

**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 МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ З БРИТАНІЇ ДО УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ  
ВИДІВ ТРАНСПОРТУ»**

Виконав: студент групи **T23-1м**  
спеціальності 275 Транспортні  
технології (на автомобільному  
транспорті)  
**Водолазський Артур Максимович**

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис)

доктор технічних наук, професор  
**Сохацький Анатолій Валентинович**

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри  
транспортних технологій та  
міжнародної логістики,  
кандидат технічних наук, доцент  
**Леснікова Ірина Юріївна**

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**  
**ВОДОЛАЗСЬКОГО АРТУРА МАКСИМОВИЧА**

1. Тема роботи: Підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень з Британії до України з використанням різних видів транспорту

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Сохацький Анатолій Валентинович, доктор технічних наук, професор.

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 дані надані Державною митною службою України.

3.2 Інформація про кількість товару за попередні періоди для розрахунку невизначеності кількості вантажу у наступний період.

3.3 Можливі аеропорти доставки та відстані від Лондона до аеропортів Варшави, Відня, Будапешта та Праги.

3.4 Вихідні дані для моделювання пункту пропуску методом Монте-Карло

$\lambda$	$\Delta t$	$T_{\max}$
5 авт./год.	0,45 год.	4 години

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для опрацювання):
- 4.1 Аналіз статистичних даних та наукових праць з організації вантажних перевезень
  - 4.2 Побудова математичної моделі доставки вантажу з використанням різних видів транспорту
  - 4.3 Моделювання перевізного процесу з використанням різних видів транспорту,
  - 4.4 Визначення техніко-економічних показників доставки вантажу різними видами транспорту
  - 4.5 Моделювання функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування

5. Перелік графічних матеріалів:

- 5.1 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень в Україні під час війни
- 5.2 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень за напрямком Україна-Велика Британія
- 5.3 Побудова фізичної та математичної моделі доставки вантажу з використанням різних видів транспорту
- 5.4 Розрахунок невизначеності партії вантажу на основі методів прогнозування
- 5.5 Моделювання оптимальних точок перевантаження
- 5.6 Техніко-економічні показники доставки автомобільним транспортом
- 5.7 Техніко-економічні показники доставки повітряним транспортом
- 5.8 Моделювання функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування

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

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Волоазський А.М.)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Сохацький А.В.)

## АНОТАЦІЯ

Водолазський А.М. Підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень з Британії до України з використанням різних видів транспорту

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

У даній кваліфікаційній роботі магістра виконано аналіз статистичних даних та наукових праць з організації вантажних перевезень. Побудовано математичну модель доставки вантажу з використанням різних видів транспорту. Виконано моделювання перевізного процесу з використанням різних видів транспорту, враховуючи невизначеність партії вантажу. Визначення техніко-економічних показників доставки вантажу різними видами транспорту. Виконано моделювання функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування.

## THE SUMMARY

Vodolazsky A.M. Increasing the efficiency of international cargo transportation from Britain to Ukraine using different modes of transport

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

In this master's qualification work, an analysis of statistical data and scientific works on the organization of cargo transportation was performed. A mathematical model of cargo delivery using different modes of transport was built. The transportation process was simulated using different modes of transport, taking into account the uncertainty of the cargo batch. Determination of technical and economic indicators of cargo delivery by different modes of transport. The functioning of the customs department as a mass service system was simulated.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень з Британії до України з використанням різних видів транспорту» 102 с., 17 рис., 15 табл., 43 джерела, 2 додатки на 20 стор.

**Мета роботи:** розв'язання складної проблеми у галузі транспортних технологій, присвяченої підвищенню ефективності міжнародних перевезень у змішаному сполученні за участі автомобільного та залізничного видів транспорту на підставі проведення досліджень, які характеризується невизначеністю умов і вимог.

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

**Предмет дослідження** – міжнародні вантажні перевезення із взаємодією різних видів транспорту.

**Методи дослідження:** методи математичної статистики, теорія систем масового обслуговування, метод Монте-Карло, задача лінійного програмування.

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні **завдання:** аналіз статистичних даних та наукових праць з організації вантажних перевезень, побудова математичної моделі доставки вантажу з використанням різних видів транспорту, моделювання перевізного процесу з використанням різних видів транспорту, визначення техніко-економічних показників доставки вантажу різними видами транспорту, моделювання функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування

**Ключові слова:** АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, ПОВІТРЯНИЙ ТРАНСПОРТ, ВЗАЄМОДІЯ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	10
1.1 Аналіз організації вантажних перевезень в Україні під час війни	10
1.2 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень за напрямком Україна- Велика Британія	19
1.3 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно- логістичних систем вантажних перевезень	23
2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ	25
2.1 Постановка завдання	25
2.2 Побудова фізичної моделі транспортного процесу міжнародних перевезень	25
2.3 Розробка математичної моделі транспортного процесу міжнародних перевезень	31
3. МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ	34
3.1 Розрахунок невизначеності партії вантажу на основі методів прогнозування	34
3.2 Моделювання оптимальних точок перевантаження	39
4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ	42
4.1 Визначення техніко-економічних показників доставки автомобільним транспортом	42

					<i>КРМ</i>	<i>275</i>	<i>05</i>	<i>ПЗ</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень з Британії до України з використанням різних видів транспорту</i>			<i>Літ.</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Водолазський А.М.</i>			<i>Арк.</i>				
<i>Перевір.</i>	<i>Сохацький А.В.</i>			<i>5</i>				
<i>Реценз.</i>	<i>Леснікова І.Ю.</i>			<i>Аркушів</i>				
<i>Н. контр.</i>	<i>Сохацький А.В.</i>			<i>85</i>				
<i>Затверд.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>				<i>УМСФ, ГР. Т23-1м</i>			

4.2 Визначення техніко-економічних показників доставки повітряним транспортом	48
5 МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	63
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
Додаток А. Терміни Інкотермс-2020 і нюанси їх застосування	82
Додаток Б	94

Виконав	Водолазський А.М.			<i>КРМ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ВСТУП

Міжнародні вантажні перевезення є важливою складовою світової торгівлі, яка забезпечує безперервний рух товарів між країнами та континентами. Україна, знаходячись на стратегічному перехресті торгових маршрутів, особливо залежна від ефективності транспортування вантажів. Водночас Велика Британія є одним з головних торгових партнерів України в Європі. Забезпечення швидкого, надійного та економічно вигідного транспортування вантажів між цими двома країнами має ключове значення для економічного розвитку обох держав.

У сучасних умовах глобалізації та швидкого розвитку технологій все більше уваги приділяється використанню різних видів транспорту, які дозволяють оптимізувати логістичні процеси, знижувати витрати та підвищувати надійність перевезень. Використання мультимодальних перевезень, що поєднують морський, залізничний, автомобільний та авіаційний транспорт, є одним з найбільш перспективних напрямків підвищення ефективності міжнародних вантажних перевезень.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження шляхів підвищення ефективності вантажних перевезень з Британії до України з використанням різних видів транспорту.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю забезпечення стабільного економічного розвитку України та покращення її інтеграції у світову економічну систему. Розвиток ефективних міжнародних логістичних зв'язків сприятиме зміцненню торговельних відносин, підвищенню конкурентоспроможності українських підприємств та створенню нових можливостей для розвитку малого та середнього бізнесу.

Дана робота спрямована на теоретичне і практичне обґрунтування ефективних логістичних рішень, які можуть бути впроваджені в реальні бізнес-процеси, сприяючи тим самим підвищенню ефективності міжнародних вантажних перевезень між Британією та Україною.

**Мета роботи:** розв'язання складної проблеми у галузі транспортних

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



технологій, присвяченої підвищенню ефективності міжнародних перевезень у змішаному сполученні за участі автомобільного та залізнично видів транспорту на підставі проведення досліджень, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

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

**Предмет дослідження** – міжнародні вантажні перевезення

**Методи дослідження:** методи математичної статистики, теорія систем масового обслуговування, задача лінійного програмування.

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

# 1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

## 1.1 Аналіз організації вантажних перевезень в Україні під час війни

Оперативні проблеми українських автоперевізників перших тижнів війни, обумовлювались місцезнаходженням кожного окремо взятого водія. Виникала гостра необхідність, здійснення координації дій водіїв вантажівок, які опинилися або під обстрілами, або заблокованими на дорозі, якою проходили колони військової техніки окупанта, або на територіях, що знаходяться під загрозою окупації, або опинилися заручниками в росії, а також багатьох інших виняткових ситуацій. І кожна така ситуація вимагала від менеджерів АТП, прийняття зважених рішень щодо забезпечення безпеки життя та здоров'я водія та збереження вантажу. Сучасна історія автомобільних перевезень вантажів не має дієвих рекомендацій щодо дій логіста або водія в раптово створених небезпечних ситуаціях на територіях проходження військових дій. Припинення транспортного сполучення з районами активних боїв, як головна рекомендація є наслідком, а що робити під час обстрілу, коли водій перебуває у шоковому стані та його дії не піддаються логічному поясненню, методичних рекомендацій не існує. Різні обставини, вимагають індивідуального підходу та відповідного рівня критичного мислення, насамперед управлінського персоналу, який має оперативно надавати водієві обґрунтовані вказівки. Керівники АТП, в умовах підвищеної загрози життю водія, приймали рішення, які в першу чергу гарантували його безпеку, а вже у другу – збереження вантажівки та вантажу. Завдяки своєчасності наданих управлінських вказівок, вдалося зберегти життя сотень водіїв, які опинилися в небезпечних ситуаціях.

Тактичні проблеми українських перевізників виникають щодня, до них можна віднести:

- окупацію українських територій російськими військами;
- руйнування автотранспортної інфраструктури внаслідок обстрілів;
- викрадення вантажівок і майна АТП на окупованих територіях;

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 05 ПЗ

- періодичне блокування прикордонних пунктів пропуску польськими фермерами і перевізниками;
- поступове зменшення обсягів імпорту у зв'язку з виїздом мільйонів українців;
- необхідність комплектування української армії військовослужбовцями.

Щоденні обстріли української території російськими військами призводять до масштабних руйнувань автотранспортної, складської і енергетичної інфраструктури, знищення рухомого складу українських автоперевізників і, як наслідок – руйнування логістичних ланцюгів. На окупованих територіях процвітають крадіжки вантажівок, офісного і сервісного обладнання транспортних компаній та приватних підприємців. Через масові обстріли російського агресора, зруйновані і продовжують руйнуватися тисячі кілометрів автомобільних доріг місцевого та міжнародного сполучення, а також автомобільні мости, що мають стратегічно важливе значення.

Зокрема, серйозні пошкодження зазнали мости через річки та магістральні дороги, що пов'язують Центр, Захід та Схід України (найбільші руйнування зазнали траси Львів – Київ та Київ – Харків). Така ситуація викликає необхідність щоденного коригування маршрутів проходження вантажівок і призводить до подорожчання перевезень. На початку квітня 2022 року, внаслідок ракетного обстрілу російськими окупантами, зруйновано найбільший у країні нафтопереробний завод у місті Кременчук, а за 140 днів війни, було підірвано понад 20 нафтобаз по всій території України, що призвело до паливної кризи на українському ринку нафтопродуктів. Автопідприємства, які не мали власних запасів палива, змушені були зупинити свою роботу.

Однак, завдяки нашим західним партнерам, забезпечення України паливом було відновлено в відносно короткі терміни. Запровадження воєнного стану в Україні призвело до того, що тисячі добровольців вирушили до військових підрозділів, і в їх числі велика кількість працівників АТП. У зв'язку з цим, транспортні компанії стали відчувати дефіцит у кадрах, а саме у менеджерах середньої ланки, у логістах та у водіях. На сьогодні, у центральній та західній

Виконав		Водолазський А.М.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРМ 275 05 ПЗ				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Україні ця проблема зникла у зв'язку з тим, що вакантні місця зайняли водії, які евакуювались з районів активних бойових дій на сході та півдні України. У перші два місяці війни повністю припинився імпорту товарів в Україну. Іноземні постачальники та перевізники відмовилися від рейсів на територію України, а українські вантажівки, що знаходяться на території Євросоюзу, не могли знайти попутних вантажів у зворотному напрямку. Виходом з ліквідації холостого пробігу для українських перевізників, частково ставали гуманітарні та військові вантажі, які формували у країнах Євросоюзу, а також вантажі, які авіаційним та морським шляхом доставлялися до європейських портів із США, Канади та Австралії. Транспортування таких вантажів дозволило українським перевізникам відшкодувати вартість пального для повернення в Україну. Частково розморожування імпорту відбулася в середині квітня 2022 року, коли відомий бренд з виробництва прохолодних напоїв замовив понад сотню вантажівок для доставки своєї продукції на територію України. Це замовлення миттєво призвело до встановлення високих ставок на перевезення вантажів в Україну і було першим масштабним імпортом з початку війни. Згодом, інші відомі торгівельні марки наслідували цей приклад і відновили постачання своєї продукції в Україну, стимулюючи розвиток міжнародних автомобільних перевезень вантажів за високими ставками, які зросли більш ніж у два рази. Стратегічні проблеми зумовлені невідповідністю складської та транспортної інфраструктури України до різкого збільшення навантажень на логістичні хаби, шляхопроводи та прикордонні пункти пропуску, а також загостренням конкурентної боротьби з польськими перевізниками. Коли російські війська розбомбили великі логістичні хаби в центрі України, оголилася проблема, пов'язана з тим, що найбільший логістичний хаб в Україні – 70–80% усіх професійних складських площ, був розташований в одному місці – у Київській області. Тут було зосереджено від 1,8 до 2,2 мільйонів квадратних метрів професійних складів, які орендували тисячі торгівельних компаній. Зосередження великих складських площ в одному районі показало вразливість такого рішення в контексті забезпечення стабільності ланцюгів постачання.

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Через постійні загрози обстрілів, орендарі складських приміщень на території Київської області, стали масово перевозити запаси своїх товарів, що вціліли після бомбардувань, на склади західної України. Відбувся колосальний відтік товарів у західні області, де такого обсягу складських площ не існувало, а ті, які фірмам вдалося орендувати, поступалися Київським складам площею, організацією простору та рівнем обслуговування. Альтернативне морському, транспортне сполучення з Європейським союзом наземним транспортом, так само як і у випадку з логістичними хабами, виявилось не спроможним до різкого зростання навантаження на транспортну інфраструктуру. У мирний час, щомісячний обсяг вантажів, що доставлявся морським шляхом, становив 6 – 7 мільйонів тон. Після блокування російськими агресорами українських морських портів, цей вантажообіг прийняли на себе річковий, залізничний та автомобільний види транспорту, які максимально змогли перекрити лише 1,5 мільйона тон вантажів на місяць.

Дефіцит вантажообігу, що утворився, пов'язаний з нерозвиненістю річкового сполучення, невідповідністю ширини колії залізниць України та Європи, низькою пропускною спроможністю автомобільних прикордонних пунктів пропуску. Особливо виразно, низька пропускна спроможність, проявилася на прикордонних автомобільних пунктів пропуску, у яких виникнення великих черг вантажівок, особливо у перші місяці війни, було зумовлено ситуативними перевантаженнями. Ці перевантаження пропускних пунктів були викликані масовим виїздом українців на особистому транспорті, проходженням колон бензовозів під час нафтової кризи, ввезенням легкових автомобілів, для яких український уряд тимчасово встановив нульове розмитнення та вивозом сільськогосподарської продукції з морських портів. На пунктах пропуску, на яких у мирний час водій вантажівки міг простояти максимум до півтори доби, в умовах воєнного часу він витрачав до 7, а іноді до 10 діб.

На сьогоднішній день великі черги вантажівок на прикордонних пунктах пропуску утворюються у зв'язку із вивезенням великих партій агропродукції,

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

зокрема зерна, яке неможливо переправити морським шляхом та блокування пунктів пропуску перевізниками. Одним із дієвих заходів щодо підтримки українських автоперевізників має стати угода про лібералізацію перевезень - «транспортний безвіз». Ця, історично важлива для українських перевізників, угода про лібералізацію перевезень з України була підписана 29 червня 2022 року делегатами України та ЄС. Визначаючи недоступність традиційних транспортних шляхів та терміною потребою забезпечення ланцюжків постачання та продовольчої безпеки за допомогою альтернативних шляхів доставки, зокрема для перевезення зерна, палива, продуктів харчування та інших вантажів з України до Євросоюзу, угода, переговори з якої розпочалися ще у 2020 році, була підписана за прискореною процедурою.

Слід відзначити часткове нівелювання зусиль Єврокомісії, щодо спрощення міжнародних перевезень українськими транспортниками, систематичним блокуванням прикордонних пунктів пропуску польськими перевізниками і фермерами. Головною причиною таких дій польських перевізників, є посилення конкурентних позицій українських колег у стратегічній перспективі. На сьогоднішній день, польські перевізники є лідерами у міжнародних перевезеннях вантажів в Європейському союзі і в українських перевізниках вони вбачають потенційного конкурента. Хоча автопарки Польщі і України - більше 300 тисяч і 52 тисячі вантажівок відповідно, не співставні, однак польські транспортні компанії відчувають загрозу з боку українських транспортників. Зауважимо, що в польських автотранспортних компаніях працює більше 160 тисяч водіїв – громадян іноземних держав, 120 тисяч з яких це українці [3].

Ця ситуація потребує вирішення у стратегічній перспективі, оскільки через пункти пропуску на Україно-Польському кордоні проходить 60% експорту в європейському напрямку, і їх блокування приводить до великих фінансових втрат українських перевізників, а відповідно і до падіння українського ринку міжнародних автомобільних перевезень. Попри триваючу війну з російською федерацією, обсяг перевезень вантажів всіма видами транспорту, за

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

виключенням трубопровідного, демонструє позитивну динаміку (рис. 1). Це відбувається у зв'язку з загальносвітовими тенденціями збільшення обсягів споживання продукції населенням та удосконаленням транспортних процесів завдяки запровадженню цифрових технологій.

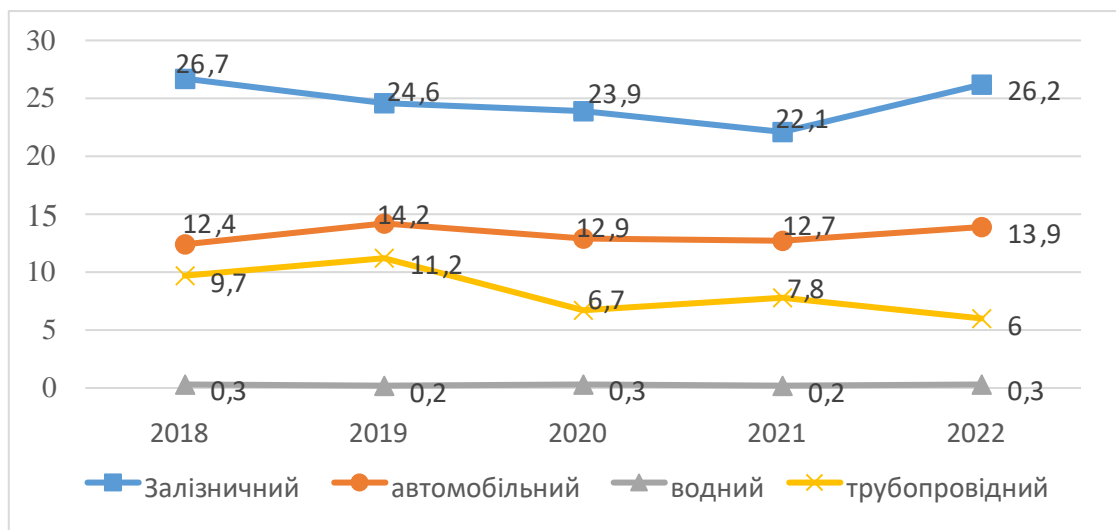


Рисунок 1.1 – Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту за 2022 рік, млн. т.

Частка автомобільних перевезень вантажів у загальному обсягу вантажообігу протягом останніх шістнадцяти років в Україні постійно зростає (рис. 2). У 2022 році частка перевезених автомобільним транспортом вантажів по відношенню до загального обсягу перевезень всіма видами транспорту зросла на 59,4% порівняно з аналогічним показником 2007 року. Станом на другий квартал 2023 року тенденції зростання зберігаються, а в окремі місяці зафіксовано стрибкоподібний ріст. Це пов'язано з блокуванням морського сполучення, окупаційними військами, що змушує перенаправляти на наземний транспорт, і у першу чергу на автомобільний, великі потоки вантажів, які раніше доставлялись морським шляхом. Надання переваги автомобільному транспорту полягає ще й у тому, що ширина українських залізничних колій не відповідає європейській.

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

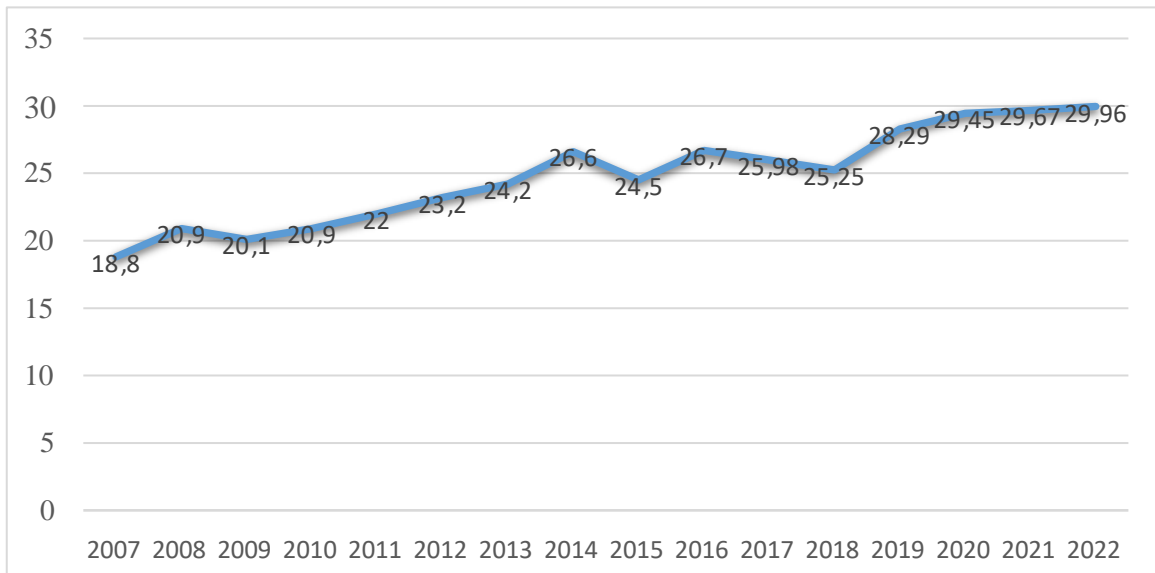


Рисунок 1.2 – Частка вантажів перевезених автомобільним транспортом в загальному обсязі вантажообігу, %

Частково, зростання українського ринку автомобільних перевезень вантажів у міжнародному сполученні, можна оцінити за динамікою виданих, Асоціацією міжнародних автомобільних перевезень України (АсМАП), книжок МДП (документу, що засвідчує наявність міжнародної гарантії на кожне перевезення на умовах Конвенції TIR 1975 року). Якщо у 2022 році учасники АсМАП України щомісяця використовували 3000 - 3200 гарантійних документів МДП, то в березні 2023 року було використано уже понад 5000 [3]. Це свідчить про відновлення цього сегмента перевезень. Крім цього, приріст автопарку задіяного в міжнародних перевезеннях вантажів, який у 2022 році порівняно до 2021 року зріс більше ніж на 7000 вантажівок – є очевидним доказом зростання галузі, оскільки приріст вантажівок з 30 тисяч у 2011 році [17] до 45 тисяч у 2021 році [3], тобто 15 тисяч за 10 років, майже удвічі поступається темпам росту лише за один 2022 рік.

На сьогодні членами АсМАП України є 2924 транспортних компаній, з них: 1554 компанії з кількістю вантажівок до 5; 596 – від 6 до 10; 704 – від 11 до 50, 50 – від 51 до 100 і 20 компаній мають автопарки більше 100 вантажівок [3]. Необхідно відзначити, що міжнародні автомобільні перевезення вантажів в Україні, здійснюють не лише члени АсМАП. На українському ринку

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



міжнародних перевезень також функціонують й приватні вітчизняні перевізники не зареєстровані в АсМАП, перевізники філій іноземних транспортних компаній, зареєстрованих в Україні та іноземні перевізники, які везуть вантажі, як в Україну, так і транзитом.

З метою аналізу факторів які в найбільшій мірі впливають на сучасний стан українського ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень та виявлення можливостей його подальшого розвитку доцільно побудувати SWOT-матрицю (табл. 1.1), у яку винесемо актуальні впливи зовнішнього і внутрішнього середовища.

Таблиця 1.1 – SWOT-матриця українського ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>– збільшення частки перевезень вантажів автомобільним транспортом;</li> <li>– вихід з ринку більшості іноземних конкурентів, у зв'язку з ризиками воєнних дій;</li> <li>– висока частка малих АТП в сегменті міжнародних перевезень вантажів;</li> <li>– гнучкість та оперативність системи управління АТП;</li> <li>– впровадження інформаційної системи "Шлях";</li> <li>– запровадження електронної системи «еЧерга» на всіх пунктах пропуску;</li> <li>– підвищення ставок на перевезення вантажів в Україну;</li> <li>– збільшення пропускної спроможності окремих пунктів пропуску;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– воєнний стан в Україні;</li> <li>– падіння обсягів імпорту;</li> <li>– подекуди не коректна робота електронної системи «еЧерга» на МАПП;</li> <li>– інфляційні процеси в Україні;</li> <li>– відсутність логічного співвідношення заходів державного контролю із реальними умовами функціонування галузі в умовах воєнного стану;</li> <li>– періодичне зростання дебіторської заборгованості АТП;</li> <li>– висока вартість нових вантажівок, які відповідають екологічним вимогам Євро – 5 та Євро -6;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– забезпечення прозорості роботи пунктів пропуску та запобігання корупції;</li> <li>– доступ українських митників до європейської бази даних митної статистики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– загроза післявоєнної міграції водіїв у зв'язку з пошуком високооплачуваної роботи;</li> <li>– великі черги на прикордонних пунктах пропуску;</li> <li>– нерозвинена сервісна зона для вантажівок перед прикордонними пунктами пропуску.</li> </ul>
---	---

Можливості	Загрози
------------	---------

<ul style="list-style-type: none"> <li>– угода з ЄС, щодо лібералізації міжнародних перевезень вантажів українськими перевізниками «транспортний безвіз»;</li> <li>– дія угоди поширено на всю територію Європейського союзу;</li> <li>– термін дії угоди має можливість пролонгації;</li> <li>– вступ України до європейської Конвенції про процедуру спільного транзиту;</li> <li>– спрощення митних процедур;</li> <li>– скасування дозвільних документів на здійснення двосторонніх та транзитних перевезень до країн Європейського Союзу;</li> <li>– визнання українських водійських документів;</li> <li>– виключено зупинку експорту української продукції через митні пункти пропуску вантажівок;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– систематичні обстріли України російськими військами автотранспортної інфраструктури;</li> <li>– рішення урядів Угорщини, Словаччини та Польщі щодо блокування експорту сільськогосподарської продукції;</li> <li>– фізичне блокування прикордонних пунктів пропуску перевізниками Польщі;</li> <li>– низький рівень розвитку мультимодальних перевезень;</li> <li>– квотні обмеження на перевезення вантажів в міжнародному сполученні;</li> <li>– падіння престижу професії водія-далекобійника;</li> <li>– нестача водіїв в Європі до 50% до 2030 року;</li> <li>– відміна спрощеної процедури ліцензування міжнародних автоперевезень;</li> </ul>
--	---

— співпраця між Україною та Євросоюзом щодо запобігання боротьби з шахрайством і підробкою водійських документів;	— відсутність можливості забезпечити виконання вимоги ЄУТР (час праці та відпочинку водіїв);
— перспективи можливого вступу України до ЄС	— прийняття жорсткіших екологічних вимог щодо експлуатації вантажівок в ЄС.

Попередній аналіз SWOT-матриці, дозволяє відзначити актуальні критерії для подальшого ґрунтового опрацювання. Серед сильних сторін вітчизняного ринку міжнародних вантажних автоперевезень можна виділити зростання частки вітчизняних перевізників та запровадження електронної системи «еЧерга». Слабкими сторонами є воєнний стан в країні та падіння обсягів імпорту у зв'язку з масовим виїздом українців за кордон. До найбільш значущих загроз зовнішнього середовища доцільно віднести ракетні обстріли російськими військами території України та блокування прикордонних пунктів пропуску польськими перевізниками та фермерами.

## **1.2 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень за напрямком Україна-Велика Британія**

Торговельно-економічне співробітництво України та Великої Британії у 2023р. продовжило розвиватись в умовах прямого впливу російської агресії проти нашої держави. Відбулись зміни у структурі товарного експорту, унаслідок чого чорні метали були витіснені з топ-позицій, що суттєво позначилось на обсягах торгівлі та формуванні негативного сальдо обсягом більше 400 млн доларів США.

За даними Департаменту з питань бізнесу та торгівлі Великої Британії, загальний обсяг торгівлі товарами та послугами (експорт та імпорт) між Сполученим Королівством та Україною за період III кв. 2022 – II кв. 2023 становив 1,5 мільярда фунтів стерлінгів, що на 26,5% (або 532 мільйона фунтів стерлінгів) менше ніж за відповідний період 2021/2022рр.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Загальний експорт Великої Британії в Україну за вказаний період склав 966 мільйонів фунтів стерлінгів (зниження на 7,3% порівняно відповідним періодом 2021/2022рр.).



Рисунок 1.3 – Експорт товарів з України до Великої Британії

Загальний імпорт до Великої Британії з України за вказаний період склав 507 мільйонів фунтів стерлінгів (зниження на 47,4%).



Рисунок 1.4 – Імпорт товарів з Великої Британії до України

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 05 ПЗ

Велика Британія історично не входить до переліку найбільших торговельних партнерів України, традиційно займаючи орієнтовно 12-е місце у цьому списку. Україна, у свою чергу, за період III кв. 2022 – II кв. 2023 посіла 76-е місце серед найбільших торговельних партнерів Сполученого Королівства (0,1% від загального обсягу зовнішньої торгівлі Великої Британії).

Якщо брати за загальною вагою як і імпорти так і екпорти, то найбільші перевезення товарів через митний кордон були у 2019, 2021 рр. (рис. 1.5).

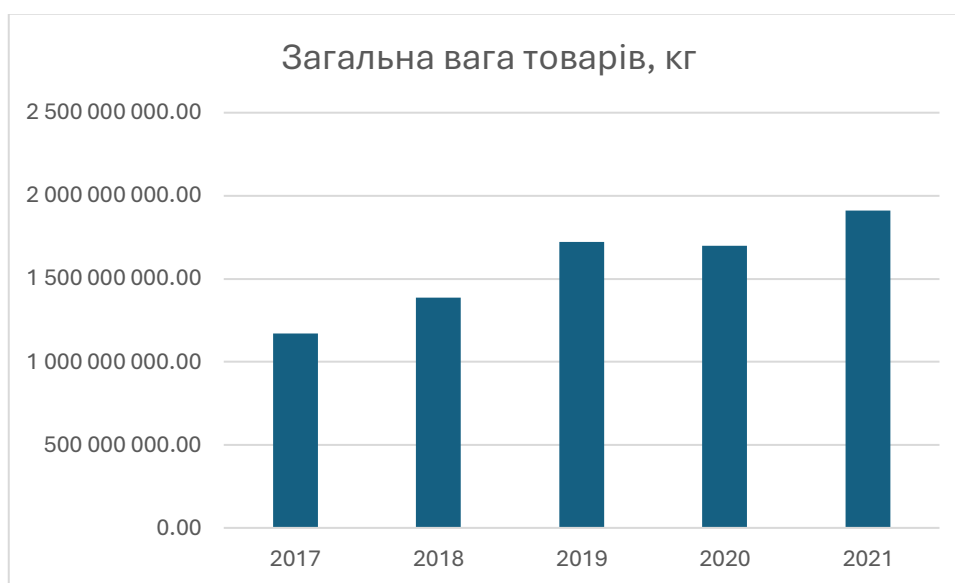


Рисунок 1.5 – Загальна вага товарів, перевезені через митний кордон, кг

Серед найбільш експортованих товарів (за вагою) у Велику Британію є зернові, чорні метали, насіння, жири та олії, корми для тварин (рис. 1.6).

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

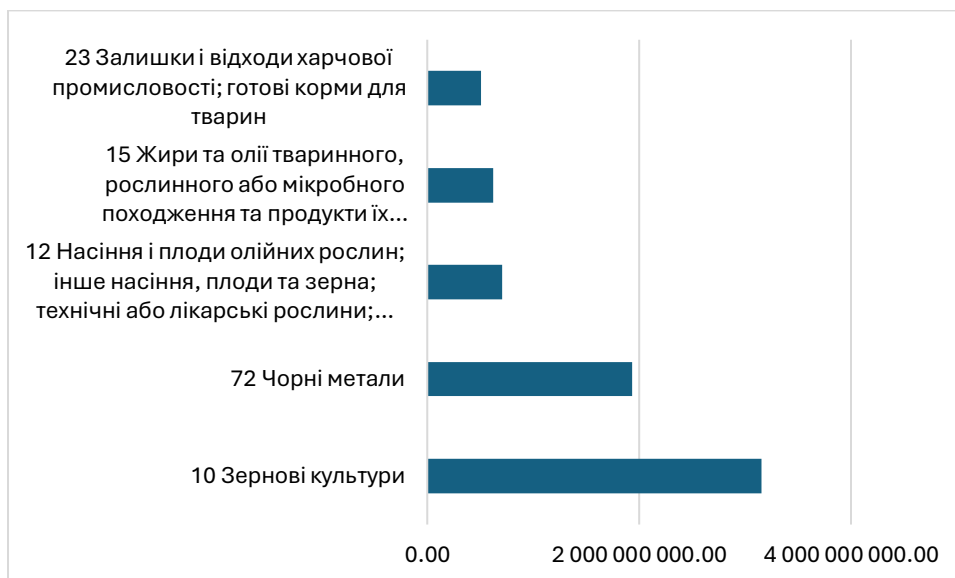


Рисунок 1.6 – Найбільш експортовані товари у Велику Британію, кг

Серед найбільш імпортованих товарів з Великої Британії є Засоби наземного транспорту, ядерні реактори, фармацевтична продукція, хімічна продукція та алкогольна продукція.



Рисунок 1.7 – Найбільш імпортовані товари з Великої Британії, кг

За транспортом, який використовується для перевезення ситуація наступна, за даними на 2021 рік найбільше товарів доставлялось автомобільним та повітрям транспортом (рис. 1.8). Зараз повітряний простір закритий, відповідно доставки повітряним транспортом не відбувається, хоча у

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформаційному просторі час від час з'являється інформація про відновлення польотів або з Львова або з Борисполя.

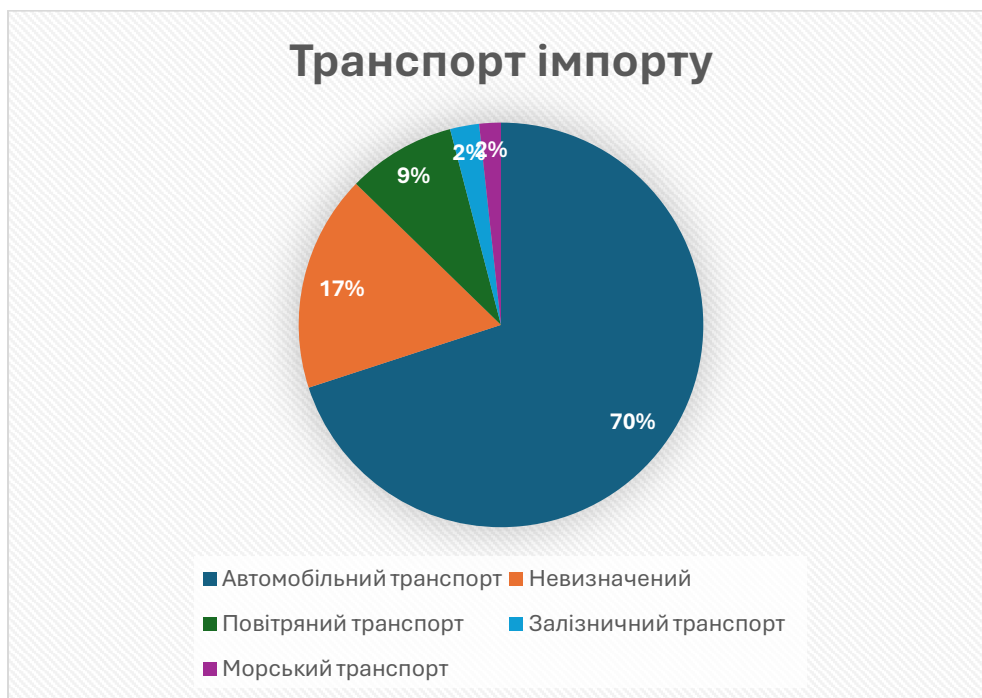


Рисунок 1.8 – Транспорт, яким доставляється імпортні товари з Великої Британії, 2021 рік

### 1.3 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно-логістичних систем вантажних перевезень

У сучасних умовах розвиток мультимодальних перевезень вантажів є актуальним для забезпечення конкурентоспроможності транспортної системи України та її інтеграції до європейської і світової транспортних систем. Це питання має важливе значення як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

Аналіз досліджень та публікацій показує, що мультимодальні перевезення є ключовим чинником підвищення економічного розвитку в сфері транспорту. У наукових працях таких авторів, як Т. Брендс, Е. Беркум, М. Блімер, Л. Вісманс та інших, підкреслюється важливість мультимодальних перевезень. Вітчизняні науковці, зокрема Л.О. Бакаєв, А.М. Брайковська та інші, досліджують зміцнення позицій на українському транспортному ринку шляхом впровадження сучасних механізмів логістики та мультимодальних перевезень.

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У роботі [21] аналізуються стан та перспективи розвитку світової і вітчизняної системи мультимодальних перевезень. Автори вказують, що розвиток цих систем в Україні сприятиме збільшенню вантажопотоків, особливо транзитних, що позитивно вплине на доходи перевізників і операторів мультимодальних перевезень.

Перспективи бімодальних перевезень розглядаються в роботах [22,23,24]. Автори відзначають, що бімодальні технології мають низку переваг, включаючи можливість виконання вантажних операцій без використання традиційних механізмів та економію коштів на зберіганні вантажів.

У роботі [25] досліджено сутність поняття «мультимодальні перевезення» та аналізуються проблеми і перспективи їх розвитку в Україні. Зазначаються фактори, що впливають на розвиток мультимодальних перевезень, та шляхи їх нейтралізації, зокрема ратифікація міжнародних актів, уніфікація транспортної інфраструктури та автоматизація транспортного процесу.

У роботі [26] аналізується структура європейського ринку інтермодальних перевезень, пропонується методологія моделювання для визначення географічних меж субринків перевалки.

Для розвитку мультимодальних перевезень в Україні важливо дослідити понятійний апарат мультимодального транспорту та пов'язані концептуальні положення. Уніфікація міжнародних норм, як, наприклад, Конвенція ООН про міжнародні змішані перевезення вантажів 1980 р., залишається актуальною темою дискусій в науковій літературі. Сьогодні терміни «міжнародні змішані перевезення» та «інтермодальні перевезення» часто використовуються взаємозамінно.

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



## 2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

### 2.1 Постановка завдання

Не дивлячись на війну торгівля між країнами триває і необхідно якісно забезпечувати транспортне сполучення між країнами. Часто є ситуація коли використання лише одного виду транспорту не може бути оптимальним, тому використовують різні види транспорту для забезпечення оптимального транспортного процесу.

Таким чином, у даній роботі необхідно промоделювати перевезення вантажу, двигунів для вантажних автомобілів, з Великої Британії до України з використанням різних видів транспорту.

Для цього необхідно виконати наступні завдання:

1. Побудувати фізичну та математичну модель перевезення.
2. Розрахувати невизначеність партії вантажу на основі методів прогнозування.
3. Виконати моделювання транспортного процесу зі знаходженням оптимальної точки взаємодії видів транспорту.
4. Розрахувати техніко-економічні показники доставки різними видами транспорту.
5. Виконати моделювання роботи митного терміналу як системи масового обслуговування.

### 2.2 Побудова фізичної моделі транспортного процесу міжнародних перевезень

Розглянемо два варіанта доставки вантажу, двигунів для вантажних автомобілів, з Великої Британії до України. Перший з використанням залізничного транспорту та автомобільного. Від пункту завантаження, через тунель Ла Манш вантаж прямує залізничним транспортом, далі в якійсь країні

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

KPM 275 05 ПЗ

відбувається перевантаження на автомобільний транспорт і вантаж прямує до кінцевого споживача у м. Києві.

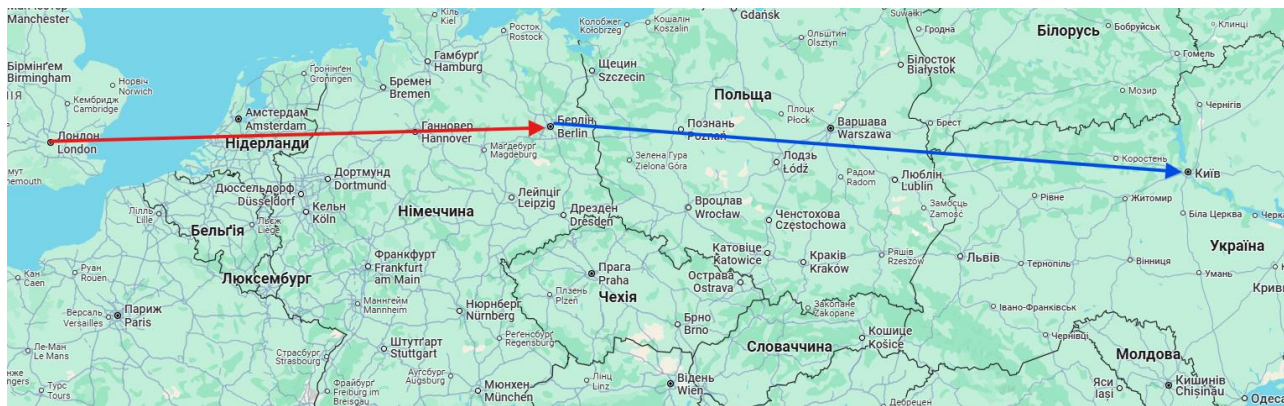


Рисунок 2.1 – Схема перевезення з використанням залізничного та автомобільного транспорту

Другий варіант автомобільним транспортом вантаж прямує до аеропорту в Лондоні, далі літаком до одного з найближчих великих аеропортів біля кордону з Україною (Варшава, Відень, Прага, Будапешт) і далі до кінцевого споживача автомобільним транспортом до м. Києва.

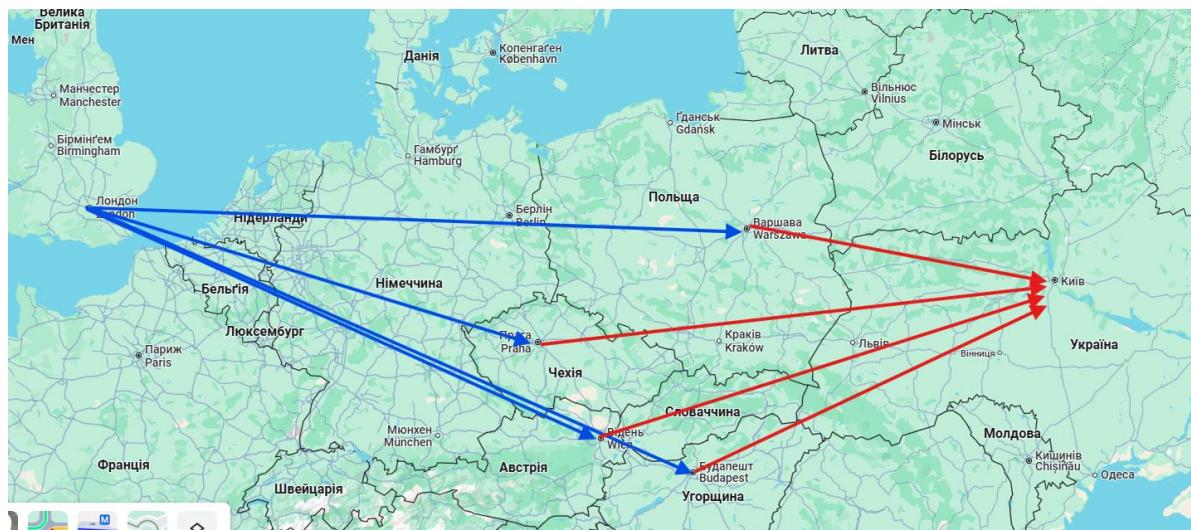


Рисунок 2.2 – Схема перевезення з використанням повітряного та автомобільного транспорту

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Вибір відповідного транспортного засобу для перевезення вантажів відіграє ключову роль у забезпеченні успіху та ефективності логістичних процесів. Правильно прийняте рішення допоможе знизити витрати, покращити безпеку перевезень та забезпечити своєчасну доставку товарів.

Основні фактори, які потрібно враховувати при виборі транспортного засобу:

- Тип вантажу: Характеристики вантажу, такі як розміри, вага та чутливість до умов перевезення, впливають на вибір транспортного засобу. Якщо вантажі лише потребують захисту від вологи, використання спеціальних транспортних засобів не є обов'язковим. Обраний вантаж, двигуни, є великими за розмірами, важкі, адже вага 1 двигуна складає 1,16 т, необхідно зберігати від вологи.

- Зниження витрат: Правильний вибір транспортного засобу може значно знизити витрати на транспортування. Це стосується оптимізації витрат на паливо, обслуговування та інші експлуатаційні витрати, що сприяє підвищенню рентабельності логістичних операцій.

- Своєчасна доставка: Вибір автомобіля, що відповідає вимогам швидкої та надійної доставки, гарантує своєчасне прибуття вантажу до пункту призначення. Це особливо важливо для компаній, що працюють з терміновими замовленнями або швидкопсувними товарами. У випадку доставки у зони, близькі до фронту, швидкість теж має велике значення.

- Екологічність: Автомобілі, що відповідають сучасним екологічним стандартам, допомагають зменшити вплив на навколишнє середовище. Транспортні засоби з низьким рівнем викидів CO<sub>2</sub> підтримують корпоративну відповідальність та сприяють позитивному іміджу компанії.

- Безпека: Надійні автомобілі зі спеціальними системами безпеки забезпечують збереження вантажу під час транспортування, знижуючи ризик пошкодження товарів та втрат через аварії або інші інциденти на дорозі.

Для здійснення перевезення оберемо транспортні засоби. Для випадку, коли весь вантаж перевозиться одночасно, оберемо тягач DAF XF105 та

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

критий напівпричіп. Технічні характеристики тягача та його креслення наведено в табл 2.1 та рис 2.3.

Таблиця 2.1 – Порівняльна таблиця рухомого складу автомобілів

№ з/п	Показник	1 варіант
1.	Марка автомобіля	DAF FX 105
2.	Відповідність євро	Євро 5
3.	Трансмсія	механіка
4.	Потужність (кінські сили)	410
5.	Тип палива	дизельне
6.	Витрати палива (у літрах на 100 км)	30
7.	Вантажопідйомність (кг)	45000
8.	Рік випуску	2017
9.	Вартість автомобіля	24000 дол
10.	Вартість автомобільної шини	10500 грн
11.	Швидкість технічна (км/год)	85
12.	Продуктивність(т)	1,55
13.	Продуктивність (т/км)	1074,18

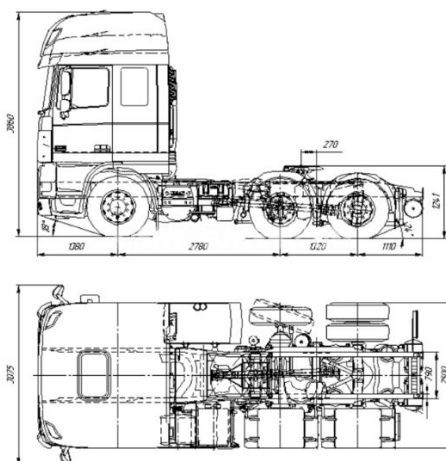


Рисунок 2.3 – Габаритні розміри тягача DAF FX105 [12]

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для варіанту доставки малотонажними автомобілями оберемо автомобіль Mercedes Benz Sprinter.

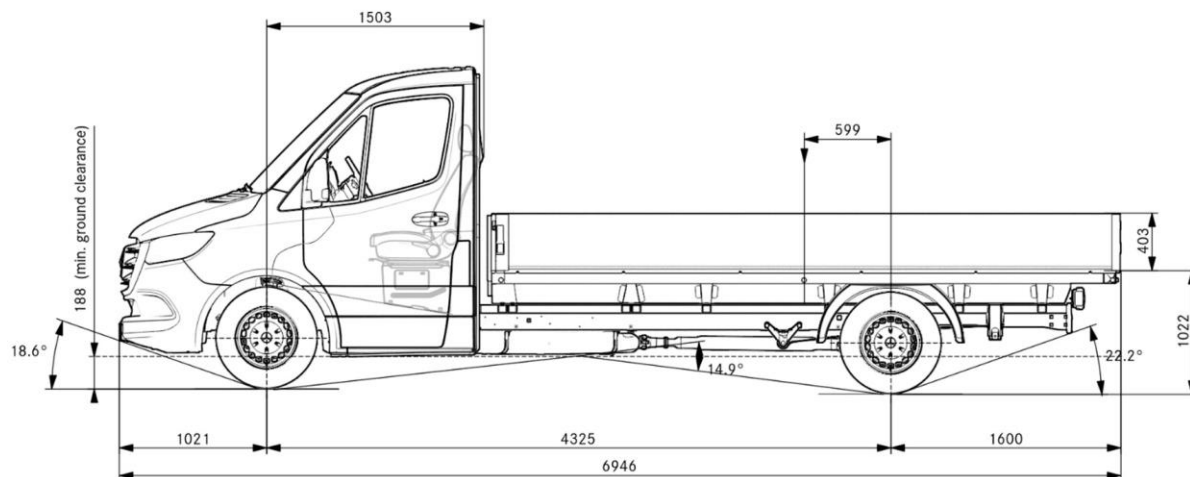


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри автомобіля Mercedes Benz Sprinter

Технічні характеристики наведено в табл. 2.2-2.4.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики автомобіля Mercedes Benz Sprinter

[14]

Параметр	Значення
Споряджена маса, кг	2090
Повне завантаження, кг	1410
Допустима маса автопоїзда, кг	5500
Максимальне навантаження на дах, кг	150
Маса вантажу, що буксирується, з гальмами / без гальм, кг	2000/750
Висота автомобіля, мм	2638
Довжина автомобіля, мм	5932
Ширина автомобіля із складеними дзеркалами, мм	2715
Довжина вантажного відділення, мм	3272

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина підлоги вантажного відділення, починаючи з передніх сидінь, мм	3397
Максимальна ширина вантажного відділення, мм	1787
Ширина вантажного відділення між задніми колісними нішами, мм	1412
Висота підлоги вантажного відділення, мм	566
Площа вантажного відділення, м <sup>2</sup>	5,539
Об'єм вантажного відділення, м <sup>3</sup>	11
Діаметр розвороту, м	15,2
Діаметр повороту по осі сліду переднього зовнішнього колеса, м	14,4

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики двигуна та ходової [14]

Параметр	Значення
Двигун	OM651 DE22LA
Екологічний клас	Євро 6С гр. III
Число циліндрів / розташування	4
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	2143
Номінальна потужність, кВт/л.с.	84/114
при об/хв	3800
Номінальний момент, що крутить, Н·м	300
при об/хв	1200-2200
Механічна коробка передач	6-ступінчаста
Автоматична коробка передач (опція)	АКП 9G-TRONIC
Вид палива	Дизельне паливо
Місткість паливного бака, л	65
Привід	Передній привід

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.4 - Витрата палива автомобіля Mercedes Benz Sprinter [14]

Умови	Витрата палива, л/100 км (автоматична коробка передач)
у місті	9,4-9,2 (8,6)
на трасі	7,3-7,2 (8,1-7,9)
середній	7,9-7,8 (8,2-8,1)

ІНКОТЕРМС (англ. *Incoterms, Internationalcommercialterms*) – це офіційні правила, розроблені Міжнародною торговою палатою (далі – МТП) для тлумачення термінів, що стосуються внутрішньої та міжнародної торгівлі. З 1 січня 2020 року набули чинності оновлені правила ІНКОТЕРМС-2020 (видання МТП № 723). Суть термінів ІНКОТЕРМС та особливості їх застосування подамо в Додатку А [31]. Термін DPU доцільно застосовувати, якщо використовується кілька видів транспорту. Термін DPU прийшов на зміну терміна DAT, щоб забезпечити більшу гнучкість у визначенні місця доставки товару. Тепер продавцеві та покупцеві можна погодити будь-яке місце для доставки товару, а не тільки в конкретному терміналі. У контракті рекомендується точно вказати місце доставки товару, тому що ризики до цього пункту несе продавець.

### 2.3 Розробка математичної моделі транспортного процесу міжнародних перевезень

Серед широкого класу задач оптимального програмування є важливі підкласи задач, для яких розроблені ефективні методи рішення. Найбільш вивченим підкласом завдань є завдання лінійного програмування.

Лінійне програмування - цей напрям математичного програмування, що вивчає методи рішення екстремальних завдань, які характеризуються лінійною залежністю між змінними і лінійним критерієм.

Завданням лінійного програмування (ЗЛП) є вибір з множини допустимих планів найбільш вигідного (оптимального). Необхідною умовою постановки завдання лінійного програмування є лінійні обмеження на наявність різного роду ресурсів.

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Перехід у разі потреби від задачі мінімуму до задачі максимуму досягається зміною знака цільової функції [28].

До математичних завдань лінійного програмування належать дослідження конкретних виробничо-господарських ситуацій, які в тому чи іншому вигляді інтерпретуються як завдання про оптимальне використання обмежених ресурсів.

Розробимо математичну модель зі знаходження точки перевантаження з автомобільного на залізничний транспорт. Функція мети повинна мінімізувати витрати на перевезення цими транспортами. Задані обмеження обмежують час на доставку вантажу, а також обмеження фіксують довжину маршруту, яку необхідно проходити різним видом транспорту. Таким чином, економіко-математична модель буде мати наступний вигляд:

$$\begin{aligned}
 & Z = C_{\text{зал}} \cdot x_1 + n \cdot C_{\text{авт}} \cdot x_2 + C_{\text{ННР}} \rightarrow \min \\
 & \left\{ \begin{array}{l} \frac{x_1}{V_{\text{зал}}} + \frac{x_2}{V_{\text{авт}}} + t_{\text{ННР}} \leq t_{\text{max}} \\ x_1 \geq l_{\text{min зал}} \\ x_2 \leq l_{\text{max авт}} \\ x_1 + x_2 = l_{\text{марш}} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{array} \right. , \quad (2.1)
 \end{aligned}$$

Де  $C_{\text{зал}}$  та  $C_{\text{авт}}$  – витрати на 1 км доставки залізничним та автомобільним транспортом, грн/км;

$x_1, x_2$  – пробіг залізничного та автомобільного транспорту відповідно, км;

$C_{\text{ННР}}$  – витрати на перевантаження, грн;

$V_{\text{зал}}$  та  $V_{\text{авт}}$  – середня швидкість при доставці залізничним та автомобільним транспортом, км/год;

$t_{\text{ННР}}$  – час навантажувально-розвантажувальних робіт, год;

$t_{\text{max}}$  – максимальний час доставки вантажу, год;

$l_{\text{min}}$  – мінімальний пробіг залізницею, км;

$l_{\text{max}}$  – максимальний пробіг автомобіля, км.

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Також розробимо альтернативну модель для перевезення повітряним та автомобільним транспортом. Функція мети залишається незмінною, а обмеження зміняться, адже аеропортів не так багато, як залізничних станцій де можна перевантажувати вантажі. Тому друга модель буде мати вигляд:

$$Z = C_{нов} \cdot x_1 + n \cdot C_{авт} \cdot x_2 + C_{ННР} \rightarrow \min$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x_1}{V_{нов}} + \frac{x_2}{V_{авт}} + t_{ННР} \leq t_{\max} \\ x_1 = l_{аер} \\ x_2 \leq l_{\max авт} \\ x_1 + x_2 = l_{марш} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{array} \right. , \quad (2.2)$$

Де  $C_{пов}$  та  $C_{авт}$  – витрати на 1 км доставки повітряним та автомобільним транспортом, грн/км;

$x_1, x_2$  – пробіг повітряного та автомобільного транспорту відповідно, км;

$C_{ННР}$  – витрати на перевантаження, грн;

$V_{зал}$  та  $V_{авт}$  – середня швидкість при доставці повітряним та автомобільним транспортом, км/год;

$t_{ННР}$  – час навантажувально-розвантажувальних робіт, год;

$t_{\max}$  – максимальний час доставки вантажу, год;

$l_{пов}$  – відстань від аеропортів відправлення до аеропорту призначення, км;

$l_{\max}$  – максимальний пробіг автомобіля, км.

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 3. МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

#### 3.1 Розрахунок невизначеності партії вантажу на основі методів прогнозування

Прогнозування ґрунтується на різноманітних прийомах мислення та методах, які дають змогу аналізувати минулі дані та робити висновки про майбутній розвиток економіки, транспортних процесів.

Методи прогнозування і самі прогнози можуть бути класифіковані за різними критеріями. Залежно від способу здійснення прогнозу та наявної інформації, методи поділяють на фактографічні, експертні (інтуїтивні) та комбіновані. Фактографічні методи базуються на достатній кількості інформаційних даних про об'єкт прогнозування та його попередній розвиток. До таких методів належать екстраполяція та моделювання.

Прогнозування з використанням ковзького середнього.

При використанні цієї методики основна задача полягає в тому, що часовий ряд є стабільним, отже його члени є реалізаціями випадкового процесу

$$y_i = b + \varepsilon_i,$$

Де  $b$  - невідомий постійний параметр, який оцінюється на основі представленої інформації. Припускається, що випадкова помилка  $\varepsilon_i$  має математичне очікування, яке дорівнює нулю та постійну дисперсію [29].

Метод ковзького середнього розраховується за формулою:

$$y_{i+1}^* = \frac{y_{i-n+1} + y_{i-n+2} + \dots + y_i}{n} \quad (3.1)$$

Метод експоненційного згладжування – це метод послідовного згладжування параметрів траєкторії руху ОУ за допомогою фільтра с постійною пам'яттю. Принцип роботи цього методу полягає в наступному: попередні

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Собацький А.В.								34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

значення параметрів враховуються зі спадаючим по експоненційному закону вагами. Оцінка наступного елемента буде розраховуватись за формулою:

$$y_{i+1}^* = \alpha y_i + \alpha(1 - \alpha)y_{i-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{i-2} + \dots \quad (3.2)$$

Регресійний аналіз спрямований на визначення коефіцієнтів моделі (коефіцієнтів регресії) на основі експериментальних даних, оцінку значущості цих коефіцієнтів і ступеня відповідності моделі. При статистичній оцінці відповідності моделі експериментальним результатам часто використовують критерій квадрата відхилення цих результатів від розрахункових значень, отриманих на основі даної моделі. Процедура оцінки коефіцієнтів регресії та адекватності, при якій мінімізується квадрат відхилення, називається методом найменших квадратів (МНК). [29].

Розкати розрахунків за кожним із методів наведено на рис. 3.1-3.3.

xi	yi
1	263
2	254
3	290
4	282
5	254
6	273
7	262
8	268
9	275
10	259
11	273
12	259
13*	264

Рисунок 3.1 – Результат розрахунку прогнозу методом ковзького середнього

За результатом розрахунку прогнозований об'єм складає 264 т

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$x_i$	$y_i$	$y_i^*$
1	263	0
2	254	263
3	290	262,1
4	282	264,89
5	254	266,601
6	273	265,3409
7	262	266,1068
8	268	265,6961
9	275	265,9265
10	259	266,8339
11	273	266,0505
12	259	266,7454
13*		265,9709

Рисунок 3.2 – Результат розрахунку методом експоненційного згладжування

За результатами розрахунку цим методом об'єм перевезення складе 266 т

$x_i$	$y_i$		$\Sigma xy$	20831
1	263		$\Sigma x$	78
2	254		$\Sigma x^2$	650
3	290		$\Sigma y_i$	3212
4	282		$\Sigma y^2$	861138
5	254			
6	273	$x$		6,5
7	262	$y^{\wedge}$		267,6667
8	268			
9	275	$b=$		-0,32867
10	259			
11	273	$a=$		269,803
12	259			
		$y^*$		269.8-0.33x
		$x_{13}$		274,0758
		$r$		-0,10532

Рисунок 3.3 – Результат розрахунку методом регресійного аналізу

За результатами розрахунку маємо об'єм перевезень 274т.

Розглянемо стохастичний варіант моделі розміру обсягу вантажу

Для визначення функції, яка буде відображати сумарні витрати, визначимо наступні параметри

$f(x)$  – щільність розподілу замовлень  $x$  протягом терміну виконання доставки,

$D$  – ймовірне значення кількості вантажу, з попереднього розрахунку 265т

$h$  – витрати на зберігання, грн (приймаємо 15000 грн)

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ			Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.					36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$p$  – витрати від нестачання, грн (приймаємо 7000 грн)

$K$  – вартість розміщення замовлення, грн (приймаємо 7500)

Середній рівень запасу визначається за формулою:

$$I = \frac{(y + M\{R - x\}) + M\{R - x\}}{2} = \frac{y}{2} + R - M\{x\} \quad (3.3)$$

Відповідно, очікувані витрати на збереження за одиницю часу є  $hI$ .

Очікувані втрати, які пов'язані з недопостачанням. Дефіцит виникає при  $x > R$ . Відповідно, очікуваний дефіцит за одиницю часу розраховується

$$S = \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx \quad (3.4)$$

Результуюча функція загальних витрати має наступний вид

$$TCU(y, R) = \frac{DK}{y} + h\left(\frac{y}{2} + R - M\{x\}\right) + \frac{pD}{y} \int_R^{\infty} (x - R)f(x)dx \quad (3.5)$$

Оптимальні значення  $y^*$  та  $R^*$  визначаються за такими рівняннями

$$\begin{aligned} \frac{\partial TCU}{\partial y} &= -\left(\frac{DK}{y^2}\right) + \frac{h}{2} - \frac{pD}{y^2} S = 0 \\ \frac{\partial TCU}{\partial R} &= h - \left(\frac{pD}{y}\right) \int_R^{\infty} f(x)dx = 0 \end{aligned} \quad (3.6)$$

Відповідно маємо:

$$y^* = \sqrt{\frac{2D(K + pS)}{h}} \quad (3.7)$$

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\int_{R^*}^{\infty} f(x)dx = \frac{hy^*}{pD} \quad (3.8)$$

Оскільки з цих рівнянь неможливо визначити в явному виді, для їх розв'язку використовуємо числовий алгоритм, який запропонований Хедлі та Уайтин. Доведено, що алгоритм сходиться за кінчене число ітерацій при умові, що допустимий розв'язок існує [29]. При  $R=0$  останні два рівняння мають вигляд

$$\bar{y} = \sqrt{\frac{2D(K + pM\{x\})}{h}}$$

$$\tilde{y} = \frac{pD}{h}$$

Розв'яжемо дану задачу. Результат розрахунку наведено на рис. 3.4.

D	265			
K	7500			
h	15000			
p	7000			
f9x0	1/100			
M x	50			
y-	9834,887			
y^	123,6667			
yi	корень 264+246,4S			
		y1	R1	S
Ітерація 1		16,27882	99,67442	
Ітерація 2		16,28283	99,67434	0,00053

Рисунок 3.4 – Визначення партії вантажу

Виходячи з розрахунку маємо, що маса одного відправлення в умовах невизначеності кількості вантажу на основі планування з ймовірністю 90%, складає 16,3 т.

Виконав	Водолазський А.М.				KPM 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Моделювання оптимальних точок перевантаження

Побудуємо для першого варіанта (залізничний+автомобільний транспорт) математичну модель та розв'яжемо її як задачу лінійного програмування. Таким чином відповідно до (2.1) функція мети має вигляд:

$$F(x) = 60x_1 + 98.01x_2 + 20000 \rightarrow \min$$

Обмеження відповідно до (2.1) має вигляд:

$$\begin{cases} 0.0625x_1 + 0.02x_2 + 3.35 \geq 120 \\ x_1 \geq 1200 \\ x_2 \leq 100 \\ x_1 + x_2 = 2577 \end{cases}$$

Сформуємо аркуш в середовищі Excel для розв'язку даної задачі.

Введенно необхідні дані та у вікні Дані-Розв'язував сформуємо обмеження та задачу лінійного програмування.

	B	C	D	E	F	G
	x1	x2	c	Задані обмеження	Отримані обмеження	
Функція мети	60	98.01	20000			
Обмеження						
час	0.0625	0.02	3.35	120	120	
залізниця	1	0	0	1200	1610.823529	
авто	0	1	0	1000	966.1764706	
загальний маршрут	1	1	0	2577	2577	
Розв'язок	1610.824	966.1765	1		211344.3676	

Рисунок 3.5 – Розв'язання першої задачі

Маємо наступний розв'язок. Оптимально є перевантаження, коли залізницею вантаж прослідує 1611 км, а автомобілем – 966 км. Мінімальні витрати складуть при даних умовах 211 344.37 грн.

В частині автомобільного транспорту розглянемо наступний варіант доставки вантажу: враховуючи, що двигуни мають велику масу (1,16 тон) розглянемо варіант доставки тягачем у складі автопотягу та на автомобілях малої вантажопідйомності.

1. Тягач у складі автопоїзда. З розрахунків, які наведено в п. 4.1, маємо що вартість 1 км пробігу складає 98,21 грн. З оптимізаційної моделі маємо, що вартість доставки 94887,56 грн

2. Малотонажний автомобіль. Враховуючи, що вартість 1 км складає 31,7 грн. для повного перевезення вантажу необхідно 14 іздок, то будемо мати, що загальний пробіг перевезення складе 27048 км, відповідно вартість доставки складе 857421,6 грн та додатково витрати на зберігання на складі.

Виходячи з розрахунків маємо, що доцільніше виконати перевезення одним автомобілем великої вантажопідйомності, ніж автомобілями малої вантажопідйомності.

Розглянемо інший варіант з використанням повітряного та автомобільного транспорту. Враховуючи мешну щільність мість (аеропортів), де можна виконувати перевантаження з повітряного транспорту на автомобільний, введемо найближчі до кордону з Україною аеропорти, це аеропорти Варшава, Відень, Будапешт і Прага, таким чином зміняться обмеження і будуть мати наступний вигляд:

$$481,9x_1 + 98,01x_2 + 30000 \rightarrow \min$$

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



$$\begin{cases} 0.002x_1 + 0.02x_2 + 3.35 \leq 120 \\ x_1 = 1455 \\ x_1 = 1245 \\ x_1 = 1450 \\ x_1 = 1035 \\ x_2 \geq 1000 \\ x_1 + x_2 = 2577 \end{cases}$$

Сформуємо аркуш Excel та розв'яжемо задачу.

	x1	x2	c	Задані обмеження	Отримані обмеження
Функція мети	481.9	98.01	30000		
Обмеження					
час	0.002222	0.02	3.35	120	33.14
авіа варшава	0	0	0	1455	0
авіа Відень	0	0	0	1245	0
авіа Будапешт	0	0	0	1450	0
авіа Прага	1	0	0	1035	1035
авто	0	1	0	1000	1332
загальний маршрут	1	1	0	2577	2577
	1	1			
Розв'язок	1035	1542	1		679897.92

Рисунок 3.6 – Розв'язання другої задачі

Маємо, що найдешевша доставка буде з перевантаженням у аеропорті Прага. Загальні витрати складуть 679 897.92 грн, а час на доставку вантажу складе 33.14 год.

## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

### 4.1 Визначення техніко-економічних показників доставки автомобільним транспортом

Для розрахунку техніко-економічних показників у кваліфікаційній роботі магістра пропонується застосовувати погодинно-преміальну систему оплати праці.

Фонд заробітної плати одного водія складає:

$$\Phi ЗП = T \cdot C \cdot K_D, \quad (4.1)$$

де  $T$  – години роботи (згідно попередніх розрахунків 41,38 год);

$C$  – погодинна тарифна ставка, грн (приймаємо 200 грн);

$K_D$  – інтегральний коефіцієнт доплат і надбавок до основної заробітної плати ( $K_D = 1,5$ ).

$$\Phi ЗП = 2 \cdot 41,38 \cdot 200 \cdot 1,5 = 24828 \text{ грн}$$

1. Відрахування по оплаті праці.

$$C_{сз} = \Phi ЗП \cdot \frac{H_{сз}}{100}, \quad (4.2)$$

де  $H_{сз}$  – норматив відрахувань по оплаті праці.

Збір на єдиний соціальний внесок складає 22%. Профспілкові внески – 1%. Прибутковий податок – 18%. Військовий збір – 1,5%. Таким чином, норматив відрахувань по оплаті праці складатиме 42,5% [32].

$$C_{сз} = 24828 \cdot 0,425 = 10551,90 \text{ грн}$$

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2. Витрати на автомобільне паливо.

$$C_n = \left( \frac{H_{Lan}}{100} \cdot L + \frac{H_w}{100} \cdot W \right) \cdot C_l, \quad (4.3)$$

де  $C_l$  – ціна одного літра пального. З урахуванням різниці у цінах на паливо в кожній країні (наприклад, в Україні – 54 грн)

$L$  – загальний пробіг за період у км згідно визначеного маршруту;

$H_{Lan}$  - лінійна базова норма витрат палива на 100 км пробігу автомобіля (л);

$H_w$  – додаткова питома норма витрати палива на 100 ткм, (приймається 1,3 л/100км).

$W$  – транспортна робота (т-км), яка визначається :

$$W = q \cdot \gamma \cdot L_B, \quad (4.4)$$

де  $L_B$  – пробіг автомобіля з вантажем по даній країні, км;

$q$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  – коефіцієнт завантаження (0,5-0,9).

$$W = 28 \cdot 0,9 \cdot 1882 = 47425,4 \text{ т} - \text{км}$$

$$C_n = \left( \frac{30}{100} \cdot 1882 + \frac{1,3}{100} \cdot 47425,4 \right) 54 = 63781,03 \text{ грн}$$

При розрахунку витрат на автомобільне паливо враховувались існуючі обмеження на ввезення пального на територію країн при виконанні міжнародних автомобільних перевезень вантажів.

3. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали.

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{мас} = C_{П} \cdot \frac{У_{мас}}{100}, \quad (4.5)$$

де  $У_{мас}$  – відсоток витрат на мастильні та інші експлуатаційні матеріали від витрат на автомобільне паливо, % (приймаємо 15%).

$$C_{мас} = 63781,03 \cdot 0,15 = 9567,15 \text{ грн}$$

#### 4. Витрати на сервісне обслуговування.

$$C_{то} = \frac{C_{\$}}{100000} \cdot L_M, \quad (4.6)$$

де  $C_{\$}$  – витрати на сервісне технічне обслуговування автомобіля, \$;

$L_M$  – довжина обігового рейсу, км.

$$C_{то} = \frac{1000}{100000} \cdot 1882 = 18,82 \$$$

Сервісне технічне обслуговування доцільно виконувати на спеціалізованих станціях. Окрім цього, однією з умов фірм-постачальників автомобільної техніки є забезпечення власника автомобіля фірмовим технічним обслуговуванням на вказаних постачальником станціях. Тільки при дотриманні даної умови, а також при суворому виконанні правил експлуатації техніки, постачальник надає певні гарантії. Тому витрати на сервісне обслуговування автомобілів європейського виробництва визначаються на основі розцінок спеціалізованих станцій. У більшості випадків вартість річного сервісного обслуговування складає 800-1300 \$ в залежності від марки автомобіля (відповідає пробігу 30-100 тис. км).

#### 5. Витрати на автомобільні шини.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$C_{ш} = \frac{L_M}{1000} \cdot \frac{H_{ш}}{100} \cdot C_{ш} \cdot n_{ш}, \quad (4.7)$$

де  $H_{ш}$  – норматив відрахувань на відновлення шин, у відсотках від балансової вартості шин (1,89%);

$C_{ш}$  – ціна однієї шини, (18000 грн);

$n_{ш}$  – кількість шин (без запасної), встановлених на одиниці рухомого складу.

$$C_{ш} = \frac{1882}{1000} \cdot \frac{1,89}{100} \cdot 18000 \cdot 12 = 7683,08 \text{ грн}$$

#### 6. Амортизація рухомого складу.

Розраховується амортизація за допомогою прямолінійного методу. За таким методом річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується на строк корисного використання об'єкта основних засобів. Прийнято строк корисного використання – 10 років.

$$A = \frac{C_{авт}}{T}, \quad (4.8)$$

де  $C_{авт}$  – ціна одного автомобіля (приймається 800000 грн.);

$T$  – строк корисного використання (10 років).

За формулами 3.9-3.10 знайдемо спочатку амортизацію за рік, потім за добу, а вже тоді – за один оберт. Час оберту беремо з урахування часу простоїв на кордоні.

$$A = \frac{800000}{10} = 80000 \text{ грн}$$

Добова амортизація:

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$A_{\text{дооб}} = \frac{A}{365}, \quad (4.9)$$

$$A_{\text{дооб}} = \frac{80000}{365} = 219,18 \text{ грн}$$

де 365 – кількість календарних днів у році.

Амортизація на один оберт:

$$A_{\text{оберт}} = A_{\text{дооб}} \cdot T_{\text{об}}, \quad (4.11)$$

де  $T_{\text{об}}$  – час обігового рейсу (згідно попередніх розрахунків – 1,72 доби).

$$A_{\text{оберт}} = 219,18 \cdot 1,72 = 376,99 \text{ грн}$$

#### 7. Загальногосподарські витрати.

Суму загальногосподарських витрат визначають як відсоток від прямих витрат:

$$C_{\text{зосп}} = \frac{(\Phi ЗП + C_{\text{сз}} + C_n + C_{\text{мас}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{то}} + A + C_p) \cdot Y_{\text{зосп}}}{100}, \quad (4.12)$$

де  $Y_{\text{зосп}}$  – відсоток загальногосподарських витрат від прямих витрат, % (приймаємо  $Y_{\text{зосп}} = 15\%$ ).

$$C_{\text{зосп}} = (24828 + 10511,90 + 63781,03 + 9567,15 + 715,16 + 7683,0 + 376,99) \cdot 0,15 = 17619,48 \text{ грн}$$

Усі перераховані статті витрат зводяться в таблицю (значення округлюються до цілого числа). При чому враховується, що одночасно працювали два водія. За підсумками табл. 4.1 визначаються загальні витрати на виконання одного обігового рейсу  $C$ .

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 4.1 – Витрати на виконання рейсу

№ з/п	Статті витрат	Значення, грн.
1	Оплата праці водіїв	24828
2	Відрахування по оплаті праці	10511,90
3	Витрати на автомобільне паливо	63781,03
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	9567,15
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	715,16
6	Витрати на автомобільні шини	7683,08
7	Амортизація рухомого складу	376,99
8	Загальгосподарські витрати	17619,48
	Загальні витрати	135082,71

8. Собівартість 1 км пробігу.

$$S_{1км} = \frac{C}{L_m}, \quad (4.13)$$

де  $C$  – загальні витрати на експлуатацію.

$$S_{1км} = \frac{135082,71}{1882} = 71,77 \text{ грн}$$

9. Собівартість 1т-км пробігу.

$$S_{1т-км} = \frac{S_{1км}}{q \cdot \gamma \cdot \beta}, \quad (4.14)$$

$$S_{1т-км} = \frac{71,77}{28 \cdot 0,6 \cdot 12} = 0,36 \text{ грн}$$

10. Розрахункові тарифи на 1км та 1 т-км транспортної роботи

Виконав	Водолазський А.М.					КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

визначаються відповідно за формулами:

$$T_{км} = S_{1км} \cdot \left(1 + \frac{H_{П}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right), \quad (4.15)$$

$$T_{т-км} = S_{1т-км} \cdot \left(1 + \frac{H_{П}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right), \quad (4.16)$$

$$T_{км} = 71,77 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 98,21 \text{ грн}$$

$$T_{т-км} = 0,36 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 0,50 \text{ грн}$$

де  $H_n$ ,  $H_{пдв}$  – відповідно норма витрат та ставка податку на додану вартість, % (приймається відповідно 15 и 20 %).

#### 4.2 Визначення техніко-економічних показників доставки повітряним транспортом

В даному розділі визначається собівартість льотної години, що представляє собою суму експлуатаційних витрат, що припадає на 1 льотну годину; і собівартість тонно-кілометра, яка визначається як сума експлуатаційних витрат, яка припадає на 1 тонно-кілометр.

Методика розрахунку собівартості льотної години ВС зводиться до розрахунків і виділенню трьох груп статей витрат, які можуть бути прямо включені в собівартість льотної години, але при цьому розрізняються способами розрахунків.

До першої групи (1) відносяться прямі витрати безпосередньо пов'язані з нальотом годин за типами ВС ( $C_{\text{прям}}$ ), вони розраховуються на льотну годину:

- 1.1. Витрати по авіа ПММ ( $C_{\text{гсм}}$ ).
- 1.2. Амортизація літаків, вертольотів і авіадвигунів, тобто  $V_{\text{ес}}$  ( $C_{\text{ам}}$ ).
- 1.3. Відрахування в ремонтний фонд ( $C_{\text{рф}}$ ).
- 1.4. Витрати на періодичне технічне обслуговування ( $C_{\text{пто}}$ ).
- 1.5. Витрати на заробітну плату льотного складу і бортпроводників ( $C_{\text{зп}}$ )

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 05 ПЗ



1.6. Відрахування на соціальні потреби ( $C_{отч}$ ).

1.7. Витрати на страхування ВС ( $C_{страх}$ ).

До другої групи (2) відносяться прямі витрати  $C_{пр}$  безпосередньо пов'язані з виконанням рейсів, вони розраховуються на парний рейс за типами ВС.  $\Sigma P_{прям}$ :

2.1. Аеропортові витрати ( $P_{ап}$ ).

2.2. Витрати за оперативне технічне обслуговування ( $P_{від}$ ).

2.3. Витрати на харчування пасажирів і екіпажів в рейсі ( $P_{піт}$ ).

2.4. Витрати на метеообслуговування ( $P_{мо}$ ).

2.5. Аеронавігаційні збори ( $P_{аено}$ ).

2.6. Відрахування агенціям ( $P_{ар}$ ).

До третьої групи (3) відносяться накладні витрати ( $C_{накл}$ ), вони розраховуються непрямым шляхом.

3.1. Інші виробничі і загальногосподарські витрати ( $C_{пр}$ ).

Собівартість льотної години і-го типу літака ( $C$ ) визначається шляхом підсумовування всіх статей витрат по формулах:

$$Z_{ЛЧ} = C_{пр} + C_{прям} + Z_{накл} \quad (4.17)$$

$$C_{пр} = C_{гсм} + C_{ам} + C_{рф} + C_{пто} + C_{зп} + C_{отч} + C_{страх} \quad (4.18)$$

$$C_{прям} = \frac{\sum C_{пр}}{2t_{рейс}} \quad (4.19)$$

$$Z_{накл} = C_{пр} \quad (4.20)$$

Визначення витрат по оплаті праці льотного складу і бортпроводників

Витрати на оплату праці льотного складу і бортпроводників у розрахунку на льотну годину визначаються шляхом ділення місячного фонду оплати праці цих працівників на місячну норму нальоту екіпажів. Фонд оплати праці членів екіпажу за місяць включає виплати заробітної плати, розрахованої на основі посадових окладів, відрядних розцінок, премій, надбавок та інших виплат, відповідно до положень «Галузевої тарифної угоди працівників ГА».

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на заробітну плату льотного складу і бортпровідників включають погодинну оплату праці екіпажу за місяць, що базується на окладах III класу, надбавках за класність, преміях та відрядній заробітній платі за наліт годин з урахуванням складності польотів.

Погодинна частина заробітної плати визначається залежно від складу екіпажу, окладу члена екіпажу, мінімального рівня заробітної плати в країні, галузевого підвищувального коефіцієнта та нормованої складності праці. Диференціація оплати за складністю праці встановлюється відповідно до тарифної сітки коефіцієнтів, які застосовуються до робітників, фахівців, службовців і керівників підприємств. Тарифні коефіцієнти визначаються для кожного члена екіпажу залежно від класу літака, професії та посади.

Оклад III класу кожного члена екіпажу ( $O_k$ ) і всім членам екіпажу визначається за формулою:

$$O_k = 3\Pi_{\min} \cdot k_2 \cdot k_m \quad (4.21)$$

де  $3\Pi_{\min}$  - мінімальна заробітна плата в Україні (Прийняти рівною 8000 грн)

$k_2$  - галузевої коефіцієнт (3,0-3,5);

$k_m$  - тарифний коефіцієнт і-го розряду

Таблиця 4.2 – Посада і відповідний тарифний розряд для працівника Boeing 737:

Посада	Розряд
Командир ВС (КВС)	XXIII
Другий пілот (ВП)	XXI
Бортінженер (БИ)	XXI

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

ІЛ-86:

Посада	Розряд
Командир ВС (КВС)	XXIV
Другий пілот (ВП)	XXII
Бортінженер (БИ)	XXII
Штурман (ШТ)	XXII

Надбавки льотному складу за I клас складають 40%, за II клас-20% від окладу III класу, бортпроводників I класу-25%, II класу-10%

Премія льотному складу за безаварійний наліт годин, за умови високої якості роботи, виплачується у відсотках від окладу III класу (в розрахунках можна прийняти 30%). Відрядна заробітна плата розраховується на основі часових ставок для командира корабля. Мінімальні гарантовані годинні ставки для командирів кораблів (за типами ВС) встановлюються в «Галузевій тарифній угоді». При збільшенні мінімальної заробітної плати по країні годинні ставки індексуються.

Годинні ставки для командирів кораблів диференціюються залежно від типу ВС і складності польотів. Для інших членів екіпажу годинні ставки визначаються з урахуванням знижувальних коефіцієнтів.

Розрахунок фонду оплати праці представлений в таблицях 4.3 і 4.4.

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 – Розрахунок оплати праці для екіпажу Boeing 737

Посада	Кількість	Погодинна				Всього ЗП за місяць
		Оклад III кл.	Надбав ка за кл	Премія	Всього	
КВС	1	11401	4560.4	3420.3	19381.7	11401
ВП	1	10280	4112	3084	17476	10280
БИ	1	10280	4112	3084	17476	10280
Інші працівники	6	7449	2979.6	2234.7	12663.3	44694
Всього	9	47420	18968	14226	80614	84665

Таблиця 4.4 – Розрахунок оплати праці для екіпажу ІЛ-86

Посада	Кількість	Погодинна				Всього ЗП за місяць
		Оклад III кл	Надбавка за кл	Премія	Всього	
КВС	1	11641	4656.4	3492.3	19789.7	19789.7
ВП	1	10840	4336	3252	18428	18428
БИ	1	10840	4336	3252	18428	18428
ШТ	1	10840	4336	3252	18428	18428
БП	10	7449	2979.6	2234.7	12663.3	126633
	14	60181	24072.4	18054.3	102307.7	230848.1

Відрахування на соціальні потреби.

Витрати за цією статтею включають себе відрахування на соціальне і медичне страхування і в пенсійний фонд. Величина відрахувань визначається за діючими нормативами, у відсотках (38%) від суми заробітної плати льотного складу, бортпровідників.

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{отч} = C_{зн} \cdot 0,38 \quad (4.22)$$

BOEING 737:  $C_{отч} = 0,38 \cdot 84\,665 = 32172,7$  грн.

ІЛ-86:  $C_{отч} = 0,38 \cdot 230\,848 = 87722,24$  грн.

Визначення прямих витрат II групи.

Аеропортові витрати.

Аеропортові витрати ( $P_{ап}$ ) розраховуються на парний рейс і складаються з наступних складових:

$$P_{ап} = P_{ВП} + P_{без} + P_{нас} + P_{нас} + P_{гр} \quad (4.23)$$

Де:  $P_{ВП}$  - збір за зліт-посадку на льотну годину, тис. грн .;

$P_{без}$  - збір за забезпечення авіаційної безпеки в зоні аеропорту на льотну годину, тис. грн .;

$P_{нас}$  - збір за користуванням аеровокзал, тис. грн .;

$P_{гр}$  - збір за комерційне наземне обслуговування вантажу, пошти, багажу, тис. грн.

Збір за зліт-посадка встановлюється за послуги із забезпечення прийому-випуску (літако-вильоти) ВС, що чиниться аеропортами відправлення і призначення. Ставка збору встановлюється за одну тону максимальної злітної маси ПС за шкалою диференційованої за наступними коефіцієнти: літаки до 12т - 0,5; літаки понад 12т - 1,0; вертольоти - 0,5.

У розрахунку на один парний рейс збір за зліт-посадка ( $P_{ап}$ ) розраховується за формулою:

$$P_{ВП} = G_0 \cdot \sum S_{вн} \cdot K_0 \quad (4.24)$$

Де:  $G_0$  - злітна маса ЛА, т .;

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$S_{en}$  - ставка збору за зліт-посадку за 1 тону максимальної злітної маси ВС, тис. грн / т в j-м аеропорту

$K_{\partial}$  - коефіцієнт диференціації по злітній вазі.

BOEING 737: РВП =  $66 \cdot (0,099 + 0,139) \cdot 0,5 = 7.854$  тис. Грн.

ІЛ-86: РВП =  $210 \cdot (0,099 + 0,139) \cdot 1 = 49.98$  тис. Грн.

Збір за забезпечення авіаційної безпеки в зоні аеропорту встановлюється на одну тону злітної маси ВС і розраховується за формулою:

$$P_{без} = G_{\partial} \cdot \sum S_{без} \cdot K_{\partial} \quad (4.25)$$

Де:  $S_{без}$  - ставка збору за авіаційну безпеку за одну тону максимальної злітної маси в j-м аеропорту, грн. / т.

BOEING 737:  $P_{без} = 66 \cdot (0,037 + 0,056) \cdot 0,5 = 3.069$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{без} = 210 \cdot (0,037 + 0,056) \cdot 1 = 19.53$  тис. Грн.

Збір за користування аеровокзал встановлюється ( $P_{пас}$ ) встановлюється відповідно до технології обслуговування пасажирів в зоні і будівлі аеровокзалу. Ставка збору встановлюється на 1 пасажиря окремо для внутрішніх і міжнародних перевезень.

На один парний рейс ці збори визначаються так:

$$P_{пас} = N_{пас} \cdot \gamma_{пас} \cdot \sum S_{пас} \quad (4.26)$$

Де:  $N_{пас}$  - пасажирська місткість літака, чол. ;

$\gamma_{пас}$  - коефіцієнт використання пасажирських крісел;

$S_{пас}$  - ставка зборів за користування аеровокзал j-го аеропорту, грн. / Пас.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

BOEING 737:  $P_{nacc} = 335 \cdot 0,8 \cdot (0,0167 + 0,034) = 13.59$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{nacc} = 350 \cdot 0,8 \cdot (0,0167 + 0,034) = 14.2$  тис. Грн.

Комерційне обслуговування повітряних суден включає роботи по обслуговуванню обробки багажу і розраховується на підставі тарифів за послуги з комерційного обслуговування одного пасажирів ( $S_{пас}$ ) і однієї тони вантажу, пошти, багажу ( $S_{гр}$ ) в  $j$ -м аеропорту. У розрахунку на один парний рейс ці витрати визначаються наступним чином:

$$P_{пас} = N_{пас} \cdot \gamma_{пас} \cdot \sum S_{пас} \quad (4.27)$$

$$P_{гр} = (q_{ком} - N_{пас} \cdot \gamma_{пас} \cdot 0,09) \cdot \sum S_{гр} \quad (4.28)$$

Де:  $P_{пас}$ ;  $P_{гр}$  - витрати на один парний рейс за комерційне обслуговування, відповідно, пасажирів, вантажу, пошти, багажу;

$q_{ком}$  - гранична комерційна завантаження  $i$ -ого типу ВС, т.

BOEING 737:  $P_{nacc} = 335 \cdot 0,8 \cdot (0,0671 + 0,0975) = 44.11$  тис. Грн.

$P_{гр} = (20.5 - 335 \cdot 0,8 \cdot 0,09) \cdot (1,08 + 2,13) = 8.33$  тис. Грн

ІЛ-86:  $P_{nacc} = 350 \cdot 0,8 \cdot (0,0671 + 0,0975) = 46.09$  тис. Грн.

$P_{гр} = (42 - 350 \cdot 0,8 \cdot 0,09) \cdot (1,08 + 2,13) = 38.64$  тис. Грн.

Сумарні витрати аеропортів рівні:

BOEING 737:  $P_{ан} = 8.33+44.11+13.59+3.069+7.85=76.95$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{ан} = 46.09+38.64+14.2+19.53+49.98=168.44$  тис. Грн.

Витрати по оперативному технічного обслуговування ВС.

Витрати по оперативному технічному обслуговуванню (ОТО) щодо забезпечення літака-вильоту ПС на 1 парний рейс визначаються за формулою:

$$P_{ото} = THЧ \cdot \sum S_{нч} \quad (4.29)$$

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де:  $S_{нч}$  - ставка збору за нормо-годину оперативного технічного обслуговування по забезпеченню літако-вильоти  $j$ -м аеропорту

$TНЧ$  - трудомісткість ОТО  $i$ -го типу ВС в  $j$ -м аеропорту

ТУ-2904В:  $P_{omo} = (28,5 + 29,6) \cdot (0,218 + 0,175) = 22,833$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{omo} = (32,1 + 33,7) \cdot (0,218 + 0,175) = 25,859$  тис. Грн.

Витрати на харчування екіпажів в рейсі.

Витрати за цією статтею розраховуються виходячи з кількості членів екіпажів ( $N_{лс} + N_{бп}$ ), а так само вартості борт-харчування (Спіт) (приймаємо 120 грн.):

$$P_{nim} = (N_{кр} \cdot \gamma_{нас} + N_{лс} + N_{бп}) \cdot S_{nim} \quad (4.30)$$

BOEING 737:  $P_{nim} = (335 \cdot 0,8 + 3 + 7) \cdot 0,12 = 33.36$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{nim} = (350 \cdot 0,8 + 4 + 12) \cdot 0,12 = 35.52$  тис. Грн.

Витрати за метеообслуговування.

Витрати за метеообслуговування в зоні аеропорту на парний рейс (РМТ) визначаються на основі ставок за метеообслуговування ВС в  $j$ -м аеропорту і розраховуються за формулою:

$$P_{mt} = \sum S_{mo} \quad (4.31)$$

Де:  $S_{mo}$  - ставка зборів за метеообслуговування ВС в  $j$ -м аеропорту, грн. / С.в.

BOEING 737:  $P_{MO} = 0,7786 + 1,280 = 2,059$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{MO} = 0,7786 + 1,280 = 2,059$  тис. Грн.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Аеронавігаційні збори.

Витрати на аеронавігаційне обслуговування визначаються на основі опублікованих зборів, які дійсні на території країн:

$$P_{aено} = 2 \cdot L_{вл} \cdot \frac{S_{aено}}{100} \quad (4.32)$$

Де:  $L_{вл}$  - дальність польоту, км;

$S_{aено}$  - ставка зборів за аеронавігації на 100 км в залежності від злітної маси ВС, грн. / 100км.

BOEING 737:  $P_{aено} = 2 \cdot 1493 \cdot 0,189 / 100 = 5.64$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{aено} = 2 \cdot 1493 \cdot 0,268 / 100 = 7.91$  тис. Грн.

Відрахування агентству.

Витрати за цією статтею на один парний рейс встановлюються у вигляді відсотка від суми доходів за рейс і розраховуються за формулою:

$$P_{аз} = A_z \cdot 2t_{рейс} \cdot d \cdot a \quad (4.33)$$

Де:  $d$  - середній тариф з урахуванням ПДВ, що отримується від виробництва одного тонно-кілометра (можна прийняти умовно 45 грн / т-км).

$a$  - ставка відрахувань агенству (0,08).

BOEING 737:  $P_{аз} = 13468.5 \cdot 2 \cdot 2.42 \cdot 0,045 \cdot 0,08 = 234.68$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $P_{аз} = 25200 \cdot 2 \cdot 2.42 \cdot 0,045 \cdot 0,08 = 439.08$  тис. Грн.

Сумарні витрати по II групі віднесені до одного льотному годині:

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

KPM 275 05 ПЗ

BOEING 737: Спрям =  $(8.33+44.11+13.59+3.069+7.85+234.68) / (2 \cdot 2.42) = 64.39$  тис. Грн.

ІЛ-86: Спрям =  $(46.09+38.64+14.2+19.53+49.98 + 439.08) / (2 \cdot 2.42) = 125.52$  тис. Грн.

Визначення накладних витрат (ІІІ група).

Інші виробничі і загальногосподарські витрати.

Ця стаття витрат включає витрати на формене обмундирування, на оплату праці апарату управління, навчально-тренувальних і обчислювальних центрів; амортизаційні відрахування наземних основних фондів, матеріальні витрати та інші витрати, які не ввійшли до складу прямих витрат І і ІІ групи. Величина витрат за цією статтею визначається у відсотках (приблизно 15%) від суми прямих витрат.

$$C_{np} = 0,15 \cdot (C_{np} + C_{прям}) \quad (4.35)$$

BOEING 737:  $C_{np} = 0,15 \cdot (122,925 + 64.39) = 28.09$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $C_{np} = 0,15 \cdot (216,17 + 125.52) = 51.25$  тис. Грн.

На підставі проведених розрахунків визначимо сумарну собівартість льотної години:

BOEING 737: СЛЧ =  $122,925 + 64.39 + 28.09 = 215.41$  тис. Грн.

ІЛ-86: СЛЧ =  $216,17 + 125.52 + 51.25 = 392.94$  тис. Грн.

Визначення собівартості тонно-кілометра і собівартості парного рейсу.

Собівартість тонно-кілометра визначається діленням собівартості льотної години ( $A_4$ ) на планову годинну продуктивність (СЛЧ) конкретного типу ПС:

$$C_{т-км} = \frac{C_{лч}}{A_2} \quad (4.36)$$

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

BOEING 737:  $C_{т-км} = 215405/13465.5 = 14,361$  грн. / т-км

ІЛ-86:  $C_{т-км} = 392940/25200 = 15.59$  грн. / т-км

Собівартість парного рейсу (Сп.р.) розраховується шляхом множення собівартості льотної години на час парного рейсу:

BOEING 737:  $C_{п.р.} = 215405 \cdot 2 \cdot 2.42 = 1042,560$  тис. Грн.

ІЛ-86:  $C_{п.р.} = 392940 \cdot 2 \cdot 2.42 = 1901.830$  тис. Грн.

Результати розрахунків собівартості льотної години (СЛЧ), тонно-кілометра ( $C_{ткм}$ ) і парного рейсу по порівнюваним типам ЛА наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Собівартість перевезення

Стаття витрат	С <sub>лч</sub> Боінг, тис. грн.	С <sub>лч</sub> ІЛ, тис. грн.
I група прямих витрат		
1.1. Авіа паливо	33,372	83,430
1.2. Амортизація СВАД	62,3	52,5
1.3. Ремонтний фонд СВАД	128,16	108
1.4. Витрати по ПТО	18,69	15,75
1.5. ЗП екіпажу	84,665	230,848
1.6. Податки	0,321	0,877
II група прямих витрат		
2.1. Аеропортові витрати	76,95	168,44
2.2. Витрати на ОТО	22,83	25,83
2.3. Витрати на харчування	33,36	35,52
2.4. Витрати на метеообслуговування	2,059	2,059
2.5. Аеронавігаційні витрати	5,64	7,91
2.6. Витрати на агенство	234,68	439,08

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

III група: Накладні витрати	25,491	42,968
3.1. Інші господарські витрати	25,491	42,968
Всього: собівартість год польоту ,тис.грн./л.ч.	215,41	392,94
Собівартість тонно-кілометру, грн./ткм.	14,36	15,59
Собівартість парного рейсу, тис.грн./рейс	1042,560	1901,830

Визначення показників економічної ефективності літаків

До показників економічної ефективності відносяться наступні показники:

- загальні капітальні вкладення (інвестиції) за варіантами ЛА ( $\Sigma K$ );
- балансовий прибуток ( $\Sigma П_{\text{бал}}$ );
- чистий прибуток ( $\Sigma П_{\text{чист}}$ );
- чистий приведений дохід (NPV);
- термін окупності інвестицій ( $T_{\text{ок}}$ );
- сума накопиченої чистого прибутку до кінця експлуатації ВС.

Для визначення показників ефективності інвестицій необхідно розрахувати річну суму доходів і експлуатаційних витрат від впровадження ЛА.

Річна сума витрат ( $\Sigma D$ ) визначається за формулою:

$$\Sigma D = W_{\text{ткм}} \cdot T_{\text{ар}} \quad (4.37)$$

де:  $W_{\text{ткм}}$  - річний обсяг робіт, тобто річний експлуатаційний тонно-кілометраж;

$T_{\text{ар}}$  - тариф за ткм (по порівнюваним типам ЛА він приймається однаковим) і визначається за формулою:

$$T_{\text{ар}} = C_{\text{ткм}} \cdot K_p \quad (4.38)$$

Де:  $K_p$  - коефіцієнт рентабельності (приймається рівним 1,2-1,3),

$C_{\text{ткм}}$  - собівартість тонно-кілометра (приймається з двох типів ВС найбільша  $C_{\text{ткм}}$ ).

Виконав	Водолазський А.М.					КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

За умови, що  $W_{\text{ткм}}$  і тариф двох літаків однакові, сума доходів цих літаків буде дорівнює:

$$\text{Тар} = 15.59 \cdot 1,22 = 19.02 \text{ грн. / Ткм.}$$

$$\text{BOEING 737: } \Sigma D = 657350.4 \cdot 19.02 = 12502.8 \text{ млн. Грн.}$$

$$\text{ІЛ-86: } \Sigma D = 649600 \cdot 19.02 = 12335.39 \text{ млн. Грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати визначаються так:

$$\Sigma P_{\text{експ}} = W_{\text{т-км}} \cdot C_{\text{т-км}} \quad (4.39)$$

$$\text{BOEING 737: } \Sigma P_{\text{експл}} = 657350.4 \cdot 14.361 = 9440.21 \text{ млн. Грн.}$$

$$\text{ІЛ-86: } \Sigma P_{\text{експл}} = 649600 \cdot 15.59 = 10127.26 \text{ млн. Грн.}$$

Сума балансового прибутку визначається як різниця суми доходів і експлуатаційних витрат:

$$\Sigma \Pi_{\text{бал}} = \Sigma D - \Sigma P_{\text{експл}} \quad (4.40)$$

$$\text{BOEING 737: } \Sigma \Pi_{\text{бал}} = 12502.8 - 9440.21 = 3062.59 \text{ млн. Грн.}$$

$$\text{ІЛ-86: } \Sigma \Pi_{\text{бал}} = 12335.39 - 10127.26 = 2208.13 \text{ млн. Грн.}$$

Сума чистого прибутку розраховується за формулою:

$$\Sigma \Pi_{\text{чб}} = \Sigma \Pi_{\text{бал}} - \text{НП} + A_m \quad (4.41)$$

де:  $\text{НП}$  - податок на прибуток (дорівнює 24% від  $\Pi_{\text{бал}}$ );

$\Sigma A_m$  - річна сума амортизаційних відрахувань вес і -го типу;

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum A_m = n_{bc} \cdot C_{am} \cdot W_{ph} \quad (4.42)$$

де:  $C_{am}$  - витрати на амортизацію на 1 льотну годину ЛА і -го типу;

$W_{лч}$  - річний наліт годин і-го типу ЛА;

$n_{bc}$  - кількість ВС і-го типу.

BOEING 737:  $НП = 0,24 \cdot 3062.59 = 735.02$  млн. Грн.

$\Sigma A_m = 1 \cdot 27,349 \cdot 2800 = 71,107$  млн. Грн.

$\Sigma П_{чист} = 3062.59 - 735.02 + 71,107 = 2398.68$  млн. Грн.

ІЛ-86:  $НП = 0,24 \cdot 2208.13 = 529.95$  млн. Грн.

$\Sigma A_m = 1 \cdot 31,243 \cdot 2900 = 93,729$  млн. Грн.

$\Sigma П_{чист} = 2208.13 - 529.95 + 93,729 = 1771.909$  млн. Грн.

Загальні капітальні вкладення (інвестиції) за порівнюваним типам ЛА рівні:

$$\sum K = n_{bc} \cdot S_{bc} \cdot Z \quad (4.43)$$

де:  $n_{bc}$  - кількість ВС і-го типу;

$S_{bc}$  - вартість ВС і-го типу;

$Z$  - коефіцієнт супутніх капітальних вкладень (прийняти рівним 1,1)

BOEING 737:  $\Sigma K = 1 \cdot 890 \cdot 1,1 = 979$  млн. Грн.

ІЛ-86:  $\Sigma K = 1 \cdot 750 \cdot 1,1 = 825$  млн. Грн.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

KPM 275 05 13



Таблиця 5.1 – Пропускна здатність митного складу

Вид транспортних засобів	Потужність (за добу)		Завантаженість, %
	проектна	фактична за 2021 рік	
Вантажні автомобілі (од.)	420	500	

У даній роботі знайдено математичне очікування за допомогою методу Монте-Карло, за умов, що кількість обслужених заявок за час  $T=T_{max}$  годин. Для вирішення задачі за заданими вихідними даними (див. табл. 5.2) було виконано шість випробувань.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані

$\lambda$	$\Delta t$	$T_{max}$
5 авт./год.	0,45 год.	4 години

Розглянемо докладно оформлення випробування №1 (див. табл. 4.3). Нехай  $T_1=0$  – момент знаходження першої заявки. Заявка надходить у перший канал і буде ним  $\ln r_i$  обслужена. Момент закінчення обслуговування першої заявки  $T_1+0,45=0+0,45=0,9=27$  хв. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Моменти знаходження наступних заявок знайдемо за формулою:

$$T_i = T_{i-1} + t_i, \quad (5.1)$$

де  $t_i$  – тривалість часу між двома послідовними заявками з номерами  $i-1$  та  $i$ .

Можливі значення  $t_i$  розраховуємо за формулою:

$$t_i = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln r_i / 24 = \left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln r_i) / 24. \quad (5.2)$$

Виконав	Водолазський А.М.					КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Враховуючи, що за умовою завдання  $\lambda=5$ , отримаємо  $t_i=0,2(-\ln r_i)$ .

Випадкові числа  $r_i$ , беремо з Таблиці випадкових чисел. Для знаходження часу між надходженнями першої і другої заявки беремо дане число  $r_i=0,71$ .

$$T_2 = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$$

Перша заявка надійшла в момент  $T_1=0$ . Отже, друга заявка надійде в момент

$$T_2 = T_1 + 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} = 0 + 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} = 4 \text{ хв. } 54 \text{ с.}$$

У цей момент перший канал ще зайнятий обслуговуванням першої заявки, тому друга заявка надійде у другий канал і буде ним обслужена. В момент закінчення обслуговування другої заявки:

$$T_2 + 27 \text{ хв} = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} + 27 \text{ хв} = 31 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$$

В лічильник обслужених заявок додаємо одиницю.

Згідно з наступним випадковим числом  $r_2 = 0,86$  розраховуємо час  $t_3$  між надходженнями другої та третьої заявки:

Таблиця 5.3 – Випробування №1

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,11	0:26:29	0:32:24	0:59:24			1	
5	0,8	0:02:41	0:35:05		1:02:05		1	
6	0,5	0:08:19	0:43:24			1:10:24	1	
7	0,54	0:07:24	0:50:48					1
8	0,31	0:14:03	1:04:51	1:31:51			1	
9	0,39	0:11:18	1:16:09		1:43:09		1	
10	0,8	0:02:41	1:18:50			1:45:50	1	

Виконав		Водолазський А.М.		КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0,82	0:02:23	1:21:13					1
12	0,77	0:03:08	1:24:21					1
13	0,32	0:13:40	1:38:01	2:05:01			1	
14	0,01	0:55:16	2:33:17	3:00:17			1	
15	0,72	0:03:57	2:37:13		3:04:13		1	
16	0,56	0:06:57	2:44:11			3:11:11	1	
17	0,82	0:02:23	2:46:34					1
18	0,48	0:08:48	2:55:22					1
19	0,21	0:18:44	3:14:06	3:41:06			1	
20	0,11	0:26:29	3:40:35		4:07:35		1	
21	0,57	0:06:45	3:47:20	4:14:20			1	
22	0,82	0:02:23	3:49:43			4:16:43	1	
24	0,39	0:11:18	4:01:01	стоп				
			Стоп					
						Всього	17	5

$$t_3 = 0,31(-\ln 0,67)/24 = 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.}$$

Друга заявка надійшла в момент  $T_2 = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$  Тому третя заявка надійде в момент:

$$T_3 = T_2 + 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.} = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.} + 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.} = 5 \text{ хв. } 55 \text{ с.}$$

У цей момент перший та другий канал ще зайняті, тому третя заявка надійде в третій канал. Момент закінчення обслуговування третьої заявки:

$$T_3 + 27 \text{ хв.} = 5 \text{ хв. } 55 \text{ с.} + 27 \text{ хв.} = 32 \text{ хв. } 55 \text{ с.}$$

Подальший розрахунок проводиться аналогічно, причому, якщо в момент надходження заявки усі канали зайняті – (момент надходження заявки менше кожного з моментів закінчення обслуговування), то у лічильник черги додаємо одиницю.

Слід відзначити, що обслуговування 24-ї заявки закінчиться в момент  $T_{24} = 4 \text{ год. } 01 \text{ хв.} > 4 \text{ год. } 00 \text{ хв.}$ , тому ця заявка також стане у чергу.

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 05 ПЗ

Із першої таблиці, знаходимо, що за 4 год. Всього надійшло 22 заявок; обслужено  $x_1 = 17$  заявок.

Виконавши аналогічно ще п'ять випробувань (див. табл. 4.4 – 4.8), одержимо:

$$x_1 = 17, x_2 = 12, x_3 = 5, x_4 = 12, x_5 = 11, x_6 = 16.$$

Як оцінку шуканого математичного очікування  $a^*$  числа обслужених заявок приймемо вибірккову середню:

$$a^* = x = (17+12+5+12+11+16) / 6 = 12.$$

Загальні підсумки розрахунків зведені до таблиці 5.9.

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}} \quad (5.3)$$

Так як  $t_{обсл} = 27$  хв. (згідно завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,45} \approx 2,22(\text{хв}^{-1});$$

Таблиця 5.4 – Випробування №2

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,82	0:02:23	0:02:23		0:29:23		1	
3	0,53	0:07:37	0:10:00			0:37:00	1	
4	0,83	0:02:14	0:12:14					1
5	0,45	0:09:35	0:21:49					1
6	0,29	0:14:51	0:36:40	1:03:40			1	

## Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	0,96	0:00:29	0:37:10		1:04:10		1	
8	0,34	0:12:57	0:50:06			1:17:06	1	
9	0,06	0:33:46	1:23:52	1:50:52			1	
10	0,28	0:15:17	1:39:09		2:06:09		1	
11	0,89	0:01:24	1:40:33			2:07:33	1	
12	0,8	0:02:41	1:43:13					1
13	0,83	0:02:14	1:45:27					1
14	0,13	0:24:29	2:09:56	2:36:56			1	
15	0,74	0:03:37	2:13:33		2:40:33		1	
16	0,67	0:04:48	2:18:21			2:45:21	1	
17	0,0000 001	3:13:25	5:31:47	стоп				
			Стоп					
					Всього	12	4	

Таблиця 5.5 – Випробування №3

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,00000 01	3:13:25	3:13:25	3:40:25			1	
3	0,78	0:02:59	3:16:24		3:43:24		1	
4	0,45	0:09:35	3:25:59			3:52:59	1	
5	0,52	0:07:51	3:33:50					1
6	0,16	0:21:59	3:55:49	4:22:49			1	
7	0,42	0:10:25	4:06:14	стоп				
			Стоп					
						Всього	5	1

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.					68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 – Випробування №4

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	відмовлених
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,66	0:04:59	0:04:59		0:31:59		1	
3	0,79	0:02:50	0:07:49			0:34:49	1	
4	0,51	0:08:05	0:15:54					1
5	0,76	0:03:18	0:19:11					1
6	0,62	0:05:44	0:24:55					1
7	0,11	0:26:29	0:51:25	1:18:25			1	
8	0,39	0:11:18	1:02:43		1:29:43		1	
9	0,9	0:01:16	1:03:59			1:30:59	1	
10	0,99	0:00:07	1:04:06					1
11	0,05	0:35:57	1:40:03	2:07:03			1	
12	0,46	0:09:19	1:49:22		2:16:22		1	
13	0,73	0:03:47	1:53:08			2:20:08	1	
14	0,48	0:08:48	2:01:57					1
15	0,001	1:22:54	3:24:50	3:51:50			1	
16	0,51	0:08:05	3:32:55		3:59:55		1	
17	0,76	0:03:18	3:36:13			4:03:13	1	
18	0,49	0:08:34	3:44:46					1
19	0,02	0:46:57	4:31:43	стоп				
			Стоп					
					Всього		12	6

Виконав	Водолазський А.М.			КРМ 275 05 ПЗ				Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 5.7 – Випробування №5

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,66	0:04:59	0:04:59		0:31:59		1	
3	0,79	0:02:50	0:07:49			0:34:49	1	
4	0,51	0:08:05	0:15:54					1
5	0,76	0:03:18	0:19:11					1
6	0,62	0:05:44	0:24:55					1
7	0,11	0:26:29	0:51:25	1:18:25			1	
8	0,39	0:11:18	1:02:43		1:29:43		1	
9	0,0001	1:50:31	2:53:14	3:20:14			1	
10	0,99	0:00:07	2:53:21		3:20:21		1	
11	0,59	0:06:20	2:59:41			3:26:41	1	
12	0,02	0:46:57	3:46:38	4:13:38			1	
13	0,73	0:03:47	3:50:25		4:17:25		1	
14	0,48	0:08:48	3:59:13			4:26:13	1	
15	0,87	0:01:40	4:00:53	стоп				
			Стоп					
					Всього	11	3	

Таблиця 5.8 – Випробування №6

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,8	0:02:41	0:08:36					1
5	0,12	0:25:27	0:34:02	1:01:02			1	

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 05 ПЗ

## Продовження табл. 5.8

6	0,43	0:10:08	0:44:10		1:11:10		1	
7	0,56	0:06:57	0:51:08			1:18:08	1	
8	0,35	0:12:36	1:03:43	1:30:43			1	
9	0,17	0:21:16	1:24:59		1:51:59		1	
10	0,72	0:03:57	1:28:56			1:55:56	1	
11	0,7	0:04:17	1:33:13	2:00:13			1	
12	0,08	0:30:19	2:03:31		2:30:31		1	
13	0,15	0:22:46	2:26:17	2:53:17			1	
14	0,45	0:09:35	2:35:52		3:02:52		1	
15	0,31	0:14:03	2:49:55			3:16:55	1	
16	0,82	0:02:23	2:52:18					1
17	0,23	0:17:38	3:09:56	3:36:56			1	
18	0,74	0:03:37	3:13:33		3:40:33		1	
19	0,01	0:55:16	4:08:49	стоп				
			Стоп					
					Всього		16	2

Таблиця 5.9 – Визначення ймовірності відмов та обслуговування

Номер випробування $i$	Надійшло заявок	Обслужено заявок	Тривалість обслуговування	Ймовірність обслуговування	Ймовірність відмов
	$N_{j \text{ пост}}$	$N_{j \text{ обл}}$	$t_{j \text{ обл}}$	$P_{\text{job}} = N_{\text{job}}/N_{\text{пос}}$	$P_{\text{від}} = 1 - P_{\text{job}}$
1	22	17	27 хв. 00 с.	0,77	0,23
2	16	12	27 хв. 00 с..	0,75	0,25
3	6	5	27 хв. 00 с.	0,83	0,17
4	18	12	27 хв. 00 с.	0,66	0,34
5	14	11	27 хв. 00 с.	0,79	0,21
6	18	16	27 хв. 00 с.	0,89	0,11
Середнє значення	16	12	27 хв. 00 с.	0,75	0,25

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}; \quad (5.4)$$

$$\rho = \frac{5}{2,22} = 2,25.$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}} \quad (5.5)$$

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} P_0 \quad (5.6)$$

$$p_0 = (1 + 2,25 + \frac{2,25^2}{2!} + \frac{2,25^3}{3!})^{-1} = (1 + 2,25 + 2,531 + 1,898)^{-1} = \frac{1}{7,68} = 0,13.$$

Виходячи з формули (5.6), для  $p_1, p_2$  та  $p_3$  формули граничних ймовірностей матимуть наступний вигляд:

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0;$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0;$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0.$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 2,25 \cdot 0,13 \approx 0,293;$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{2,25^2}{2} \cdot 0,13 \approx 0,329;$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{2,25^3}{6} \cdot 0,13 \approx 0,247.$$

Середня кількість зайнятих каналів:

$$k_{зан} = \frac{\lambda_{эф}}{\mu}, \quad (5.7)$$

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

KPM 275 05 ПЗ



де  $\lambda_{ef}$  – ефективна інтенсивність, тобто кількість заявок, яка була обслужена.  
Як видно з отриманих результатів,

$$\lambda_{ef} = 4 \text{заявки на годину.}$$

$$k_{зан} = \frac{4}{2,22} = 1,8 \approx 2.$$

Аналізуючи отримані числові характеристики даної системи, можна сказати, що вона є нормально завантаженою і каналів, утримання яких було б недоцільним, немає. Ймовірність того, що всі канали будуть вільними, коли прибуде наступна заявка становить всього 13 %. Ймовірність того, що прибутті заявки буде 1 канал зайнятий і два канали вільні – 29,3%, 2 канали будуть зайняті і 1 вільний – 32,9%. І ймовірність того, що всі канали будуть зайняті, або ймовірність того, що автомобіль, якій надійшов у систему, потрапить в чергу, становить 24,7%. Таким чином, кількість смуг для обслуговування вантажних транспортних засобів на митному складі п/п «Краківець» є достатньою.

Виконав		Водолазський А.М.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРМ 275 05 ПЗ				73
Змн.	Арк.	№ докум.						

## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній робота магістра виконано підвищення ефективності перевезення вантажів з Великої Британії до України.

У першому розділі проаналізовано статистичні дані та проблеми перевезення вантажів під час війни та за напрямком Україна-Британія. Оперативні проблеми українських автоперевізників під час війни були обумовлені місцезнаходженням водіїв. Необхідна була координація дій водіїв, які опинилися під обстрілами, заблокованими на дорогах або на територіях під загрозою окупації. Менеджери автотранспортних підприємств (АТП) мали приймати зважені рішення для забезпечення безпеки водіїв та вантажів. Відсутність дієвих рекомендацій щодо дій у небезпечних ситуаціях на територіях бойових дій вимагала критичного мислення та оперативного надання вказівок з боку управлінського персоналу.

Тактичні проблеми українських перевізників включали окупацію територій, руйнування інфраструктури, викрадення вантажівок, блокування прикордонних пунктів, зменшення обсягів імпорту та необхідність комплектування армії. Щоденні обстріли призводили до руйнування інфраструктури, знищення рухомого складу та руйнування логістичних ланцюгів. Виникали проблеми з викраденням майна, руйнуванням доріг та мостів.

Початок війни спричинив паливну кризу, зупинку роботи автопідприємств та дефіцит кадрів через мобілізацію працівників. Імпорт товарів повністю припинився, а вантажівки не могли знайти зворотні вантажі. Розморожування імпорту відбулося у квітні 2022 року, що сприяло відновленню міжнародних перевезень. Однак, непідготовленість складської та транспортної інфраструктури до збільшення навантажень залишилася стратегічною проблемою.

Низька пропускна спроможність прикордонних пунктів пропуску призводила до довгих черг вантажівок. Важливою угодою для підтримки

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоперевізників стала угода про лібералізацію перевезень – «транспортний безвіз», підписана між Україною та ЄС для забезпечення ланцюгів постачання та продовольчої безпеки альтернативними шляхами доставки.

У 2023 році торговельно-економічне співробітництво між Україною та Великою Британією продовжувало розвиватись, попри вплив російської агресії. Зміни у структурі товарного експорту привели до витіснення чорних металів з топ-позицій, що суттєво зменшило обсяги торгівлі та спричинило негативне сальдо понад 400 млн доларів США.

Загальний обсяг торгівлі товарами та послугами між країнами у період з III кв. 2022 до II кв. 2023 склав 1,5 мільярда фунтів стерлінгів, що на 26,5% менше ніж у попередньому періоді. Експорт Великої Британії в Україну знизився на 7,3%, тоді як імпорт з України зменшився на 47,4%.

Велика Британія традиційно займає 12-е місце серед торговельних партнерів України, а Україна — 76-е серед партнерів Великої Британії. Найбільше товарів перевезено через митний кордон у 2019 та 2021 роках.

Серед найбільш експортованих товарів з України до Великої Британії є зернові, чорні метали, насіння, жири та олії, корми для тварин. Найбільше імпортувалися з Великої Британії засоби наземного транспорту, ядерні реактори, фармацевтична продукція, хімічна продукція та алкоголь.

З огляду на закриття повітряного простору, перевезення зараз здійснюються головним чином автомобільним транспортом. У майбутньому можлива часткова відновлення польотів.

У другому розділі розроблено фізичну та математичну модель перевезення вантажів із залученням різних видів транспорту. Розглядаючи два варіанти доставки вантажу з Великої Британії до України, можна зробити наступні висновки. Перший варіант, що поєднує залізничний і автомобільний транспорт, передбачає перевезення вантажу через тунель Ла-Манш залізницею з подальшим перевантаженням на автомобільний транспорт для доставки до кінцевого споживача в Києві. Другий варіант передбачає використання автомобільного транспорту для доставки вантажу до аеропорту в Лондоні, звідти літаком до

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

найближчого великого аеропорту біля кордону з Україною (Варшава, Відень, Прага, Будапешт), і далі автомобільним транспортом до Києва.

Для обох варіантів розроблені математичні моделі транспортного процесу, які використовують методи лінійного програмування для мінімізації витрат на перевезення та враховують обмеження щодо часу доставки та довжини маршруту. Залізничний транспорт має переваги в перевезенні великих обсягів вантажів на великі відстані з меншими витратами, тоді як повітряний транспорт забезпечує швидке перевезення, але має обмеження щодо доступності аеропортів і високих витрат.

Ефективність вибору конкретного варіанту залежить від конкретних умов перевезення, включаючи доступність транспортної інфраструктури, терміни доставки та витрати на транспортування. Обидві моделі дозволяють оптимізувати процес доставки вантажів, мінімізуючи витрати та забезпечуючи надійність транспортних операцій.

У третьому розділі виконано моделювання перевезення. У якості невизначеності взято кількість партії вантажу. На основі методів прогнозування маємо, що маса одного відправлення в умовах невизначеності кількості вантажу на основі планування з ймовірністю 90%, складає 16,3 т. Виконано моделювання перевезення зі знаходження точки перевантаження. При розв'язку першої задачі (з використанням автомобільного та залізничного транспорту), маємо наступний розв'язок. Оптимально є перевантаження, коли залізницею вантаж прослідує 1611 км, а автомобілем – 966 км. Мінімальні витрати складуть при даних умовах 211 344.37 грн.

Розглянемо інший варіант з використанням повітряного та автомобільного транспорту. Враховуючи мешну щільність мість (аеропортів), де можна виконувати перевантаження з повітряного транспорту на автомобільний, введемо найближчі до кордону з Україною аеропорти, це аеропорти Варшава, Відень, Будапешт і Прага, таким чином зміняться обмеження і будуть мати наступний вигляд:

Виконав	Водолазський А.М.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Маємо, що найдешевша доставка буде з перевантаженням у аеропорті Прага. Загальні витрати складуть 679 897.92 грн, а час на доставку вантажу складе 33.14 год.

У четвертому розділі розглянуто техніко-економічні показники доставки вантажу повітряним та автомобільним транспортом. Загальні витрати на перевезення автомобільним транспортом склали 135082,71 грн, відповідно Тарифи на 1 км та 1т-км склали 98,21 та 0,50 грн відповідно. У розрахунку витрати повітряним транспортом маємо, що собівартість години польоту склали 215,41 грн для літка ІЛ 86 та 392,94 для літака Боїнг.

У п'ятому розділі розглянуто митний пост «Краковець» як багатоканальну систему масового обслуговування з чергами. Аналізуючи отримані числові характеристики даної системи, можна сказати, що вона є нормально завантаженою і каналів, утримання яких було б недоцільним, немає. Ймовірність того, що всі канали будуть вільними, коли прибуде наступна заявка становить всього 13 %. Ймовірність того, що при прибутті заявки буде 1 канал зайнятий і два канали вільні – 29,3%, 2 канали будуть зайняті і 1 вільний – 32,9%. І ймовірність того, що всі канали будуть зайняті, або ймовірність того, що автомобіль, якій надійшов у систему, потрапить в чергу, становить 24,7%. Таким чином, кількість смуг для обслуговування вантажних транспортних засобів на митному є достатньою.

Виконав		Водолазський А.М.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРМ 275 05 ПЗ				77
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис	Дата			

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антощишина Н. І. Інтеграційні процеси транспортної системи України в ЄС. Ефективна економіка. 2013. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2423>. 2. № 10. URL:
2. Адамик В., Рожнятовська Д. Актуальні питання міжнародної економічної діяльності українських автоперевізників вантажів у контексті євроінтеграції. Вісник Тернопільського національного економічного університету. 2020. Вип. 1. С. 86-101. DOI: <https://doi.org/10.35774/visnyk2020.01.086>
3. Асоціація міжнародних автомобільних перевізників України: веб-сайт. URL: <http://www.asmap.org.ua>.
4. Болдовська К. П., Цубера Р. С. Проблеми розвитку міжнародних перевезень автомобільним транспортом України і шляхи їх вирішення. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/09/105.pdf>
5. Болквадзе Н., Мигаль О. Вантажні перевезення автомобільним транспортом в міжнародному бізнесі. Економіка та суспільство. 2022. Вип. 46. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2030/1959> (дата звернення: 8.10.2024)
6. Волинець Л. М. Лібералізація міжнародних автомобільних перевезень – новий імпульс розвитку транспортної галузі. Економіка транспортного комплексу. 2021. Вип. 37. С. 161-176. DOI: <https://doi.org/10.30977/ЕТК.2225-2304.2021.37.161>
7. Дмитрів Д. В., Дмитрів О. Р., Денкевич М-М. М. Підвищення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств сегменту міжнародних вантажних автоперевезень. Економіка, фінанси, менеджмент: Актуальні питання науки і практики. 2021. № 2. С. 138-151. <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2021-2-10>
8. Дорош А. С., Демченко Є. Б., Маркуль Р. В., Бердичевська Т. М. Аналіз ризиків при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень вантажів.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Транспортні системи і технології перевезень. 2020. Вип. 20. С. 12–19. DOI: 10.15802/tstt2020/217388

9. Дуна Н., Матвієнко А. Перспективи розвитку українського ринку автомобільних вантажоперевезень: євроінтеграційний аспект. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2022. Випуск 44. С. 21–29.

10. Зелена книга «Ринок міжнародних вантажних автомобільних перевезень 2020». 98 с. URL: [https://cdn.regulation.gov.ua/dd/ea/a1/34/regulation.gov.ua\\_GREEN%20PAPER%20'Оп%20International%20Freight%20Road%20Transport'.pdf](https://cdn.regulation.gov.ua/dd/ea/a1/34/regulation.gov.ua_GREEN%20PAPER%20'Оп%20International%20Freight%20Road%20Transport'.pdf).

11. Македон В. В., Дзяд О. В. Ринок автомобільних вантажних перевезень країн ЄС: порівняльна макроекономічна оцінка і ключові напрями розвитку. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2022. Випуск 41. С. 65-74.

12. Максименко А. О. Роль автомобільних вантажних перевезень у контексті стратегічних пріоритетів ЄС: виклики для України. Збірник наукових праць «Економіка транспортного комплексу». 2021. № 38 (2021). С. 136-156. (Index Copernicus). DOI: [https://doi.org/10.30977/ЕТК.2225-2304.2021.38.136\\_13](https://doi.org/10.30977/ЕТК.2225-2304.2021.38.136_13).

13. Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 2.10.2024).

14. Посонський С. Ф., Бабак О. П. Проблеми організації міжнародних автомобільних перевезень в Україні. Підвищення надійності машин і обладнання: міжнар. наук.практ. конф., 15-17 квіт. 2020 р., м. Кропивницький: матеріали конф. ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С. 214-216.

15. Прокудін Г. С., Чупайленко О. А., Майданик К. О., Ремех І. О., Пилипенко Ю. В. Аналіз і шляхи реформування транспортної галузі України. Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Серія : Транспортні системи і технології. 2017. Вип. 30. С. 244-251. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut\\_tsit\\_2017\\_30\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpdetut_tsit_2017_30_29).

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

16. Пустовіт Ю. О. Автомобільні перевезення в міжнародній економічній діяльності. Економіка та держава. 2018. № 9. С. 91-94. <https://doi.org/10.32702/23066806.2018.9.91>

17. Сніжко Л. Л., Главацький П. В. Визначення та оцінка чинників, що впливають на рівень конкурентоспроможності українських підприємств в сфері міжнародних автомобільних перевезень. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. Вип. 8. С. 354-359.

18. Фалович В., Фалович Н. Дослідження ринку транспортних послуг України в період кризи. Соціально-економічні проблеми і держава. 2021. Вип. 2 (25). С. 405-412. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21fvavpk.pdf> <https://doi.org/10.33108/sepd2022.02.405>

19. Функціонування ринку вантажних перевезень в Україні: фактори впливу та пріоритети розвитку: науково-аналітична доповідь (електронне видання) / наук. ред. Х. М. Притула; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України». Львів, 2021. 94 с. (Серія «Транскордонне співробітництво»).

20. Якайтис І. Б. Стратегічні вектори розвитку міжнародних перевезень в Україні. Інвестиції: практика та досвід. 2020. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.21-22.124>

21. Р. В. Вернигора, А. М. Окороков, П. С. Цупров, О. І. Павленко. Мультиmodalні перевезення як базовий сегмент транзитного потенціалу України. Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр.нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2017. Вип. 14. С. 20–29.

22. О. М. Пшінько, С. В. Мямлін, Р. Г. Коробйова, Д. М. Козаченко. Можливості впровадження біmodalних технологій перевезень контейнерів на транспортному ринку України. Вагонный парк. 2011. № 2. С. 38—40.

23. С. В. Мямлін, Д. М. Козаченко, С. В. Гревцов. Підвищення конкурентоспроможності залізниць за рахунок використання біmodalних технологій перевезень Українські залізниці. 2014. № 12 (18). С. 20—23.

Виконав	Водолазський А.М.				КРМ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.					80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



24. А. Н. Пшинько, С. В. Мямлин, Д. Н. Козаченко. Подвижной состав и технологии RailRunner для бимодальных перевозок. Проблемы подвижного состава: пути решения через взаимодействие государственного и частного секторов : тезисы Междунар. научно-практич. конф. Севастополь, 2010.

25. Петренко, О.І. Проблеми розвитку мультимодальних перевезень в Україні та шляхи їх розв'язання. Ефективна економіка. №5, 2017. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5582>

26. Saeedi, H. European intermodal freight transport network: Market structure analysis. Journal of Transport Geography N60. 2017. p. 141–154.

27. Соколова О.Є. Теоретичні основи організації та розвитку мультимодальних перевезень в Україні Економічний простір. 2014. №83. С. 91–103.

28. Задача лінійного програмування. Головна. Elib LNTU. URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/ЕНП\\_Якимчук\\_Селепин\\_a/page34.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ЕНП_Якимчук_Селепин_a/page34.html) (дата звернення: 22.11.2024).

29. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций, 6-е издание: Пер. с англ. М.: Издательский дом „Вильямс”, 2005. 912 с.

Виконав	Водолазський А.М.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## Додаток А. Терміни Інкотермс-2020 і нюанси їх застосування

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>EXW (Ex Works) – франко-завод&lt;...&gt; (назва місця).</p> <p>Поставка відбулася в момент, коли продавець передав товар покупцеві на площі підприємства-продавця або в іншому зазначеному місці (наприклад, на складі).</p> <p>Перехід ризиків – з моменту поставки.</p> <p>Розподіл затрат – у місці поставки.</p> <p>Вид транспорту – будь-який</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; навантаження товару на транспортний засіб (далі – ТЗ) у місці поставки, якщо це окремо прописано в договорі купівлі-продажу.</p> <p>Продавець зобов'язаний повідомити покупця про поставку та подати документи: комерційний інвойс для оплати, накладну</p>	<p>Виконання митних формальностей (ліцензії, митні платежі) під час експорту, імпорту, транзиту; доставка товару</p>
<p>Особливості застосування: покупець може зіткнутися із труднощами під час виконання своїх експортних формальностей, оскільки він не зареєстрований на митній території країни експорту. Термін більше підходить для внутрішньої торгівлі</p>		

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>FCA (FreeCarrier) – франко-перевізник&lt;...&gt; (назва місця).</p> <p>Термін передбачає два можливі місця відвантаження продавцем товару:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– місце, що належить продавцеві (наприклад, його склад, фабрика, магазин);</li> <li>– зазначене в договорі місце, яке не належить продавцеві (наприклад, морський порт, термінал).</li> </ul> <p>Уважається, що відвантаження виконано після навантаження товару на ТЗ перевізника, оплачене продавцем. При цьому вивантаження товару із ТЗ не є обов'язком продавця.</p> <p>Поставка відбулася в момент, коли продавець у встановленому місці передав товар, що пройшов митне очищення для експорту, зазначеному покупцем перевізникові або іншій особі.</p> <p>Перехід ризиків – з моменту поставки.</p> <p>Розподіл затрат – у місці поставки.</p> <p>Вид транспорту – будь-який</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; навантаження товару на ТЗ, якщо відвантаження здійснюється в приміщенні продавця; доставка товару до місця поставки (наприклад, морському перевізникові, зазначеному покупцем).</p> <p>Продавець зобов'язаний повідомити покупця про доставку та підтвердити передання товару перевізникові</p>	<p>Навантаження товару на ТЗ, якщо відвантаження здійснюється не в приміщенні продавця; виконання транзитних та імпорتنих митних формальностей; доставка товару</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>Особливості застосування: у контракті слід максимально точно вказати пункт у місці поставки, оскільки саме в цьому пункті ризики ушкодження або втрати товару переходять до покупця</p>		
<p>FAS (FreeAlongsideShip) – франко уздовж борту судна&lt;...&gt; (назва порту відвантаження).  Поставка відбулася в момент, коли товар розміщений уздовж борту судна на причалі, на баржі в зазначеному порту відвантаження.  Перехід ризиків – з моменту поставки.  Розподіл затрат – у місці поставки (коли товар знаходиться уздовж борту судна).  Вид транспорту – тільки морський або внутрішній водний транспорт</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; отримання ліцензії, дозволу; виконання експортних митних формальностей, якщо інше не встановлено договором; доставка товару в порт відвантаження.  Продавець зобов’язаний повідомити покупця про доставку товару та підтвердити передання товару перевізникові</p>	<p>Навантаження товару на судно в порту відвантаження; виконання транзитних та імпорتنих митних формальностей; доставка товару з порту відвантаження; виконання експортних митних формальностей, якщо це окремо передбачено в договорі купівлі-продажу (доповненні до нього)</p>
<p>Особливості застосування: у контракті слід максимально точно вказати пункт завантаження в порту відвантаження товару, оскільки до цього пункту всі ризики та затрати несе продавець, а після поставки в цей пункт – покупець</p>		

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>FOB (FreeOnBoard) – франко-борт &lt;...&gt; (назва порту відвантаження).  Поставка відбулася в момент, коли товар потрапив на борт судна в названому порту відвантаження.  Перехід ризиків – з моменту поставки (на борту судна).  Розподіл затрат – у місці поставки (на борту судна).  Вид транспорту – тільки морський або внутрішній водний транспорт</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; отримання ліцензії, дозволу; виконання експортних митних формальностей; навантаження та доставка товару в порт відвантаження й навантаження товару на судно в порту відвантаження.  Продавець зобов'язаний надати покупцеві доказ поставки – відповідний транспортний документ</p>	<p>Доставка товару з порту відвантаження; виконання транзитних та імпортних митних формальностей</p>
<p>Особливості застосування: цей термін недоцільно використовувати, якщо товар передається перевізникові до того моменту, як він потрапить на борт судна (наприклад, товар знаходиться в контейнерах, які зазвичай поставляються на термінал). У таких випадках застосовується термін FCA</p>		
<p>CFR (CostandFreight) – вартість і фрахт&lt;...&gt; (назва порту призначення).</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру;</p>	<p>Виконання транзитних митних формальностей,</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>Поставка відбулася в момент, коли товар потрапив на борт судна в порту відвантаження.</p> <p>Продавець оплачує перевезення товару (фрахт) до названого порту призначення.</p> <p>Перехід ризиків – з моменту, коли товар знаходиться на борту судна в порту відвантаження.</p> <p>Розподіл затрат – у місці призначення.</p> <p>Вид транспорту – тільки морський або внутрішній водний транспорт</p>	<p>пакування, маркування товару; отримання ліцензії, дозволу; виконання експортних митних формальностей; доставка до названого порту призначення; вивантаження товару в порту призначення; транзитне перевезення через треті країни, якщо за договором перевезення витрати на такі перевезення оплачує продавець.</p> <p>Продавець зобов'язаний подати покупцеві транспортний документ до погодженого порту призначення</p>	<p>якщо за договором перевезення ці витрати не оплачує продавець; виконання імпорتنих митних формальностей; доставка з порту призначення</p>
<p>Особливості застосування: у контракті треба точно вказати пункт у погодженому сторонами порту призначення, оскільки до цього пункту витрати оплачує продавець. Цей термін недоцільно використовувати, якщо товар передається перевізникові до того моменту, як він потрапить на борт судна (наприклад, товар знаходиться в контейнерах, які зазвичай поставляються на термінал). У таких випадках застосовується термін СІР</p>		

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>CIF (Cost, Insurance and Freight) – вартість, страхування та фрахт &lt;...&gt; (назва порту призначення).</p> <p>Поставка відбулася в момент, коли товар потрапив на борт судна в порту відвантаження.</p> <p>Продавець зобов'язаний оплатити доставку (фрахт) у порт призначення та застрахувати товар на користь покупця від ризиків втрати й ушкодження товару під час перевезення.</p> <p>Потрібно тільки мінімальне покриття ризиків покупця, якщо інше не передбачено договором.</p> <p>Перехід ризиків – із моменту, коли товар уже знаходиться на борту судна в порту відвантаження.</p> <p>Розподіл затрат – у місці призначення.</p> <p>Вид транспорту – тільки морський або внутрішній водний транспорт</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; отримання ліцензії, дозволу; виконання експортних митних формальностей; доставка до названого порту призначення; страхування ризиків на користь покупця під час перевезення; вивантаження товару в порту призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за договором перевезення ці витрати оплачує продавець.</p> <p>Продавець зобов'язаний подати покупцеві страховий поліс або інше підтвердження страхового покриття (сторони можуть узгодити в контракті більш високі рівні покриття)</p>	<p>Вивантаження товару в порту призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за договором перевезення ці витрати не оплачує продавець; виконання імпорتنих митних формальностей; доставка з порту призначення</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>Особливості застосування: у контракті треба точно вказати пункт у погодженому сторонами порту призначення, оскільки до цього пункту витрати оплачує продавець. Цей термін недоцільно використовувати, якщо товар передається перевізникові до того моменту, як він потрапить на борт судна (наприклад, товар знаходиться в контейнерах, які зазвичай поставляються на термінал). У таких випадках застосовується термін СРТ. Покупець повинен розуміти, що продавець гарантує тільки мінімальне страхове покриття й може вимагати, щоб у контракті було встановлене додаткове страхове покриття</p>		
<p>СРТ (CarriagePaidTo) – фрахт/перевезення оплачено до &lt;...&gt; (назва місця призначення). Поставка відбулася в момент, коли продавець доставив товар названому перевізникові або іншій особі в узгодженому сторонами місці. Продавець оплачує перевезення товару до названого пункту призначення. Продавець зобов'язаний повідомити покупця про час доставки товару в узгоджене місце. Перехід ризиків – із моменту передання товару перевізникові. Розподіл затрат – у місці призначення. Вид транспорту – будь-який</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; доставка товару до узгодженого пункту в місці призначення; вивантаження товару в місці призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за договором перевезення ці витрати оплачує продавець. Доказом виконання продавцем своїх обов'язків із поставки</p>	<p>Вивантаження товару в порту призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за договором перевезення ці витрати не оплачує продавець; виконання імпорتنих митних формальностей; доставка з пункту призначення</p>



Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
	товару є відповідний транспортний документ	
<p>Особливості застосування: у контракті слід максимально точно вказати місце поставки, у якому ризик переходить до покупця, і місце призначення, до якого продавець зобов'язаний оплатити доставку. Цей термін доцільно використовувати, якщо товар доставляється від продавця до покупця кількома видами транспорту (наприклад, спочатку залізницею, а далі – морем)</p>		
<p>CIP (CarriageandInsurancePaidto) – фрахт/перевезення та страхування оплачені до &lt;...&gt; (назва місця призначення). Поставка відбулася в момент, коли продавець доставив товар названому перевізникові або іншій особі. Продавець зобов'язаний оплатити доставку до названого пункту призначення та застрахувати товар від усіх ризиків із максимальним страховим покриттям і страховою сумою не менше 110 % вартості товару. Водночас сторони, якщо побажають,</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; доставка товару до узгодженого пункту в місці призначення; страхування ризиків під час перевезення на користь покупця; вивантаження товару в місці призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за</p>	<p>Вивантаження товару в місці призначення; виконання транзитних митних формальностей, якщо за договором перевезення ці витрати не оплачує продавець; виконання імпорتنих митних формальностей; доставка з місця поставки до місця призначення</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>можуть погодитися в контракті на більш низький рівень страхового покриття.  Перехід ризиків – у момент передання першому перевізникові.  Розподіл затрат – у місці призначення.  Вид транспорту – будь-який</p>	<p>договором перевезення ці витрати оплачує продавець.  Продавець зобов’язаний надати покупцеві страховий поліс або інше підтвердження страхового покриття</p>	
<p>Особливості застосування: цей термін зручно застосовувати, якщо для доставки товару використовується більше одного виду транспорту. Якщо сторони хочуть, щоб ризики переходили до покупця не на першому, а на наступному етапі перевезення, тоді це треба прямо вказати в контракті</p>		
<p>DAP (DeliveredatPlace) – поставка в пункті &lt;...&gt; (назва пункту).  Поставка відбулася в момент, коли товар наданий у розпорядження покупця на ТЗ, який прибув і готовий до розвантаження в узгодженому місці призначення.  Перехід ризиків – у пункті призначення, за винятком ризиків, пов’язаних із невиконанням покупцем митних формальностей під час імпорту.</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; доставка товару до узгодженого пункту призначення; виконання транзитних митних формальностей; вивантаження товару в місці призначення,</p>	<p>Вивантаження товару в місці призначення, якщо за договором перевезення ці видатки не оплачує продавець; виконання імпортних митних формальностей</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>Розподіл затрат – у пункті призначення. Вид транспорту – будь-який</p>	<p>якщо за договором перевезення витрати на розвантаження оплачує продавець. Продавець зобов'язаний подати покупцеві відповідний транспортний документ</p>	
<p>Особливості застосування: цей термін доцільно застосовувати, якщо використовується кілька видів транспорту. Продавець не зобов'язаний виконувати митні формальності під час увезення товару до країни призначення. Якщо сторони хочуть зобов'язати продавця це робити, тоді слід використовувати термін DDP</p>		
<p>DPU (DeliveredatPlaceUnloaded) – поставка на місце вивантаження. Продавець вважає, що виконав свої зобов'язання з поставки, коли товар, випущений у митному режимі експорту, розвантажений із прибулого ТЗ і наданий у розпорядження покупця в зазначеному місці призначення. Перехід ризиків – після розвантаження в зазначеному місці терміналу.</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; доставка товару до узгодженого терміналу; виконання транзитних митних формальностей; вивантаження товару.</p>	<p>Виконання імпортних митних формальностей, а також необхідних дій після вивантаження товару</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>Розподіл затрат – у пункті призначення. Вид транспорту – будь-який</p>	<p>Продавець повинен подати покупцеві будь-який документ (наприклад, копію транспортного документа, що підтверджує експорт і дату відвантаження), необхідний для одержання товару, за свій рахунок</p>	
<p>Особливості застосування: цей термін доцільно застосовувати, якщо використовується кілька видів транспорту. Термін DPU прийшов на зміну терміна DAT, щоб забезпечити більшу гнучкість у визначенні місця доставки товару. Тепер продавцеві та покупцеві можна погодити будь-яке місце для доставки товару, а не тільки в конкретному терміналі. У контракті рекомендується точно вказати місце доставки товару, тому що ризики до цього пункту несе продавець</p>		
<p>DDP (DeliveredDutyPaid) – поставка з оплатою мита &lt;...&gt; (назва місця призначення). Поставка відбулася в момент, коли продавець надав покупцеві в місці призначення товар, що пройшов митне</p>	<p>Контроль безпеки; перевірка якості, кількості, ваги, розміру; пакування, маркування товару; виконання експортних митних формальностей; доставка товару до місця призначення;</p>	<p>Розвантаження товару із прибулого ТЗ</p>

Назва та суть торговельного терміна	Зона відповідальності продавця	Зона відповідальності покупця
<p>очищення для імпорту й готовий до розвантаження.</p> <p>Продавець зобов'язаний повідомити покупця про час прибуття товару в місце призначення та подати йому документи, що дозволяють прийняти товар.</p> <p>Перехід ризиків – у момент поставки.</p> <p>Розподіл затрат – у пункті призначення.</p> <p>Вид транспорту – будь-який</p>	<p>виконання транзитних та імпортних митних формальностей, сплата мита; сплата будь-яких податків, зокрема ПДВ, які справляються під час імпорту, якщо інше прямо не погоджене в контракті (у такому випадку в контракті роблять застереження – DDP без сплати ПДВ)</p>	

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

**ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

на тему:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ З БРИТАНІЇ ДО УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ  
РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ»**

студента групи Т23-1м  
**ВОДОЛАЗСЬКОГО АРТУРА МАКСИМОВИЧА**

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

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри транспортних технологій  
та міжнародної логістики  
А.В. Сохацький

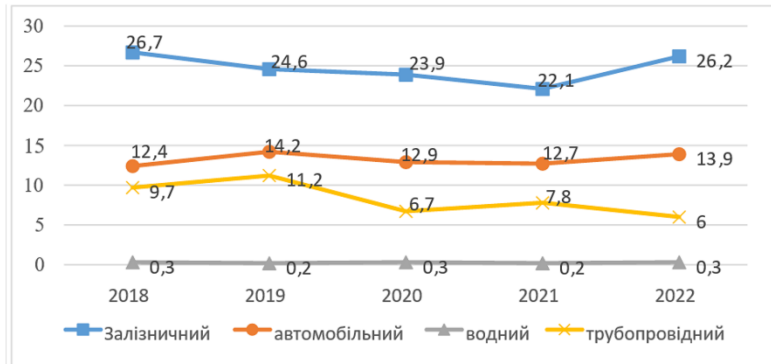
---

(підпис)

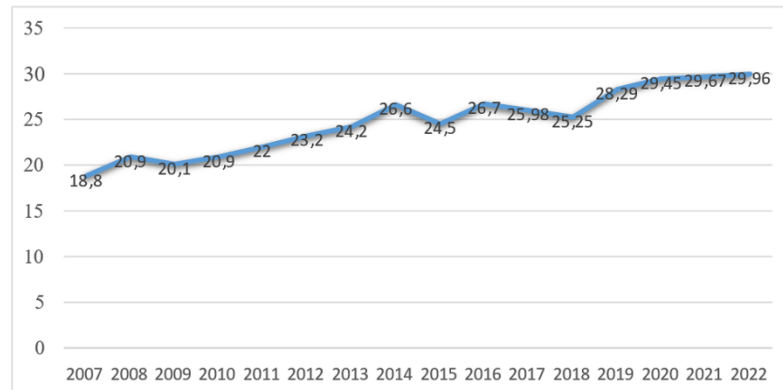
Дніпро  
2025

# АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту за 2022 рік, млн. т. SWOT-матриця українського ринку міжнародних вантажних автомобільних перевезень



Частка вантажів перевезених автомобільним транспортом в загальному обсязі вантажообігу, %



Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>збільшення частки перевезень вантажів автомобільним транспортом;</li> <li>вихід з ринку більшості іноземних конкурентів, у зв'язку з ризиками воєнних дій;</li> <li>висока частка малих АТП в сегменті міжнародних перевезень вантажів;</li> <li>гнучкість та оперативність системи управління АТП;</li> <li>впровадження інформаційної системи "Шлях";</li> <li>запровадження електронної системи «Черга» на всіх пунктах пропуску;</li> <li>підвищення ставок на перевезення вантажів в Україні;</li> <li>збільшення пропускної спроможності окремих пунктів пропуску;</li> <li>забезпечення прозорості роботи пунктів пропуску та запобігання корупції;</li> <li>доступ українських митників до європейської бази даних митної статистики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>воєнний стан в Україні;</li> <li>падіння обсягів імпорту;</li> <li>подекуди не коректна робота електронної системи «Черга» на МАПП;</li> <li>інфляційні процеси в Україні;</li> <li>відсутність логічного співвідношення заходів державного контролю із реальними умовами функціонування галузі в умовах воєнного стану;</li> <li>періодичне зростання дебіторської заборгованості АТП;</li> <li>висока вартість нових вантажівок, які відповідають екологічним вимогам Євро – 5 та Євро -6;</li> <li>загроза післявоєнної міграції водіїв у зв'язку з пошуком високооплачуваної роботи;</li> <li>великі черги на прикордонних пунктах пропуску;</li> <li>нерозвинена сервісна зона для вантажівок перед прикордонними пунктами пропуску.</li> </ul>

				КРМ 275 05 ГЧ		
Звіт. Аспект	Місце	Рік	Відом.	Найважливіше досягнення	Відом.	Місяць
Результат	Україна	2022	Високий	Висока частка перевезень вантажів автомобільним транспортом		??
Місце	Україна	2022	Високий	Висока частка перевезень вантажів автомобільним транспортом		??
Місце	Україна	2022	Високий	Висока частка перевезень вантажів автомобільним транспортом		??
				УМЦФ, ар. Т23-ІІІ		
				Київщина		

Графічний аркуш №2

# АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМКОМ УКРАЇНА-ВЕЛИКА БРИТАНІЯ

Експорт товарів з України до Великої Британії



Загальна вага товарів, перевезені через митний кордон, кг



Імпорт товарів з Великої Британії до України



Транспорт, яким доставляється імпортовані товари з Великої Британії, 2021 рік

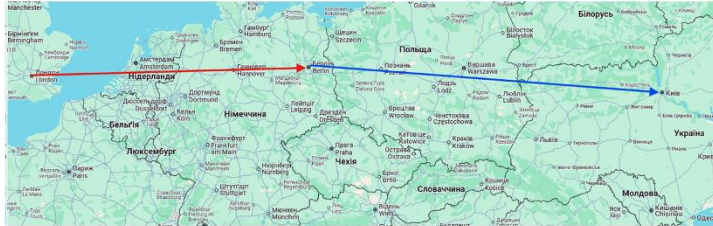


				КРМ 275 05 ГЧ		
Заст. Аген.	М.П. Водяк	Г.В.В.	В.В.В.	Найвищою владою виконавчої	Догов.	Міжконт.
Розроб.	В.В.В.В.В.В.В.В.В.			владних органів України		??
Розроб.	В.В.В.В.В.В.В.В.В.			до укладення угоди		
Розроб.	В.В.В.В.В.В.В.В.В.			провадження	Застос.	Застос.
Митний	В.В.В.В.В.В.В.В.В.				УМЦФ, ар. Т23-ІІІ	
Заст.	В.В.В.В.В.В.В.В.В.				Використ.	А1



# Графічний аркуш №3 ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

Схема перевезення з використанням залізничного та автомобільного транспорту

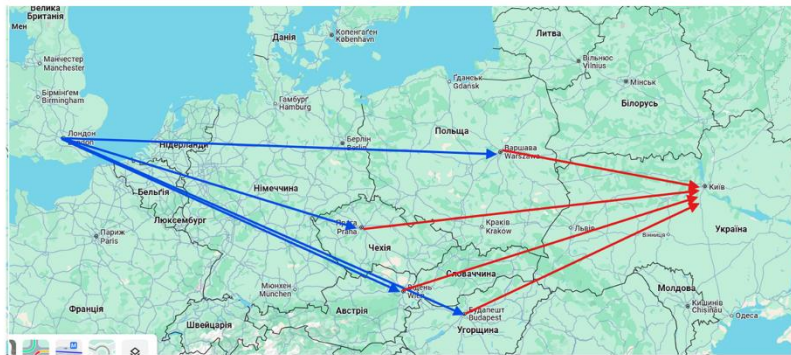


Розробимо математичну модель зі знаходження точки перевантаження з автомобільного на залізничний транспорт. Функція мети повинна мінімізувати витрати на перевезення цими транспортами. Задані обмеження обмежують час на доставку вантажу, а також обмеження фіксують довжину маршруту, яку необхідно пройти різним видом транспорту. Таким чином, економіко-математична модель буде мати наступний вигляд:

$$Z = C_{зал} \cdot x_1 + n \cdot C_{авт} \cdot x_2 + C_{ННР} \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \frac{x_1}{V_{зал}} + \frac{x_2}{V_{авт}} + t_{ННР} \leq t_{\max} \\ x_1 \geq l_{\min \text{ зал}} \\ x_2 \leq l_{\max \text{ авт}} \\ x_1 + x_2 = l_{\text{марш}} \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Схема перевезення з використанням повітряного та автомобільного транспорту



Де  $C_{зал}$  та  $C_{авт}$  – витрати на 1 км доставки залізничним та автомобільним транспортом, грн/км;  
 $x_1, x_2$  – продіг залізничного та автомобільного транспорту відповідно, км;  
 $C_{ННР}$  – витрати на перевантаження, грн;  
 $V_{зал}$  та  $V_{авт}$  – середня швидкість при доставці залізничним та автомобільним транспортом, км/год;  
 $t_{ННР}$  – час навантажувально-розвантажувальних робіт, год;  
 $t_{\max}$  – максимальний час доставки вантажу, год;  
 $l_{\min}$  – мінімальний продіг залізницею, км;  
 $l_{\max}$  – максимальний продіг автомобіля, км.

				КРМ 275 05 ГЧ		
№ п/п	№ завдання	№ змін	№ сем	Вибіркове завдання	Варіант	№ завдання
1	1	1	1	Вибіркове завдання	1	1
2	2	2	2	Вибіркове завдання	2	2
3	3	3	3	Вибіркове завдання	3	3
4	4	4	4	Вибіркове завдання	4	4
5	5	5	5	Вибіркове завдання	5	5
6	6	6	6	Вибіркове завдання	6	6
7	7	7	7	Вибіркове завдання	7	7
8	8	8	8	Вибіркове завдання	8	8
9	9	9	9	Вибіркове завдання	9	9
10	10	10	10	Вибіркове завдання	10	10
11	11	11	11	Вибіркове завдання	11	11
12	12	12	12	Вибіркове завдання	12	12
13	13	13	13	Вибіркове завдання	13	13
14	14	14	14	Вибіркове завдання	14	14
15	15	15	15	Вибіркове завдання	15	15
16	16	16	16	Вибіркове завдання	16	16
17	17	17	17	Вибіркове завдання	17	17
18	18	18	18	Вибіркове завдання	18	18
19	19	19	19	Вибіркове завдання	19	19
20	20	20	20	Вибіркове завдання	20	20
21	21	21	21	Вибіркове завдання	21	21
22	22	22	22	Вибіркове завдання	22	22
23	23	23	23	Вибіркове завдання	23	23
24	24	24	24	Вибіркове завдання	24	24
25	25	25	25	Вибіркове завдання	25	25
26	26	26	26	Вибіркове завдання	26	26
27	27	27	27	Вибіркове завдання	27	27
28	28	28	28	Вибіркове завдання	28	28
29	29	29	29	Вибіркове завдання	29	29
30	30	30	30	Вибіркове завдання	30	30
31	31	31	31	Вибіркове завдання	31	31
32	32	32	32	Вибіркове завдання	32	32
33	33	33	33	Вибіркове завдання	33	33
34	34	34	34	Вибіркове завдання	34	34
35	35	35	35	Вибіркове завдання	35	35
36	36	36	36	Вибіркове завдання	36	36
37	37	37	37	Вибіркове завдання	37	37
38	38	38	38	Вибіркове завдання	38	38
39	39	39	39	Вибіркове завдання	39	39
40	40	40	40	Вибіркове завдання	40	40
41	41	41	41	Вибіркове завдання	41	41
42	42	42	42	Вибіркове завдання	42	42
43	43	43	43	Вибіркове завдання	43	43
44	44	44	44	Вибіркове завдання	44	44
45	45	45	45	Вибіркове завдання	45	45
46	46	46	46	Вибіркове завдання	46	46
47	47	47	47	Вибіркове завдання	47	47
48	48	48	48	Вибіркове завдання	48	48
49	49	49	49	Вибіркове завдання	49	49
50	50	50	50	Вибіркове завдання	50	50



Графічний аркуш №5

## МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТОЧОК ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

Подуємо для першого варіанта (залізничний+автомобільний транспорт) математичну модель та розв'яжемо її як задачу лінійного програмування. Функція мети має вигляд:

$$F(x) = 60x_1 + 98.01x_2 + 20000 \rightarrow \min$$

Обмеження має вигляд:

$$\begin{cases} 0.0625x_1 + 0.02x_2 + 3.35 \geq 120 \\ x_1 \geq 1200 \\ x_2 \leq 100 \\ x_1 + x_2 = 2577 \end{cases}$$

Розв'язання першої задачі

	B	C	D	E	F	G
	x1	x2	c	Задані обмеження	Отримані обмеження	
Функція мети	60	98.01	20000			
Обмеження						
час	0.0625	0.02	3.35	120	120	
залізниця	1	0	0	1200	1610.823529	
авто	0	1	0	1000	966.1764706	
загальний маршрут	1	1	0	2577	2577	
Розв'язок	1610.824	966.1765	1		211344.3676	

Оптимально є перевантаження, коли залізницею вантаж проліде 1611 км, а автомобілем – 966 км. Мінімальні витрати складуть при даних умовах 211344.37 грн.

Розглянемо інший варіант з використанням повітряного та автомобільного транспорту. Враховуючи меншу щільність міст (аеропортів), де можна виконувати перевантаження з повітряного транспорту на автомобільний, введемо найближчі до кордону з Україною аеропорти, це аеропорти Варшава, Відень, Будапешт і Прага, таким чином зміняться обмеження і будуть мати наступний вигляд:

$$481.9x_1 + 98.01x_2 + 30000 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 0.002x_1 + 0.02x_2 + 3.35 \leq 120 \\ x_1 = 1455 \\ x_1 = 1245 \\ x_1 = 1450 \\ x_1 = 1035 \\ x_2 \geq 1000 \\ x_1 + x_2 = 2577 \end{cases}$$

Розв'язання другої задачі

	x1	x2	c	Задані обмеження	Отримані обмеження
Функція мети	481.9	98.01	30000		
Обмеження					
час	0.002222	0.02	3.35	120	33.14
авіа варшава	0	0	0	1455	0
авіа Відень	0	0	0	1245	0
авіа Будапешт	0	0	0	1450	0
авіа Прага	1	0	0	1035	1035
авто	0	1	0	1000	1332
загальний маршрут	1	1	0	2577	2577
Розв'язок	1035	1542	1		679897.92

Маємо, що найдешевша доставка буде з перевантаженням у аеропорті Прага. Загальні витрати складуть 679897.92 грн, а час на доставку вантажу складе 33.14 год.

				КРМ 275 05 ГЧ		
Ім'я/Пі	М.Возня	Григор	Віктор	Навчальний заклад	Декл.	Місяць
Розв'	Іванченко А.В.	Павлюк А.В.	Савченко А.В.	Датум та місце складання	??	??
Місце	Полтавський	Львівський	Київський	Знак	№	Адрес
Знак	№	№	№	УМЦФ, пр. Т23-ІІІ		

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ДОСТАВКИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Витрати на виконання рейсу

№ з/п	Статті витрат	Значення, грн.
1	Оплата праці водіїв	24828
2	Відрахування по оплаті праці	10511,90
3	Витрати на автомобільне паливо	63781,03
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	9567,15
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	715,16
6	Витрати на автомобільні шини	7683,08
7	Амортизація рухомого складу	376,99
8	Загальгосподарські витрати	17619,48
	Загальні витрати	135082,71

Собівартість 1 км пробігу

$$S_{1\text{км}} = \frac{C}{L_M},$$

$$S_{1\text{км}} = \frac{135082,71}{1882} = 71,77 \text{ грн}$$

Собівартість 1т-км пробігу.

$$S_{1\text{т-км}} = \frac{S_{1\text{км}}}{q \cdot \gamma \cdot \beta}$$

$$S_{1\text{т-км}} = \frac{71,77}{28 \cdot 0,6 \cdot 12} = 0,36 \text{ грн}$$

Розрахункові тарифи на 1км та 1 т-км транспортної роботи визначаються відповідно за формулами:

$$T_{\text{км}} = S_{1\text{км}} \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{П}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{ПДВ}}}{100}\right),$$

$$T_{\text{т-км}} = S_{1\text{т-км}} \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{П}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{ПДВ}}}{100}\right)$$

$$T_{\text{км}} = 71,77 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 98,21 \text{ грн}$$

$$T_{\text{т-км}} = 0,36 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 0,50 \text{ грн}$$

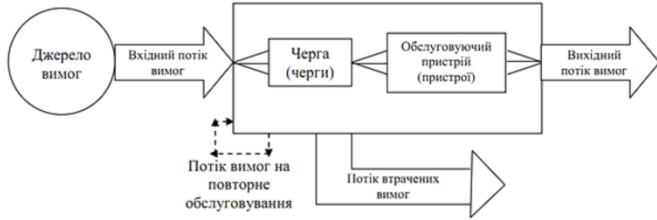
				КРМ 275 05 ГЧ		
№ п/п	Назва	Відомості	Вартість	Відомості	Вартість	Відомості
1	Витрати на виконання рейсу	135082,71				
2	Витрати на паливо	63781,03				
3	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	9567,15				
4	Витрати на сервісне технічне обслуговування	715,16				
5	Витрати на автомобільні шини	7683,08				
6	Витрати на амортизацію рухомого складу	376,99				
7	Загальгосподарські витрати	17619,48				
8	Загальні витрати	135082,71				
				УМЦФ, ар. Т23-ІІ		





## МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Структура системи масового обслуговування



Пропускна здатність на митному пості Краковець

Вид транспортних засобів	Потужність (за добу)		Завантаженість, %
	проектна	фактична за 2021 рік	
Легкові автомобілі (од.)	1950	2000	102,6
Автобуси (од.)	45	50	
Вантажні автомобілі (од.)	420	500	

Випробування №1 методом Монте-Карло

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслугованих	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,11	0:26:29	0:32:24	0:59:24			1	
5	0,8	0:02:41	0:35:05		1:02:05		1	
6	0,5	0:08:19	0:43:24			1:10:24	1	
7	0,54	0:07:24	0:50:48					1
8	0,31	0:14:03	1:04:51	1:31:51			1	
9	0,39	0:11:18	1:16:09		1:43:09		1	
10	0,8	0:02:41	1:18:50			1:45:50	1	
11	0,82	0:02:23	1:21:13					1
12	0,77	0:03:08	1:24:21					1
13	0,32	0:13:40	1:38:01	2:05:01			1	
14	0,01	0:55:16	2:33:17	3:00:17			1	
15	0,72	0:03:57	2:37:13		3:04:13		1	
16	0,56	0:06:57	2:44:11			3:11:11	1	
17	0,82	0:02:23	2:46:34					1
18	0,48	0:08:48	2:55:22					1
19	0,21	0:18:44	3:14:06	3:41:06			1	
20	0,11	0:26:29	3:40:35		4:07:35		1	
21	0,57	0:06:45	3:47:20	4:14:20			1	
22	0,82	0:02:23	3:49:43			4:16:43	1	
24	0,39	0:11:18	4:01:01	стоп				
			Стоп					
						Всього	17	5

Визначення ймовірності відмов та обслуговування

Номер випробування $i$	Надійшло заявок	Обслуговано заявок	Тривалість обслуговування	Ймовірність обслуговування	Ймовірність відмов
	$N_{i\text{ пост}}$	$N_{i\text{ обл}}$	$t_{i\text{ обл}}$	$P_{i\text{ обл}} = N_{i\text{ обл}}/N_{i\text{ пост}}$	$P_{i\text{ відм}} = 1 - P_{i\text{ обл}}$
1	22	17	27 хв. 00 с.	0,77	0,23
2	16	12	27 хв. 00 с.	0,75	0,25
3	6	5	27 хв. 00 с.	0,83	0,17
4	18	12	27 хв. 00 с.	0,66	0,34
5	14	11	27 хв. 00 с.	0,79	0,21
6	18	16	27 хв. 00 с.	0,89	0,11
Середнє значення	16	12	27 хв. 00 с.	0,75	0,25

Ймовірність того, що всі канали будуть вільними, коли придіде наступна заявка становить всього 13%. Ймовірність того, що при придутті заявки буде 1 канал зайнятий і два канали вільні – 29,3%, 2 канали будуть зайняті і 1 вільний – 32,9%, і ймовірність того, що всі канали будуть зайняті, або ймовірність того, що автомобіль, який надійшов у систему, потрапить в чергу, становить 24,7%. Таким чином, кількість смуг для обслуговування вантажних транспортних засобів на митному пості "Краковець" є достатньою.

КРМ 275 05 ГЧ					
Дир. деп.	Н.П.Ванчук	Дир. деп.	В.В.Ванчук	Дир. деп.	М.В.Ванчук
Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук
Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук
Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук	Заст. дир. деп.	Т.В.Ванчук
УМФФ, гр Т23-ІМ					