менеджмент»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
доц. Куш Є. І. _____
“ _____ ” _____ 20 24 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
Азенковій Надії Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування логістичної системи просування матеріального потоку обсягом 5,1 тонни на добу

керівник проекту (роботи) Бурко Д. Л., к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “25” квітня 2024 р.
№345-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 червня 2024 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Параметри потреби в продукції пунктів завезення. Координати розташування пунктів завезення. Характеристики вантажних автомобілів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Дослідження теоретичних положень. Характеристика логістичної системи. Проектування логістичної системи просування матеріального потоку. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Основні положення і результати роботи представлені у електронному вигляді з використанням офісного пакету Power Point

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Антиплагіат</i>	<i>доц. Прасоленко О. В.</i>		

7. Дата видачі завдання 01.04.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Дослідження теоретичних положень	01.04-15.04	
2	Характеристика логістичної системи	16.04-25.04	
3	Проектування логістичної системи просування матеріального потоку	25.04-15.05	
4	Висновки	16.05-26.05	
5	Оформлення пояснювальної записки	27.05-29.05	
6	Підготовка презентації	30.05-10.06	

Студентка

(підпис)

Азенкова Н. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бурко Д. Л.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота - 50 сторінок, 11 рисунків, 36 таблиць, 18 джерел.

Об'єкт дослідження – логістична система просування матеріального потоку обсягом 5,1 тонни на добу.

Мета роботи: проєктування логістичної системи.

Метод дослідження: аналітичний метод щодо дослідження сучасних тенденцій управління складським господарством та вимог щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом, методи імітаційного моделювання, розрахункові методи, методи статистичної оцінки.

Отримані результати: проаналізовані сучасні тенденції управління складським господарством. Сформовані вимоги щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом. Надана характеристика об'єкта дослідження – найбільшої української мережі магазинів формату «One dollar store» Аврора мультимаркет. Сформовані пункти завезення та визначені вихідні параметри моделювання маршрутів та запропоновані марки транспортних засобів, що будуть обслуговувати маршрути. Визначені витрати на транспортування продукції різними марками транспортних засобів і обрано відповідно до цього найкращу схему обслуговування – четверта, що обслуговується автомобілем Volkswagen Crafter. Побудовані залежності зміни сумарних транспортних витрат та сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля.

Рекомендації з впровадження: методики визначення показників функціонування логістичної системи можуть бути використані в інших логістичних системах зі схожими параметрами.

СКЛАД, ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА, РОЗВІЗНІ МАРШРУТИ,
ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ВИТРАТИ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ	7
1.1 Аналіз сучасних тенденцій управління складським господарством.....	7
1.2 Вимоги щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом	10
1.3 Висновки по розділу	12
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ.....	13
2.1 Характеристика об'єкта дослідження.....	13
2.2 Формування вхідних даних.....	14
2.3 Моделювання маршрутів просування матеріального потоку	18
2.3 Висновки по розділу	19
РОЗДІЛ 3 ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОСУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ.....	20
3.1 Моделювання транспортного процесу в логістичній системі.....	20
3.2 Розрахунок транспортних витрат в логістичній системі	35
3.3 Визначення витрат на зберігання в логістичній системі просування матеріального потоку	40
3.4 Визначення загальних логістичних витрат	43
3.5 Висновки по розділу	44
ВИСНОВКИ.....	46
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	48

					<i>ННІЕІТІ ТСЛ ЛОГІС 2020-1 ЛОГІС XXX...X ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Азенкова Н. О.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бурко Д. Л.</i>				д	р	у
<i>Реценз.</i>						<i>ХНУМГ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бурко Д. Л.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Куш Є. І.</i>						

ВСТУП

Підприємство на сучасному етапі розвитку розглядається у довготривалих взаємозв'язках з постачальниками сировини та споживачами готової продукції, та повинно бути частиною логістичної системи для реалізації конкурентних переваг та отримання ефекту від виробничо-комерційної діяльності [1].

Результатом орієнтації на логістичну функцію управління є тенденція до більшої централізації і координації в єдиному центрі. Саме цей підхід спричинив виникнення у сучасній економіці «золотого мільярда». На ділову активність і конкурентоспроможність підприємств впливає функціональна диверсифікація, яка виростає з впровадження технологічних нововведень. Вона набуває форми інтеграції підприємств, зайнятих на подальших стадіях виготовлення того чи іншого продукту в рамках однієї галузі або між підприємствами суміжних галузей [1].

За допомогою інтегрованої логістичної підтримки досягаються такі цілі: забезпечення впливу на розробку і подальшу оптимальну реалізацію проекту; планування та оперативне уточнення обсягу ресурсів; поставка ресурсів; забезпечення ресурсами з мінімальними витратами протягом усього життєвого циклу [1].

Тому, проектування логістичної системи просування матеріального потоку обсягом 5,1 тонни на добу є актуальною задачею.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПОЛОЖЕНЬ

1.1 Аналіз сучасних тенденцій управління складським господарством

Системи управління складом (WMS) стають все більш досконалими, використовуючи передові технології для оптимізації роботи складу. Ось деякі з ключових особливостей і тенденцій, пов'язаних із сучасними системами управління складом [2-14] – рис. 1.1:

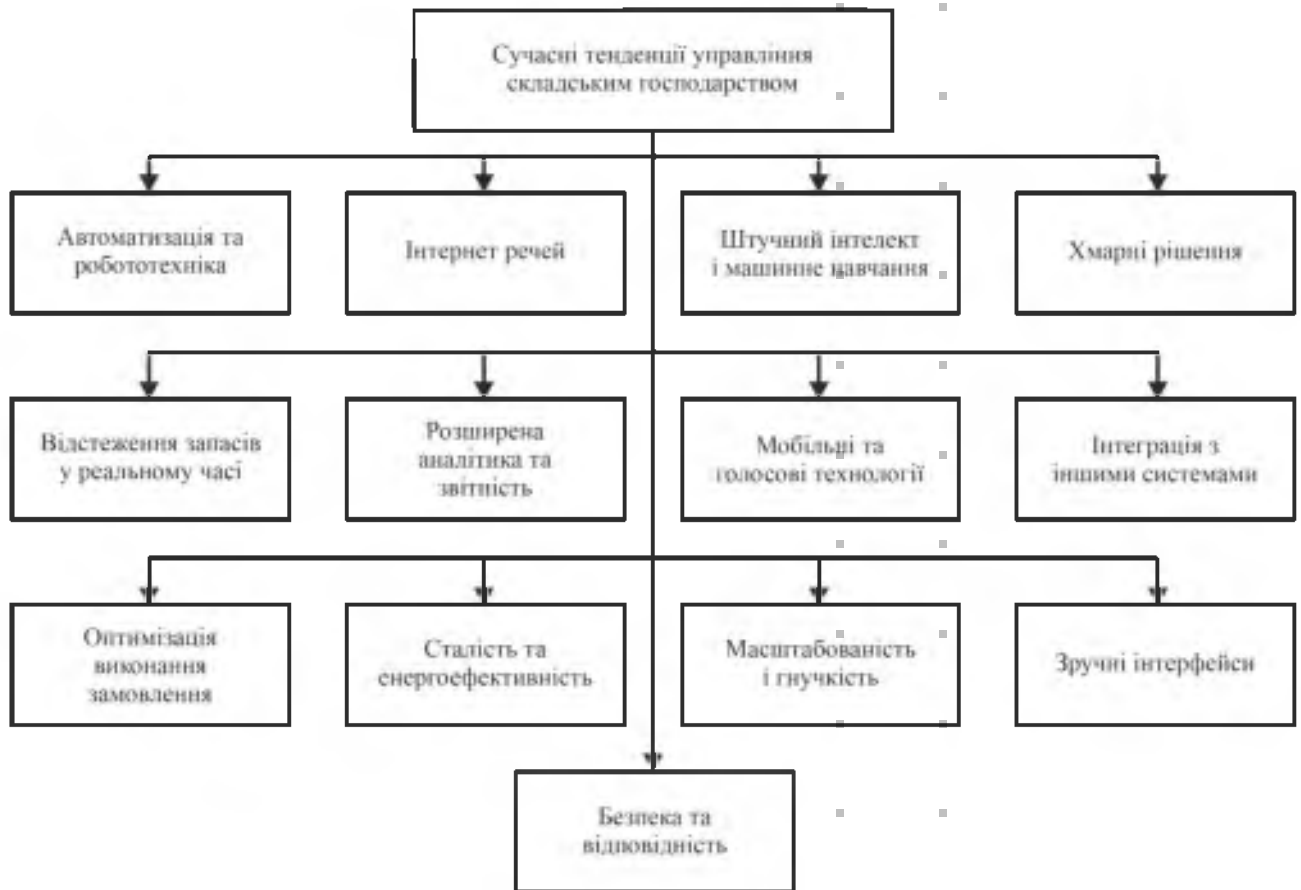


Рисунок 1.1 - Сучасні тенденції управління складським господарством [2-14]

1. Автоматизація та робототехніка.

1.1. Інтеграція автоматизованих систем, таких як автоматизовані керовані транспортні засоби (*AGV*), автономні мобільні роботи (*AMR*) і автоматизовані системи зберігання та пошуку (*AS/RS*).

1.2. Використання робототехніки для збирання, пакування та сортування для підвищення ефективності та зменшення витрат на робочу силу [2].

2. Інтернет речей (*IoT*).

2.1. Використання пристроїв *IoT* для моніторингу та керування складськими операціями в режимі реального часу.

2.2. Датчики для відстеження рівня запасів, стану обладнання та умов навколишнього середовища на складі [3].

3. Штучний інтелект (*AI*) і машинне навчання (*ML*).

3.1. Застосування *AI* та *ML* для прогнозування попиту, оптимізації запасів і прогнозного обслуговування.

3.2. Покращення процесів прийняття рішень за допомогою аналізу даних і розпізнавання образів [4].

4. Хмарні рішення.

4.1. Прийняття хмарної *WMS* для більшої масштабованості, гнучкості та доступності.

4.2. Спрощення обміну даними в реальному часі та співпраці між різними зацікавленими сторонами [5].

5. Відстеження запасів у реальному часі.

5.1 Використання *RFID*, штрих-кодів та інших технологій відстеження для підтримки точних і актуальних записів інвентаризації.

5.2 Зменшення невідповідності запасів і підвищення точності інвентаризації [6].

6. Розширена аналітика та звітність.

6.1. Впровадження розширеної аналітики для отримання інформації про складські операції та продуктивність.

6.2. Використання інформаційних панелей і звітності в режимі реального часу для моніторингу ключових показників ефективності (*KPI*) і визначення областей для покращення [7].

7. Мобільні та голосові технології.

7.1. Використання мобільних пристроїв і голосових складських рішень для таких завдань, як комплектування, пакування та управління запасами.

7.2. Підвищення продуктивності та точності працівників за допомогою «free-hand» операцій [8].

8. Інтеграція з іншими системами.

8.1 Повна інтеграція з системами планування ресурсів підприємства (*ERP*), системами управління транспортуванням (*TMS*) та іншими рішеннями для ланцюгів постачання.

8.2. Полегшення прозорості та координації наскрізного ланцюга постачання [9].

9. Оптимізація виконання замовлення.

9.1. Оптимізація процесів комплектування та пакування замовлень для скорочення часу циклу та збільшення пропускної здатності.

9.2. Реалізація стратегій пакетного відбору, відбору по зонах і хвильового відбору [10].

10. Сталість та енергоефективність.

10.1. Впровадження екологічних практик, таких як енергоефективне освітлення, обладнання та програми зменшення відходів.

10.2. Впровадження екологічно безпечного дизайну та функціонування складу [11].

11. Масштабованість і гнучкість.

11.1. Проектування *WMS* для складів різного розміру та складності.

11.2. Можливість збільшення або зменшення масштабу операцій відповідно до потреб бізнесу та вимог ринку [12].

12. Зручні інтерфейси.

12.1. Розробка інтуїтивно зрозумілих і зручних інтерфейсів для спрощення взаємодії з системою для персоналу складу.

12.2. Скорочення часу на навчання та покращення рівня адаптації користувачів [13].

13. Безпека та відповідність.

13.1. Впровадження надійних заходів безпеки для захисту конфіденційних даних і забезпечення дотримання галузевих норм.

13.2. Використання контролю доступу, шифрування та журналів аудиту для захисту складських операцій [14].

Ці системи розроблені для підвищення ефективності, точності та загальної продуктивності складських операцій, що зрештою призводить до підвищення рівня задоволеності клієнтів і зниження операційних витрат для балансоутримувачів таких інфраструктурних об'єктів логістичних систем [2-14].

1.2 Вимоги щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом

Правила перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом включають в себе ряд вимог та рекомендацій, що забезпечують безпеку і ефективність транспортування. Ось основні з них [15, 16] – рис. 1.2:

1. Підготовка вантажу до перевезення. Вантажі повинні бути упаковані відповідно до їх фізичних властивостей і умов транспортування. Упаковка повинна забезпечувати збереження вантажу від пошкоджень, втрат та атмосферних впливів. На упаковці повинні бути нанесені маркування, що вказують на характер вантажу, його кількість, вагу та іншу необхідну інформацію.

2. Підготовка транспортного засобу. Транспортний засіб повинен бути технічно справний і відповідати вимогам для перевезення конкретного типу вантажу. Внутрішня частина кузова повинна бути чистою та сухою, без сторонніх запахів і речовин, що можуть пошкодити вантаж.



Рисунок 1.2 - Вимоги щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом [15, 16]

3. Завантаження та розвантаження. Процес завантаження та розвантаження повинен проводитись з урахуванням вагових і габаритних характеристик вантажу, щоб уникнути його пошкодження. Вантаж повинен бути рівномірно розподілений по кузову транспортного засобу, щоб уникнути перевантаження окремих осей та забезпечити стійкість під час руху. Використання спеціальних пристосувань (наприклад, піддони, ремені, кріплення) для фіксації вантажу.

4. Кріплення вантажу. Всі вантажі повинні бути надійно закріплені для запобігання їх зсуву, падінню чи пошкодженню під час перевезення. Застосовуються спеціальні засоби кріплення, такі як ремені, стяжки, кути, щоб забезпечити надійну фіксацію вантажу.

5. Документальне супроводження. Обов'язкова наявність документів, що підтверджують право на перевезення вантажу (товарно-транспортна накладна, договір перевезення тощо). Документи повинні містити повну інформацію про вантаж, відправника, одержувача, маршрут перевезення та інші важливі деталі.

6. Вимоги до водія. Водій повинен бути ознайомлений з особливостями перевезення конкретного вантажу. Водій повинен дотримуватися правил дорожнього руху і забезпечувати безпеку вантажу протягом всього маршруту.

7. Умови зберігання і транспортування. У випадку перевезення вантажів, що потребують особливих умов (температурний режим, вологість), транспортний засіб повинен бути обладнаний відповідними пристроями. Необхідно забезпечити регулярний контроль за станом вантажу під час перевезення, особливо якщо це довготривале перевезення.

Дотримання вищезазначених вимог щодо перевезень тарно-штучних вантажів дозволить забезпечити цілісність і їх збереження під час перевезення автомобільним транспортом [15, 16].

1.3 Висновки по розділу

В першому розділі дипломної роботи проаналізовані сучасні тенденції управління складським господарством. Розглянуті тринадцять основних сучасних напрямків щодо управління та оптимізації роботи складських підсистем логістичних систем.

Сформовані вимоги щодо перевезень тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Характеристика об'єкта дослідження

Аврора мультимаркет – найбільша українська мережа магазинів формату «One dollar store» - рис. 2.1. Бізнес-модель компанії побудована на швидкому обігу товару за низькими цінами [17].

Магазини продають товари для дому, гігієнічну продукцію, косметику, іграшки, канцелярію, біжутерію, та інше. На зараз мережа налічує 1415 магазинів [17].

У 2011 році в Полтаві відкрився перший магазин мережі. В 2015 році вже було відкрито 100 магазинів мережі. Влітку 2021 року частку в Аврора купив американський фонд HORIZON Capital. Його інвестиції сприяли розвитку компанії. За 2022 рік виторг мережі зріс більш ніж удвічі: з 5,8 млрд грн до 13,9 млрд грн. 24 червня 2023 року в Івано-Франківську відкрився 1000-й магазин мережі в Україні. У вересні 2023 року Аврора відкриває свій перший магазин за кордоном – у Румунії. Була створена румунська команда і CEO цього підрозділу [17].



Рисунок 2.1 – Асортимент продукції в магазинах «Аврора» [17]

Мережа магазинів «Аврора» добре представлена у м. Харкові, розташування магазинів на мапі міста представлено на рис. 2.2.

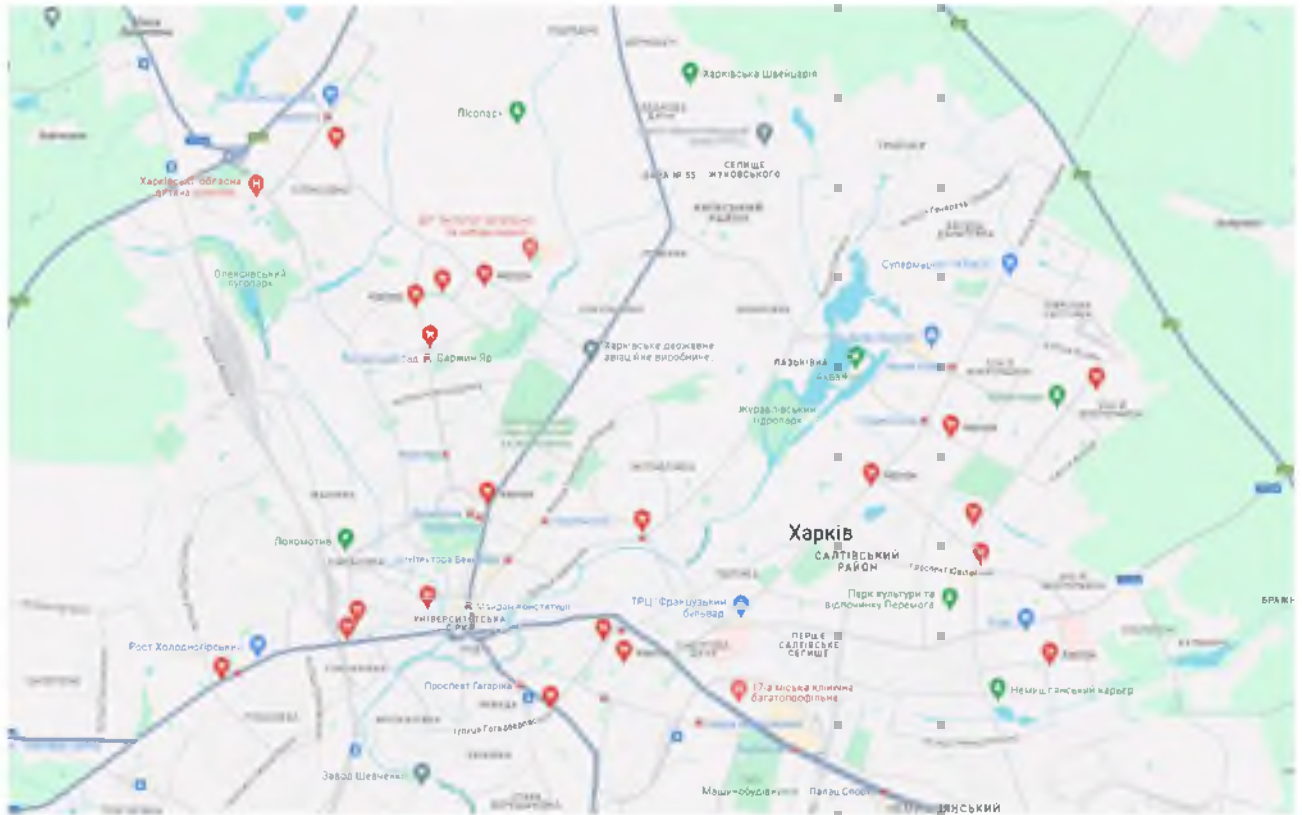


Рисунок 2.2 – Магазины «Аврора» на мапі Харкова

Розвезення продукції для магазинів «Аврора» здійснюється з розподільчого центру, розташованого в місті Харкові по вул. Кашуби 25 (Холодногірський район м. Харкова).

2.2 Формування вхідних даних

З урахуванням місцерозташування магазинів та розподільчого центру були обрані двадцять чотири магазини мережі «Аврора», з урахуванням добового обсягу просування матеріального потоку в 5,1 тонни - середній обсяг завезення до магазину складає близько 200 кг. Визначаємо адреси магазинів за допомогою сервісу Google Map – табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Адресна прив'язка магазинів «Аврора»

Порядковий номер	Назва учасника логістичної системи	Адресна прив'язка
1	2	3
1	Розподільчий центр	вул. Кашуби, 25
2	Магазин Аврора 1	пр. Людвіга Свободи, 39
3	Магазин Аврора 2	вул. Старицького, 16
4	Магазин Аврора 3	вул. 23 Серпня 51
5	Магазин Аврора 4	вул. Отакара Яроша, 25-А
6	Магазин Аврора 5	пр-т. Незалежності, 17
7	Магазин Аврора 6	вул. Різдяна, 16
8	Магазин Аврора 7	вул. Євгена Котляра, 8/10-В
9	Магазин Аврора 8	вул. Євгена Котляра, 3-А
10	Магазин Аврора 9	вул. Полтавський Шлях, 148/2
11	Магазин Аврора 10	пр-т. Гагаріна, 24а
12	Магазин Аврора 11	м-н. захисників України, 4
13	Магазин Аврора 12	вул. Тарасівська, 3
14	Магазин Аврора 13	вул. Матюшенка, 1
15	Магазин Аврора 14	проїзд Стадіонний, 3/5
16	Магазин Аврора 15	пр-т. Героїв Харкова, 190/2
17	Магазин Аврора 16	вул. Академіка Павлова, 120
18	Магазин Аврора 17	вул. Валентинівська, 23
19	Магазин Аврора 18	пр-т. Тракторобудівників, 160-Б
20	Магазин Аврора 19	пр-т. Тракторобудівників, 71
21	Магазин Аврора 20	пр-т. Ювілейний, 57/106
22	Магазин Аврора 21	вул. Амосова, 34-А
23	Магазин Аврора 22	пр-т. Льва Ландау, 12
24	Магазин Аврора 23	вул. Власенка, 3

Продовження табл. 2.1

1	2	3
25	Магазин Аврора 24	пр-т. Ново-Баварський, 81

Для моделювання маршрутів в програмному забезпеченні необхідна формалізація як транспортної мережі, по якій відбувається рух вантажних транспортних засобів, так і зазначення характеристик вантажоотримуючих і вантажопиглинаючих пунктів (табл. 2.2). Окрім того формування маршрутів передбачає координатне визначення місцерозташування пунктів транспортної мережі (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Характеристики добової потреби пунктів завезення продукції та їх координати

Порядковий номер	Назва учасника логістичної системи	Обсяг завезення, кг.	Довгота	Широта
1	2	3	4	5
1	Розподільчий Центр	-	36,16385623	49,98092948
2	Магазин Аврора 1	181	36,20332867	50,05542116
3	Магазин Аврора 2	222	36,23653046	50,03582503
4	Магазин Аврора 3	213	36,22602038	50,03574232
5	Магазин Аврора 4	188	36,2243708	50,02873617
6	Магазин Аврора 5	214	36,23591168	50,00619479
7	Магазин Аврора 6	187	36,22314328	49,99181552
8	Магазин Аврора 7	259	36,2091463	49,98933623
9	Магазин Аврора 8	203	36,20569888	49,98774863
10	Магазин Аврора 9	252	36,18175603	49,98319065
11	Магазин Аврора 10	229	36,2482441	49,97857356

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5
12	Магазин Аврора 11	182	36,26086007	49,98730957
13	Магазин Аврора 12	254	36,26528914	49,98429405
14	Магазин Аврора 13	243	36,26885188	50,00246589
15	Магазин Аврора 14	221	36,32000824	49,96082992
16	Магазин Аврора 15	204	36,32257127	49,96493249
17	Магазин Аврора 16	186	36,31443471	50,0059144
18	Магазин Аврора 17	167	36,33450256	50,01587087
19	Магазин Аврора 18	241	36,36639484	50,02101046
20	Магазин Аврора 19	215	36,33965398	50,00300163
21	Магазин Аврора 20	214	36,34198261	49,99775172
22	Магазин Аврора 21	180	36,35664117	49,98398535
23	Магазин Аврора 22	195	36,30293408	49,94576108
24	Магазин Аврора 23	254	36,21239257	49,95510762
25	Магазин Аврора 24	196	36,1637278	49,94984724

При моделюванні також зазначаються вихідні параметри, що визначають показники функціонування вантажного транспорту та показники обслуговування магазинів при перевезенні номенклатури товарів, зазначених на рис. 2.1 – табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні параметри, що визначають показники моделювання маршрутів доставки тарно-штучних вантажів в мережу магазинів «Аврора»

Параметр	Значення
1	2
Масштаб карти	100
Кількість пунктів заїзду	24

Продовження табл. 2.3

1	2
Швидкість автомобіля, км/ч	38
Час навантаження, хв./кг(л)	0,02
Час розвантаження, хв./кг(л)	0,04
Додатковий час на заїзд в пункт, хв.	14
Додатковий час на заїзд в розподільчий центр, хв.	10
Максимальна кількість пунктів завезення, од.	100
Максимальний час оборту, хв.	480

2.3 Моделювання маршрутів просування матеріального потоку

Характеристики маршрутів, що будуть отримані в результаті моделювання напряму залежать від параметрів вантажних транспортних засобів, що будуть працювати на маршрутах. Окрім того, від параметрів останніх залежать і показники функціонування логістичної системи просування матеріального потоку. Представляємо характеристики вантажних транспортних засобів в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристики вантажних транспортних засобів

№ з/п	Марка ТЗ	Вантажність, т.	Лінійна витрата палива, л/100 км.
1	Renault Kangoo	0,5	7,0
2	Mercedes-Benz Sprinter	1,0	9,5
3	Renault Master	1,5	10,5
4	Volkswagen Crafter	2,0	11,5
5	Iveco 35S13	3,0	13,0

Зазначені характеристики вантажних транспортних засобів будуть використані для моделювання маршрутів перевезень тарно-штучних вантажів в мережу магазинів «Аврора».

2.3 Висновки по розділу

В другому розділі роботи надана характеристика об'єкта дослідження – найбільшої української мережі магазинів формату «One dollar store» Аврора мультимаркет. Представлений асортимент продукції в магазинах «Аврора».

Розглянуті наявні магазини в місті Харків. Сформовані пункти завезення та визначені вихідні параметри моделювання маршрутів та запропоновані марки транспортних засобів, що будуть обслуговувати маршрути: Renault Kangoo, Mercedes-Benz Sprinter, Renault Master, Volkswagen Crafter, Iveco 35S13. Ці транспортні засоби мають різні характеристики.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОСУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ

3.1 Моделювання транспортного процесу в логістичній системі

Транспортний процес в представленій логістичній системі може бути організований транспортними засобами, що зазначені вище. Рух цих транспортних засобів буде відбуватися по маршрутам, що в сфері вантажних перевезень мають певну класифікацію, і називаються розвізними. В такому випадку відбувається вивезення товарів з розподільчого центру і розвезення їх в роздрібну мережу (магазини). Таким чином, після кожного з пунктів завою, товарів в транспортному засобі стає менше, до тих пір, поки не буде обслужений останній пункт (магазин). Після цього транспортний засіб повертається до розподільчого центру – що відповідає оберту його на маршруті.

В результаті отримуємо розвізні маршрути для різної вантажності автомобіля (рис. 3.1 -3.5.).

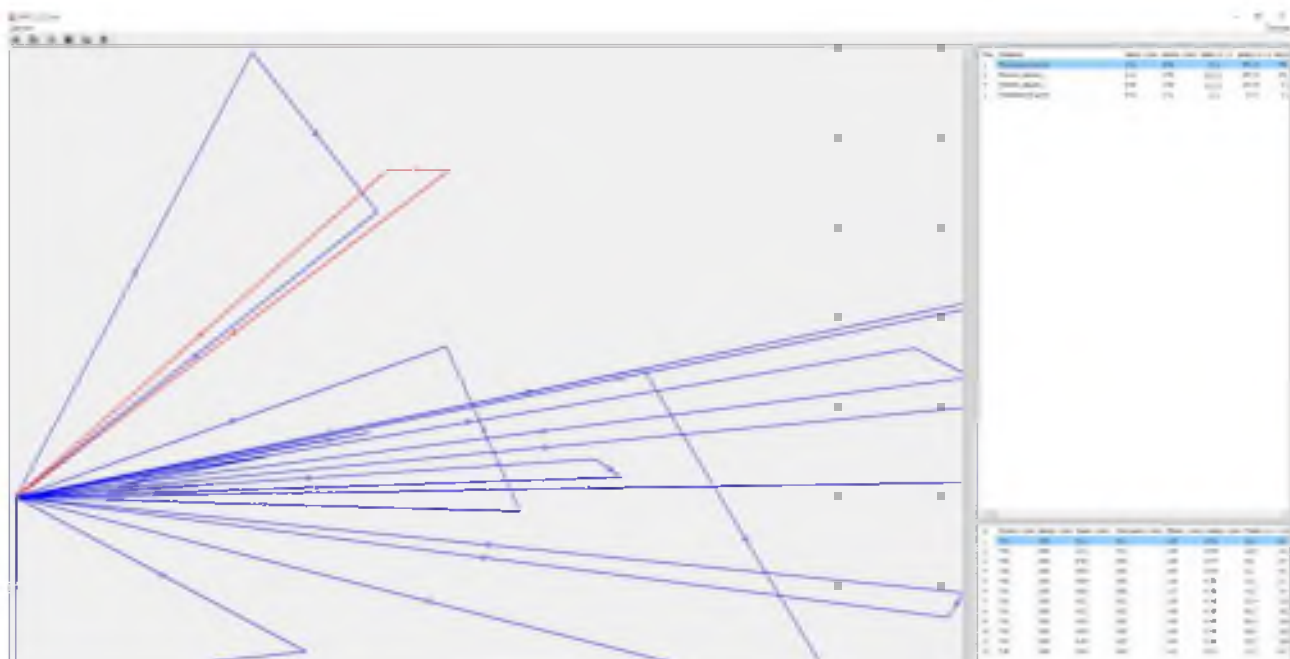


Рисунок 3.1 – Розвізні маршрути при вантажності автомобіля 0,5 тони
Зазначаємо параметри функціонування маршрутів в табл. 3.1 – 3.12.

Таблиця 3.1 – Параметри функціонування першого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	435	0
1	2	Магазин Аврора 2	8:12	8:35	222	0	8,017
2	3	Магазин Аврора 3	8:36	8:59	213	0	8,768
0	0	Розподільчий центр	9:11	9:11	0	0	16,312

Таблиця 3.2 – Параметри функціонування другого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:52	8:00	0	369	0
1	1	Магазин Аврора 1	8:13	8:35	181	0	8,753
2	4	Магазин Аврора 4	8:40	9:01	188	0	12,08
0	0	Розподільчий центр	9:12	9:12	0	0	18,935

Таблиця 3.3 – Параметри функціонування третього розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:50	8:00	0	446	0
1	6	Магазин Аврора 6	8:06	8:28	187	0	4,409
2	7	Магазин Аврора 7	8:30	8:54	259	0	5,447
0	0	Розподільчий центр	8:59	8:59	0	0	8,818

Таблиця 3.4 – Параметри функціонування четвертого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:50	8:00	0	455	0
1	8	Магазин Аврора 8	8:04	8:26	203	0	3,087
2	9	Магазин Аврора 9	8:29	8:53	252	0	4,873
0	0	Розподільчий центр	8:55	8:55	0	0	6,178

Таблиця 3.5 – Параметри функціонування п'ятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:50	8:00	0	443	0
1	5	Магазин Аврора 5	8:09	8:31	214	0	5,869
2	10	Магазин Аврора 10	8:36	9:00	229	0	9,065
0	0	Розподільчий центр	9:09	9:09	0	0	15,107

Таблиця 3.6 – Параметри функціонування шостого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	436	0
1	11	Магазин Аврора 11	8:11	8:32	182	0	6,974
2	12	Магазин Аврора 12	8:33	8:57	254	0	7,435
0	0	Розподільчий центр	9:08	9:08	0	0	14,699

Таблиця 3.7 – Параметри функціонування сьомого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	425	0
1	14	Магазин Аврора 14	8:17	8:40	221	0	11,392
2	15	Магазин Аврора 15	8:41	9:03	204	0	11,884
0	0	Розподільчий центр	9:21	9:21	0	0	23,376

Таблиця 3.8 – Параметри функціонування восьмого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	408	0
1	17	Магазин Аврора 17	8:20	8:40	167	0	12,805
2	18	Магазин Аврора 18	8:44	9:08	241	0	15,155
0	0	Розподільчий центр	9:32	9:32	0	0	30,306

Таблиця 3.9 – Параметри функціонування дев'ятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	429	0
1	19	Магазин Аврора 19	8:20	8:42	215	0	12,808
2	20	Магазин Аврора 20	8:43	9:06	214	0	13,415
0	0	Розподільчий центр	9:26	9:26	0	0	26,29

Таблиця 3.10 – Параметри функціонування десятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:52	8:00	0	366	0
1	16	Магазин Аврора 16	8:17	8:38	186	0	11,12
2	21	Магазин Аврора 21	8:45	9:06	180	0	15
0	0	Розподільчий центр	9:28	9:28	0	0	28,792

Таблиця 3.11 – Параметри одинадцятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:51	8:00	0	438	0
1	13	Магазин Аврора 13	8:12	8:36	243	0	7,881
2	22	Магазин Аврора 22	8:46	9:08	195	0	14,643
0	0	Розподільчий центр	9:25	9:25	0	0	25,335

Таблиця 3.12 – Параметри дванадцятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:50	8:00	0	450	0
1	23	Магазин Аврора 23	8:07	8:31	254	0	4,506
2	24	Магазин Аврора 24	8:36	8:58	196	0	8,038
0	0	Розподільчий центр	9:04	9:04	0	0	11,495



Рисунок 3.2 – Розвізні маршрути при вантажності автомобіля 1,0 тонна

Зазначаємо параметри функціонування маршрутів в табл. 3.13 – 3.18.

Таблиця 3.13 – Параметри функціонування першого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:40	8:00	0	986	0
1	11	Магазин Аврора 11	8:11	8:32	182	0	6,974
2	4	Магазин Аврора 4	8:40	9:02	188	0	12,269
3	2	Магазин Аврора 2	9:04	9:26	222	0	13,442
4	3	Магазин Аврора 3	9:28	9:50	213	0	14,193
5	1	Магазин Аврора 1	9:54	10:16	181	0	16,917
0	0	Розподільчий центр	10:29	10:29	0	0	25,67

Таблиця 3.14 – Параметри функціонування другого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:41	8:00	0	940	0
1	10	Магазин Аврора 10	8:09	8:32	229	0	6,042
2	12	Магазин Аврора 12	8:34	8:59	254	0	7,417
3	13	Магазин Аврора 13	9:02	9:25	243	0	9,454
4	5	Магазин Аврора 5	9:29	9:52	214	0	11,845
0	0	Розподільчий центр	10:01	10:01	0	0	17,714

Таблиця 3.15 – Параметри функціонування третього розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:40	8:00	0	986	0
1	22	Магазин Аврора 22	8:16	8:38	195	0	10,692
2	14	Магазин Аврора 14	8:41	9:04	221	0	12,766
3	15	Магазин Аврора 15	9:05	9:27	204	0	13,258
4	21	Магазин Аврора 21	9:32	9:54	180	0	16,488
5	16	Магазин Аврора 16	10:00	10:21	186	0	20,368
0	0	Розподільчий центр	10:39	10:39	0	0	31,488

Таблиця 3.16 – Параметри четвертого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:43	8:00	0	837	0
1	17	Магазин Аврора 17	8:20	8:40	167	0	12,805
2	18	Магазин Аврора 18	8:44	9:08	241	0	15,155
3	19	Магазин Аврора 19	9:12	9:35	215	0	17,924
4	20	Магазин Аврора 20	9:36	9:58	214	0	18,531
0	0	Розподільчий центр	10:19	10:19	0	0	31,406

Таблиця 3.17 – Параметри п'ятого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:41	8:00	0	903	0
1	8	Магазин Аврора 8	8:04	8:26	203	0	3,087
2	7	Магазин Аврора 7	8:27	8:51	259	0	3,39
3	6	Магазин Аврора 6	8:53	9:14	187	0	4,428
4	23	Магазин Аврора 23	9:21	9:45	254	0	8,583
0	0	Розподільчий центр	9:52	9:52	0	0	13,089

Таблиця 3.18 – Параметри шостого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:41	8:00	0	903	0

Продовження табл. 3.18

1	2	3	4	5	6	7	8
1	8	Магазин Аврора 8	8:04	8:26	203	0	3,087
2	7	Магазин Аврора 7	8:27	8:51	259	0	3,39
3	6	Магазин Аврора 6	8:53	9:14	187	0	4,428
4	23	Магазин Аврора 23	9:21	9:45	254	0	8,583
0	0	Розподільчий центр	9:52	9:52	0	0	13,089



Рисунок 3.3 – Схема розвізних маршрутів при вантажності автомобіля 1,5 тони

Зазначаємо показники функціонування маршрутів в табл. 3.19 – 3.22.

Таблиця 3.19 – Параметри функціонування першого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:29	8:00	0	1493	0

Продовження табл. 3.19

1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	Магазин Аврора 3	8:11	8:34	213	0	7,544
2	4	Магазин Аврора 4	8:35	8:57	188	0	8,332
3	5	Магазин Аврора 5	9:01	9:23	214	0	10,971
4	10	Магазин Аврора 10	9:28	9:52	229	0	14,167
5	6	Магазин Аврора 6	9:55	10:17	187	0	16,489
6	7	Магазин Аврора 7	10:18	10:43	259	0	17,527
7	8	Магазин Аврора 8	10:43	11:05	203	0	17,83
0	0	Розподільчий центр	11:10	11:10	0	0	20,917

Таблиця 3.20 – Параметри функціонування другого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:31	8:00	0	1407	0
1	16	Магазин Аврора 16	8:17	8:38	186	0	11,12
2	17	Магазин Аврора 17	8:41	9:02	167	0	12,932
3	18	Магазин Аврора 18	9:06	9:29	241	0	15,282
4	19	Магазин Аврора 19	9:34	9:56	215	0	18,051
5	20	Магазин Аврора 20	9:57	10:20	214	0	18,658
6	21	Магазин Аврора 21	10:23	10:44	180	0	20,514
7	15	Магазин Аврора 15	10:49	11:11	204	0	23,744
0	0	Розподільчий центр	11:29	11:29	0	0	35,236

Таблиця 3.21– Параметри функціонування третього розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:29	8:00	0	1498	0
1	1	Магазин Аврора 1	8:13	8:35	181	0	8,753
2	2	Магазин Аврора 2	8:40	9:03	222	0	11,974
3	13	Магазин Аврора 13	9:09	9:33	243	0	16,345
4	11	Магазин Аврора 11	9:36	9:57	182	0	18,125
5	12	Магазин Аврора 12	9:58	10:22	254	0	18,586
6	14	Магазин Аврора 14	10:30	10:52	221	0	23,291
7	22	Магазин Аврора 22	10:56	11:17	195	0	25,365
0	0	Розподільчий центр	11:34	11:34	0	0	36,057

Таблиця 3.22– Параметри четвертого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:45	8:00	0	702	0
1	9	Магазин Аврора 9	8:02	8:26	252	0	1,305
2	23	Магазин Аврора 23	8:32	8:56	254	0	5,121
3	24	Магазин Аврора 24	9:01	9:23	196	0	8,653
0	0	Розподільчий центр	9:29	9:29	0	0	12,11

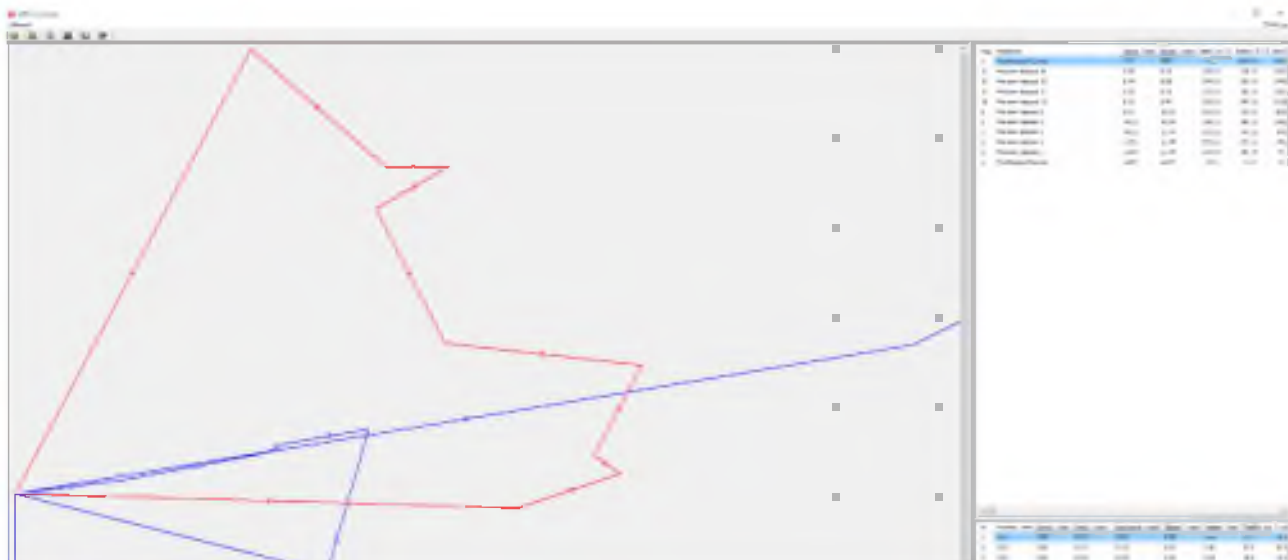


Рисунок 3.4 – Розвізні маршрути при вантажності автомобіля 2,0 тони

Зазначаємо показники функціонування маршрутів в табл. 3.23 – 3.25.

Таблиця 3.23 – Параметри функціонування першого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:21	8:00	0	1926	0
1	10	Магазин Аврора 10	8:09	8:32	229	0	6,042
2	12	Магазин Аврора 12	8:34	8:59	254	0	7,417
3	11	Магазин Аврора 11	8:59	9:21	182	0	7,878
4	13	Магазин Аврора 13	9:23	9:47	243	0	9,658
5	5	Магазин Аврора 5	9:51	10:13	214	0	12,049
6	4	Магазин Аврора 4	10:18	10:39	188	0	14,688
7	2	Магазин Аврора 2	10:41	11:04	222	0	15,861
8	3	Магазин Аврора 3	11:05	11:28	213	0	16,612

Продовження табл. 3.23

1	2	3	4	5	6	7	8
9	1	Магазин Аврора 1	11:32	11:53	181	0	19,336
0	0	Розподільчий центр	12:07	12:07	0	0	28,089

Таблиця 3.24 – Параметри функціонування другого розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
0	0	Розподільчий центр	7:23	8:00	0	1823	0
1	16	Магазин Аврора 16	8:17	8:38	186	0	11,12
2	17	Магазин Аврора 17	8:41	9:02	167	0	12,932
3	18	Магазин Аврора 18	9:06	9:29	241	0	15,282
4	19	Магазин Аврора 19	9:34	9:56	215	0	18,051
5	20	Магазин Аврора 20	9:57	10:20	214	0	18,658
6	21	Магазин Аврора 21	10:23	10:44	180	0	20,514
7	15	Магазин Аврора 15	10:49	11:11	204	0	23,744
8	14	Магазин Аврора 14	11:12	11:35	221	0	24,236
9	22	Магазин Аврора 22	11:38	12:00	195	0	26,31
0	0	Розподільчий центр	12:17	12:17	0	0	37,002

Таблиця 3.25 – Параметри функціонування третього розвізного маршруту

№ заїзду	Код пункту	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Виїзд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:32	8:00	0	1351	0

Продовження табл. 3.25

1	2	3	4	5	6	7	8
1	9	Магазин Аврора 9	8:02	8:26	252	0	1,305
2	8	Магазин Аврора 8	8:28	8:51	203	0	3,091
3	7	Магазин Аврора 7	8:51	9:15	259	0	3,394
4	6	Магазин Аврора 6	9:17	9:39	187	0	4,432
5	23	Магазин Аврора 23	9:45	10:09	254	0	8,587
6	24	Магазин Аврора 24	10:15	10:37	196	0	12,119
0	0	Розподільчий центр	10:42	10:42	0	0	15,576



Рисунок 3.5 – Розвізні маршрути при вантажності автомобіля 3,0 тони

Зазначаємо показники функціонування маршрутів в табл. 3.26 – 3.27.

Таблиця 3.26 – Параметри функціонування першого розвізного маршруту

№ заїзду	Код ПУНКТУ	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Візд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:12	8:00	0	2369	0

Продовження табл. 3.26

1	2	3	4	5	6	7	8
1	24	Магазин Аврора 24	8:05	8:27	196	0	3,457
2	23	Магазин Аврора 23	8:32	8:57	254	0	6,989
3	8	Магазин Аврора 8	9:02	9:24	203	0	10,651
4	7	Магазин Аврора 7	9:25	9:49	259	0	10,954
5	6	Магазин Аврора 6	9:51	10:12	187	0	11,992
6	5	Магазин Аврора 5	10:15	10:38	214	0	13,834
7	4	Магазин Аврора 4	10:42	11:04	188	0	16,473
8	2	Магазин Аврора 2	11:05	11:28	222	0	17,646
9	3	Магазин Аврора 3	11:30	11:52	213	0	18,397
10	1	Магазин Аврора 1	11:56	12:18	181	0	21,121
11	9	Магазин Аврора 9	12:30	12:55	252	0	29,302
0	0	Розподільчий центр	12:57	12:57	0	0	30,607

Таблиця 3.27 – Параметри функціонування другого розвізного маршруту

№ заїзду	Код ПУНКТУ	Адреса	Заїзд, год.:хв.	Візд, год.:хв.	Завезення, кг	Вивезення, кг	Пробіг від складу, км
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	Розподільчий центр	7:05	8:00	0	2731	0
1	10	Магазин Аврора 10	8:09	8:32	229	0	4,082
2	12	Магазин Аврора 12	8:34	8:59	254	0	4,86
3	11	Магазин Аврора 11	8:59	9:21	182	0	7,275
4	13	Магазин Аврора 13	9:23	9:47	243	0	9,835
5	16	Магазин Аврора 16	9:52	10:14	186	0	12,179

Продовження табл. 3.27

1	2	3	4	5	6	7	8
6	17	Магазин Аврора 17	10:17	10:37	167	0	0
7	18	Магазин Аврора 18	10:41	11:05	241	0	6,042
8	19	Магазин Аврора 19	11:09	11:32	215	0	7,417
9	20	Магазин Аврора 20	11:33	11:55	214	0	7,878
10	21	Магазин Аврора 21	11:58	12:19	180	0	9,658
11	15	Магазин Аврора 15	12:24	12:47	204	0	12,939
12	14	Магазин Аврора 14	12:47	13:10	221	0	14,751
13	22	Магазин Аврора 22	13:13	13:35	195	0	17,101
0	0	Розподільчий центр	13:52	13:52	0	0	19,87

3.2 Розрахунок транспортних витрат в логістичній системі

Загальні транспортні витрати розраховуємо виходячи зі змінних і постійних витрат [18]:

$$B_{тр} = B_{зм} \cdot L + B_{пост} \cdot T, \quad (3.1)$$

де $B_{зм}$ – змінні витрати транспортного процесу, грн./км

$B_{пост}$ – постійні витрати транспортного процесу, грн./год.

L – пробіг транспортного засобу, км;

T – час роботи на маршруті, год.

Змінні витрати транспортного процесу [18]:

$$B_{зм} = 0,113 \cdot q_n^{0.339} + 0,067 \cdot R_n^{-0.092}, \quad (3.2)$$

де R_n – питома витрата палива транспортного засобу, (л/100 км)/т.

Постійні витрати процесу транспортування [18]:

$$B_n = 0,0234q_n^{0,92} + 0,6078A^{-0,095}, \quad (3.3)$$

де A – кількість вантажних автомобілів, од.

З використанням формули (3.2) розраховуємо змінні витрати на транспортування автомобілем Renault Kangoo вантажністю 0,5 тони:

$$B_{зм} = (0,113 \cdot 0,5^{0,339} + 0,067 \cdot 14,0^{-0,092}) \cdot 40,75 = 5,78 \text{ грн./км.}$$

На підставі формули (3.3) розраховуємо постійні витрати на транспортування автомобілем Renault Kangoo вантажністю 0,5 тони:

$$B_n = (0,234 \cdot 0,5^{0,92} + 0,6078 \cdot 1^{-0,095}) \cdot 40,75 = 29,84 \text{ грн./год.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки змінних і постійних витрат перевізного процесу для решти вантажних автомобілів (табл. 3.28).

Далі проводимо розрахунок загальних транспортних витрат. Вони будуть змінюватися залежно від параметрів транспортного процесу.

Для вантажного автомобіля Renault Kangoo вантажністю 0,5 тони за умови його використання на першому маршруті загальні транспортні витрати будуть дорівнювати за загального пробігу 16,312 км. та часу оборту 1,334 год.:

$$B_{тр}^1 = 5,78 \cdot 16,312 + 29,84 \cdot 1,334 = 134,13 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.28 – Значення змінних та постійних витрат для автомобілів

Марка транспортного засобу	Вантажо-підйомність, т	Змінні витрати, грн./км	Постійні витрати, грн./год
Renault Kangoo	0,5	5,78	29,84
Mercedes-Benz Sprinter	1,0	6,82	34,34
Renault Master	1,5	7,57	38,65
Volkswagen Crafter	2,0	8,15	42,85
Iveco 35S13	3,0	9,07	51,00

Аналогічним чином визначаються транспортні витрати для інших марок транспортних засобів на всіх сформованих маршрутах. Результати представлені в табл. 3.29.

Таблиця 3.29 – Транспортні витрати для марок транспортних засобів

Вантажопідйомність автомобіля, т	Номер маршруту	Час обертгу, год.	Загальний пробіг, км	Обсяг перевезень, кг	Змінні витрати, грн./км	Постійні витрати, грн./год.	Загальні транспортні витрати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	1	1,334	16,312	435	94,32	39,81	134,13
	2	1,336	18,935	369	109,49	39,88	149,37
	3	1,148	8,818	446	50,99	34,25	85,23
	4	1,087	6,178	455	35,72	32,44	68,16
	5	1,310	15,107	443	87,35	39,10	126,46
	6	1,293	14,699	436	84,99	38,57	123,57
	7	1,510	23,376	425	135,16	45,06	180,22

Продовження табл. 3.29

1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	8	1,675	30,306	408	175,23	49,98	225,21
	9	1,591	26,290	429	152,01	47,47	199,48
	10	1,593	28,792	366	166,48	47,54	214,02
	11	1,574	25,335	438	146,49	46,99	193,48
	12	1,222	11,495	450	66,47	36,48	102,94
1,0	1	2,831	25,670	986	175,18	97,21	272,39
	2	2,343	17,714	940	120,88	80,45	201,34
	3	2,984	31,488	986	214,88	102,47	317,35
	4	2,600	31,406	837	214,32	89,27	303,60
	5	2,184	13,089	903	89,32	74,99	164,32
	6	1,146	8,689	448	59,30	39,36	98,65
1,5	1	3,680	20,917	1493	158,26	142,25	300,50
	2	3,971	35,236	1407	266,59	153,47	420,06
	3	4,083	36,057	1498	272,81	157,80	430,61
	4	1,724	12,110	702	91,62	66,63	158,25
2,0	1	4,768	28,089	1926	228,89	204,31	433,20
	2	4,899	37,002	1823	301,52	209,93	511,45
	3	3,164	15,576	1351	126,93	135,57	262,50
3,0	1	5,744	30,607	2369	277,56	292,99	570,55
	2	6,789	38,821	2731	352,04	346,28	698,32

Сумарні транспортні витрати для кожного варіанту розвізних маршрутів зазначені в табл. 3.30.

Залежність сумарних транспортних витрат від вантажності представлена на рис. 3.6.

Таблиця 3.30 – Значення сумарних транспортних витрат

Марка транспортного засобу	Вантажопідйомність транспортного засобу, т	Загальні транспортні витрати, грн
Renault Kangoo	0,5	1802,27
Mercedes-Benz Sprinter	1,0	1357,64
Renault Master	1,5	1309,43
Volkswagen Crafter	2,0	1207,15
Iveco 35S13	3,0	1268,86

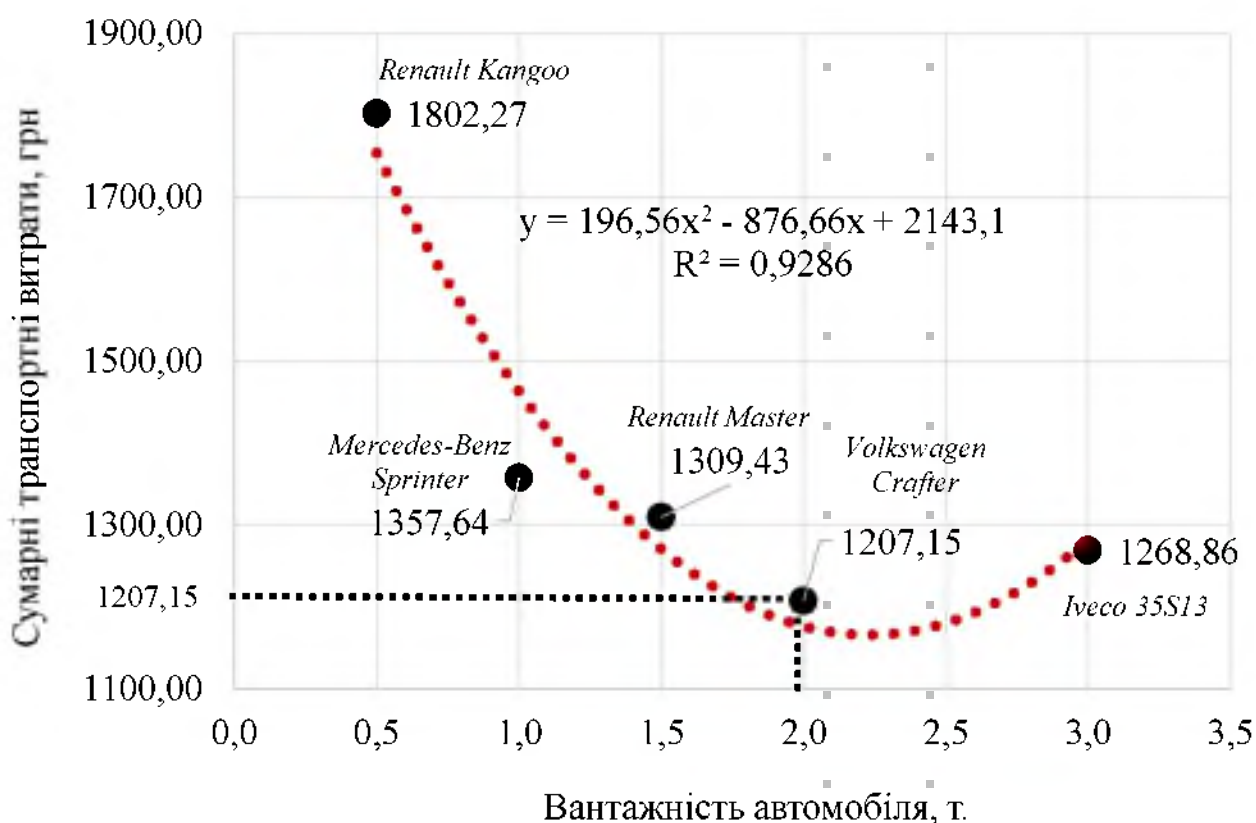


Рисунок 3.6 – Залежність сумарних транспортних витрат від вантажності автомобіля

Тенденція зміни залежності сумарних транспортних витрат від вантажності автомобіля вказує на їхню нелінійну зміну. Нелінійність описується

поліномом другого ступеню з коефіцієнтом детермінації 0,9286. Залежність вказує на доцільність обслуговування маршрутів розвезення вантажу за четвертим варіантом розрахунку автомобілями марки Volkswagen Crafter вантажністю дві тони. Це пояснюється мінімальними сумарними транспортними витратами для цієї марки автомобіля, що дорівнюють 1207,15 грн.

3.3 Визначення витрат на зберігання в логістичній системі просування матеріального потоку

Складські витрати на зберігання матеріального потоку визначимо користуючись залежністю [18]:

$$B_{\text{скл}} = \sum_{j=1}^n Q_j \cdot (13,165 - 2,131 \ln Q_j) + \sum_{j=1}^n S_j \cdot (1,85 + 93,35 S_j^{-0,839}). \quad (3.5)$$

де Q_j – обсяг вантажу, що зберігається на j -му складі учасника ланцюга постачань, т;

де S_j – площа j -го складу учасника ланцюга постачань, м².

Площа складу [18]:

$$S_j = \frac{Q_{m,j}}{\delta_{cp,j} h_j a_j}, \quad (3.6)$$

де $Q_{m,j}$ – максимально можливий обсяг зберігання на j -му складі, т;

$\delta_{cp,j}$ – середнє навантаження на 1 м² площі j -го складу, т/м², приймаємо т/м²;

$$\delta_{cp} = 0,2 \text{ т/м}^2$$

h_j – висота укладки запасу j -му складі, м, приймаємо $h_j=1,1$ м;

a_j – коефіцієнт використання площі j -го складу, приймаємо $a=0,2$.

Визначимо площу зберігання товару першого пункту заводу – магазину Аврора 1:

$$S_1 = \frac{0,181}{0,2 \cdot 1,1 \cdot 0,2} = 4,11 \text{ м}^2$$

Враховуючи отримане значення площі зберігання складські витрати становлять:

$$B_{\text{скл}} = 0,181 \cdot (13,165 - 2,131 \cdot \ln 0,181) + 4,11 \cdot (1,85 + 93,35 \cdot 4,11^{-0,839}) = 138,66 \text{ грн.}$$

Аналогічно складські витрати розраховуються для інших пунктів заводу (табл. 3.31).

Таблиця 3.31 – Витрати на зберігання на складах споживачів в логістичній системі

Споживач	Обсяг заезення, кг	Потрібна площа для зберігання, м ²	Змінні витрати, грн./т	Постійні витрати, грн./м ²	Витрати на зберігання вантажу, грн
1	2	3	4	5	6
1	181	4,11	13,82	124,83	138,66
2	222	5,05	13,88	130,47	144,35
3	213	4,84	13,87	129,29	143,16
4	188	4,27	13,83	125,84	139,68
5	214	4,86	13,87	129,42	143,29
6	187	4,25	13,83	125,70	139,53
7	259	5,89	13,91	135,07	148,98
8	203	4,61	13,85	127,94	141,80
9	252	5,73	13,91	134,23	148,14

Продовження табл. 3.31

1	2	3	4	5	6
10	229	5,20	13,88	131,37	145,26
11	182	4,14	13,83	124,98	138,80
12	254	5,77	13,91	134,47	148,38
13	243	5,52	13,90	133,13	147,03
14	221	5,02	13,88	130,34	144,22
15	204	4,64	13,86	128,08	141,93
16	186	4,23	13,83	125,56	139,39
17	167	3,80	13,80	122,73	136,53
18	241	5,48	13,90	132,88	146,78
19	215	4,89	13,87	129,55	143,42
20	214	4,86	13,87	129,42	143,29
21	180	4,09	13,82	124,68	138,51
22	195	4,43	13,84	126,83	140,68
23	254	5,77	13,91	134,47	148,38
24	196	4,45	13,85	126,97	140,82
Загалом в системі, грн.					3431,00

Окремо розрахуємо витрати на утримання складу для розподільчого центру з обсягом зберігання вантажів на складі в 5,1 т. Тоді площа складу розподільчого центру визначиться як:

$$S_{\text{рц}} = \frac{5,1}{0,2 \cdot 1,1 \cdot 0,2} = 115,91 \text{ м}^2$$

Тоді загальні складські витрати на зберігання запасів продукції для розподільчого центру складуть:

$$B_{скл,рц} = 5,1 \cdot (13,165 - 2,131 \cdot \ln 5,1) + 115,91 \cdot (1,85 + 93,35 \cdot 115,91^{-0,839}) = 464,52 \text{ грн.}$$

3.4 Визначення загальних логістичних витрат

Моделювання оптимальної схеми просування матеріального потоку в логістичному ланцюзі доцільно проводити за рахунок мінімізації витрат на процеси, що в ньому відбуваються. В межах логістичного ланцюга, що розглядається, це процеси зберігання і транспортування. Отже, загальні логістичні витрати можна визначити розраховуємо за такою формулою:

$$B_{лс} = B_T + B_{скл} + B_{скл,рц} \quad (3.7)$$

Підставивши у формулу (3.7) значення транспортних і складських витрат учасників логістичної системи, отримуємо загальні логістичні витрати. Ці витрати залежать від вантажопідйомності автомобілів, що використовуються в схемах розвезення вантажів в логістичній системі, що розглядається (табл. 3.32).

Таблиця 3.32 – Значення загальних логістичних витрат

Вантажність транспортного засобу, т	Загальні транспортні витрати, грн.	Витрати на зберігання на складах споживачів, грн.	Витрати на зберігання матеріального потоку на складі, грн.	Загальні логістичні витрати, грн.
0,5	1802,27	3431,00	464,52	5697,79
1,0	1357,64	3431,00	464,52	5253,16
1,5	1309,43	3431,00	464,52	5204,95
2,0	1207,15	3431,00	464,52	5102,67
3,0	1268,86	3431,00	464,52	5164,39

На основі значень табл. 3.32 наводимо залежність загальних логістичних витрат логістичної системи від вантажності автомобіля – рис. 3.7.

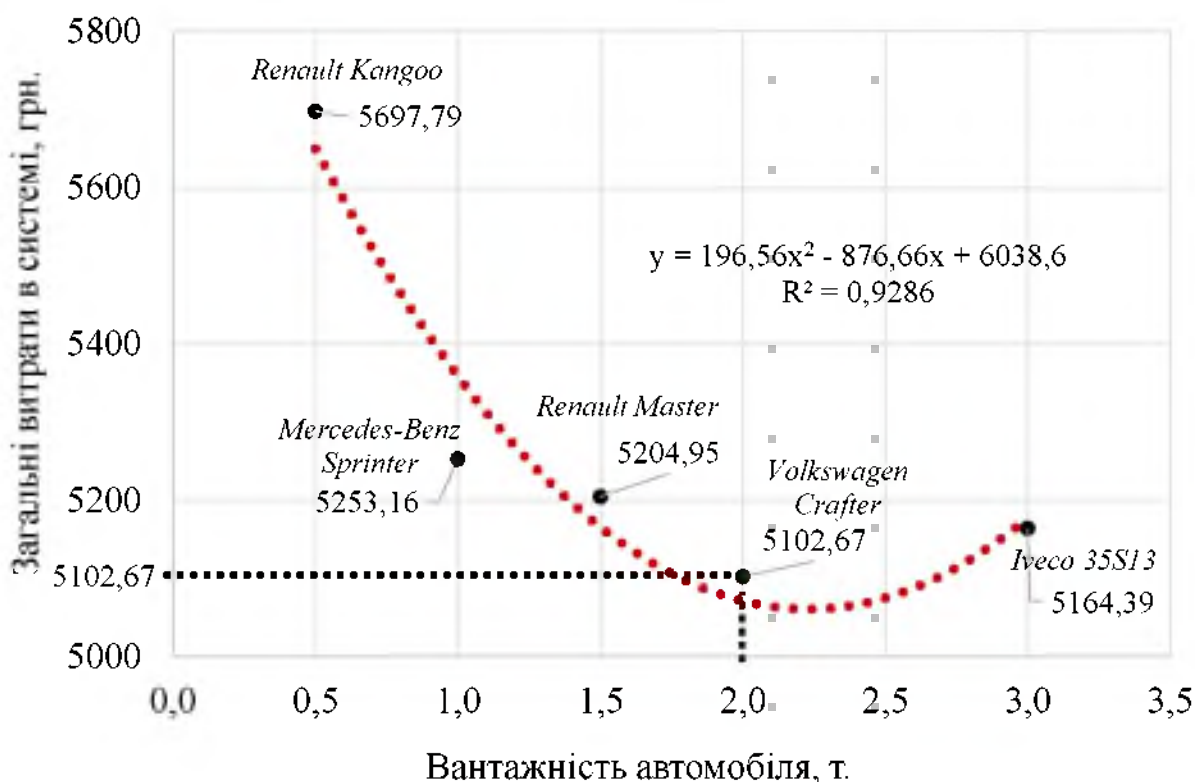


Рисунок 3.7 – Залежність сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля

Тенденція зміни залежності сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля вказує на їхню нелінійну зміну. Нелінійність описується поліномом другого ступеню з коефіцієнтом детермінації 0,9286. Залежність вказує на доцільність обслуговування маршрутів розвезення вантажу за четвертим варіантом розрахунку автомобілями марки Volkswagen Crafter вантажністю дві тони. Це пояснюється мінімальними сумарними логістичних витрат для цієї марки автомобіля, що дорівнюють 5102,67 грн.

3.5 Висновки по розділу

В третьому розділі роботи визначені витрати на транспортування

продукції різними марками транспортних засобів і обрано відповідно до цього найкращу схему обслуговування – четверта, що обслуговується автомобілем Volkswagen Crafter.

Тенденція зміни залежності сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля вказує на їхню нелінійну зміну. Нелінійність описується поліномом другого ступеню з коефіцієнтом детермінації 0,9286. Залежність вказує на доцільність обслуговування маршрутів розвезення вантажу за четвертим варіантом розрахунку автомобілями марки Volkswagen Crafter вантажністю дві тони. Це пояснюється мінімальними сумарними логістичних витрат для цієї марки автомобіля, що дорівнюють 5102,67 грн.

ВИСНОВКИ

В першому розділі дипломної роботи проаналізовані сучасні тенденції управління складським господарством. Розглянуті тринадцять основних сучасних напрямків щодо управління та оптимізації роботи складських підсистем логістичних систем. Сформовані вимоги щодо перевезень тарноштучних вантажів автомобільним транспортом.

В другому розділі роботи надана характеристика об'єкта дослідження – найбільшої української мережі магазинів формату «One dollar store» Аврора мультимаркет. Представлений асортимент продукції в магазинах «Аврора».

Розглянуті наявні магазини в місті Харків. Сформовані пункти завезення та визначені вихідні параметри моделювання маршрутів та запропоновані марки транспортних засобів, що будуть обслуговувати маршрути: Renault Kangoo, Mercedes-Benz Sprinter, Renault Master, Volkswagen Crafter, Iveco 35S13. Ці транспортні засоби мають різні характеристики.

В третьому розділі роботи визначені витрати на транспортування продукції різними марками транспортних засобів і обрано відповідно до цього найкращу схему обслуговування – четверта, що обслуговується автомобілем Volkswagen Crafter. Побудовані залежності зміни сумарних транспортних витрат та сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля

Тенденція зміни залежності сумарних транспортних витрат від вантажності автомобіля вказує на їхню нелінійну зміну. Нелінійність описується поліномом другого ступеню з коефіцієнтом детермінації 0,9286. Залежність вказує на доцільність обслуговування маршрутів розвезення вантажу за четвертим варіантом розрахунку автомобілями марки Volkswagen Crafter вантажністю дві тони. Це пояснюється мінімальними сумарними транспортними витратами для цієї марки автомобіля, що дорівнюють 1207,15 грн.

Тенденція зміни залежності сумарних логістичних витрат від вантажності автомобіля вказує на їхню нелінійну зміну. Нелінійність описується поліномом другого ступеню з коефіцієнтом детермінації 0,9286. Залежність вказує на доцільність обслуговування маршрутів розвезення вантажу за четвертим варіантом розрахунку автомобілями марки Volkswagen Crafter вантажністю дві тони. Це пояснюється мінімальними сумарними логістичних витрат для цієї марки автомобіля, що дорівнюють 5102,67 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Нечай, О. О. (2014). Актуальність впровадження логістичних систем у виробничо-господарську діяльність підприємств. *Ефективна економіка*, (3).
2. Dhaliwal, A. (2020). The rise of automation and robotics in warehouse management. In *Transforming Management Using Artificial Intelligence Techniques* (pp. 63-72). CRC Press.
3. Lee, C. K., Lv, Y., Ng, K. K., Ho, W., & Choy, K. L. (2018). Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2753-2768.
4. Downie, B., Gyöngyösi, M., & Kuehl, C. (2021). Artificial intelligence in materials handling: How machine learning tools boost warehouse safety, productivity and cost-effectiveness. *Journal of Supply Chain Management, Logistics and Procurement*, 4(1), 6-16.
5. Chang, Y. S., Choi, H. C., Sung, S. Y., & Mun, S. J. (2016, July). A study of cloud based maintenance system architecture for warehouse automation equipment. In *2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)* (pp. 985-990). IEEE.
6. Ting, S. L., & Tsang, A. H. (2012). Design of an RFID-based inventory control and management system: a case study. *The West Indian journal of engineering*, 34(1-2), 70-79.
7. Andiyappillai, N. (2019). Data analytics in warehouse management systems (WMS) implementations—a case study. *International Journal of Computer Applications*, 181(47), 14-17.
8. Matopoulos, A. (2011). Warehouse technologies in retail operations: The case of voice picking. *Intelligent Agrifood Chains and Networks*, 195-207.

9. Andiyappillai, N. (2020). Standardization of System Integrated Solutions in Warehouse Management Systems (WMS) Implementations. *International Journal of Applied Information Systems*, 12(35), 24-29.
10. Lorenc, A., & Burinskiene, A. (2021). Improve the Orders Picking in e-Commerce by Using WMS Data and BigData Analysis. *FME Transactions*, 49(1).
11. Minashkina, D., & Happonen, A. (2020). Decarbonizing warehousing activities through digitalization and automatization with WMS integration for sustainability supporting operations. In *E3S Web of conferences* (Vol. 158, p. 03002). EDP Sciences.
12. Hamdy, W., Mostafa, N., & Elawady, H. (2018, September). Towards a smart warehouse management system. In *Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management* (Vol. 2018, pp. 2555-2563).
13. Gu, Y., & Xie, M. (2010, April). An Efficient Architecture for Semi-real-Time Graphical Simulation Based on Mobile Computing Devices in Wireless WMS system. In *2010 Asia-Pacific Conference on Wearable Computing Systems* (pp. 387-390). IEEE.
14. Wołoch, A., Holubová, V., & Krisstalova, D. (2022, June). Security and the whistleblowing management system (WMS). In *Security Forum* (Vol. 6, No. 1, pp. 105-113). Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej.
15. De Jong, G., & Ben-Akiva, M. (2007). A micro-simulation model of shipment size and transport chain choice. *Transportation Research Part B: Methodological*, 41(9), 950-965.
16. Günay, G. (2023). Shipment size and vehicle choice modeling for road freight transport: A geographical perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 173, 103732.
17. Аврора Мультимаркет. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%80%D0%BE%D1%80>

%D0%B0_%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%82

18. Куш, Є. І., Скрипін, В. С. (2016). Щодо впливу параметрів транспортних технологій на постійну складову загальних витрат. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*, 1(14), 209-216.