

**Міністерство освіти і науки України  
Університет митної справи та фінансів**

**Факультет інноваційних технологій  
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики**

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
Завідувач кафедри транспортних  
технологій та міжнародної логістики,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А. І. Кузьменко  
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА  
на тему:  
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ  
АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ »**

Виконала: студент групи **T23-1м**  
спеціальності 275 Транспортні  
технології (на автомобільному  
транспорті)  
**Глущенко Артур Віталійович**

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент  
**Разгонов Сергій Адамович**

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри  
транспортних технологій та  
міжнародної логістики,  
кандидат технічних наук, старший  
науковий співробітник  
**Шаповалов Олексій Вікторович**

Дніпро  
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

Факультет інноваційних технологій  
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики  
Ступінь вищої освіти – магістр  
Спеціальність 275 Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри транспортних  
технологій та міжнародної логістики  
к.т.н., доц.,

А. І. Кузьменко

\_\_\_\_\_  
(підпис)

«01» листопада 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**з підготовки кваліфікаційної роботи магістра**  
**студента групи Т23-1м**  
**Глущенко Артур Віталійович**

1. Тема роботи: **Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом .**

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Разгонов Сергій, кандидат технічних наук, доцент.

Затверджено наказом ректора УМСФ від “11” листопада 2024 р. № 949кс.

2. Дата подання студентом готової кваліфікаційної роботи магістра на кафедру: «30» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра:

3.1 Статистичні та аналітичні звіти Державної служби статистики України, статистичні дані Державної служби статистики України по вантажним перевезенням.

3.2 Дані з інтернет-ресурсів для проектування ефективної транспортно-технологічної схеми міжнародних автомобільних перевезень.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для опрацювання):

- 4.1 Аналіз сучасного стану міжнародних вантажних перевезень та наукових доробок у цій галузі.
- 4.2 Формування фізичної моделі та теоретичний опис математичних моделей процесу перевезень вантажів у міжнародному сполученні.
- 4.3 Моделювання транспортно-логістичних процесів для удосконалення перевезення вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні.
- 4.4 Визначення техніко-економічних та техніко-експлуатаційних показників перевізного процесу автомобільним транспортом за маршрутом.
- 4.5. Математична постановка задачі удосконалення перевезення за рахунок скорочення відстані маршруту
- 4.6. Розв'язування задачі знаходження мінімальної відстані
- 4.7. Аналіз отриманих результатів.
5. Перелік графічних матеріалів:
  - 5.1 Аналіз статистичних даних вантажопотоків України у міжнародному сполученні.
  - 5.2 Транспортно-логістична характеристика вантажу.
  - 5.3 Обґрунтування вибору транспортного засобу
  - 5.4 Побудова транспортно-технічної схеми доставки вантажів та маршруту
  - 5.5 Побудова математичної моделі для удосконалення перевезення вантажів
  - 5.6 Розв'язання задачі знаходження мінімальної відстані маршруту
  - 5.7. Результат вирішення задачі по удосконаленню перевезення.

6. Дата видачі завдання: «30» вересня 2024 р.

Студент \_\_\_\_\_ (Глуценко А.В.)  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра \_\_\_\_\_ (Разгонов С.А.)  
(підпис)

## АНОТАЦІЯ

*Глущенко А.В.* Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота магістра присвячена актуальному питанню удосконалення автомобільних вантажних перевезень шляхом дослідження факторів ефективності процесів доставки у міжнародному сполученні Європа-Україна. Проведено аналіз вантажообігу між Україною та ЄС. Розроблено ефективну схему маршруту перевезення. Побудовано математичну модель технології перевізного процесу міжнародних перевезень та здійснено математичне моделювання технологічного процесу вантажних автомобільних перевезень. Визначено техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники роботи маршруту. Була розв'язана транспортна задача та її результатом стало отримання оптимального маршруту за критерієм найменшої відстані.

## THE SUMMARY

Gluschenko A. Improving the efficiency of cargo transportation by automobile transport.

Master's qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 275 Transport technologies (on road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The master's qualification work is devoted to the topical issue of improving road freight transportation by researching factors of the efficiency of delivery processes in the international Europe-Ukraine route. The analysis of freight traffic between Ukraine and the EU was carried out. An effective transport route scheme has been developed. A mathematical model of the technology of the transportation process of international transportation was built and a mathematical modeling of the technological process of truck transportation was carried out. The technical-economic and technical-operational indicators of the route have been determined. A transportation problem was solved and the result was the optimal route based on the shortest distance criterion.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом», містить 79 с., 21 рис., 12 табл., 30 джерел, 8 додатків на 8 стор.

**Мета роботи** полягає в удосконаленні автомобільних вантажних перевезень шляхом організації ефективних транспортно-логістичних процесів міжнародної доставки вантажів.

**Об'єкт дослідження** – вантажні перевезення.

**Предмет дослідження** – удосконалення процесів міжнародних перевезень вантажів.

**Методи дослідження:** графо-аналітичний метод для обробки статистичних даних; розрахунково-аналітичний метод вирішення задачі маршрутизації, методи математичного моделювання: лінійне програмування, симплекс-метод.

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні **завдання:** досліджено динаміки та перспективи міжнародних вантажних автомобільних перевезень між Україною та ЄС; розроблено ефективну схему маршруту перевезення вантажу Іспанія (м. Барселона) – Молдова – Україна (м. Дніпро); побудовано математичну модель технології перевізного процесу міжнародних перевезень; виконано математичне моделювання технологічного процесу вантажних автомобільних перевезень на прикладі перевезення імпортованої консервованої продукції (цукрова кукурудза); визначено техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники роботи маршруту; результатом розв'язання транспортної задачі є отримання оптимального маршруту за критерієм найменшої відстані.

Одержані результати можуть бути використані для подальшого комплексного аналізу, прогнозування та планування транспортно-логістичного забезпечення процесів міжнародних поставок продукції.

**Результати роботи** можуть бути застосованими для подальших досліджень у напрямку розвитку транспортних технологій.

**Ключові слова:** АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, МІЖНАРОДНІ ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, КОНСЕРВОВАНА ПРОДУКЦІЯ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЛІНІЙНЕ ПРОГРАМУВАННЯ, ТРАНСПОРТНА МОДЕЛЬ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ЗЕД - зовнішньоекономічна діяльність;

КРМ - кваліфікаційної роботи магістра;

ТК - транспортній коридор;

ППВ - проект перевезення вантажів;

ТП - транспортні послуги;

БПЛА - безпілотній літальний апарат;

ВПК - військово-промисловий комплекс

ЛП - лінійне програмування.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ	12
1.1 Аналіз наукових джерел інформації для обґрунтування актуальності завдання удосконалення вантажних перевезень	12
1.2 Аналіз сучасного стану міжнародних вантажних перевезень України	19
2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ СХЕМИ ТА МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	29
2.1 Постановка задачі для аналізу транспортних процесів та параметрів маршрутизації	29
2.2 Транспортно-логістична характеристика перевезення вантажів автомобільним транспортом на прикладі перевезення консервованої овочевої продукції (цукрова кукурудза )	30
2.3 Характеристика транспортно-логістичного комплексу AsstrA	37
2.4 Обґрунтування вибору транспортного засобу та транспортна характеристика перевезення консервованої продукції в міжнародному сполученні	42
2.5 Побудова транспортно-технологічної схеми доставки вантажів та маршруту	46
3 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РАХУНОК СКОРОЧЕННЯ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ	50
3.1 Постановка задачі по скороченню відстані маршруту	50
3.2 Побудова математичної моделі	51
4 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ	54
4.1 Підготовка даних для розв'язування задачі	54
4.2 Розв'язання задачі за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel	56
4.3 Аналіз отриманих результатів з удосконалення перевезення	61
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
Додаток А. Графічні матеріали	71

					<i>КРМ</i>	275	8	ПЗ
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним			<i>Літ.</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Глуценко А.В.</i>							<i>Арк.</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Разгонов С.А.</i>							5
<i>Реценз.</i>	<i>Шаповалов</i>							<i>Аркушів</i>
<i>Н. контр.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>							73
<i>Затверд.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>				УМСФ, ГР. Т23-1М			

## ВСТУП

Через війну в Україні кардинально змінився вантажопотік. Транспорт, як одна з найбільш важливих галузей народного господарства України, забезпечує виробничі і невиробничі потреби матеріального виробництва, невиробничої сфери, а також населення в усіх видах перевезень. У загальній структурі ринку послуг питома вага транспортних послуг складає понад третину. Усі види транспорту отримали за часів незалежності України активний розвиток. Такі види транспорту як морський, повітряний, автомобільний набули важливу роль у міжнародних економічних і пасажирських зв'язках. Автомобільний вид транспорту також активно обслуговує внутрішні перевезення.

Усі види транспорту є складовими єдиної транспортної системи – територіального поєднання взаємозв'язаних видів транспорту, які, взаємодіючи, найповніше задовольняють потреби народного господарства й населення в перевезеннях вантажів і пасажирів.

Покупець (замовник транспортних послуг) стає все більше вимогливим до виконання надаваної йому послуги. Одним з головних його вимог є своєчасна і якісна доставка вантажів.

Виконати задані вимоги надається можливим із застосуванням логістики, тобто керуючого алгоритму, що за допомогою різних економіко-математичних методів дозволяє оптимізувати роботу окремих елементів транспортного процесу й об'єднати ці елементи в єдину систему. Доставкою вантажів, як правило, займається транспортна логістична підсистема, до числа основних завдань якої ставляться: вибір типу транспортних засобів; спільне планування транспортного процесу зі складським й виробничим; спільне планування транспортних процесів на різних видах транспорту (у випадку змішаних перевезень); забезпечення технологічної єдності транспортно-складського процесу; визначення раціональних маршрутів доставки.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Недостатній розвиток логістичних прогресивних транспортно-технологічних систем перевезень приводить до збільшення транспортних витрат, отже, до втрати ринку.

**Актуальність теми магістерської роботи.** У світовій економіці транспорту відведена особлива роль – від якості його роботи залежить ефективність розвитку зовнішньоекономічних зв'язків між країнами. Внутрішня та зовнішня торгівля безпосередньо пов'язані з транспортом. Ефективне функціонування транспорту забезпечує виконання зобов'язань сторін при здійсненні процесу купівлі-продажу, зовнішньоторговельної угоди. Порушення транспортного процесу може призводити до матеріальних втрат як дистриб'юторів, експортерів і імпортерів та втрати конкурентоспроможності транспортованих товарів. При забезпеченні зовнішньоекономічної діяльності (ЗЕД) транспорт для держави є важливим додатковим джерелом валютних надходжень.

Внутрішньодержавні і міжнародні перевезення це переміщення вантажів та/або пасажирів за допомогою будь-якого виду транспорту з пункту відправлення до пункту призначення, які знаходяться на територіях різних країн або на території іноземної країни. Розвиток зовнішньоекономічних зв'язків міжнародної торгівлі безпосередньо залежить від стану роботи транспорту, від того, яким чином транспорт, як надзвичайна важлива сфера суспільного виробництва, може забезпечити економічні зв'язки України з іншими країнами світу. Роль і місце транспорту у забезпеченні зовнішньоекономічної діяльності залежить від місця України у світовому співробітництві, від наявності постійно діючих міждержавних політичних, економічних, соціальних зв'язків, від можливостей використання новітніх досягнень науки і техніки для впровадження вдосконалених транспортних засобів та раціональних технологій перевезень.

Логістичні системи є життєво важливими компонентами підвищення ефективності зовнішньоекономічних операцій. Транспортні аспекти логістики

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

ЗЕД суттєво впливають на ефективність міжнародних угод. Основними і визначальними параметрами є вибір транспортного засобу і мінімізації витрат та часу.

Транспортно-логістична система – це інтегрована сукупність суб'єктів транспортно-логістичної діяльності та об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури, що взаємодіють між собою з метою оптимізації руху вантажопотоків “від дверей до дверей” за мінімальних витрат на максимально вигідних умовах. Транспортно-логістична система складається з конкретних підсистем та елементів, до яких залежно від функціональної фази логістичного обслуговування вантажного потоку в процесі руху доцільно віднести такі підсистеми, як: транспортно-постачальницька, транспортно-складська, транспортно-логістичного обслуговування та управління, інтегрованої інформації та транспортно-логістичних рішень, а також транспортно-збутова [2].

**Мета та задачі дослідження.** Все викладене вище обумовлює актуальність обраної тематики кваліфікаційної роботи магістра (КРМ), мета якої витікає з чинного стандарту вищої освіти України для другого (магістерського) рівня [3] та полягає в удосконаленні автомобільних вантажних перевезень шляхом підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів міжнародної доставки вантажів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Обґрунтувати актуальність проблеми удосконалення процесів міжнародних перевезень автомобільним транспортом на основі аналізу наукових доробок в галузі організації вантажних перевезень.
2. Провести аналіз статистичної інформації з метою дослідження структури та динаміки вантажопотоків та прогнозування їх розвитку.
3. Проаналізувати транспортно-логістичні характеристики обраного для перевезення автомобільним транспортом в міжнародному сполученні вантажу.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

4. Надати характеристику логістичного комплексу та проаналізувати сезонні коливання обсягу перевезень вантажу автомобільним транспортом.

5. Розробити ефективну транспортно-технологічну схему перевезень вантажів між Україною та Європою.

4. Проаналізувати логістичні характеристики вантажів для перевезення автомобільним транспортом в міжнародному сполученні.

5. Визначити техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники роботи на маршруті та оцінити ефективність перевезення вантажу за обраним маршрутом.

6. Розв'язати транспортну задачу симплекс-методом лінійного програмування.

**Об'єктом дослідження** є вантажні перевезення.

**Предметом дослідження** є удосконалення процесів міжнародних перевезень вантажів.

**Методи дослідження:** графо-аналітичний метод для обробки статистичних даних; розрахунково-аналітичний метод вирішення задачі маршрутизації, метод для згладжування часового ряду, ітераційний метод для аналізу сезонних коливань обсягу вантажних перевезень, метод імітаційного моделювання для визначення параметрів ефективного обслуговування вантажного автомобільного транспорту в пунктах пропуску митного кордону.

**Апробація результатів.** Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на Міжнародна науково-практична конференція «Економіко-правові та управлінсько-технологічні виміри сьогодення: молодіжний погляд» 08 листопада 2024 р. Тези «Удосконалення перевезення паливно-мастильних матеріалів» у складі робочій групі студентів Бондаренко І. С., Гапченко В. В., Глущенко А. В. сформовано у електронний збірник тез доповідей, опублікованих в авторській редакції, і розміщено на сайті Університету митної справи та фінансів (<http://umsf.dp.ua>).

Виконав	Глущенко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

## 1.1 Аналіз наукових джерел інформації для обґрунтування актуальності завдання удосконалення вантажних перевезень

Відповідно до мети дослідження, проведено аналіз статистичних даних вантажних автомобільних перевезень. За останні 10 років обсяги перевезення вантажів знизились на 35 %, при цьому проявляється спад вантажоперевезень з кожним роком у середньому на 4,5 %. На фоні таких показників спостерігається завантаженість інфраструктури на певних напрямках, особливо при прямованні вантажопотоків до портів та західних кордонів України, що призводить до прострочення термінів доставки вантажів.

Основні труднощі, що виникають під час організації перевезення вантажів, спричинені нестачею технічно справного як вантажного, так і тягового рухомого складу у встановлені терміни, у зв'язку з чим виникає ефект “першої милі”.

Аналіз наукових робіт та дослідження планових і фактичних показників роботи автомобільного транспорту довели, що існує значна розбіжність між цими показниками. Це свідчить про необхідність більш достовірного підходу до прогнозування.

В житті сучасного світу невід’ємною складовою частиною увійшли міжнародні автомобільні перевезення вантажів, основним завданням якого є забезпечення обміну товарами між країнами. Відповідно до цього подальший розвиток, вдосконалення і поліпшення якості міжнародних перевезень вантажів актуально для вивчення і реалізації.

Інтеграція України в європейську транспортну мережу потребує якісного управління проектами перевезень, підвищення оцінки проекту конкретної транспортної складової. Одним із головних напрямків реалізації транспортної

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

політики в Україні, спрямованої на удосконалення проектів перевезень, є розвиток транспортних коридорів (ТК) і входження їх до міжнародної транспортної мережі. Вчасне і якісне задоволення транспортних потреб країни має стати провідною метою підвищення конкурентоздатності українських перевізників [4].

Перевезення автомобільними транспортними засобами є одним із найбільш рентабельних та ефективних переміщень вантажів і пасажирів на малих та середніх відстанях порівняно з використанням інших (залізничних, морських, річкових, повітряних) видів транспорту [5]. Проте, в умовах сьогодення, коли через активні бойові дії на Сході та Півдні України практично заблоковано роботу морських портів, скасовано авіаційне сполучення з країнами світу, автомобільний транспорт стає життєво необхідним видом транспорту для забезпечення міжнародної доставки вантажів через європейські порти та з країн (або ж в країні) Європи.

В умовах динамічного розвитку транспортно-логістичних послуг питання перевезень вантажів у міжнародному аспекті розглянуто в роботах А.І Воркута, В.А. Рача, Г.С. Прокудіна Ю.М. Цветова, В.Л. Диканя, К.В. Кошкіна, А.М. Новікової.

Вдосконаленню управління вантажопотоками, оптимізації параметрів роботи транспортних засобів, розвитком та подальшим впровадженням інформаційних технологій у перевізний процес приділялось багато уваги в роботах таких вчених та практиків, як: А.А. Аветикян, В.М. Акулінічев, Є.С.Альошинський, Є.В. Архангельський, К.А. Бернгард, В.І. Бобровський, В.А. Буянов, І.І. Васильєв, П.С. Грунтов, В.К. Губенко, М.І. Данько, І.В. Жуковицький, Г.І. Кириченко, Д.М. Козаченко, А.М. Котенко, О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, В.І. Мацюк, В.К. Міроненко, Є.В. Нагорний, О.М. Огар, С.В. Панченко, В.В. Повороженко, А.В. Прохорченко, В.М. Самсонкін, І.Б. Сотніков, О.Г. Шибасєв, С.Ј. Fourie, M. Gokdag, A. Kolga, N. Osintsev, A. Rakhmangulov, A. Sladkowski, I. Stolpovskikh, A. Tortum, N. Yayla та інші.

Виконав	Глуценко А.В.			<i>КРМ 275 8 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

В умовах зростаючої конкуренції на світовому ринку товарів та послуг особливе значення набуває пошук нових форм інтеграції транспорту, митних органів, експедиторів, вантажовласників та інших учасників логістичного ланцюга доставки вантажів. Досвід країн Західної Європи та Північної Америки свідчить, що розвиток логістики та транспортного сектору дає змогу зменшити загально-логістичні витрати майже на 12–35 %, транспортні витрати – на 7–20%, витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи та збереження матеріального потоку – на 15–30%, а також прискорити швидкість обігу матеріальних ресурсів на 20–40% та скоротити їх запаси на 50–200% [6].

Проблеми ефективного управління рухом товарів на мікро- і макрорівні стають все більше значимими для всіх господарюючих економічних суб'єктів. Системне й грамотне управління товарними потоками на взаємовигідних для товаровиробників, посередників, організацій сфери послуг і соціальної сфери умовах дозволить збільшити інвестиційну привабливість, підвищити конкурентні переваги, поліпшити показники фінансово-господарської діяльності, створити додаткові робочі місця, сформувати єдиний інформаційний простір, спростити процес пошуку потенційних клієнтів і постачальників, скоротити часові розриви на всіх стадіях руху потоків ресурсів і готової продукції, а також супутніх їм потоків інформації, фінансових коштів і сервісних потоків. У цьому зв'язку проблеми формування й системного регулювання руху товарів у просторі й часі на регіональному рівні шляхом створення транспортно-логістичних систем є актуальними й набувають великого значення як у науково-теоретичному, так і в практичному аспектах [7].

У рамках функціонування міжнародних логістичних систем вирішується значна кількість завдань. Це – планування транспортного процесу, вибір способу транспортування, ухвалення рішення про експедирування, реалізація митних процедур на державних кордонах, організація складування та зберігання вантажів. Діяльність з організації міжнародної логістики не

Виконав		Глуценко А.В.		<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.			14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

зводиться лише до процедур транспортування та складування. Сучасна міжнародна логістика це розвиток концепції управління ланцюга поставок у транснаціональному масштабі. Транспорт є основою формування внутрішніх та міжнародних ринків та забезпечує повномасштабний розвиток ринкової економіки. Від рівня транспортно-логістичного обслуговування залежить рівень задоволення потреб споживачів у якісних товарах та послугах. Взаємодія різних видів транспорту, складів та інших елементів транспортно-логістичної системи доповнюють один одного, працюють на кінцевий результат – задоволення потреб споживачів з урахуванням інтересів усіх зацікавлених сторін [7].

Пріоритетним напрямком розвитку міжнародних ТК в Україні, що розвивався в останні десятиріччя, є забезпечення проектів перевезень вантажів та транзитних проектів перевезення [8], оскільки їх реалізація є умовою підвищення конкурентоспроможності перевізників. Тому одним із завдань з розвитку транспортного потенціалу України є підвищення якості транспортування вантажів у межах міжнародних ТК.

У кваліфікаційній роботі магістра особлива увага приділяється проектам перевезення вантажів, оскільки реалізація таких проектів неможлива без таких аспектів як послуги об'єктів автомобільного сервісу. А саме: паркування та охорона транспортних засобів, вантажні роботи, митна обробка вантажів і транспортних засобів, сервісне обслуговування транспортних засобів, обслуговування екіпажів транспортних засобів відповідно до вимог ЄУТР та інше. Обсяг такого транспортно-дорожнього сервісу в 2-2,5 рази менше в порівнянні з їх потребою за міжнародними стандартами, а за номенклатурою і якістю послуг перевізникам їх невідповідність ще значніша – задовольняється лише 25-30% потреби. За якістю автомобільних доріг та рівнем їх сучасного обслуговування західноєвропейські країни в десятки разів перевищують Україну.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Україна має розвинену мережу автодоріг. Проте їх транспортно-транзитні можливості використовуються менш ніж наполовину своїх технічних можливостей. І хоча ця мережа в цілому сформована, в Україні поки що вкрай недостатньо автошляхів вищих категорій (трохи більше 1% I та 8% - II категорії). Середня категорійність автодоріг України становить 3,73 (критерій, який характеризує економічне значення автомобільної дороги у загальній транспортній мережі та інтенсивність руху на ній) [8]. Це свідчить про переважання шляхів з низькою пропускнуою здатністю та нерозвинутим сервісом.

Слід зазначити, що середня швидкість руху на дорогах України у 2-3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах [9]. Як результат – частка транспортних витрат у собівартості продукції надто висока.

На частку автомобільного транспорту припадає 22% ринку проектів перевезень вантажів у міжнародному сполученні. Тому для розвитку проектів перевезення в Україні необхідним є удосконалення показників якості транспортних послуг на маршрутах транспортних коридорів.

Разом з тим необхідно враховувати той факт, що отримати якісні, надійні і дешеві транспортні послуги шляхом розвитку тільки об'єктів інфраструктури неможливо. Підвищення якості надання транспортних послуг у проектах перевезень має базуватися на взаємодії трьох основних складових: управління проектами перевезення, технології та розвитку інфраструктури.

Проведені дослідження показують, що надання зазначених послуг перевізникам у Західній Європі дозволяє гарантувати доставку вантажів у короткий термін – 24-48 годин по всій території Європи, забезпечуючи підвищення завантаження автопоїздів у зворотному напрямку на 20-25%, скорочення непродуктивних простоїв на 10-15%, підвищення продуктивності транспортних засобів – на 30-40% і збільшення доходів від перевезень на 15-20% [10]. Однак розширення сфери автодорожнього сервісу та підвищення якості транспортних послуг у проектах перевезень потребує певного часу.

Виконав		Глуценко А.В.		<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>			Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				Дата



Щоб увійти в загальноєвропейську транспорту мережу, необхідно прийняти принципові підходи європейської загальної транспортної політики, адаптувавши їх до українських умов [11]. Головна мета цієї політики – утворення єдиного ринку транспортних послуг у проектах перевезень, підвищення ефективності функціонування транспортних підприємств, підвищення безпеки перевезень, надійності і комфортності роботи міжнародних перевізників. Ці ж складові також необхідні для підвищення ефективності функціонування пунктів перетину державних кордонів, оскільки забезпечують рівновагу у визначення основних критеріїв у проектах розвитку міжнародних транспортних коридорів.

У статті [12] відзначено, що умовою удосконалення проектного управління має бути широке застосування методів математичного моделювання стосовно різних аспектів, рівнів процесу суспільного відтворення, що забезпечують можливість віддзеркалення в проектному забезпеченні розвитку міжнародних ТК взаємозв'язків і взаємозалежностей, які об'єктивно працюють в єдиному транспортному комплексі. Тому для підвищення якості транспортних послуг у проектах перевезень необхідно створити умови для стійкої взаємодії учасників транспортного ринку з проектно-орієнтованими та проектно-керованими підприємствами; удосконалити управління підприємством на основі впровадження системи якості, а також створити сприятливі технічні, правові, організаційні та фінансові умови розвитку проектів перевезення у межах транспортних коридорів.

Автором наукового дослідження [13] проаналізовано стан транспортної логістики автомобільних вантажних перевезень в Україні та виявлено основні проблеми, які перешкоджають ефективності таких перевезень.

Так в роботі [14] проаналізовано проблему вирішення наукового завдання підвищення ефективності процесу постачання товарів шляхом формування раціональної моноцентричної розподільчої системи та вибору параметрів управління постачаннями і технології автомобільних перевезень.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Проведений аналіз транспортного забезпечення вантажних перевезень свідчить, що кожне перевезення проектно-орієнтованого підприємства може розглядатися як окремий проект, оскільки демонструє поетапне виконання окремих дій, аналогічних послідовності стадій виконання проекту.

Для транспортного забезпечення проектів перевезення вантажів (надалі ППВ), які реалізуються у конкурентному середовищі автотранспортних послуг, слід використовувати інструменти теорії управління проектами. При проектуванні різних видів проектів транспортного забезпечення, використовуючи елементи управління проектами, слід дотримуватися таких етапів як формулювання ідеї проекту, постановка цілей і задач, поетапна їх реалізація та створення продукту проекту – транспортної послуги (ТП). Надання якісних ТП при перевезенні вантажів як реалізація продукту проекту є динамічним процесом, що відбувається за умов невизначеності через вплив внутрішніх та зовнішніх факторів, має обмеження у часі та характеризується наявними ресурсами і особливостями експлуатації продукту проекту.

В умовах динамічного розвитку транспортно-логістичних послуг питання перевезень вантажів у міжнародному аспекті розглянуто в роботах Воркут Т.А., Рача В.А., Прокудіна Г.С., Цветова Ю.М., Диканя В.Л., Кошкіна К.В., Новікової А.М.. Також науковці всебічно розглядають питання управління проектами, які висвітлені у роботах Бушуєва С.Д., Воркут Т.А., Цюцюри С.В., Рача В.А., Теслі Ю.М., Чумаченка І.В, Дергаусова М., Прокудіна Г.С., Міротіна Л.Б., Курганова В.М., Милославської С.В., Беляєва В.М., Мелікова А.З., Ейдес М.С., Кирпи Г.М., Зайончика Л.Г., Бенсона Д., Дж. Уайтхеда, Бронштейна О.И., Розенталя Г.О., Бусленко В.Н., Майзер Х., Эйджин Н., Тролл Р., Клейнрока Л., Кенделла Дж., Кліра Дж., Флешимана В.С., Креймера, D.C. Montgomery, Phillip B. Crosby, Walter E. Deming, Ian G. Durand.

Варто зазначити, що проблеми управління проектів транспортного забезпечення вантажних перевезень на маршрутах міжнародних ТК до цього часу ще не одержали комплексного наукового аналізу.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Тому магістерське дослідження, спрямованого на удосконалення автомобільних перевезень шляхом підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів міжнародної доставки вантажів, є актуальним як в теоретичному, так і в прикладному аспектах.

## **1.2 Аналіз сучасного стану міжнародних вантажних перевезень України**

Конкурентоспроможний транспортний комплекс є складовою розвитку національної економіки кожної країни та основою її інтеграції у світове господарство. Починаючи з 2014 року, перед Україною постали нові виклики, пов'язані з неоголошеною війною та її наслідками: анексія частини території України, втрата контролю над окремими територіями важливих промислових районів, що мало негативний вплив як на національну економіку в цілому, так і на кількісні показники виробничої інфраструктури країни, якості й стабільності її функціонування.

Зменшилися показники, що за останні 25 років практично не змінювалися: протяжність автомобільних доріг загального користування скоротилася на 6,3 тис. км — до 163,2 тис.. Кризовий спад у промисловості, у сільському господарстві, зниження реальної заробітної плати, мобільності населення спричинило падіння ВВП країни.

Скоротилися перевезення вантажів майже усіма видами транспорту: найбільше падіння спостерігалось на ринку залізничних та автомобільних перевезень. У наступні роки, після різкого падіння економіки країни, ситуація дещо стабілізувалася і, починаючи з 2016, розпочалося зростання ВВП, що позитивно вплинуло і на транспортну галузь.

Протягом останніх років на транспорті, обсяги зовнішньої торгівлі поступово змінювались [15]. Наразі ми можемо спостерігати збільшення імпорту. Це ми можемо побачити з наступної таблиці 1.1 [5].

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 1.1 - Показники вантажних перевезень

Найменування показників	2019 рік	2020 рік	2021 рік
	% до 2018	% до 2019	% до 2020
Перевезено млн, тон, у т.ч.	97,1%	95,3%	94,3%
Транзит	88,0%	88,3%	81,3%
Імпорт	99,0%	83,0%	107,1%
Експорт	107,8%	97,0%	85,3%
Внутрішні	90,1%	98,5%	100,3%
Вантажообіг, млн. т-км.у т.ч.	97,6%	94,1%	92,9%
Транзит	87,2%	94,6%	82,7%
Імпорт	99,3%	83,2%	99,0%
Експорт	105,5%	94,7%	89,1%
Внутрішні	90,8%	97,5%	98,5%

За 2021 рік першого кварталу автомобільним перевезено 69,7 млн тон у т.ч., що менше за аналогічний період минулого року на 4,2 млн тон у т.ч.

Структуру вантажообігів та обсягів перевезень надано на рис. 1.1 та 1.2 [5]

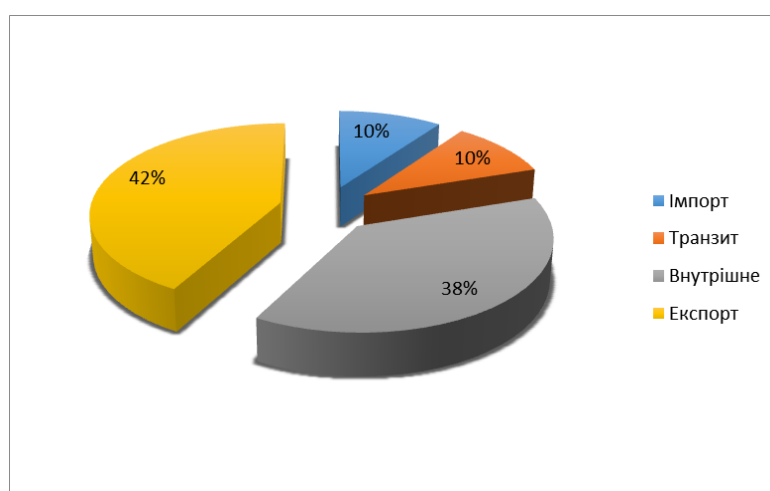


Рисунок 1.1 - Структура вантажообігу за видами сполучення станом на 2021 р. (розроблено автором за [5]).

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

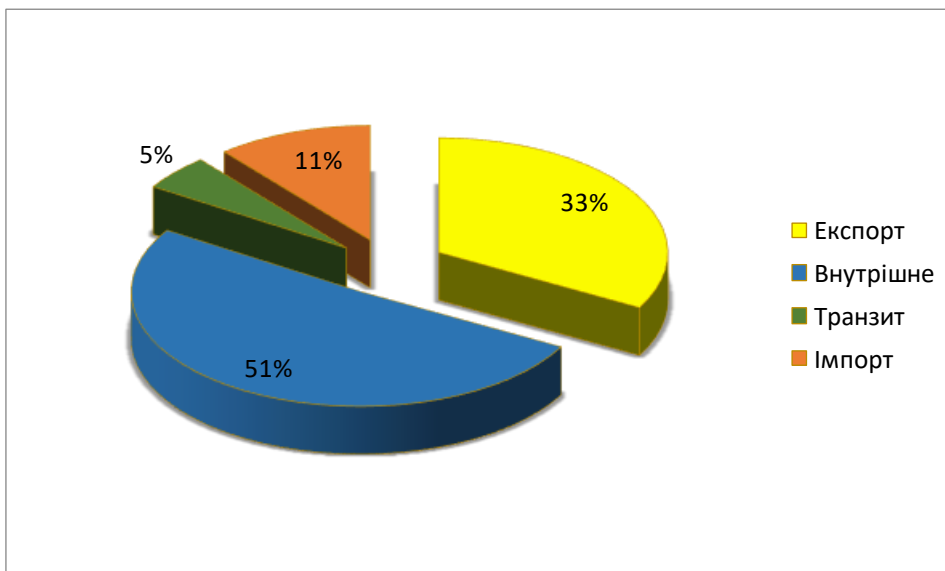


Рисунок 1.2 - Структура обсягів перевезень за видами сполучень станом на 2021 р. (розроблено автором за [5]).

Відбулося зменшення транзитних та експортних перевезень на, відповідно на 30% та 10,4%. При цьому, збільшились перевезення у внутрішньому та імпорتنих напрямках.

З початку війни основна частина вантажних перевезень почала відбуватись саме автомобільним видом транспорту, через закриття повітряних та морських шляхів, пошкодження залізничних колій без безпечного доступу до цієї ділянки для швидкого ремонту та неможливість перетнути небезпечні ділянки іншим видом транспорту. Кількість пропущених через митний кордон України за січень-грудень 2021–2023 р. транспортних засобів зображений на рис. 1.3 та товарів – на рис. 1.4.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

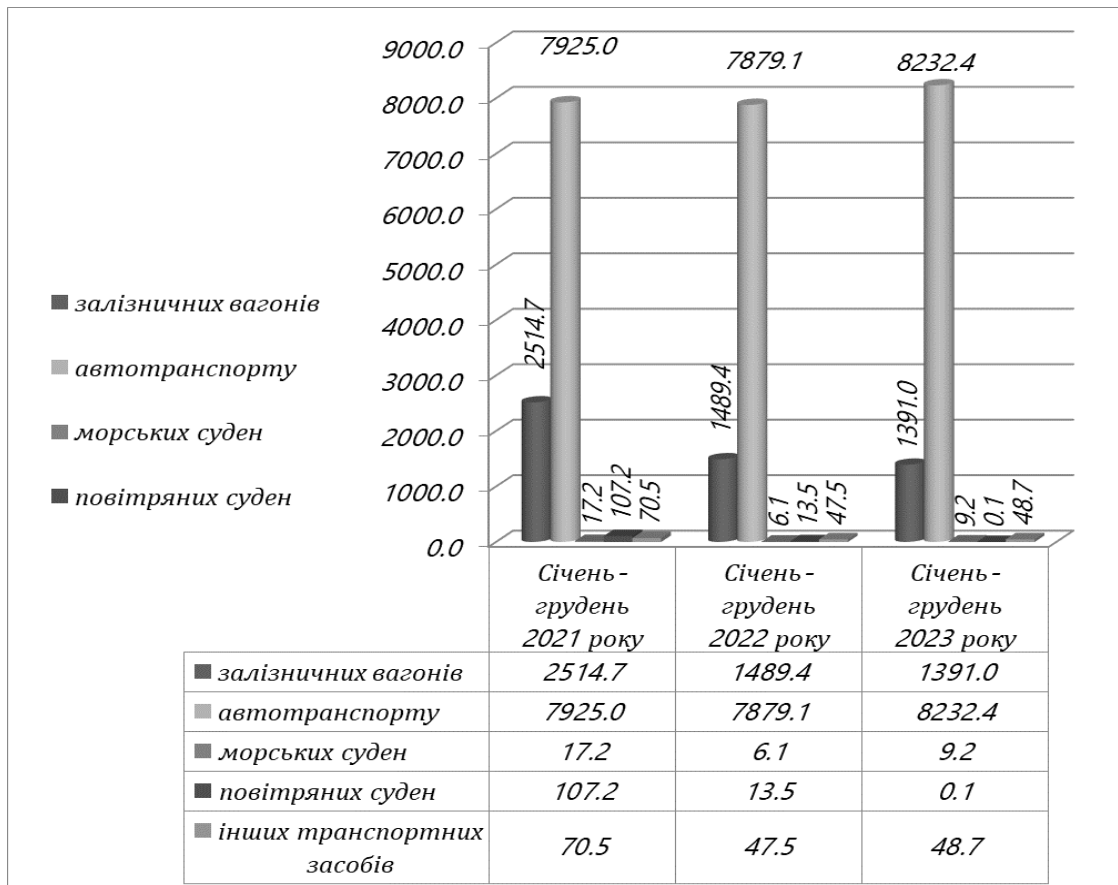


Рисунок 1.3 – Пропущене через митний кордон України транспортних засобів, тис. од (розроблено автором за [17])

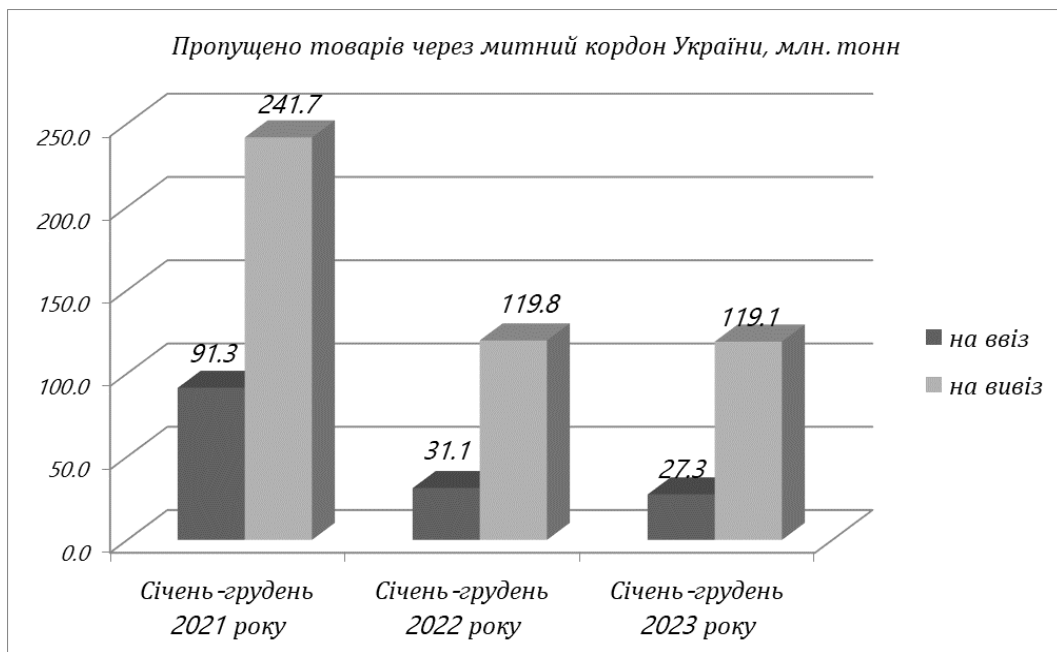


Рисунок 1.4 – Пропущено через митний кордон України товарів, млн т (розроблено автором за [17])

Стан зовнішньої торгівлі товарами у січні-грудні 2023 року відображено на рис. 1.5–1.6. На діаграмах бачимо структуру розподілу потоків між країнами ЄС, СНД та іншими країнами світу для імпортованих (рис. 1.5) та експортованих (рис. 1.6) товарів.

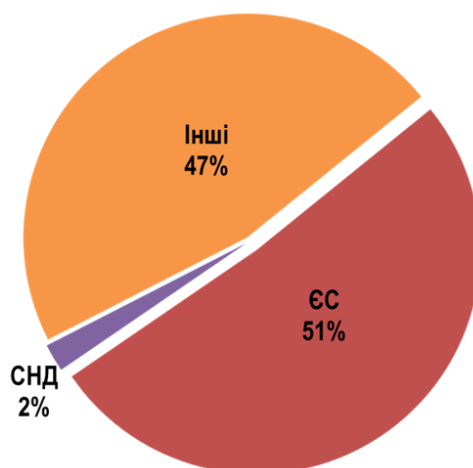


Рисунок 1.5 – Структура розподілу країн імпорту України у 2023 р. у відсотках [16]

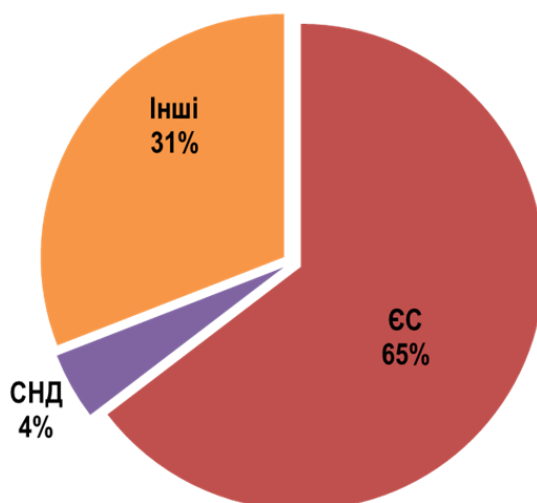


Рисунок 1.6 – Структура розподілу країн експорту України у 2023 р. у відсотках [16]

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Міжнародний обмін в розрізі товарних позицій за 2023 рік (млн. дол. США) відображено на рис. 1.7 та наведено в табл. 1.2. [16]

Таблиця 1.2 – Показники в розрізі товарних позицій за 2023 рік, млн. дол.

Товар УКТЗЕД (код та найменування)	Товарообіг	Експорт	Імпорт	Сальдо
Всього	99420	35970	63450	-27479
1-24 Продовольчі товари та с/г продукція	28799	21849	6950	14899
25-26 Мінеральні продукти	2233	1963	270	1693
27 Паливно-енергетичні товари	10729	391	10338	-9947
28-40 Продукція хімічної промисловості, каучук	12184	1145	11039	-9894
41-43 Шкірсировина, хутро та вироби з них	336	78	258	-180
44-49 Деревина та целюлозно-паперові вироби	2726	1713	1013	700
50-67 Текстиль, текстильні вироби, взуття	3288	407	2881	-2475
68-70 Вироби з каміння, скла, кераміка	982	293	689	-396
72-83 Метали та вироби з них	7245	3888	3356	532
84-90 Машини, устаткування та транспорт	22667	2853	19815	-16962
Інці товари	8232	1390	6841	-5451

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



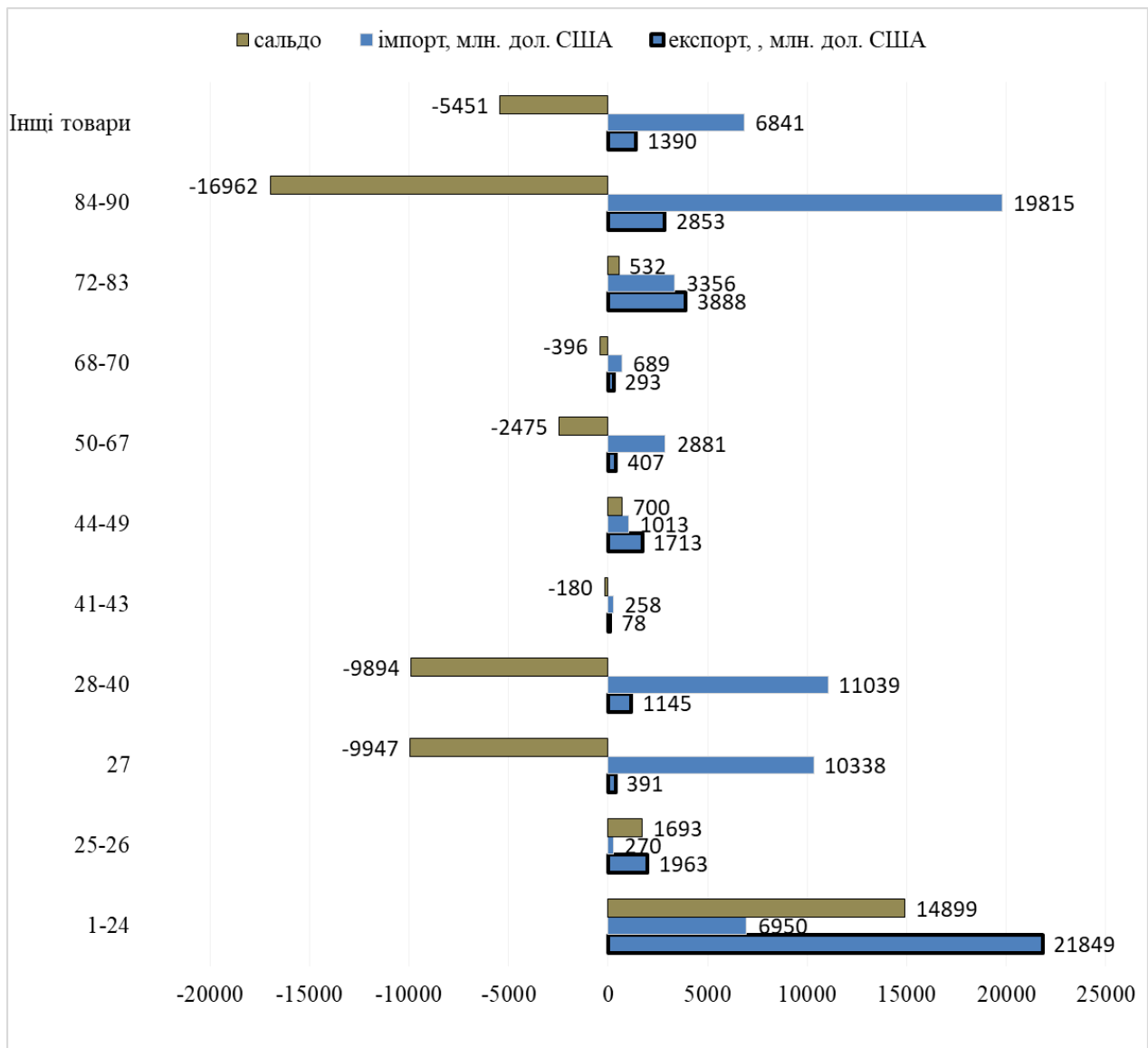


Рисунок 1.7 – Наочна інтерпретація міжнародного обміну в розрізі товарних позицій за 2023 рік, млн млн дол США (розроблено автором за [16, 17])

Згідно завдання КРМ було проаналізовано розподіл транспортного потоку по країнах у період за 2023 р. та вантажів на кордоні з країнами-членами СНД за 2021-2023 р. (рис. 1.8, 1.9).

Структурна діаграма пропущених через пункти пропуску митного кордону з країнами СНД, ЄС, а також через морські та авіаційні у 2023 р. транспортних засобів наведена на рис. 1.10.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

У 2023 р. практично відсутні зовнішньо-економічні стосунки з Білоруссю та РФ через бойові дії на території України.

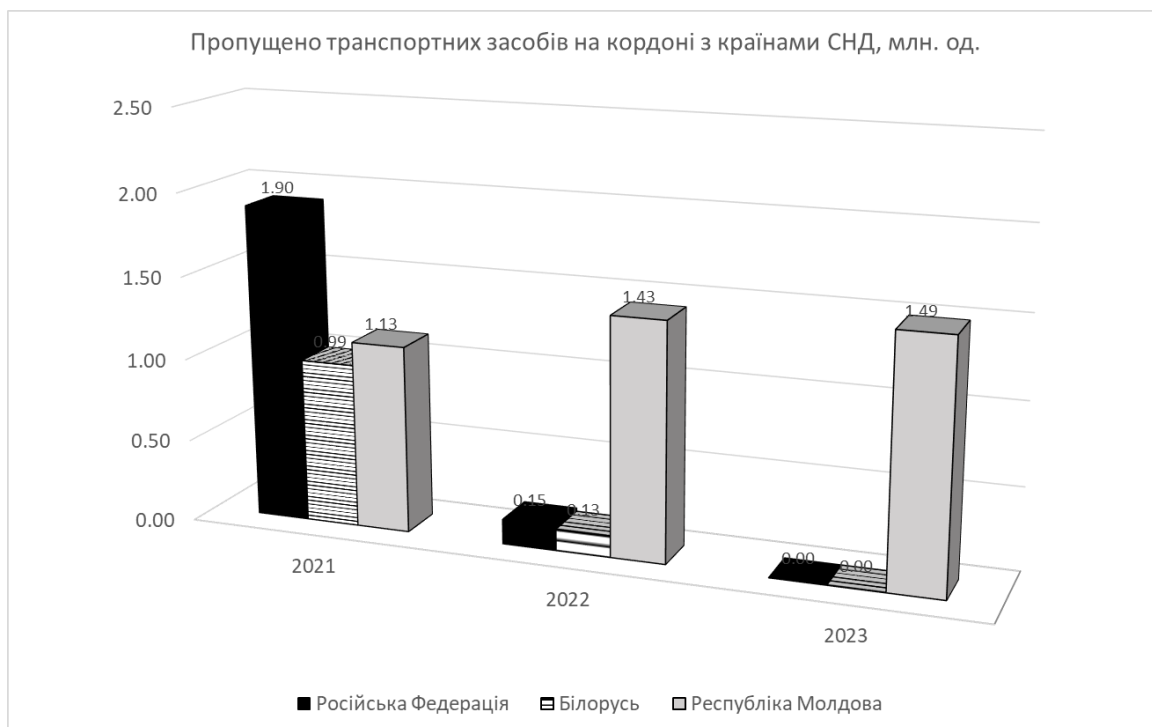


Рисунок 1.8 – Діаграма зміни кількості пропущених транспортних засобів на кордоні з країнами СНД, млн. од. (побудовано автором на підставі даних [17])

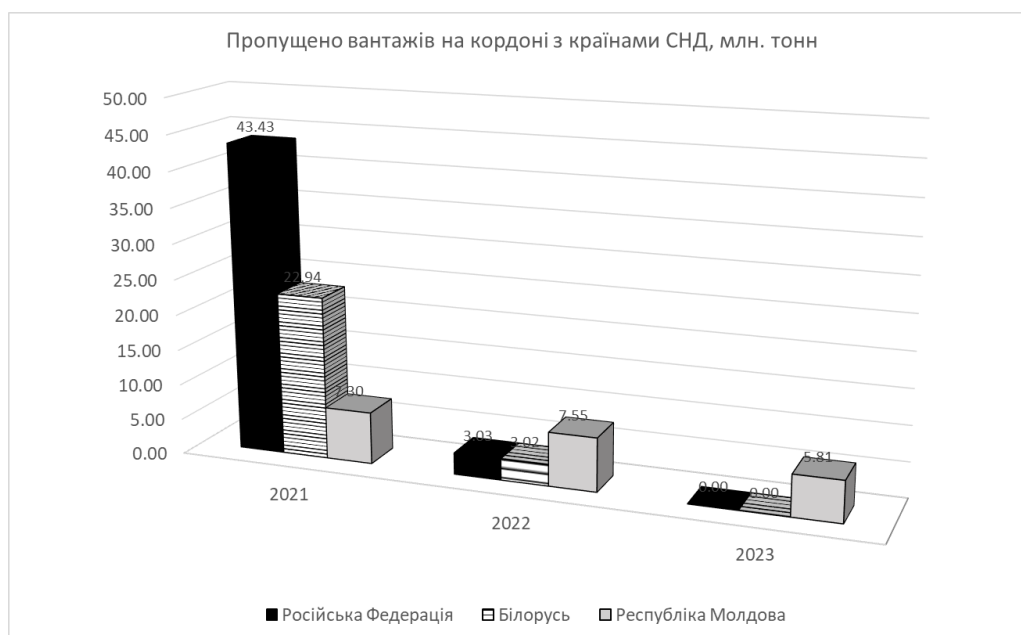


Рисунок 1.9 – Діаграма зміни кількості пропущених вантажів на кордоні з країнами СНД, млн. тон (побудовано автором на підставі даних [17])

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

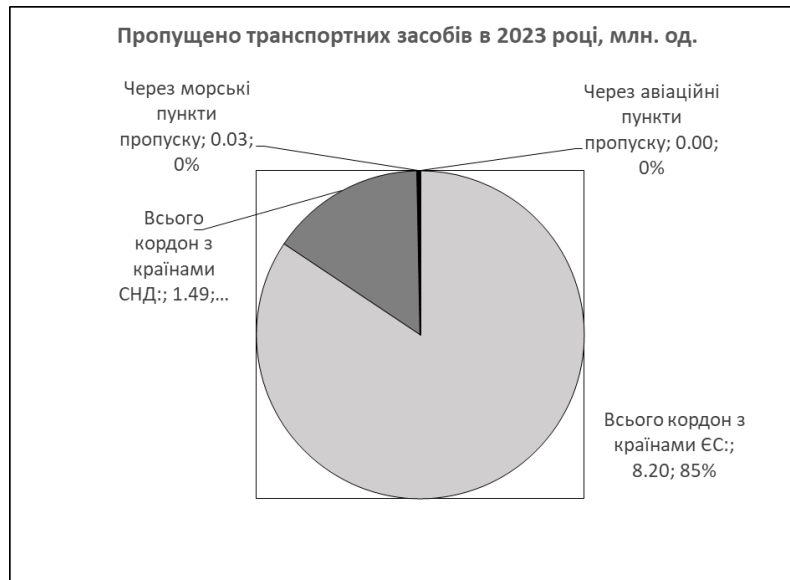


Рисунок 1.10 – Структура пропущених транспортних засобів у пунктах пропуску митного кордону за 2023 рік, млн. од. (побудовано автором на підставі даних [17])

Аналіз вказує, що відсоток пропущених транспортних засобів на кордоні з країнами ЄС у 2023 р. склав 85 %, з країнами СНД – 15 %. Практично зупинене пропуск через морські та авіаційні пункти пропуску через активні бойові дії РФ на Україні.

За підсумками 2023 року в Україні зросли обсяги експорту та склали майже 100 млн тон товарів. Це на 112 тисяч тон більше, ніж у 2022 році. Втім, у вартісному вимірі показник впав на 18,7% або \$35,8 млрд доларів. (Джерело: офіційний сайт Мінекономіки України - <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=31a72cf3-809d-486c-a0df-61e5d7f85d6f&title=UkrainaZbilshilaEksport>).

Попри загальний спад експорту українських товарів, позитивні тенденції спостерігаються на ринку меблів. Торік у порівнянні з 2022 роком обсяги зросли на 11%, а грошові надходження на 7%. Також минулого року Україна в 1,7 рази більше експортувала цукру.

Втім, за більшістю експортних статей українська економіка у 2023 році втратила у виручці. Наприклад, наймасовіший за обсягом експортний товар – кукурудза при фізичному зростанні на 5% у грошах приніс на 16,8% менше, ніж

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

роком раніше. Минулого року з України вивезли 26,2 млн тон цієї зернової культури.

Надходження від експорту торік сягнули одного з найнижчих показників за останнє десятиліття. Це очікуваний та об'єктивний результат, який став наслідком проблем в логістиці. Загалом за 2023 рік морем Україна вивезла майже на 1 млн тон більше, ніж торік. Крім зерна, експортуються й інші товари, у тому числі метал. Після запуску альтернативного морського коридору зріс експорт виробів цієї групи. Так у грудні в порівнянні з листопадом зріс показник вивезення напівфабрикатів на 40% та прокату плоского на 45,3%.

Натомість експорт автомобільним транспортом й далі скорочується. Головна причина – польське блокування кордонів. У грудні в порівнянні з листопадом показник впав на 18,3%. Але за підсумками року втрати незначні – лише -0,7%. Щоб розв'язати цю проблему, тривають перемовини на всіх рівнях.

У той самий час Україна наростила експорт контейнерними перевезеннями – +86% залізничним транспортом і +36% автомобільним. Зараз це найбільш ефективний вид транспорту для продукції з доданою вартістю.

На відміну від експорту, імпорт у грошовому вимірі торік зріс та склав \$62,2 млрд доларів. Найбільше Україна завозила паливо на \$7,8 млрд, «різне» (те, що не афішується) на \$3,7 млрд, лікарські засоби на \$1,7 млрд доларів, БПЛА на \$681 млн доларів. Також у топ позиціях імпорту – автомобілі, добрива та засоби захисту рослин.

Торік в Україні спостерігався значний дефіцит торгівлі товарами на суму \$26,4 млрд доларів. Його спричинили два ключові фактори – проблеми в логістиці і потреби оборони у 2023 році. Тож у 2024 році Уряд продовжить працювати над тим, щоб посилити експортну логістику системами ППО та пошуком нових шляхів вивезення товарів і послуг. А також сприятиме локалізації в Україні підприємств ВПК.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

## **2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ СХЕМИ ТА МАРШРУТИЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

### **2.1 Постановка задачі для аналізу транспортних процесів та параметрів маршрутизації**

Розвиток харчової промисловості та сільського господарства - складова частина продовольчої безпеки будь-якої держави. Однак найчастіше географічні та кліматичні особливості конкретного регіону не дозволяють в повній мірі задовольнити потреби споживачів. Імпорт оливко, овочів та сезонних фруктів із зарубіжних країн забезпечує продуктову різноманітність і задовольняє високий попит на дані категорії товарів.

Актуальність обраної тематики кваліфікаційної роботи магістра полягає в удосконаленні автомобільних вантажних перевезень шляхом підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів міжнародної доставки вантажів. Тема магістерської роботи розкривається на прикладі організації ефективної схеми міжнародної доставки консервованої овочевої продукції (цукрова кукурудза ) автомобільним транспортом з Іспанії (м. Барселона) в Україну (м. Дніпро).

Задля досягнення мети потрібно вирішити наступні завдання

1. Проаналізувати транспортно-логістичні характеристики обраного для перевезення автомобільним транспортом в міжнародному сполученні вантажу, а саме – консервованої овочевої продукції (цукрова кукурудза ).

2. Надати характеристику логістичного комплексу Asstra - Associated Traffic AG (вебадреса: <https://asstra.com.ua/pro-kompaniyu/asstra.com.ua/ukr/>). Провести моделювання сезонності, дослідити та проаналізувати сезонні коливання обсягу перевезень вантажу автомобільним транспортом.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

3. Обґрунтувати ефективну транспортно-технологічну схему міжнародних перевезень вантажів за напрямом Іспанія–Україна : обґрунтувати вибір рухомого складу для перевезення вантажу; розробити маршрут перевезення вантажу від м. Барселона (Іспанія) до м. Дніпро (Україна); скласти графіки руху автомобіля та роботи водіїв; обґрунтувати параметри альтернативних маршрутів міжнародних перевезень вантажів автомобільним транспортом та порівняти їх ефективність.

4. Визначити техніко - економічні та техніко - експлуатаційні показники роботи на маршруту.

5. Оцінити ефективність перевезення вантажу за обраним маршрутом.

6. Сформулювати та розв'язати транспортну задачу і отримати оптимальний маршрут за критерієм найменшої відстані.

## **2.2 Транспортно-логістична характеристика перевезення вантажів автомобільним транспортом на прикладі перевезення консервованої овочевої продукції (цукрова кукурудза )**

2.2.1 Аналіз структури вантажів, що імпортуються з Іспанії до України показує, що суттєва частка вантажів, які завозяться в режимі імпорту до України, належить консервованій продукції. Для перевезення було обрано консервовану овочеву продукцію – цукрова кукурудза (рис. 2.1), код за УКТЗЕД 2005800000. Аналіз статистичних даних митної статистики за 2023 р. [17] за імпортом (табл. 2.1) та експортом (табл. 2.2) показує наступне. Серед країн-партнерів України за експортом даної продукції основними є Грузія (25,24 %), Великобританія (8,57 %) та Молдова (30,55 %). Серед країн-імпортерів даної продукції основні – Польща (54,49 %), Іспанія (23,36 %) та Греція (19,04 %).

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.1 – Показники експорту України у 2023 р. товарів з кодом «2005» за УКТЗЕД (Опрацьовано автором на основі [17])

Код і найменування товарної позиції за УКТЗЕД		Експорт			
		з початку року			за грудень 2023 р.
		Код країни	Вартість, тис. дол. США	Питома вага, %	
2005	Інші овочі, приготовлені чи консервовані без оцту, неморожені	MDA	3558	30,55%	216
		GEO	2939	25,24%	219
		GBR	998	8,57%	91
		Інше	4150	35,64%	321
	Всього		11645		847

Таблиця 2.2 – Показники імпорту України у 2023 р. товарів з кодом «2005» за УКТЗЕД (Опрацьовано автором на основі [17])

Код і найменування товарної позиції за УКТЗЕД		Імпорт			
		з початку року			за грудень 2023 р.
		Код країни	Вартість, тис. дол. США	Питома вага, %	
2005	Інші овочі, приготовлені чи консервовані без оцту, неморожені	POL	39717	54,49%	2725
		ESP	17031	23,36%	1788
		GRC	2268	3,11%	269
		Інше	13878	19,04%	1898
	Всього		72894		6680

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 2.1 – Загальний вид вантажу, що перевозиться

2.2.2 Перевезення консервованої продукції потребує особливої уваги, тому знання транспортної характеристики вантажу є важливою умовою для безпечного переміщення продукції.

Перевезення консервованої продукції не має сезонної залежності і може здійснюватися в будь-яку пору року. Як правило, пік вантажообігу в даному сегменті припадає на осінній період. Оливки не відрізняються підвищеною чутливістю до коливань температури, однак зниження температури повітря нижче нуля за Цельсієм, характерне для осені, призводить до псування даного харчового продукту і робить неможливим його подальше вживання. Тому дотримання температурного режиму необхідне для збереження якості вантажів. За ДСТУ 4450:2005 консерви транспортують усіма видами транспорту [18].

Транспортна характеристика вантажу:

- фізико-хімічні властивості – берегти від падіння, ударів, вологи, температурного режиму нижче 0°C;
- вид вантажу – тарно-штучний;
- природне походження – рослинне;
- біохімічний склад – органічний;
- ступінь обробки – готова продукція;
- споживче призначення – продовольче;
- клас – 1;

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



- спосіб перевезення – фанерний ящик або ящик з гофрованого картону (транспортна тара), металева банка (споживча тара);
- особливості тари – споживча: напівжорстка, металева, малогабаритна, нерозбірна, міцна, індивідуальна, та, що штабелюється, герметична, групова, разова;
- режим перевезення – дотримання температурного режиму не нижче 0°C, з вентиляцією;
- група сумісності з іншими вантажами – не допускається перевезення с небезпечними вантажами.

Один із можливих варіантів розміщення транспортних упаковок на палетці, розрахований для маслин з вагою нетто металевої банки 0,36 кг (рис. 2.1) наведено на рис. 2.2.

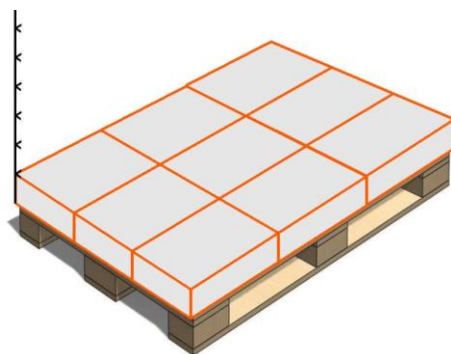


Рисунок 2.2 – Варіант розміщення транспортних упаковок на палетці [19] :

Шар: 81.00x123.90x12.20см; 89.30кг; 9 коробок; 216 шт;

Вантаж: 81.00x123.90x158.60см; 1160.87кг; 13 шарів; 117 коробок; 2808 шт;

Палета: 81.00x123.90x173.10см; 1175.87кг; 13 шарів; 117 коробок; 2808 шт.

В якості тари в магістерській роботі для перевезення цукрової кукурудзи обрано фанерний ящик, розміри якого складають 600x600x400 мм, вага – 50 кг (рис. 2.3).

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд транспортної тари

2.2.3 Маркування вантажів – товаросупроводжувальна інформація, що містить реквізити імпортера, номер контракту, номер трансю, вантажогабаритні характеристики місць, номер місця і кількість місць у партії і трансю. Маркування вантажів є вказівкою транспортним фірмам щодо поводження з вантажем і за необхідності попередженням про небезпеки, пов'язані з вантажем.

Транспортне маркування фанерних ящиків з консервованою продукцією - відбувається з нанесенням маніпуляційних знаків, «Берегти від вологи», «Обмеження температури», «Гаками не брати», «Не котити», «Піднімати безпосередньо за вантаж». (рис. 2.4).

Маркують споживчу тару згідно з чинними нормативно-правовими актами та нормативними документами, а також ДСТУ 13534.

Методом літографії або на етикетці, виконаній типографським та іншими способами, на кожній одиниці споживчої тари потрібно зазначити:

- назву та повну адресу підприємства-виробника, його товарний знак (за наявності) та телефон, адресу об'єкта виробництва;
- назву консервів, сорт (за наявності) та склад консервів у порядку переваги складників, зокрема харчових добавок, які використовували під час їх виробництва;
- власну назву (за наявності);
- масу нетто, г;

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

- кінцеву дату споживання «Вжити до» або дату виробництва та строк придатності;
- умови використання: «Перед вживанням розігріти»;
- інформаційні дані про харчову та енергетичну цінність 100 г продукту (розраховує виробник відповідно до певної рецептури);
- штрих-код EAN — згідно з ДСТУ 3146;
- позначення цього стандарту.

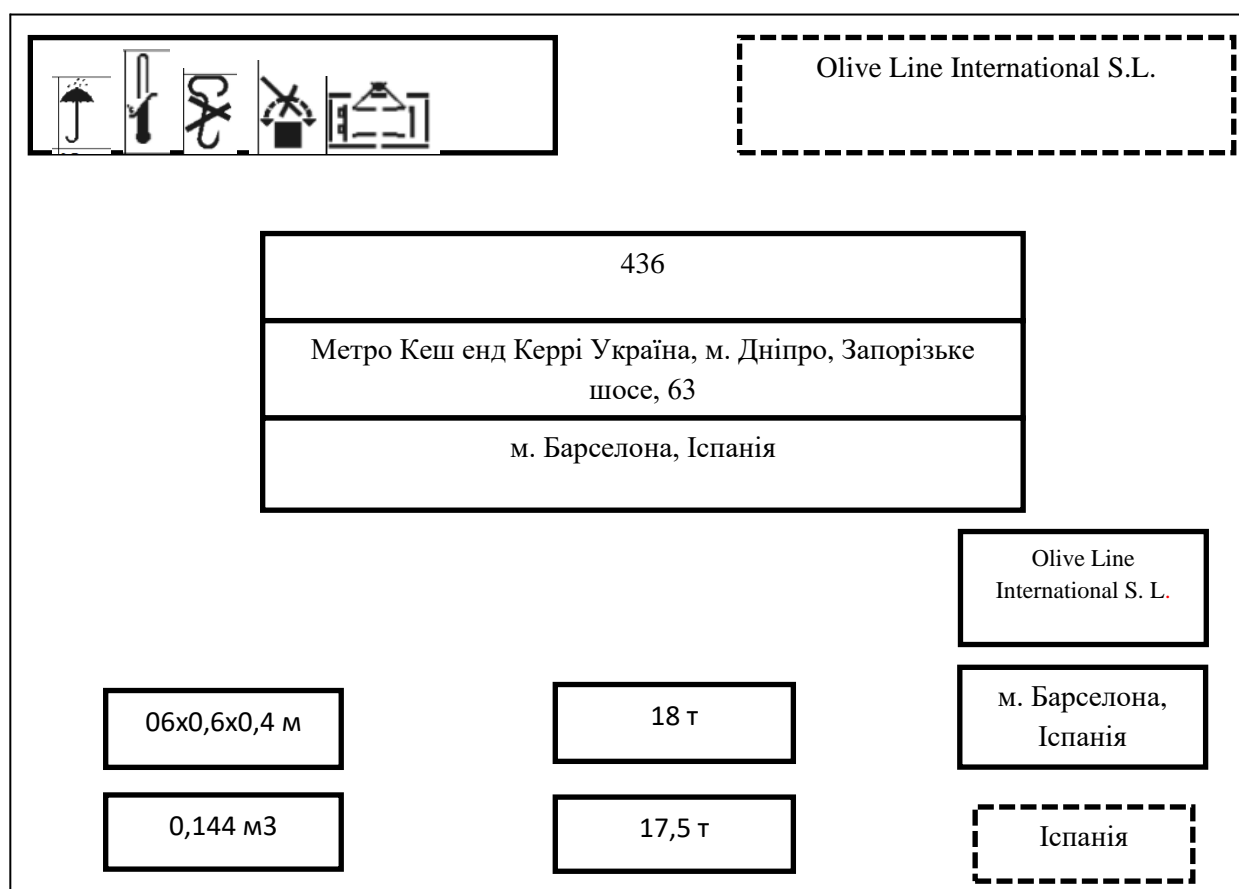


Рисунок 2.4 – Приклад маркування вантажу

2.2.4 Транспорт для перевезення оливок повинен відповідати певним критеріям: він повинен бути сухим, прохолодним, провітрюваним. Не допускається використання вантажно-розвантажувального обладнання, яке може пошкодити ящики з вантажем. Особливий порядок проведення вантажно-розвантажувальних робіт встановлюється в разі несприятливих погодних умов

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

(холод, висока вологість). Важливою вимогою до перевезення оливок є належне розміщення і кріплення вантажу на транспортному засобі. Ящики з товаром закріплюються так, щоб виключити зсув або ковзання в ході доставки. Надійна фіксація дозволяє уникнути втрати обсягу або погіршення якості вантажу, деформації ящиків і жерстяних банок з оливками. Специфіка перевезень оливок полягає в особливому порядку перетину митного кордону. Цукрова кукурудза в обов'язковому порядку проходять санітарно-епідеміологічний контроль [19].

2.2.5 Характеристика підприємства-вантажодержувача та вантажовідправника. Представником вантажовідправника виступає Olive Line International, S.L. - один з провідних виробників і експортерів продуктів харчування з Іспанії. Центральний офіс Olive Line International розташований в Мадриді. Компанія Olive Line International (рис. 2.5, табл. 2.3) вже друге десятиліття виробляє і здійснює прямі поставки в Україну, країни ЄС і колишнього СРСР високоякісні і популярні продукти під торговими марками Iberica, Maestro de Oliva, Asencorca. Основний асортимент Olive Line складає цукрова кукурудза (32%), маслини (25%), оливки (21%) і оливкове масло (22%) [20].



Рисунок 2.5 – Емблема підприємства-вантажовідправника

Таблиця 2.3 – Основні відомості про ЗАТ «Olive Line International, S.L.»

Параметри	Характеристика
Тип	Публічна компанія
Форма власності	Закрите акціонерне товариство
Галузь	Харчова промисловість
Засновано	1998
Територія діяльності	Країни СНГ та ЄС
Продукція	Цукрова кукурудза ( <i>Zea mays var. saccharata</i> )
Уставний капітал	219 369 EUR (2016)
Сайт	<a href="http://www.oliveline.es">http://www.oliveline.es</a>

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Представником вантажоодержувача виступає «METRO Cash&Carry Україна» – мережа магазинів професійної оптової торгівлі на засадах самообслуговування у Європі, Азії та Африці, що входить до складу METRO Group (рис. 2.6, табл. 2.4). В Україні перший магазин «Metro» був відкритий 20 серпня 2003 року в Києві. Оптові торговельні центри компанії пропонують асортимент з 30 000 найменувань продовольчої та непродовольчої продукції [21].



Рисунок 2.6 – Емблема підприємства-вантажодержувача

Таблиця 2.4 – Основні відомості про АТ «METRO»

Параметри	Характеристика
Тип	Публічна компанія
Форма власності	Корпорація у формі акціонерного товариства
Галузь	Роздрібна торгівля
Засновано	<u>1964</u>
Засновник(и)	Отто Байсгайм
Штаб-квартира	Дюссельдорф
Виторг	€ 66.739 млрд (2012)
Чистий прибуток	€ 741 млн (2012)
Співробітники	300 000 осіб
Сайт	metrogroup.de

### 2.3 Характеристика транспортно-логістичного комплексу AsstrA

Транспортно-логістичний комплекс AsstrA здійснює поставку продукції споживачам на ринку внутрішніх та міжнародних вантажоперевезень [19]. Міжнародні автомобільні перевезення вантажів є одним з основних напрямків діяльності компанії AsstrA вже більш ніж 26 років. Досвідчені фахівці AsstrA

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				<b>37</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

пропонують Клієнтам оптимальні маршрути перевезення між країнами Західної, Центральної, Північної та Східної Європи, Прибалтики, включаючи Балкани і країни Середньої Азії. Для організації перевезень використовується власний автопарк, що дозволяє забезпечити необхідні умови транспортування, гарантувати цілісність товарів і мінімальний рівень витрат. Компанія співпрацює з провідними транспортними компаніями, що дозволяє успішно вирішувати завдання різного рівня складності.

Автомобільні перевезення є універсальним інструментом логістики. За допомогою автотранспорту можна прокласти маршрут до будь-якого куточка континенту. AsstrA надає повний комплекс логістичних і транспортних послуг, необхідних для здійснення міжнародних перевезень оливков, овочів і фруктів, організовує вантажоперевезення різними видами транспорту в різних регіонах з урахуванням потреб клієнтів і характеристики вантажу, допомагає налагодити доставку міжнародному сполученні, скласти оптимальний маршрут доставки і розрахувати вартість перевезення. Компанія забезпечує надійні поставки будь-яких вантажів в узгоджені терміни, а завдяки плідній співпраці з транспортними компаніями може реалізовувати гнучку цінову політику і підтримувати високий рівень сервісу.

Перевезення овочів і фруктів вимагає ретельності і чіткого дотримання всіх санітарно-епідеміологічних і фітосанітарних вимог. Специфіка перевезення фруктів, багато в чому обумовлена тим, що фрукти відносяться до сезонних продуктів. Вантажообіг в даному сегменті активізується з кінця листопада до кінця лютого. Це пояснюється підвищеним попитом на сезонні апельсини, мандарини та інші фрукти напередодні новорічних свят. У цей період температури низькі, а вологість повітря стабільно висока, що негативно впливає на стан перевезених фруктів. Температура перевезення овочів також не повинна бути нижче встановлених нормативів. Щоб уникнути псування і втрати товару, здійснюються рефрижераторні перевезення за підтримки оптимальної температури перевезення овочів і фруктів. Враховуючи те, що

Виконав		Глуценко А.В.		<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.			38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

овочі та фрукти відносяться до категорії швидкопсувних вантажів, важливо витримувати максимально стислі терміни перевезення. Оперативність досягається залученням до транспортування команди з двох водіїв, завдяки чому транспортування здійснюється практично цілодобово і без зупинок.

Перевезення оливок не має сезонної залежності і може здійснюватись в будь-яку пору року. Як правило, пік вантажообігу в даному сегменті припадає на осінній період. Оливки не відрізняються підвищеною чутливістю до коливань температури, однак зниження температури повітря нижче нуля за Цельсієм, характерне для осені, призводить до псування даного харчового продукту і робить неможливим його подальше вживання. У холодну пору транспортування оливок здійснюється з обов'язковим дотриманням температурного режиму. Транспорт для перевезення оливок повинен відповідати певним критеріям: він повинен бути сухим, прохолодним, провітрюваним. Умови перевезення оливок включають особливі вимоги і порядок їх обробки. Не допускається використання вантажно-розвантажувального обладнання, яке може пошкодити ящики з вантажем. Особливий порядок проведення вантажно-розвантажувальних робіт встановлюється в разі несприятливих погодних умов (холод, висока вологість). Важливою вимогою до перевезення оливок є належне розміщення і кріплення вантажу на транспортному засобі. Ящики з товаром закріплюються так, щоб виключити зсув або ковзання в ході доставки. Надійна фіксація дозволяє уникнути втрати обсягу або погіршення якості вантажу, деформації ящиків і жерстяних банок з оливками.

Специфіка перевезень оливок полягає в особливому порядку перетину митного кордону. Оливки в обов'язковому порядку проходять санітарно-епідеміологічний контроль. Представники митних органів - митні інспектори - беруть проби товару для того, щоб перевірити його відповідність з товаросупровідними документами. Для цього інспектори розкривають ящики і індивідуальну упаковку з оливками. Тільки по завершенні санітарно-

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

епідеміологічного контролю вантаж може бути допущений до імпорту. AsstrAL ретельно стежить за змінами в міжнародному регулюванні вантажоперевезень харчової продукції, а також в регулюванні санітарно-епідеміологічного митного контролю та забезпечує безпечну і швидку доставку, виходячи з характеристик конкретного товару [19].

Фахівці AsstrA мають високу кваліфікацію та багаторічний досвід в сфері вантажоперевезень продуктів харчування в цілому, а також транспортувань оливок, овочів і фруктів, зокрема. Досвід і кваліфікація допомагають реалізовувати індивідуальний підхід до кожного замовлення, брати до уваги специфіку конкретного вантажу та побажання конкретного Клієнта. Співпраця з перевіреними і надійними постачальниками транспортних послуг дозволяє розробляти і підбирати найбільш раціональні маршрути, чітко координувати всі етапи доставки і транспортувати будь-який вантаж оперативного у встановлені терміни. При наданні комплексу послуг з перевезення овочів, фруктів AsstrA надає вигідні цінові пропозиції з перевезень сезонних овочів і фруктів в осінньо-зимовий період. У цей час попит на такі продукти різко зростає, і, як наслідок, підвищуються ставки на перевезення. AsstrA пропонує своїм Клієнтам найбільш вигідні фінансові умови співпраці незалежно від ситуації на ринку. До комплексу послуг з перевезення оливок AsstrA входить: комплексний митний супровід і консультації з питань проходження митниці; сприяння оперативному проходженню санітарно-епідеміологічного митного контролю. Крім того, компанія надає наступні послуги: організація і забезпечення перевезень з використанням різних транспортних засобів. Досвідчені фахівці AsstrA підбирають адаптований транспортний засіб для перевезення харчової продукції в залежності від властивостей вантажу і потреб клієнта. При необхідності співробітники AsstrA складають мультимодальні схеми транспортування, з використанням авіації, автомобілів, морського і залізничного транспорту. Забезпечення збереження вантажу в процесі завантаження. Для визначення необхідних заходів безпеки фахівці враховують

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



вимоги і побажання замовника, властивості вантажу, відстань перевезення і стан доріг. Складські послуги. Контроль 24/7 за збереженням і місцезнаходженням вантажу в процесі перевезення, а також здійснення вантажно-розвантажувальних робіт. Консалтинг в сфері транспорту і логістики.

Співробітники компанії AsstrA кваліфіковано підходять до вирішення кожного питання, пов'язаного з транспортуванням овочів, фруктів і олив. Завдяки злагодженій роботі фахівців, кожному Клієнту AsstrA забезпечується максимальний рівень безпеки вантажу під час перевезень, чітка і налагоджена система поставок, дотримання встановлених термінів транспортування і виконання всіх нормативів.

AsstrA входить в Асоціацію захисту вантажів, що перевозяться - ТАРА, членство в якій дає додаткові можливості для мінімізації ризиків псування і втрати вантажу при перевезенні овочів, кукурудзи, фруктів і олив. Крім того, AsstrA отримала сертифікат уповноваженого суб'єкта господарської діяльності АЕО. Сертифікат АЕО підтверджує, що компанія - надійний і платоспроможний Партнер, який дотримується стандартів безпеки в ході перевезення і виконує всі вимоги законодавства.

Досвідчені фахівці AsstrA надають повний комплекс послуг з перевезення кукурудзи, фруктів, овочів і олив від одного логістичного оператора: перевезення (включаючи комбіновані), митний та документальний супровід, страхування, складські послуги, консалтинг, проектна логістика, логістичний сервіс. Крім глобальної присутності в країнах світу, компанія має 8 власних митних агентств, що дозволяє нам постійно вдосконалювати і розробляти інноваційні логістичні та транспортні рішення.

Для організації перевезення олив, овочів і фруктів AsstrA залучає надійних постачальників транспортних послуг. Транспортні партнери співпрацюють з AsstrA на підставі довгострокових договорів, що гарантує досягнення високих показників КРІ незалежно від ринкової ситуації. Транспортні партнери AsstrA мають всі необхідні ліцензії та дозволи, договори

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

страхування відповідальності перевізника.

Ми концентруємося на наданні безпечних, інноваційних, ефективних послуг з перевезення, які відповідають вимогам міжнародного права. Відповідальність AsstrA за вантаж, що перевозиться, застрахована на 3 000 000 євро на кожен страховий випадок. Страхове покриття забезпечує надійний партнер Zurich Insurance Company Ltd (Швейцарія).

## 2.4 Обґрунтування вибору транспортного засобу та транспортна характеристика перевезення консервованої продукції в міжнародному сполученні

### 2.4.1 Вибір напівпричепу

Для завантаження було обрано напівпричеп-рефрижератор ТОНАР 974601 (рис. 2.7). Технічні характеристики напівпричепу наведено у табл. 2.5 та рис. 2.8.



Рисунок 2.7 – Напівпричеп-рефрижератор ТОНАР 974601

Таблиця 2.5 – Характеристика напівпричепу-рефрижератора ТОНАР 974601

№	Показник	ТОНАР 974601
1	Вантажопідйомність, т	19
2	Об'єм кузова, куб. м	56,8
3	Довжина платформи, м	9,37
4	Кількість осей	2
5	Висота платформи, мм	1210

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

6	Маса спорядженого напівпричепа, т	6,1
---	-----------------------------------	-----

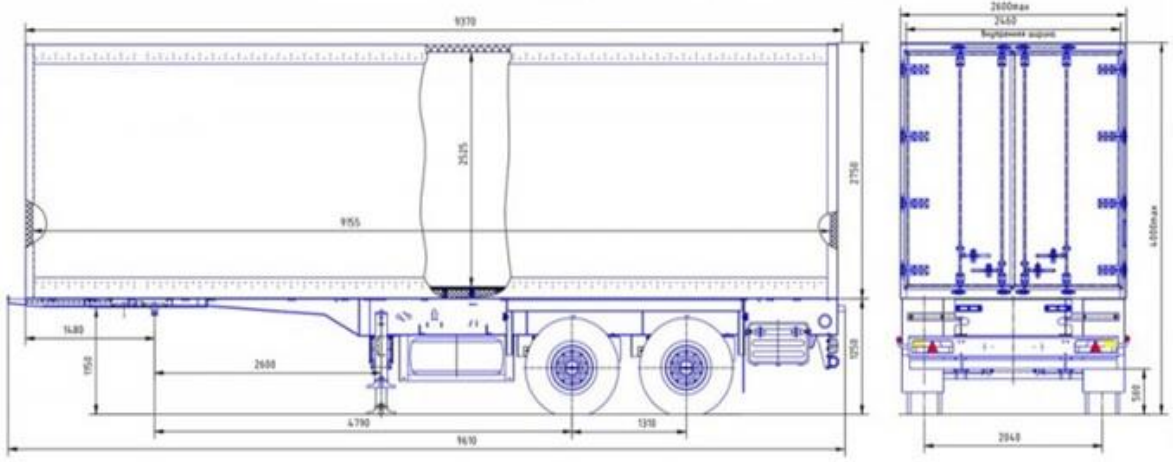


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри напівпричепа ТОНАР 974601 [22]

#### 2.4.2 Порівняльна характеристика конкуренто здібних моделей сідлових тягачів

Тип рухомого складу впливає на навколишнє середовище, на вид вантажу, на шумність, термін доставки. При виборі типу сідлового тягачу необхідно враховувати, який вантаж має перевозити даний автомобіль, у які терміни, а також такі фактори, як ступінь впливу транспортного засобу на навколишнє середовище. Необхідно підібрати рухомий склад, який би задовольняв всі вимоги замовника. Знаючи вантаж, який необхідно перевозити, вибираємо відповідний тип автомобіля.

Для перевезення консервованої продукції будемо використовувати сідловий тягач з напівприцепом-рефрижератором. Вибір оптимальної моделі автомобіля з двох конкуренто здібних виконується на основі порівняння результатів експлуатаційних та економічних розрахунків (табл. 2.6). Для порівняння обрали дві моделі сідлових тягачів : VOLVO FH 500 та FORD F-MAX (рис. 2.9 - 2.10).

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 2.9 – модель VOLVO FH 500



Рисунок 2.10 – модель FORD F-MAX

Таблиця 2.6 – Порівняння характеристик обраних моделей сідлових тягачів [22]

№	Показник	Варіант 1	Варіант 2
1.	Марка автомобіля	VOLVO FH 500	FORD F-MAX
2.	Потужність (к. с.)	500	500
3.	Трансмісія	автомат	автомат
4.	Відповідність євро	Еуро 6	Еуро 5
5.	Тип палива	дизель	дизель
6.	Витрати палива( л/100 км)	25	28
7.	Вантажопідйомність, кг	19000	18600
8.	Рік випуску	2018	2019
9.	Вартість автомобіля, євро	85000	79900
10.	Технічна швидкість, км/год	85	85
11.	Вартість автомобільної шини, грн	11 718	11 718
12.	Продуктивність, т	0,65	0,63

Вибір оптимальної моделі автомобіля з двох конкуренто здібних виконується на основі порівняння результатів експлуатаційних та економічних розрахунків.

#### 2.4.3 Формування вантажних місць та розміщення їх у кузові автомобіля.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Формування вантажного місця у напівпричепі-рефрижераторі було зроблено за допомогою інтернет-ресурсу Packer 3D [23] та зображено на рис. 2.11.

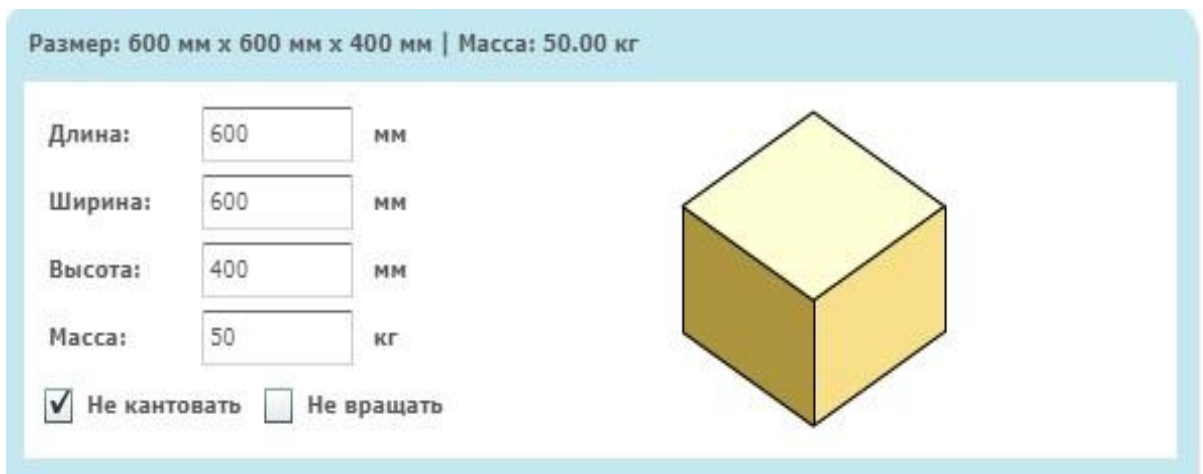


Рисунок 2.11 – Формування вантажного місця (Розроблено автором на ресурсі [23])

Виходячи з параметрів рефрижератора (довжина – 9370 мм, ширина – 2460 мм, висота – 2525 мм, вантажопідйомність – 19000 кг) та розмірів вантажного місця (довжина – 600 мм, ширина – 600 мм, висота – 400 мм, маса – 50 кг) розрахуємо кількість вантажних місць, скориставшись інтернет-ресурсом онлайн програмою PACKER 3D (рис. 2.12).

Завантаження автомобіля здійснювалось фанерними ящиками - розміри 600x600x400 мм, вага – 50 кг. За таким варіантом завантаження поміщується 436 ящиків. Повна маса завантаження – 18000 кг, що становить 100% дозволеної маси та 80% дозволеного об'єму.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

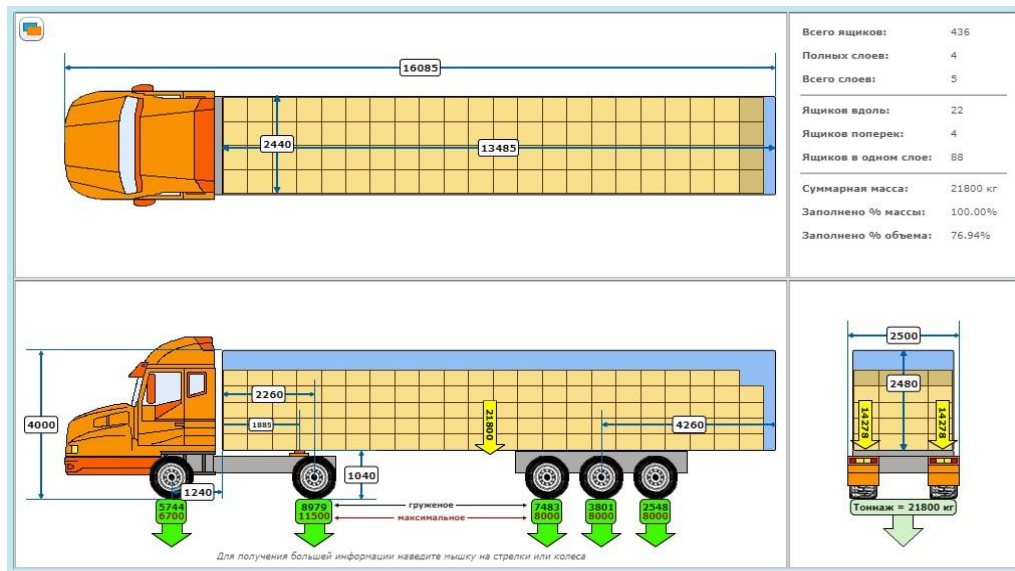


Рисунок 2.12 – Варіант укладання ящиків в транспортний засіб  
(Розроблено автором на ресурсі [23])

## 2.5 Побудова транспортно-технологічної схеми доставки вантажів та маршруту

Розробка ефективної транспортно-технологічної схеми доставки вантажів є складним та важливим багатofакторним завданням транспортно-експедиторських послуг, вагома складова якого полягає в визначенні оптимального маршруту. При складанні маршруту враховуються: пункти відправлення та призначення; умови у пункті відвантаження та в пункті призначення; потрібні терміни доставки; габарити і вага вантажу, що перевозиться; допустимість перевезення вантажу різними видами транспорту; готовність вантажу до різних видів перевезення; необхідність контролю якості перед відправкою та в точках перевантаження; пункти перетину кордонів і митного оформлення та ін.

Обґрунтований вибір маршруту гарантує своєчасну доставку вантажу одержувачу, суттєво знижуючи витрати на його доставку, робить її максимально швидкою і надійною. Для прийняття рішення необхідно зібрати та проаналізувати такі показники:

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

1) вантаж:

- специфіка вантажу, що перевозиться;
- габарити;
- вимоги до особливих умов перевезення.

2) дорога:

- збір інформації про дороги до пункту призначення;
- аналіз можливості проходження відповідного вантажу

транспортного засобу, що перевозиться, по наявних дорогах.

3) вибір транспортного засобу:

- в залежності від характеристики вантажу, що перевозиться;
- залежно від віддаленості пункту призначення;
- підбір послідовності використання транспортних засобів під час

мультимодальних перевезень.

4) список державних організацій, які погоджують та контролюють маршрут.

5) вимоги щодо митного оформлення

Розробка оптимального маршруту є складним і відповідальним етапом, на основі якого будується весь логістичний ланцюжок.

Вантаж (консервована продукція) прямує з м. Барселона (Іспанія) до м. Дніпро (Україна). Маршрут має з'єднувати пункт навантаження та розвантаження коротким шляхом, повинні бути сприятливі умови на маршруті.

Використовуючи інтернет-ресурс <https://della.com.ua> [24], отримуємо наступну схему переміщення вантажу: маршрут за критерієм мінімальної відстані (рис. 2.13).

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



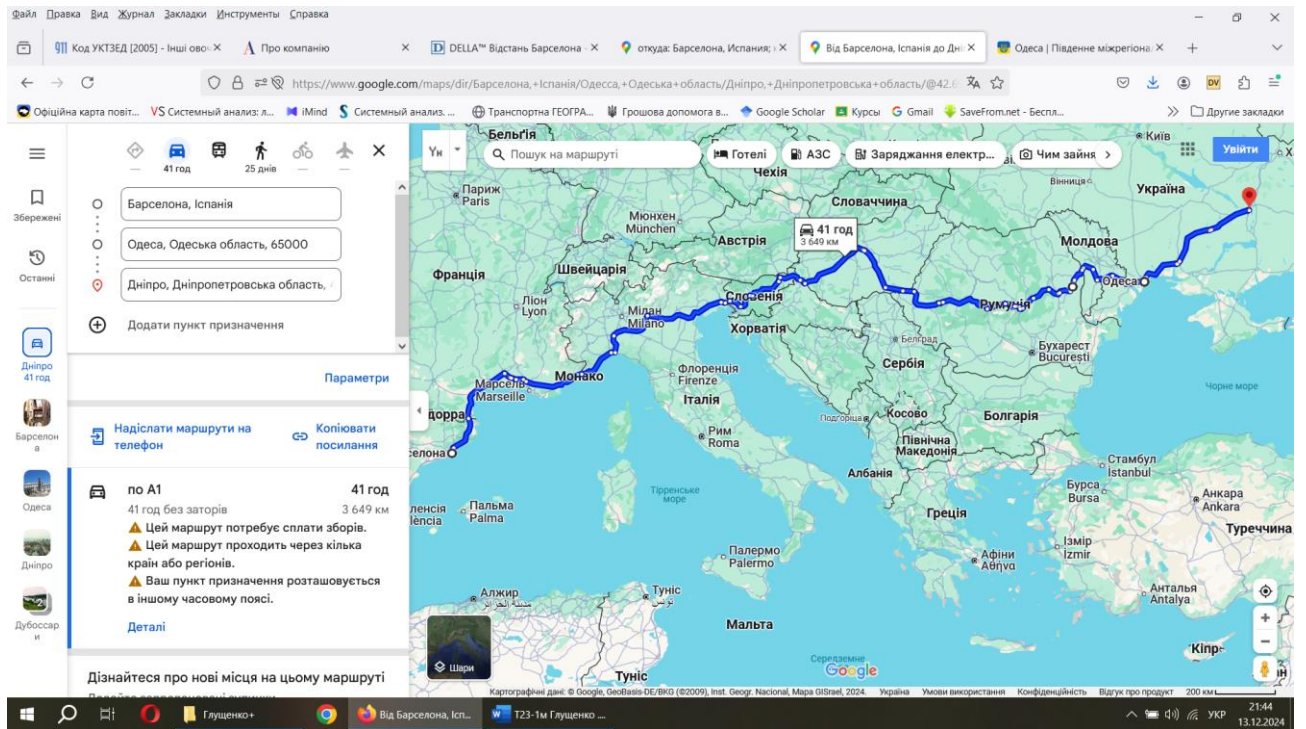


Рисунок 2.13 – Маршрут за критерієм мінімальної відстані на карті

Отримуємо маршрут, довжина якого складає 3649 км. Час у дорозі становитиме 41 год.

Аналізуючи отриманий маршрут, приходимо до практичного висновку, що для нас в пріоритеті доставити вантаж швидше, аби зменшити час знаходження автомобіля у дорозі, тому обираємо маршрут, розрахований за критерієм мінімального часу.

В табл. 2.7 представлено схему маршруту з зупинками, проходженням митних постів та кожного кілометра шляху з точним вказанням часу їздки.

Таблиця 2.7 – Скорочена схема маршруту Барселона – Дніпро

Місце розташування	Відстань км та час у русі
1	2
Барселона (Іспанія)	
По Gran Via de les Corts Catalanes і C-31 у напрямку B-10 (Sant Adrià de Besòs). Скористайтеся з'їздом 209 і з'їдьте з	10 хв (6,7 км)

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разонов С.А.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



C-31	
Їдьте від AP-7, A9, A8, E80, ... і A1 у напрямку Șelimbăr, România. Скористайтеся з'їздом DJ106D і з'їдьте з A1	23 год 45 хв (2 475 км)
Продовжуйте рухатися по DN1/E68. По DJ112C, E574, DN11A, DN24/E581, ... і E87/M15 у напрямку вул. Пантелеймонівська в місті Одеса, Україна	10 год 44 хв (712 км)
Одеса (Україна)	35 год (3 193 км)
Одеська область, 65000 По вул. Старопортофранківська у напрямку вул. Балківська/M14/M16	8 хв (3,0 км)
Їдьте по M14 і H11 у напрямку місті Дніпро	6 год 1 хв (446 км)
Продовжуйте рухатися по вул. Робоча. По вул. Юрія Савченка і вул. Воскресенська у напрямку просп. Дмитра Яворницького	14 хв (6,1 км)
Дніпро (Україна) Дніпропетровська область, 49000	6 год 24 хв (455 км)

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

### 3 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РАХУНОК СКОРОЧЕННЯ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

#### 3.1 Постановка задачі по скороченню відстані маршруту

Метою удосконалення перевезення є необхідність оптимізації маршруту, що є окремим випадком транспортної задачі, яка дозволяє знайти найкоротші відстані між пунктами, і в свою чергу витрати при організації транспортного процесу підприємства.

На основі даних про перевезення з першого пункту цього розділу, розроблена початкова мережа перевезення, яка потребує оптимізації, яка задана у вигляді орграфа, (рис. 3.1), в якому кожній орієнтованій дузі відповідає певна відстань.

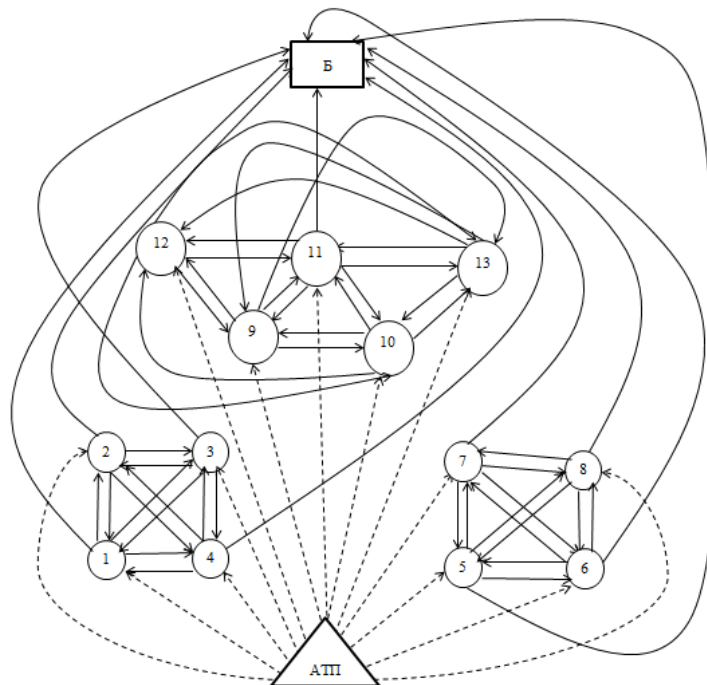


Рисунок 3.1 – Умовна мережа перевезення вантажу у вигляді орграфа (побудовано автором)

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Початковим пунктом являється АТП, звідки рухомий склад направляється через проміжні пункти 1-13 до пункту призначення Б перевантажувального термінала. Проміжними пунктами являються відповідно таблицям 4.1 – 4.3 умовна мережа магазинів АТБ.

### 3.2 Побудова математичної моделі

Вирішення проблеми знаходження мінімальної відстані можна здійснити за допомогою лінійного програмування. Лінійне програмування (ЛП) - це напрямок математичного програмування, що вивчає методи вирішення екстремальних задач, які характеризуються лінійною залежністю між змінними і лінійним критерієм.

Загальним завданням ЛП називається задача, яка полягає у визначенні максимального (мінімального) значення функції – в нашому випадку визначення мінімальної відстані [28].

Завдання лінійного програмування математично може бути представлено в різних формах.

Транспортна задача - це специфічна задача лінійного програмування, застосовувана для визначення найекономічнішого плану перевезення однорідної продукції від постачальників до споживачів.

Математична модель транспортної задачі має такий вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.1)$$

Особливістю стандартної задачі ЛП є те, що її обмеження представлені у вигляді системи лінійних нерівностей, а також умов невід'ємності на змінні.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \\ (i=1, 2, \dots, m) \\ x_i \geq 0 \\ (i=1, 2, \dots, n) \end{array} \right. \quad (3.2)$$

де  $a_{ij}, x_j, b_i, c_j$  - задані постійні величини  $m$  і  $n$ .

Нехай кожної орієнтованої дузі відповідає певна відстань. Необхідно знайти найкоротший шлях з  $i$ -го вузла мережі в її заданий  $j$ -й вузол.

В мережі виділяємо один вузол, який є кінцевим (пункт Б перевантажувальний термінал). Завдання полягає в знаходженні найкоротшого шляху в цей кінцевий вузол з деякого іншого вузла мережі. Величина  $C_{ij}$  визначає відстань від  $i$ -го вузла мережі до її  $j$ -го вузла.

Припустимо, що для мережі, представленої на рис. 3.1, необхідно знайти найкоротший шлях від АТП по трьом маршрутам до вузла Б (стік). Встановимо зв'язок цього завдання з класичною транспортною задачею.

Необхідно розробити план перевезень товару між вузлами мережі з надлишковими одиницями товару, який при мінімальних транспортних витратах дозволить на кожному складі підтримувати нульовий чистий запас товару [29].

Кожній орієнтованої дузі мережі відповідає змінна моделі  $x_{ij}$ , що представляє собою кількість товару, який має бути відправлений з  $i$ -го пункту на  $j$ -й. Для кожного  $k$ -го проміжного пункту вводимо змінну  $x_{kk}$  з відповідним йому коефіцієнтом  $c_{ij}=0$  в цільовій функції, а величину чистого запасу позначаємо через  $T_k$ .

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Якщо безліч пар індексів  $(i, j)$ , відповідних орієнтованим дугам мережі, представленої на рис. 3.1, позначити через  $J$ , то розглянуту задачу можна записати в такий спосіб:

$$\sum_{(i,j) \in J} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{(i,j) \in J} x_{kj} - \sum_{(i,j) \in J} x_{ik} = T_k,$$

$$T_1 = 1, T_n = 1, T_k = 0, k = 2, \dots, n - 1,$$

$$x_{ij} \geq 0, (i, j) \in J. \quad (3.3)$$

Тобто, з урахуванням вимоги невід'ємності змінних отримуємо лінійну оптимізаційну задачу, яка являє собою лінійні обмеження-рівності, а також умови невід'ємності на змінні.

Сформульоване вище завдання про знаходження найкоротшого шляху еквівалентна класичній транспортної задачі.

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

## 4 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

### 4.1 Підготовка даних для розв'язування задачі

Необхідно удосконалити перевезення за допомогою оптимізації маршруту шляхом знаходження найкоротших відстані між пунктами. Розв'язання задачі будемо виконувати на умовній базі розподілу мережи магазинів АТБ. Відстань між умовними магазинами прийнята умовно. Отже, спираючись на вхідні дані заданого початкового графа, поділимо схему на три маршрути і відповідність розташування пунктів мережі та зв'язок між собою з відстанню відображений у таблицях 4.1 - 4.3.

Таблиця 4.1 – Відстані між пунктами транспортної мережі першого маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами					
		АТП	1	2	3	4	Б
	АТП	50	16	11	6	13	50
1	АТБ №1	50	50	6	21	28	19
2	АТБ №2	50	6	50	18	23	13
3	АТБ №3	50	6	18	50	7	7
4	АТБ №4	50	28	23	7	50	6
	Пункт Б перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50

Завдяки таблиці відображується відповідність дуг графа (рис.4.3) між пунктами, з відстанню між ними та можливі напрямки перевезення. Шлях рухомого складу починається з АТП, звідки прямує у порожньому стані до одного з можливих пунктів навантаження, з подальшим пересуванням між

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

наступними вузлами, які відповідно найменшої відстані являються оптимальними. І закінчується шлях у пункті призначення Б перевантажувальний термінал, який являється стоком.

Тому можливі напрямки між пунктами мережі відображені в таблиці відповідним значенням відстані, а відсутність напрямку з'єднання - максимальною відстанню у 50 км.

Таблиця 4.2 – Відстані між пунктами транспортної мережі другого маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами					
		АТП	5	6	7	8	Б
	АТП	50	22	15	21	4	50
5	АТБ №5	50	50	8	5	21	10
6	АТБ №6	50	8	50	7	15	12
7	АТБ №7	50	5	7	50	20	18
8	АТБ №8"	50	21	15	20	50	16
	Пункт Б перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50

Побудуємо таблицю 4.3 за третім маршрутом, який складається з сімох вузлів з'єднаних між собою дугами графа (рис.4.3) з відповідними відстанями.

Таблиця 4.3 – Відстані між пунктами транспортної мережі третього маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами						
		АТП	9	10	11	12	13	Б
	АТП	50	4	4	9	3	4	50
9	АТБ №9	50	50	5	11	6	7	2
10	АТБ №10	50	5	50	6	6	7	5
11	АТБ №11	50	11	6	50	11	12	10

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

12	АТБ №12	50	6	6	11	50	3	5
13	АТБ №13	50	7	7	12	3	50	6
	Пункт Б перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50	50

Отже, на базі знайдених даних були визначені маршрути мережі та зобразили величини шляху між вузлами за допомогою таблиці за для зручності подальшого опрацювання підготовлених значень.

#### **4.2 Розв’язання задачі за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel**

Розглянемо методику рішення в MS Excel задачі про знаходження найкоротшого шляху. MS Excel володіє розвиненим апаратом чисельного аналізу даних, що дозволяє вирішувати складні завдання лінійного програмування з багатьма невідомими і обмеженнями, що робить його дуже зручним інструментом вирішення транспортних завдань .

Завдання вибору найкоротшого шляху задана мережею, зображеної на рис. 3.1 треба знайти найкоротший шлях від вузла з назвою АТП до вузла Б по різним маршрутам. На базі таблиць 4.1 - 4.3 відповідності можливих напрямків між пунктами мережі з їх протяжністю побудуємо вихідні дані у середовищі MS Excel.

Дану задачу можна вирішити симплекс-методом або за допомогою так званої транспортної таблиці. Вихідні дані для вирішення класичної транспортної задачі доцільно представити у вигляді двох таблиць.

На рисунку 4.1 – 4.3 представлені таблиці найкоротших відстаней відповідно до сформованих даних та план перевезення товару за найкоротшим шляхом, які сформовані на робочому аркуші MS Excel. В першій з яких

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				<b>56</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		



представлені значення відстані перевезень товару  $C_{ij}$  від і-го постачальника до j-го споживача. У другій таблиці представлені значення  $S_i$  пропозиції кожного і-го постачальника, які приймають однакові значення у вигляді одиниці товару; значення  $D_j$  попиту кожного j-го споживача задовольняють пропозиціям за для підтримання чистого нульового запасу ; змінні  $x_{ij}$ , спочатку приймають нульові значення, також допоміжний рядок і допоміжний стовпець "Сума" .

В таблиці найкоротших відстаней ми бачимо, що якщо між окремими пунктами відсутня можливість перевезення товару, то у відповідні комірки таблиці заноситься будь-яке велике значення (в даному випадку значення 50).

Критерієм оптимальності приймаємо мінімум загального пробігу автомобіля, який є цільовою функцією. Це значення знаходимо у цільовій комірці «Відстань, км» за допомогою вбудованої функції «=СУММПРОИЗВ»

D23		=СУММПРОИЗВ(C4:H9;C16:H21)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Таблиця найкоротших відстаней</b>								
2	№	Постачальники	Споживачі					Б	
3			АТП	1	2	3	4		
4		АТП	50	16	11	6	13	50	
5	1	АТБ №1	50	50	6	21	28	19	
6	2	АТБ №2	50	6	50	18	23	13	
7	3	АТБ №3	50	6	18	50	7	7	
8	4	АТБ №4	50	28	23	7	50	6	
9		Пункт Б Перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50	
10									
11	<b>План перевезення товару за найкоротшим шляхом</b>								
12	Постачальник	Наявність	Споживачі					Сума	
13			АТП	1	2	3	4		Б
14			Попит						
15			1	1	1	1	1	1	6
16	АТП	1	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	2	1	0	0	0	0	0	0	0
19	3	1	0	0	0	0	0	0	0
20	4	1	0	0	0	0	0	0	0
21	Б	1	0	0	0	0	0	0	0
22	Сума	6	0	0	0	0	0	0	0
23		Відстань, км		0					

Рисунок 4.1 – Зображення таблиць на робочому аркуші MS Excel за першим маршрутом

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				<b>57</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

Таблиця найкоротших відстаней								
№	Постачальники	Споживачі						
		АТП	5	6	7	8	Б	
	АТП	50	22	15	21	4	50	
5	АТБ №5	50	50	8	5	21	10	
6	АТБ №6	50	8	50	7	15	12	
7	АТБ №7	50	5	7	50	20	18	
8	АТБ №8	50	21	15	20	50	16	
	Пункт Б Перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50	

План перевезення товару за найкоротшим шляхом								
Постачальник	Наявність	Споживачі						Сума
		АТП	5	6	7	8	Б	
		Попит						
		1	1	1	1	1	1	6
АТП	1	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0
Б	1	0	0	0	0	0	0	0
Сума	6	0	0	0	0	0	0	0
	Відстань, км		0					

Рисунок 4.2 – Зображення таблиць на робочому аркуші MS Excel за другим маршрутом

Таблиця найкоротших відстаней								
№	Постачальники	Споживачі						
		АТП	9	10	11	12	13	Б
	АТП	50	4	4	9	3	4	50
9	АТБ №9	50	50	5	11	6	7	2
10	АТБ №10	50	5	50	6	6	7	5
11	АТБ №11	50	11	6	50	11	12	10
12	АТБ №12	50	6	6	11	50	3	5
13	АТБ №13	50	7	7	12	3	50	6
	Пункт Б Перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50	50

План перевезення товару за найкоротшим шляхом									
Постачальник	Наявність	Споживачі						Сума	
		АТП	9	10	11	12	13		Б
		Попит							
		1	1	1	1	1	1	7	
АТП	1	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	0	0	0	
12	1	0	0	0	0	0	0	0	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	
Б	1	0	0	0	0	0	0	0	
Сума	7	0	0	0	0	0	0	0	
	Відстань, км		0						

Рисунок 4.3 – Зображення таблиць на робочому аркуші MS Excel за другим маршрутом

Для оптимізації цільової функції використовуємо діалогове вікно «Пошук рішення» [29]. Інструмент Пошук рішення з меню Сервіс надає користувачеві

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

набагато більший потужний аналітичний засіб. Тут можна шукати рішення систем рівнянь, які до того ж можуть містити обмеження. До таких завдань відносяться важливі для планування комерційної діяльності завдання лінійного та нелінійного програмування. Завдання лінійного програмування описуються системами лінійних рівнянь і лінійними цільовими функціями. Прикладом таких завдань є транспортна задача, яка використовується у даній роботі.

Загальним завданням ЛП називається задача, яка полягає у визначенні максимального (мінімального) значення функції – в нашому випадку визначення мінімальної відстані.

Отже, в діалоговому вікні «Пошук рішень» встановлюємо умови, які зображені на рисунку 4.4 – 4.6 відповідно кожному шляху: цільову комірку рівною мінімальному значенню, якій відповідає знаходження мінімального пробігу автомобіля на шляху у комірці «Відстань, км»; визначаємо діапазон змінюваних осередків у таблиці «План перевезення товару найкоротшим шляхом», де орієнтованої дузі мережі відповідає змінна моделі, там задаємо обмеження, що результат приймає ціле значення; обмеження у вигляді що наявність задовольняє попит – сума дорівнює одна одній. Також треба зазначити що із кожної вершини автомобіль може зайти і вийти лише один раз тому задаємо обмеження за допомогою рівності суми входу і виходу з кожного пункту. Та, якщо між пунктами немає зв'язку то комірка приймає значення 0. Змінюючи обмеження можна задавати початкові та кінцеві пункти мережі. Тому, доцільність використання ЛП показана критеріями для пошуку, які є обмеженнями основного завдання - представляють собою лінійні обмеження-рівності, а також умови невід'ємності на змінні. Результат вирішення даної задачі за трьома шляхами представлений на рисунку 4.4 – 4.5.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

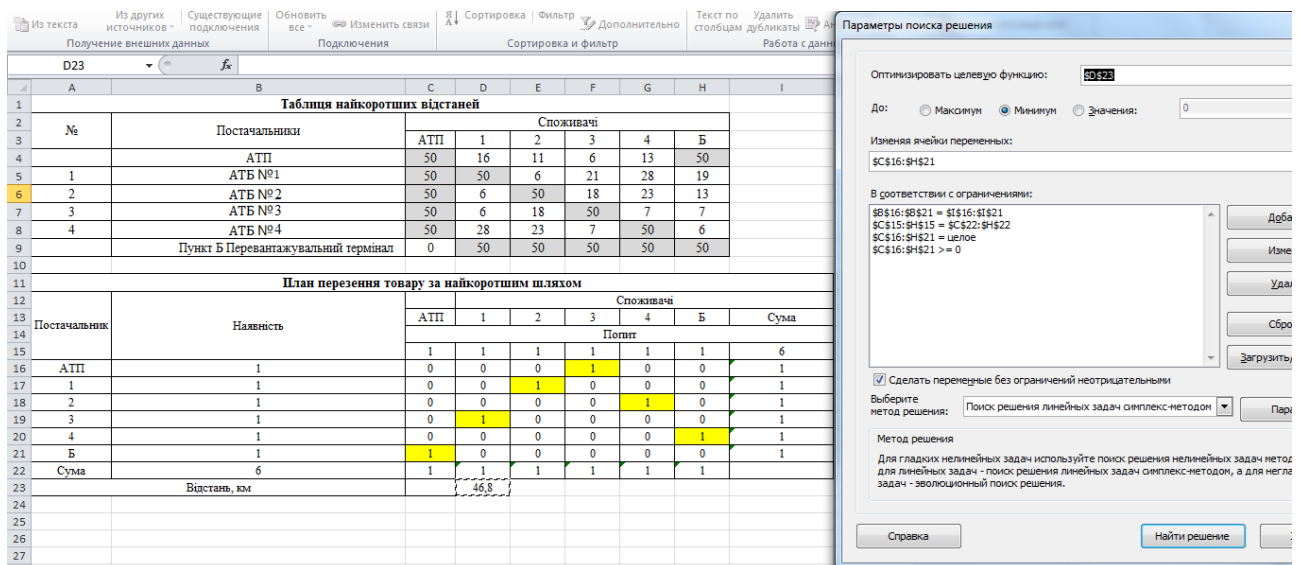


Рисунок 4.4 - Результат вирішення задачі знаходження мінімальної відстані перевезення для першого шляху

Методом знаходження оптимального плану був вибраний симплекс-метод, який є універсальним для вирішення завдань лінійного програмування з будь-яким числом змінних і з будь-яким числом обмежень. Ця форма є приватним випадком основної форми (формула 3.1) завдань лінійного програмування. Тут також система обмежень представлена обмеженнями-рівностями (лінійними рівняннями) і умовами невід'ємності. Однак в рівностях, крім того, виділяються так звані базисні змінні. У кожному з рівностей присутня одна певна базисна змінна, взята з одиничним коефіцієнтом. Число базисних змінних, таким чином, збігається з числом обмежень-рівностей в системі. Решта змінні називаються небазисними або вільними. Ще одна вимога полягає у виконанні умови невід'ємності вільних членів в рівностях. Нарешті, цільова функція завдання повинна бути виражена тільки через небазисних змінні.

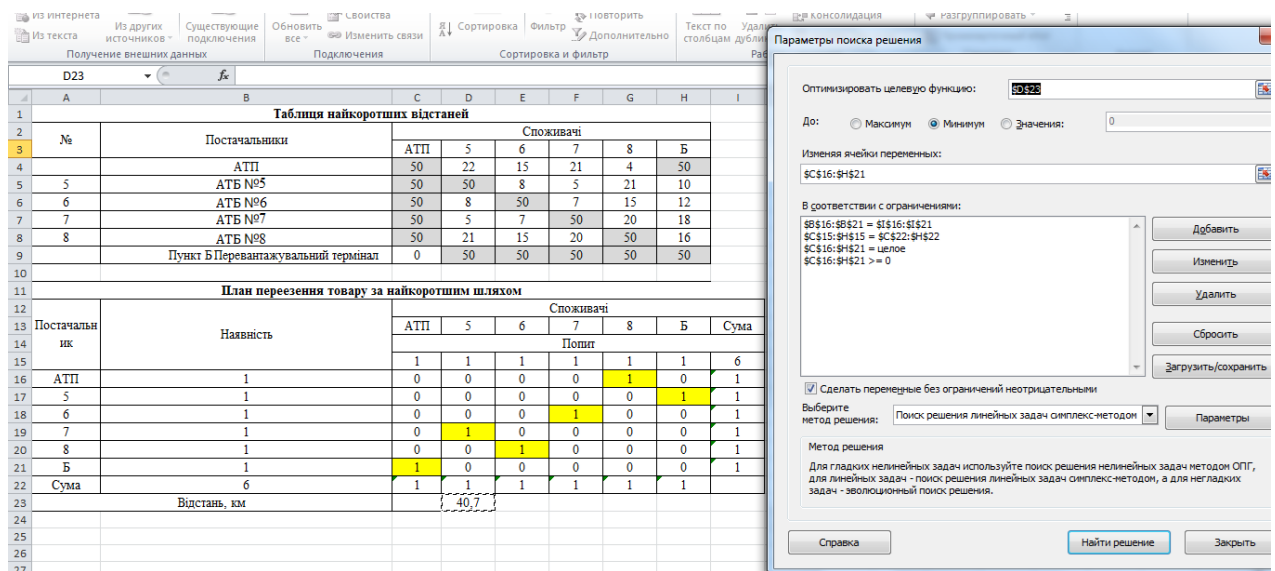


Рисунок 4.5 - Результат вирішення задачі знаходження мінімальної відстані перевезення для другого шляху

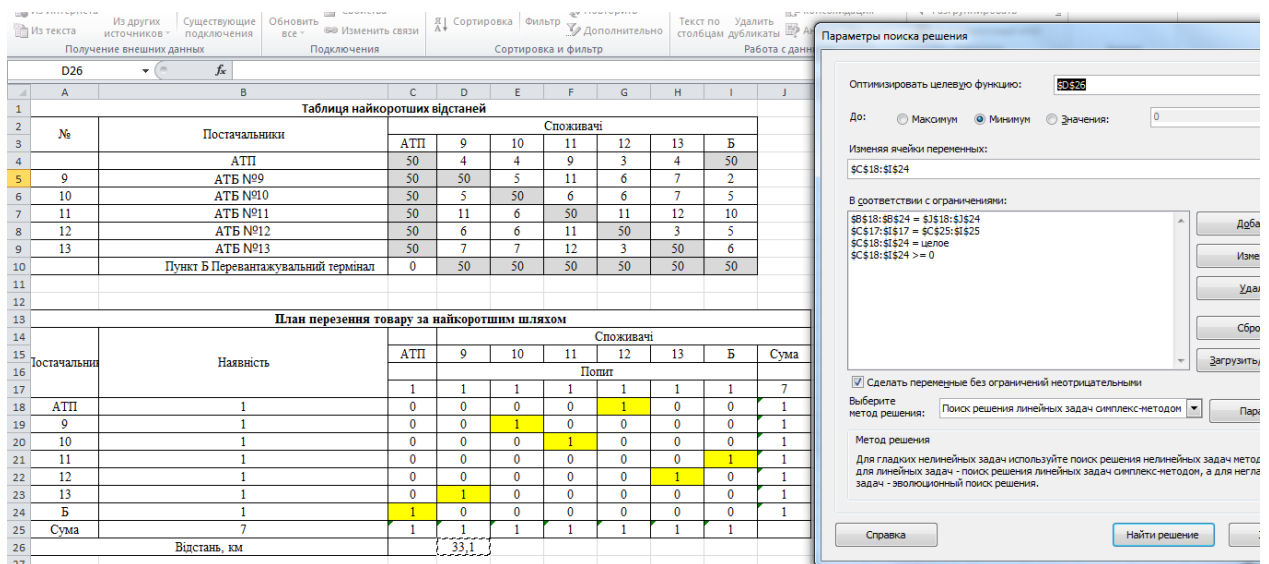


Рисунок 4.6 - Результат вирішення задачі знаходження мінімальної відстані перевезення для третього шляху

### 4.3 Аналіз отриманих результатів з удосконалення перевезення

У ході розв'язання задачі по удосконаленню перевезення за допомогою оптимізації маршруту шляхом знаходження найкоротших відстані між пунктами програмним забезпеченням MS Excel, спираючись на початковий

Виконав	Глуценко А.В.			<b>KPM 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

граф мережі перевезення, був побудований план перевезення товару. На базі отриманих результатів із вхідних умов побудуємо оптимізаційні шляхи.

Аналізуючи отримані результати за рисунком 4.4 бачимо, що найкоротший шлях перевезення товару наступний: АТП – 3 – 1 – 2 – 4 – Б. Відстань перевезення при цьому складе 46,8 км.

Згідно результатів на рисунку 4.5 будуємо перевезення за маршрутом АТП – 8 – 6 – 7 – 5 – Б із загальним пробігом автомобіля 40,7 км.

Останнім етапом є оптимізування третього шляху, в ході якого автомобіль рухається за маршрутом АТП – 12 – 13 – 9 – 10 – 11 – Б з відстанню 33,1 км.

На основі отриманих результатів була побудована кінцева оптимізована мережа перевезень за трьома маршрутами у вигляді орграфа на рисунку 4.7.

Отже, спираючись на вирішення задачі за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel про оптимізацію були отриманні величини пробігу автомобілів за трьома шляхами, які знаходяться в мережі.

Тому знайдемо загальну пройдену відстань рухомого складу на отриманому шляху до пункту призначення:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 \text{ [км]}, \quad (4.1)$$

де  $l_{1,n}$ - пройдена відстань автомобіля від початкового пункту до пункту призначення, км

$$l = 46,8 + 40,7 + 33,1 = 120,6 \text{ [км]}$$

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

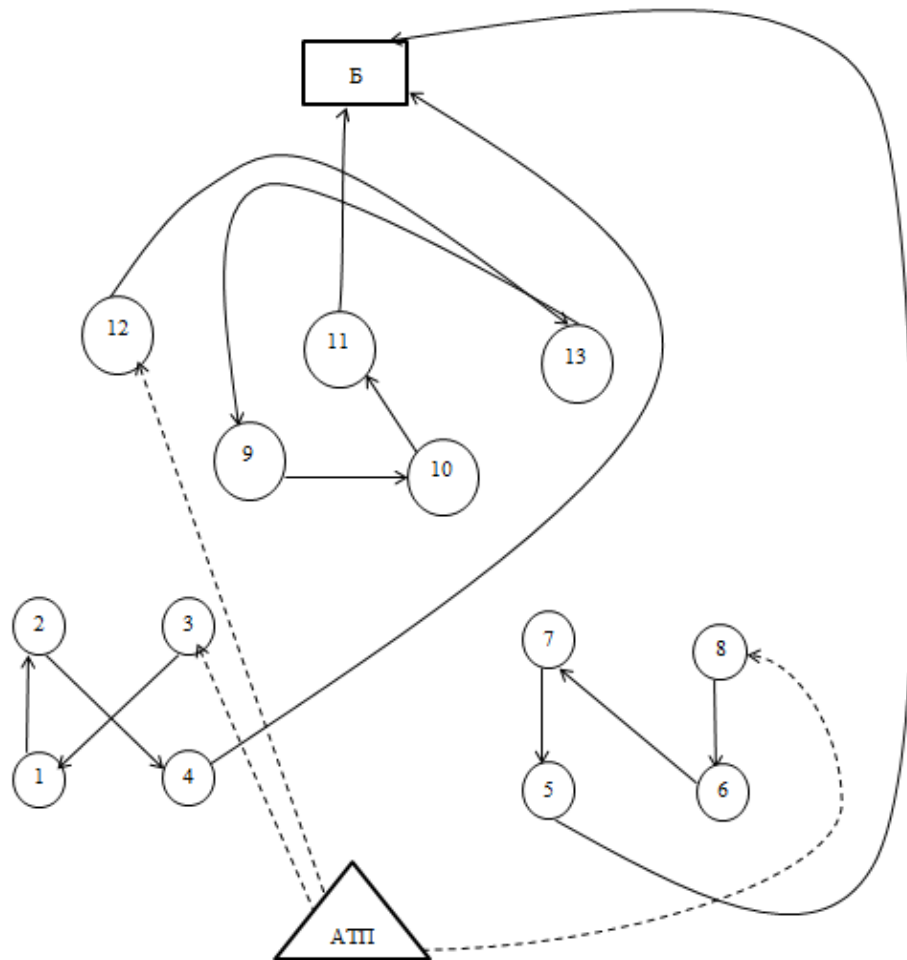


Рисунок 4.7 - Кінцева оптимізована мережа перевезень за трьома маршрутами у вигляді орграфа.

В результаті проведеного удосконалення перевезення вантажу, а саме – консервованої овочевої продукції (цукрова кукурудза ) по умовній мережі магазинів АТБ, за рахунок мінімізування відстаней між пунктами, були побудовані оптимальні маршрути, які задовольняють задані початкові умови. Всі отримані схеми руху вантажівок до перевантажувальному терміналу пункту Б являються оптимальними для даного типу перевезення і мають всі шанси на впровадження до плану модернізації способів надходження товару.

Виконав	Глуценко А.В.			КРМ 275 8 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі магістра вирішені актуальні завдання шляхом дослідження факторів ефективності процесів доставки у міжнародному сполученні Європа-Україна, що в комплексі сприятиме удосконаленню системи автомобільних вантажних перевезень.

Проведений у першому розділі аналіз джерел наукової інформації свідчить, що важливим напрямком удосконалення вантажних перевезень є утворення єдиного ринку транспортних послуг у проектах перевезень, підвищення ефективності функціонування транспортних підприємств, підвищення безпеки перевезень, надійності роботи міжнародних перевізників. Ці ж складові також необхідні для підвищення ефективності функціонування пунктів перетину державних кордонів, оскільки забезпечують рівновагу у визначенні основних критеріїв у проектах розвитку міжнародних транспортних коридорів.

Проведений аналіз аналітичної та статистичної інформації міжнародного вантажообігу між Україною та країнами світу свідчить про таке: взагалі зменшилися показники, які за останні 25 років практично не змінювалися: протяжність автомобільних доріг загального користування скоротилася на 6,3 тис. км - до 163,2 тис. Відбулося падіння ВВП, що спричинило спад у промисловості, у сільському господарстві, зниження реальної заробітної плати, мобільності населення.

В 2023 році відбувалося подальше зменшення долі міжнародного обміну між Україною та країнами СНД та зростання частки країн-партнерів з ЄС. Аналіз пропущених через митний кордон України транспортних засобів свідчить про зростання з 2021 до 2023 р. кількості автомобілів, що перетнули кордон. В той самий час практично зупинлено у 2023 р. пропуск через морські та авіаційні пункти пропуску через активні бойові дії РФ на Україні. Такий аналіз свідчить, що є потреба у застосуванні нових логістичних підходів у формуванні ланцюгів постачань.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



В другому розділі обґрунтовано вибір вантажу для перевезення. На основі аналізу митної статистики для перевезення було обрано консервовану овочеву продукцію - цукрова кукурудза, код за УКТ ЗЕД 2005800000. Надано транспортно-логістичну характеристику вантажу та проаналізовані аспекти діяльності транспортно-логістичної компанії AsstrA.

Запропоновано два конкурентних варіанти вибору сідельних тягачів для міжнародного перевезення та напівпричеп типу «ТОНАР». Обрано тару для перевезення та за допомогою інтернет-ресурсу Packer 3D здійснено формування вантажного місця у напівпричепі-рефрижераторі.

Аналіз статистичних даних показав, що Іспанія є стабільним зовнішньоторговельним партнером України і посідає важливе місце у зовнішньоекономічній діяльності України. Використовуючи інтернет-ресурс Делла <https://della.com.ua> за критеріями мінімальних відстані та часу було проаналізовано два маршрути з м. Барселона (Іспанія) до м. Дніпро (Україна) та обрано більш швидкий.

У третьому розділі провели опис та характеристику умовного маршруту, який вимагає удосконалення.

Метою удосконалення перевезення є необхідність оптимізації маршруту, що є окремим випадком транспортної задачі, яка дозволяє знайти найкоротші відстані між пунктами умовної мережі магазинів АТБ.

Перевезення консервованої овочевої продукції, на прикладі цукрової кукурудзи, здійснюється вантажівкою, відправлення якої відбувається з АТП до пункту призначення - перевантажувального терміналу .

У четвертому розділі, при математичній постановці задачі удосконалення перевезення, поставлена мета - необхідність оптимізації маршруту, що є окремим випадком транспортної задачі, яка дозволяє знайти найкоротші відстані між пунктами, і в свою чергу витрати при організації транспортного процесу підприємства. На основі даних про перевезення розроблена початкова мережа перевезення, потребує оптимізації, яка задана у вигляді оргграфа. Для

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

вирішення проблеми знаходження мінімальної відстані був обраний метод лінійного програмування.

У ході розв'язання задачі по удосконаленню перевезення за допомогою оптимізації маршруту шляхом знаходження найкоротших відстані між пунктами програмним забезпеченням Microsoft Excel використав функцію пошуку рішення на базі симплекс-методу, спираючись на початковий граф мережі перевезення, був побудований план перевезення товару. Критерієм оптимальності приймаємо мінімум загального пробігу автомобіля, який є цільовою функцією.

На базі отриманих результатів із вхідних умов побудовані оптимізаційні шляхи та розраховали загальну пройдену відстань рухомого складу на отриманому шляху до пункту призначення – 120,6 км.

У результаті побудована нова оптимізована схема перевезення вантажу з мінімальною відстанню.

Це удосконалення вплине на мінімізацію простоїв на завантаженні, так як у більших підприємств великі черги з транспорту. І тому вантажівка може без затримки забрати вантаж у декількох місцях з більшою кількістю ходок.

Одержані результати можуть бути використані для подальшого комплексного аналізу, прогнозування та планування транспортно-логістичного забезпечення процесів міжнародних поставок продукції.

Завдання КРМ виконане у повному обсязі.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко В. Логістика війни. Як змінились вантажні перевезення в Україні. Сайт «БІЗНЕС». 2022. Вилучено з : <https://biz.nv.ua/ukr/experts/perevezennya-v-ukrajini-pid-chas-viyni-gumanitarni-vantazhi-obmezheniya-na-perevezennya-50231625.html>

2. Попович Ю. В. Розвиток транспортно-логістичної системи як форма реалізації транзитного потенціалу України // Економіка підприємства : проблеми та перспективи розвитку : матеріали 2-ої всеукраїнської наук.-практ. конф. студ., асп. та молодих учених, 25 грудня 2013 р., м. Дніпропетровськ. - Дніпропетровськ, 2014. – С. 57-62 URI : <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/147337>

3. Стандарт вищої освіти України: другий (магістерський) рівень, галузь знань 27 Транспорт, спеціальність 275 Транспортні технології (за видами). Затверджено та введено в дію наказом Міністерства освіти і науки України від 20.11.2020 р. № 1448. 16 с.

4. Кунда Н.Т. Інтеграція транспортної мережі України у міжнародну транспортну систему. Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.2. – К. : НТУ, 2007. – № 15. – С. 148-151.

5. Звіт про обсяг перевезених вантажів за видами транспорту за 2016-2020 роки. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/>.

6. Карпенко О. О., Осипова Є. Л. Логістично-аутсорсингова платформа як основа формування транспортно-логістичної системи регіону. Ефективна економіка. № 12, 2017. URL : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6000>

7. Шевчук А. Система логістичного забезпечення міжнародного товароруху. *Innovation and Sustainability*, №2, 2022. URL : <https://ins.vntu.edu.ua/index.php/ins/article/view/40>  
doi.org/10.31649/ins.2022.2.155.162

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

8. Кунда Н. Т., Федорчук В.В. Оцінка впливу міжнародних транспортних коридорів на розвиток транзитних зв'язків та економіки України. / матер. LXIII наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів НТУ, 14-16 травн. 2007 р. – К.: НТУ. – 2007. – С. 158.

9. Федорчук В.В. Теоретичні підходи до оцінювання якості функціонування міжнародних транспортних коридорів / В.В. Федорчук // Вісник СНУ ім. Даля. – 2010. – №4 (146). – Частина 1. – С. 157-161.

10. Танцюра Є.В. Ефективність розвитку автотранспортного сервісу в транспортних коридорах при доставці вантажів у міжнародному сполученні. Монографія. – К.: АТЗТ «АРГО», 2003. – 200 с.

11. Новікова А.М. Соціально-економічна ефективність розвитку мережі міжнародних транспортних коридорів / *Збірник доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції*. – К.: Міністерство транспорту та зв'язку України, 2008. – С. 90-97.

12. Ткаченко А.М., Іщенко М.Г. Науково-теоретичні підходи у сфері розвитку міжнародних транспортних коридорів. Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. Вип. 7. – К.: НТУ, 2010. – С. 192.

13. Бойченко М. В. Проблеми транспортної логістики вантажних перевезень в Україні. Вісник економічної науки України. 2018. № 2 (35). С. 22-26.

14. Тонар. Технічні характеристики. Сервіс вибору авто техніки. URL: [http://www.vnalichii.info/info/pricep/tonar/tonar\\_234.html](http://www.vnalichii.info/info/pricep/tonar/tonar_234.html)

15. Зелена книга. Міжнародні вантажні автомобільні перевезення. Серпень – 2020. URL : [https://cdn.regulation.gov.ua/dd/ea/a1/34/regulation.gov.ua\\_GREEN%20PAPER%20'On%20International%20Freight%20Road%20Transport'.pdf](https://cdn.regulation.gov.ua/dd/ea/a1/34/regulation.gov.ua_GREEN%20PAPER%20'On%20International%20Freight%20Road%20Transport'.pdf)

16. Статистична інформація. Зовнішньоекономічна діяльність / Державна служба статистики : Офіційний сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

17. Статистика та реєстри. Статистика декларування, переміщення товарів та транспортних засобів. URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri>
18. Національний стандарт України. ДСТУ 8092:2015. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=8121](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=8121)
19. Правила перевезення цукрової кукурудзи. URL: <https://asstra.com.ua/ukr/>.
20. . Компанія Olive Line International. URL: <https://www.oliveline.es>.
21. Про компанію «МЕТРО Кеш енд Кері Україна». URL: <https://www.metro.ua/about-metro>.
22. Продуктивність рухомого складу. URL: [https://stud.com.ua/22448/logistika/probig\\_avtomobilya](https://stud.com.ua/22448/logistika/probig_avtomobilya).
23. Калькулятор завантаження транспорту однаковими коробками. URL: <http://www.packer3d.ru/online/veh-by-box>
24. Розрахунок відстаней між містами. Компанія Делла. URL: <https://della.com.ua>
25. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш и др.; под ред. В. В. Федосеева. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 391 с.
26. Живицкая Е.Н., Мищук А.А. Методы выбора оптимальных маршрутов в транспортной логистике // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: материалы пятой международной научно-практической конференции УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, 28-29 апреля 2011 г.: в 2 ч. Ч.2. С.268-271.
27. Особенности международных перевозок в ЕС. URL: <https://taho.com.ua/blog/features-of-international-transport-ru?route=blog%2Ffeatures-of-international-transport>
28. Леонова Н.Л. Задачі лінійного програмування та методи її вирішення: навч.-метод. посіб. Маріуполь, 2017. 75 с.

Виконав	Глуценко А.В.			<b>КРМ 275 8 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

29. Пошук рішень. Microsoft Excel для новачків та професіоналів. URL: <https://excel2.ru/articles/poisk-resheniya-ms-excel-64-kratchayshiy-put-nepolnyu-graf-lineynaya-model>

30. Алесінська Т.В., Сербін В.Д., Катаїв А.В. Економіко-математичні методи та моделі. Лінійне програмування : навч.-метод. посіб. Маріуполь, 2010. 79 с.

Виконав	Глуценко А.В.			<i>КРМ 275 8 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ**

## **ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

### **ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

на тему:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ  
АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ »**

студента групи Т23-1м

**Глущенко Артура Віталійовича**

**Спеціальність 275 Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)**

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:  
доцент кафедри транспортних  
технологій та міжнародної логістики  
к. т. н., доц. Разгонов С. А.

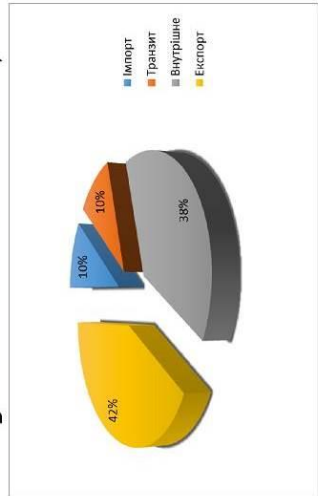
---

*(підпис)*

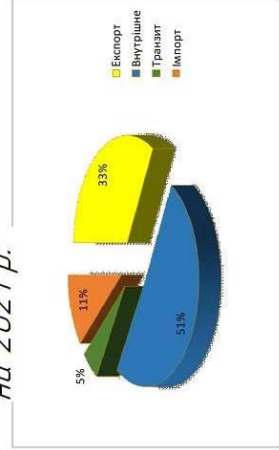
Дніпро  
2025

## Аналіз статистичних даних вантажопотоків України у міжнародному сполученні.

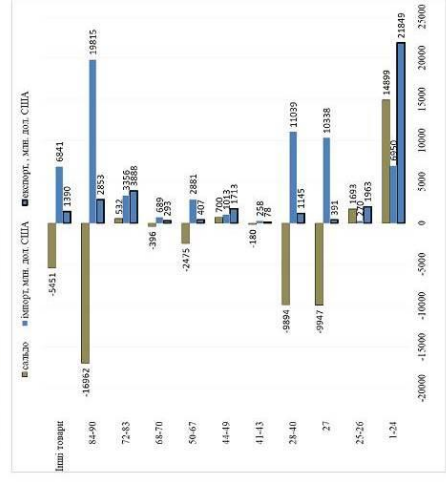
Структура вантажообігу за видами сполучення станом на 2021 р.



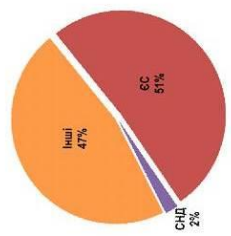
Структура обсягів перевезень за видами сполучень станом на 2021 р.



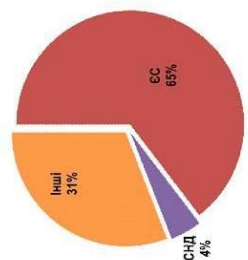
Наочна інтерпретація міжнародного обміну в розрізі товарних позицій за 2023 рік, МЛН МЛН ДОЛ США



Структура розподілу країн імпорту України у 2023 р. у відсотках



Структура розподілу країн експорту України у 2023 р. у відсотках



КРМ	275	8	ПЗ
Лист		Лист	Масштаб
№ доки	Підвищення ефективності перевезення		
Розраб.	вантажів автомобільним транспортом		
Лист		Лист	1
УКСФ	ГР. 123-М		
Формат	А3		



Графічний аркуш 2

Транспортно-логістична характеристика вантажу

ЛЗ	8	275	КРМ
----	---	-----	-----

Для перевезення було обрано консервовану овочеву продукцію – цукрова кукурудза, код за УКТЗЕД 2005800000.



Варіант розміщення транспортних упаковок на палеті:  
Вантаж - 8100x12390x15860см.

160,87кг, 13 шарів, 117 карбонок, 2808 шт.



В якості тари в магістерській роботі для перевезення цукрової кукурудзи обрано фанерний ящик, розміри якого складають 600x600x400 мм, вага = 50 кг



Показники експорту України у 2023 р. товарів з кодом «2005» за УКТЗЕД

Код і найменування товарної позиції за УКТЗЕД	Експорт			за грудень 2023 р.
	з початку року			
	Код країни	Вартість, тис. дол. США	Питома вага, %	
2005 Інші овочі, приготовлені чи консервовані без оцту, неморожені	MDA	3558	30,55%	216
	GEO	2939	25,24%	219
	GBR	998	8,57%	91
	Інше	4150	35,64%	321
Всього		11645		847

Показники імпорту України у 2023 р. товарів з кодом «2005» за УКТЗЕД

Код і найменування товарної позиції за УКТЗЕД	Імпорт			за грудень 2023 р.
	з початку року			
	Код країни	Вартість, тис. дол. США	Питома вага, %	
2005 Інші овочі, приготовлені чи консервовані без оцту, неморожені	POL	39717	54,49%	2725
	ESP	17031	23,36%	1788
	GRC	2268	3,11%	269
	Інше	13878	19,04%	1898
Всього		72894		6680

Ім. Лист	№ докл.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Гуцунько А.В.					11
Проб.	Разганов С.А.					
Т.контр.						1
Н.контр.	Кузьменко А.І.					
Утв.	Кузьменко А.І.					
				УЧФ, ПР. ТЗ3-Ім		
				Формат А3		

Лист. примен.	Спроб. №	Лист. і дата	Імб. № докл.
---------------	----------	--------------	--------------

КРМ 275 8 ПЗ

Графічний аркуш 3

# Обґрунтування вибору транспортної засоби для перевезення консервованої продукції в міжнародному сполученні

Для порівняння обрало дві моделі сімлових тягачів :  
VOLVO FH 500 та FORD F-MAX

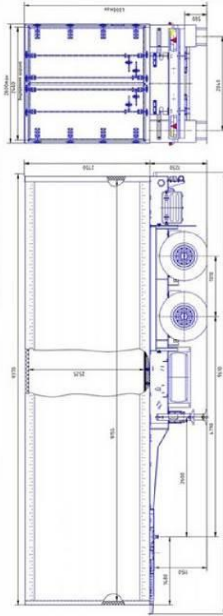
Було обрано напівпричеп-рефрижератор  
ТОНАР 974601



## Порівняння характеристик обраних моделей сімлових тягачів

№	Показник	Варіант 1 VOLVO FH 500	Варіант 2 FORD F-MAX
1.	Марка автомобіля	500	500
2.	Потужність (к. с.)	автомат	автомат
3.	Трансмісія	Еуро 6	Еуро 5
4.	Відповідність євро	дизель	дизель
5.	Тип палива	25	28
6.	Витрати палива л/100 км	19000	18600
7.	Вантажопідйомність, кг	2018	2019
8.	Рік випуску	85000	79900
9.	Вартість автомобіля, євро	85	85
10.	Технічна швидкість, км/год	11 718	11 718
11.	Вартість автомобільної шини, грн	0,65	0,63
12.	Продуктивність, т		

Габаритні розміри напівпричепи ТОНАР 974601



Характеристика напівпричепи-рефрижератора  
ТОНАР 974601

№	Показник	ТОНАР 974601
1.	Вантажопідйомність, т	19
2.	Об'єм кузова, куб. м	56,8
3.	Довжина платформи, м	9,37
4.	Кількість осей	2
5.	Висота платформи, мм	1210
6.	Маса спорядженого напівпричепи, т	6,1

		КРМ 275 8 ПЗ	
№	Показник	Лист	Листів
1.	Маса		
2.	Масштаб		
3.	Лист	Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом	
4.	Листів	1.1	
5.	Лист	1	
6.	Листів	1	
7.	Лист	УНФ, ГР. ТЗ-Ім	
8.	Листів	Формат А3	



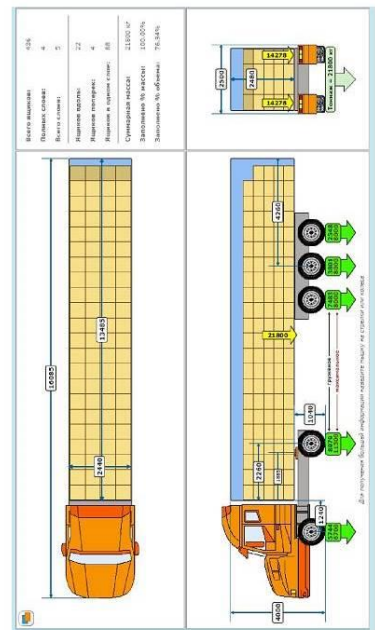
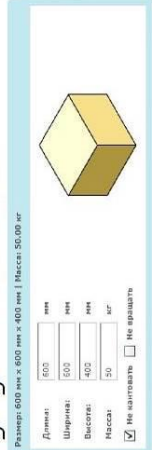
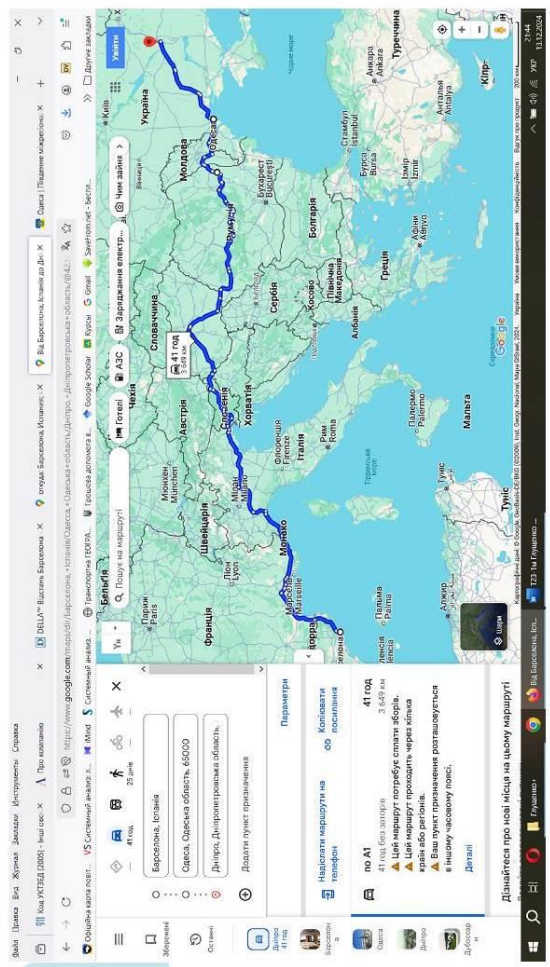
КРМ 275 8 ПЗ

Графічний аркуш 4

# Побудова транспортно-технологічної схеми доставки вантажів та маршруту

Формування вантажних місць та розміщення їх у кузові автомобіля (в Packer 3D)

Маршрут за критерієм мінімальної відстані



Місце розташування	Відстань км та час у дорі
1	2
Борселона (Іспанія) По Gran Via de les Cortis Catalanes і С-31 у напрямку В-10 (Sant Adria de Vesms). Скористайтеся з'їздом 209 і з'їдьте з С-31 Ідьте від АР-7, А9, А8, Е80, ... і А1 у напрямку Şeşilbâğ, Romföla. Скористайтеся з'їздом D1060 і з'їдьте з А1 Продвигайте рухатися по DN1/Е68. По D112С, Е574, DN1А, DN24/Е581, ... і Е87/М15 у напрямку вул. Пантелеймонівська в місті Одеса, Україна Одеса (Україна) Одеська область, 65000 По вул. Старапортофранківська у напрямку вул. Балківська/М14/М16 Ідьте по М14, і Н11 у напрямку місті Дніпро Продвигайте рухатися по вул. Родча. По вул. Юрія Собченка і вул. Васкресненська у напрямку просп. Дмитра Яворницького Дніпро (Україна) Дніпропетровська область, 49000	10 хв (6,7 км) 23 год 45 хв (2 475 км) 10 год 44 хв (712 км) 35 год (3 193 км) 8 хв (3,0 км) 6 год 1 хв (4,46 км) 14 хв (6,1 км) 6 год 24 хв (4,55 км)

КРМ	275	8	ПЗ
Між. міст	Львів	Одеса	
№ докум.	Ліценція А.В.		
Разраб	Разрабів С.А.		
Г. конпр.	Г. конпр.		
Н. конпр.	Кузьменко А.І.		
Улб.	Кузьменко А.І.		
Лит.	Масса	Масштаб	
Лист		Лист	11
Лист		Лист	1
УМФ	ГР. Т23-М		

Котирбай А.З.

# ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РАХУНОК СКОРОЧЕННЯ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

Математична модель транспортної задачі має такий вигляд:

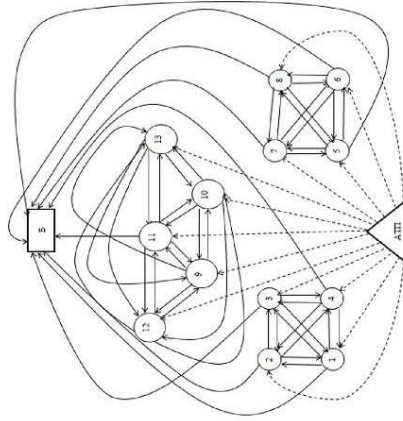
$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

Особливістю стандартної задачі ЛП є те, що її обмеження представлені у вигляді системи лінійних нерівностей, а також умов невід'ємності на змінні.

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \leq b_i \\ (i=1, 2, \dots, m) \\ x_i \geq 0 \\ (i=1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

де  $a_{ij}, x_j, b_i, c_{ij}$  – задані постійні величини  $m$  і  $n$

Умовна мережа перевезення вантажу у вигляді орграфа



Необхідно розробити план перевезень товару між вузлами мережі з найбільшкими об'ємними товарами, який при мінімальних транспортних витратах дозволить на кожній складі підприємства нульовий чистий запас товару

КРМ	275	8	ПЗ
№з/лист	№ док-т	Лист	Дата
Разраб	Глушенка А.В.		
Проб	Разгонов С.А.		
Г.контр.			
Н.контр.	Курзьенко А.І.		
Утв.	Курзьенко А.І.		
Лит.		Масса	Масштаб
Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом			1:1
Лист		Листов	1
		УМСФ, ГР. ТЗЗ-Ін	

КРМ 275 8 ПЗ

Графічний аркуш 6

# ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ЗА РАХУНОК СКОРОЧЕННЯ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

Якщо безліч пар індексів  $(i, j)$ , відповідних орієнтованим дугом мережі, позначили через  $I$ , то розглянуту задачу можна записати в такий спосіб:

$$\sum_{(i,j) \in I} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\sum_{(i,j) \in I} x_{ij} - \sum_{(i,j) \in J} x_{ik} = T_k$$

$$T_1 = 1, T_n = 1, T_k = 0, k = 2, \dots, n-1,$$

$$x_{ij} \geq 0, (i, j) \in I.$$

Тобто, з урахуванням вимоги невід'ємності змінних отримуємо лінійну оптимізаційну задачу, яка являє собою лінійні обмеження-рівності, а також умови невід'ємності на змінні.

Сформульоване вище завдання про знаходження найкоротшого шляху еквівалентна класичній транспортній задачі.

Інд. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КРМ	275	8	ПЗ
Взам. инд. №	Разраб.	Глуценко А.В.			Підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом			
Інд. № инд. №	Проб.	Разгенов С.А.			Лист	Листов	Листов	1
Інд. № инд. №	Т.контр.				Лист	Листов	Листов	1
Інд. № инд. №	Н.контр.	Кизьменко А.І.			УМСФ. ГР. ТЗЗ-Ін			
Інд. № инд. №	Утв.	Кизьменко А.І.			Формат А3			



# РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

Підготовка даних для розв'язування задачі

Відстані між пунктами транспортної мережі першого маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами					
		АТП 1	2	3	4	Б	50
1	АТБ №1	50	16	11	6	13	50
2	АТБ №2	50	50	6	21	28	19
3	АТБ №3	50	6	50	18	23	13
4	АТБ №4	50	6	18	50	7	7
	Пункт Б	50	28	23	7	50	6
	перевантажувальний термінал	0	50	50	50	50	50

Відстані між пунктами транспортної мережі другого маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами					
		АТП 5	6	7	8	Б	50
5	АТБ №5	50	22	15	21	4	50
6	АТБ №6	50	50	8	5	21	10
7	АТБ №7	50	5	7	50	20	18
8	АТБ №8	50	21	15	20	50	16
	Пункт Б	0	50	50	50	50	50
	перевантажувальний термінал						

Відстані між пунктами транспортної мережі третього маршруту

№ пункту	Назва пункту	Відстань між пунктами					
		АТП 9	10	11	12	13	Б
9	АТБ №9	50	4	9	3	4	50
10	АТБ №10	50	50	5	11	6	7
11	АТБ №11	50	11	6	50	11	12
12	АТБ №12	50	6	6	11	50	3
13	АТБ №13	50	7	7	12	3	50
	Пункт Б	0	50	50	50	50	50
	перевантажувальний термінал						

Лист. прим.

Лист. №

Лист. і дата

№ див.

№ див.

Лист. і дата

№ див.

Розв'язання задачі за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel

КРМ	275	8	ПЗ
Лист	Масса	Листов	11
Лист	Листов	Лист	1
УМСФ	ГР	ТЗ	М
Копіювати	Формат	А3	

Лист. прим.

# РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ВІДСТАНІ МАРШРУТУ

Результат вирішення задачі знаходження мінімальної відстані перевезення для другого шляху

Аналіз отриманих результатів з удосконалення перевезення

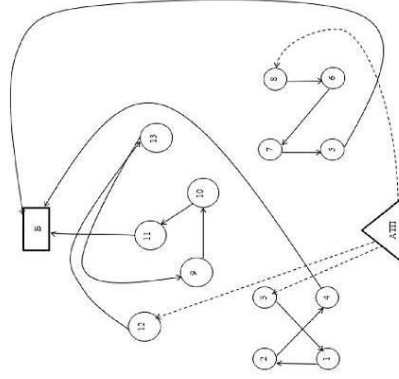
Таблиця найкоротших відстаней

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Сума
A	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
B	50	0	50	50	50	50	50	50	50	50	500
C	50	50	0	50	50	50	50	50	50	50	500
D	50	50	50	0	50	50	50	50	50	50	500
E	50	50	50	50	0	50	50	50	50	50	500
F	50	50	50	50	50	0	50	50	50	50	500
G	50	50	50	50	50	50	0	50	50	50	500
H	50	50	50	50	50	50	50	0	50	50	500
I	50	50	50	50	50	50	50	50	0	50	500
J	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	500
Сума	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	5000

знайдемо загальну пройдену відстань рухомого складу на отриманому шляху до пункту призначення:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 \text{ (км.)}$$

де  $l_{1,2,3}$  - пройдена відстань автомобіля від початкового пункту до пункту призначення, км

$$l = 46,8 + 40,7 + 33,1 = 120,6 \text{ (км)}$$


Кінцева оптимізована мережа перевезень за трьома маршрутами у вигляді орграфа.

Таблиця найкоротших відстаней

Найкоротший шлях: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13

Інд. № подл. Подп. і дата Інд. № відл. Інд. № відл. Взам. інд. № Взам. інд. № Подп. і дата

КРМ	275	8	ПЗ
Мета	Лист	№ док-ци	Подп.
Разраб.	Лущенко А.В.	Лист	Масштаб
І.контр.	Розгенов С.А.	Лист	11
І.контр.	Кізьменко А.І.	Лист	1
Удб.	Кізьменко А.І.	УМСФ	ГР. ТЗ3-Ім
Копіявал			
Формат А3			