

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

« 15 » 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.02 Логістика та ризик-кризове управління на транспорті**

Тема **Оптимізація логістичного забезпечення ритейлу**

Theme **Optimization of retail logistics**

Керівник дипломної роботи

доц. 

Євген ДЕМЧЕНКО

Нормоконтролер

доц. 

Вячеслав МАЛАШКІН

Студент групи УЛ 2026

 Костянтин ВОЛОШКО

Student

Voloshko Kostiantyn

Дніпро – 2021

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту»

Факультет Управління процесами перевезень Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Освітня програма 275.02 «Логістика та ризик-кризове управління на транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

 / М. І. Березовий /

(підпис)

2021 р. 10 «12»

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»
(рівень вищої освіти)

отримав студент групи УЛ2026

(номер групи)

Волошко Костянтин Сергійович

(ПІБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): Оптимізація логістичного забезпечення ритейлу

затверджена наказом по університету від «18» червня 2021 року № 324ст

2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): «10» грудня 2021 року

3. Вихідні дані до дипломного проекту (роботи): характеристика вантажу, дані для розрахунку параметрів складу, дані про ритейлінгову мережу

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки):
(див. календарний план)

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

1.

2.

3.

Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; мета, об'єкт, предмет дослідження; аналіз статистичних даних;

параметри розподільчого центру, парк автомашин, оптимізація маршрутів перевезення;

Графік руху автомашин; кінцевий слайд

6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Сучасні напрямки підвищення ефективності логістичного забезпечення ритейлу	строк 1	-	20
2. Аналіз параметрів ритейлу та показників його логістичного забезпечення	строк 1	-	10
3. Характеристика розподільчого центру та логістичні процеси зберігання вантажів	строк 2	-	20
4. Управління запасами в умовах ризику	строк 2	-	20
5. Оптимізація транспортного обслуговування ритейленгової мережі	строк 3	-	20
6. Екологічні аспекти функціонування систем розподілення товарів	строк 3	-	10
Всього		-	100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Демченко Є. Б.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Волошко К. С.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дана дипломна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та 5 додатків. Повний обсяг роботи – 105 сторінок; з них основний текст на 91 сторінці та містить 37 ілюстрацій, 27 таблиць та 48 джерел у літературному списку.

Об'єктом дослідження є логістичний процес в ритейлінговій мережі.

Метою магістерської дипломної роботи є удосконалення техніко-технологічних параметрів логістичної системи забезпечення доставки продукції в точки роздрібного продажу.




В роботі розроблено порядок зберігання продукції та її розвезення автомобільним транспортом по пунктах роздрібної торгівлі. В ході вирішення вказаної задачі визначені раціональні об'ємно-планувальні характеристики складу та економічно обґрунтовано оптимальну систему управління запасами в умовах ризиків затримки поставок. Також був проведений аналіз показників роботи торговельної мережі, розроблено варіанти маршрутів розвезення вантажів та виконано їх техніко-економічне порівняння. В результаті розроблено графік роботи вантажного автомобілів. Крім того, в роботі розглянуті питання впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище.

Галузь застосування – транспортне забезпечення підприємств роздрібної торгівлі.

Ключові слова: ДИСТРИБУЦІЯ, ТОРГОВЕЛЬНА МЕРЕЖА, РИТЕЙЛ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ, МАРШРУТ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	7
1 СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РИТЕЙЛУ	8
1.1 Поняття дистрибуції товарів та система ритейлінгу	8
1.2 Організація та планування доставки товарів споживачам автомобільним транспортом	10
1.3 Інноваційні технології на автомобільному транспорті	14
1.4 Сучасні склади та особливості їх роботи в системі дистрибуції товарів	16
1.5 Висновки до розділу	20
2 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ РИТЕЙЛУ ТА ПОКАЗНИКІВ ЙОГО ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	21
2.1 Аналіз показників роботи мереж роздрібної торгівлі України	21
2.2 Аналіз ефективності логістичних процесів в Україні	23
2.3 Аналіз показників роботи автомобільного транспорту	25
2.4 Показники роботи провайдерів логістичних послуг та їх роль в системі ритейлу	27
2.5 Висновки до розділу	29
3 ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗПОДІЛЬЧОГО ЦЕНТРУ ТА ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ ЗБЕРІГАННЯ ВАНТАЖІВ	30
3.1 Логістичні процеси на складі	30
3.2 Зберігання транспортних пакетів	32
3.3 Визначення раціонального розташування піддонів у кузові вантажного автомобіля	38

					0042.206406.ДР.2021.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Оптимізація логістичного забезпечення ритейлу	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Волошко		10.12		Н	4	105
Керівн.		Демченко		10.12		УДУНТ		
Н.контр.		Малашкін		10.12				

	5
3.4 Розрахунок параметрів зон складу	42
4 УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В УМОВАХ РИЗИКУ	53
4.1 Вибір способу відновлення запасів	53
4.2 Економічне обґрунтування способу відновлення запасів	59
5 ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РИТЕЙЛЕНГОВОЇ МЕРЕЖІ	62
5.1 Аналіз вантажних пунктів	62
5.2 Аналіз існуючого маршруту доставки вантажів	65
5.3 Розробка транспортної мережі та таблиць зв'язку між її вузлами	66
5.4 Визначення найкоротших шляхів слідування	68
5.5 Маршрутизація дрібнопартійних перевезень	72
5.6 Порівняння техніко-експлуатаційних показників роботи транспортних засобів на існуючих і розроблених маршрутах	77
5.7 Розробка графіків роботи автомобільних транспортних засобів на маршрутах	79
6 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕННЯ ТОВАРІВ	81
6.1 Екологічні аспекти функціональних сфер логістики	81
6.2 Вплив автомобільного транспорту на довкілля	82
6.3 Способи зменшення шкідливого впливу автомобільного транспорту на довкілля	83
ВИСНОВКИ	85
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	86
ДОДАТОК А	91
ДОДАТОК Б	96
ДОДАТОК В	97
ДОДАТОК Г	101
ДОДАТОК Д	105

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

LPI – Індекс ефективності логістики (*Logistics Performance Index*);

FMCG – товари швидкого споживання (*fast moving consumer goods*);

ОРТ – оборот роздрібної торгівлі;

HCV – важкі вантажні автомобілі (*heavy commercial vehicles*);

MHCV – середні і важкі комерційні автомобілі (*medium and heavy commercial vehicles*);

ВДМ – вулично-дорожня мережа міста;

ЄС – Європейський Союз;

ТЗ – транспортний засіб;

ТО – технічне обслуговування.

ВСТУП

В сучасних умовах одною з головних задач економічного розвитку є підвищення рівня сервісу та всебічне задоволення потреб кінцевих споживачів готової продукції. Реалізація товарів відбувається в точках збуту, сукупність яких утворює ритейлингову мережу. Організація роботи ритейлінгу повинна базуватись на прогнозних показниках споживчого попиту, коливання якого компенсується відповідними запасами продукції. Рівень продажів товарів та економічні результати функціонування мережі прямо залежать від якості транспортно-логістичного забезпечення мереж роздрібної торгівлі. В цьому зв'язку, тема дипломної роботи, що направлена на оптимізацію процесів зберігання та розвезення товарів в мережі ритейлінгу, є достатньо актуальною.

Метою магістерської дипломної роботи є удосконалення техніко-технологічних параметрів логістичної системи забезпечення доставки продукції в точки роздрібного продажу. Поставлена мета досягається за рахунок вирішення *задач дослідження*:

1. аналіз сучасних напрямків підвищення ефективності транспортно-логістичного забезпечення торговельних мереж;
2. аналіз показників роботи логістичних центрів та торговельних мереж світу та України;
3. визначення раціональних об'ємно-планувальних характеристик складу та економічно-ефективної системи управління запасами;
4. визначення раціональних параметрів процесу доставки продукції в пункти роздрібної торгівлі;
5. оцінка економічних показників та екологічного впливу розроблених варіантів.

Об'єктом дослідження є логістичний процес в ритейлинговій мережі.

Предметом дослідження є технічні засоби та технології зберігання товарів та перевезення дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом.

1 СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РИТЕЙЛУ

1.1 Поняття дистрибуції товарів та система ритейлінгу

Однією із умов ефективного функціонування підприємства на ринку, є необхідність в правильному позиціонуванні, чіткій диференціації поміж конкурентами. Це неможливо без тонкого розуміння ринку споживачів, їх потреб. Тому вчасне постачання продукції до споживача та належний її вигляд на ринку є основним завданням системи дистрибуції. Це досягається за рахунок чіткої побудови реалізації продукції через дилерську мережу, гуртовиків, власні центри роздрібної торгівлі і т.д. При цьому доцільно відмітити, що комплексний сервіс виступає запорукою формування лояльності будь-яких клієнтів [9].

Управління процесом переміщення товару від виробника до кінцевого споживача, тобто матеріальними, інформаційними та іншими потоками отримало назву розподільча логістика. Інакше її ще називають маркетинговою, комерційною, збутовою логістикою або логістикою дистрибуції [24].

Дистрибуція (англ. *distribution*) (дистрибуційна/розподільна логістика) – це комплекс взаємопов'язаних функцій, які реалізуються в процесі розподілення матеріального потоку між різними, як правило, гуртовими покупцями. Задача дистрибуції як функціональної області логістики полягає в інтегрованому управлінні логістичними функціями та операціями з просування готової продукції та супутнім логістичним сервісом від виробників та/або оптових(оптово-роздрібних) торгових компаній до кінцевих (або проміжних) споживачів [24].

Якщо логістика виробництва товарів охоплює логістичні процеси як частину виробничих процесів промислових підприємств, в яких відбувається насамперед якісна трансформація товарів, то в логістиці дистрибуції товарів усі процеси трансферу є логістичними процесами, в яких відбувається лише просторово-часова та кількісна трансформація товарів, однак якісні зміни в товарі відсутні. Це і є принципова відмінність між логістикою виробництва товарів і логістикою їх розподілу.

З економічного погляду дистрибуція товарів охоплює процес і структуру переміщення товарів від виробника до кінцевих споживачів. Часто дистрибуція товарів ототожнюється з процесом продажу і доставлянням товарів виробничого підприємства кінцевому покупцю, інколи синонімізується із категорією збуту, хоч це справедливо лише за умови, коли для виробника дистрибуція обмежується першою ланкою – безпосереднім споживачем. У загальному розумінні дистрибуція товарів є інструментом пристосування пропозиції товарів до попиту на них. Із логістичного погляду істотним є не тільки попит узагалі, але і його логістичні ознаки, тобто вид товару, кількість, якість та асортимент, його наявність у певному місці в певний час [23].

Таким чином, під системою дистрибуції слід розуміти складну економічну систему, яка поєднує в собі виробника готового продукту та різного типу посередників, які на договірних умовах спільно здійснюють комерційну, маркетингову то логістичну діяльність з просування товарів до кінцевого споживача і їх реалізації відповідно до стратегії поведінки на ринку організатора цієї системи з дотриманням зазначених ним умов продажу, ціноутворення, стандартів обслуговування і рід його контролем [11].

В той же час роздрібна торгівля – сфера економічної діяльності з продажу товарів для особистого, некомерційного використання кінцевим споживачам (організаціям і приватним особам), що здійснюється, як правило, поштучно або невеликими партіями. Роздрібні торгівельні компанії є важливим суб'єктом економічної діяльності, які здійснюють обслуговування процесу ринкового обміну: вони купують продукцію у оптових посередників або безпосередньо у виробників і реалізують її індивідуальним споживачам [43].

При організації роботи роздрібною торгівлі переслідуються традиційні для будь-якої комерційної діяльності цілі: збільшення обсягів продажів, валового прибутку (різниці між вартістю реалізації та вартістю закупівлі продукції), операційного прибутку і оборотності запасів продукції [45]. Одним з можливих шляхів досягнення вказаних завдань є удосконалення логістичного забезпечення процесу доставки товарів споживачам.

1.2 Організація та планування доставки товарів споживачам автомобільним транспортом

У системі постачання товарів споживачам одним з важливих елементів є автомобільний транспорт – найбільш маневрений і ефективний вид транспорту для перевезення масових вантажів дрібними партіями на близьку відстань по безрейкових шляхах. Автотранспорт розпочинає і завершує перевізний процес на морському, річковому і залізничному транспорті та забезпечує функціонування і територіальну організацію всіх галузей економіки [34].

Процес доставки вантажів за змістом ширше за поняття процесу транспортування. З транспортуванням пов'язують, як правило, тільки операції навантаження, безпосереднього переміщення і вивантаження вантажів. При доставці вантажів активно використовується інфраструктура вантажопереробки (термінали, логістичні розподільні центри), на об'єктах якої проводиться обслуговування вантажів (операції накопичення, консолідації, розподілу і ін.) в процесі їх доставки кінцевим споживачам. В цьому випадку перевізний процес розглядається як обов'язковий елемент процесу доставки вантажів і підпорядкований йому, а технологічний аспект здійснення вантажних автомобільних перевезень повністю описується технологією доставки вантажів [47].

Аналіз стану теорії і практики планування доставки вантажів автомобільним транспортом дозволяє стверджувати, що планування і проектування автотранспортних систем може вестись на основі математичних методів і останніх досягнень науки і техніки (наприклад, з використанням автоматизованих інформаційних систем) або ж так, як воно склалося в результаті історичного розвитку, тобто на підставі попереднього досвіду. Однак незалежно від того, проектується система або вона склалася в результаті історичного розвитку, в ній необхідно вирішувати ряд конкретних організаційних і планових завдань [27]:

- прийняття і обробка заявок на доставку вантажів;
- визначення найкоротших відстаней між пунктами транспортної мережі (вантажовідправниками і вантажоодержувачами);
- маршрутизація перевезень вантажів;

- ідентифікація автотранспортних систем;
- визначення техніко-експлуатаційних показників функціонування автотранспортних систем;
- розрахунок потреби в транспортних ресурсах;
- розробка плану перевезень тощо.

На даному етапі розвитку економіки виникає необхідність створення оптимальних за комплексом організаційних заходів і структурою систем дистрибуції. Так, на особливу увагу у дослідженні проблем дистрибуції продукції заслуговують праці [8], в яких систематизовано визначення маркетингової політики розподілу та виконано об'єднання їх у групи за такими підходами: збутовий, дистрибуційний і логістичний.

Головною метою збутового підходу є задоволення потреб кінцевого споживача у процесі розподілу, включаючи фізичний розподіл, тобто безпосереднє переміщення товару від виробника до покупця, і збутову складову, що забезпечує досягнення збутових цілей.

Основним завданням дистрибуційного підходу являється розроблення комплексу заходів і відповідних операцій, що передбачають планування, організацію, регулювання та здійснення контролю за рухом продукції до споживачів, розглядаючи при цьому і шлях товару від виробника до кінцевого споживача, поділений перепродажами товару між учасниками каналів.

Основною характеристикою логістичного підходу є фізичне переміщення товару, що здійснюється згідно з логістичними вимогами щодо товару, місця, часу, умов та ціни переміщення та має на меті виконання вимог щодо економії на масштабах логістичної діяльності за рахунок гармонізації упакування, зберігання, вантажопереробку і транспортування продукції.

Оптимізація транспортно-логістичних процесів та підвищення конкурентоздатності на сьогодні являється досить актуальною темою. Перш за все, будь-яке підприємство має на меті задовольнити попит споживачів, при цьому, з вигодою для себе. Тому одним з найпоширеніших методів оптимізації доставки вантажів є застосування алгоритму вирішення задачі комівояжера. Вказана задача полягає в

знаходженні оптимального маршруту, який проходить через всі наведені в завданні пункти (міста) хоча б по одному разу з наступним поверненням в початковий пункт (місто). В умовах задачі задаються критерій оптимальності маршруту (найкоротший, найдешевший і т.п.) і відповідні матриці відстаней, вартості [21].

Основна перевага застосування алгоритму вирішення задачі комівояжера вважається його реалізація та достатньо висока якість розв'язку. Основним недоліком є те, що алгоритм розглядає ділянки із точками, що розміщені одна за одною в існуючому маршруті. Можливий випадок, коли точки вхідного маршруту лежать близько одна до одної, проте на реальному маршруті між ними існує великий проміжок і вони належать різним областям оптимізації. В такому випадку, алгоритм не розглядатиме їх як точки в одній ділянці й, відповідно, маршрут не буде покращено у локальній області [6].

Вважається, що загальне формулювання задачі комівояжера вперше була вивчена Карлом Менгером у Відні і Гарварді. Пізніше проблема досліджувалася Хасслер, Уїтні і Мерріллом в Принстоні [1].

Іншим способом, який запропонований в роботі [37], являє собою об'єднання маршрутів при перевезенні вантажів дрібних партій, в якому для оцінки ефективності організації спільного розвезення вантажів використовується коефіцієнт відносної продуктивності автомобіля. Проте, такий підхід не дає змоги визначити прямого впливу довжини маршруту на ефективність процесу перевезень. Збільшення пробігу на маршруті призводить до підвищення транспортної роботи, це і обумовлює краще значення коефіцієнта. Тому його застосування не призведе до формування розвізних маршрутів з мінімально можливою довжиною.

Завдання пошуку найкоротших відстаней між пунктами транспортної мережі можна вирішити методом Дейкстри, алгоритм якого наведений нижче:

1. Початковим пунктом, від якого потрібно визначити найкоротші відстані, присвоюється потенціал $v_i = 0$.
2. Знаходяться всі ланки, для яких початковим пунктам i присвоєно потенціал v_i , а кінцевим пунктам j не присвоєно. Якщо таких ланок немає, то рішення закінчено (на п. 5), а інакше на п. 3.

3. Для знайдених ланок по п. 2 розраховуються значення потенціалів кінцевих пунктів j за такою формулою:

$$u_{j(i)} = v_i + l_{ij} \quad (1.1)$$

де $u_{j(i)}$ – потенціал кінцевого пункту j -го ланки $i-j$;

l_{ij} – довжина ланки $i-j$.

З усіх отриманих потенціалів вибирається потенціал з найменшим значенням:

$$\min_{i,j} \{u_{j(i)}\} = u_{r(s)} \quad (1.2)$$

де $\{u_{j(i)}\}$ – безліч значень потенціалів кінцевих пунктів j ланок $i-j$, i -м початковим пунктам яких раніше присвоєні потенціали;

$u_{r(s)}$ – потенціал кінцевого пункту r ланки $s-r$, що є найменшим за значенням елементом множини $\{u_{j(i)}\}$.

Потенціал $u_{r(s)}$ присвоюється відповідному кінцевому пункту ($v_s = u_{r(s)}$, а ланка $r-s$ відзначається стрілкою).

У разі, якщо кілька значень потенціалів безлічі $\{v_{j(i)}\}$ виявляться рівними і меншими, то необхідно встановити, чи належать вони до одного й того ж пункту чи ні. Коли найменші рівні значення потенціалів відносяться до різних пунктів (у потенціалів не збігаються цифрові індекси без дужок), ці значення потенціалів присвоюються всім відповідним кінцевим пунктам і стрілками відзначаються відповідні ланки. Якщо найменші рівні значення потенціалів відносяться до одного і того ж кінцевого пункту s (у потенціалів збігаються цифрові індекси без дужок), то пункту s присвоюється це найменше значення потенціалу і відзначається стрілкою на ті важелі $r-s$, якому відповідав би потенціал $u_{r(s)}$ з великою питомою вагою в його складі довжин ланок з кращими умовами переміщення (при однакових дорожніх умовах найкоротша відстань реалізується за допомогою одного з ланок $r-s$). Слід зазначити, що безліч виділених ланок ($r-s$) становитимуть матрицю шляхів слідування – таблицю, в якій вказані шляху проходження між усіма парами вузлів.

4. Перехід на п. 2.

5. Формується остаточне рішення. Величина потенціалів у вершин показує найкоротші відстані від обраного початкового пункту до кожної вершини, а ланки з вхідними друг в друга стрілками утворюють найкоротші шляхи руху від початкового пункту до всіх інших. Якщо два пункти мережі з'єднані такими шляхами, то найкоротша відстань між ними дорівнює різниці потенціалів у їх вершин.

Беручи за початковий послідовно кожен з пунктів транспортної мережі та виконуючи дії по вищеописаному методу, отримують таблицю найкоротших відстаней і таблицю найкоротших шляхів слідування між усіма вузлами транспортної мережі.

1.3 Інноваційні технології на автомобільному транспорті

Окрім теоретичних методів вирішення задачі оптимізації дистрибуції товарів до споживачів, варто звернути особливу увагу й на практичні рішення, які розробляються та активно впроваджуються в логістичний процес в розвинених країнах світу.

У сучасному світі технологій та комунікацій розробляють та вводять в експлуатацію безпілотні автомобілі, які за допомогою чисельних пристроїв зчитування інформації (датчиків) можуть здійснювати перевезення будь-якого роду вантажів без втручання людини. Системи контролю та спостереження, супутникова навігація і т.п. забезпечують надійність транспорту без водіїв. Цей факт є великим кроком у майбутнє, адже такі зміни призведуть до скорочення витрат на оплату праці людей, що в свою чергу зменшить суму загальних витрат для підприємств.

Такі компанії як *Peterbilt*, *Volvo*, *Tesla*, *TuSimple*, *Einride*, *Nikola Motors* та інші проектують автомобілі-тягачі, які працюють на електроенергії або ж автономно, тобто без втручання водія, в деяких тягачах вже навіть не передбачають кабіну, а деякі з них, такі як *Volvo*, що випустили в роботу такі машини, вже розробляють і нові способи збільшення продуктивності перевезення вантажів та пасажирів, шляхом вдосконалення вже існуючих систем.

З 2018 року на дорогах Норвегії почала їздити вантажівка компанії *Volvo*, всередині якої немає водія – управління величезною машиною було повністю довірено комп'ютеру. Вона успішно перевозила видобутий на руднику вапняк до порту з вантажним кораблем, але якби компанія використовувала відразу дві автономні вантажівки, перевезення б здійснювалося набагато швидше. На жаль, через високий ризик аварії, компанія поки не вирішується випускати на дороги відразу по кілька безпілотних машини. Проте, компанією було вирішено дати можливість одному водієві керувати відразу декількома вантажівками. Така технологія має назву *Automated Follow*, а її розробником є американська компанія *Peloton* [19]. Завдяки системі *Automated Follow*, водій однієї вантажівки здатний керувати цілою колоною величезних машин. Суть технології полягає в тому, що наступні за головним автомобілем - тагачем машини використовують свої датчики для повного дублювання маневрів свого лідера. Під час руху вони зберігають дистанцію і здійснюють повороти, а коли водій головної машини тисне на педаль гальма – слухняно зупиняються. На даний момент компанія тестує технологію лише на двох вантажівках, але в майбутньому таким чином можна буде керувати цілими колонами. Крім того, що використання кількох вантажівок дозволяє швидше перевозити вантажі, такий підхід суттєво економить паливо. Справа в тому, що при їзді з опором вітру стикається тільки головна вантажівка, а машини, які рухаються слідом практично не піддаються впливу зустрічного потоку. Завдяки зниженому навантаженню, вони можуть економити від 7 до 10% палива [19]. Таку технологію можна буде використовувати і в доставці дрібно партійних вантажів до пунктів призначення.

Більше того, компанія *Volvo* хоче підвищити надійність своїх автономних автобусів до такого ж рівня, як і вантажівки, і почала тестувати їх на спеціальному полігоні Технологічного університету Наньянг в Сінгапурі. Транспорт показує себе з найкращого боку, і цьому сприяють його цікаві особливості. Полігон інституту складається з доріг із нанесеною розміткою, знаків, рухомих моделей пішоходів і станцій для швидкої зарядки акумулятора. Тестований автобус *Volvo 7900* розпізнає їх за допомогою датчиків, камер і супутникової системи, яка визначає

його місце розташування з точністю до сантиметра. Також у автобуса є спеціальний блок, який відстежує кут його нахилу. Дані, що збираються всією цією електронікою, використовуються штучним інтелектом для побудови маршрутів, зупинки при появі пішоходів і вирівнювання руху по нерівних дорогах. Салон автобуса вміщує в себе 80 пасажирів і, що цікаво, він споживає на 80% менше енергії ніж такий самий транспорт з дизельним двигуном. Для зарядки акумулятора будуть використовуватися станції потужністю 300 кВт, що нагадують ліхтарні стовпи. Вони встановлені прямо біля доріг по всій території полігону, і забезпечують швидку зарядку з мінімальним часом простою [2].

Розробкою нової моделі електромобіля вже мало кого можна здивувати. Але електрика – не єдиний вид альтернативної енергії, який можна застосовувати на практиці. І нещодавно шведський автомобільний гігант *Scania*, що спеціалізується на виробництві вантажних автомобілів, заявив, що вже готує до виходу свою першу вантажівку, що працює на водневому паливі під назвою *Renova*. В рамках проекту по створенню *Renova Scania* співпрацює зі Шведським Агентством з енергетики і зі Стокгольмським Королівським Технологічним інститутом. Але найцікавіше в цьому проекті те, що *Renova* буде не просто вантажівкою, а сміттєвозом. Очікується, що перша вантажівка *Scania* з водневими паливними елементами буде введений в експлуатацію в кінці 2019 – початку 2020 року [46].

1.4 Сучасні склади та особливості їх роботи в системі дистрибуції товарів

Окрім транспорту, який безпосередньо виконує перевезення вантажів, важливе місце у ланцюгу роздрібної торгівлі займають склади, що дозволяють створювати певний запас та у випадку збою на виробництві певної продукції дають змогу ще деякий час продовжувати безперебійну торгівлю.

Згідно з [31], системи (підсистеми) зберігання та переробки в спеціалізованих логістичних комплексах і на промислових підприємствах можуть включати наступні типи складів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Види складів за різними ознаками

Ознака	Вид складу
Технічна організація	<ul style="list-style-type: none"> - закриті, в т.ч. бункери; силоси; закриті резервуари та ін. - напівзакриті (споруди, які мають навіс, одну, дві або три стіни або огорожі). Використовуються для зберігання будівельних матеріалів, пиломатеріалів, дрібносортового прокату чорних металів та ін. - відкриті в т.ч. естакади; відкриті бункери; майданчики
Товарна спеціалізація	<ul style="list-style-type: none"> - спеціалізовані - універсальні
Технологія переробки вантажів	<ul style="list-style-type: none"> - немеханізовані - механізовані - комплексно-механізовані - автоматизовані - автоматичні
Ємність	<ul style="list-style-type: none"> - малої місткості - середньої місткості - великої місткості
Призначення	<ul style="list-style-type: none"> - виробничі – склади сировини, комплектуючих, матеріалів, цехові, заводські склади готової продукції - транзитно-перевалочні – короточасне зберігання вантажів при перевантаженні їх з одного виду транспорту на інший - митні – зберігання товарів в очікуванні проходження митного кордону - дострокового завезення – склади в районах, доставка товарів в які можлива лише в певні періоди року. - сезонного зберігання – для товарів сезонного характеру - резервні – запаси на випадок надзвичайних обставин - оптово-розподільчі – забезпечують товаропровідні мережі - комерційні загального користування – обслуговують будь-яких власників товарів - роздрібні – склади торгових підприємств

Застосування складських будівель класів «А» – «D» враховує багато різних ознак, такі як висота, відстань між колонами тощо. Таку класифікацію використовують при пошуку та оцінці об'єктів складської нерухомості. Згідно з розробленою компанією «*Knight Frank*» класифікації [20], всі складські приміщення поділяються на такі класи: склади класу «А» – з подальшим поділом на підкласи «А+» та «А»; склади класу «В» – з подальшим поділом на підклас «В+» та «В» склади класів «С» та «D».

Просування матеріальних потоків є одним з найважливіших елементів процесу управління, тому необхідно відповідним чином планувати і організовувати систему просування матеріальних потоків від виробників до споживачів (кінцеві споживачі чи посередники). Процес організації просування матеріальних потоків включає наступні аспекти:

- визначення системи переміщення вантажів;
- вибір способів транспортування продукції;
- вибір місця зберігання і переробки продукції;
- введення системи управління запасами;
- встановлення процедури обробки заказів та ін..

При ефективній організації логістичного процесу кожен з цих аспектів планується і реалізується як невід'ємна частина збудованої, збалансованої по всім параметрам і саморегульованої загальної системи. Всі елементи цієї системи взаємопов'язані, тому нехтування будь-яким з них може призвести до серйозного збою в функціонуванні системи управління логістикою [30].

Автор [28] пропонує за допомогою імітаційної моделі вирішити завдання оптимізації роботи складу. Використовується приклад моделі, розроблений компанією «Accenture» та середовище *AnyLogic* для відтворення внутрішньої побудови складу та оптимізації роботи персоналу, обладнання та загальні витрати на складські операції. Такий спосіб в сучасній практиці є зручним та використовується досить часто.

Не менш важливими в процесі вдосконалення роботи складу є використання інноваційних технологій. Одним із прикладів є рукавиця *ProGlove*, яка полегшує роботу працівників логістичних центрів (складів). Запропонована концепція *ProGlove* в даний час реалізована практично всіма європейськими виробниками автомобілів і постачальниками автомобільних комплектуючих, включаючи *BMW*, *Mahle* і *Skoda*. В даний час система вже використовується клієнтами по всій Європі, а також тестується користувачами в США та Канаді.

Сканування штрих-коду грає важливу роль у виробничій та складській логістиці. У багатьох компаніях співробітники використовують цю технологію для підтвердження робочих завдань або етапів обробки документів.

В минулому для цих цілей використовувалися ручні сканери, які мають ряд суттєвих недоліків. Зокрема, ці прилади досить громіздкі, мають велику масу, обмежений час роботи через високе енергоспоживання і схильні до поломок. В результаті продуктивність працівників знижується.

Продукція *ProGlove* вирішує ці проблеми і забезпечує більшу ефективність, ергономічність, якість і надійність процесу. Інтелектуальна рукавиця *ProGlove Mark* замінює традиційний сканер з пістолетною рукояткою. Співробітникам більше не потрібно шукати сканер, а головне, їх руки завжди вільні. Це інтелектуальна робоча рукавиця, в яку вбудований сканер штрих-коду. Прикріпивши сканер до тильної сторони долоні, що носяться на тілі пристрої дозволяють виконувати сканування без допомоги рук. *ProGlove Mark* можна використовувати як для складних етапів на виробничій лінії, так і для комплектації дрібних деталей на складі. Функція сканування запускається тиском, який діє на спусковий гачок, поміщений в матеріал, з якого зроблена рукавичка. Співробітник отримує прямий зворотний зв'язок по окремих етапах процесу в аудіо, тактильній і візуальній формах. Все робиться досить швидко і без особливих зусиль [36].

Також варто відзначити, що компанія *DHL* почала впровадження окулярів доповненої реальності (*Smart Glasses*) для співробітників складів, які займаються комплектацією замовлень. Окуляри доповненої реальності показують комплектувальнику покрокові інструкції та необхідну інформацію про товар, зокрема, де знаходиться необхідна позиція в даний час, і в якій комірці візка її потрібно розмістити [36].

Такі методи вдосконалення складської роботи є досить актуальні, оскільки завдяки подібним інноваційним технологіям збільшується продуктивність праці працюючих на складах людей на 15%, при цьому можна спостерігати значне зниження кількості помилок.

1.5 Висновки до розділу

Як показав аналіз, в сучасних умовах сфера ритейлу є одним з найбільших та динамічних секторів економіки, з достатньо складною організацією логістики доставки товарів від виробника в пункти роздрібної торгівлі для збуту кінцевим споживачам.

В теперішній час в умовах ризиків, пов'язаних зі зміною усталених ланцюгів постачань та коливань споживацького попиту, що спричинені пандемією *COVID*, проблема оптимізації логістичної системи ритейлу з метою забезпечення стійкого функціонування мереж роздрібної торгівлі є достатньо актуальною. Вказана мета може бути досягнена шляхом вирішення наступних завдань:

- аналіз показників логістичного забезпечення ритейлу;
- дослідження раціональних параметрів розподільчого центру;
- дослідження системи управління запасами в умовах ризику;
- оптимізація процесу розвезення продукції від складу по пунктах роздрібної торгівлі.

2 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ РИТЕЙЛУ ТА ПОКАЗНИКІВ ЙОГО ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Аналіз показників роботи мереж роздрібної торгівлі України

Ритейлери є учасниками логістичного ланцюга, що виконують оптову закупівлю товарів та їх наступний збут в роздрібних точках торгівлі. Дистриб'ютори є посередниками між виробниками і торгівельними мережами. Як показав аналіз [35], послугами дистриб'юторів користується понад 75 % компаній-виробників, при цьому в більшості випадків клієнти віддають перевагу найбільш надійним та авторитетним компаніям зі збуту продукції.

Сучасні іноземні та вітчизняні дистриб'ютори володіють розвиненою логістичною інфраструктурою та забезпечують швидку і надійну доставку товарів до кінцевого споживача. Експерти *TradeMasterGroup* склали рейтинг кращих компаній, які займаються посередництвом на ринку швидкооборотних споживчих товарів (*fast moving consumer goods – FMCG*). За інформацією [35], у десятку кращих увійшли компанії які приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Компанії – лідери у сфері посередництва на ринку *FMCG*

№	Назва компанії	Продукція
1	<i>Teddis Ukraine</i>	табак
2	Миронівський хлібопродукт	м'ясо птиці
3	Джей Ті Інтернешнл Україна (<i>J.T.International</i>)	табак
4	Імперіал Тобако Юкрейн (<i>Imperial Tobacco Ukraine</i>)	табак
5	Проктор енд Гембл Україна (<i>P&G Ukraine</i>)	побутова хімія
6	<i>Philip Morris International</i>	табачні вироби
7	Баядера логістик	алкогольні напої та пиво
8	Українська дистрибуторська компанія	алкогольні напої та пиво
9	Савсерв (<i>SavServe</i>)	побутова хімія
10	Істерн Беверідж Трейдінг (<i>Eastern Beverage Trading</i>)	алкогольні напої та пиво

Серед традиційних каналів збуту дистрибутори виділяють такі типи торгових точок, як: *Cash and Carry*, супермаркети, великі магазини, середні магазини, міні-магазини, павільйони і кіоски, ринки [25].

На рисунку 2.1 показані найбільші за кількістю торгових точок торгівельні мережі України у сфері *FMCG* (*fast moving consumer goods – швидкооборотні споживачькі товари*).

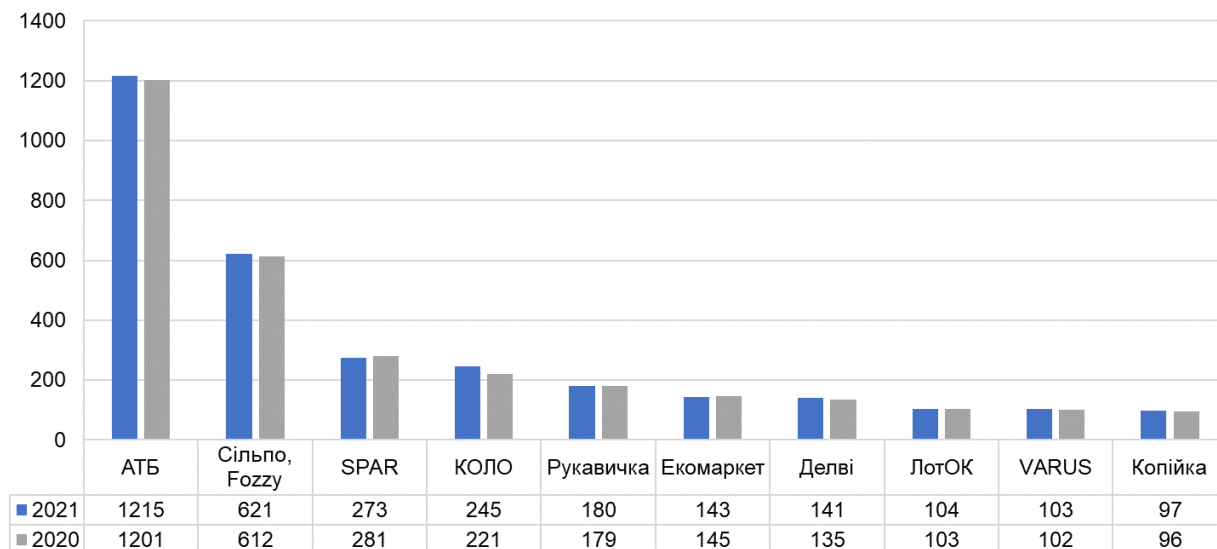


Рисунок 2.1 – Найбільші *FMCG* ритейлери

Як видно з рисунку, найпоширенішим видом торгової точки є супермаркет – великий магазин самообслуговування з переважно продовольчим асортиментом.

Однак слід зауважити, що в умовах пандемії, покупці все частіше обирають мінімаркети, що знаходяться в безпосередній близькості до місць проживання та характеризуються значно меншою кількістю покупців, що одночасно знаходяться в магазині. Лідерами цього є мережі КОЛО (продукти коло дому), Рукавичка та ЛотОК.

Ритейл є одним з найбільших секторів економіки України. Згідно даних [32] станом на жовтень 2021 р. оборот роздрібної торгівлі (ОРТ) склав 1158216,5 млн. грн. ОРТ за регіонами України представлений на рис. 2.2.

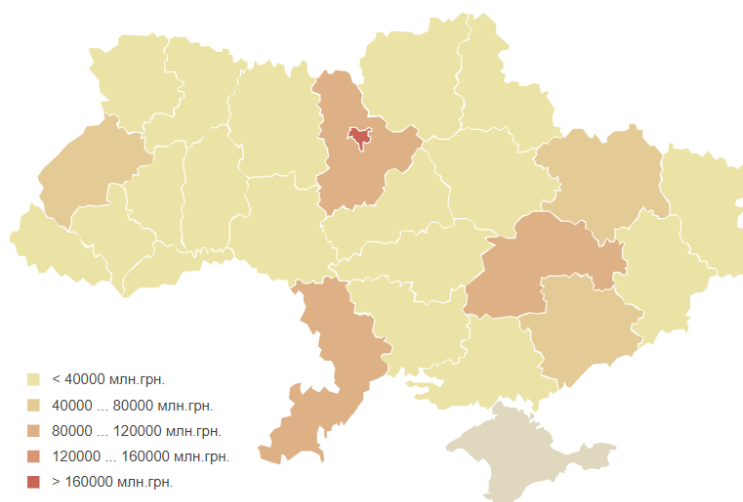


Рисунок 2.2 – Роздрібний товарообіг по регіонах України за 11 місяців 2021 р.

Як видно з рисунку, найбільший ОРТ має м. Київ, Київська, Дніпропетровська, Одеська, Харківська, Львівська та Запорізька області.

Динаміка зміни ОРТ згідно даних [13] за період 2013-2020 р. показана на рис. 2.3.

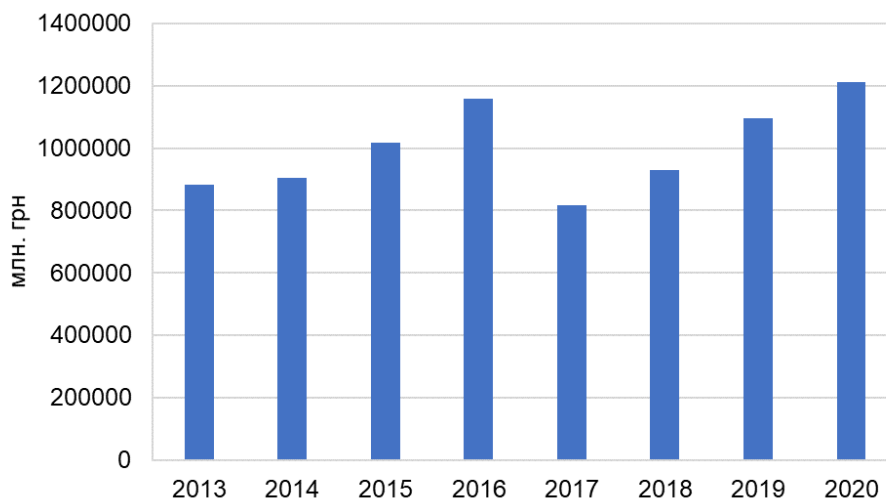


Рисунок 2.3 – Динаміка зміни обороту роздрібної торгівлі

Як видно з рис. 2.3, в 2017 р. спостерігається значне скорочення ОРТ. З вказаного періоду спостерігається поступове збільшення ОРТ, який у 2020 р. перевищив показники 2016 р. та досяг 1210750,3 млн. грн.

2.2 Аналіз ефективності логістичних процесів в Україні

У сфері логістики найбільш авторитетним світовим рейтингом являється «Індекс ефективності логістики» (*LPI*), який складається Всесвітнім банком через кожні 2 роки та являється інтегральною оцінкою показників функціонування ланцюгів постачання та роботи транспорту [42]. За вказаним рейтингом в 2018 р. Україна посіла серед 160 країн світу 66 місце з показником *LPI* 2,83 бали. При цьому на пострадянському просторі Україна стала третьою, поступившись Естонії (3,3 бали, 36 місце) та Литві (3,02 бали, 54 місце). Лідером в рейтингу є Німеччина з сумарним показником *LPI* 4,2 бали. Далі слідують Швеція, Бельгія, Австрія, Японія, Нідерланди, Сінгапур, Данія, Великобританія та Фінляндія. За ефективністю логістики США віднесено на 14 місце. Динаміка зміни індексу *LPI* України в період з 2007 по 2018 роки представлено на рис. 2.4.

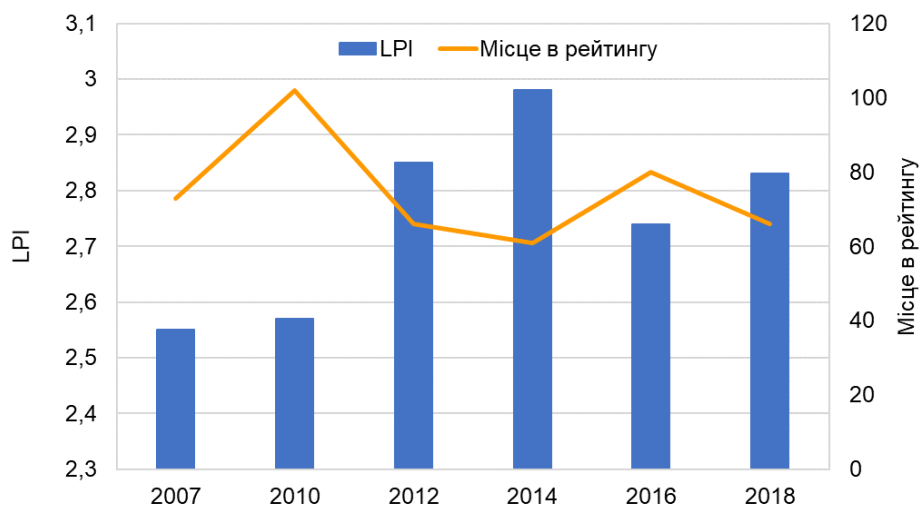


Рисунок 2.4 – Рейтинг ефективності логістики в Україні

За рейтингом оцінюються п'ять основних показників, що характеризують ефективність логістики: митні процедури, інфраструктура, міжнародне транспортування вантажів, логістична компетентність, відстеження вантажів, своєчасність доставки. Вказані показники для *LPI* України за роками представлені на рис. 2.5.

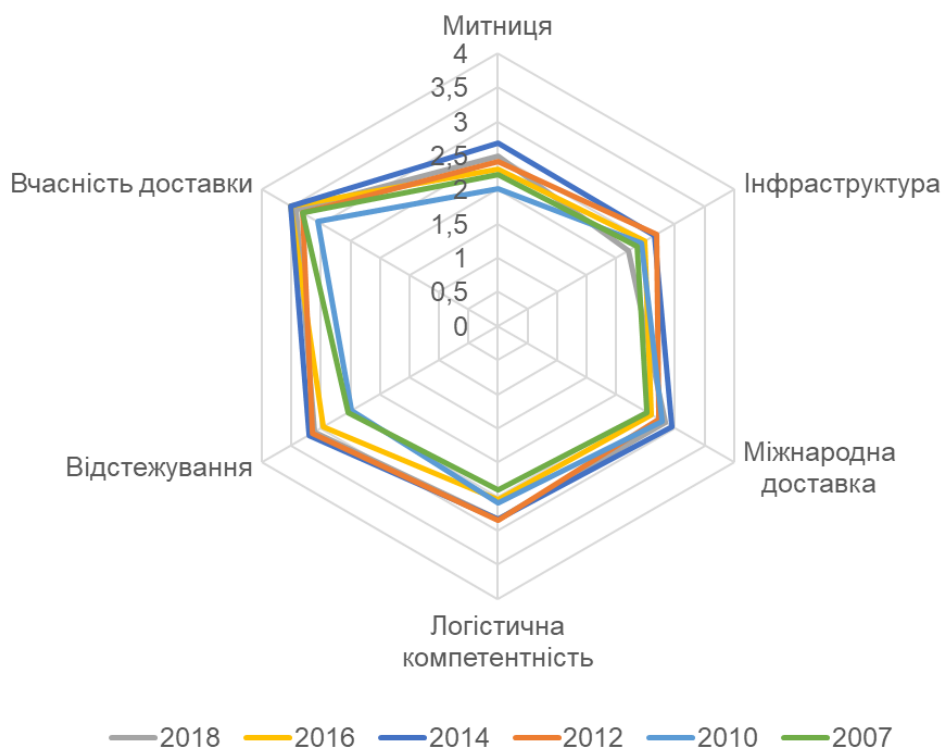


Рисунок 2.5 – Складові індексу *LPI* України

Як видно з рисунку, згідно міжнародного рейтингу проблемними елементами ланцюгів постачань в Україні є рівень прозорості роботи митниці та ступінь

розвитку інфраструктури. Обсяги капітальних інвестицій у сферу логістики та ступінь зношеності основних фондів за 2015-2020 рр. представлено на рис. 2.6.

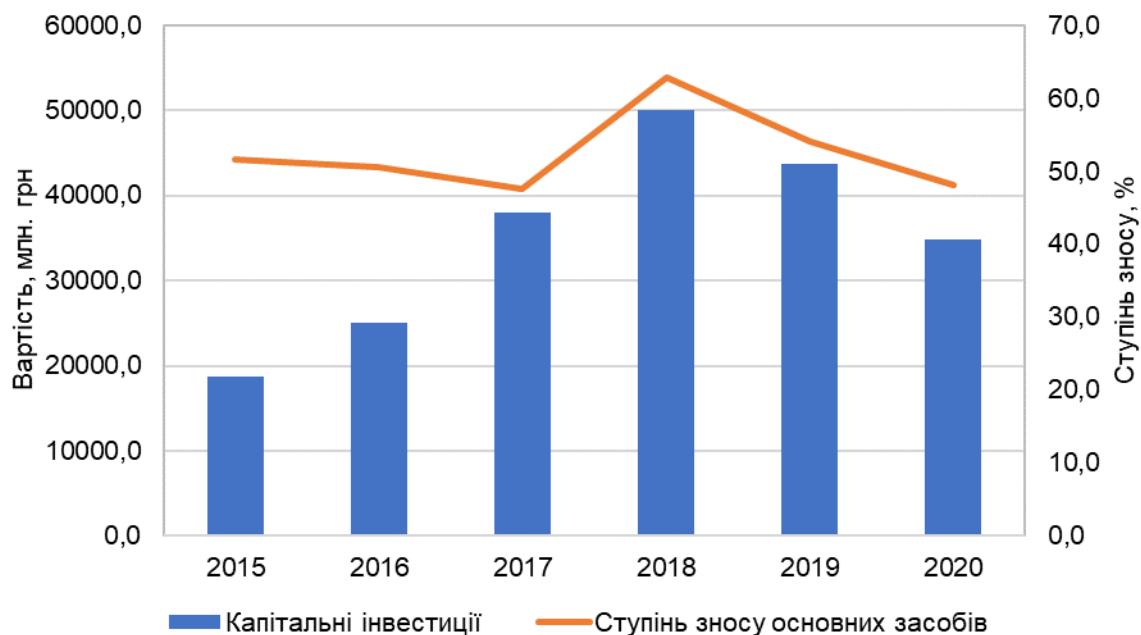


Рисунок 2.6 – Інвестиції та ступінь зношеності фондів у сфері логістики

Як видно з рисунку, логістична інфраструктура України потребує системних інвестицій з метою оновлення основних фондів.

2.3 Аналіз показників роботи автомобільного транспорту

В теперішній час переважна частина перевезень дрібнопартійних вантажів здійснюється автомобільним транспортом, що пояснюється, перш за все, високою його мобільністю. В Україні, згідно [13], у 2020 р. перевезено 1641 млн. т вантажів, з яких на автомобільний транспорт припадає понад 75% (див. рис. 2.7).

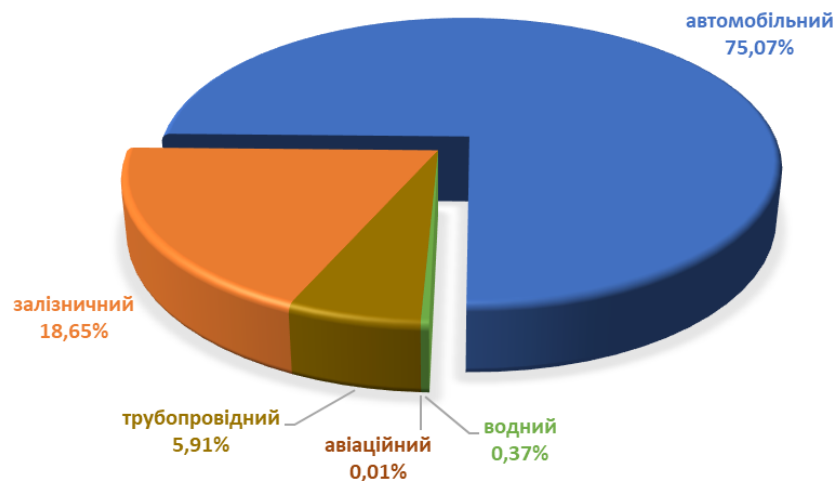


Рисунок 2.7 – Обсяги перевезення вантажів за видами транспорту

В цілому, на ринку комерційних перевезень в даний час здійснюють підприємницьку діяльність майже 56,2 тис. перевізників, які в своїй діяльності використовують понад 154 тис. транспортних засобів [13]. При цьому перевезеннями дрібнопартійних вантажів в межах міста займаються автотранспортні підприємства. Динаміка обсягів перевезення вантажів автотранспортними підприємствами за роками представлена на рис. 2.8.

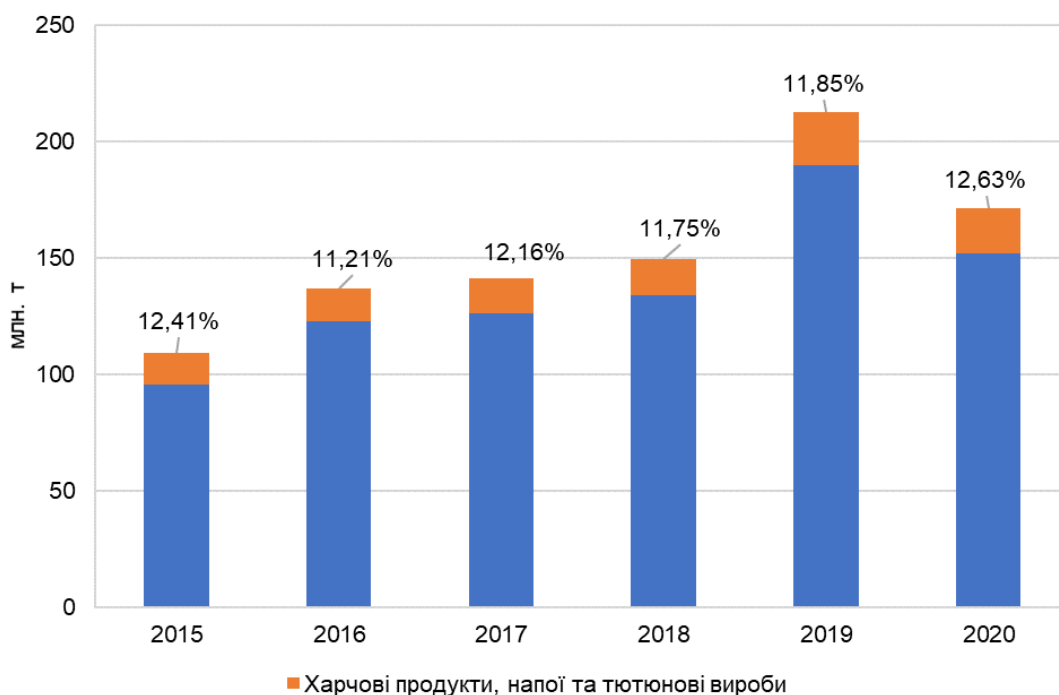


Рисунок 2.8 – Обсяги перевезень вантажів автотранспортними підприємствами

Як видно, автотранспортними підприємствами виконується значний обсяг роботи (понад 11% від загального обсягу перевезень) з доставки харчових продуктів. Таким чином, ефективність роботи автомобільного транспорту суттєво впливає на якість логістичного забезпечення ритейлу.

На якість логістичного забезпечення в значній мірі впливає стан парку транспортних засобів. Варто відмітити, що з 2018 р. спостерігається позитивна динаміка збільшення продажів нових комерційних автомобілів у країнах ЄС. Результати 2019 року показують, що попит на нові середні і важкі комерційні автомобілі вантажопідйомністю 3,5 т зріс на 21,6%. [38].

Одним з лідерів ритейлу є корпорація АТБ, яку обслуговує транспортно-експедиційна компанія «Транс Логістик». Парк даного оператора складається з

понад 700 вантажних автомобілів, з яких 95 % автомобілі марки *MAN* [48]. Динаміка зміни парку автомобілів та обсяг перевезень корпорації АТБ представлений на рис. 2.9.

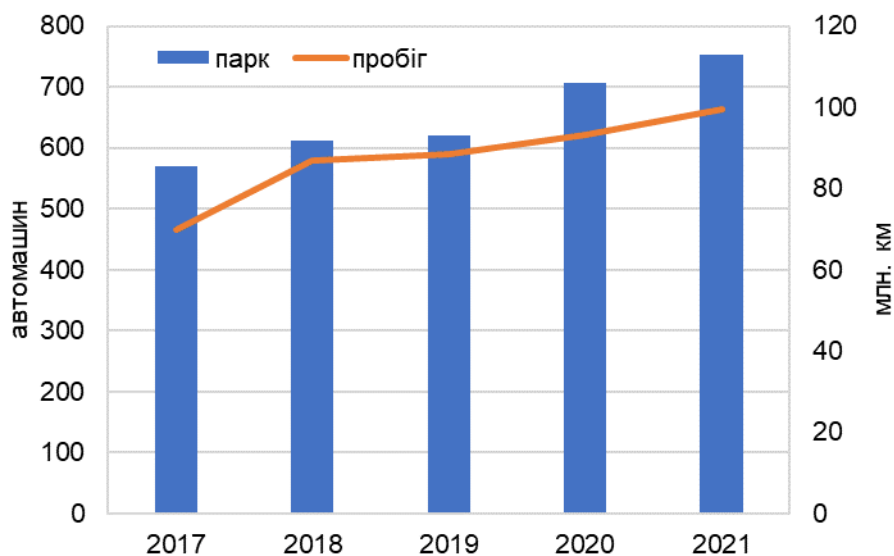


Рисунок 2.9 – Показники компанії «Транс Логістик» (АТБ)

Як видно, у основних учасників ринку ритейлу спостерігається тенденція до оновлення парку вантажних автомобілів.

2.4 Показники роботи провайдерів логістичних послуг та їх роль в системі ритейлу

Підприємства, що сприяють виконанню компанії-постачальником контрактів з продажу та постачання товарів одержувачам, отримали назву провайдери логістики. В свою чергу, провайдери логістичних послуг – це організації, що надають послуги з логістики або фізичної дистрибуції [5].

Аутсорсинг за останнє десятиріччя набув популярності та широкого застосування різними компаніями. Україна в 2017 р. потрапила до ТОП 25 найпривабливіших країн світу у сфері аутсорсингу [41]. На українському ринку основними компаніями в сфері комплексної логістики є: *УБК, Raben, Schenker, Kuehne&Nagel, Fiege, FM Logistics, Lux Logistics, Asstra*, «Комора-С», *ForDon*, «Максан», Нова Пошта та ін.

Лідери за обсягом власної та орендованої площі складських приміщень [29] в Україні представлені на рис. 2.10.

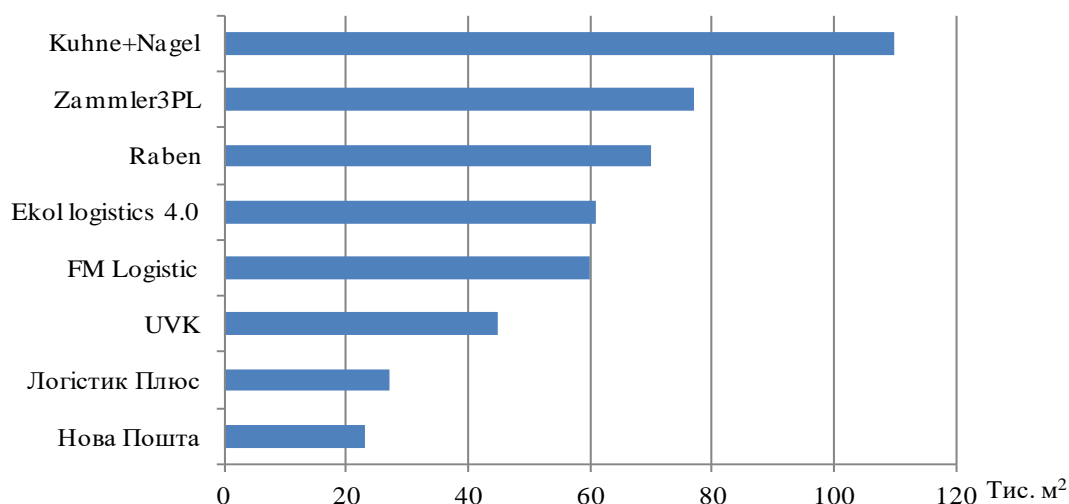


Рисунок 2.10 – Рейтинг логістичних провайдерів за обсягом складської площі

На рис. 2.11 зображена діаграма популярності послуг логістичного аутсорсингу в Україні. Послуга транспортування є затребуваною на українському ринку, і 94% компаній готові замовити перевезення вантажів як по території країни, так і в міжнародному сполученні в аутсорсера. Аналогічно, оренда транспортних засобів та складських приміщень на умовах аутсорсингу також користується великою популярністю, що ілюструється схвальними відповідями 57% і 65% спеціалістів з логістики компаній. Також популярною є послуга складування, яку обирали 38% українських компаній [41].

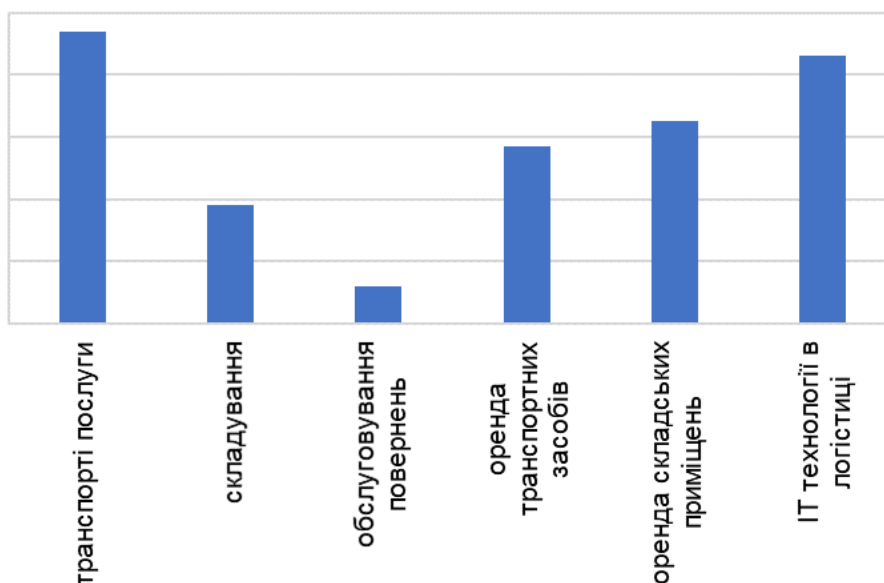


Рисунок 2.11 – Популярність послуг логістичного аутсорсингу в Україні

2.5 Висновки до розділу

Як показав аналіз даних, роздрібна торгівля є важливим сектором економіки, яка окрім виконання функції із забезпечення населення товарами, є одним з найбільших роботодавців. Ефективність роботи торгівлі безпосередньо залежить від якості логістичного забезпечення дистрибуції.

Автомобільний транспорт є основним видом транспорту, який використовується для логістичного обслуговування ритейлингових мереж. За офіційною статистичною інформацією по території України, обсяг перевезень вантажів за видами транспорту, які припадають на автомобільний перевищує 75 % від загального обсягу перевезень. При цьому, понад 11 % перевезень вантажів автотранспортними підприємствами припадає на доставку харчових продуктів.

В теперішній час використання послуг операторів (провайдерів) логістики дає компаніям-власникам товару ряд можливостей для скорочення витрат у ланцюгах постачань продукції до кінцевих споживачів. Наразі, значна частка ритейлерів користується послугами з перевезення та складування товарів на умовах аутсорсингу.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗПОДІЛЬЧОГО ЦЕНТРУ ТА ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ ЗБЕРІГАННЯ ВАНТАЖІВ

3.1 Логістичні процеси на складі

До числа основних операцій технологічного процесу вантажопереробки, що безпосередньо змінюють стан матеріального потоку, відносяться [44]:

1) всередині складу (складські технології):

- розвантаження і первинне приймання вантажу;
- приймання вантажу за кількістю (остаточне) і якістю;
- внутрішньоскладське транспортування;
- складування і зберігання;
- комплектація і відвантаження;

2) поза складом:

- транспортування і експедиція замовлень;
- збір і доставка порожньої тари.

Процес вантажопереробки на складі здійснюється в робочих зонах основного технологічного призначення (зонах приймання, зберігання, комплектації), а також на рампі та в експедиціях приймання та відвантаження (див. рисунок 3.1).

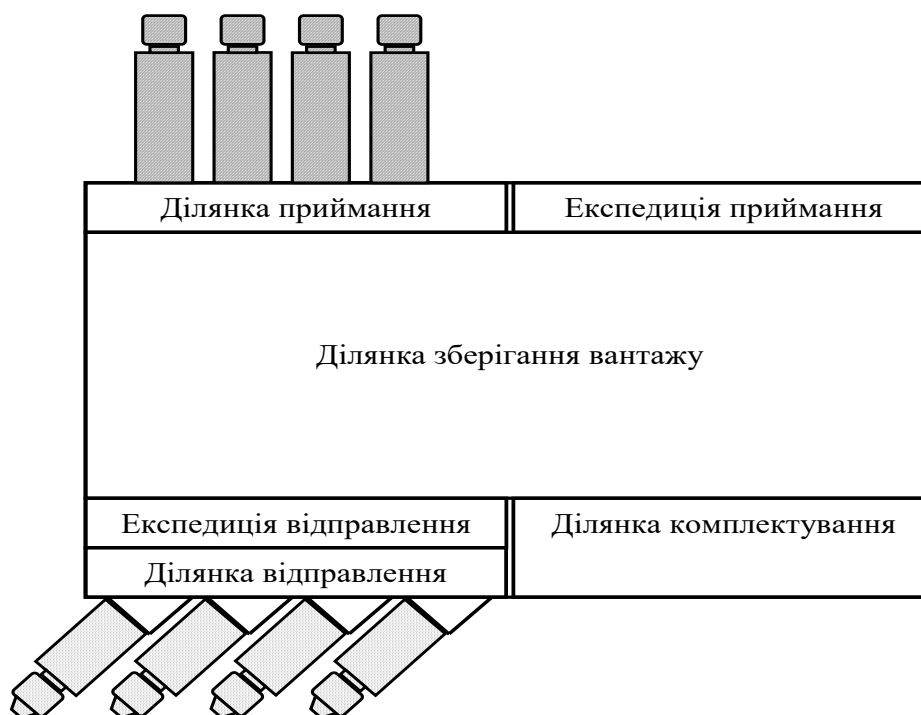


Рисунок 3.1 – Зони різного технологічного призначення

Найбільш тісний технічний і технологічний контакт складу з іншими учасниками логістичного процесу має місце при здійсненні операцій з вхідним і вихідним матеріальними потоками, тобто при виконанні так званих вантажно-розвантажувальних робіт. Ці операції визначаються наступним чином [17].

Розвантаження – логістична операція, яка полягає у звільненні транспортного засобу від вантажу. Навантаження – логістична операція, яка полягає в подачі, орієнтуванні і укладанні вантажу в транспортний засіб.

Наступною, істотною з точки зору сукупного логістичного процесу, операцією є приймання вантажів, що надійшли, за кількістю і за якістю. У процесі приймання відбувається звірка фактичних параметрів прибулого вантажу з даними товаросупровідних документів. Це дає можливість скорегувати інформаційний потік. Проведення приймання на всіх етапах руху матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача дозволяє постійно актуалізувати інформацію про його кількісний та якісний склад.

На складі прийнятий за кількістю і якістю вантаж переміщується в зону зберігання. Тарно-штучні вантажі можуть зберігатися в стелажах або в штабелях.

Наступна операція – відбір товарів з місць зберігання може здійснюватися двома основними способами: відбір цілого вантажного пакету, відбір частини пакета без зняття піддона.

У висотних складах тарно-штучних вантажів відбірник в спеціальному стеляжному підйомнику пересувається уздовж осередків стелажа, відбираючи необхідний товар. Такі склади називають статичними.

Інший варіант відбору реалізується в так званих висотних динамічних складах, тут стеляжний підйомник автоматично подається до осередку з необхідним вантажем. За допомогою телескопічного вилочного захоплення вантажний пакет виймається з місця зберігання і транспортується до робочого місця відбірника. Необхідна кількість вантажу відбирається, решта подається назад в місце зберігання. Максимальна висота статичних складів складає зазвичай 12 м. Довжина стеляжів вибирається довільно, але вважається оптимальним співвідношення 1:5. На динамічних складах висота стеляжів 16-24 м, довжина до 150 м.

3.2 Зберігання транспортних пакетів

Для забезпечення збереженості під час перевезення, зберігання та використання вантажів, використовуються матеріали, предмети та пристрої, що можна назвати загальною назвою – упаковка. Для перевезення продовольчих товарів використовується упаковка – коробка. Декілька таких коробок з вантажем формують, так звану, вантажну одиницю – це деяка кількість вантажів, котрі завантажують, транспортують та вивантажують, зберігають як єдину масу. В свою чергу, розрізняють наступні види вантажних одиниць: первинна вантажна одиниця (вантаж в транспортній тарі) та укрупнена вантажна одиниця. Останньою являється вантажний пакет, сформований на піддоні з первинних вантажних одиниць. В подальшому, при формуванні вантажних пакетів на піддонах використовують поняття базовий модуль. В залежності від кількості базових модулів, що вміщуються, розрізняють піддони: євро- та фінпалети. Загальний вигляд європалети наведений на рис. 3.2.

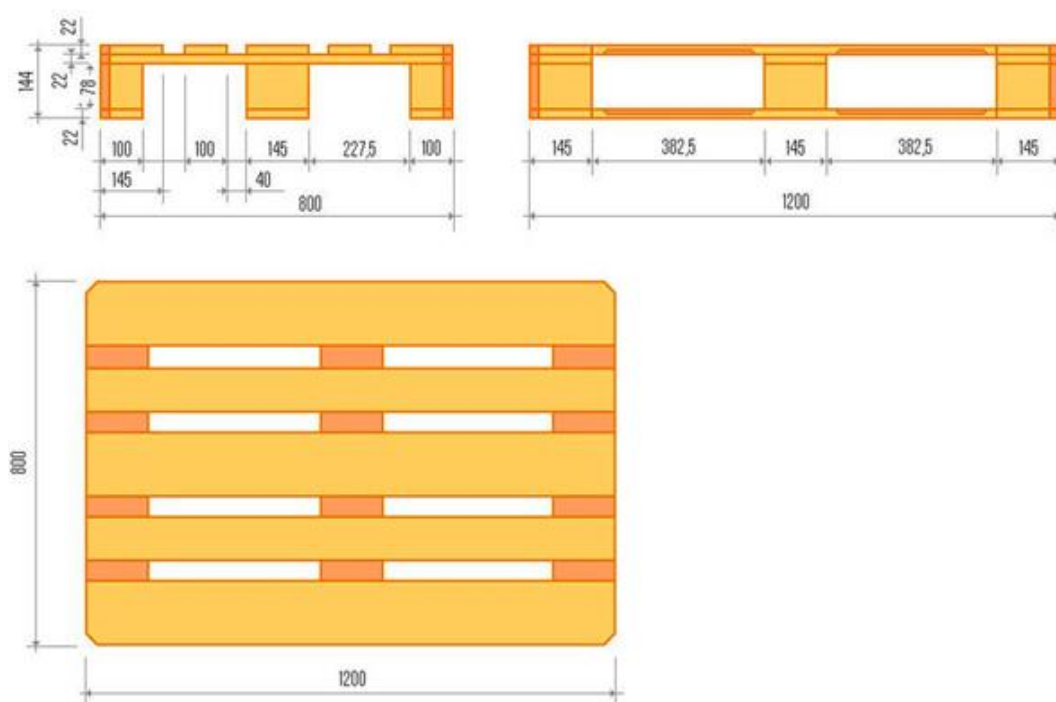


Рисунок 3.2 – Параметри європалети

На складі для зберігання укрупнених вантажних одиниць (пакети), вони розташовуються на здвоєних фронтальних стелажах палетного типу [17].

Поздовжня вісь піддона розміром 800×1200 мм може бути розміщена паралельно або перпендикулярно до осі стелажа. Розміщення осі піддона перпендикулярно до осі стелажа за відсутності ручного відбирання вантажу вважається найбільш ефективним. Глибина стелажа за такого розташування піддона визначається за схемою, яка наведена на рис. 3.3.

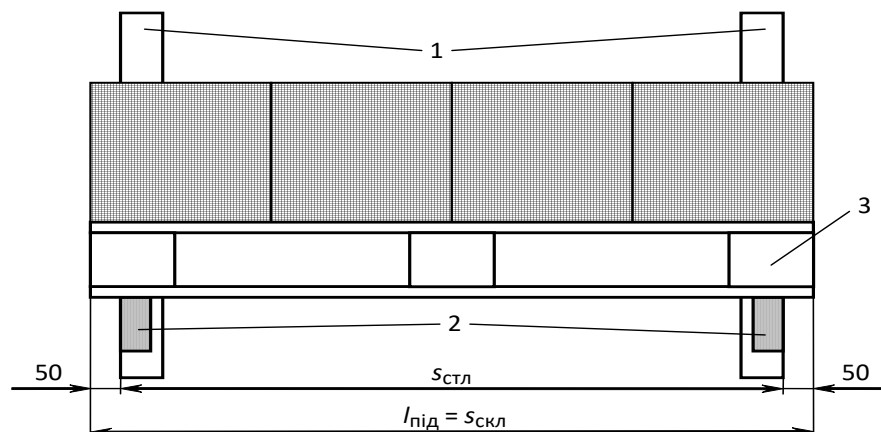


Рисунок 3.3 – Розташування піддона на стелажі:

1 – стійки рами; 2 – траверси; 3 – піддон; $s_{\text{скл}}$ – глибина складування

За розрахунковою схемою:

- глибина складування $s_{\text{скл}} = l_{\text{під}}$;

- глибина стелажа $s_{\text{стл}} = l_{\text{під}} - 100$.

Отже, $s_{\text{скл}} = 1200 \text{ мм}$, а $s_{\text{стл}} = 1200 - 100 = 1100 \text{ мм}$.

Вибір схеми розташування вантажів ґрунтується на даних про вагогабаритні характеристики вантажу у споживчій тарі та експертній оцінці потенційного стелажного обладнання [7]. При цьому, необхідно розрахувати за [17]:

- раціональну кількість одиниць вантажу у споживчій тарі в одному шарі для стандартних європіддонів, яка забезпечує максимальне використання площі піддону (коефіцієнт використання $f_{\text{в.п.}} \rightarrow 1$);

- раціональну кількість шарів на піддоні та висоту пакета за умови, що висота пакета не перевищить висоту ярусу стелажа;

- максимально можливий обсяг одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні.

Коефіцієнт використання площі піддону визначається з виразу

$$f_{\text{в.п.}} = \frac{\sum F_{\text{с.т.}}}{F_{\text{під}}} \quad (3.1)$$

де $\sum F_{\text{с.т.}}$ – загальна площа вантажу на піддоні в одному шарі, м^2 ;

$F_{\text{під}}$ – площа піддону, $F_{\text{під}} = 1,2 \cdot 0,8 = 0,96 \text{ м}^2$.

Висота пакета визначається за формулою

$$h_{\text{пак}} = h_{\text{під}} + n_{\text{ш}} h_{\text{с.т.}} \leq h_{\text{пак.мак}}, \quad (3.2)$$

де $h_{\text{під}}$ – висота піддона,

$n_{\text{ш}}$ – кількість шарів одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні;

$h_{\text{с.т.}}$ – висота одиниці вантажу у споживчій тарі, мм;

$h_{\text{пак.мак}}$ – максимальна висота пакета. $h_{\text{пак.мак}} = 1800 \text{ мм}$.

Маса брутто пакета повинна відповідати умові

$$q_{\text{пак}} = q_{\text{п.п.п.}} + q_{\text{с.т.}} n_{\text{с.т.ш}} n_{\text{ш}} \leq \min \{ q_{\text{під}}; q_{\text{нв}}; q_{\text{шт}} \}, \quad (3.3)$$

де $q_{\text{п.п.п.}}$ – маса піддона та пакувальної плівки, $q_{\text{п.п.п.}} = 25 \text{ кг}$;

$q_{\text{с.т.}}$ – масою брутто вантажу у споживчій тарі, кг;

$n_{\text{с.т.ш}}$ – раціональна кількість одиниць вантажу у споживчій тарі в одному шарі;

$q_{\text{нв}}$ – вантажопідйомність навантажувача, кг;

$q_{\text{шт}}$ – вантажопідйомність крана-штабелера, кг.

У випадку не виконання умови за формулою 3.3, то кількість шарів одиниць вантажу на піддоні необхідно зменшити.

Максимально можливий обсяг одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні визначається за формулою

$$n_{\text{під}} = n_{\text{с.т.ш}} n_{\text{ш.мак}}, \quad (3.4)$$

де $n_{\text{ш.мак}}$ – максимальна кількість шарів одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні.

Об'єм пакета визначається за формулою:

- якщо $\sum F_{\text{с.т.}} = F_{\text{під}}$

$$V_{\text{пак}} = F_{\text{під}} h_{\text{пак}}; \quad (3.5)$$

- якщо $\sum F_{\text{с.т.}} < F_{\text{під}}$

$$V_{\text{пак}} = V_{\text{під}} + \sum F_{\text{с.т.}} (h_{\text{пак}} - h_{\text{під}}), \quad (3.6)$$

де $V_{\text{під}}$ – об'єм піддона, $V_{\text{під}} \approx 0,14 \text{ м}^3$.

Коефіцієнт щільності вантажу визначається за формулою

$$k_{\text{щ.в.}} = \frac{1}{q_{\text{пак}} - q_{\text{п.п.п.}}}. \quad (3.7)$$

Розташування одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні в одному шарі може бути поздовжнім, поперечним і комбінованим, як показано на рис. 3.4. У разі перевезення пакетів автомобільним транспортом вихід вантажу за межі піддона не допускається.

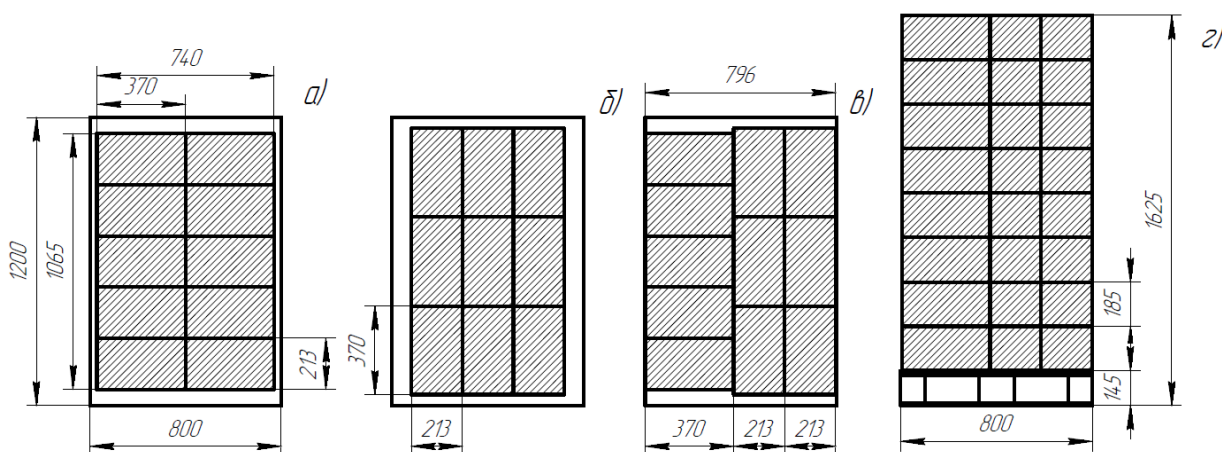


Рисунок 3.4 – Розташування одиниць вантажу 1 у споживчій тарі на піддоні:

а) поздовжнє; б) поперечне; в) комбіноване; г) розташування шарів на піддоні

Таблиця 3.1 – Параметри споживчої тари

№	Товар	Параметри споживчої тари			
		Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса бруто вантажу у споживчій тарі, кг
1	Чай пакетований	370	213	185	1,99

За поздовжньої схеми (рис. 3.4,а) на піддоні в одному шарі можна розташувати 10 одиниць вантажу у споживчій тарі. При цьому:

$$\sum F_{\text{с.т.}} = 0,37 \cdot 0,213 \cdot 10 = 0,79 \text{ м}^2; \quad f_{\text{в.п.}} = \frac{0,79}{0,96} = 0,82.$$

За поперечної схеми (рис. 3.4, б) на піддоні в одному шарі можна розташувати 9 одиниць вантажу у споживчій тарі. При цьому:

$$\Sigma F_{\text{с.т.}} = 0,37 \cdot 0,213 \cdot 9 = 0,71 \text{ м}^2; f_{\text{в.п.}} = \frac{0,71}{0,96} = 0,74.$$

За комбінованої схеми (рис. 3.4, в) на піддоні в одному шарі можна розташувати 11 одиниць вантажу у споживчій тарі. При цьому:

$$\Sigma F_{\text{с.т.}} = 0,37 \cdot 0,213 \cdot 11 = 0,87 \text{ м}^2; f_{\text{в.п.}} = \frac{0,87}{0,96} = 0,9.$$

Раціональним є комбіноване розташування одиниць вантажу у споживчій тарі в один шар на піддоні, за якого $n_{\text{с.т.ш}} = 11$ одиниць і $f_{\text{в.п.}} = 0,9$. Для даної схеми визначено кількість шарів на піддоні, висоту пакета, масу брутто пакета та максимально можливий обсяг одиниць вантажу у споживчій тарі на піддоні, які для виробника 1 наведено в табл.3.2. При цьому, приймається:

- для розвантаження та завантаження вантажів, переміщення між ділянками приймання вантажу та його зберігання, а також між ділянками зберігання вантажу, комплектування та відправлення використовуються електронавантажувачі Toyota 7FBH15 з $q_{\text{нв}} = 1500 \text{ кг}$;

- для переміщення вантажів ділянкою зберігання, розміщення для подальшого зберігання та їх відбору використовуються електричні мостові стелажні крани-штабелери із $q_{\text{шт}} = 3000 \text{ кг}$;

- для розміщення вантажів використовуються європіддони із $q_{\text{під}} = 2200 \text{ кг}$.

$$\text{Отже } \min\{q_{\text{під}}; q_{\text{нв}}; q_{\text{шт}}\} = \min\{2200; 1500; 3000\} = 1500 \text{ кг}.$$

Таким чином, обмежуючим чинником для визначення маси брутто пакета є вантажопідйомність навантажувача $q_{\text{нв}} = 1500 \text{ кг}$.

Таблиця 3.2 – Визначення параметрів пакета

Товар	$h_{\text{під}}, \text{мм}$	$h_{\text{с.т.}}, \text{мм}$	$n_{\text{ш}}, \text{шарів}$	$h_{\text{пак}}, \text{мм}$	$q_{\text{пак}}, \text{кг}$	$n_{\text{під}}, \text{одиниць}$	$V_{\text{пак}}, \text{м}^3$	$k_{\text{щ.в.}}$	$z_{\text{пм}}$
1	145	185	1	330	46,89	11	1,42	5,71	10
			2	515	68,78	22			
			3	700	90,67	33			
			4	885	112,56	44			
			5	1070	134,45	55			
			6	1255	156,34	66			
			7	1440	178,23	77			
			8	1625	200,12	88			
			9	1810	-	-			

За даними табл.3.2 умові (3.2) відповідає варіант укладання на піддоні вантажів у споживчій тарі у 8 шарів ($1625 < 1800$ мм). При цьому: маса брутто пакета $q_{\text{пак}} = 200,12 < 1500$ кг; максимально можливий обсяг вантажу у споживчій тарі на піддоні $n_{\text{під}} = 88$ одиниць.

Об'єм пакета за формулою (3.6)

$$V_{\text{пак}} = 0,14 + 0,86 \cdot (1,625 - 0,145) = 1,41 \text{ м}^3.$$

Коефіцієнт щільності вантажу

$$k_{\text{щ.в.}} = \frac{1}{0,2 - 0,025} = 5,71.$$

Оскільки $5,71 > 1$, то вантаж є «об'ємним».

Добова кількість укрупнених вантажних одиниць для перевезення вантажу i -ї позиції від відправника до споживача визначається за формулою

$$Z_{\text{доб.}i} = \frac{\Theta_{\text{доб.}i}}{n_{\text{під}}}, \quad (3.8)$$

де $\Theta_{\text{доб.}i}$ – добова кількість одиниць вантажу i -тої позиції у споживчій тарі, тис. одиниць.

Добові вантажопотоки складу прийнято згідно Додатку А та наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Добові вантажопотоки складу, одиниць вантажу у споживчій тарі

Товар	Магазин							Разом, од
№	1	2	3	4	5	6	7	
1	450	50	200	250	50	50	350	1300
2	300	50	100	50	450	150	400	1400
3	150	200	500	50	400	350	200	1850
4	50	450	50	400	100	250	250	1450
5	250	250	50	500	250	400	50	1700
Разом								7700

На адресу магазинів щодобово надходить 7700 одиниць товарів у споживчій тарі. Для подальших розрахунків значення $Z_{\text{доб}}$ округлюється до цілого в більшу сторону.

$$Z_{\text{доб.}i} = \frac{450}{88} = 5,11 \text{ одиниць. Приймаємо } Z_{\text{доб.}i} = 6 \text{ одиниць.}$$

Результати розрахунків для виробника 1 наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Визначення кількості укрупнених вантажних одиниць для перевезення вантажу від відправників до споживачів

Товар	Магазин							Разом
№	1	2	3	4	5	6	7	
1	6	1	3	3	1	1	4	19
2	5	1	2	1	8	3	7	27
3	4	5	12	2	10	9	5	47
4	2	11	2	10	3	6	6	40
5	5	5	1	10	5	8	1	35
Разом								168

3.3 Визначення раціонального розташування піддонів у кузові вантажного автомобіля

У кузові вантажного автомобіля або ж напівпричепі пакети в одному ярусі можуть розташовуватись за різними схемами, що суттєво впливає на можливу кількість місць розташування піддонів.

Пакети від виробників на склад та зі складу в магазини надходять у вантажних автомобілях ГАЗель НЕКСТ, технічні характеристики якого наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики вантажного автомобіля ГАЗель

Марка та модель	Показник					
	Вантажопідйомність, <i>т</i>	Корисний об'єм кузова, <i>м³</i>	Внутрішні параметри кузова, <i>м</i>			Кількість палетомісць, <i>од.</i>
			висота	ширина	довжина	
ГАЗель НЕКСТ	4	29,9	2,2	2,3	5,9	10

Схеми розташування пакетів «двійками» та «трійками» наведено на рис. 3.5.

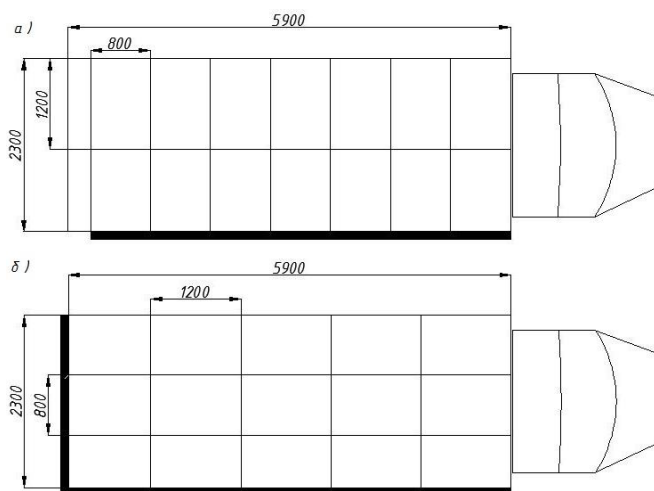


Рисунок 3.5 – Розташування піддонів у кузові автомобіля ГАЗель НЕКСТ:

а) «двійками»; б) «трійками»

Як видно з рисунку (чорна зона), габаритні розміри кузова автомобіля не дозволяють розмістити палети по ширині «двійками» та «трійками». Тому розроблена комбінована схема (див. рис. 3.6).

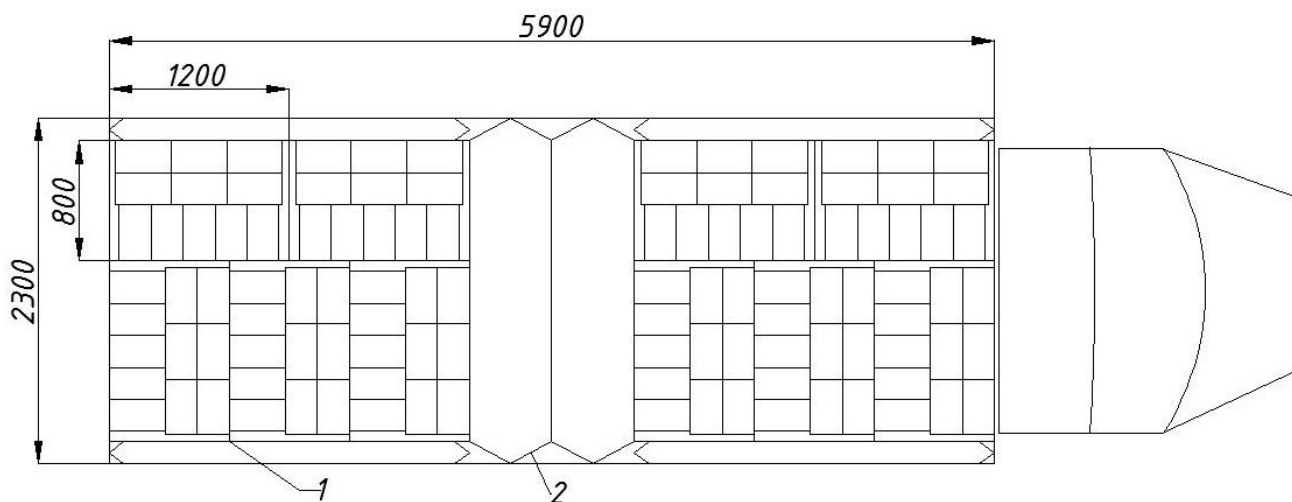


Рисунок 3.6 – Розташування піддонів за комбінованою схемою

1 – палета з вантажем; 2 – пневмооболонка

Як видно з рис. 3.6, у кузові автомобіля залишається порожнє місце через те, що існують обмеження за вантажопідйомністю. Допускати подібну ситуацію не варто, адже в такому випадку виникає ризик пошкодження вантажу. В такому випадку, для фіксації укрупнених вантажних одиниць, використовуються надувні пневмооболонки, які являють собою надувні пакети з полімерних матеріалів високої міцності.

Необхідна добова кількість вантажних автомобілів для завезення вантажів на склад або їх вивезення зі складу визначається за формулою

$$A_{\text{доб.}} = \left\lceil \frac{Z_{\text{доб.}} k_n}{W_{\text{доб.}} a_v} \right\rceil, \quad (3.9)$$

де k_n – коефіцієнт нерівномірності надходження вантажів на склад ($k_{n,n} = 1,25$) або відправлення вантажів зі складу ($k_{n,v} = 1,2$);

$W_{\text{доб.}}$ – добова продуктивність автомобіля, *пакетів/добу*;

a_v – коефіцієнт використання автомобілів ($a_v = 0,95$).

Добова продуктивність для автопоїзда або вантажного автомобіля кожної марки визначається за формулою

$$W_{\text{доб}} = z_{\text{пм}} n_{\text{і}}, \quad (3.10)$$

де $z_{\text{пм}}$ – кількість палето-місць у напівпричепі або кузові автомобіля кожної марки, *шт.*;

$n_{\text{і}}$ – кількість їздок, що виконуються автомобілем протягом доби, яка визначається за формулою

$$n_{\text{і}} = \left\lfloor \frac{v_{\text{е}} T_{\text{н}}}{2l_{\text{в.і}}} \right\rfloor, \quad (3.11)$$

де $v_{\text{е}}$ – експлуатаційна швидкість автопоїзда або автомобіля, *км/год*;

$T_{\text{н}}$ – тривалість перебування автопоїзда або автомобіля в наряді, *год.*;

$l_{\text{в.і}}$ – середній пробіг автомобіля з вантажем за їздку, *км*.

При цьому повинна виконуватися умова

$$q_{\text{пак.і}} z_{\text{пм}} \leq Q_{\text{а}}, \quad (3.12)$$

де $Q_{\text{а}}$ – вантажопідйомність автомобіля, *кг*.

У разі невиконання умови (3.12) фактична кількість палето-місць у кузові автомобіля визначається за формулою

$$z'_{\text{пм}} = \left\lfloor \frac{Q_{\text{а}}}{q_{\text{пак.і}}} \right\rfloor, \quad (3.13)$$

Склад протягом доби працює в одну зміну, тобто всі розрахунки для добового періоду є розрахунками для 1 зміни.

У роботі, для автомобіля з 1 товаром для вивезення вантажу зі складу:

$z_{\text{пм.1}} = 10$ палето-місць; $Q_{\text{а}} = 4 \text{ т}$ (див. табл. 3.5); $v_{\text{е.1}} = 25 \text{ км/год}$; $T_{\text{н.1}} = 8 \text{ год}$;
 $l_{\text{в.і.1}} = 12,5 \text{ км}$; $a_{\text{в.1}} = 0,95$ (згідно завдання).

Загальна маса бруто пакетів у напівпричепі $200,12 \cdot 10 = 2001,2 \text{ кг} < 4000 \text{ кг}$, тобто умова (3.12) виконується;

- кількість їздок, які виконуються автомобілем

$$n_1 = \frac{25 \cdot 8}{2 \cdot 12,5} = 8 \text{ їздок};$$

- добова продуктивність автомобіля

$$W_{\text{доб}} = 10 \cdot 8 = 80 \text{ пакетів / добу}.$$

При $Z_{\text{доб.н.1}} = 19 \text{ пакетів}$ (див. табл. 3.4) і $k_{\text{н.в}} = 1,2$ необхідна добова кількість автопоїздів для вивезення вантажів зі складу становить

$$A_{\text{доб}} = \frac{19 \cdot 1,25}{80 \cdot 0,95} = 0,313. \text{ Прийнято } A_{\text{доб}} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Для всіх товарів результати розрахунку необхідної кількості автомобілів для вивезення вантажів зі складу наведено в табл. 3.6.

У разі повного використання можливої кількості палето-місць у кузові вантажного автомобіля додатковими показниками ефективності використання рухомого складу автотранспорту є:

- коефіцієнти використання об'єму автотранспортного засобу

$$v_a = \frac{z_{\text{пм}} V_{\text{пак}}}{V_a}; \quad (3.14)$$

- коефіцієнти використання вантажопідйомності автотранспортного засобу

$$q_a = \frac{z_{\text{пм}} q_{\text{пак}}}{Q_a}, \quad (3.15)$$

де V_a – корисний об'єм кузова, м^3 .

У роботі для автомобілів з товаром 1 під час вивезення вантажу зі складу беруться наступні значення: $q_{\text{пак}} = 200,12 \text{ кг}$, $V_{\text{пак}} = 1,42 \text{ м}^3$ (див. п. 3.3); $Q_a = 4000 \text{ кг}$, $V_a = 29,9 \text{ м}^3$ (див. табл. 3.5); $z_{\text{пм}} = 10 \text{ палето-місць}$ (див. табл. В. 1).

Для виробника 1:

- коефіцієнти використання об'єму автотранспортного засобу

$$v_a = \frac{10 \cdot 1,42}{29,9} = 0,475;$$

- коефіцієнти використання вантажопідйомності автотранспортного засобу

$$q_a = \frac{10 \cdot 200,12}{4000} = 0,5.$$

Таким чином, слід розглядати питання щодо підвищення ефективності використання рухомого складу.

Для всіх видів товарів розрахунок показників ефективності використання автомобілів наведено в табл.3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок необхідної кількості автомобілів для вивезення вантажів зі складу

Товар	$z_{\text{пм}}, \text{од.}$	n_i	$W_{\text{доб.}}, \text{пакетів/добу}$	$A_{\text{доб.}}, \text{авто/добу}$	$V_{\text{пак}}, \text{м}^3$	$q_{\text{пак}}, \text{кг}$	v_a	q_a
1	10	8	80	1	1,42	200,12	0,475	0,5
2	7		56	1	1,29	543,49	0,302	0,951
3	8		64	1	1,34	445,00	0,358	0,89
4	7		56	1	1,38	555,46	0,323	0,972
5	8		64	1	1,26	476,50	0,337	0,953

За даними табл. 3.6, для вивезення зі складу кожного товару достатньо одного вантажного автомобіля на добу, тобто загальна кількість автомобілів становить $A_{\text{доб.}} = 5 \text{ авто/добу}$.

3.4 Розрахунок параметрів зон складу

В загальному вигляді розрахунок складської площі виконують за формулою

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{ван}} + F_{\text{доп}} + F_{\text{пр}} + F_{\text{від}} + F_{\text{к}} + F_{\text{пе}} + F_{\text{ве}}, \quad (3.16)$$

де $F_{\text{ван}}$ – площа ділянки зберігання вантажу;

$F_{\text{доп}}$ – допоміжна площа, яка зайнята проїздами та проходами;

$F_{\text{пр}}, F_{\text{від}}$ – відповідно площа ділянки приймання та відправлення вантажу;

$F_{\text{к}}$ – площа ділянки комплектування;

$F_{\text{пе}}, F_{\text{ве}}$ – відповідно площа експедиції приймання та відправлення

вантажу.

Основним елементом складу є ділянка зберігання вантажу, площа якої визначається за формулою

$$F_{\text{ван}} = \sum_{i=1}^{\varepsilon} F_{\text{ван.}i}, \quad (3.17)$$

де ε – кількість позицій вантажу;

$F_{\text{ван.}i}$ – площа ділянки для зберігання вантажу i -тої позиції, м^2 , яка визначається за формулою

$$F_{\text{ван.}i} = L_{\text{сек.}i} b_{\text{стл}} 10^{-3}, \quad (3.18)$$

де $L_{\text{сек.}i}$ – довжина секції для зберігання вантажу i -тої позиції, м ;

$b_{\text{стл}}$ – ширина стелажа, мм , яка згідно визначається за формулою

$$b_{\text{стл}} = l_{\text{під}} + 0,5b_{\text{м.п.}}, \quad (3.19)$$

де $b_{\text{м.п.}}$ – відстань між пакетами, $b_{\text{м.п.}} = 100 \text{ мм}$.

Довжина секції для зберігання вантажу i -тої позиції визначається за формулою

$$L_{\text{сек.}i} = (n_{\text{стл.}i} l_{\text{стл.}i} + b_{\text{с.р.}}) \cdot 10^{-3}, \quad (3.20)$$

де $n_{\text{стл.}i}$ – кількість стелажів для зберігання вантажу i -тої позиції;

$b_{\text{с.р.}}$ – ширина стійки рами, $b_{\text{с.р.}} = 90 \text{ мм}$;

$l_{\text{стл.}i}$ – довжина стелажа для зберігання вантажу i -ї позиції, мм , яка визначається за формулою

$$l_{\text{стл.}i} = Z_{\text{пак.я.}i} b_{\text{під}} + (Z_{\text{пак.я.}i} + 1) b_{\text{т.з.}} + b_{\text{с.р.}} \rightarrow l_{\text{стл.мак}}, \quad (3.21)$$

де $Z_{\text{пак.я.}i}$ – кількість пакетів із вантажем i -тої позиції в одному ярусі стелажа;

$b_{\text{т.з.}}$ – технологічний зазор між пакетами, $b_{\text{т.з.}} = 75 \text{ мм}$;

$l_{\text{стл.мак}}$ – максимальна довжина стелажа, $l_{\text{стл.мак}} = 4000 \text{ мм}$.

Сумарна маса пакетів, які розташовані в одному ярусі стелажа для зберігання вантажу i -тої позиції, визначається за формулою

$$q_{\text{пак.я.}i} = Z_{\text{пак.я.}i} q_{\text{пак.}i} \leq q_{\text{я}}, \quad (3.22)$$

де $q_{\text{я}}$ – максимальне навантаження на ярус, $q_{\text{я}} = 5500 \text{ кг}$.

У разі невиконання умови (3.22) слід зменшити кількість пакетів, які розташовані в одному ярусі стелажа та, відповідно, його довжину.

Висота ярусу стелажа для зберігання вантажу i -тої позиції визначається за формулою

$$h_{я.i} = h_{пак.i} + h_{п.т.}, \quad (3.23)$$

де $h_{п.т.}$ – відстань від верхньої кромки пакету до нижньої кромки траверси, $h_{п.т.} = 100$ мм.

Висота ярусу стелажа повинна бути кратною шагу зміни відстані між ярусами, який визначається конструкцією стелажа, дорівнює 50 мм.

Висота стелажа для зберігання вантажу i -тої позиції визначається за формулою

$$h_{стл.i} = (n_{я.i} - 1)(h_{я.i} + h_{тр}) + h_{пак.i} \rightarrow h_{стл.маx}, \quad (3.24)$$

де $n_{я.i}$ – кількість ярусів у стелажі для зберігання вантажу i -тої позиції;

$h_{тр}$ – висота траверси, $h_{тр} = 110$ мм;

$h_{стл.маx}$ – максимальна висота складування на стелажі, $h_{стл.маx} = 6000$ мм.

Сумарна маса пакетів, які розташовані на стелажі для зберігання вантажу i -тої позиції, визначається за формулою

$$q_{пак.стл.i} = n_{я.i} q_{пак.я.i} \leq q_{стл}, \quad (3.25)$$

де $q_{стл}$ – максимальне навантаження на стелаж, $q_{стл} = 22000$ кг.

У разі невиконання умови (3.25) слід зменшити кількість пакетів, які розташовані у верхньому ярусі стелажа, або кількість ярусів.

Кількість пакетів із вантажем i -тої позиції, яку можна розмістити на одному стелажі, визначається за формулою

$$Z_{пак.стл.i} = n_{я.i} Z_{пак.я.i}. \quad (3.26)$$

Отже, кількість стелажів для зберігання вантажу i -тої позиції можна визначити за формулою

$$n_{стл.i} = \frac{Z_{доб.н.i} k_{нз} T_{об.i}}{Z_{пак.стл.i}}, \quad (3.27)$$

де $Z_{\text{доб.н.}i}$ – добова кількість пакетів, які надходять із вантажем i -тої позиції;

$k_{\text{нз}}$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу, $k_{\text{нз}} = 1,25$ за [40];

$T_{\text{об.}i}$ – планова тривалість обігу запасів вантажу i -тої позиції, *дiб*.

Отримане за формулою (3.27) значення округлюється до цілого за правилами математики.

Від виробника 1 на склад надходить пакетами вантаж 1. При цьому: $q_{\text{пак.1}} = 200,12$ кг, $h_{\text{пак.1}} = 1625$ мм (див. табл.3.2); $Z_{\text{доб.н.1}} = 19$ пакет (див. табл.3.4); $T_{\text{об.1}} = 5$ дiб (згідно завдання).

Ширина стелажа

$$b_{\text{стл}} = 1200 + 0,5 \cdot 100 = 1250 \text{ мм.}$$

За $l_{\text{стл.мак}} = 4000$ мм і розміщенні осі піддона перпендикулярно до осі стелажа в одному ярусі можна розташувати $Z_{\text{пак.я.1}} = 4$ пакети (рисунок 3.7).

Отже, довжина стелажа для зберігання вантажу 1 (див. рис.3.7)

$$l_{\text{стл.1}} = 4 \cdot 800 + (4 + 1) \cdot 75 + 90 = 3665 \text{ мм.}$$

Сумарна маса пакетів, які розташовані в одному ярусі стелажа для зберігання вантажу 1

$$q_{\text{пак.я.1}} = 4 \cdot 200,12 = 800,48 \text{ кг.}$$

Оскільки $800,48 < 5500$, то умова (3.22) виконується.

Висота ярусу стелажа для зберігання вантажу 1

$$h_{\text{я.1}} = 1625 + 100 = 1725 \text{ мм.}$$

Отримане значення не є кратним 50 мм, тому прийнято $h_{\text{я.1}} = 1750$ мм.

Висота стелажа для зберігання вантажу 1 рівна значенню $n_{\text{я.1}} = 3$ яруси

$$h_{\text{стл.1}} = (3 - 1) \cdot (1750 + 110) + 1625 = 5345 \text{ мм.}$$

Сумарна маса пакетів, які розташовані на стелажі для зберігання вантажу 1

$$q_{\text{пак.стл.1}} = 3 \cdot 800,48 = 2401,44 \text{ кг.}$$

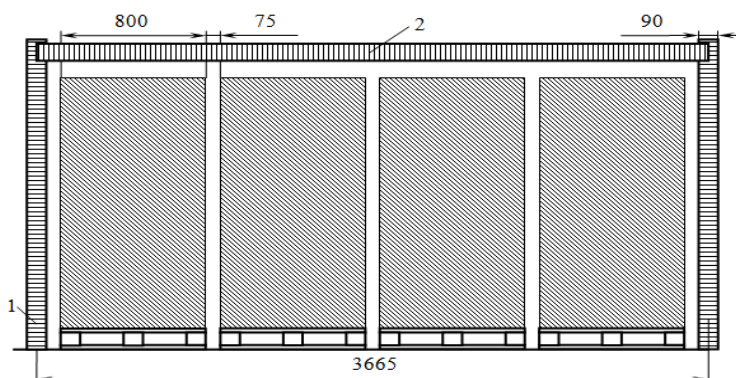


Рисунок 3.7 – Схема розташування піддонів в одному ярусі стелажа (вантаж 1):

1 – стійка рами; 2 – траверса

Оскільки $2401,44 < 22000 \text{ кг}$, то умова (3.25) виконується.

На одному стелажі для зберігання вантажу 1 можна розмістити

$$Z_{\text{пак.стл.1}} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ пакетів.}$$

Отже, для зберігання вантажу 1 необхідно

$$n_{\text{стл.1}} = \frac{19 \cdot 1,25 \cdot 5}{12} = 9,89 \text{ стелажів. Прийнято } n_{\text{стл.1}} = 10 \text{ стелажів.}$$

Довжина секції для зберігання вантажу 1 становить

$$L_{\text{сек.1}} = (10 \cdot 3665 + 90) \cdot 10^{-3} = 36,74 \text{ м.}$$

Площа ділянки для зберігання вантажу 1 становить

$$F_{\text{ван.1}} = 36,74 \cdot 1250 \cdot 10^{-3} = 45,925 \text{ м}^2.$$

Допоміжна площа складу орієнтовно може бути визначена як [40]

$$F_{\text{доп.i}} = 0,9 F_{\text{ван.i}}, \quad (3.28)$$

Загальна площа, яка зайнята проїздами та проходами, визначається як

$$F_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^{\varepsilon} F_{\text{доп.i}}, \quad (3.29)$$

Ширина робочого проходу $b_{\text{рп}}$ залежить від параметрів наявної техніки. У разі використання кранів-штабелерів, як показано на рис. 3.8,а, мінімальні робочі проходи приймають від 1600 мм, а при використанні механізмів, які за своїми конструктивними особливостями при обробленні вантажів повинні стати фронтом до стелажа, як показано на рис. 3.8,б, або штабеля, ширина робочого проходу приймається 3000 мм.

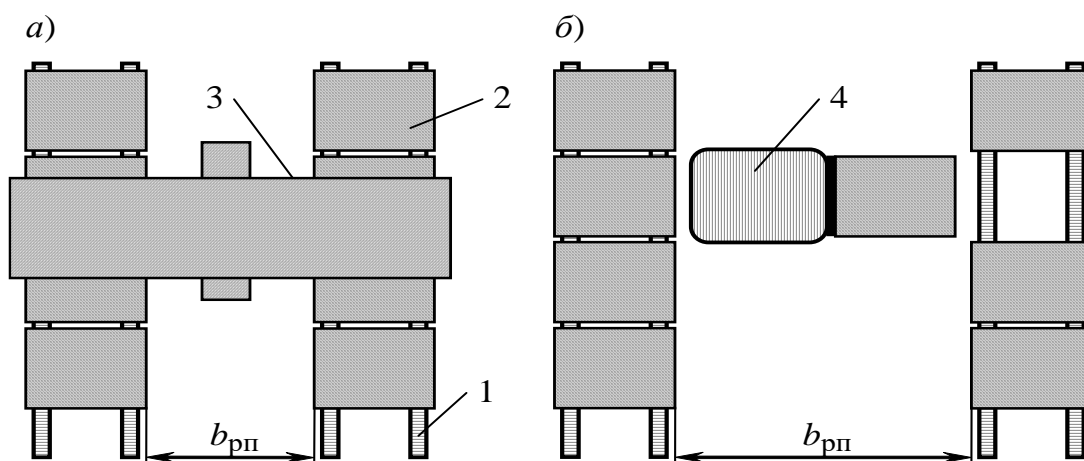


Рисунок 3.8 – Розрахункова схема для визначення ширини робочого проходу у разі використання: а) крана-штабелера; б) електронавантажувача;
1 – траверса; 2 – пакет; 3 – кран-штабелер; 4 – електронавантажувач

Суттєвий вплив на розмір допоміжної площадки має сітка колон складу. Колони не повинні знаходитись в міжстелажних проходах, де вони створюють перешкоду руху напільного транспорту. Тому при розміщенні штабелів або стелажів необхідно: не допускати встановлення колон у проїздах; витримувати мінімальну ширину проїздів. Одночасне виконання цих умов складніше, чим менша сітка колон, мінімальною з яких є 6×6 м.

Для вантажу 1 $F_{\text{ван.1}} = 45,925 \text{ м}^2$. Отже $F_{\text{доп.1}} = 0,9 \cdot 45,925 = 41,332 \text{ м}^2$.

Розрахунки площі зберігання вантажу та додаткової площі складу наведені у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок площі зберігання вантажу та додаткової площі

$h_{\text{пак.}i}$, м	$q_{\text{пак.}i}$, кг	$Z_{\text{доб.}i}$, од.	$q_{\text{пак.я.}i}$, кг	$h_{\text{я.}i}$, м	$h_{\text{я.}i}^{\text{пр}}$, м	$h_{\text{стл.}i}$, м	$q_{\text{пак.стл.}i}$, кг	$Z_{\text{пак.стл.}}$, од.	$n_{\text{стл.}i}$, од.	$L_{\text{сек.}i}$, м	$F_{\text{ван.}}$, м^2	$F_{\text{доп.}}$, м^2
1625	200,12	19	800,48	1725	1750	5345	2401,44	12	10	36,74	45,93	41,34
1675	543,49	27	2173,96	1775	1800	5495	6521,88	12	15	55,065	68,83	61,95
1685	445	47	1780	1785	1800	5505	5340	12	25	91,715	114,64	103,2
1720	555,46	40	2221,84	1820	1850	5640	6665,52	12	21	77,055	96,32	86,7
1695	476,5	35	1906	1795	1800	5515	5718	12	19	69,725	87,2	78,5
Разом											412,92	371,69

За табл. 3.7 загальна площа ділянки для зберігання вантажів становить $F_{\text{ван.}} = 412,92 \text{ м}^2$ та площа, яка зайнята проїздами та проходами, становить $F_{\text{доп.}} = 371,69 \text{ м}^2$.

На ділянці приймання вантаж зберігається у штабелях, висота складування – 2 яруси. Площа ділянки приймання вантажу визначається за формулою

$$F_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^{\varepsilon} F_{\text{пр.}i}, \quad (3.30)$$

де $F_{\text{пр.}i}$ – площа ділянки приймання вантажу i -тої позиції, м^2 , яка визначається за формулою

$$F_{\text{пр.}i} = \frac{Z_{\text{доб.н.}i} q_{\text{пак.}i} k_{\text{н.н}} t_{\text{пр.}i}}{\rho_i}, \quad (3.31)$$

де $k_{\text{н.н}}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження вантажів на склад $k_{\text{н.н}} = 1,25$;
 $t_{\text{пр.}i}$ – кількість днів знаходження вантажу i -ї позиції на ділянці приймання;
 ρ_i – питома навантаження на 1 м^2 на ділянках приймання, $\text{т} / \text{м}^2$, яке визначається за формулою

$$\rho_i = h_{\text{укл.}i} \cdot \gamma_i, \quad (3.32)$$

де $h_{\text{укл.}i}$ – висота укладки вантажу i -тої позиції в штабель, м ;

γ_i – об'ємна маса вантажу i -ї позиції, $\text{т} / \text{м}^3$, яка визначається як

$$\gamma_i = \frac{q_{\text{пак.}i}}{V_{\text{пак.}i}}. \quad (3.33)$$

Висота укладки вантажу i -ї позиції в штабель визначається за формулою

$$h_{\text{укл.}i} = n_{\text{я.ш}} h_{\text{пак.}i}, \quad (3.34)$$

де $n_{\text{я.ш}}$ – кількість ярусів у штабелі.

Кількість пакетів, яку можна розташувати на площі $F_{\text{пр.}i}$ в одному ярусі штабелю, визначається за формулою

$$Z_{\text{я.}i} = \frac{F_{\text{пр.}i}}{F_{\text{під}}}, \quad (3.35)$$

а кількість пакетів, яку можна розташувати в штабелі

$$Z_{\text{ш.}i} = n_{\text{я.ш}} Z_{\text{я.ш.}i}, \quad (3.36)$$

Отримане за формулою (3.35) значення округлюється до цілого за правилами математики.

У роботі від виробника 1 на склад надходить пакетами вантаж 1. При цьому: $q_{\text{пак.1}} = 200,12 \text{ кг}$, $h_{\text{пак.1}} = 1625 \text{ мм}$, $V_{\text{пак.1}} = 1,42 \text{ м}^3$ (див. табл. 3.6); $Z_{\text{доб.н.1}} = 19 \text{ пакетів}$ (див. табл.3.4); $k_{\text{н.н}} = 1,25$; $t_{\text{пр.1}} = 0,2 \text{ доби}$ (згідно завдання).

За $n_{\text{я.ш}} = 2 \text{ яруси}$ та $h_{\text{пак.1}} = 1,625 \text{ м}$ висота укладки вантажу 1 становить

$$h_{\text{укл.1}} = 2 \cdot 1,625 = 3,25 \text{ м.}$$

За $q_{\text{пак.1}} = 0,2 \text{ т}$ і $V_{\text{пак.1}} = 1,42 \text{ м}^3$ об'ємна маса вантажу 1 становить

$$\gamma_1 = \frac{0,2}{1,42} = 0,141 \text{ т / м}^3.$$

Отже, питоме навантаження на 1 м^2 на ділянках приймання становить

$$\rho_1 = 3,25 \cdot 0,141 = 0,458 \text{ т / м}^2.$$

Таким чином, площа ділянки приймання вантажу 1 становить

$$F_{\text{пр.1}} = \frac{19 \cdot 0,2 \cdot 1,25 \cdot 0,2}{0,458} = 2,07 \text{ м}^2$$

За $F_{\text{під}} = 0,96 \text{ м}^2$ на площі $F_{\text{пр.1}}$ в одному ярусі можна розташувати

$$Z_{\text{я.1}} = \frac{2,074}{0,96} = 2,16 \text{ пакети, прийнято } Z_{\text{я.1}} = 2 \text{ пакети.}$$

За $n_{\text{я.ш}} = 2 \text{ яруси}$ в штабелі можна розташувати

$$Z_{\text{ш.1}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ пакети.}$$

Результати розрахунків для 5 вантажів наведені у таблиці 3.8

На ділянці комплектування вантаж зберігається у штабелях, висота складування – у 2 яруси.

Таблиця 3.8 – Розрахунок площі ділянки приймання

Товар	$q_{\text{пак.}i},$ т	$h_{\text{пак.}i},$ м	$V_{\text{пак.}i},$ м^3	$Z_{\text{доб.}i},$ од.	$h_{\text{укл.}i},$ м	$\gamma_i,$ т/м^2	ρ_i	$F_{\text{пр}},$ м^2	$Z_{\text{я.}i},$ од.	$Z_{\text{ш.}i},$ од.
1	0,2	1,625	1,42	19	3,25	0,141	0,458	2,074	2	4
2	0,543	1,675	1,29	27	3,35	0,420	1,407	2,605	3	6
3	0,445	1,685	1,34	47	3,37	0,332	1,118	4,677	5	10
4	0,555	1,720	1,38	40	3,44	0,402	1,383	4,013	4	8
5	0,476	1,695	1,26	35	3,39	0,377	1,278	3,260	3	6
Разом								16,629	-	-

Площа ділянки комплектування визначається за формулою

$$F_{\kappa} = \sum_{i=1}^{\varepsilon} F_{\kappa.i}, \quad (3.37)$$

де $F_{\kappa.i}$ – площа ділянки комплектування вантажу i -тої позиції, m^2 , яка визначається за формулою

$$F_{\kappa.i} = \frac{Z_{\text{доб.в.}i} q_{\text{пак.}i} k_{\text{в}} t_{\kappa}}{\rho_i}, \quad (3.38)$$

де $Z_{\text{доб.в.}i}$ – добова кількість пакетів, які відправляються із i -м вантажем;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання складської площі, $k_{\text{в}} = 0,65$ [40];

t_{κ} – кількість діб знаходження вантажу на ділянці комплектування.

У роботі зі складу відправляється вантаж 1 в пакетованому вигляді. При цьому: $q_{\text{пак.}1} = 200,12 \text{ кг}$; $Z_{\text{доб.в.}1} = 6 \text{ пакетів}$; $\rho_1 = 0,458 \text{ т} / \text{м}^3$; $t_{\kappa} = 0,13 \text{ доби}$.

Площа ділянки комплектування вантажу 1 для магазину 1 становить

$$F_{\kappa.1} = \frac{19 \cdot 0,2 \cdot 0,65 \cdot 0,13}{0,458} = 0,701 \text{ м}^2$$

За формулою (3.35) на площі $F_{\kappa.1}$ в одному ярусі штабелю можна розташувати

$$Z_{\text{я.1}} = \frac{0,701}{0,96} = 0,73 \text{ пакетів, прийнято } Z_{\text{я.1}} = 1 \text{ пакет.}$$

За $n_{\text{я.ш}} = 2$ яруси в штабелі можна розташувати

$$Z_{\text{ш.1}} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ пакети.}$$

Результати розрахунків для всіх видів вантажу наведені у таблиці 3.9.

На ділянці відправлення вантаж зберігається у штабелях, висота складування – 2 яруси.

Площа ділянки відправлення визначається за формулою

$$F_{\text{від}} = \sum_{i=1}^{\varepsilon} F_{\text{в.}i}, \quad (3.39)$$

де $F_{\text{в.}i}$ – площа ділянки відправлення вантажу i -тої позиції, m^2 , яка визначається за формулою

$$F_{\text{в.}i} = \frac{Z_{\text{доб.в.}i} q_{\text{пак.}i} k_{\text{н.в}} t_{\text{в.}}}{\rho_i}, \quad (3.40)$$

де $k_{\text{н.в}}$ – коефіцієнт нерівномірності $k_{\text{н.в}} = 1,2$;

$t_{\text{в.}}$ – кількість днів знаходження вантажу на ділянці відправлення.

При відправленні товару 1 зі складу в пакетованому вигляді маємо:
 $q_{\text{пак.1}} = 200,12 \text{ кг}$; $Z_{\text{доб.в.1}} = 19 \text{ пакетів}$; $k_{\text{н.в}} = 1,2$; $\rho_1 = 0,458 \text{ т} / \text{м}^3$; $t_{\text{в.}} = 0,25 \text{ доби}$.

Площа ділянки відправлення вантажу 1 становить

$$F_{\text{в.1}} = \frac{19 \cdot 0,2 \cdot 1,2 \cdot 0,25}{0,458} = 2,489 \text{ м}^2$$

За формулою (3.35) на площі $F_{\text{в.1}}$ в одному ярусі штабелю можна розташувати

$$Z_{\text{я.1}} = \frac{2,489}{0,96} = 2,593 \text{ пакетів}, \quad \text{прийнято } Z_{\text{я.1}} = 3 \text{ пакети.}$$

За $n_{\text{я.ш}} = 2 \text{ яруси}$ в штабелі можна розташувати $Z_{\text{ш.1}} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ пакетів}$.

Приймальна експедиція складу створюється для приймання вантажу від транспортної організації, а також його тимчасового зберігання до проведення його оформлення вантажу. Площа ділянки приймальної експедиції складається із площі для зберігання вантажу, площі проходів та проїздів, площі секції для зберігання конфліктних партій вантажу.

Конфліктною партією вантажу вважають таку, коли фактична кількість вантажу, яка надійшла на склад, не відповідає умовам договору на поставку.

Площа секцій для зберігання конфліктних партій товару розраховується, виходячи з можливостей зберігання в ній 15% обсягу добового надходження вантажу. Мінімальна площа секції для зберігання конфліктних партій повинна забезпечити можливість зберігання вантажу в обсязі одного транспортного засобу.

Розмір площі приймальної експедиції залежить від потужності складського комплексу і приймається у межах 80...85% від площі експедиції відправлення:

$$F_{\text{пе}} = (0,80 \dots 0,85) F_{\text{ве}}, \quad (3.41)$$

де $F_{\text{ве}}$ – площа експедиції відправлення вантажу.

Експедиція відправлення вантажу створюється з метою помаршрутного комплектування партій вантажу, який відвантажується. В першому наближенні площа експедиції відправлення може бути розрахована за формулою

$$F_{\text{вс}} = 0,35 \cdot F_{\text{ван}} \cdot k_{\text{в}}, \quad (3.42)$$

де 0,35 – коефіцієнт, який характеризує залежність площі експедиції відправлення вантажу від площі ділянка зберігання вантажу.

Площа ділянки для зберігання вантажу 1:

$F_{\text{ван.1}} = 45,93 \text{ м}^2$. Прийнято, що $k_{\text{в}} = 0,65$. Отже, площа експедиції відправлення становить

$$F_{\text{вс}} = 0,35 \cdot 45,93 \cdot 0,65 = 10,45 \text{ м}^2.$$

За формулою (3.41) площа приймальної експедиції становить

$$F_{\text{пе}} = 0,83 \cdot 10,45 = 8,674 \text{ м}^2.$$

Результати розрахунків для всіх видів вантажу наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахунок площ комплектації, відправлення та експедиції

Товар	$q_{\text{пак.}i},$ t	$Z_{\text{доб.}i},$ $од.$	ρ_i	$F_{\text{к.}},$ м^2	$Z_{\text{я.}i},$ $од.$	$Z_{\text{ш.}i},$ $од.$	$F_{\text{від.}},$ м^2	$Z_{\text{я.}i},$ $од.$	$Z_{\text{ш.}i},$ $од.$	$F_{\text{ван.}i},$ м^2	$F_{\text{вс}},$ м^2	$F_{\text{пе}},$ м^2
1	0,2	19	0,458	0,701	1	2	2,489	3	6	45,93	10,45	8,67
2	0,543	27	1,407	0,880	1	2	3,126	3	6	68,83	15,66	12,30
3	0,445	47	1,118	1,581	2	4	5,612	6	12	114,64	26,10	21,66
4	0,555	40	1,383	1,356	1	2	4,815	5	10	96,32	21,91	18,18
5	0,476	35	1,278	1,101	1	2	3,912	4	8	87,20	19,84	16,46
Разом				5,619	-	-	19,954	-	-	412,92	93,96	77,27

Таким чином, загальна площа складу для заданого вантажопотоку, що розглядається у роботі, становить

$$F_{\text{скл}} = 412,92 + 371,69 + 16,629 + 19,954 + 5,619 + 77,27 + 93,96 = 998,04 \text{ м}^2.$$

4 УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ В УМОВАХ РИЗИКУ

4.1 Вибір способу відновлення запасів

В ідеальних умовах продукція повинна переміщуватися по ланцюгу поставчань ритмічно за планом. Але на практиці мають місце ризики виникнення затримок, що обумовлюють необхідність запасів. Запаси – це продукти чи матеріали, що постачаються та зберігаються в організації. Вони утворюються кожен раз, коли вхідні чи вихідні ресурси в організації не використовуються, хоча вони є доступними [33]. В теорії управління запасами розроблено дві основні системи управління запасами, що вирішують задачу безперервного забезпечення споживача матеріальними ресурсами [22]:

- 1) з фіксованим розміром замовлення;
- 2) з фіксованим інтервалом часу між замовленнями.

Базовим поняттям системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення є розмір замовлення. Він жорстко зафіксований та не змінюється при жодних умовах роботи системи. Оптимальний рівень замовлення за критерієм мінімізації сукупних витрат на зберігання запасу та повтор замовлення розраховується за формулою [33]:

$$Q_{\text{опт}}^{\text{зам}} = \sqrt{\frac{2 \cdot c_{\text{пр}} \cdot Z_{\text{доб.і}}}{c_{\text{зб}} \cdot k}}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{опт}}^{\text{зам}}$ – оптимальний рівень замовлення, *пакетів*;

$c_{\text{пр}}$ – витрати на постачання одиниці продукції (з урахуванням непередбачених витрат та додаткових платежів по найкращій пропозиції), що замовляється, *грн*;

$c_{\text{зб}}$ – витрати на зберігання продукції, що замовляється, *грн/пакет*;

k – коефіцієнт, що враховує швидкість поповнення запасу на складі.

Розрахунки виконуються для кожного виду товару, що замовляється. Їх зручно виконувати у вигляді таблиці, за формою табл. 4.1.

Додатково розраховуються гарантійний та пороговий запас.

Таблиця 4.1 – Розрахункова таблиця системи відновлення запасів з фіксованим рівнем замовлення

№	Показник	Порядок розрахунку
1	Обсяг споживання, $Z_{\text{доб.}i}$, од	див. табл. 3.4
2	Оптимальний розмір замовлення, $Q_{\text{опт}}^{\text{зам}}$, од	Формула (4.1)
3	Середній час постачання, $t_{\text{пост}}$, дні	згідно вихідних даних
4	Середня можлива затримка постачання, $t_{\text{затр}}$, дні, де δ - відхилення в строках постачання, %	$t_{\text{пост}} \cdot \frac{\delta}{100}$
6	Строк витрати замовлення, $t_{\text{витр}}$, дні	$Q_{\text{опт}}^{\text{зам}} / Z_{\text{доб.}i}$
7	Споживання за час постачання, $Q_{\text{пост}}$, од	$t_{\text{пост}} \cdot Z_{\text{доб.}i}$
8	Пороговий рівень запасу, $Q_{\text{пор}}$, од. (максимальне споживання за час постачання)	$(t_{\text{пост}} + t_{\text{затр}}) \cdot Z_{\text{доб.}i}$
9	Гарантійний запас, $Q_{\text{гар}}$, од	$Q_{\text{пор}} - Q_{\text{пост}}$
11	Максимальний бажаний запас, $Q_{\text{мбз}}$, од	$Q_{\text{гар}} + Q_{\text{опт}}^{\text{зам}}$
12	Строк витрати запасу до порогового рівня, $t_{\text{пор}}^{\text{витр}}$, дні	$(Q_{\text{мбз}} - Q_{\text{пор}}) / Z_{\text{доб.}i}$

Гарантійний (страховий) запас дозволяє забезпечувати потребу на час можливої затримки постачання. При цьому під можливою затримкою постачання розуміється максимально можлива затримка, по будь-якій причині. Поповнення гарантійного запасу виконується в ході послідуєчих постачань через використання другого розрахункового параметру даної системи – порогового рівня запасу.

Пороговий рівень запасу визначає той рівень запасу, при досягненні якого виконується чергове замовлення. Розмір порогового рівня розраховується таким чином, що надходження запасу на склад виконується в момент зниження поточного рівня запасу до гарантійного рівня. При розрахунку порогового рівня затримка постачання не враховується.

Ще один з основних параметрів системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення – максимальний бажаний запас. На відміну від двох попередніх параметрів він безпосереднього не впливає на функціонування системи в цілому. Цей рівень запасу визначається для відстежування доцільності завантаження складських площ з точки зору критерію мінімізації сукупних витрат [33].

Для вантажу 1 при обсязі споживання $Z_{\text{доб.}i} = 19$ од.; $c_{\text{пр}} = 25$ грн/од., $c_{\text{зб}} = 7$ грн/од. за добу, $k = 0,015$ (див. вихідні дані, Додаток А) оптимальний розмір замовлення становить

$$Q_{\text{опт}}^{\text{зам}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \cdot 19}{7 \cdot 0,015}} = 96 \text{ од.}$$

При $t_{\text{пост}} = 2$ доби, $\delta = 11\%$ середня можлива затримка постачання дорівнює

$$t_{\text{затр}} = 2 \cdot \frac{11}{100} = 0,22 \text{ доби.}$$

Строк витрати замовлення

$$t_{\text{витр}} = \frac{96}{19} = 5,05 \text{ доби, приймається } t_{\text{витр}} = 6 \text{ діб.}$$

Споживання за час постачання

$$Q_{\text{пост}} = 2 \cdot 19 = 38 \text{ од.}$$

Максимальне споживання за час постачання

$$Q_{\text{пор}} = (2 + 0,22) \cdot 19 = 42,18 \text{ од., прийнято } Q_{\text{пор}} = 43 \text{ од.}$$

Гарантійний запас

$$Q_{\text{гар}} = 43 - 38 = 5 \text{ од.}$$

Максимальний бажаний запас

$$Q_{\text{мбз}} = 5 + 96 = 101 \text{ од.}$$

Строк витрати запасу до порогового рівня

$$t_{\text{пор}}^{\text{витр}} = \frac{101 - 43}{19} = 3,05 \text{ доби, прийнято } t_{\text{пор}}^{\text{витр}} = 4 \text{ доби.}$$

Розрахункова таблиця системи відновлення запасів з фіксованим рівнем замовлення для всіх видів вантажів наведена у табл. 4.2.

Система з фіксованим інтервалом часу між замовленнями – друга система управління запасами, що відноситься до основних, які застосовуються в логістичних системах. В системі з фіксованим інтервалом часу між замовленнями, як виходить з назви, замовлення робляться у строго визначені моменти часу, котрі відстоять один від одного на рівні інтервали.

Таблиця 4.2 – Розрахунок показників для системи відновлення запасів з фіксованим рівнем замовлення

№	Показник	Чай паке- тований	Апельси- новий сік	Мінераль- на вода	Пакована гречана крупка	Консерви рибні
1	Обсяг споживання, <i>од</i>	19	27	47	40	35
2	Оптимальний розмір замовлення, <i>од</i>	96	114	150	139	130
3	Середній час постачання, <i>дні</i>	2	2	2	2	2
4	Середня можлива затримка постачання, <i>дні</i>	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
5	Строк витрати замовлення, <i>дні</i>	6	5	4	4	4
6	Споживання за час постачання, <i>од</i>	38	54	94	80	70
7	Максимальне споживання за час постачання, <i>од</i>	43	60	105	89	78
8	Гарантійний запас, <i>од</i>	5	6	11	9	8
9	Максимальний бажаний запас, <i>од</i>	101	120	161	148	138
10	Строк витрати запасу до порогового рівня, <i>дні</i>	4	3	2	2	2

Приклад загального типу функціонування системи з фіксованим розміром замовлення у наведена на рис. 4.1.

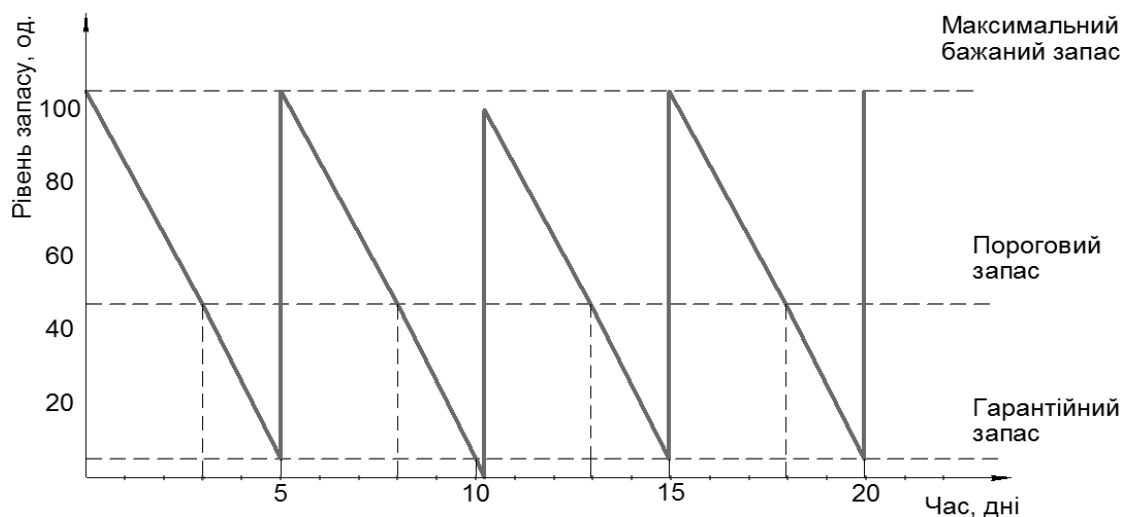


Рисунок 4.1 – Графік руху запасів в системі управління з фіксованим розміром замовлення

Визначити інтервал часу між замовленнями можна з урахуванням оптимального розміру замовлення, розрахунок якого наведено раніше. Оптимальний розмір замовлення дозволяє мінімізувати витрати на зберігання

запасу та повторення замовлення, а також досягти найкращої сполуки взаємодіючих факторів, таких як площа складських приміщень, яка використовується, витрати на зберігання запасів та вартість замовлення.

Інтервал між замовленнями розраховується за наступною формулою:

$$I = \frac{Q_{\text{опт}}^{\text{зам}}}{Z_{\text{доб.}i}}, \quad (4.2)$$

Розрахунок всіх параметрів системи управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями виконується для всіх видів сировини, що замовляється у вигляді табл. 4.3.

Оскільки в даному випадку момент замовлення чітко визначений та не змінюється за жодних обставин, параметром, який постійно перераховується є саме розмір замовлення. Його обчислення базується на прогнозованому рівні споживання до моменту надходження замовлення на склад організації за формулою

$$Q_{\text{зам}} = Q_{\text{мбз}} - Q_{\text{наяв}} + Q_{\text{пост}}, \quad (4.3)$$

де $Q_{\text{наяв}}$ – наявний запас на складі на момент відправлення замовлення, m , який визначається за формулою

$$Q_{\text{наяв}} = Q_{\text{гар}} + Q_{\text{спож}} \cdot t_{\text{пост}}. \quad (4.4)$$

Таблиця 4.3 – Розрахункова таблиця системи відновлення запасів з фіксованим часом між замовленнями

№	Показник	Порядок розрахунку
1	Обсяг споживання, $Z_{\text{доб.}i}$, од	див. табл. 3.4
2	Інтервал часу між замовленнями, I , дні	Формула (4.2)
3	Середній час постачання, $t_{\text{пост}}$, дні	Згідно завдання
4	Середня можлива затримка постачання, $t_{\text{затр}}$, дні	$t_{\text{пост}} \cdot \frac{\delta}{100}$
6	Споживання за час постачання, $Q_{\text{пост}}$, од	$t_{\text{пост}} \cdot Z_{\text{доб.}i}$
7	Пороговий рівень запасу, $Q_{\text{пор}}$, од. (максимальне споживання за час постачання)	$(t_{\text{пост}} + t_{\text{затр}}) \cdot Z_{\text{доб.}i}$
8	Гарантійний запас, $Q_{\text{гар}}$, од.	$Q_{\text{макс}}^{\text{спож}} - Q_{\text{пост}}$
9	Максимальний бажаний запас, $Q_{\text{мбз}}$, од.	$Q_{\text{гар}} + I \cdot Z_{\text{доб.}i}$
10	Розмір замовлення, $Q_{\text{зам}}$, од.	Формула (4.3)

Для вантажу 1 при обсязі споживання $Z_{\text{доб.}i} = 19 \text{ од.}$, $Q_{\text{опт}}^{\text{зам}} = 96 \text{ од.}$ інтервал між замовленнями становить

$$I = \frac{96}{19} = 5,05 \text{ доби, прийнято } I = 6 \text{ діб.}$$

При $t_{\text{пост}} = 2 \text{ доби}$, $Q_{\text{пост}} = 38 \text{ од.}$, $Q_{\text{пор}} = 43 \text{ од.}$, $Q_{\text{гар}} = 5 \text{ од.}$, $t_{\text{затр}} = 0,22 \text{ доби}$

максимальний бажаний запас рівний:

$$Q_{\text{мбз}} = 5 + 6 \cdot 19 = 119 \text{ од.}$$

Розмір замовлення

$$Q_{\text{зам}} = 119 - (5 + 19 \cdot 2) + 38 = 114 \text{ од.}$$

Розрахунки системи відновлення запасів з фіксованим часом між замовленнями для всі хвидів вантажів наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок показників для системи з фіксованим часом між замовленнями

№	Показник	Чай паке- тований	Апельси- новий сік	Мінераль- на вода	Пакована гречана крупа	Консерви рибні
1	Обсяг споживання, од	19	27	47	40	35
2	Інтервал часу між замовленнями, дні	6	4	3	3	3
3	Середній час постачання, дні	2	2	2	2	2
4	Середня можлива затримка, дні	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
5	Споживання за час постачання, од	38	54	94	80	70
6	Максимальне споживан- ня за час постачання, од	43	60	105	89	78
7	Гарантійний запас, од	5	6	11	9	8
8	Максимальний бажаний запас, од	119	114	152	129	113
9	Розмір замовлення, од	114	108	141	120	105

Після розрахунку за другим варіантом управління запасами, також будується графік руху запасів в системі, який наведений на рис. 4.2.

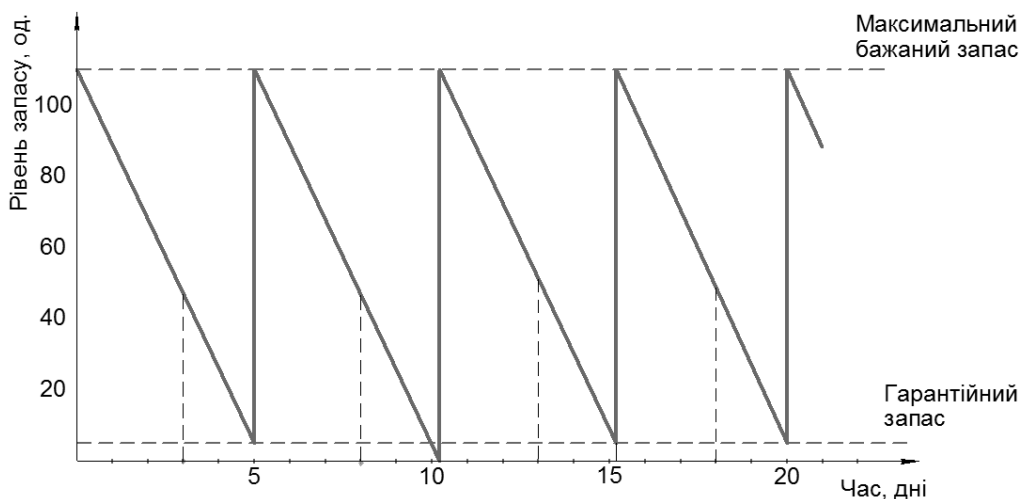


Рисунок 4.2 – Графік руху запасів в системі управління запасами з фіксованим інтервалом часу між замовленнями

4.2 Економічне обґрунтування способу відновлення запасів

Після розрахунків параметрів можливих варіантів відновлення запасів на складі, необхідно обрати один з них. Зробити вибір необхідно на базі економічних показників, оскільки більш прийнятним буде той спосіб, завдяки якому підприємство зможе економити на розмірі запасів (які фактично є замороженими фінансовими засобами).

Для проведення економічної оцінки варіантів необхідно порівняти витрати на створення запасів в обох випадках. Для цього використовується наступна формула:

$$E = Q_i^{\text{мб}} \cdot C_i + Q_z \cdot C_i, \quad (4.5)$$

де $Q_i^{\text{мб}}$ – максимальна усереднена кількість запасу, що зберігається на складі, та розраховується за формулою:

$$Q_i^{\text{мб}} = \frac{(Q_{\text{мбз}} + Q_{\text{гар}})}{2}, \quad (4.6)$$

де $Q_{\text{мбз}}$ – розмір максимального бажаного запасу i -го виду товару, од.;

$Q_{\text{гар}}$ – розмір гарантійного запасу i -го виду товару, од.;

Q_z – розмір замовлення (оптимальний або змінний) для кожного виду сировини, од.;

C_i – вартість i -го виду товару, грн.

Той варіант, де витрати на продукцію на складі компанії буде мінімальним і буде кращим. При розрахунках враховується, що при придбанні товарів виробники надавали знижки, загальний розмір знижок $\beta = 9\%$.

Вартість i -го виду товару розраховується за формулою

$$C_i = c_i \cdot n_i^{\text{під}} \cdot \left(1 - \frac{\beta}{100}\right), \quad (4.7)$$

де c_i – вартість ящика i -го виду товару, згідно вихідних даних;

$n_i^{\text{під}}$ – кількість ящиків i -го виду товару на піддоні.

Для товару 1 при застосуванні системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення, при $c_1 = 550 \text{ грн}$, $n_1^{\text{під}} = 88 \text{ од.}$, $Q_3 = 96 \text{ од.}$, $Q_{\text{мбз}} = 101 \text{ од.}$ та $Q_{\text{гар}} = 5 \text{ од.}$ максимальна усереднена кількість запасу становить

$$Q_i^{\text{мб}} = \frac{101 + 5}{2} = 53 \text{ од.}$$

Вартість укрупненої вантажної одиниці з товаром 1

$$C_i = 550 \cdot 88 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 44\,044 \text{ грн.}$$

Витрати на створення запасів при застосуванні системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення

$$E = 53 \cdot 44044 + 96 \cdot 44044 = 6\,562\,556 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на створення запасів при застосуванні системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення для всіх товарів наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат на створення запасів при застосуванні системи управління запасами з фіксованим розміром замовлення для всіх товарів

Товар	$Q_{\text{мбз}}, \text{од}$	$Q_{\text{гар}}, \text{од}$	$Q_i^{\text{мб}}, \text{од}$	$c_j, \text{грн}$	$Q_3, \text{од}$	Витрати, E , грн
Чай пакетований	101	5	53	44 044	96	6 562 556
Апельсиновий сік	120	6	63	17 199	114	3 044 223
Мінеральна вода	161	11	86	7 644	150	1 803 984
Пакована гречана крупа	148	9	79	15 288	139	3 332 784
Консерви рибні	138	8	73	43 680	130	8 867 040
Разом з урахуванням знижок						23 610 587

Аналогічні розрахунки для всіх видів товарів виконуються при застосуванні системи управління запасами з фіксованим інтервалом між замовленнями. Розрахунок витрат на створення запасів при застосуванні системи управління запасами з фіксованим інтервалом між замовленнями для всіх товарів наведено у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок витрат на створення запасів при застосуванні системи управління запасами з фіксованим інтервалом між замовленнями для всіх товарів

Товар	$Q_{\text{мбз}}, \text{од}$	$Q_{\text{гар}}, \text{од}$	$Q_i^{\text{мб}}, \text{од}$	$c_i, \text{грн}$	$Q_3, \text{од}$	Витрати, E , грн
Чай пакетований	119	5	62	44 044	114	7 751 744
Апельсиновий сік	114	6	60	17 199	108	2 889 432
Мінеральна вода	152	11	82	7 644	141	1 704 612
Пакована гречана крупа	129	9	69	15 288	120	2 889 432
Консерви рибні	113	8	61	43 680	105	7 250 880
Разом з урахуванням знижок						22 486 100

Як видно з табл. 4.5 і табл. 4.6, вигіднішою з економічної точки зору системою управління запасами є система з фіксованим інтервалом між замовленнями. При застосуванні цієї системи, розмір витрат на продукцію, що зберігається на складі, буде на 1 124 487 грн менше у порівнянні з рівнем витрат при застосуванні системи з фіксованим розміром замовлень.

5 ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ РИТЕЙЛЕНГОВОЇ МЕРЕЖІ

5.1 Аналіз вантажних пунктів

Під час розвезення товарів до наведених на рис. 5.1 пунктів по вулично-дорожній мережі міста (ВДМ), слід враховувати забороняючих дорожні знаків 3.1, 3.3, 3.15, 3.17-3.19, 3.21-3.24 [39, 14].

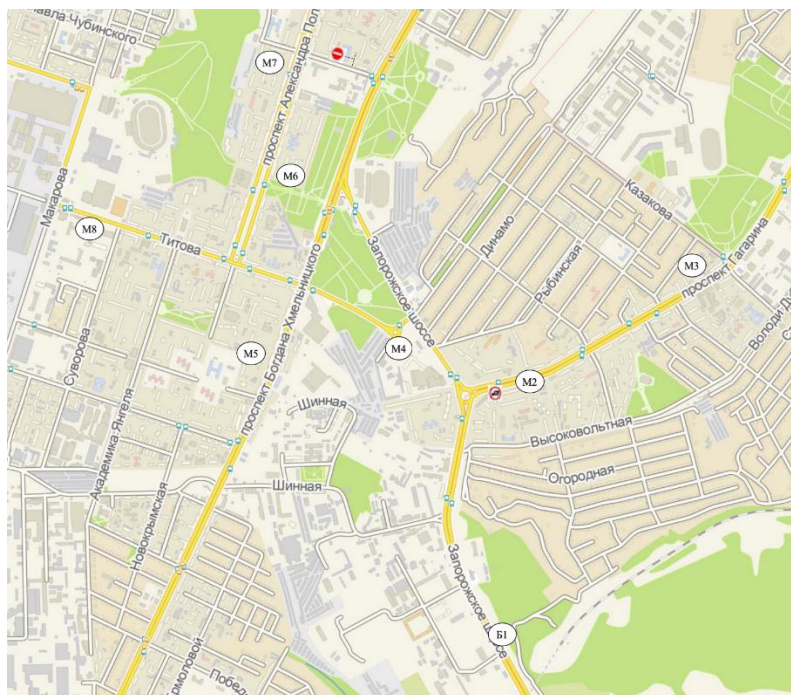


Рисунок 5.1 – Фрагмент вулично-дорожньої мережі міста

Схема з п'ятьма видами товарів від різних постачальників, які в подальшому будуть розвозитися до 7 пунктів збуту (магазинів) наведена на рис. 5.2.

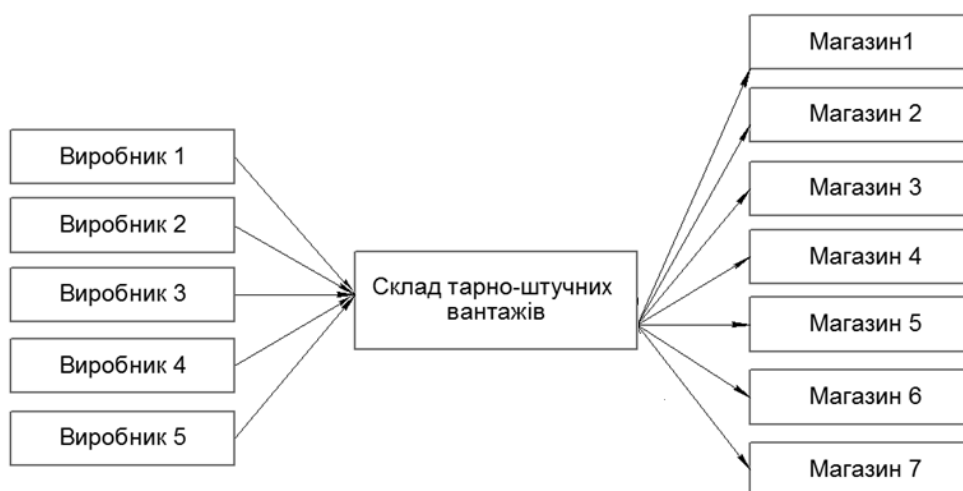


Рисунок 5.2 – Напрямки вантажопотоків складу тарно-штучних вантажів

Побудова схеми транспортної мережі здійснюється на основі асортименту вантажів, які доставляються у пункти приймання із зазначенням їх маси, адреси дислокації вантажоутворюючих пунктів (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Вантажопотоки ритейлингової мережі

Назва пункту		Адреса місцезнаходження	Позначення на транспортній мережі	Найменування вантажу	Кількість палет	Маса вантажу, кг
Оптовий склад		Запорізьке шосе, 36	Б1	-	-	-
магазин	№1	просп. Гагаріна, 169	М2	Чай пакетований	3	600,36
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50
	№2	просп. Гагаріна, 74А	М3	Чай пакетований	1	200,12
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50
	№3	бульвар Зоряний, 3	М4	Чай пакетований	1	200,12
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	2	890,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50
	№4	просп. Б. Хмельницького, 36	М5	Чай пакетований	1	200,12
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	2	953,00
	№5	просп. О. Поля, 129Б	М6	Чай пакетований	1	200,12
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50
	№6	просп. О. Поля, 94	М7	Чай пакетований	1	200,12
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50
	№7	вул. Титова, 29Б	М8	Чай пакетований	2	400,24
				Апельсиновий сік	1	543,49
				Мінеральна вода	1	445,00
				Гречана крупа	1	555,46
				Консерви риби	1	476,50

Вказані вантажі розподіляються по вантажним автомобілям з розрахунку, що один транспортний засіб перевозить один вид вантажу та розвозить його по усім магазинам. При цьому вантажний автомобіль ГАЗель НЕКСТ має обмеження по вантажопідйомності $4,0\text{ т}$, а аксимальна кількість палетів, які можна розмістити у кузові автомобіля ГАЗель НЕКСТ – складає 10 од (для 1 вантажу).

Наступним кроком розраховується загальна маса вантажу, яку можна перевезти автомобілем. Наприклад, для чаю маса однієї палети складає $200,12\text{ кг}$. Тобто автомобіль може перевезти $4000/200,12 = 19,98$ одиниць. Приймається 20 палет. Також перевіряється умова розміщення максимальної кількості палет $20 \leq m_{\text{п}}^{\text{max}}$. Для автомобіля ГАЗель НЕКСТ $m_{\text{п}}^{\text{max}} = 10$. Таким чином, умова не виконується, тому максимальна кількість піддонів, які можна завантажити до кузова автомобіля приймається рівною 10. Розрахунок для інших вантажів раціонально зробити у вигляді таблиці. Характеристика завантаженості автомобілів відповідним видом вантажу наведена у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Характеристика завантаженості автомобілів

№ авто	Вид вантажу	Найменування пункту	Кіл-ть палетів	Маса вантажу у палетах, m	Всього	
					палет	m
№1	Чай пакетований	M2	3	0,60	10	2,00
		M3	1	0,20		
		M4	1	0,20		
		M5	1	0,20		
		M6	1	0,20		
		M7	1	0,20		
		M8	2	0,40		
№2	Апельсиновий сік	M2	1	0,54	7	3,78
		M3	1	0,54		
		M4	1	0,54		
		M5	1	0,54		
		M6	1	0,54		
		M7	1	0,54		
		M8	1	0,54		
№3	Мінеральна вода	M2	1	0,45	8	3,59
		M3	1	0,45		
		M4	2	0,89		
		M5	1	0,45		
		M6	1	0,45		
		M7	1	0,45		
		M8	1	0,45		

№ авто	Вид вантажу	Найменування пункту	Кіл-ть палетів	Маса вантажу у палетах, m	Всього	
					палет	m
№4	Пакована гречана крупа	M2	1	0,56	7	3,92
		M3	1	0,56		
		M4	1	0,56		
		M5	1	0,56		
		M6	1	0,56		
		M7	1	0,56		
		M8	1	0,56		
№5	Консерви рибні	M2	1	0,48	8	3,83
		M3	1	0,48		
		M4	1	0,48		
		M5	2	0,95		
		M6	1	0,48		
		M7	1	0,48		
		M8	1	0,48		

5.2 Аналіз існуючого маршруту доставки вантажів

Для зручності, маршрут роботи автотранспортного засобу представляється у графічному вигляді. Існуючий маршрут заданий у вихідних даних, які наведені у Додатку А. Як приклад на рис. 5.3 зображено схему розвезення пакованого чаю автомобілем ГАЗель НЕКСТ за 7-ма магазинами.

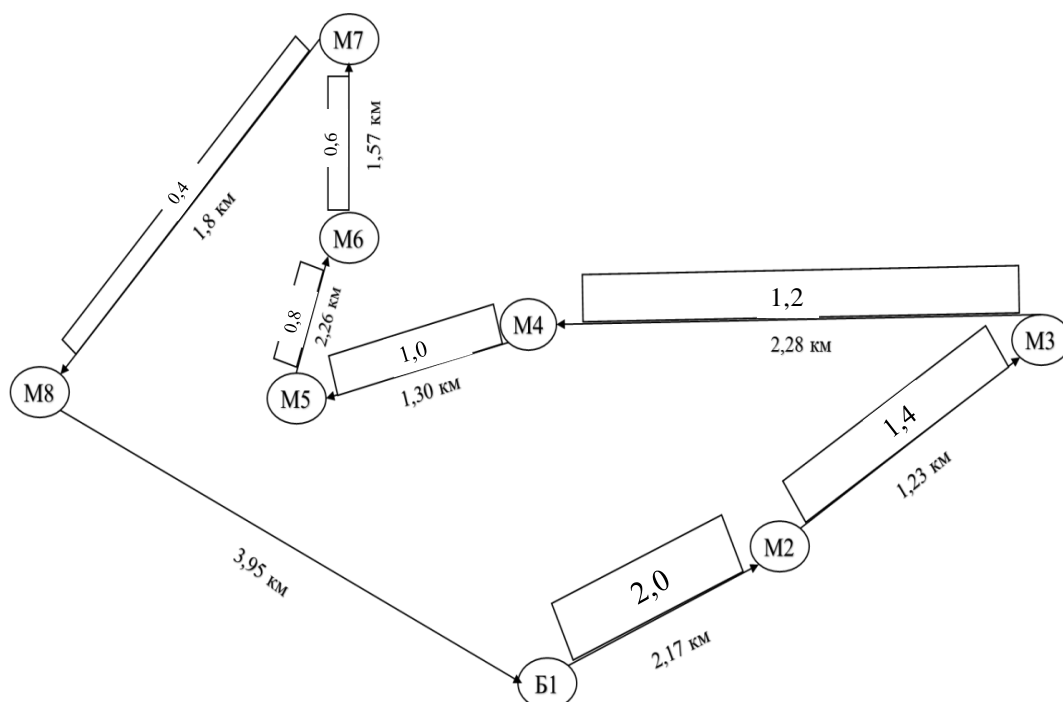


Рисунок 5.3 – Схема розвезення пакованого чаю

На рисунку колами зображуються вузли мережі, що сполучаються лініями. Під лініями вказується довжина маршруту. Якщо вантажний автомобіль прямує з вантажем, то кількість цього вантажу зображується на лінії за допомогою прямокутника відповідної висоти. над лінією зображені існуючі маршрути роботи автомобільних транспортних засобів з наступною характеристикою: довжина поїздки з вантажем, без вантажу, довжина маршрутів [4]. Схеми розвезення інших вантажів наведені у Додатку В.

На основі побудованої схеми розвезення розраховуються загальна довжина маршруту, навантажений пробіг та транспортна робота, що виконана автомобілем на маршруті; Результати розрахунків представлені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Характеристика існуючих розвізних маршрутів товарної продукції «чай пакетований» автомобільним транспортом

Вантаж	Маршрут	Маса вантажу, <i>т</i>	Довжина, <i>км</i>	Навантажений пробіг, <i>км</i>	Транспортна робота, <i>т·км</i>
1	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	2,00	16,56	12,61	13,57
2	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	3,78	16,56	12,61	26,73
3	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	3,59	16,56	12,61	25,40
4	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	3,92	16,56	12,61	28,50
5	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	3,83	16,56	12,61	27,71

5.3 Розробка транспортної мережі та таблиць зв'язку між її вузлами

На підставі побудованої вулично-дорожньої мережі створюється транспортна мережа, яка представляє собою сукупність транспортних вузлів (перехресть і пунктів завезення або вивезення) і транспортних зв'язків (вулиць), із зазначенням відстаней між вузлами, а також місць дислокації дорожніх знаків, що впливають на дозволені напрямки руху. Відстані між вузлами транспортної мережі були знайдені за допомогою геоінформаційних систем *Google Maps*. Транспортна мережа для вулично-дорожньої мережі (див. рис. 5.1), представлена на рис. 5.4, пояснення позначень номерів вузлів транспортної мережі наведені в табл. 5.4.

На рис. 5.4 магазини позначені як М1, М2....М8. Оптовий склад позначений як Б1. Вузли транспортної мережі, які впливають на можливі маршрути позначені як вузли 9 до 27. Відстані між вузлами зазначені над дугами у *км*.

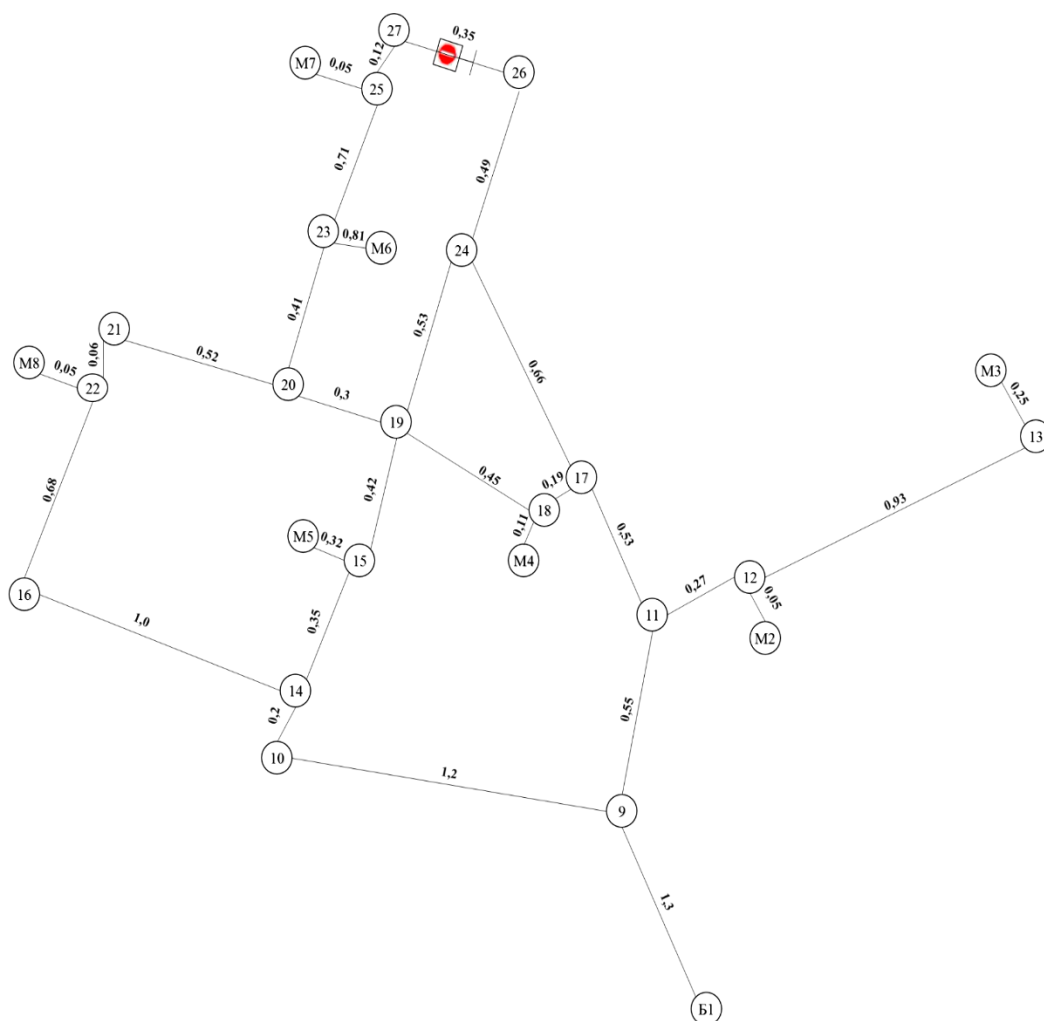


Рисунок 5.4 – Транспортна мережа

Таблиця 5.4 – Позначення номерів вузлів транспортної мережі

Номер вузла	Об'єкт
9	Перехрестя Запорізьке шосе та вул. Шинна
10	Перехрестя просп. Б. Хмельницького та вул. Шинна
11	Перехрестя на кільці між Запорізьким шосе та просп. Гагаріна
12	З'їзд з просп. Гагаріна до М2
13	З'їзд з просп. Гагаріна до М3
14	Перехрестя просп. Б. Хмельницького та вул. Будівельників
15	З'їзд з просп. Б. Хмельницького до М5
16	Перехрестя вул. Будівельників та вул. Суворова
17	Перехрестя Запорізьке шосе та Зоряний бульвар
18	З'їзд з Зоряного бульвару до М4
19	Перехрестя Зоряний бульвар та просп. Б. Хмельницького
20	Перехрестя просп. А. Поля та вул. Титова
21	Перехрестя вул. Титова та вул. Суворова
22	З'їзд з вул. Суворова до М8
23	З'їзд з просп. О. Поля до М6
24	Перехрестя Запорізьке шосе та просп. Б. Хмельницького
25	З'їзд з просп. О. Поля до М7
26	Перехрестя просп. Б. Хмельницького та вул. Гавриленка
27	Перехрестя просп. О. Поля та вул. Гавриленка

5.4 Визначення найкоротших шляхів слідування

На основі транспортної мережі, будується таблиця зв'язку між вузлами транспортної мережі, що представляє собою матрицю, в якій в першому стовпці вказуються вузли відправлення, в першому рядку – вузли призначення, а на перетині рядки і стовпці – відстань між вузлами, які пов'язані один з одним безпосередньо (між ними немає третіх вузлів). При цьому враховано наявність заборонних дорожніх знаків.

В роботі розглядаються автомобілі, що мають загальну масу, яка не перевищує максимально допустимої на заданому маршруті, тому будується одна таблиця зв'язку, яка приведена в табл. 5.5 Для розглянутого прикладу транспортної мережі (див. рис. 5.4) і розрахункового парку автомашин ГАЗель НЕКСТ (див. Додаток А, п. 3.3 та табл. 3.5).

Для пошуку найкоротших відстаней між пунктами транспортної мережі використовується алгоритм Дейкстри (рис. 5.5).

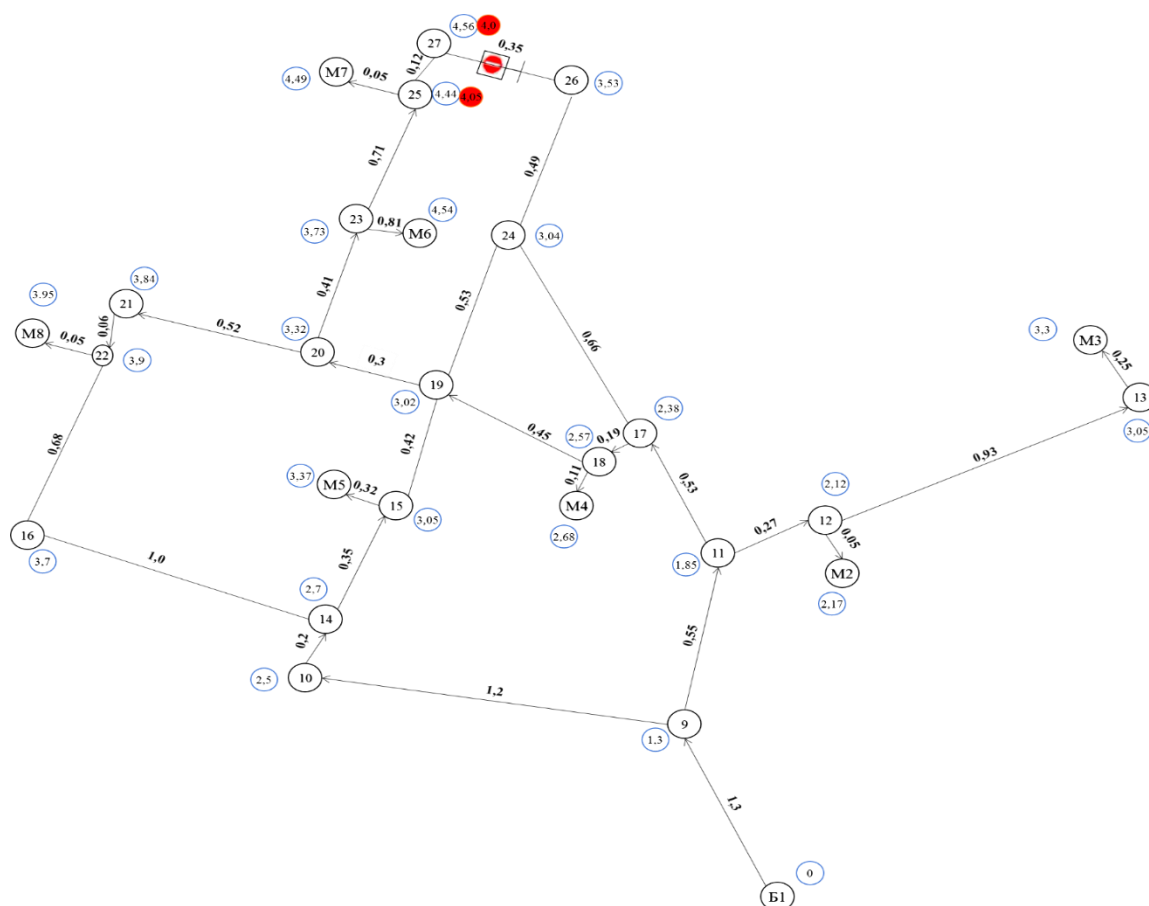


Рисунок 5.5 – Схема пошуку найкоротших відстаней від пункту Б1

Також при знаходженні матриці найкоротших відстаней і найкоротших шляхів, так як і при побудові матриці зв'язків між вузлами транспортної мережі для транспортних засобів слідування, слід пам'ятати, що наявність на транспортній мережі дорожніх знаків може привести до того, що буде кілька шуканих матриць. Так, для транспортної мережі, наведеної на рис. 5.4, з урахуванням наявного парку автомобільних транспортних засобів, наведених в Додатку А, можна констатувати, що буде одна матриця найкоротших відстаней і найкоротших шляхів слідування для автомобілів ГАЗель НЕКСТ.

Підсумкова матриця найкоротших відстаней між вузлами транспортної мережі для автомобілів ГАЗель НЕКСТ приведена в табл.5.6. Підсумкова матриця найкоротших шляхів слідування для автомобілів ГАЗель НЕКСТ приведена в табл. 5.8.

Таблиця 5.6 – Матриця найкоротших відстаней між вантажоутворюючими та вантажопоглинаючими вузлами транспортної мережі, км

Від точки	До точки							
	Б1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8
Б1	-	2,17	3,30	2,68	3,37	4,54	4,49	3,95
М2	2,17	-	1,23	1,15	2,23	3,01	2,96	2,42
М3	3,30	1,23	-	2,28	3,36	4,41	4,09	3,55
М4	2,68	1,15	2,28	-	1,30	2,08	2,03	1,49
М5	3,37	2,23	3,36	1,30	-	2,26	2,21	1,67
М6	4,54	3,01	4,41	2,08	2,26	-	1,57	1,85
М7	4,05	2,52	3,65	1,97	2,21	1,57	-	1,8
М8	3,95	2,42	3,55	1,49	1,67	1,85	1,8	-

Необхідно визначити оптимальний маршрут розвезення товарів, який забезпечить мінімальні витрати часу на доставку вантажу. Початкова точка розвезення прийнята Б1, яка являється складом.

Таблиця 5.7 – Матриця найкоротших шляхів слідування між вантажоутворюючими та вантажопоглинаючими вузлами транспортної мережі

Від точки	До точки							
	Б1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8
Б1	Б1	Б1-9-11-12-М2	Б1-9-11-12-13-М3	Б1-9-11-17-18-М4	Б1-9-10-14-15-М5	Б1-9-11-17-18-19-20-М6	Б1-9-11-17-18-19-20-23-25-М7	Б1-9-11-17-18-19-20-21-22-М8
М2	М2-12-11-9-Б1	М2	М2-12-13-М3	М2-12-11-17-18-М4	М2-12-11-17-18-19-15-М5	М2-12-11-17-18-19-20-23-М6	М2-12-11-17-18-19-20-23-25-М7	М2-12-11-17-18-19-20-21-22-М8
М3	М3-13-12-11-9-Б1	М3-13-12-М2	М3	М3-13-12-11-17-18-М4	М3-13-12-11-17-18-19-15-М5	М3-13-12-11-17-18-19-20-23-М6	М3-13-12-11-17-18-19-20-23-25-М7	М3-13-12-11-17-18-19-20-21-22-М8
М4	М4-18-17-11-9-Б1	М4-18-17-11-12-М2	М4-18-17-11-12-13-М3	М4	М4-15-19-18-М5	М4-15-19-20-23-М6	М4-15-19-20-23-25-М7	М4-15-19-20-21-22-М8
М5	М5-15-14-10-9-Б1	М5-15-19-18-17-11-12-М2	М5-15-19-18-17-11-12-13-М3	М5-15-19-18-М4	М5	М5-15-19-20-23-М6	М5-15-19-20-23-25-М7	М5-15-19-20-21-22-М8
М6	М6-23-20-19-18-17-11-9-Б1	М6-23-20-19-18-17-11-12-М2	М6-23-20-19-18-17-11-12-13-М3	М6-23-20-19-18-М4	М6-23-20-19-15-М5	М6	М6-23-25-М7	М6-23-20-21-22-М8
М7	М7-25-27-26-24-17-11-9-Б1	М7-25-27-26-24-17-11-12-М2	М7-25-27-26-24-17-11-12-13-М3	М7-25-27-26-24-17-18-М4	М7-25-23-20-19-15-М5	М7-25-23-М6	М7	М7-25-23-20-21-22-М8
М8	М8-22-21-20-19-18-17-11-17-11-9-Б1	М8-22-21-20-19-18-17-11-12-М2	М8-22-21-20-19-18-17-11-12-13-М3	М8-22-21-20-19-М4	М8-22-21-20-19-М5	М8-22-21-20-23-М6	М8-22-21-20-23-25-М7	М8

5.5 Маршрутизація дрібнопартійних перевезень

Завданням маршрутизації перевезення дрібнопартійних вантажів є знаходження такої кількості маршрутів, на яких досягалися б мінімальні витрати на транспортування (загальна мінімальна відстань перевезень, мінімальний час доставки).

Найчастіше в якості критерію оптимальності рішення задачі приймається загальний пробіг транспортних засобів:

$$\sum_{j=1}^n l_{oj} = \min \quad (5.1)$$

де n – загальне число маршрутів для освоєння заданих обсягів перевезень;

l_{oj} – довжина обороту транспортного засобу на j -му маршруті, км.

Завдання маршрутизації перевезень дрібнопартійних вантажів, що забезпечує абсолютний мінімум вищевказаної цільової функції, можна вирішити тільки при переборі всіх можливих варіантів маршрутів. Точне рішення задачі визначення оптимального варіанту об'їзду вузлів транспортної мережі дає метод гілок і меж.

Вихідні дані для вирішення задачі наведені у табл. 5.6. Задача комівояжера розв'язується методом гілок та меж за [26]. При цьому перед черговою ітерацією визначається верхня межа розв'язку B , тобто найкраще рішення, яке відоме на даний момент. Далі виконується спрямований перебір варіантів, на кожному кроці якого визначається нижня межа розв'язку H – тобто найменше можливе значення показника при прийнятому на даному кроці порядку обходу вершин. Якщо на будь-якому кроці нижня межа перебільшить верхню, то подальший перебір варіантів припиняється та виконується аналіз альтернативних розв'язків. Якщо отримано допустимий розв'язок, то змінюється верхня межа та виконується аналіз альтернативних рішень.

Метод реалізовується таким чином:

1) скласти довільний план переміщення ТЗ по маршруту: Б1–М2–М3–М4–М5–М6–М7–М8–Б1, відстань від початкової точки до кінцевої становитиме:

$$B = 2,17 + 1,23 + 2,28 + 1,30 + 2,26 + 1,57 + 1,8 + 3,95 = 16,56 \text{ км},$$

це значення буде верхньою межею (В);

2) виконати редукцію рядків та стовпців матриці. Для цього в кожному рядку визначити мінімальний елемент та відняти його від усіх елементів рядків. Після цього подібна операція виконується зі стовпцями (див. рис. 5.6 та рис. 5.7);

3) визначити величину нижньої межі Н, для цього необхідно знайти суму мінімальних елементів, за допомогою яких виконувалася редукція матриці, для даного прикладу нижня межа рівна:

$$H = 2,17 + 1,15 + 1,23 + 1,15 + 1,3 + 1,57 + 1,57 + 1,49 + 1,02 + 0,08 + 0,15 + 0,23 = 13,11 \text{ км}$$

Таким чином, меншою за знайдену 13,11 км відстань бути не може. Далі на дереві пошуку зображується нижня та верхня межі (див. рис.5.8);

Від точки	До точки								<i>Ci</i>
	Б1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8	
Б1	1000	2,17	3,3	2,68	3,37	4,54	4,49	3,95	2,17
М2	2,17	1000	1,23	1,15	2,23	3,01	2,96	2,42	1,15
М3	3,3	1,23	1000	2,28	3,36	4,41	4,09	3,55	1,23
М4	2,68	1,15	2,28	1000	1,3	2,08	2,03	1,49	1,15
М5	3,37	2,23	3,36	1,3	1000	2,26	2,21	1,67	1,3
М6	4,54	3,01	4,41	2,08	2,26	1000	1,57	1,85	1,57
М7	4,05	2,52	3,65	1,97	2,21	1,57	1000	1,8	1,57
М8	3,95	2,42	3,55	1,49	1,67	1,85	1,8	1000	1,49

Рисунок 5.6 – Знаходження мінімальних значень по рядкам

Від точки	До точки								<i>Ci</i>
	Б1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8	
Б1	996,81	0	1,05	0,51	1,05	2,37	2,32	1,55	2,17
М2	0	998,85	0	0	0,93	1,86	1,81	1,04	1,15
М3	1,05	0	998,69	1,05	1,98	3,18	2,86	2,09	1,23
М4	0,51	0	1,05	998,85	0	0,93	0,88	0,11	1,15
М5	1,05	0,93	1,98	0	998,55	0,96	0,91	0,14	1,3
М6	1,95	1,44	2,76	0,51	0,54	998,43	0	0,05	1,57
М7	1,46	0,95	2	0,4	0,49	0	998,43	0	1,57
М8	1,44	0,93	1,98	0	0,03	0,36	0,31	998,28	1,49
<i>Qj</i>	1,02	0	0,08	0	0,15	0	0	0,23	13,11

Рисунок 5.7 – Редукція рядків та стовпців матриці відстаней та визначення нижньої межі

4) додати в маршрут одне ребро. Найімовірніше в граф входить ребро, виключення якого максимально збільшить тривалість вивантаження. Для визначення цього ребра необхідно розрахувати штрафи A_i , B_j – у кожному рядку знайти нульовий елемент та визначити йому альтернативу (тобто мінімальний елемент за винятком даного), ця процедура повторюється і для стовпчика (див. рис.5.9).

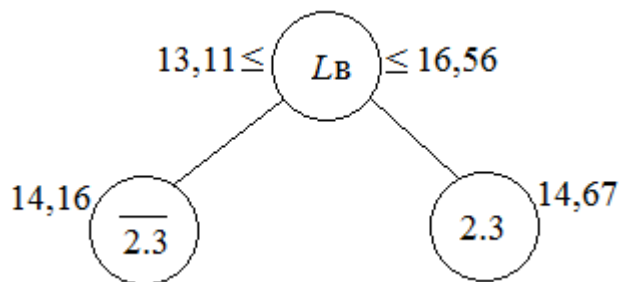


Рисунок 5.8 – Дерево пошуку після виключення ребра 2.3

Додатковий пробіг (штраф), викликаний виключенням ребра ij , знаходимо за формулою:

$$\Phi_{ij} = A_i + B_j \quad (5.2)$$

де A_i – альтернатива в рядку;

B_j – альтернатива в стовпці.

Від точки	До точки								C_i	A_i
	Б1	М2	М3	М4	М5	М6	М7	М8		
Б1	996,81	0	1,05	0,51	1,05	2,37	2,32	1,55	2,17	0,51
М2	0	998,85	0	0	0,93	1,86	1,81	1,04	1,15	0
М3	1,05	0	998,69	1,05	1,98	3,18	2,86	2,09	1,23	1,05
М4	0,51	0	1,05	998,85	0	0,93	0,88	0,11	1,15	0
М5	1,05	0,93	1,98	0	998,55	0,96	0,91	0,14	1,3	0,14
М6	1,95	1,44	2,76	0,51	0,54	998,43	0	0,05	1,57	0,05
М7	1,46	0,95	2	0,4	0,49	0	998,43	0	1,57	0
М8	1,44	0,93	1,98	0	0,03	0,36	0,31	998,28	1,49	0,03
Q_j	1,02	0	0,08	0	0,15	0	0	0,23	13,11	
B_j	0,51	0	1,05	0	0,03	0,36	0,31	0,05		1,05

Рисунок 5.9 – Знаходження штрафів по рядкам і стовпцям та виключення ребра М2 – М3(2.3)

Таким чином, при виключенні відповідної дуги, штрафи становитимуть:

$$\begin{aligned} \Phi_{12} &= 0,51 + 0 = 0,51 & \Phi_{24} &= 0 + 0 = 0 & \Phi_{45} &= 0 + 0,03 = 0,03 & \Phi_{76} &= 0 + 0,36 = 0,36 \\ \Phi_{21} &= 0 + 0,51 = 0,51 & \Phi_{32} &= 1,05 + 0 = 1,05 & \Phi_{54} &= 0,14 + 0 = 0,14 & \Phi_{78} &= 0 + 0,05 = 0,05 \\ \Phi_{23} &= 0 + 1,05 = 1,05 & \Phi_{42} &= 0 + 0 = 0 & \Phi_{67} &= 0,05 + 0,31 = 0,36 & \Phi_{84} &= 0,03 + 0 = 0,03 \end{aligned}$$

Максимальна величина штрафу при виключенні ребра (2.3) становить $\Phi_{23} = 1,05$, тому пари виключенні цього ребра, нижня межа становить:

$$H' = 13,11 + 1,05 = 14,16$$

Щоб визначити нижню межу розв'язку, у який входить ребро (2.3), з матриці необхідно виключити відповідні рядок та стовпець, а також викреслити ребро, що спричинить зустрічний пробіг (3.2) (див.рис. 5.9)

Від точки	До точки							
	Б1	М2	М4	М5	М6	М7	М8	C_i
Б1	996,81	0	0,51	1,05	2,37	2,32	1,55	0
М3	1,05	0	1,05	1,98	3,18	2,86	2,09	0
М4	0,51	0	998,85	0	0,93	0,88	0,11	0
М5	1,05	0,93	0	998,55	0,96	0,91	0,14	0
М6	1,95	1,44	0,51	0,54	998,43	0	0,05	0
М7	1,46	0,95	0,4	0,49	0	998,43	0	0
М8	1,44	0,93	0	0,03	0,36	0,31	998,28	0
Q_j	0,51	0	0	0	0	0	0	

Рисунок 5.10 – Наступна редукція рядків та стовпців матриці відстаней

Від точки	До точки								
	Б1	М2	М4	М5	М6	М7	М8	C_i	A_i
Б1	996,81	0	0,51	1,05	2,37	2,32	1,55	0	0,51
М3	0,54	0	1,05	1,98	3,18	2,86	2,09	0	0,54
М4	0	0	998,85	0	0,93	0,88	0,11	0	0
М5	0,54	0,93	0	998,55	0,96	0,91	0,14	0	0,14
М6	1,44	1,44	0,51	0,54	998,43	0	0,05	0	0,05
М7	0,95	0,95	0,4	0,49	0	998,43	0	0	0
М8	0,93	0,93	0	0,03	0,36	0,31	998,28	0	0,03
Q_j	0,51	0	0	0	0	0	0	0,51	
V_j	0,54	0	0	0,03	0,36	0,31	0,11		0,54

Рисунок 5.11 – Повторне знаходження штрафів та виключення ребра

$$M3 - M2 (3.2)$$

Нижня межа розв'язку складає: $H'' = 14,16 + 0,51 = 14,67$

$$\Phi_{12} = 0,51 + 0 = 0,51 \quad \Phi_{45} = 0 + 0,03 = 0,03 \quad \Phi_{76} = 0 + 0,36 = 0,36$$

$$\Phi_{32} = 0,54 + 0 = 0,54 \quad \Phi_{54} = 0,14 + 0 = 0,14 \quad \Phi_{78} = 0 + 0,11 = 0,11$$

$$\Phi_{41} = 0 + 0,54 = 0,54 \quad \Phi_{67} = 0,05 + 0,31 = 0,36 \quad \Phi_{84} = 0,03 + 0 = 0,03$$

Максимальний штраф становить $\Phi = 0,54$. При виключенні ребра (3.2) (див.рис. 5.12) нижня межа дорівнює $H''' = 14,67 + 0,54 = 15,21$.

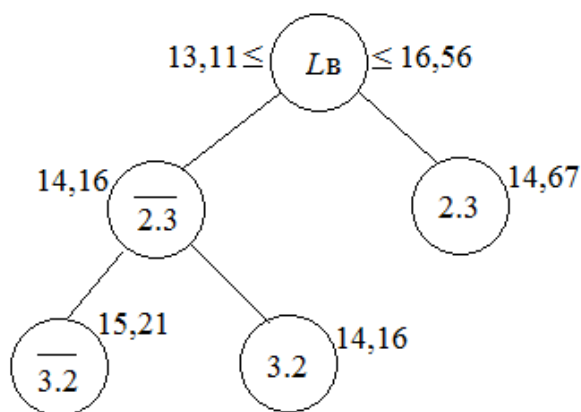


Рисунок 5.12 – Дерево пошуку після виключення ребер (2.3) та (3.2)

Далі виконуються необхідні редукції цієї матриці до тих пір, поки нова нижня границя не перевищить існуючу, або не буде отримано новий розв'язок. Після розв'язку даної задачі отримано дерево пошуку, яке наведено на рис. 5.13.

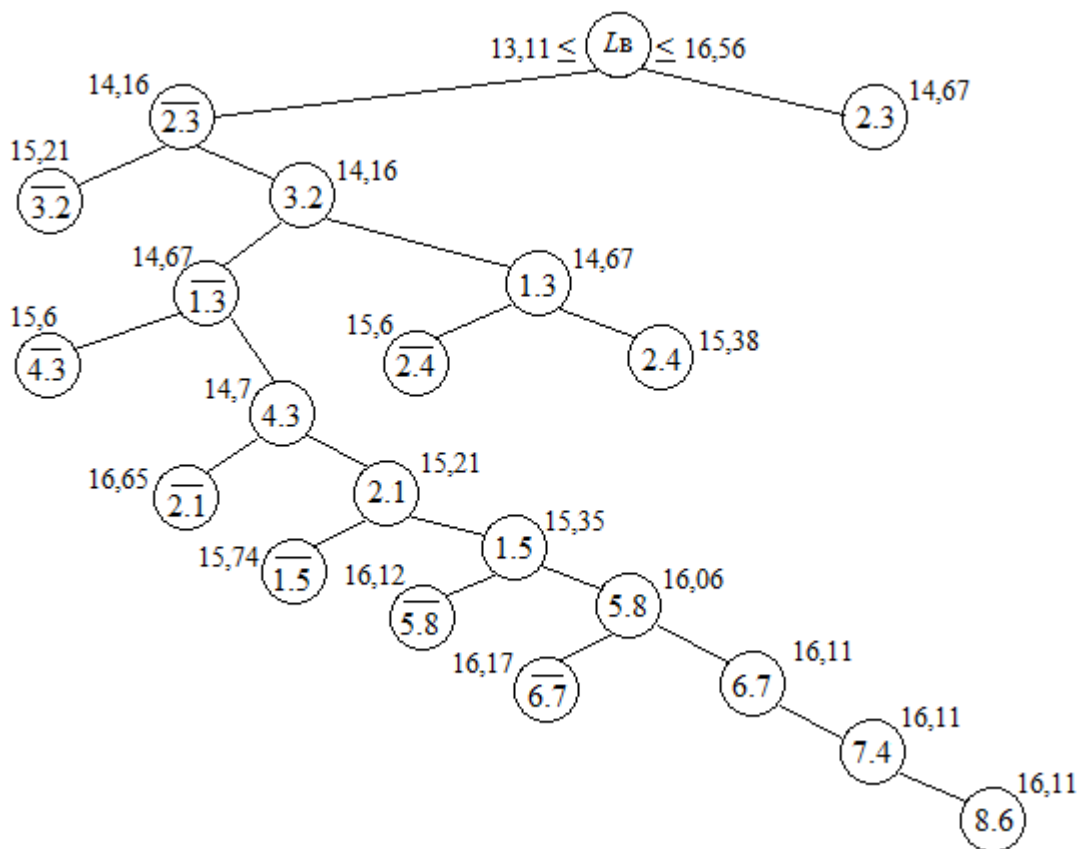


Рисунок 5.13 – Дерево пошуку розв'язку з усіма варіантами руху вантажного автомобіля ГАЗель під час розвезення товарів

Аналізуючи рис. 5.13 можна зробити висновок, що оптимальний маршрут має вигляд: Б1–М5–М8–М6–М7–М4–М3–М2–Б1 з довжиною, використовуючи дані з табл. 5.6: $l_{\text{опт}} = 3,37 + 1,67 + 1,85 + 1,57 + 1,97 + 2,28 + 1,23 + 2,17 = 16,11 \text{ км}$.

Для оптимального маршруту може існувати маршрут із зворотним порядком об'їзду пунктів з такою ж довжиною. Наприклад, для оптимального маршруту Б1–М5–М8–М6–М7–М4–М3–М2–Б1 – маршрут з протилежним порядком об'їзду пунктів Б1–М2–М3–М4–М7–М6–М8–М5–Б1. При цьому, можливо, його довжина буде більше довжини оптимального маршруту, оскільки на транспортній мережі є дорожні знаки, що впливають на дозволені напрямки руху. Тому в роботі визначено довжину маршруту $l_{\text{опт}}^*$ зі зворотним порядком об'їзду пунктів:

$$l_{\text{опт}}^* = 2,17 + 1,23 + 2,28 + 2,03 + 1,57 + 1,85 + 1,67 + 3,37 = 16,15 \text{ км}.$$

Довжина маршруту зі зворотним порядком об'їзду пунктів дорівнює 16,15 км. Отже, прямий варіант об'їзду пунктів є більш коротшим ніж зі зворотним порядком і надалі оптимальним приймається маршрут Б1–М5–М8–М6–М7–М4–М3–М2–Б1.

5.6 Порівняння техніко-експлуатаційних показників роботи транспортних засобів на існуючих і розроблених маршрутах

Для оптимального маршруту із загальною довжиною 16,11 км будується картограма роботи автомобіля ГАЗель НЕКСТ, на якій позначаються магазини (М1, М2...М8) та склад (Б1), яка наведена на рис.5.15. Окрім цього будується схема розвезення вантажу чай пакетований, яка наведена на рис.5.14 Для інших видів вантажів схеми розвезення наведені у Додатку В.

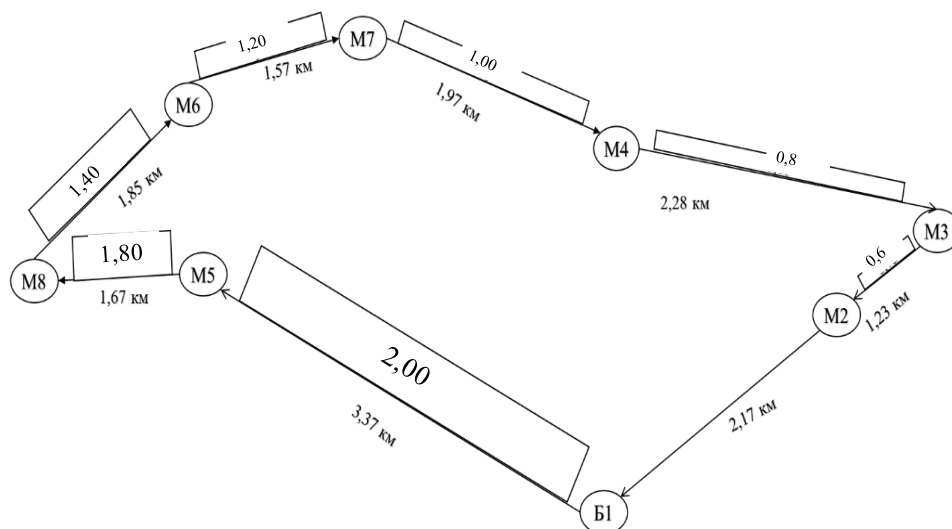


Рисунок 5.14 – Схема оптимального маршруту доставки вантажів автомобілем ГАЗель НЕКСТ

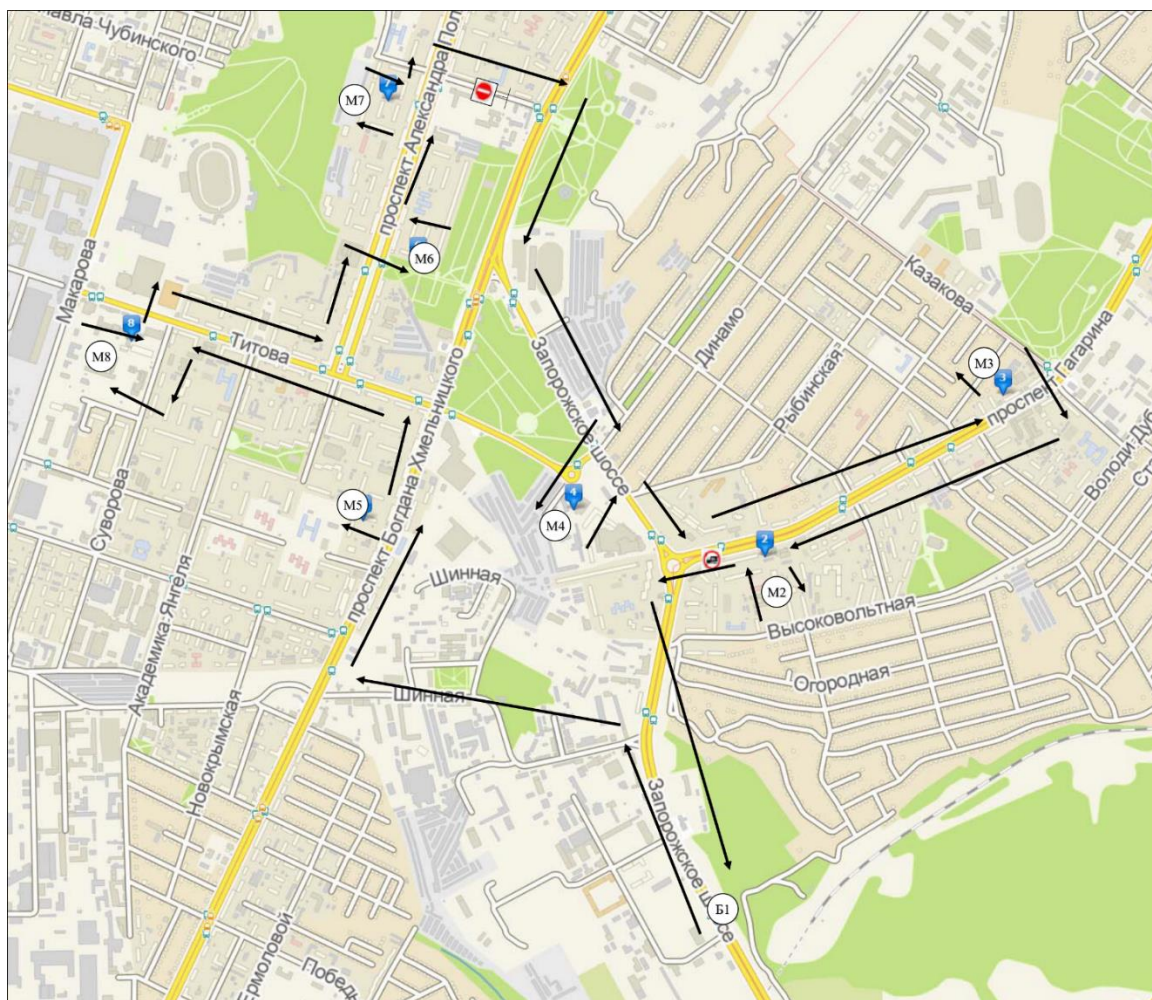


Рисунок 5.15 – Картограма доставки вантажів

Нижче наведений порівняльний аналіз існуючих і розроблених маршрутів, який містить оцінку зміни таких техніко - експлуатаційних показників роботи ТЗ, як загальний пробіг, навантажений пробіг, транспортна робота, коефіцієнти використання пробігу і вантажопідйомності. Порівняльний аналіз автомобілю ГАЗель НЕКСТ на існуючому (див. рис. 5.3) і розробленому (див. рис.5.14) маршрутах для вантажу чай пакетований наведено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – Аналіз існуючого та розробленого маршрутів доставки пакетованого чаю

Статус	Маршрут слідування	Маса перевезеного вантажу, <i>т</i>	Довжина, <i>км</i>	Навантажений пробіг, <i>км</i>	Транспортна робота, <i>т · км</i>
Існуючий	Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8-Б1	2,00	16,56	12,61	13,57
Розроблений	Б1-М5-М8-М6-М7-М4-М3-М2-Б1	2,00	16,11	13,94	18,75

Внаслідок оптимізації маршруту розвезення пакетованого чаю здобутий наступний ефект: загальна довжина маршруту була зменшена на 2,72 %, навантажений пробіг був збільшений на 9,54 %. Для інших вантажів розрахунок наведений у Додатку В.

5.7 Розробка графіків роботи автомобільних транспортних засобів на маршрутах

Після визначення раціональних маршрутів роботи автомобільних транспортних засобів необхідно відтворити їх у графічному вигляді. Графіки роботи автомобільних транспортних засобів на маршрутах повинні відображати всі елементи процесу переміщення вантажу в часі і просторі (навантажений пробіг, порожній пробіг, нульові пробіги, навантаження, розвантаження). Вони будуються відповідно зі схемою маршруту в системі координат, нормами часу на вантажно-розвантажувальні операції та на рух відповідно до [16]. Рух зображується похилими лініями, а простій - горизонтальними. Характер руху з вантажем, без вантажу або простій відображається прийнятими умовними позначеннями. Для побудови графіків руху необхідні наступні дані: вантажопідйомність і вид автомобіля; час простою під навантаженням - розвантаженням [16]; довжина маршрутів роботи автомобільних транспортних засобів; швидкість руху автомобіля [16]; кількість вантажу, що поставляється кожному споживачеві.

Далі наведено приклад побудови графіка роботи автомобіля ГАЗель НЕКСТ (див. табл. 5.8). Умовно приймаємо, що автомобіль прибуває під навантаження в пункт Б1 о 8:00. Загальна місткість вантажу становить 2,00 *т* (див. табл. 5.8). Тоді час на навантаження даного вантажу складе $11,4 \cdot 2,00 = 23$ *хв* [16]. Тоді автомобіль виїде з Б1 о 8:23. Довжина їздки з Б1 в М8 становить 3,37 км (див. табл. 5.6) норма часу на 1 *хв/(т·км)*, встановлюється за формулою [10]:

$$H_{\text{вр}} = \frac{60}{v \cdot q \cdot \beta} \quad (5.3)$$

де v – розрахункова норма пробігу автомобіля для відповідної групи доріг, *км/год*;

q – вантажопідйомність автомобіля, *т*;

β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля.

Розрахункова норма пробігу автомобіля ν для міських доріг складає 25 км/год (див. Додаток А), вантажопідйомність автомобіля ГАЗель НЕКСТ складає 4,0 т (див. Додаток А.), коефіцієнт використання пробігу згідно [16] дорівнює

$$\beta = \frac{13,94}{16,11} = 0,87. \text{ Тоді за формулою (5.3)}$$

$$H_{\text{вр}} = \frac{60}{25 \cdot 4,00 \cdot 0,87} = 0,69 \text{ хв} / \text{т} \cdot \text{км}.$$

При виконанні перевезення з Б1 в М5 виконується транспортна робота в обсязі $2,00 \cdot 3,37 = 6,74 \text{ т} \cdot \text{км}$ (див. рис. 5.14). Тоді на пробіг з Б1 в М5 знадобиться $6,74 \cdot 0,69 = 5 \text{ хв}$. Тобто автомобіль прибуде під вивантаження в п. М5 у 8:28. У М5 вивантажується 0,2 т вантажу, на що буде потрібно $11,4 \times 0,2 = 3 \text{ хв}$ [16]. Отже, з М5 в М8 автомобіль виїде о 8:31. Відстань з М5 в М8 становить 1,67 км, тоді транспортна робота складе $1,67 \times 1,8 = 3,01 \text{ т} \cdot \text{км}$ і на пробіг з М5 в М8 знадобиться $3,01 \times 0,69 = 3 \text{ хв}$. Аналогічні розрахунки виконуються для інших пунктів, що входять в розроблений маршрут. Графік роботи автомобіля ГАЗель НЕКСТ на розробленому маршруті розвезення вантажу чаю пакетованого наведено на рис.

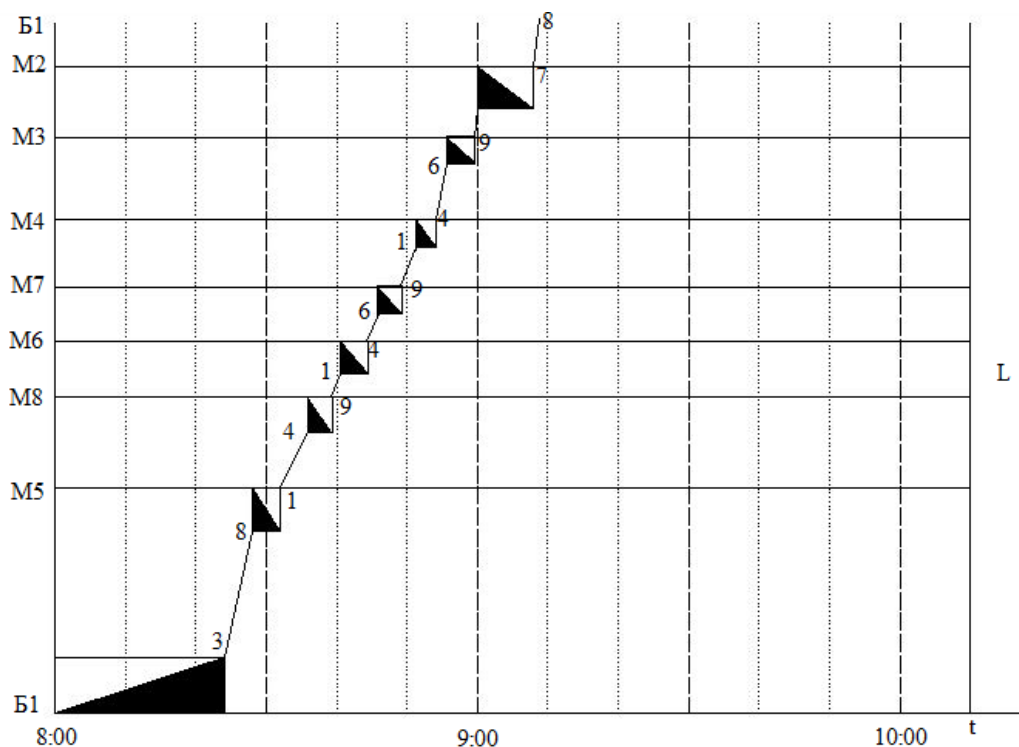


Рисунок 5.16 – Графік роботи автомобіля на маршруті

6 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕННЯ ТОВАРІВ

6.1 Екологічні аспекти функціональних сфер логістики

На сучасному етапі розвитку значної актуальності набуває розгляд логістики, як одного з чинників збереження навколишнього середовища, адже саме логістика займається питаннями постачання сировини на підприємство, рухом напівфабрикатів всередині підприємства, транспортування готової продукції на склади та доставку товарів покупцям. Логістику, яка заснована на ресурсозберігаючих та екологічно безпечних процесах і технологіях, назвали “зеленою” логістикою.

На думку вітчизняного вченого І. Г. Смирнова, “зелена логістика” – це сукупність логістичних підходів до оптимізації переміщень матеріальних потоків (зокрема потоки відходів і вторинних ресурсів для переробки), транспортних засобів, природних, фінансових, інформаційних, енергетичних і людських ресурсів із застосуванням прогресивних технологій в процесі перевезення з метою створення такого середовища, в якому забезпечуються потреби населення, підвищується ефективність виробництв господарства та досягається умова мінімізації негативних наслідків антропогенного втручання в екосистему.

Основними об’єктами екологістики є матеріальні (зокрема потоки відходів і вторинних ресурсів для переробки), інформаційні і фінансові потоки (зокрема сервісний потік, який може виступати і в матеріальній (матеріалізованій) формі, і у формі інформації, трудових витрат) при рівній значущості кожного з них. Детальніше екологічний вплив за функціональними сферами логістики наведений у табл. 6.1. Розгляд же як об’єкта управління лише потоків продукції або відходів чи логістичних операцій і процесів є доволі вузьким і обмежує сферу дії механізму еколого-орієнтованого логістичного управління (екологічна інформація і екологічні платежі є важливою характеристикою екологоорієнтованої логістичної системи для реалізації процесів планування і моделювання, оцінки її ефективності) [12].

Таблиця 6.1 – Екологічний вплив окремих функціональних сфер логістики

Функціональна сфера логістики	Екологічний вплив
Логістика постачання	збільшення об'єму твердих відходів у процесі зберігання матеріальних ресурсів; контакт людей з екологічно небезпечними інгредієнтами при обробці та затарюванні вантажів; антропогенне навантаження на ґрунти при складуванні матеріальних ресурсів та їх доставці від постачальників.
Інформаційна	електромагнітне випромінювання при передачі інформації технічними засобами зв'язку
Логістика збуту	збільшення об'єму твердих відходів у процесі реалізації; висипання, витікання, випаровування вантажів через неякісну упаковку
Логістика виробництва	збільшення об'єму використання виробничих ресурсів; використання земельних ділянок для розміщення виробничих об'єктів та складування відходів виробництва; підвищення шуму та вібрації на прилеглий території;
Транспортна логістика	викиди транспортними засобами шкідливих речовин в атмосферу; використання більш дешевих видів палива, продукти переробки яких негативно впливають на стан довкілля і здоров'я людини; шумове та вібраційне забруднення; використання автомобільного транспорту при можливості застосування морського, річкового чи залізничного.

6.2 Вплив автомобільного транспорту на довкілля

Серед усіх транспортних засобів автотранспорт залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. Для транспортних засобів використовують пальне з різних видів нафтопродуктів і мастил, леткі фракції яких у складі відпрацьованих газів дизельних та бензинових двигунів внутрішнього згоряння забруднюють практично всі об'єкти довкілля. Автотранспорт також спричиняє негативний вплив акустичним (шумовим) забрудненням на центральних магістралях. Результати акустичних вимірів та соціологічні дослідження свідчать, що головним джерелом акустичного забруднення у місті є автотранспорт. [15].

Існують прогнози, що до 2025 р. світовий сумарний викид двоокису вуглецю від двигунів внутрішнього згоряння має зрости від 25 до 44%. Це зумовить посилення дії парникового ефекту, тобто загальне потепління клімату, а відтак – танення льодовиків та значне підвищення рівня Світового океану, а також до порушення нормального функціонування екосистем. Вірогідність цих прогнозів підтверджується даними ООН: за останні 10 років відбулося зростання на 9% обсягів викидів в атмосферу шкідливих газів, які створюють парниковий ефект. Саме із збільшенням кількості шкідливих викидів в атмосферу науковці пов'язують зрос-

тання кількості стихійних лих. Так, згідно з інформацією Міжнародного Червоного Хреста за три десятиліття, що минули, кількість природних катастроф зростає втричі.

До 2030 року очікується збільшення середньорічної температури на планеті на 1,5-4,5 градуси за Цельсієм, отже й підвищення рівня океану на 20-140 сантиметрів. У багатьох регіонах планети екологічні проблеми набрали надзвичайної гостроти. Через кризовий стан навколишнього середовища ці території мають міжнародно визнаний статус зон екологічного лиха. До них, зокрема, належать Азовське, Чорне, Балтійське, Аральське та Японське моря, Перська й Мексиканська затоки, Урал, Кузбас, Тюменський нафтопромисловий регіон, Нова Земля, Ефіопія та ін. Зоною екологічного лиха визнана й Україна. Взагалі серед європейських країн наша держава має найвищий інтегральний показник антропогенних навантажень на природне середовище практично на всій території. Величезних розмірів набрали в Україні забруднення повітряного басейну, водних і земельних ресурсів, а також деградація ґрунтів та водойм. Так, щорічно у повітряний басейн, земельні та водні ресурси країни потрапляє майже 40 *млн. тонн* небезпечних речовин, з яких 90% – токсичні промислові відходи [18].

6.3 Способи зменшення шкідливого впливу автомобільного транспорту на довкілля

Кожен автомобіль при згорянні 1 *кг* бензину використовує 15 *кг* повітря, зокрема, 5,5 *кг* кисню. При згорянні 1 т пального в атмосферу викидається 200 *кг* окису вуглецю. На частку автотранспорту припадає близько 55 % шкідливих надходжень загального обсягу, що включають понад 200 різних сполук, у тому числі: окиси вуглецю, свинцю, азоту, формальдегіди, зокрема домішки ароматичних вуглеводів, бензапірен, канцерогени, у тому числі й поверхнево-активні речовини, серед яких чимало мутагенів.

Насамперед, потрібен розвиток і удосконалювання законодавчої бази в області екології транспорту. Така діяльність охоплює дуже великий спектр питань – від удосконалювання базових законів, що регламентують діяльність транспорту як компонента економіки до розробки конкретних нормативних актів спеціально-

го призначення. Для забезпечення входження України у світову транспортну систему варто передбачати гармонізацію нормативно-правового забезпечення в транспортному комплексі з регіональним і міжнародним законодавством.

Для ефективної дії всього комплексу заходів в області охорони навколишнього середовища необхідно організовувати правову сторону питання таким чином, щоб будь-якому суб'єкту автотранспортного ринку було не вигідно, насамперед з економічної точки зору, займатися перевізною чи сервісною діяльністю, що не задовольняє прийнятим в Україні екологічним нормам [3].

Вирішити проблему можливо також через виробництво і впровадження нових (альтернативних) видів екологічно безпечного пального, наприклад, водню. Основна перевага водню як палива у тому, що транспорт працює майже безшумно, а з вихлопної труби замість двоокису вуглецю й інших речовин, що забруднюють навколишнє середовище, виходить водяна пара без усяких домішок. Інша, не менш важлива перевага цього виду палива – його безпека. Річ у тім, що в бензобаку, крім бензину є ще і повітря, що при визначених умовах може привести до вибуху пального. Водень перебуває в баках під тиском, і повітря в ці баки потрапити не може. Вони настільки міцні, що навіть у разі важкої дорожньо-транспортної події можна не боятися вибуху пального. Не менш важливими фактором зменшення кількості шкідливих відпрацьованих газів є зведення до мінімуму простоїв вантажних автомобілів у місті. Тому, створення швидкісних автомагістралей без припинення транспортного руху, об'їзних автошляхів, використання не етильованого бензину і скрапленого природного газу та інших заходів є досить актуальним питанням, яке в багатьох країнах світу вже активно вирішується. В свою чергу, перехід громадського транспорту на водневе паливо дасть змогу скоротити викиди відпрацьованих газів, а також знизити рівень шуму в містах. Технології використання водневого палива вже досягли такого рівня, що в найближчій перспективі стане можливим масове виробництво відповідних транспортних засобів. Для їхньої експлуатації необхідна, проте, інфраструктура і, насамперед, мережа автозаправних станцій [15].

ВИСНОВКИ

У роботі проведено огляд наукових праць, присвячених питанням ефективної організації логістичного забезпечення системи доставки товарів в точки збуту споживачам, виконано аналіз показників функціонування підприємств транспорту та складського господарства.

Проведений аналіз параметрів та показників логістичного забезпечення ритейлінгу показав, що автомобільний транспорт є основним видом транспорту, за допомогою якого відбувається доставка продовольчих товарів по території міст та між ними, адже саме цей вид транспорту має широкий вибір за показником вантажопідйомності, об'єму кузова, можливості швидко доставляти товари на різні відстані з досить малим часом, який витрачається на дорогу.

У дипломній магістерській роботі розглянуті логістичні та технологічні процеси на складі, визначено раціональне розташування піддонів у кузові вантажного автомобіля. Раціональним виявилось комбіноване розташування палет у кузові автомобіля. Окрім цього, розрахована загальна площа, яка склала $998,04\text{ м}^2$.

Розглянуто питання оптимізації системи управління запасами в умовах ризику затримки поставок, в якому до уваги береться два способи відновлення запасів: управління запасами з фіксованим розміром замовлення та з фіксованим інтервалом часу між замовленнями. В результаті економічного порівняння встановлено, що система з фіксованим інтервалом між замовленнями дозволяє досягти річної економії 1 124 487 грн.

Також в роботі виконано оптимізацію транспортного забезпечення ритейлингової мережі, вирішено задачу комівояжера методом гілок та меж, в результаті чого було скорочено на 3-5% відстані та порожні пробіги автомобілів. На основі виконаних розрахунків розроблено графік роботи автомобілів на маршрутах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Matai R., Singh S.P., Mittal M.L. Traveling Salesman Problem: An Overview of Applications, Formulations, and Solution Approaches* // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: cdn.intechopen.com/pdfs-wm/12736.pdf
2. Автономный транспорт *Volvo* потребляет на 80% меньше энергии, чем обычные автобусы [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hi-news.ru/auto/avtonomnyj-transport-volvo-potrebyaet-na-80-menshe-energii-chem-obychnye-avtobusy.html>
3. Автотранспорт і навколишнє середовище: проблеми і шляхи їхнього вирішення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.zoda.gov.ua/news/7207/avtotransport-i-navkolishnjесередовише-problemi-i-shlyahi-jihного-virishennya.html>
4. Аземша, С.А. Автомобильные перевозки грузов и пассажиров. Практикум: учеб. пособие / С.А. Аземша, С.В. Скирковский, С.В. Сушко; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2009. – 181 с.
5. Алексійчук Н. М. Методологічний підхід до розвитку провайдерів логістичних послуг на транспортному ринку України [Текст] / Алексійчук Н. М., Мироненко В. К. // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології», 2012 – с. 228-239
6. Базилевич Р. Оптимізація розв'язків задачі комівояжера методом послідовного сканування [Текст] / Р. Базилевич, Р. Кутельмах // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2009. – № 638 : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 254 – 260
7. Бердышев С. Н. Искусство управления складом [Текст] / С. Н. Бердышев, Ю. Н. Улыбина. – М.: Ай Пи Эр Медиа, 2011. – 304 с.
8. Біловодська, О.А. Маркетингова політика розподілу та збуту: дослідження сутності, ролі та значення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/66012>

9. Бочко, О.Ю. Удосконалення системи дистрибуції на ринку АПК: Регіональний аспект [Текст] / О. Ю. Бочко // Моделювання регіональної економіки. – 2016. – №2(28). – С. 273–281.

10. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б.Л. Геронимус, Л.В. Царфин. – М.: Транспорт, 1988. – 49 с.

11. Гринько, Ольга Проблеми сучасної системи дистрибуції в Україні [Текст] / Ольга Гринько // Сектори економіки в процесі реалізації державної регіональної політики: Дванадцяті регіональні та муніципальні читання : зб. матеріалів доп. міжнар. наук.-практ. конф. [Тернопіль – Збараж, 26 – 27 жовт. 2017 р.] – Тернопіль : СМП «Тайп», 2017. – Ч. II. – С. 55 – 57.

12. Гурч Л. М., Хмара Л. Є. Розвиток зеленої логістики” в Україні //Вісник Національного університету Львівська політехніка. Логістика. – 2014. – №. 811. – С. 86-91.

13. Державна служба статистики [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

14. Дорожні знаки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dai.eu.com/pravila-dorozhnogo-ruhu-ukrani-2010/dorozhni-znaky-dodatok-1>

15. Екологічні проблеми транспортної галузі: погляд громадськості [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>

16. Єдині норми часу на перевезення вантажів автомобільним транспортом і відрядні розцінки для оплати праці водіїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0142400-87>

17. Журавель В. В. Транспортно-складські комплекси [Текст]: Методичні вказівки до курсової роботи / В. В. Журавель – Дніпро, 2016. – 48с.

18. Землянська О.В. Оцінка сучасної екологічної ситуації в світі. [Текст] / О.В.Землянська, Ю.Г.Голинська // Проблеми охорони праці, промислової та циві-

льної безпеки: Збірник матеріалів Шостої науково-методичної конференції, м. Київ –К.: НТУУ —КПІ, 2011. – 29-31с.

19. Как один человек может управлять двумя грузовиками одновременно? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hi-news.ru/auto/kak-odin-chelovek-mozhet-upravlyat-dvumya-gruzovikami-odnovremenno.html>

20. Классификация складских помещений [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://content.knightfrank.com/resources/knightfrank.ru/pdf/research/ind.pdf>

21. Кочегурова Е.А., Мартынова Ю.А. Оптимизация составления маршрутов общественного транспорта при создании автоматизированной системы поддержки принятия решений // Известия ТПУ. 2013. №5. С. 79-84.

22. Линдерс М. Управление закупками и поставками [Текст] / М. Линдерс, Ф. Джонсон, А. Флинн, Г. Фирон. – М. : Юнити, 2007. – 752 с.

23. Логістика дистрибуції товарів [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pidruchniki.com/71661/logistika/logistika_distributsiyi_tovariv

24. Логістичний підхід до управління матеріальними потоками у сфері обігу. Хмельницький національний університет [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k0620&T=06&lng=1&st=0

25. Лозинський, В.Т. Формування сучасних систем дистрибуції товарів: проблеми теорії і практики [Текст] / В.Т.Лозинський, І.П. Міщук // Логістика – 2010. – №690. – С. 95 – 103.

26. Методики оптимізації технічних та технологічних параметрів станцій [Текст]: методичні вказівки до виконання практичних робіт: у 2 ч. / уклад.: Д. М. Козаченко, Г. Я. Мозолевич, А. В. Кудряшов, Ю. В. Чибісов, Т. В. Болвановська; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д. :Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2013. – Ч. 2. – 37 с.

27. Методология планирования доставки мелкопартионных грузов в условиях крупного города [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.dissercat.com/content/teoriya-i-metodologiya-protsessnogo-podkhoda-k-modelirovaniyu-i-integrirovannomu-planirovani/read>

28. Моделирование работы склада: опыт профессионалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/blog/modelirovanie-raboty-sklada-opyt-professionalov/>

29. Найбільші логістичні оператори [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://business.ua/business/4978-naibilshi-lohistychni-operatory>

30. Никифоров В.В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок: Учебное пособие/ В.В.Никифоров.– М.: ГроссМедиа, 2008.– 170 с.

31. Николайчук В.Е. Транспортно-складская логистика: Учебное пособие. / В.Е. Николайчук – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 452 с.

32. Статистика роздрібного товарообігу в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/trade/retail/>

33. О कोरोков А.М. Організація ланцюга постачань сировини на виробництво [Текст] / А. М. О कोरोков, В. З. Яневич, Є. В. Іващенко // Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2014. – 25 с.

34. Організація та планування вантажних перевезень автомобільним транспортом [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://otherreferats.allbest.ru/transport/00188437_0.html#text

35. Перечень дистрибьюторов Украины или кому дать продавать ваш продукт [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://koloro.ua/blog/dizain/perechen-distribjutorov-ukrainy-ili-komu-dat-prodavat-vash-produkt.html>

36. Перчатка ProGlove облегчает работу сотрудников логистических центров [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://logist.today/dnevnik_logista/2019-10-05/perchatka-proglove-oblegchaet-rabotu-sotrudnikov-logisticheskikh-centrov/

37. Подшивалова, К.С. Повышение эффективности перевозок мелкопартионных грузов автомобильным транспортом / автореф. дис. канд. тех.наук: 05.22.10 / К.С. Подшивалова. – Волгоград, 2007. – 16 с.

38. Попит на нові комерційні авто в ЄС у травні зріс на 8,5% – експерти [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2727677-popit-na-novi-kommercijni-avto-v-es-u-travni-zris-na-85-eksperti.html>
39. Правила дорожнього руху України: Відповідає офіційному тексту. – К.: Арії, П86 2016. – 48 с.:іл.
40. Проектування транспортно-складських комплексів [Текст]: Навчальний посібник / М. О. Турченко та ін. – Рівне: НУВГП, 2014. – 190 с.
41. Прокудін Г.С. Аналіз розвитку логістичного аутсорсингу в Україні. [Тест] / Г.С. Прокудін, І.І. Прокудіна, О.М. Бура // Східна Європа: економіка, бізнес та управління. – 2018. – №4 (15) – с.144 – 149.
42. Logistics Performance Index 2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://lpi.worldbank.org/>
43. Сагіров, Г. В. Оптимізація транспортно-логістичних операцій обслуговування торгівельної мережі: [Текст] Г. В. Сагіров // Удосконалення технології та технічного оснащення транспортних систем: наук.-техн. конф. молодих вчених, магістрантів та студентів, 29 березня 2018 року / За ред. І. Я. Сковрона. – Дніпро: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2018. – 27-28 с.
44. Самуйлов, В. М. Логистика складирования : курс лекцій [Текст]/ В. М. Самуйлов, М. А. Левченко. – Екатеринбург : УрГУПС, 2017. – С. 205.
45. Сверчков П.А. Проектирование рациональной сети распределения компании сетевой розничной торговли: Москва, 2016.- 183 с.
46. Транспортный гигант *Scania* разрабатывает первый грузовик на водородном топливе [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://hi-news.ru/technology/transportnyj-gigant-scania-razrabatyvaet-pervyj-gruzovik-na-vodorodnom-toplive.html>
47. Шматко Д. З. Конспект лекцій з дисципліни “Організація автомобільних перевезень” / Д. З. Шматко – Кам’янське, 2018. – 56с.
48. Официальный сайт АТБ – Предприятия корпорации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://atb.ua/ru_RU/page/corp_partners#trans

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ

На склад тарно-штучних вантажів від п'яти постачальників на адресу 10-ти магазинів надходять вантажі у споживчій тарі пакетами, сформованими на євро-піддонах розміром $1200 \times 800 \times 145$ мм (з яких довжина($l_{\text{під}}$) \times ширина($b_{\text{під}}$) \times висота($h_{\text{під}}$)) з вантажопідйомністю $q_{\text{під}} = 2,2$ т. В роботі виконуються розрахунки для обслуговування 7-ми точок роздрібної торгівлі.

Тривалість роботи однієї зміни на складі складає 8 год.

На ділянках приймання, комплектування та відправлення вантаж зберігається у штабелях, а на ділянці зберігання – на здвоєних фронтальних стелажах палетного типу. Висота складування вантажів на ділянках приймання, комплектування та відправлення у два яруси, на ділянці зберігання складає до 6 м.

Для розвантаження та завантаження вантажів, їх переміщення між ділянками приймання вантажу та його зберігання, а також між ділянками зберігання вантажу, комплектування та відправлення використовуються електронавантажувачі *Toyota 7FBN15* з $q_{\text{нв}} = 1500$ кг.

Для переміщення вантажів ділянкою зберігання, розміщення на зберігання та їх відбору використовуються електричні мостові стелажні крани - штабелери із $q_{\text{шт}} = 3000$ кг;

Пакети від виробників на склад надходять у вантажних автомобілях ГАЗель НЕКСТ АС-G А21R22-АХУ-1.

Таблиця А. 1 – Добові вантажопотоки складу, одиниць вантажу у споживчій тарі

Товар	Магазин						
№	1	2	3	4	5	6	7
1	450	50	200	250	50	50	350
2	300	50	100	50	450	150	400
3	150	200	500	50	400	350	200
4	50	450	50	400	100	250	250
5	250	250	50	500	250	400	50

Таблиця А. 2 – Параметри споживчої тари

№	Товар	Параметри споживчої тари			
		Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса брутто вантажу у споживчій тарі, кг
1	Чай пакетований	370	213	185	1,99
2	Апельсиновий сік	515	209	170	8,23
3	Мінеральна вода	395	330	220	10,00
4	Пакована гречана крупа	345	380	225	12,63
5	Консерви рибні	425	341	155	9,03

Таблиця А. 3 – Вартість одиниці окремих видів товарів

Товар	Вартість, грн/од.
Чай пакетований	550
Апельсиновий сік	300
Мінеральна вода	200
Пакована гречана крупа	400
Консерви рибні	960

Таблиця А. 4 – Технічні характеристики вантажного автомобіля ГАЗель НЕКСТ

Назва		Значення	Одиниця виміру
Назва та модель транспортного засобу		ГАЗель НЕКСТ, AC-G A21R22-AXY-1	—
Вантажопід'ємність		4	т
Корисний об'єм кузова		29,9	м ³
Внутрішні параметри кузова	висота	2,2	м
	ширина	2,3	м
	довжина	5,9	м
Кількість палето - місць		10	од
Маршрут		Б1-М2-М3-М4-М5-М6-М7-М8- Б1	км
Розрахункова норма пробігу автомобіля, v_t		25	км/год
Підготовчо-заключний час(з урахуванням часу передрейсового медичного огляду), $t_{пз}$		25	хв
Ціна палива, $Ц_{п}$		29.99	грн
Витрати палива л на 100 км, $N_{л}$		15	л/100 км
Норма витрат мастильних та інших експлуатаційних матеріалів на 1 гривні витрат на паливо, $N_{зм}$		4,18	%
Ціна одного комплекту шин, $Ц_{ш}$		4000	грн
Експлуатаційна норма пробігу однієї шини до списання, L_e		95000	км
Коефіцієнт, що враховує умови експлуатації рухомого складу, $K_{ш}$		1	—
Норма витрат на запасні частини, вузли, агрегати та матеріали для технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, МЗ		42605	грн. на 1000 км пробігу
Індекс цін виробників промислової продукції виробничо-технічного призначення, $I_{пш}$		124,1	%
Норматив відрахувань на повне відновлення рухомого складу, $S_a^{км}$		140	грн/км

Таблиця А. 5 – Значення показників, необхідних для розрахунків

Показник	Значення	Одиниці ви- мірювання	Показник	Значення	Одиниці ви- мірювання
$h_{\text{пак.мах}}$	1800	мм	$k_{\text{н.н}}$	1,25	-
$q_{\text{п.п.п.}}$	25	кг	$k_{\text{н.в}}$	1,2	-
$v_{\text{е.}}$	25	км/год	$T_{\text{н.1}}$	8	год
$l_{\text{вї.}}$	12,5	км	$a_{\text{в.}}$	0,95	-
$b_{\text{с.р.}}$	90	мм	$b_{\text{т.з.}}$	75	мм
$l_{\text{стл.мах}}$	4000	мм	$q_{\text{я}}$	5500	кг
$h_{\text{п.т.}}$	100	мм	$h_{\text{тр}}$	110	мм
$q_{\text{стл}}$	22 000	кг	$T_{\text{об.}}$	5	дїб
$n_{\text{я.}}$	3	яруси	$t_{\text{пр.}}$	0,2	доби
$n_{\text{я.ш}}$	2	яруси	$k_{\text{в}}$	0,65	-
$t_{\text{к.}}$	0,13	год	$t_{\text{в.}}$	0,25	год
$t_{\text{пост}}$	1,25	год	$T_{\text{р}}$	0,08	год
$t_{\text{пз}}$	0,2	год	$c_{\text{пр}}$	25	грн/од
$c_{\text{зб}}$	7	грн/од.	k	0,015	-
$t_{\text{пост}}$	2	доби	δ	11	%
β	9	%			

Таблиця А. 6 – Тип вантажу та його місце призначення

№ магазину	Найменування вантажу	Кількість палет	Маса вантажу, кг	
			1 палети	загальна
№1	Чай пакетований	3	200,12	600,36
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50
№2	Чай пакетований	1	200,12	200,12
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50
№3	Чай пакетований	1	200,12	200,12
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	2	445,00	890,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50
№4	Чай пакетований	1	200,12	200,12
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	2	476,50	953,00
№5	Чай пакетований	1	200,12	200,12
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50
№6	Чай пакетований	1	200,12	200,12
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50
№7	Чай пакетований	2	200,12	400,24
	Апельсиновий сік	1	543,49	543,49
	Мінеральна вода	1	445,00	445,00
	Пакована гречана крупа	1	555,46	555,46
	Консерви рибні	1	476,50	476,50

ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ПАЛЕТОМІСЦЬ

Таблиця В. 1 – Розрахунок необхідної кількості палетомісць для всіх товарів

Товар	$h_{\text{під}}, \text{мм}$	$h_{\text{с.т.}}, \text{мм}$	$n_{\text{ш}}, \text{шарів}$	$h_{\text{пак}}, \text{мм}$	$q_{\text{пак}}, \text{кг}$	$n_{\text{під}}, \text{оди-ниць}$	$V_{\text{пак}}, \text{м}^3$	$k_{\text{щ.в.}}$	$z_{\text{пм}}$
1	145	185	1	330	46,89	11	1,42	5,71	10
			2	515	68,78	22			
			3	700	90,67	33			
			4	885	112,56	44			
			5	1070	134,45	55			
			6	1255	156,34	66			
			7	1440	178,23	77			
			8	1625	200,12	88			
			9	1810	-	-			
2	145	170	1	315	82,61	7	1,29	1,93	7
			2	485	140,22	14			
			3	655	197,83	21			
			4	825	255,44	28			
			5	995	313,05	35			
			6	1165	370,66	42			
			7	1335	428,27	49			
			8	1505	485,88	56			
			9	1675	543,49	63			
			10	1845	-	-			
3	145	220	1	365	85	6	1,34	2,38	8
			2	585	145	12			
			3	805	205	18			
			4	1025	265	24			
			5	1245	325	30			
			6	1465	385	36			
			7	1685	445	42			
			8	1905	-	-			
4	145	225	1	370	100,78	6	1,38	1,88	7
			2	595	176,56	12			
			3	820	252,34	18			
			4	1045	328,12	24			
			5	1270	403,9	30			
			6	1495	479,68	36			
			7	1720	555,46	42			
			8	1945	-	-			
5	145		1	300	70,15	5	1,26	2,21	8
			2	455	115,3	10			
			3	610	160,45	15			
			4	765	205,6	20			
			5	920	250,75	25			
			6	1075	295,9	30			
			7	1230	341,05	37			
			8	1385	386,2	40			
			9	1540	431,35	45			
			10	1695	476,5	50			
			11	1850	-	-			

ДОДАТОК В

РОЗРОБКА СХЕМ РОЗВЕЗЕННЯ ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

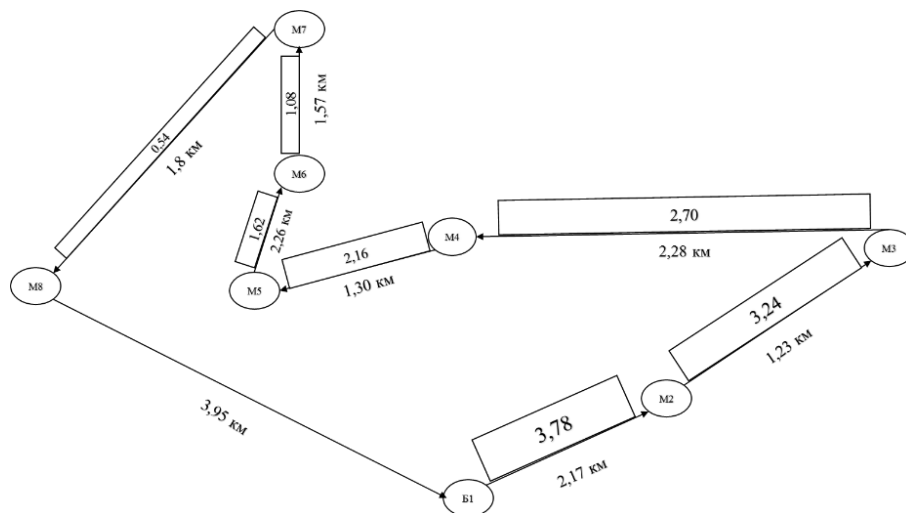


Рисунок Г1 – Існуюча схема розвезення апельсинового соку

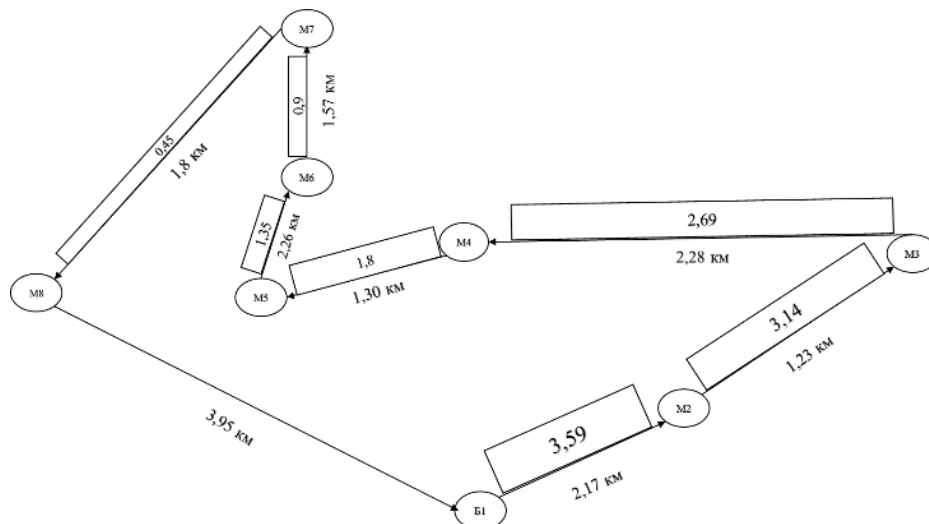


Рисунок Г2 – Існуюча схема розвезення мінеральної води

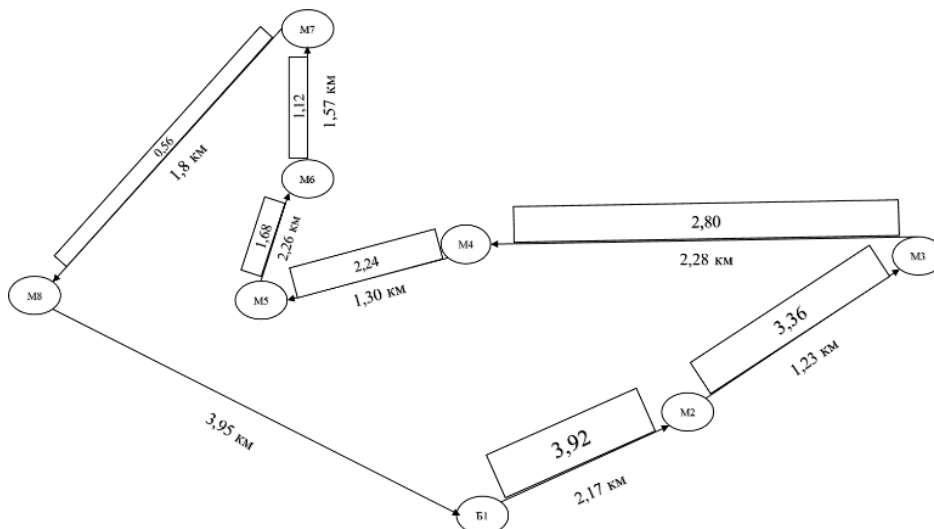


Рисунок Г3 – Існуюча схема розвезення пакованої гречаної крупи

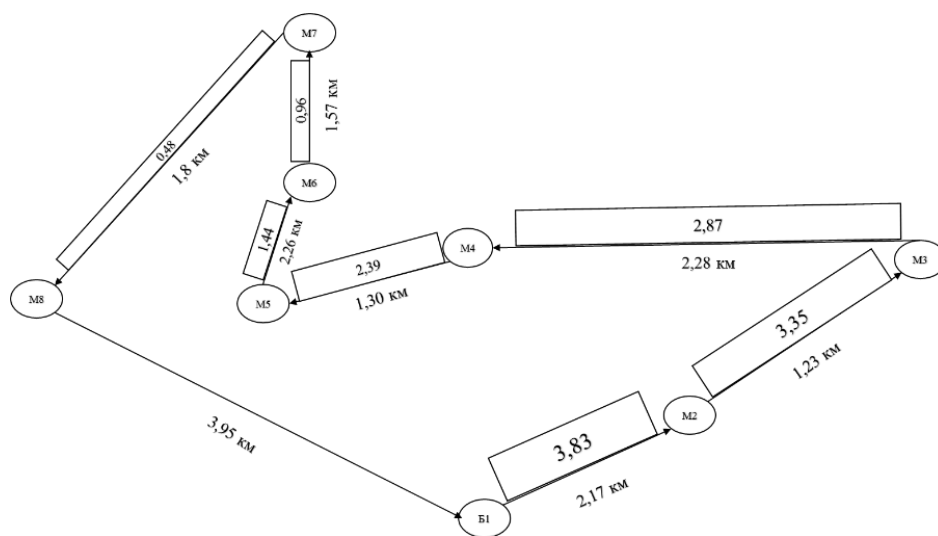


Рисунок Г4 – Існуюча схема розвезення рибних консерв

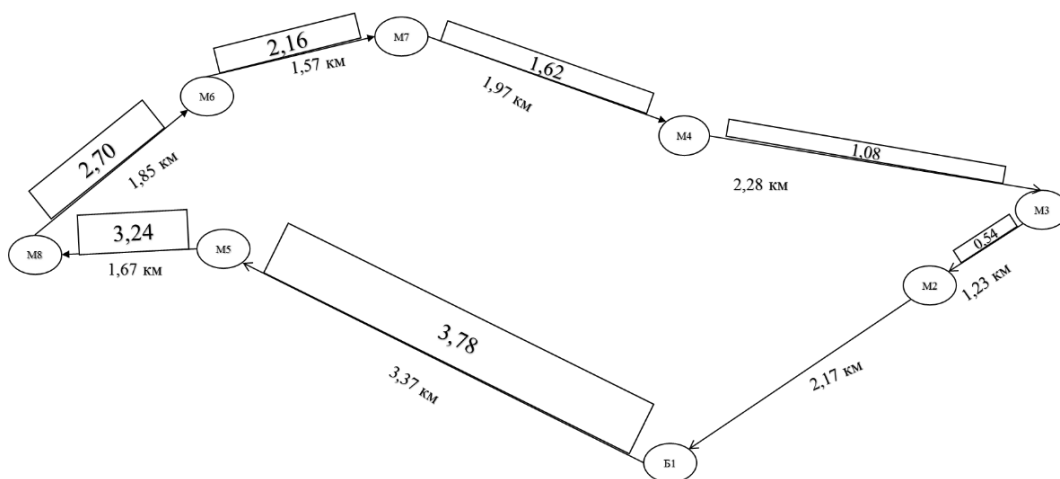


Рисунок Г5 – Розроблена схема розвезення апельсинового соку

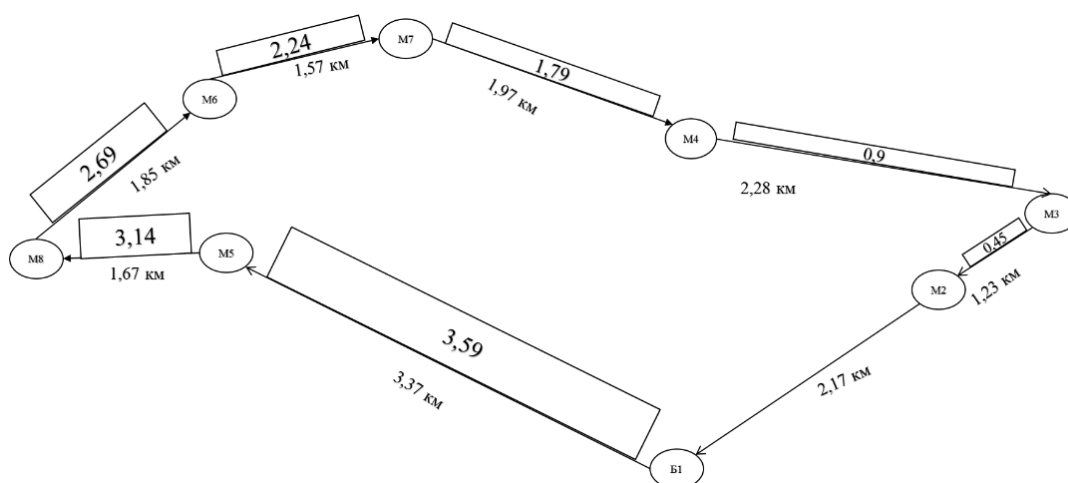


Рисунок Г6 – Розроблена схема розвезення мінеральної води

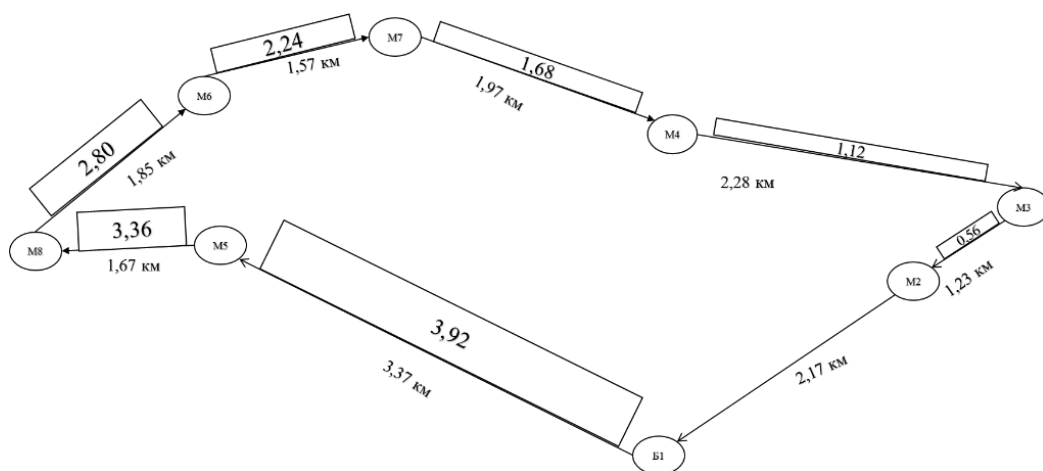


Рисунок Г7 – Розроблена схема розвезення пакованої гречаної крупи

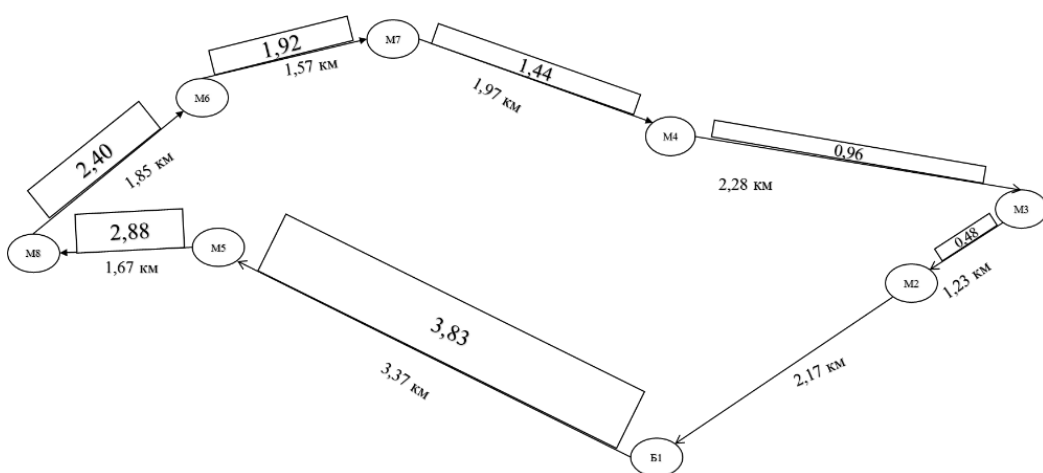


Рисунок Г8 – Розроблена схема розвезення рибних консерв

Таблиця Г.1 – Аналіз існуючого та розробленого маршрутів доставки вантажів автомобілем ГАЗель НЕКСТ

Вид вантажу	Статус	Маршрут слідування	Маса перевезеного вантажу, <i>т</i>	Довжина, <i>км</i>	Навантажений пробіг, <i>км</i>	Транспортна робота, <i>ткм</i>
Апельсиновий сік	Існуючий	Б1-М2-М3- М4-М5-М6- М7-М8-Б1	3,78	16,56	12,61	26,73
	Розроблений	Б1-М5-М8- М6-М7-М4- М3-М2-Б1	3,78	16,11	13,94	32,85
Мінеральна вода	Існуючий	Б1-М2-М3- М4-М5-М6- М7-М8-Б1	3,59	16,56	12,61	25,40
	Розроблений	Б1-М5-М8- М6-М7-М4- М3-М2-Б1	3,59	16,11	13,94	31,97
Пакована гречана крупа	Існуючий	Б1-М2-М3- М4-М5-М6- М7-М8-Б1	3,92	16,56	12,61	28,50
	Розроблений	Б1-М5-М8- М6-М7-М4- М3-М2-Б1	3,92	16,11	13,94	34,07
Консерви рибні	Існуючий	Б1-М2-М3- М4-М5-М6- М7-М8-Б1	3,83	16,56	12,61	27,71
	Розроблений	Б1-М5-М8- М6-М7-М4- М3-М2-Б1	3,83	16,11	13,94	30,79
Оптимізація, %			-	2,72	9,54	-

ДОДАТОК Г

ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ



Рисунок Г.1 – Слайд 1 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Метою магістерської дипломної роботи є удосконалення техніко-технологічних параметрів логістичної системи забезпечення доставки продукції в точки роздрібного продажу

Об'єкт дослідження – логістичний процес в ритейлинговій мережі

Предметом дослідження – технічні засоби та технології зберігання товарів та перевезення дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом

Методи дослідження:

- методи управління запасами для підвищення ефективності функціонування складського комплексу
- метод гілок та меж для оптимізації транспортно-логістичного обслуговування мережі

Рисунок Г.2 – Слайд 2 мультимедійного демонстраційного матеріалу



Рисунок Г.3 – Слайд 3 мультимедійного демонстраційного матеріалу

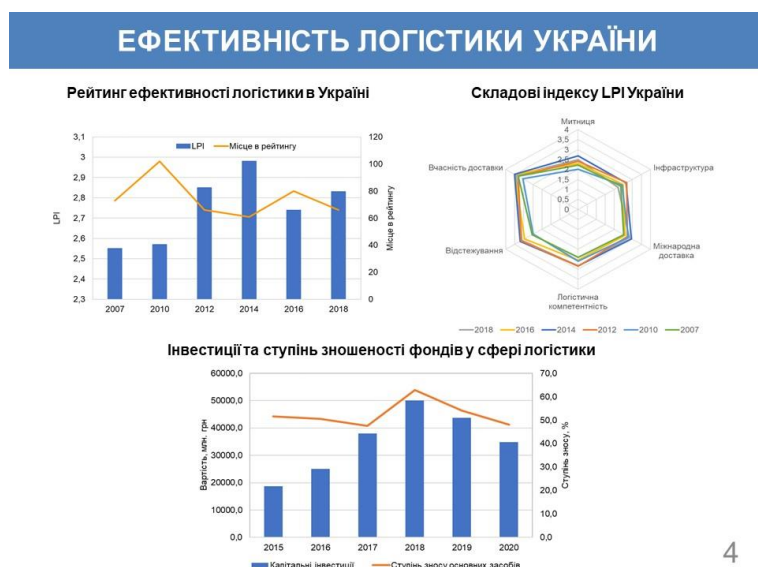


Рисунок Г.4 – Слайд 4 мультимедійного демонстраційного матеріалу



Рисунок Г.5 – Слайд 5 мультимедійного демонстраційного матеріалу

РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ СКЛАДУ



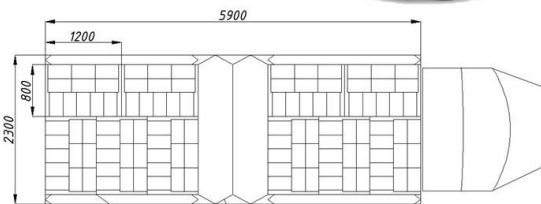
6

Рисунок Г.6 – Слайд 6 мультимедійного демонстраційного матеріалу

ПАРК ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Вантажодіючі місця, т	Корисний об'єм кузова, м³	Внутрішні параметри кузова, м			Кількість палет- місць, од.
		висота	ширина	довжина	
4	29,9	2,2	2,3	5,9	10

Потрібний парк – 5 машин/добу



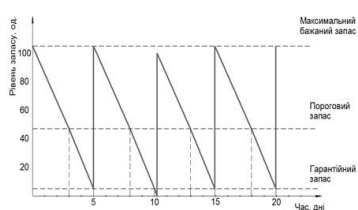
1 – палета з вантажем; 2 – пневмооболонка

7

Рисунок Г.7 – Слайд 7 мультимедійного демонстраційного матеріалу

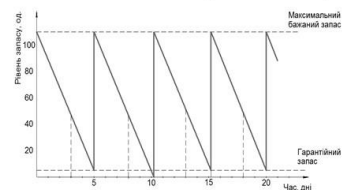
УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

Система з фіксованим розміром замовлення



№	Показник	Час палетний	Авансовий од.	Мінімальний запас	Палива (грудня)	Контроль
1	Обсяг поставки, од.	19	27	47	40	35
2	Оптимальний розмір замовлення, од.	96	114	110	119	110
3	Середній час постачання, дні	2	2	2	2	2
4	Середня навантаженість вантажів, дні	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
5	Середня навантаженість вантажів, дні	6	5	4	4	4
6	Середня навантаженість вантажів, дні	38	54	94	80	70
7	Максимальна навантаженість вантажів, дні	43	60	105	89	78
8	Гарантійний запас, од.	3	6	11	9	8
9	Максимальний бажаний запас, од.	101	120	141	140	138
10	Середня навантаженість вантажів, дні	4	3	2	2	2

Система з фіксованим інтервалом часу між замовленнями

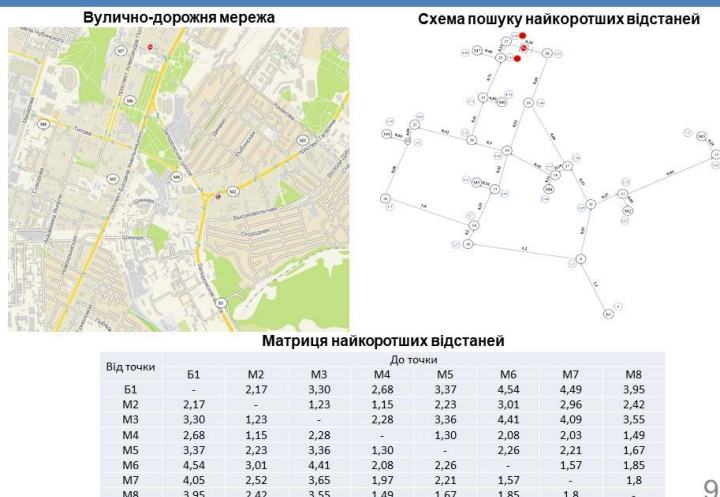


№	Показник	Час палетний	Авансовий од.	Мінімальний запас	Палива (грудня)	Контроль
1	Обсяг поставки, од.	19	27	47	40	35
2	Інтервал часу між замовленнями, дні	6	4	3	3	3
3	Середній час постачання, дні	2	2	2	2	2
4	Середня навантаженість вантажів, дні	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
5	Середня навантаженість вантажів, дні	38	54	94	80	70
6	Максимальна навантаженість вантажів, дні	43	60	105	89	78
7	Гарантійний запас, од.	3	6	11	9	8
8	Максимальний бажаний запас, од.	119	114	112	129	113
9	Розмір замовлення, од.	114	108	141	120	105

8

Рисунок Д.8 – Слайд 8 мультимедійного демонстраційного матеріалу

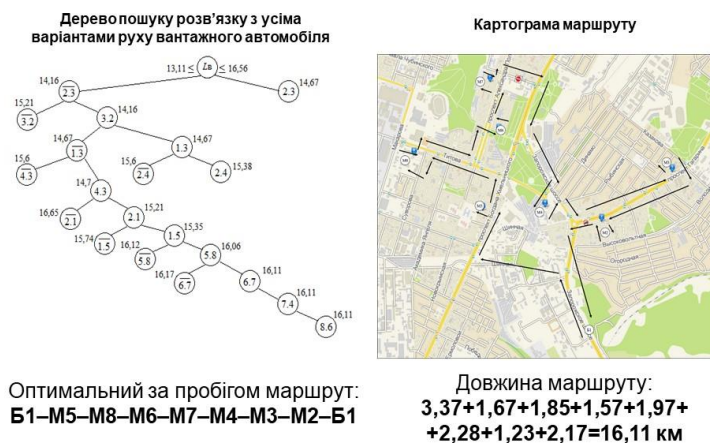
ТРАНСПОРТНА МЕРЕЖА



9

Рисунок Г.9 – Слайд 9 мультимедійного демонстраційного матеріалу

ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ РОЗВЕЗЕННЯ

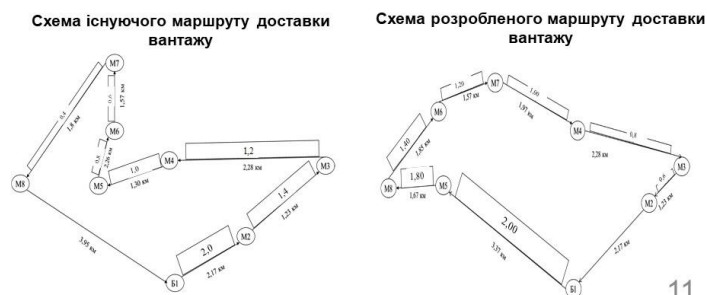


10

Рисунок Г.10 – Слайд 10 мультимедійного демонстраційного матеріалу

ЕФЕКТ ВІД ОПТИМІЗАЦІЇ

Статус	Маршрут слідкування	Маса перевезе- ного вантажу, т	Довжина, км	Навантажений пробіг, км	Транспортна робота, т-км
Існуючий	Б1-М2-М3- М4-М5-М6- М7-М8-Б1	2,00	16,56	12,61	13,57
Розробле- ний	Б1-М5-М8- М6-М7-М4- М3-М2-Б1	2,00	16,11	13,94	18,75



11

Рисунок Д.11 – Слайд 11 мультимедійного демонстраційного матеріалу

ДОДАТОК Д

ВІДОМОСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1. Пояснювальна записка до дипломної магістерської роботи на тему «Оптимізація логістичного забезпечення ритейлу» – 106 стор.
2. Мультимедійний демонстраційний матеріал до дипломної магістерської роботи