

**Міністерство освіти і науки України
Університет митної справи та фінансів
Факультет інноваційних технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики**

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

_____ А.І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ
ТОВАРІВ ЗА НАПРЯМОМ УКРАЇНА-ПОЛЬЩА»**

Виконав: студент групи **Т23-1м**
Спеціальності 275 Транспортні
технології
(на автомобільному транспорті)
Яришев Владислав Анатолійович

Керівник: _____
(підпис)
кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

Рецензент _____
(підпис)
Університет митної справи та фінансів,
доцент кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики,
к.т.н., доц.
Музикін Михайло Ігорович

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
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Студента групи Т23-1м
Яришева Владислава Анатолійовича

1. Тема роботи: Підвищення ефективності перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Разгонов Сергій Адамович, к.т.н., доцент

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

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

3. Вихідні дані:

3.1 Статистичні дані перевезень надані Державною службою статистики.

3.2 Технічні характеристики автомобілів.

3.3 Центральна база у м. Дніпро постачає товар у вигляді меду на 5 складів у Польщі, у таких містах, як: Білосток, Радом, Лодзь, Бидгощ та Краків. Розвезення товару на склади здійснюється однією вантажівкою, причому кожний склад одержує своє замовлення цілком за один прийом – вантажопідйомність вантажівки для цього достатня. Вантажівка може одночасно узяти вантаж, що відповідає не більш ніж 3 замовленням.

3.4 Перелік операцій і час, що витрачається на митні простой на ВМК

Пред'явлення документів по прибуттю на КПП та реєстрація ТЗ	Пред'явлення документів черговому інспектору	Перевірка документів	Оформлення документів	Митний огляд ТЗ і товару	Всього витрачено часу
25 хв.	2 хв.	25 хв.	15 хв.	15 хв.	82 хв.

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

- 4.1 Аналіз статистичних даних та наукових праць з перевезень продовольчих вантажів
- 4.2 Побудова фізичної та математичної моделі процесу перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні
- 4.3 Дослідження процесу перевезень продовольчих вантажів
- 4.4 Ефективність запропонованої транспортно-логістичної схеми перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні

5. Перелік графічних матеріалів:

1. Статистика перевезень продовольчих вантажів у світі
2. Статистика перевезень продовольчих вантажів в Україні
3. Постановка завдання. Розробка фізичної моделі
4. Проектування математичної моделі процесу перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні
5. Дослідження процесу перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні
6. Параметри функціонування багатоканальної системи масового обслуговування
7. Аналіз результатів моделювання
8. Результати розрахунку економічних показників

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

Студент _____ (В.А. Яришев)
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра _____ (С.А. Разгонов)
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Яришев В.А. Підвищення ефективності перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща.

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 перевезень продовольчих вантажів. Побудовано фізичну та математичну модель перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща. Розроблено маршрути перевезення продовольчих вантажів з України до Польщі. Визначено техніко-експлуатаційні та економічні показники міжнародної доставки вантажів. Розраховано роботу автомобільного терміналу як системи масового обслуговування.

SUMMARY

Yaryshev V.A. Improving the efficiency of food transportation in the direction of Ukraine-Poland

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 transportation of food cargoes was performed. A physical and mathematical model of food cargo transportation in the direction of Ukraine-Poland was built. Food cargo transportation routes from Ukraine to Poland were developed. Technical and economic indicators of international cargo delivery were determined. The operation of a car terminal as a mass service system was calculated.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща» 90с., 21 рис., 18 табл., 45 джерел, 2 додатки 10 стор.

Мета роботи: розв'язання складної проблеми у галузі транспортних технологій, присвяченої підвищенню ефективності перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща на підставі проведення досліджень, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Об'єкт дослідження – вантажні перевезення.

Предмет дослідження –перевезення вантажів у міжнародному сполученні

Методи дослідження: методи математичної статистики, задачі лінійного програмування, транспортна задача

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні **завдання:** виконано аналіз статистичних даних та наукових праць з перевезень продовольчих вантажів, побудовано фізичну та математичну модель перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща, розроблено маршрути перевезення продовольчих вантажів з України до Польщі, визначено техніко-економічні показники міжнародної доставки вантажів, розраховано роботу автомобільного терміналу як системи масового обслуговування.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ	9
1.1 Огляд стану перевезень продовольчих вантажів в Україні та світі	9
1.2 Аналіз наукових робіт щодо організації схем перевезень продовольчих вантажів	25
2 ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	27
2.1 Постановка завдання. Визначення розрахункових параметрів.	27
2.2 Побудова фізичної моделі. Методи оптимізації транспортно-логістичних схем.	33
2.3 Розробка математичної моделі процесу перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні	39
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ	43
3.1 Виконання необхідних ітерацій за розробленою моделлю	43
3.2 Аналіз отриманих результатів	60
4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	63
4.1 Визначення техніко-експлуатаційних показників	63
4.2 Визначення економічних показників	67
ВИСНОВКИ	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
Додаток А	82

					<i>КРМ 275 30 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Підвищення ефективності перевезення продовольчих товарів за напрямом Україна-Польща	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Яришев В.А.</i>		30.12.24				
<i>Перевір.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>		31.12.24			7	91
<i>Реценз.</i>		<i>Музикін М.І.</i>		08.01.25		<i>УМСФ, гр. Т23-1м</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>		31.12.24				
<i>Затверд.</i>		<i>Кцзьменко А.І.</i>		10.01.25				

ВСТУП

В умовах глобальних перетворень, у наступні десятиліття світ чекає небувале зростання населення і, як наслідок – дефіцит продовольства,. Відповідно, зацікавленість до аграрної галузі України збільшується з кожним роком. Ставши сьогодні одним з найбільшим експортерів зерна і кукурудзи, а також володіючи значними прощама сільськогосподарських земель, Україна зможе забезпечити істотну частку світового попиту на продовольство.

Таким чином, потрібне і транспортне забезпечення для найбільш ефективної доставки вантажів до будь-якого куточку світу задля недопущення продовольчих криз у світі.

Україна, як країна, проводить активні заходи для забезпечення своєї безпеки та захисту національних інтересів. Ці заходи включають у себе військову діяльність, яка змінює важливу роль у забезпеченні національної безпеки та територіальної цілісності країни. Проте, військовий стан може суттєво вплинути на логістику всередині країни та і закордон, що може призвести до складнощів у забезпеченні потреб населення та розвитку економіки.

Один з основних аспектів, на який впливає військовий стан - це транспортна інфраструктура країни. Військовий стан передбачає введення ряду обмежень на рух транспорту, зокрема вантажного. Це може призвести до труднощів у перевезенні товарів та розвитку логістичної інфраструктури. Завдяки цьому зменшується обсяг вантажоперевезень та збільшуються терміни доставки товарів. Також, можуть виникнути проблеми з довозенням вантажів до військових частин, що може призвести до нестачі продуктів харчування та забезпечення матеріально-технічної бази.

Для досягнення поставленої мети в кваліфікаційній роботі поставлені та вирішені наступні завдання:

Мета роботи: розв'язання складної проблеми у галузі транспортних технологій щодо перевезення продовольчих товарів на основі методів

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	7
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

математичного моделювання, що характеризується невизначеністю умов та вимог.

Об'єкт дослідження – вантажні перевезення

Предмет дослідження – міжнародні вантажні перевезення

Методи дослідження: методи математичної статистики, задачі лінійного програмування, імітаційне моделювання

Виконав	Яришев В.А.						Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.						8	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ	275	30	ПЗ

1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ

1.1 Огляд стану перевезень продовольчих вантажів в Україні та світі

На сьогодні в цілому транспорт забезпечує потреби національної економіки та населення у вантажних перевезеннях, проте показники безпеки, показники якості перевезень, енергоефективності, техногенного навантаження на навколишнє середовище не відповідають сучасним вимогам. Серйозними проблемами транспорту є знос основних засобів, в першу чергу рухомого складу, недостатній обсяг інвестицій для оновлення та забезпечення інноваційного розвитку матеріально-технічної бази, обмеженість бюджетного фінансування, та амортизаційних відрахувань, недосконалість господарського механізму, низький рівень використання транзитного потенціалу, що в цілому погіршує глобальну конкуренцію держави. Кожного року в світі проводиться глобальне дослідження конкурентоспроможності країн, яка носить назву The Global Competitiveness Index. Індекс глобальної конкурентоспроможності складений з 113 змінних, які детально характеризують конкурентоспроможність країн світу, що знаходяться на різних рівнях економічного розвитку. Сукупність змінних на дві третини складається з результатів глобального опитування керівників компаній (щоб охопити широке коло факторів, що впливають на бізнес-клімат в досліджуваних країнах), а на одну третину із загальнодоступних джерел (статистичні дані і результати досліджень, що здійснюються на регулярній основі міжнародними організаціями). Всі змінні об'єднані в 12 контрольних показників, що визначають національну конкурентоспроможність:

1. Якість інститутів.
2. Інфраструктура.
3. Макроекономічна стабільність.
4. Здоров'я і початкова освіта.
5. Вища освіта і професійна підготовка.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- 6.Ефективність на ринку товарів і послуг.
- 7.Ефективність на ринку праці.
- 8.Розвиненість фінансового ринку.
- 9.Рівень технологічного розвитку.
- 10.Розмір внутрішнього ринку.
- 11.Конкурентоспроможність компаній.
- 12.Інноваційний потенціал.

Україна погіршила свій показник порівняно з позаминулим роком. Якщо у 2020 році наша країна займала 83 місце то у 2021 році ми заходимося на 85 місці.[2]

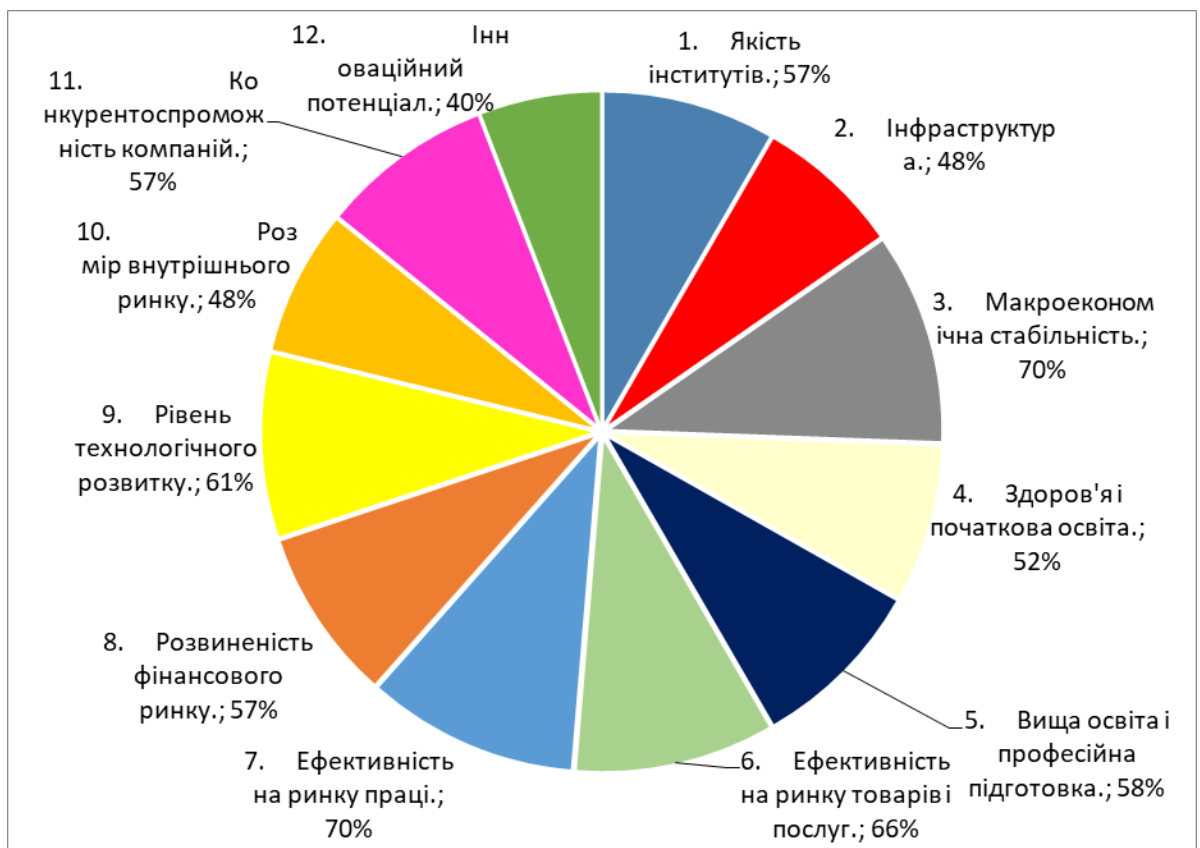


Рисунок 1.1 – Індекс глобальної конкурентоспроможності

Дивлячись на цю діаграму, зрозуміло, що стан інфраструктури в Україні зовсім не задовільний. Щодо планів розвитку цієї галузі цього року можна виділити наступне:

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				10

На відновлення доріг державного значення спрямовано майже 35 млрд грн коштів державного бюджету

Забезпечено впровадження інтелектуальних транспортних систем, зокрема спорудження майданчиків для автоматичного зважування автомобілів у русі, а також створення Центр обробки даних.

Окремою проблемою галузі є недобросовісні та безвідповідальні учасники ринку вантажних автоперевезень. Рух перевантажених автомобільних транспортних засобів, вага яких перевищує встановлені допустимі норми, спричиняє руйнацію дорожнього покриття, особливо у літній період. Розв'язати цю гостру проблему планується шляхом збільшення кількості пересувних габаритно-вагових комплексів і впровадження новітньої системи зважування автотранспорту під час руху (Weight-in-Motion, або WiM).

Наразі ми можемо спостерігати збільшення імпорту. Це ми можемо побачити з наступної таблиці 1.1[2].

Таблиця 1.1 - Показники вантажних перевезень

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

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірів	Разганов С.А.							11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 30 ПЗ

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

Структуру вантажообігів та обсягів перевезень надано на рисунках 1.2 та 1.3[2]

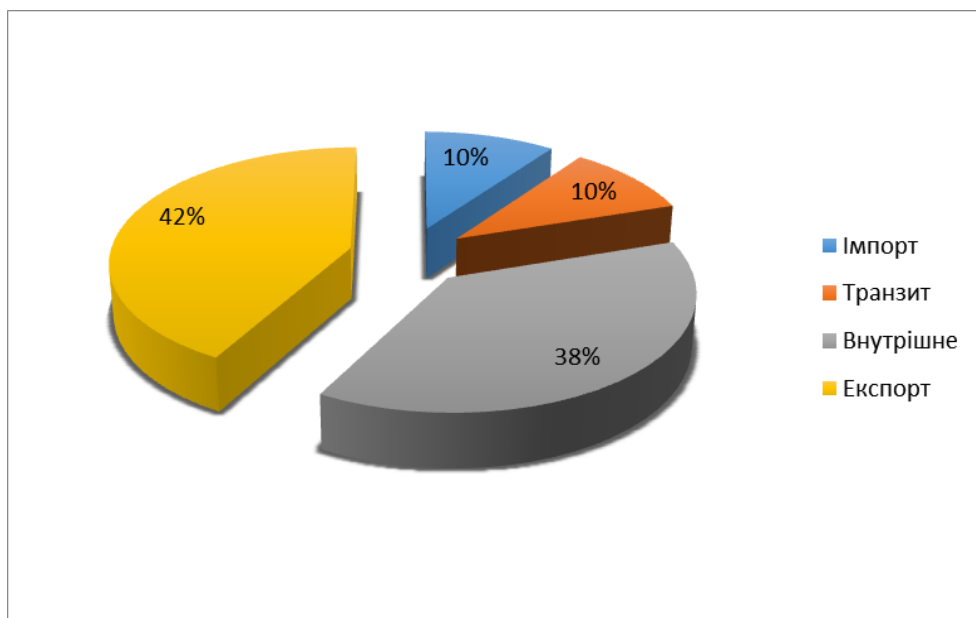
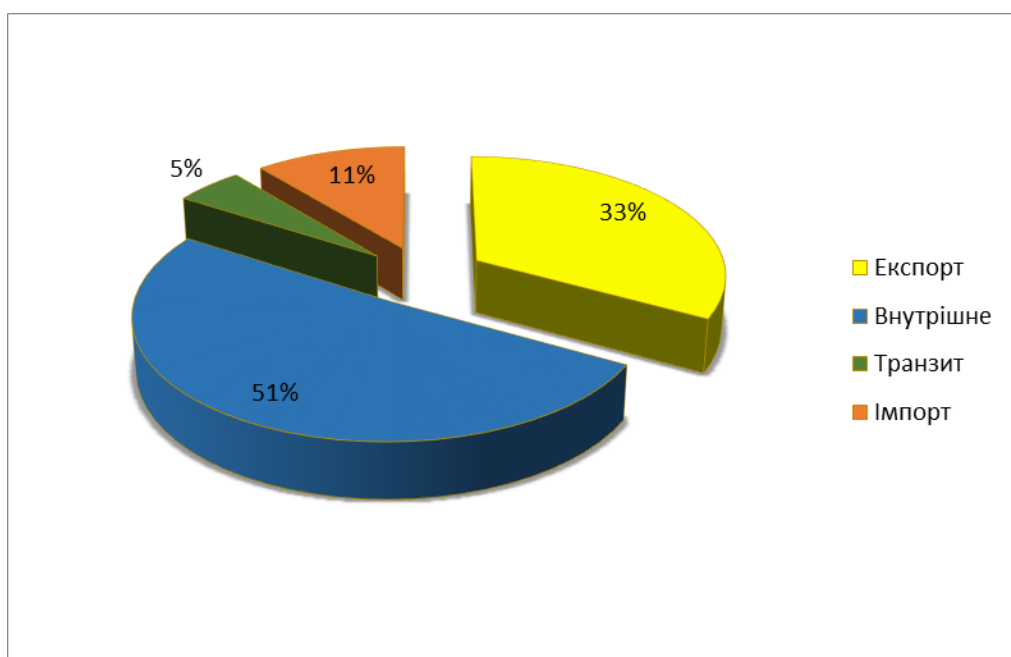


Рисунок 1.2 - Структура вантажообігу за видами сполучення станом на 2021 р



Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ	275	30	ПЗ

Рисунок 1.3 - Структура обсягів перевезень за видами сполучень станом на 2021 р

Відбулося зменшення транзитних та експортних перевезень на, відповідно на 30% та 10,4%. При цьому, збільшились перевезення у внутрішньому та імпортних напрямках. Динаміка обсягів перевезень за сполученнями надана на рисунку 1.5 [2].

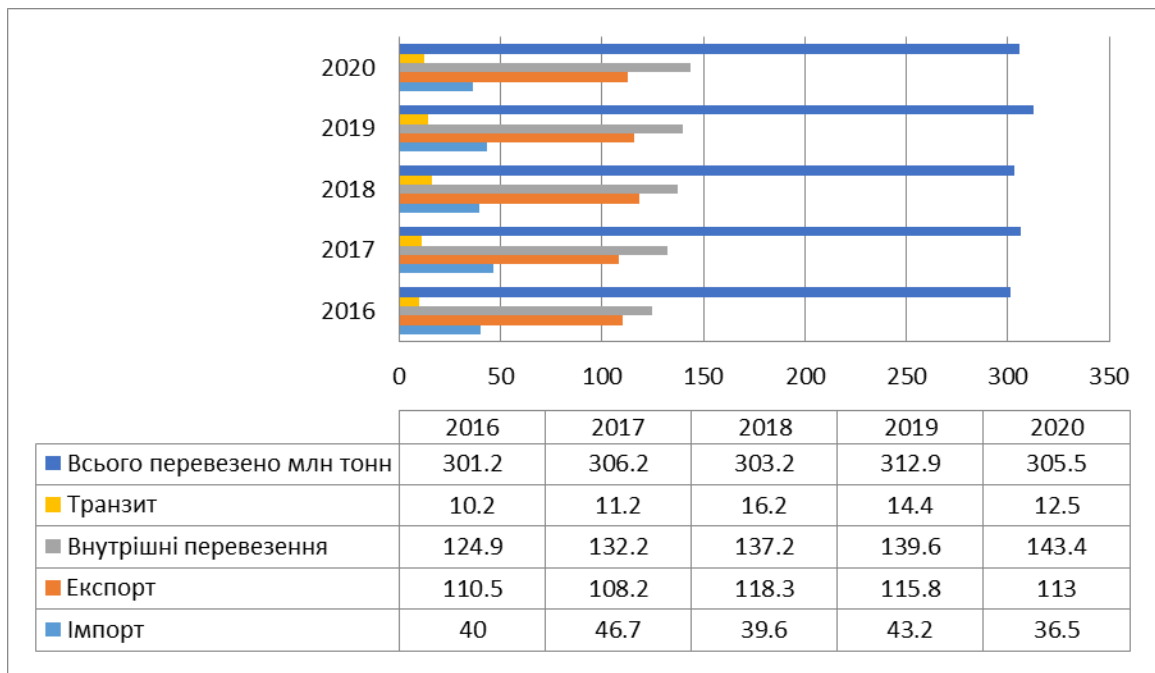


Рисунок 1.4- Динаміка обсягів перевезень за сполученнями в період за 2016-2020рр

Зростання рівня життя в будь-якій країні в першу чергу залежить від економічного зростання держави. Тому сьогодні особливо актуальним є дослідження економічних показників, особливо показника обсягу ВВП: чим більшим є показник ВВП, тим швидше зростають доходи всіх власників факторів виробництва, що дозволить їм вдосконалювати, модернізувати виробництво, підвищувати заробітну плату працівникам. Для уряду збільшення доходу створить можливості для кращої реалізації соціально-економічної політики держави. Найбільший вплив на зміну ВВП мають експорт, імпорт, та

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					13
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

прямі іноземні інвестиції. На рисунку 1.5 зображено динаміку ВВП та факторів, що найбільше корелюють з ВВП

Таблиця 1.2 Статистичні дані для графічного відображення залежності ВВП від експорту, імпорту, інвестицій, інфляцій та безробіття за 10 років

Роки	ВВП,млрд дол	Експорт, млрд дол	Імпорт, млрд дол	Інвестиції, млрд. дол	Інфляція, %	Безробіття, осіб
2010	136419	51430	60730	45,37	109,1	8,1
2011	163160	68809	82608	48,198	104,6	7,9
2012	175781	68847	84658	51,705	99,8	7,5
2013	183310	63312	76963	53,704	100,5	7,2
2014	131805	53901	54428	40,725	124,9	9,3
2015	90615	38127	37516	36,154	143,3	9,1
2016	93270	36361	39249	37,655	112,4	9,3
2017	95456	42585	43861	39,266	145,2	9,5
2018	1025845	45236	56891	42,855	150,2	10,3
2019	1026894	48154	58614	45,315	165,9	11,4
2020	1025487	47249	57249	44,854	170,5	12,3

Роблячи висновок з таблиці 1.2 можемо побудувати діаграму 1.5

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.					14
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

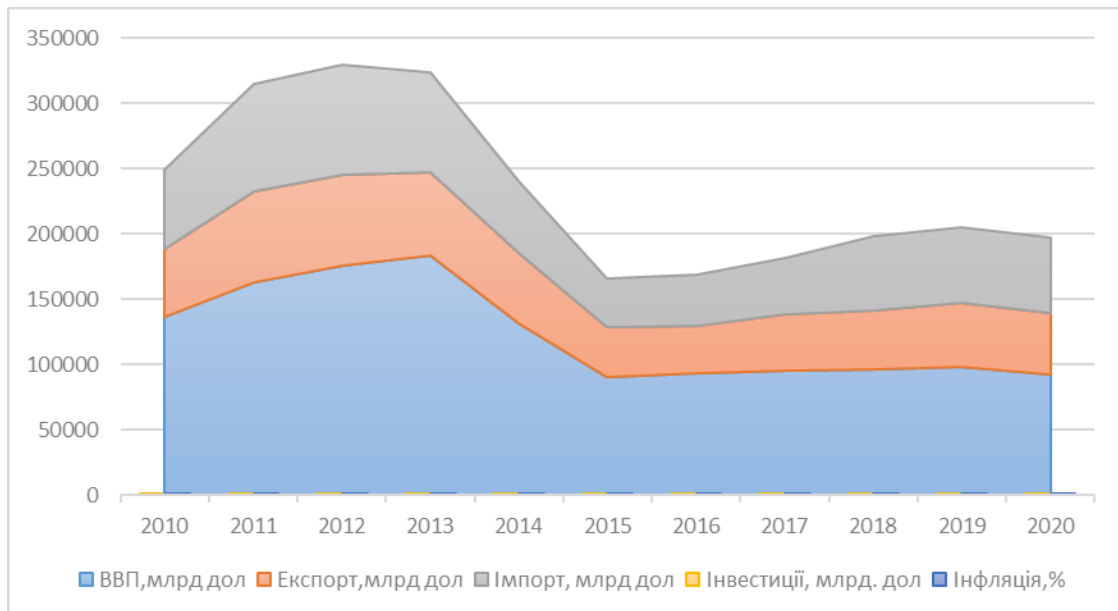


Рисунок 1.5- Діаграма динаміки ВВП за період 2010-2020рр

Рисунок 1.5 реально показує динаміку спадання обсягів ВВП та інших показників, що розглядаються.[3] Рисунок відображує спадний характер тих же показників у національній валюті за досліджуваний період, це пов'язано з девальвацією гривні: постійним зниженням курсу національної валюти щодо іноземної. На діаграмах відсутні значення рівня інфляції та безробіття, оскільки в масштабах рисунку співпадають з горизонтальною віссю.

До початку повномасштабної війни Україна мала потужний продовольчий експорт, який гарантував продовольчу безпеку значній кількості держав світу. В 2021 р. Україна забезпечувала харчовими продуктами близько 400 млн осіб, поставляла на зовнішній ринок 46% світового експорту соняшникової олії, 9% – пшениці, 17% – ячменю та 12% – кукурудзи [3]. Крім того, увійшла до складу Комітету зі всесвітньої продовольчої безпеки ООН, а Міжнародну зернову раду вперше очолив представник України.

Проте все змінило вторгнення росії в Україну, яке не лише зумовило критичну необхідність заново формувати стійкі логістичні продовольчі ланцюги як всередині країни, так і на глобальному ринку продовольства, а й поставило під сумнів гарантування світової продовольчої безпеки, зокрема через: зниження експорту та імпорту продовольчих товарів; зменшення врожайності внаслідок скорочення посівних площ на тимчасово окупованих

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				15

територіях України; підвищення світових цін на продовольчі ресурси; посилення інфляційних процесів, особливо в державах з малорозвиненою економікою [4].

За прогнозними оцінками Світового банку трансформації глобальних логістичних продовольчих ланцюгів, спричинених війною в Україні, стануть основною причиною утримання світових цін на продовольство на історично високих рівнях до кінця 2024 р., посилюючи ризики продовольчої безпеки та інфляції. У відповідь на нові загрози державами G7 28 червня 2022 р. був створений Глобальний альянс з продовольчої безпеки, який взяв на себе додаткові витратні зобов'язання (на 4,5 млрд дол. США) для захисту найбільш уразливих верств населення від голоду та недоїдання, що підвищить загальну суму до понад 14 млрд дол. США. Європейський Союз та Велика Британія суттєво підтримали українських агровиробників, відмінивши імпортні обмеження, включаючи тарифні квоти [5].

Воєнна агресія РФ проти України кардинально змінила товарну структуру зовнішньої торгівлі продовольчими товарами в Україні. У 2022 році проти 2021 обсяги експорту-імпорту майже за всіма товарними групами продовольства знизилися в 1,5–2,5 рази (табл. 1.3) [6].

Таблиця 1.3 - Зміни товарної структури експорту-імпорту продовольства в Україні у 2021-2022 рр.

Види продовольчих ресурсів	2021 р. до 2020 р.,%		2022 р. до 2021 р.,%	
	Експорт	Імпорт	Експорт	Імпорт
Живі тварини; продукти тваринного походження, з них:				
живі тварини	138,4	134,1	109,5	73,7
м'ясо та істівні субпродукти	113,2	126,7	95,0	68,5
риба і ракоподібні	129,7	130,0	109,3	97,9
	135,5	128,6	74,1	71,7

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

молоко та молочні продукти, яйця птиці; натуральний мед	88,7	124,7	119,6	64,6
інші продукти тваринного походження	146,1	123,0	64,2	94,3
Продукти рослинного походження, з них:	130,8	107,1	86,7	90,4
овочі	116,9	95,4	52,2	140,8
їстівні плоди та горіхи	154,5	105,0	85,0	79,3
кава, чай	105,9	106,1	69,0	103,1
зернові культури	131,2	92,8	73,8	92,4
продукція борошномельно-круп'яної промисловості	96,0	168,1	94,1	73,1
насіння і плоди олійних рослин	132,2	115,8	154,4	79,9
Жири та олії тваринного або рослинного походження	122,5	158,4	84,5	66,2
Готові харчові продукти, з них:	112,7	120,5	65,9	71,4
продукти з м'яса, риби	127,9	113,4	106,8	78,2
цукор і кондитерські вироби з цукру	98,5	231,5	121,5	40,9
какао та продукти з нього	111,2	117,6	65,6	55,8
готові продукти із зерна	132,4	120,5	60,7	84,7
продукти переробки овочів	116,2	125,3	111,0	82,1
різні харчові продукти	111,1	115,7	67,5	74,0
алкогольні і безалкогольні напої та оцет	138,8	122,4	65,9	68,1
залишки і відходи харчової промисловості	109,9	124,7	62,4	104,4

Дані табл. 1.3 свідчать, що у 2022 р. проти 2021 р., незважаючи на загальну тенденцію до зниження обсягів зовнішньої торгівлі продовольством, відмічається зростання вартісних обсягів експорту з України за окремими

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 30 ПЗ

товарними групами: м'ясо та їстівні субпродукти – на 9,3%; молоко та молочні продукти, яйця птиці, натуральний мед – на 19,6%; насіння і плоди олійних рослин – на 54,4%; готові продукти з м'яса, риби – на 6,8%; цукор і кондитерські вироби з цукру – на 21,5%; продукти переробки овочів – на 11,0%. Серед видів продовольчих ресурсів, що продемонстрували зростання вартісних обсягів імпорту: овочі – на 40,8%; кава, чай – на 3,1%; залишки і відходи харчової промисловості – на 4,4% [7].

Для аналізу ефективності глобальних логістичних ланцюгів та визначення конкурентних позицій держав на світовому логістичному ринку ще з 2007 року використовують Індекс ефективності логістики (LPI). Останнє таке дослідження було здійснено у 2018 році, за результатами якого Україна посіла 66 місце з 160 держав щодо логістичної ефективності, набравши 2,83 бала і піднявшись проти попереднього рейтингу на 14 позицій. Україна розташувалася між Сербією і Єгиптом, а на пострадянському просторі стала третьою після Естонії (3,31 бала і 36 місце) і Литви (3,02 бала і 54 місце) [7].

З настанням повномасштабної війни, блокування частини території України та морських портів ворогом, відбулось порушення логістики експорту зернових культур до третіх країн. В умовах воєнного стану Україна активізувала власний потенціал та почала застосовувати незадіяні резерви щодо забезпечення продовольчої безпеки. Реальна підтримка держав світу сприяла налагодженню альтернативних логістичних ланцюгів щодо експорту продовольчих ресурсів за кордон. Відміна низки формальних процедур щодо експорту української аграрної продукції через країни ЄС та налагодження тісної співпраці з державами-сусідами дозволило оптимізувати процес транспортування, задіявши автомобільний, залізничний та річковий транспорт для експорту та транзиту [8, с. 44]. Застосування ж морського транспорту, через блокування українських портів, стало можливим не одразу, тому було використано альтернативні варіанти глобальних логістичних ланцюгів. Проте й вони виявили низку проблем, зокрема: ширина залізничної колії, що відрізняється в Україні та Євросоюзі, уповільнює перетин кордону; нестача

Виконав		Яришев В.А.					Арк.	
Перевірив		Разганов С.А.		КРМ 275 30 ПЗ			18	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

вагонів-зерновозів; обмеження пропускної спроможності в портах Європи для перевалки українських вантажів у великих обсягах [9].

Структура забезпечення зовнішньої торгівлі транспортними послугами демонструє те, як з настанням повномасштабної війни 2022 р. змінилося навантаження на різні види транспортних послуг/ Сукупна вартість транспортних перевезень експортних товарів впродовж 2021–2022 рр. знизилася на 44,2% (з 5,3 до 2,9 млрд дол. США), імпорتنих товарів – на 40% (з 1,7 до 1,0 млрд дол. США). Спадаюча тенденція вартісних обсягів перевезень характерна для усіх видів транспорту, окрім річкового, вартість експортних поставок якого зросла на 34,1% (з 36,1 до 48,4 млн дол. США).

Частка експортних операцій, що здійснювались повітряним транспортом, в загальному їх обсязі знизилася з 32,5% у 2021 р. до 12,6% у 2022 р., імпорتنих – з 3,1% до 16,5% відповідно. Частка послуг морського транспорту в структурі експортних операцій за цей же період зменшилася з 11,8% до 8,6%, імпорتنих, навпаки, – зросла з 33,6% до 40,1%. Водночас значно підвищилося навантаження на автомобільний транспорт: у загальній структурі експортних перевезень за 2021–2022 роки їх частка підвищилася з 7,5% до 13,7%, імпорتنих перевезень – з 13,2% до 21,5%. Більше ніж удвічі посилилося навантаження на річковий транспорт: частка експортних операцій змінилася з 0,7% у 2021 р. до 1,6% у 2022 р. (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Структура зовнішньої торгівлі транспортними послугами в Україні у 2021-2022 рр.

Найменування послуги	2021		2022		2022 до 2021,%
	тис. дол. США	частка у загальному обсязі,%	тис. дол. США	частка у загальному обсязі,%	
ЕКСПОРТ					
Транспортні послуги	5314659,4	100	2963197,0	100,0	55,8
послуги морського транспорту	624772,8	11,8	256081,2	8,6	41,0
послуги річкового транспорту	36122,6	0,7	48438,8	1,6	134,1
послуги повітряного транспорту	1728271,3	32,5	374149,2	12,6	21,6
послуги залізничного транспорту	442564,4	8,3	145433,9	4,9	32,9

Виконав		Яришев В.А.								Арк.
Перевірив		Разганаєв С.А.								19
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис		Дата				

КРМ 275 30 ПЗ

послуги автомобільного транспорту	400795,8	7,5	406670,3	13,7	101,5
інші допоміжні та додаткові транспортні послуги	2082132	39,2	1732423,7	58,5	83,2
ІМПОРТ					
Транспортні послуги	1733675,1	100,0	1040300,3	100,0	60,0
послуги морського транспорту	581884,5	33,6	416961,6	40,1	71,7
послуги річкового транспорту	нд	нд	нд	нд	нд
послуги повітряного транспорту	539198,5	31,1	171404,2	16,5	31,8
послуги залізничного транспорту	280657,2	16,2	116790,9	11,2	41,6
послуги автомобільного транспорту	228393,2	13,2	223767,9	21,5	98,0
інші допоміжні та додаткові транспортні послуги	103541,7	6,0	111375,7	10,7	107,6

До початку повномасштабної війни обсяги закупівлі харчових продуктів іншими державами в Україні свідчили про високий попит на них. У 2021 році Україна мала імідж потужного світового експортера зерна з часткою 9,8% фізичного обсягу, тоді як частка США становила 20,5%, росії – 6,9%, ЄС – 20,2% [11]. Масові вантажні перевезення зернових культур здійснювались усіма видами транспорту. У 2021 році було перевезено зерна і продуктів його помелу морським транспортом 565,2 тис. т, залізничним – 33,6 млн т, річковим – 507,7 тис. т, автомобільним – понад 17 млн т [6]. Перевезення інших продовольчих ресурсів здійснювалося переважно автомобільним транспортом (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Динаміка обсягів перевезень продовольчих ресурсів автомобільним транспортом в Україні у 2021 р.

Продовольчі ресурси	Всього перевезено вантажів, тис. т	Частка в загальному обсязі,%	Перевезено вантажів у міжнародному сполученні, тис. т	Частка в загальному обсязі,%
Продукція сільського господарства, мисливства та лісового	21953,05	100	504,04	100

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

господарства; риба та інша продукція рибальства, з них:				
зернові	17106,35	77,92	95,43	18,93
картопля	59,69	0,27	9,98	1,98
цукрові буряки	696,41	3,17	нд	-
інші свіжі овочі та фрукти	709,69	3,23	151,70	31,29
живі тварини	64,54	0,29	0,64	0,13
сире коров'яче, овече й козяче молоко	504,59	2,30	нд	-
інша сировина тваринного походження	79,98	0,36	9,88	1,96
риба та інша продукція рибальства	47,78	0,22	28,34	5,62
Харчові продукти, напої та тютюнові вироби, з них:	17675,80	100	1285,27	100
м'ясо, шкури сирі та продукти м'ясні	867,60	4,91	126,81	9,87
риба та рибні продукти, перероблені та консервовані	185,92	1,05	26,88	2,09
фрукти й овочі перероблені та консервовані	342,82	1,94	65,76	5,12
олії та тваринні жири	1551,66	8,78	156,98	12,21
молочні продукти і морозиво	1287,60	7,28	85,15	6,63
продукція борошномельно-круп'яної промисловості, крохмалі, продукти крохмальні та готові корми для тварин	2164,41	12,25	143,08	11,13
напої	2797,4	15,83	230,81	17,96
інші харчові продукти, не віднесені до інших угруповань, тютюнові вироби (крім упакованих та згрупованих)	1460,46	8,26	233,87	18,20
будь-які харчові продукти та тютюнові вироби, упаковані та згруповані	7017,93	39,70	215,93	16,80

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КРМ 275 30 ПЗ

Результати дослідження вказують на те, що найбільші обсяги перевезень продовольчих ресурсів в Україні припадають на залізничний і автомобільний транспорт.

Тенденція збільшення обсягів перевезень впродовж тривалого довоєнного періоду свідчить про достатньо розвинуту логістичну інфраструктуру та ланцюги поставок продовольчих ресурсів в Україні.

Нині ж логістика забирає значну частину прибутків аграріїв. Її рівень у ціні реалізації збіжжя зріс до 40% з довоєнних 15%. До війни вартість залізничних перевезень зерна з Центральної України в порти Чорного моря становила близько 25 дол. за т, нині – 35-40 дол. за т.

Вимушена трансформація, спричинена війною рф в Україні, суттєво змінила специфіку логістичних ланцюгів при торгівлі продовольчими ресурсами. Можна стверджувати, що нестабільність, невизначеність, складність та неоднозначність, зумовлені воєнними діями в Україні, лише посилюють негативні тренди глобальних вантажоперевезень. Чинниками впливу стали ризики, що пов'язані зі збільшення часу який витрачається на доставку та перевалку вантажів.

Внаслідок зміни кон'юнктури українського ринку продовольства в умовах воєнного стану та застосування санкцій до РФ, основні логістичні маршрути експорту продовольства в Україні трансформуються, зокрема нині доводиться уникати водних перевезень із залученням портів Дунаю (“Рені”, “Ізмаїл”, “Кілія”), у напрямі сухопутного західного кордону України. Останній вимагає суттєвого підвищення пропускної спроможності існуючих терміналів (з 1 до 5 млн. тонн зерна/ місяць) шляхом залучення мобільних перевалювальних установок чи будівництва стаціонарних терміналів [10].

Важливим кроком на шляху до забезпечення продовольчої безпеки в умовах воєнного стану стало підписання договору у липні 2022 р. щодо “зернового коридору” тривалістю 120 днів, який у листопаді було продовжено ще на 120 днів. Завдяки цій угоді Україна змогла істотно збільшити експорт

Виконав	Яришев В.А.						Арк.
Перевірив	Разганов С.А.						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

продовольчих ресурсів, а тому частково налагодити логістичні ланцюги поставок, поліпшити стан світової продовольчої безпеки не допустивши голоду в державах Африки та Азії, вивільнити свої зерносховища для майбутніх врожаїв, знизити світові ціни на харчові продукти. З липня 2022 р. по березень 2023 року середньомісячна пропускна спроможність через альтернативні шляхи становила 4 млн т [15] (рис. 1.6).

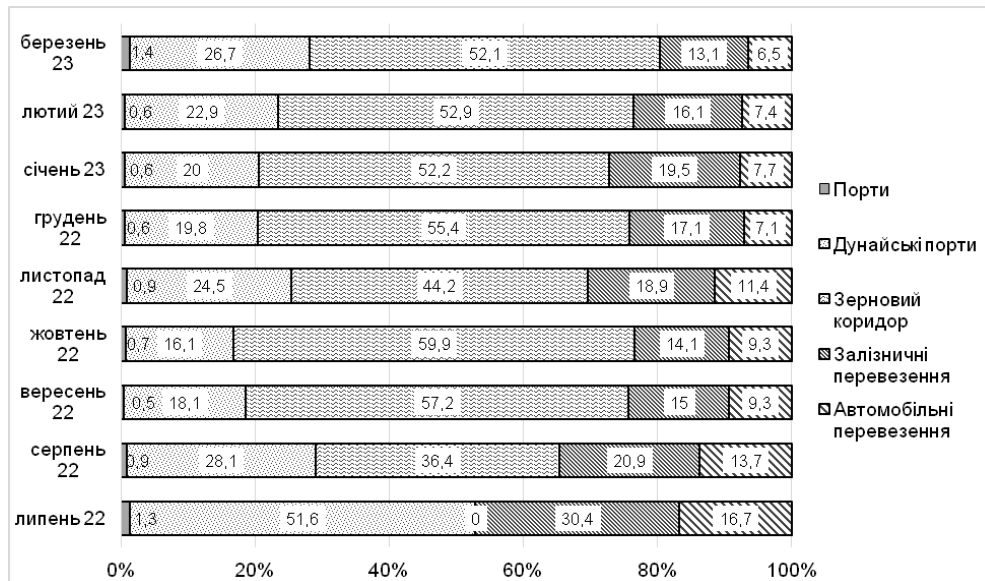


Рисунок 1.6 - Розподілення експорту за логістичними каналами України (липень 2022 р. – березень 2023 р.)

Незважаючи на велику кількість позитивних моментів, що випливають з прийняття вищезгаданої ініціативи ООН, забезпечити глобальну продовольчу безпеку можливо тільки за умови припинення війни та повної деокупації українських територій, гарантування світовими лідерами цілісності та безпеки Україні, розмінування деокупованих територій, іноземних інвестицій та пільгових кредитів для українських аграрного та переробного секторів. Таким чином, чим довше триватиме війна, тим важче буде забезпечувати глобальну продовольчу безпеку.

Протягом січня-червня 2024 року в Україну імпортували товарів на суму \$33,2 млрд, а експортували – на \$19,5 млрд.

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

При цьому оподаткований імпорт склав \$28,1 млрд, що становить 86% загальних обсягів імпортованих товарів.

Податкове навантаження на 1 кг оподаткованого імпорту в січні-червні 2024 року склало 0,5 дол/кг, що на 10% більше, ніж за аналогічний період 2023 року.

Країни, з яких найбільше імпортували товарів до України: Китай — \$6,4 млрд, Польща — \$3,7 млрд і Німеччина — \$2,6 млрд.

Експортували з України найбільше до Польщі — на \$2 млрд, Іспанії — на \$1,6 млрд, Китаю — на \$1,6 млрд.

У загальних обсягах ввезених у січні-червні 2024 року товарів 65% склали такі категорії товарів:

- машини, устаткування та транспорт — \$11,4 млрд
при митному оформленні зазначених товарів до бюджету сплачено 69,2 млрд грн, що складає 31% надходжень митних платежів;
- продукція хімічної промисловості — \$5,9 млрд
при митному оформленні зазначених товарів до бюджету сплачено 36,8 млрд грн, що складає 16% надходжень митних платежів;
- паливно-енергетичні — \$4,3 млрд
при митному оформленні зазначених товарів до бюджету сплачено 54,6 млрд грн, що складає 24% надходжень митних платежів.



Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Рисунок 1.7 – Найбільш імпортовані товари, I півріччя 2024 р [16]

До трійки найбільш експортованих з України товарів увійшли:

- продовольчі товари — \$12,4 млрд
- метали та вироби з них — \$2,1 млрд
- мінеральні продукти — \$1,8 млрд

За 6 місяців 2024 року при митному оформленні експорту товарів, на які встановлене вивізне мито, до бюджету сплачено 148,1 млн грн [16].



Рисунок 1.7 – Найбільш експортовані товари, I півріччя 2024 р [16]

1.2 Аналіз наукових робіт щодо організації схем перевезень продовольчих вантажів

Багато як вітчизняних, так і закордонних вчених проводили наукові дослідження у галузі харчової промисловості та процесів перевезення її продукції. У роботах [17-19] автори детально досліджували продовольчі вантажі з точки зору саме харчової промисловості. Було зроблено загальний опис та виконано аналіз їх фізичних характеристик. Також на основі цих даних було розроблено загальну характеристику продовольчих вантажів. О.Ю. Сопецько у своєму дослідженні [20] піднімає питання швидкопсувності деяких категорій продовольчих продуктів, аналізує їх характеристики

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				25

та вимоги і створює класифікації, що визначають їх місце у ланцюгах постачань та в системі міжнародних перевезень.

Також питання швидкопсувних продовольчих вантажів розглядається у роботі [21] та в наказі [22]. У роботі В.О. Тимочко та Р.І. Падюка виконано аналіз системи опису продовольчих товарів за експортно-імпортними операціями [23], а також обґрунтовується вибір товарної тари для продовольчих вантажів на основі їх загальних характеристик. При цьому в усіх роботах проводять загальний опис без урахування особливостей інтермодального сполучення (ІС). Основні транспортні вимоги продовольчих вантажів зазначено у роботі [23]. Що стосується перевезення рідких продовольчих вантажів, то детальний опис процесу їх перевезення, вибору тари та транспортних засобів виконано в роботі [24]. Питання організації транспортного сполучення розглядалися у дослідженнях [25-26].

Проте дані дослідження розглядали процес перевезень з точки зору логістичної науки, тобто економіки, а не транспортних систем. У роботах [27-28] досліджують основи ІС, його переваги та особливості, а також вимоги цього виду сполучення до вантажу та транспортних процесів. Дослідження у галузі інтермодальних транспортних одиниць (ІТО) виконано у [29-33]. Особливо цінними можна вважати інженерні рішення компанії «Maersk» щодо перевезення швидкопсувних вантажів [33].

Також деякими вітчизняними науковцями досліджується система контрейлерних перевезень [35-36], але у нашому випадку цей вид перевезень може бути використано лише, як наземна складова інтермодального перевезення продовольчих вантажів. Для вибору транспортних засобів, що забезпечать процес доставки продовольчих вантажів у наземній частині доставки використаємо роботи [34; 36-37].

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2 ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

2.1 Постановка завдання. Визначення розрахункових параметрів.

Центральна база у м. Дніпро постачає товар у вигляді меду на 5 складів у Польщі, у таких містах, як: Білосток, Радом, Лодзь, Бидгощ та Краків. Розвезення товару на склади здійснюється однією вантажівкою, причому кожний склад одержує своє замовлення цілком за один прийом – вантажопідйомність вантажівки для цього достатня. Вантажівка може одночасно узяти вантаж, що відповідає не більш ніж 3 замовленням. Вантажівка може об'їжджати склади за декількома маршрутами. Один і той самий склад може знаходитися на різних маршрутах.

Таким чином необхідно виконати:

1. Моделювання оптимального маршруту перевезення вантажу
2. Розрахунок необхідних складських приміщень
3. Розрахунок техніко-економічних показників доставки вантажу
4. Розрахунок роботи автомобільного терміналу як системи масового обслуговування.

Характеристики вантажу. Мед або мід — густа солодка маса, яку бджоли виробляють з нектару квітів. Виробництво меду - це складний процес, що починається рослинами і закінчується бджолами з активною участю їх органів і ферментів. Нектар - солодкий сік, який утворюється і виділяється нектарниками, що розміщені переважно у квітах рослин. У його складі переважають вуглеводи (3-80 %), кількість і співвідношення яких залежить від виду рослин, а також міститься обмежена частка азотних і фосфорних сполук, органічних кислот, вітамінів, мінеральних речовин. Крім того, до складу нектару входять ферменти, леткі, антимікробні та інші сполуки. Під час

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

цвітіння плодкових культур взятки за один день на сім'ю бджіл складає близько 0,5 кг, з білої акації - 2-5, з липи - 3-7, а в Приморському краї - 12-15 кг.

Натуральний бджолиний мед за ботанічним походженням поділяють на квітковий, падевий і змішаний (природна суміш квіткового і падевого меду). Крім того, в товарознавчій практиці всі види меду поділяють на світлі і темні [38].

Квітковий мед може бути монофлорним - з нектару однієї (або переважно однієї) рослини і поліфлорним (збірним) - з нектару кількох рослин.

Залежно від способу одержання мед може бути центробіжним, пресованим, стільниковим, самовитікаючим. Центробіжний мед вилучають з розпечатаних стільників на медогонках. Для розпечатування стільників використовують теплі ножі. У цьому випадку можливе засмічування меду дрібними шматочками воску, іншими домішками. Потім мед проціджують і залишають за температури 20°C. Пресуванням стільників виділяють тільки в'язкі і желеподібні види меду. Такий продукт містить багато квіткового пилку, воску і тому каламутний [39].

Для початку необхідно обрати тягач. Для порівняння взято два тягачі VOLVO FH [40] та Renault Premium 450 [41]. Загальний вигляд та креслення тягачів VOLVO FH 16 та RENAULT Premium 450 dxі представлені відповідно на рисунках 2.1 та 2.2.

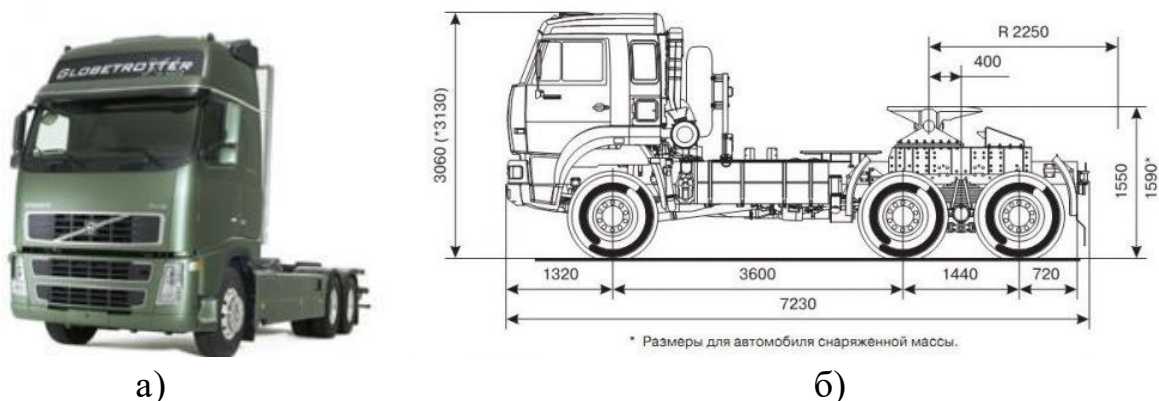
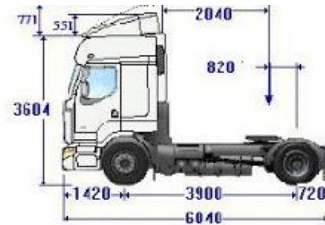


Рисунок 2.1 – а) загальний вигляд VOLVO FH16;
б) габаритні розміри VOLVO FH16;

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				28



а)

б)

Рисунок 2.2 – а) загальний вигляд Renault premium 450 dxi;
 б) габаритні розміри Renault premium 450 dxi;

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика конкурентоздатних транспортних засобів

№	Показник	1 варіант	2 варіант
	Марка а/м	VOLVO FH 16	Renault premium
	Технічна х-ка		450 dxi
1.	Вантажопідйомність	30000 кг	28200 кг
2.	Паливний бак	500 л	450 л
3.	Повна маса	45000 кг	32000 кг
4.	Двигун	дизель	дизель
5.	Витрата палива	35 л/100км	32 л/100км
6.	Норма викидів	EURO 5	EURO 5
7.	Трансмісія	Механічна	Механічна

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

Вибір оптимального автотранспортного засобу виконується на підставі порівняння результатів експлуатаційних та економічних розрахунків, представлених в таблиці 2.2.

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

Таблиця 2.2 – Експлуатаційні та економічні розрахунки для вибору оптимального автотранспортного засобу

Показник	Умовні позначення	Автотранспортний засіб	
		Schmitz cargobull sko 24	Kögel Box
Вантажність, тонн	q_n	28.2	30
Коефіцієнт статичного використання вантажності	γ_c	1	1
Час простою авто під навантаженням і розвантаженням, год.	t_{n-p}	1,3	1,3
Коефіцієнт використання пробігу	β_i	1	1
Відстань перевезень, км	l_B	768,3	768,3
Швидкість авто, км/ год.	V_m	60	60
Базова Лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу, л	H_s	32	35
Норма на транспортну роботу	H_w	1,3	1,3
Питома густина палива, г/см ³	P	0,83	0,83

Проведемо розрахунки для порівнюваних авто.

Розрахунок годинної продуктивності у тоннах виконувався за формулою:

$$U_{год.} = \frac{q_n * \eta_c * \beta_i * V_m}{l_{ib} + \beta_i * V_m * t_{n-p}} \quad (m) \quad (2.1)$$

$$W_{г.} = \frac{q_n * \gamma_c * \beta_i * V_m * l_{ib}}{l_{ib} + \beta_i * V_m * t_{n-p}} \quad (m / км) \quad (2.2)$$

де q_n - вантажопідйомність, т;

γ_c - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності ;

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							30
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				

KPM 275 30 ПЗ

β_i - коефіцієнт використання пробігу;

V_m - технічна швидкість, км/год;

l_b - відстань перевезень, км;

$t_{н-р}$ - час простою ТЗ під завантаженням, год.

$$\Delta = \frac{l_{\text{рівн. відст}}}{\beta_c * V_T * t_{np}} \quad (2.3)$$

$l_{\text{рівн. відст}}$ – рівноцінна відстань – це коли продуктивність двох автомобілів буде однаковою рівноцінною відстанню.

β_c – коефіцієнт використання пробігу (1 для першого авто, 1 – для другого);

V_T - технічна швидкість автомобіля (для першого автомобіля складає приблизно 60 км/год, для другого відповідно – 60 км/год).

t_{np} - час простою під вантажними операціями.

Межа вигоди для обох автомобілів перевищує одиницю, тобто, вони обидва придатні для перевезення.

Маючи всі необхідні складові, розрахуємо межі вигоди для конкурентноздібних автомобілів.

VOLVO FH 16 [43]:

$$U_{\text{год1}} = \frac{28,2 * 0,9 * 1 * 60}{1130 + 1 * 60 * 1,3} \approx 1,26 \text{ Т}$$

$$W_{\text{с.1}} = \frac{28,2 * 1 * 1 * 60 * 1130}{1130 + 1 * 60 * 1,6} \approx 1559,51 \text{ ткм}$$

$$\Delta_1 = \frac{1130}{1 * 60 * 1,3} = 16,61$$

Renault premium 450 dxi [44]:

$$U_{\text{год2}} = \frac{30 * 0,9 * 1 * 60}{1130 + 1 * 60 * 1,3} \approx 1,34 \text{ Т}$$

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$W_{z.2} = \frac{30*1*1*60*1130}{1130+1*60*1,6} \approx 1659 \text{ ткм}$$

$$\Delta_2 = \frac{1130}{1*60*1,3} = 16,61$$

При виборі рухомого складу ми звертаємо увагу два критерії. По-перше, максимальна наповненість рухомого складу по масі, по-друге – витрата палива на 100 км та швидкість.

Контрольна витрата палива на 100 км становить для тягача VOLVO FH–35л, а для тягача Renault premium 450 dxi – 32 л при швидкості 60 км/год. Швидкість є однаковою для двох автомобілів і становить 60 км/г. Таким чином, остаточно обрано тягач Renault premium 450 dxi з напівпричепом Schmitz cargobull sko 24. Потрібно також звернути увагу, щоб кузов обраного транспортного засобу був сухим і чистим.

Коробки з медом та олією будуть розміщуватися у горизонтальному положенні, на невеликій відстані один від одного, для того, щоб вони не пошкодилися під час перевезення. Для перевезення продукції в коробках(рис. 2.3) обрано розміщення у кузові автомобіля без палет (рис.2.4). Формування вантажного місця було виконано за допомогою Інтернет-ресурси. Searates [45].

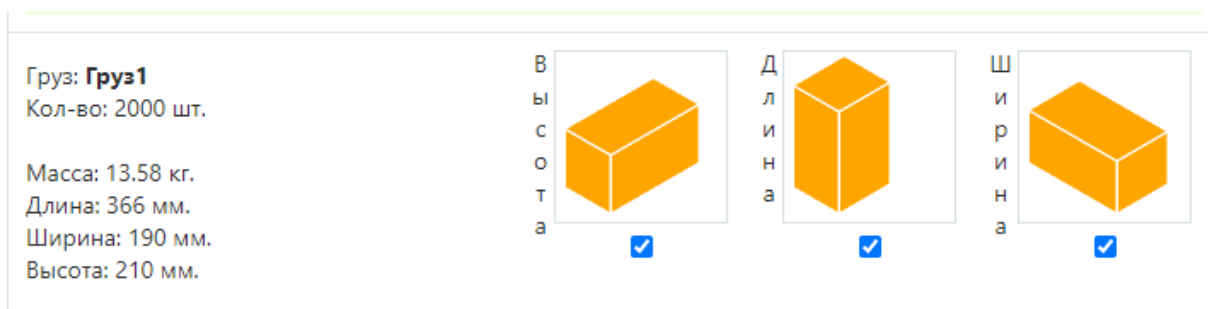


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд та розміри коробки [45]

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				32



Рисунок 2.4-Схема навантаження транспортного засобу [45]

2.2 Побудова фізичної моделі. Методи оптимізації транспортно-логістичних схем.

Побудова фізичної моделі транспортного процесу перевезення продовольчих товарів у міжнародному сполученні включає кілька ключових етапів та компонентів, які забезпечують ефективно та безперервне переміщення вантажів. Ось основні елементи такої моделі:

Початковий етап

- Збір продовольчих товарів: Збирання та підготовка товарів на складі виробника.

- Упакування та маркування: Продовольчі товари пакуються у відповідну тару, маркуються та готуються до відправлення.

Міжнародне транспортування

- Перевантаження на основні транспортні засоби: Товари завантажуються на основні транспортні засоби для міжнародного транспортування. Перевезення продукції до пунктів перетину кордону. Товари проходять митний контроль і оформлення документів для виїзду з країни.

Міжнародний етап

- Транспортування до країни призначення: Основні транспортні засоби доставляють продукцію до країни призначення.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- Проходження митного контролю в країні імпорту: Товари проходять митний контроль і оформлення документів для ввезення до країни-отримувача.

Внутрішнє транспортування в країні призначення

- Доставка до кінцевих споживачів: Товари доставляються до розподільчих центрів, складів на території Польщі (рис. 2.5)

Завершальний етап

- Розвантаження та розподіл: Продукція розвантажується на кінцевих складах та розподіляється між споживачами.

- Зберігання та продаж: Товари зберігаються на складах до моменту реалізації або безпосередньо реалізуються кінцевим споживачам.

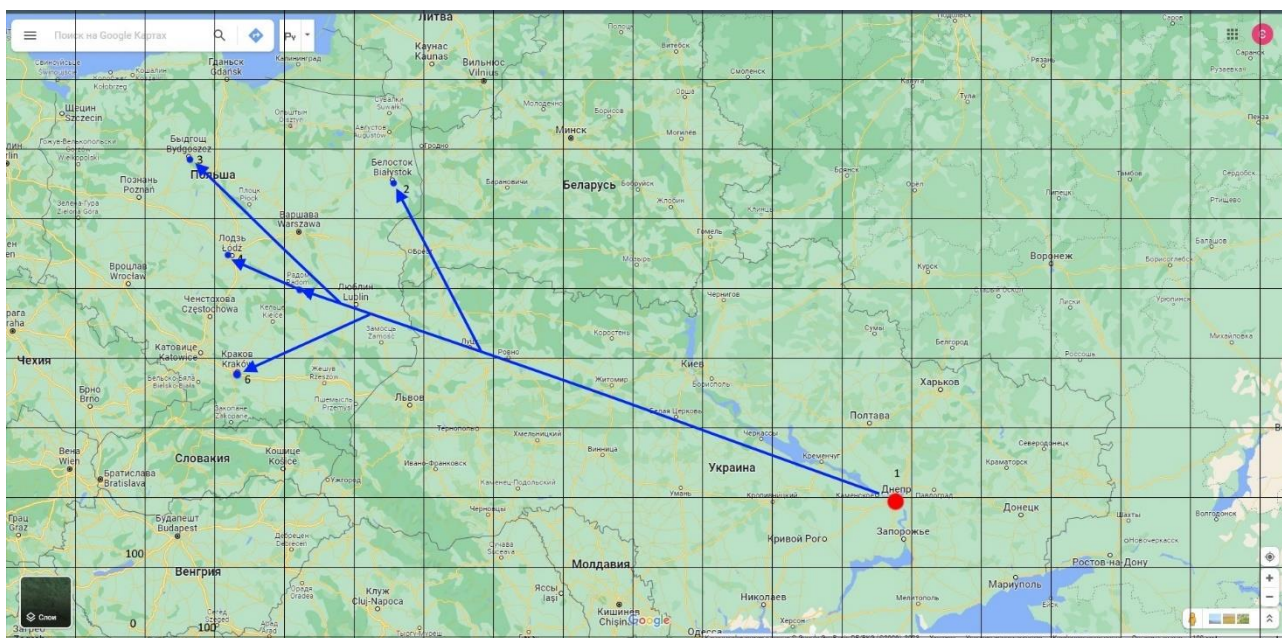


Рисунок 2.5 – Напрямки перевезення товарів

Оскільки маршрут буде міжнародним, розглянемо роботу вантажного митного комплексу (ВМК).

На території ВМК знаходяться склади, які мають статус постійно діючої зони митного контролю та дозволяють розміщувати на зберігати будь-який вантаж. Комплекс представляє собою сервісний центр з надання допоміжних, не пов'язаних з функціями державних служб, послуг вантажоотримувачу (експедитору) у процесі митного оформлення вантажів. До послуг також

Виконав	Яришев В.А.						Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			ПЗ
							34

входить забезпечення одержувачів вантажу робочою силою для здійснення митного огляду, а також спеціалістами для виконання облікових функцій.

Необхідність збільшувати пропускну спроможність комплексу тягне за собою й необхідність оптимізації всіх виробничих процесів. Розвиток комплексу направлений на збільшення пропускну спроможності за менший інтервал часу. Це дозволить збільшити вантажообіг автомобілів, та проводити більшу кількість митних оглядів на добу без зменшення рівня якості обслуговування.

Вантажний митний комплекс - визначена Держмитслужбою України ділянка території з комплексом будівель, споруд, інженерно-технічних засобів і комунікацій, які необхідні для здійснення митного контролю та митного оформлення товарів і транспортних засобів, що переміщуються через митний кордон України.

ВМК має на своїй території такі споруди:

- службовий блок, у якому розміщуються митні служби, служби санітарно-карантинного контролю, ветеринарного та фіто контролю, екологічного контролю;

- на заїзді та виїзді спеціальні бар'єри і шлагбауми;

- бокс для ретельного огляду вантажних автомобілів;

- склад для конфіскованих вантажів;

- стоянки для затриманого транспорту;

- комплекс будинків і споруд господарського, технічного та інженерного призначення.

Усі будівлі оснащені опаленням, вентиляцією, освітленням.

Доцільним є забезпечення технологічних вимог власником ВМК, що скоротить час на митні простої та операції, а саме:

1) наявність і функціонування системи електронного обліку перепусток для транспортних засобів, що переміщуються територією ВМК та безперешкодний доступ до цієї системи посадових осіб митних органів;

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2) наявність і функціонування контрольно-пропускної системи на в'їзді та виїзді з ВМК, до якої входять засоби автоматичного зчитування реєстраційних номерних знаків транспортних засобів та електронні ваги з функцією автоматичного внесення інформації про реєстраційний номер транспортного засобу та його загальну вагу до системи електронного обліку.

В табл. 2.3 наведено час, що витрачається на операції на ВМК.

Таблиця 2.3 – Перелік операцій і час, що витрачається на митні простої на ВМК

Пред'явлення документів по прибуттю на КПП та реєстрація ТЗ	Пред'явлення документів черговому інспектору	Перевірка документів	Оформлення документів	Митний огляд ТЗ і товару	Всього витрачено часу
25 хв.	2 хв.	25 хв.	15 хв.	15 хв.	82 хв.

Вантажний митний комплекс можна розглядати, як систему масового обслуговування (СМО). За допомогою теорії масового обслуговування (ТМО) можна визначити такі характеристики дослідження процесу як середній час очікування автомобіля в черзі, час перебування на ВМК та інші характеристики.

ТМО безпосередньо не пов'язана з оптимізацією, але досліджуючи різні режими роботи СМО - тобто процедур митного контролю та оформлення, теорія дає рекомендації, як краще організувати обслуговування.

СМО – це спеціальні моделі дослідження операцій, призначені для дослідження і розрахунку певних випадкових процесів, а саме – процесів масового обслуговування.

Багато технологічних процесів і виробництв можна змоделювати, тобто можна розглядати як СМО і аналізувати їх роботу, користуючись математичним апаратом ТМО.

Виконав		Яришев В.А.								Арк.
Перевірив		Разганов С.А.				КРМ		275		36
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис		Дата				

Характерним для процесів масового обслуговування є надходження вимог на обслуговування (заявок) через рівні та нерівні проміжки часу. Заявки обслуговуються одним або кількома обслуговуючими пристроями, які називають каналами обслуговування. Швидкодія каналу обслуговування характеризується тривалістю обслуговування, яка може бути фіксованою або випадковою величиною. Тривалість обслуговування та кількість каналів обслуговування являються характеристиками СМО.

Робота будь-якої СМО полягає у обслуговуванні потоку заявок, що надходять до неї. Обслуговування заявки, яка надійшла, триває деякий час, після чого канал обслуговування звільняється і знову готовий до прийому нової заявки.

Предмет ТМО – це встановлення залежності між характером потоку заявок, кількістю каналів обслуговування, їх продуктивністю, ефективністю обслуговування.

Аналіз будь-якої СМО починається з опису потоку заявок.

Під вхідним потоком заявок чи вимог розуміють послідовність подій, що складаються із заявок, що надходять до системи у випадкові моменти часу. Будемо розглядати найпростіший потік заявок, якому притаманні наступні властивості:

- 1)стаціонарність (імовірнісні характеристики не залежать від часу);
- 2)відсутність післядії (заявки надходять до системи незалежно одна від одної у проміжки часу, які не перетинаються);
- 3)ординарність (заявки надходять поодинці).

Характеристики СМО:

- 1)Число каналів обслуговування (одноканальна, багатоканальна);
- 2)Черга. Заявки, що надійшли до системи, очікують на обслуговування у черзі. Є системи з нескінченним числом місць для очікування (СМО з очікуванням), є системи з обмеженою чергою, є системи, в яких очікування не відбувається (СМО з відмовами).

Виконав		Яришев В.А.								Арк.
Перевірив		Разганов С.А.					КРМ 275 30 ПЗ			37
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис	Дата					

Процес обслуговування. Одна з найважливіших характеристик – тривалість обслуговування заявки ($t_{обс}$).

Дисципліна черги – це порядок, згідно з яким заявки вибираються з черги для обслуговування каналами обслуговування. Найбільш проста дисципліна обслуговування – FIFO („перший прийшов – перший обслуговується”) [12,13].

Найбільший інтерес для описання транспортного потоку представляють імовірнісні моделі, які найбільш повно відображають імовірнісні властивості транспортного потоку. Природа транспортного потоку носить випадковий характер, а сам рух транспортного потоку є масовим процесом. Масовість полягає у тому, що протягом коротких проміжків часу через даний ВМК проходить значна кількість автомобілів.

Граф станів багатоканальної замкненої СМО наведено на рис. 5.2.

Розглянемо ВМК, як замкнену СМО. Важливою особливістю замкнутих СМО є те, що кількість заявок, які надходять в СМО (вхідний потік), залежить від стану самої СМО, тобто від кількості заявок, що знаходяться в стані обслуговування або чекання. Це обумовлено саме тим, що кількість джерел заявок, які періодично звертаються до СМО, є обмеженою і, якщо з будь-яких причин трапляється затримка в їх обслуговуванні з боку СМО, то автоматично зменшується кількість джерел заявок, які поки що не пов’язані зі СМО. Саме це і викликає зменшення інтенсивності вхідного потоку заявок за рахунок збільшення кількості заявок, пов’язаних із СМО (\bar{z}).

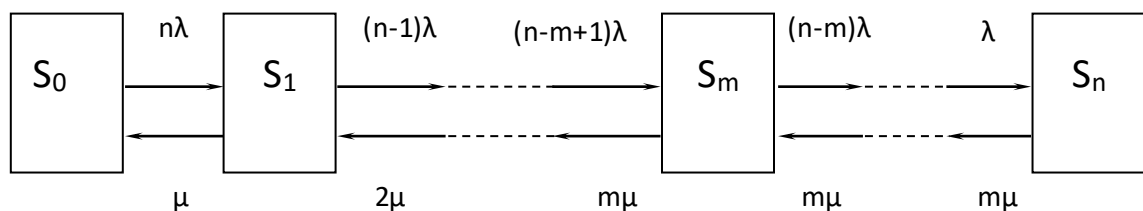


Рисунок 2.6 – Граф станів багатоканальної замкненої СМО

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	38

2.3 Розробка математичної моделі процесу перевезень продовольчих вантажів у міжнародному сполученні

Центральна база постачає товар на m складів. Розвезення товару на склади здійснюється однією вантажівкою, причому кожний склад одержує своє замовлення цілком за один прийом – вантажопідйомність вантажівки для цього достатня. Вантажівка може одночасно узяти вантаж, що відповідає не більш ніж k замовленням. Вантажівка може об'їжджати склади за r маршрутами. Один і той самий склад може знаходитися на різних маршрутах.

Нехай для кожного складу відома функція витрат у залежності, наприклад, від розміру замовлення. Потрібно скласти графік розвезень товару, що забезпечить виконання замовлень всіх клієнтів із мінімальними сумарними витратами на перевезення. Час доставки немає значення. Передбачається, що всі операції по доставці товару можуть бути здійснені протягом деякого періоду часу, що влаштовує всіх споживачів.

За спосіб розвезення будемо вважати будь-яку припустиму комбінацію виконання замовлень. Він являє собою m -вимірний вектор-стовпець, i -й компонент якого дорівнює одиниці, якщо i -е замовлення цим способом задовольняється, і нулю – у протилежному випадку. Для будь-якої реальної задачі при невеликих значеннях m , k і r можна виписати всі такі способи розвезення. Число n цих способів буде залежати не тільки від перелічених параметрів, але й від кількості складів на кожному маршруті, об'єму замовлень і т. і. Кожному j -му способу розвезення відповідають грошові витрати c_j , $j = 1, n$.

Нехай при даних конкретних умовах задачі сформована матриця $A = [a_{ij}]$ всяких способів розвезення, що складається з нулів і одиниць. Стівпці цієї матриці являють собою описані вище способи розвезення, тобто елемент матриці $a_{ij} = 1$, якщо j -й спосіб задовольняє i -е замовлення, і $a_{ij} = 0$ – у протилежному випадку. Тепер задача полягає у виборі найбільш економічної комбінації цих способів.

Математична постановка задачі

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Уведемо змінні

$$x_j = \begin{cases} 1, \text{ якщо } j - \text{ий спосіб перевезення реалізується,} \\ 0, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \quad (2.4)$$

Тоді математична модель задачі набуває вигляду:

$$y = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min_{x_j \in \Omega} \quad (2.5)$$

$$\Omega: \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = 1, i = \overline{1, m} \quad (2.6)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j = \overline{1, n} \quad (2.7)$$

$$a_{ij} \in \{0, 1\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (2.8)$$

Тут цільова функція (2.5) відповідає сумарним витратам на перевезення товару за всіма замовленнями. Умова (2.6) означає, що всі замовлення повинні бути задоволені тільки один раз. Вирази (2.7) і (2.8) визначають двійковий характер змінних $x_j, j = \overline{1, n}$, і елементів матриці A .

Роботу ВМК можна розглядати як масове обслуговування транспортного потоку, тобто як процедуру митного контролю та митного оформлення транспортних засобів.

На ВМК надходить потік вантажів з інтенсивністю λ ; час обслуговування одного вантажу – з параметром $\mu = 1/t_{\text{обс}}$. Фінальні ймовірності існують тільки при $\rho/n = \lambda < 1$, де $\rho = \lambda/\mu$.

Система масового обслуговування – режим роботи відділу митного оформлення ВМК, де кожен вантаж проходить митне оформлення.

При розрахунках використаємо статистичні дані стосовно транспортних засобів, що пройшли через вантажний митний комплекс за 2022 рік. В таблиці 2.4 та на рис. 2.7 наведено розподіл пропущених автомобілів по місяцях.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				40

Таблиця 2.4 – Розподіл по місяцях обслужених на ВМК автомобілів

Місяць	Вантажні автомобілі
Січень	1 354
Лютий	1 269
Березень	1 517
Квітень	1 482
Травень	1 776
Червень	1 750
Липень	1 729
Серпень	1 910
Вересень	2 155
Жовтень	2 040
Листопад	2 098
Всього	19080



Рисунок 2.7 – Надходження автомобілів на ВМК в 2022 році

На ВМК прибуває потік вантажних автомобілів з інтенсивністю 58 транспортних засобів за добу. У вантажному відділі знаходиться 10 інспекторів, на оглядовій рампі одночасно може перевірятися 5 автомобілів. Середній час проведення митного оформлення та митного огляду складає 1,37 год.

Основні математичні залежності черг і затримок для багатоканальної замкненої СМО наведено в табл. 2.4.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				41

Таблиця 2.4 – Основні математичні залежності черг і затримок для багатоканальної замкненої СМО (n – кількість джерел заявок; m – кількість каналів обслуговування)

Характеристики СМО	Розрахункові формули
Імовірність станів СМО $\rho = \lambda / \mu$, $\mu = 1 / t_{зв}$, де $t_{зв}$ – середній час періодичності звернення заявок до СМО	$P_0 = [1 + \frac{n}{1!}\rho + \frac{n(n-1)}{2!}\rho^2 + \dots + \frac{n(n-1)\dots(n-m+1)}{m!}\rho^m + \frac{n(n-1)\dots(n-m)}{m!m}\rho^{m+1} + \dots + \frac{n(n-1)\dots 1}{m!m^{n-m}}\rho^n]^{-1}$ $P_i = \frac{n(n-1)\dots(n-i+1)}{i!}\rho^i \cdot P_0 \quad (i = \overline{1, m}) - \text{стани без черги}$ $P_{m+i} = \frac{n(n-1)\dots(n-m-i+1)}{m!m^i}\rho^{(m+i)} P_0 \quad (i = \overline{1, (n-m)})$ <p>– стани з чергою довжиною i заявок</p>
Середня кількість зайнятих механізмів обслуговування (k) і заявок в СМО (z)	$\bar{k} = 1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + \dots + m(P_m + P_{m+1} + \dots + P_n);$ $\bar{z} = n - \frac{\bar{k}}{\rho}$
Середня кількість обслужених заявок за одиницю часу	$A = \bar{k} \cdot \mu$
Середній час перебування заявки в СМО ($\bar{t}_{сист}$) та в черзі ($\bar{t}_{оч}$)	$\bar{t}_{сист} = \frac{\bar{z}}{(n - \bar{z}) \cdot \lambda};$ $\bar{t}_{оч} = \bar{t}_{сист} - 1 / \mu$
Коефіцієнт простою заявок в СМО	$K_{пз} = \bar{z} / n$
Коефіцієнт простою механізмів обслуговування	$K_{пм} = \frac{m - \bar{k}}{m}$

ЗДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ

3.1 Виконання необхідних ітерацій за розробленою моделлю

Нехай у рамках умов задачі про розвезення вантажу відома матриця

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

усіх можливих способів розвезення вантажу з центральної бази в п'ять магазинів, а також витрати, що зв'язані з реалізацією кожного способу, а саме 274878.54, 216396.18, 233449, 218725, 225424.4, 251117.8, 224688.2, 236025.7, 233522.6. Скласти графік розвезення, що забезпечує мінімальні сумарні витрати.

Математична модель задачі при використанні позначень, прийнятих для загальної моделі (2.1) – (2.4), буде мати вигляд

$$\begin{aligned} y = & 274878.54x_1 + 216396.18x_2 + 233449x_3 + \\ & + 218725x_4 + 225424.4x_5 + 251117.8x_6 + 224688.2x_7 + \\ & + 236025.7x_8 + 233522.6x_9 \rightarrow \min \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_1 &= x_1 + x_3 + x_5 + x_6 + x_7 = 1 \\ f_2 &= x_2 + x_5 + x_8 + x_9 = 1 \\ f_3 &= x_2 + x_3 + x_4 + x_6 + x_8 = 1 \\ f_4 &= x_1 + x_6 + x_8 + x_9 = 1 \\ f_5 &= x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_7 = 1 \\ x_j &\in \{0,1\}, j = \overline{1,9} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Виконав	Яришев В.А.								Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розподіл і призначення клітинок електронної таблиці для транспортної задачі про розвезення вантажу в умовах прикладу можуть бути такими:

- клітинки В4:J4 – для шуканих змінних задачі $x_j, j=1,9$;
- клітинки В6:J10 – для елементів $a_{ij}, i=1,5, j=1,9$, матриці **A**;
- клітинки В12:J12 – для задання розмірів витрат c_j на реалізацію j -го способу, $j=1,9$;
- клітинки В14:J14 – для проміжних результатів із завантаженими формулами для обчислення добутку $c_j x_j, j=1,9$;
- клітинки В16:J20 – для проміжних результатів із завантаженими формулами для обчислення добутку $a_{ij} x_j, i=1,5, j=1,9$;
- клітинки L16:L20 – для обчислення функцій $f_i, i=1,5$, із відповідними завантаженими формулами;
- клітинка L8 – для значення цільової функції u із завантаженою формулою для обчислення суми $\sum_{j=1}^9 c_j x_j$.

Всі клітинки, що призначені для цілочислових даних, повинні мати *числовий* формат із числом десяткових знаків, рівним 0. Це масиви клітинок: В4:J4, В6:J10, В16:J20 і L16:L20. Інші клітинки (L8, В12:J12 і В14:J14) повинні мати числовий формат із числом десяткових знаків, рівним 2.

Після завантаження в електронну таблицю всіх необхідних констант і формул для обчислення проміжних і кінцевого результатів треба виконати потрібні установки даних у діалоговому вікні команди Сервіс/Пошук_рішення. В умовах прикладу установки визначаються в такий спосіб:

- цільового клітинка – $\$L\8 ;
- тип екстремуму – мінімум;
- клітинки зі змінними: $\$B\$4:\$J\4 ;
- обмеження: $\$B\$4:\$J\$4 =$ двійкові; $\$L\$16:\$L\$20 = 1$.

На рис.3.1 показаний вигляд екрана Пошук_рішення.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				44

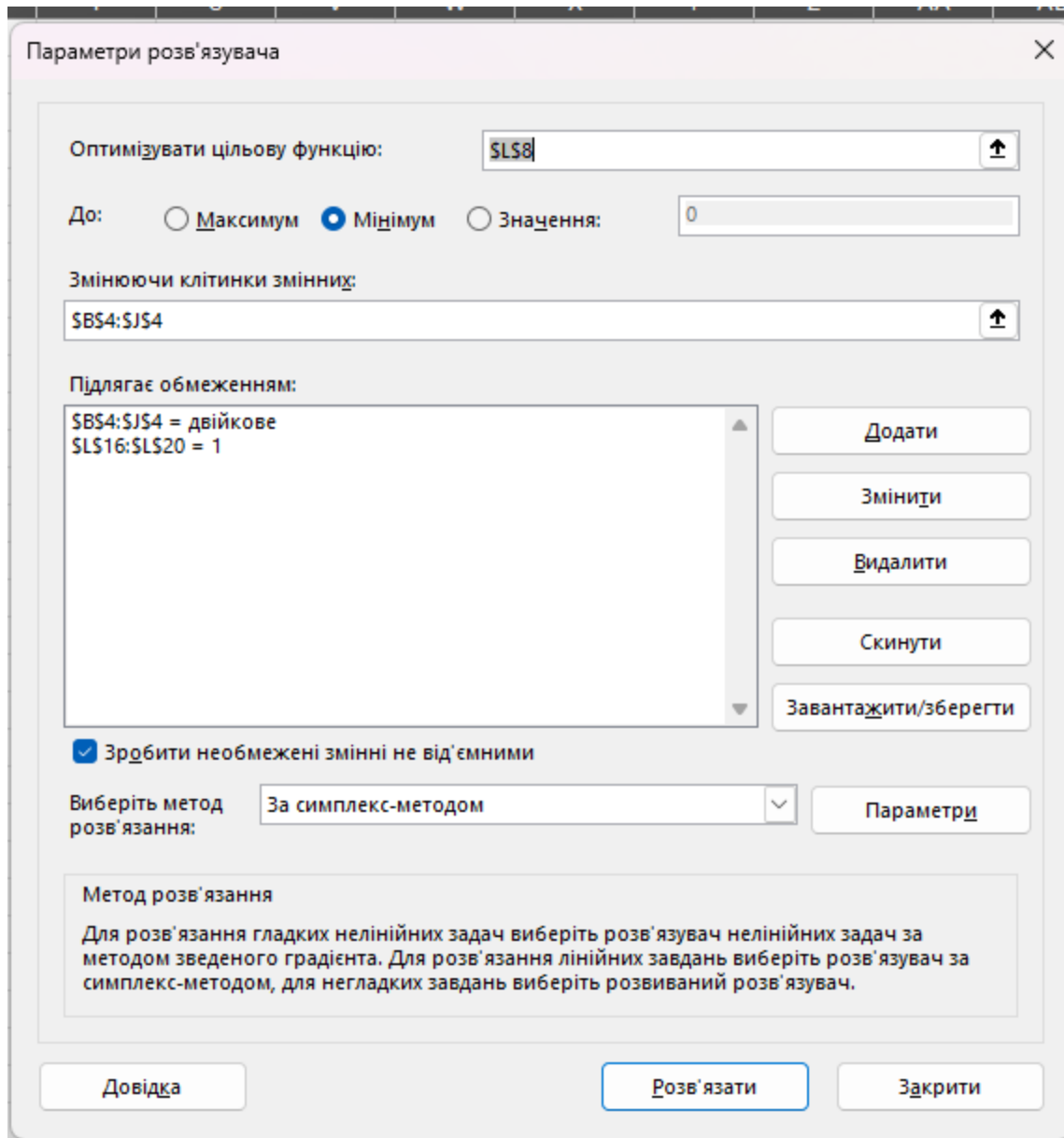


Рисунок 3.1 – Екран з вихідними установками

Вигляд екрана після виконання команди Сервіс/Пошук_рішення показаний на рис. 3.2.

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					45
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

Задача про розвезення вантажу										
X = j	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
	1	0	1	0	1	1	1	0	0	
	0	1	0	0	1	0	0	1	1	
a ij	0	1	1	1	0	1	0	1	0	460714
	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
	0	1	1	1	1	0	1	0	0	
cj	247878.54	216369.18	233449	218725	225424.4	251117.8	224688.2	236025.7	233522.6	
c j x j	0	0	0	0	0	0	224688.2	236025.7	0	
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 "=1"
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 "=1"
a ij x j	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 "=1"
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 "=1"
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 "=1"

Рисунок 3.2 – Екран з проміжними і кінцевими результатами

Оптимальним рішенням задачі є вектор-рядок $X^*T = [0000001 10]$, що забезпечує мінімальне значення цільової функції $y^* = 460714$ грн, тобто увесь товар центрального складу треба розвезти в магазини за допомогою 7-го та 8-го способів, тобто маршрут Дніпро-Білосток-Краків-Дніпро-Радом-Лодзь-Бидгощ-Дніпро.

Визначення вантажної площі складу. Фірма, яка торгує медом (два види меду), планує розширити обсяг продажів. Аналіз ринку складських послуг показав доцільність організації власного складу, необхідно визначити його площу. Технологічні зони, загальні для товарних складів, показано на рис. 3.5. Основним компонентом складської площі є вантажна площа ($S_{\text{вант}}$), тобто площа, зайнята безпосередньо товарами (стелажами, штабелями та іншими пристосуваннями для зберігання товарів).

Вантажна площа повинна займати не менше ніж 30 % від загальної площі складу.

Отже, коефіцієнт вантажної площі ($K_{\text{вант}}$), обумовлений відношенням вантажної площі до загальної площі складу, повинен бути не менше ніж 0,3.

Загальну площу складу можна розрахувати двома способами:

1. Розрахувати розмір вантажної площі, а також розміри решти ділянок складу. Загальну площу визначити як суму площ окремих ділянок.

Виконав	Яришев В.А.								Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.								46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2. Розрахувати вантажну площу, а потім, використовуючи коефіцієнт вантажної площі складу, визначити його загальну площу.

Завдання пропонується виконати першим способом.

Основним компонентом складської площі, як уже зазначалося, є вантажна площа ($S_{\text{вант}}$), для розрахунку якої можуть використовуватися різні методи. До найбільш поширених належить метод розрахунку вантажної площі на основі даних про обсяг середнього товарного запасу на складі, виражений у кількості кубічних метрів. Логіка розрахунку така.

1. Визначаємо обсяг (m^3) товарного запасу, який планується мати на складі.

2. Знаходимо кількість палетомісць, який буде потрібним для розміщення знайденого обсягу товарного запасу.

3. Визначаємо норму вантажної площі на одне палетомісце.

Визначаємо розмір вантажної площі, необхідної для розміщення на складі отриманої кількості палетомісць.

Таблиця 3.1 – Розрахунок площі складу

	Найменування величини	Одиниці виміру	Формула	Значення Р _А	Значення Р _В
1	Прогноз річного товарообігу	кг/рік	Q	44 000	27 500
2	Прогноз товарних запасів	дн.	T	20	20
3	Кількість робочих днів у році	дн./рік	D	250	250
4	Прогноз товарних запасів $Z = Q * T / D$	кг	Z	3520	2200
5	Кількість кг у ящику	кг/ящик	H	12	10
6	Довжина ящика	м	a	0,45	0,4
7	Висота ящика	м	b	0,3	0,25
8	Ширина ящика	м	c	0,2	0,2
9	Прогноз товарних запасів	m^3	$Z_{\text{ср.і}}$	7,92	4.4

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

	$Z_{cpi} = \frac{Q_i \cdot a \cdot b \cdot c \cdot T}{D \cdot H}$				
10	Об'єм стандартної пал лети $V=1,2 * 0,8 * M^3$ 1,2	$V_{пал}$	1.152	1.152	
11	Коефіцієнт заповненості паллет	—	$K_{нп}$	0,75	0,75
12	Прогноз товарних запасів з урахуванням нерівномірності $Z_p = \frac{Z_{cpi}}{V_{пал} \cdot K_{нп}}$	паллет	Z_p	9,17	5.1
13	Коефіцієнт нерівномірності завантаження складу	—	$K_{нер}$	1,25	1,25
14	Прогноз товарних запасів з урахуванням нерівномірності $Z_n = Z_{cpi} \cdot K_{нер}$;	M^3	Z_n	17,6	5.5
15	Потрібна кількість паллетомісць на складі $N_i = \frac{Z_{cpi} \cdot K_{нер}}{V_{пал} \cdot K_{нп}}$	місць	N_i	11,46	6.36
16	Норма вантажної площі на одне паллетомісце	$M^2/пал.$	q	0,29	0,29
17	Площа під установлення вантажних стелажів $S_{вант.i} = N_i \cdot q.$	M^2		3,32	1.84
18	Коефіцієнт вантажної площі (див. пояснення в лаб. роботі)	—	$K_{вант}$	0,3	0,3
19	Загальна площа на товар $S_{заг.i} = S_{вант} / K_{вант}.$	M^2	S_i	5,6	0,55
20	Загальна площа складу $S = S_1 + S_2$	M^2	S	6	

Характеристика окремих етапів розрахунку

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 30 ПЗ	

Розрахунок обсягу товарного запасу, який планується мати на складі. Визначення обсягу середнього запасу в сумі або в одиницях товару, як правило, не становить труднощів. Складність може виникнути під час переведення вартісних, штучних або вагових значень середнього запасу в кубічні метри. Товарні довідники, використовувані в компаніях, не завжди містять достовірну інформацію про вагооб'ємні характеристики кожної позиції асортименту складу. У зв'язку з цим підкреслимо необхідність перевірки достовірності цієї інформації перед виконанням розрахунку площі складу, а також постійної актуалізації товарних довідників. Розрахунок обсягу, займаного середнім товарним запасом, може виконуватися на базі використання такої інформації:

кількість одиниць товару в транспортній упаковці (або вага нетто товару в транспортній упаковці);

розмір транспортної упаковки (довжина, ширина, висота).

Середній запас товару i -ї позиції ($Z_{ср.i}$) у м³ необхідно розрахувати за формулою:

$$Z_{ср.i} = \frac{Q_i \cdot a \cdot b \cdot c \cdot T}{D \cdot H}, \quad (3.3)$$

де Q_i – прогноз обігу за період за i -ю позицією в натуральних одиницях (штук, кілограм і т. п.);

T – планована оборотність запасів, днів обороту;

D – кількість днів у плановому періоді;

H – кількість одиниць у транспортній упаковці (штук, кілограмів і т. п.);

a, b, c – довжина, ширина й висота транспортної упаковки, м.

Розрахунок кількості палетомісць, який буде потрібний для розміщення обчисленого товарного запасу. Потреба в кількості палетомісць за окремою позицією асортименту складу (N_i) визначається за допомогою формули:

$$N_i = \frac{Z_{ср.i} \cdot K_{нер}}{V_{пал} \cdot K_{пн}}, \quad (3.4)$$

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				49

де $Z_{cp,i}$ – середній запас товару i -ї позиції, m^3 ;

V – середньозважений обсяг однієї паллети на складі, m^3 ;

K_{np} – коефіцієнт наповненості паллет;

$K_{нер}$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження складу.

У проектних розрахунках $K_{нер}$ приймають рівним 1,1–1,3

Розглянемо приклад, коли товар укладається в секцію стелажа в чотири яруси (висота складу – 6 м, рис. 3.5). Завдання пропонується виконати, заповнивши табл. 8.1, у якій наведено необхідні для виконання розрахунків вихідні дані.

Норма вантажної площі на одне палетомісце. Визначається на основі інформації про застосовуваної на складі техніки та технології зберігання. При цьому площа, зайнята обладнанням для зберігання, ділиться на кількість паллет, яке можна укласти в це устаткування.

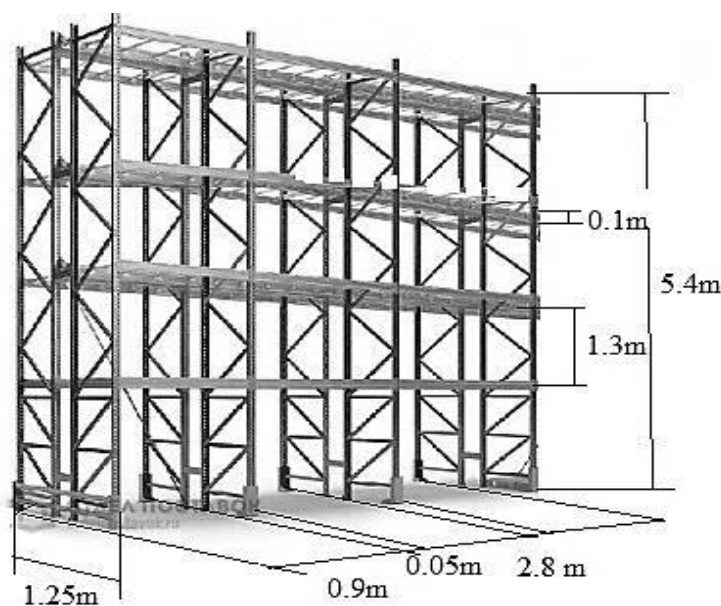


Рисунок 3.3 – Визначення норми вантажної площі складу

Проекція зовнішніх контурів секції завантаженого товаром стелажа має площу: $1,250 \times 2,800 = 3,50 \text{ м}^2$.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

На цій площі можна розмістити 12 паллет (800 x 1 200 x 1 200 мм). Ця кількість визначається, виходячи з таких стандартних параметрів:

□ висота складу – 6 м;

□ висота укладання вантажу – 5,4 м;

□ висота повністю навантаженої паллети – 1,2 м;

□ товщина балки – 0,1 м;

□ відстань між верхом завантаженої паллети й нижньої кромкою – 0,08 м.

У стандартному розміщенні на одному ярусі стелажу ставлять три паллети.

Норма вантажної площі на одне палетомісце (q) складе: $q = 3,5 \text{ м}^2 / 12 \text{ палетомісць} = 0,29 \text{ м}^2/\text{пал.}$

Далі в розрахунках скористаємося значенням норми 0,29, отриманої в цьому прикладі.

Розмір вантажної площі, потрібної для розміщення на складі отриманої кількості палетомісць, визначається за формулою:

$$S_{\text{вант } i} = N_i * q.$$

Розмір загальної площі складу для товарної групи ($S_{\text{заг}}$) визначимо, розділивши знайдене значення вантажної площі на коефіцієнт використання вантажної площі ($K_{\text{вант}}$):

$$S_{\text{заг } i} = S_{\text{вант } i} / K_{\text{вант}}.$$

Цей розрахунок дозволяє оцінити потребу в складській площі в першому наближенні. Детальне уявлення про структуру площ окремих технологічних зон складу можна отримати, окремо розрахувавши кожен із зон.

Визначаємо параметри СМО: Багатоканальна замкнена СМО.

Припускаємо, що транспортний потік, що надходить розподілено між каналами.

При цьому існує певна дисципліна черги: перший в черзі автомобіль прямує до каналу обслуговування, який звільнився перший. Отже, при такій дисципліні черги гарантовано, канали, які обслуговують автомобілі, працюватимуть на повну потужність весь період доки існує черга.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Розрахуємо імовірність станів при наявності 7-ми каналів, тобто коли одночасно на оглядовій рампі може оглядатися 7 вантажних автомобілів.

- інтенсивність вхідного потоку – середнє число автомобілів, що надходять за одиницю часу:

$$\lambda = \frac{1}{t_{np}}, \text{ авто/год}; \quad (3.5)$$

- коефіцієнт завантаження:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.6)$$

- середня кількість зайнятих механізмів обслуговування:

$$\bar{k} = 1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + \dots + m(P_m + P_{m+1} + \dots + P_n) \quad (3.7)$$

- середня кількість заявок в СМО:

$$\bar{z} = n - \frac{\bar{k}}{\rho} \quad (3.8)$$

- середня кількість обслужених заявок за одиницю часу:

$$A = \bar{k} \cdot \mu \quad (3.9)$$

- середній час перебування заявки в СМО:

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				52

$$\overline{t_{сист}} = \frac{\bar{z}}{(n - \bar{z}) \cdot \lambda} \quad (3.10)$$

- середній час перебування заявки в черзі:

$$\overline{t_{оч}} = \overline{t_{сист}} - \frac{1}{\mu} \text{ год}; \quad (3.11)$$

- коефіцієнт простою заявок в СМО:

$$K_{ПЗ} = \frac{\bar{z}}{n} \quad (3.12)$$

- коефіцієнт простою механізмів обслуговування:

$$K_{ПМ} = \frac{m - \bar{k}}{m} \quad (3.13)$$

- імовірність станів СМО

$$P_0 = \left[1 + \frac{n}{1!} \rho + \frac{n(n-1)}{2!} \rho^2 + \dots + \frac{n(n-1) \dots (n-m+1)}{m!} \rho^m + \frac{n(n-1) \dots (n-m)}{m!m} \rho^{m+1} + \dots + \frac{n(n-1) \dots 1}{m!m^{n-m}} \rho^n \right]^{-1} \quad (3.14)$$

Зведені результати надані в табл. 3.2.

Залежність зміни показників при різній кількості каналів обслуговування (4, 5, 7) наведено на рис. 3.4.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				53

Таблиця 3.2 – Зведена таблиця залежності кількості каналів, часу та коефіцієнтів простою

	4 канална	5 канална	7 канална
μ	0,732	0,732	0,732
A	2,417	2,417	2,417
$t_{\text{сист}}$	80,638	80,641	80,651
$t_{\text{оч}}$	0,178	0,174	0,23
$K_{\text{ПЗ}}$	1	1	0,996
$K_{\text{ПМ}}$	0,0178	0,0174	0,023

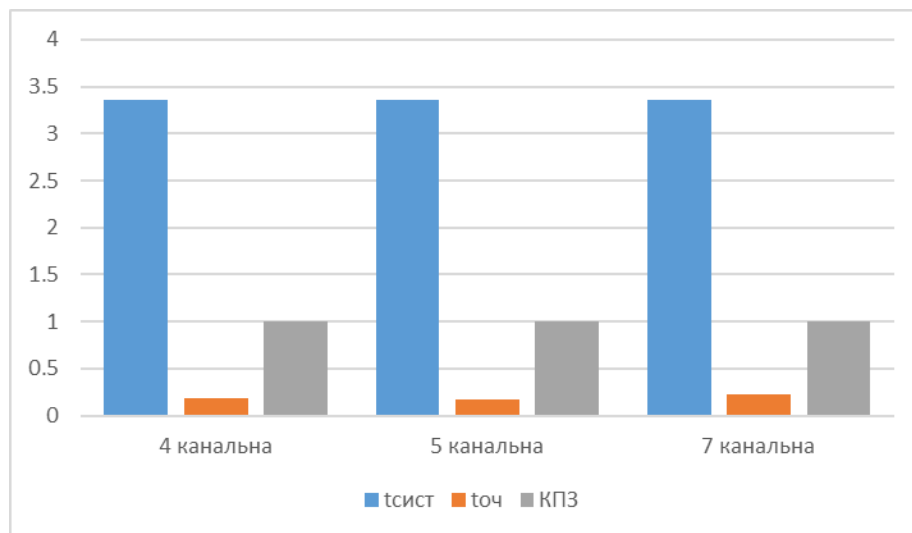


Рисунок 3.4 – Зміна показників при збільшенні каналів обслуговування

Побудова моделей багатопотокових систем обслуговування базується в класичній теорії систем та мереж масового обслуговування на багатьох передумовах, три з яких, як правило, найбільш розповсюджені:

1. Кожен канал системи одночасно може обслужити не більше однієї вимоги на обслуговування;
2. Канали простоюють лише тоді, коли на вході системи немає вимог на обслуговування (так звана властивість консервативності);
3. Жоден канал обслуговування не впливає на режим роботи іншого каналу.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Визначимо основні характеристики процесів масового обслуговування на прикладі обслуговуючої системи, що складається з кількох каналів обслуговування, у якій потік заявок на огляд вантажу є вхідним потоком, місця на оглядовій рампі — каналами обслуговування заявок, при різних дисциплінах черг і обслуговування, та усталених умовах роботи системи.

Задача полягає в розрахунку характеристик утворення черг і затримок для багатоканальної замкненої СМО, визначенні впливу дисципліни черги на характеристики системи [14].

Визначимо параметри роботи системи масового обслуговування.

Проведемо аналіз роботи оглядового майданчика. Потік заявок, що надходить до системи на обслуговування, розподілений між каналами нерівномірно. Обслуговування заявок триває по мірі їх надходження до каналу обслуговування.

Дисципліна обслуговування заявок така: кожна заявка, що надходить до системи прямує до того каналу обслуговування, що звільнився. По суті, при такій дисципліні черги гарантовано, що обслуговуючі канали працюватимуть на повну потужність весь період, доки існує черга.

Кожний з каналів має певну обслуговуючу спроможність. Нехай n — число каналів обслуговування з параметром μ . Кількість заявок у черзі може дорівнювати нулю, а кількість заявок у системі може перевищувати число m , тобто перевищувати число каналів обслуговування.

Потрібно визначити характеристики утворення черг і затримок за умови, що заявка яка надходить, направляється до першого каналу обслуговування, що звільнився.

Митний огляд на терміналі здійснюється 10 співробітниками митниці.

Для розрахунку показників функціонування ВМК як багатоканальної замкненої СМО використовуємо програмне середовище EXCEL.

Визначення необхідної кількості постів обслуговування.

Кількість постів обслуговування, яка необхідна для числа автомобілів, що прибувають на ВМК, визначається:

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				55

$$n = \frac{m}{\frac{t_n}{t_{обсл}} + 1} = \frac{10}{\frac{1,1}{1,37} + 1} = 4,55 \approx 5 \text{ (постів)}.$$

Визначення розрахункового коефіцієнту.

μ - інтенсивність обслуговування:

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}} = 0,732,$$

де λ' - параметр, що характеризує інтенсивність потоку вимог на обслуговування від одного автомобіля:

$$\lambda' = \frac{1}{t_n} = \frac{1}{1.1} = 0.909.$$

Якщо розрахована кількість постів обслуговування $n > 2$, тоді усі параметри функціонування замкнутої системи масового обслуговування, тобто для багатоканальної системи визначають для $n=4$ та розрахованого значення n .

Оскільки розрахунки проводяться для багатоканальної системи масового обслуговування, тобто $n > 1$, доцільно для їх спрощення при обчисленні ймовірностей використовувати рекурентні формули:

$$Y_0 = 1$$

$$\phi = \frac{\lambda'}{\mu} \tag{3.15}$$

$$\phi = \frac{0,909}{0,732} = 1,24$$

$$Y_k = \begin{cases} \frac{n!k!}{k} \cdot \phi^k Y_{k-1} \\ \frac{n!k!}{n} \cdot \phi^k Y_{k-1} \end{cases} \tag{3.16}$$

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				56

$$P_0' = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^m Y_k} \quad (3.17)$$

$$P_k = Y_k \cdot P_0' \quad (3.18)$$

Точність обчислення значень Y_k визначається чотирма нулями після коми. Визначення параметрів замкнутої системи масового обслуговування для чотирьох постів ($n=4$). Результат розрахунків Y_k наведено в табл 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок параметра Y_k

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	12.418	69.393	229.79	499.38	930.2	1443.9	1793	1670	1036.9	321.9

$$P_0' = 0,000125$$

Результати розрахунків проведені в програмному середовищі EXCEL та занесені до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Визначення параметрів замкнутої СМО

k	P_k	$k \cdot P_k$	$(k-n) \cdot P_k$	$(n-k) \cdot P_k$
0	0.000125	0	-	0.000624
1	0.001551	0.001551	-	0.006204
2	0.008667	0.017334	-	0.026
3	0.0287	0.086099	-	0.057399
4	0.062369	0.249476	-	0.062369
5	0.116175	0.580875	0	0
6	0.180333	1.081999	0.180333	-
7	0.223938	1.567568	0.447877	-
8	0.208565	1.668524	0.625696	-
9	0.129499	1.165488	0.517995	-
10	0.040203	0.40203	0.201015	-
Σ	1.000	6.821	1.973	0.153

Виконав		Яришев В.А.						Арк.
Перевірив		Разганов С.А.		КРМ 275 30 ПЗ				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Середня кількість автомобілів, які знаходяться на митному огляді, визначається:

$$\bar{k} = \sum_{k=0}^m k \cdot P_k \quad (3.19)$$

$$\bar{k} = 6,821 \text{ авто.}$$

Середнє число автомобілів, які очікують початку огляду, визначається:

$$\bar{r} = \sum_{k=n}^{\infty} (k - n) \cdot P_k \quad (3.20)$$

$$\bar{r} = 1,973 \text{ авто.}$$

Середнє число вільних місць для огляду, які простояють в очікуванні прибуття автомобілів:

$$\bar{n}_0 = \sum_{k=0}^n (n - k) P_k \quad (3.21)$$

$$\bar{n}_0 = 0,153$$

Середній час простою автомобіля на оглядовій рампі, хв., розраховується:

$$\bar{t}_{\text{пр}} = \frac{\bar{k}}{\lambda' \cdot (m' - \bar{k})} \quad (3.22)$$

$$\bar{t}_{\text{пр}} = \frac{6,821}{0,909 \cdot (10 - 6,821)} = 2,36 \text{ хв.}$$

Для знаходження значень $\bar{n}_0, \bar{k}, \bar{r}$ для п'яти оглядових місць необхідно провести наступні розрахунки:

Для $n = 5$. Результат розрахунків Y_k наведено в табл 3.5.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				58

Таблиця 3.5 – Розрахунок параметра Y_k

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y5	12.41	69.39	229.79	499.37	744.15	924.09	918.03	684.01	339.76	84.38

$$P'_0 = 0,000222$$

Таблиця 3.6 – Визначення параметрів замкнутої СМО

k	Pk	k*Pk	(k-n)*-Pk	(n-k)*Pk
1	2	3	4	5
0	0.000222	0	-	0.00111
1	0.002756	0.002756	-	0.011025
2	0.015402	0.030804	-	0.046206
3	0.051004	0.153012	-	0.102008
4	0.110839	0.443357	-	0.110839
5	0.165169	0.825843	0	0
6	0.205107	1.230642	0.205107	-
7	0.203762	1.426334	0.407524	-
8	0.151819	1.214555	0.455458	-
9	0.075412	0.678708	0.301648	-
10	0.018729	0.187294	0.093647	-
Σ	1.000	6.193	1.463	0.271

$$\bar{k} = 6,193 \text{ авто,}$$

$$\bar{r} = 1,463 \text{ авто,}$$

$$\bar{n}_0 = 0,271.$$

$$\bar{t}_{np} = \frac{6,193}{0,909 \cdot (10 - 6,193)} = 1,79 \text{ хв.}$$

Для багатоканальної СМО число зайнятих місць для огляду:

$$\bar{n}_{зан} = \bar{k} - \bar{r}, \quad (3.23)$$

Виконав	Яришев В.А.								Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.								59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.2 Аналіз отриманих результатів

Оптимальним рішенням задачі є вектор-рядок $X^{*T} = [0000001\ 10]$, що забезпечує мінімальне значення цільової функції $y^* = 460714$ грн, тобто увесь товар центрального складу треба розвезти в магазини за допомогою 7-го та 8-го способів, тобто маршрут Дніпро-Білосток-Краків-Дніпро-Радом-Лодзь-Бидгощ-Дніпро.

Для порівняння складемо інші маршрути, наприклад спосіб 1,2; спосіб 3,9, спосіб 4,5,6. Результати за вартістю та часом доставки представимо у вигляді графіків (рис 3.3, рис. 3.4.)



Рисунок 3.5 - Витрати на перевезення за різними варіантами, грн

Як видно з графіку, різниця у вартості не велика, у порівнянні з найдешевшим варіантом різниця становить 4000 грн для варіанту 1,2 та 6000 грн для варіанту 3,9.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				60

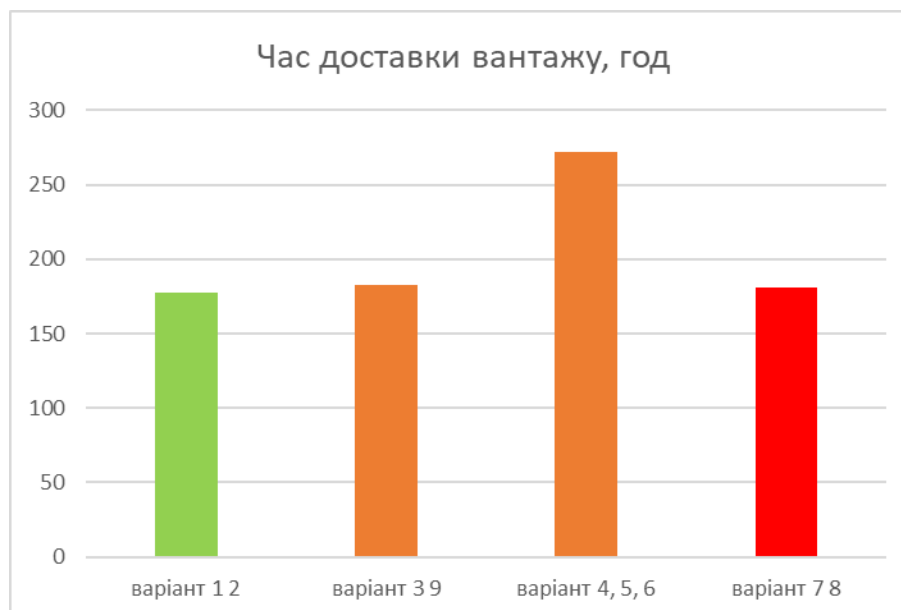


Рисунок 3.6 – Час доставки вантажу різними способами

Як видно з графіку, найменший час для доставки у варіанту 1,2, найдешевший варіант на 3 год довший у доставці.

Виконаємо аналіз роботи вантажного митного комплексу.

Значення розрахованих показників наведено в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Значення розрахункових показників

m	\bar{n}_0	\bar{k}	\bar{r}	$\bar{n}_{зан}$
4	0,153	6,821	1,973	4,848
5	0,271	6,193	1,463	4,73

Необхідність збільшувати пропускну спроможність вантажного митного комплексу обумовлює необхідність оптимізації всіх виробничих процесів. Тому в роботі розглянуті задачі, направлені на збільшення пропускнуї спроможності вантажного митного комплексу при обслуговуванні вантажного транспорту. Отже, після проведених розрахунків можна зробити висновок, що на сьогоднішній день для покращення та підвищення швидкості обслуговування автомобілів на вантажному митному комплексі краще використовувати ту ж саму кількість обслуговуючих каналів. Як рішення проблеми завантаженості

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ	275	30	ПЗ

каналів (місця для митного огляду), можна ввести в дію додатковий канал обслуговування вантажних автомобілів, тобто розширити оглядову рампу. Ці заходи дадуть змогу збільшити вантажообіг автомобілів, та проводити більшу кількість митних оглядів на добу без зменшення рівня якості обслуговування.

Виконав	Яришев В.А.			КРМ 275 30 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОЇ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

4.1 Визначення техніко-експлуатаційних показників

Техніко-експлуатаційні показники (ТЕП) - це система взаємопов'язаних первинних та розрахункових показників, що характеризують можливе і фактичне використання транспортного засобу в існуючих умовах експлуатації.

Пробіг рухомого складу і його використання. Пробігом називається відстань в км., пройдена автомобілем за певний період часу. Добовий (змінний) цикл експлуатації автомобіля починається з подачі рухомого складу під навантаження з АТП або іншого місця стоянки і закінчується після останнього вивантаження вантажу поверненням в гараж. Весь пройдений шлях автомобілем за день називається загальним пробігом L . Загальний пробіг поділяється на продуктивний і непродуктивний.

Продуктивним пробігом вважається вантажний пробіг, тобто безпосередня відстань перевезення вантажу. Непродуктивний пробіг здійснюється при русі автомобіля без вантажу. Він є обов'язковим складовим елементом загального пробігу і, у свою чергу, поділяється на нульовий і холостий пробіги. Холостий пробіг утворюється при русі порожнього автомобіля від пункту розвантаження до наступного пункту навантаження. Порожній пробіг автомобіля від АТП до місця першого навантаження l_{01} і від місця останнього розвантаження до АТП l_{02} називається нульовим пробігом.

$$L_0 = l_{01} + l_{02} \quad (4.1)$$

$$L_0 = 20 + 1587 = 1607 \text{ км}$$

Нульовий пробіг відноситься не до окремого циклу перевезення, тобто до якоїсь конкретної їздки, а до дня (зміни) роботи автомобіля в цілому. Кожен виконаний транспортний цикл характеризується пройденою відстанню

Виконав	Яришев В.А.						Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			ПЗ
							63

автомобілем з вантажем в кілометрах, яке називається довжиною їздки з вантажем l_{iv} . На деяких маршрутах автомобіль, щоб почати новий перевізний цикл, вимушений здійснювати холостий пробіг, наприклад, на маятникових маршрутах із завантаженням в одному напрямі. В цьому випадку зворотний холостий пробіг доповнює їзду автомобіля з вантажем, і їх сума складає довжину маршруту

$$l_M = l_{iv} + l_x \quad (4.2)$$

$$l_M = 6258 + 20 = 6278 \text{ км}$$

де l_{iv} – пробіг за одну їзду з вантажем по маршруту, км.;

l_x – холостий пробіг за одну їзду по маршруту, км.

Загальний пробіг рухомого складу, що працює по одному маршруту, за день (зміну)

$$L = L_M + L_0 \quad (4.3)$$

$$L = 6278 + 1607 = 7885 \text{ км}$$

де L_M – загальний пробіг по маршруту, км.;

L_B – загальний вантажний пробіг, км.;

L_X – загальний холостий пробіг, км.

Коефіцієнт використання пробігу для однієї їздки (обороту по маршруту)

$$\beta_i = \frac{l_{iv}}{l} \quad (4.4)$$

$$\beta = \frac{6258}{7885} = 0.79$$

Об'єм перевезень вантажів Q визначається фактичною кількістю вантажу q_f в тонах, перевезеного автомобілем по маршруту. За кожну їзду автомобіль

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				64

залежно від ступеня завантаження кузова може перевезти вантаж в обсязі рівному або меншому його номінальній вантажопідйомності

Транспортна робота (вантажобіг) P є синтетичним показником, який враховує в сукупності об'єм перевезеного вантажу і відстань його перевезення

$$P = Q \cdot L_B = \sum_{i=1}^n q_{\phi i} \cdot l_{\text{вi}} \quad (4.5)$$

$$P = 37 \cdot 6258 = 213546 \text{ т} - \text{км}$$

Час роботи рухомого складу. Протягом робочого дня кожен автомобіль певний період часу знаходиться в наряді, тобто працює на лінії і перевозить вантаж. Час перебування автомобіля в наряді T_H вимірюється кількістю годин з моменту виїзду рухомого складу з АТП до моменту повернення його назад в гараж за вирахуванням часу, що відводиться водієві на прийом їжі і відпочинок відповідно до трудового законодавства. Час в наряді складається з часу роботи рухомого складу на маршруті T_M і часу, що витрачається на нульовий пробіг T_0

$$T_H = T_M + T_0 \quad (4.6)$$

$$T_H = 158,95 + 0,5 = 159,45 \text{ год}$$

Час роботи на маршруті T_M – це частина часу в наряді за вирахуванням часу, що витрачається на виконання нульового пробігу. За час роботи на маршруті автомобіль знаходиться в русі або простоює під навантаженням – розвантаженням:

$$T_M = T_p + T_{H-p} \quad (4.7)$$

$$T_M = 156,45 + 5 \cdot 0,5 = 158,95 \text{ год}$$

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				65

де T_p – час руху автомобіля на маршруті, що витрачається на виконання вантажних і нульових пробігів, год; $T_{н-р}$ – час простою в період виконання НРР, год.

Час роботи на маршруті залежить від тривалості робочого дня водія і може бути підвищений за рахунок зниження витрат на нульові пробіги шляхом раціонального закріплення відправників і одержувачів вантажів за перевізниками.

Середні швидкості руху рухомого складу. У теорії вантажних автомобільних перевезень для аналізу перевізного процесу використовують середні значення швидкостей руху автомобілів по маршруту, оскільки їх конкретні значення значно розрізняються для окремих днів тижня, часу доби, ділянок шляху і залежать від множини чинників випадкового характеру (інтенсивності руху, погодних умов, освітленості, стану дорожнього покриття, професіоналізму водіїв і ін.). Розрізняють технічну і експлуатаційну швидкості руху рухомого складу.

Технічна швидкість V_t – це середня швидкість руху рухомого складу по маршруту за певний період часу руху, км/год, визначається відношенням пройденої відстані l до витраченого часу на рух t_p :

$$V_m = \frac{L}{t_p} \quad (4.8)$$

$$V_m = \frac{7885}{156.45} = 50.4 \text{ км / год}$$

При розрахунку технічної швидкості під час руху включаються всі короткочасні зупинки, пов'язані з регулюванням руху (зупинки на світлофорах, переїздах, в дорожніх пробках і ін.). Технічна швидкість залежить від динамічних якостей і технічного стану рухомого складу, ступеня використання його вантажопідйомності, дорожнього покриття, інтенсивності руху транспортного потоку, частоти зупинок, пов'язаних з регулюванням

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				66

дорожнього руху, кваліфікації водія, особливостей вантажу, що перевозиться, наприклад, небезпечного або негабаритного і ін. Низька технічна швидкість руху є однією з основних проблем експлуатації автомобільного транспорту в великих містах, оскільки це приводить до зростання витрат на доставку вантажів і знижує ефективність автомобільних перевезень.

4.2 Визначення економічних показників

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

Фонд заробітної плати одного водія складає:

$$\Phi ЗП = T \cdot C \cdot K_D, \quad (4.9)$$

де T – години роботи (згідно попередніх розрахунків);

C – погодинна тарифна ставка, грн (приймаємо 70 грн);

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

$$\Phi ЗП = 61.13 \cdot 70 \cdot 1,5 = 6418.65 \text{ грн}$$

1. Відрахування по оплаті праці.

$$C_{сз} = \Phi ЗП \cdot \frac{H_{сз}}{100}, \quad (4.10)$$

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

Збір на єдиний соціальний внесок складає 6%. Профспілкові внески – 1%.

Прибутковий податок – 15%. Збір на обов'язкове соціальне страхування від

Виконав	Яришев В.А.						Арк.		
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

нещасного випадку –14,5%. Військовий збір – 1,5%. Таким чином, норматив відрахувань по оплаті праці складатиме 38%.

$$C_{сз} = 6418.65 \cdot 0,38 = 2439.09 \text{ грн}$$

2. Витрати на автомобільне паливо.

$$C_n = \left(\frac{H_{Lan}}{100} \cdot L + \frac{H_w}{100} \cdot W \right) \cdot C_l, \quad (4.11)$$

де C_l – ціна одного літра пального. Приймаємо 56 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 :

$$W = q \cdot \gamma \cdot L_B, \quad (4.12)$$

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

q – вантажопідйомність автомобіля, т;

γ – коефіцієнт завантаження (0,5-0,9).

$$W = 28,75 \cdot 0,75 \cdot 2565 = 55308 \text{ т - км}$$

$$C_n = \left(\frac{30}{100} \cdot 2565 + \frac{1,3}{100} \cdot 55308 \right) 56 = 83356,22 \text{ грн}$$

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

Виконав	Яришев В.А.					Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ 275 30 ПЗ	68
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали.

$$C_{мас} = C_{II} \cdot \frac{Y_{мас}}{100}, \quad (4.13)$$

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

$$C_{мас} = 83356,22 \cdot 0,15 = 12503,43 \text{ грн}$$

4. Витрати на сервісне обслуговування.

$$C_{то} = \frac{C_{\$}}{100000} \cdot L_M, \quad (4.14)$$

де $C_{\$}$ – витрати на сервісне технічне обслуговування автомобіля, \$;
 L_M – довжина обігового рейсу, км.

$$C_{то} = \frac{1000}{100000} \cdot 2565 = 25,65 \$$$

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).

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				69

5. Витрати на автомобільні шини.

$$C_{ш} = \frac{L_M}{1000} \cdot \frac{H_{ш}}{100} \cdot C_{ш} \cdot n_{ш}, \quad (4.15)$$

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

$C_{ш}$ – ціна однієї шини, (12000 грн);

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

$$C_{ш} = \frac{2565}{1000} \cdot \frac{1,89}{100} \cdot 12000 \cdot 12 = 6132,6 \text{ грн}$$

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.

$$A = \frac{C_{амт}}{T}, \quad (4.16)$$

де $C_{амт}$ – ціна одного автомобіля (приймається 672000 тис. 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 оберт у беремо з урахування часу простоїв на кордоні.

$$A = \frac{672000}{10} = 67200 \text{ грн}$$

Добова амортизація:

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				70

$$A_{\text{доб}} = \frac{A}{365}, \quad (4.17)$$

$$A_{\text{доб}} = \frac{67200}{365} = 184,11 \text{ грн}$$

де 365 – кількість календарних днів у році.

Амортизація на один оберт:

$$A_{\text{оберт}} = A_{\text{доб}} \cdot T_{\text{об}}, \quad (4.18)$$

де $T_{\text{об}}$ – час обігового рейсу (згідно попередніх розрахунків – 2,55 доби).

$$A_{\text{оберт}} = 184,11 \cdot 2,55 = 469,48 \text{ грн}$$

7. Витрати пов'язані з виконанням міжнародних дорожніх перевезень.

Витрати, пов'язані з оформленням обігового рейсу при міжнародних дорожніх перевезеннях (МДП), у даній кваліфікаційній роботі бакалавра визначаються по цінах, які наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати, пов'язані з оформленням міжнародних дорожніх перевезень

Віза	50 євро
Книжка МДП	300 грн
Страховий збір	64 грн на 1 карнет + 1200 грн (3 міс.)
Шляховий збір	49\$
Екологічний збір	10 євро
Стоянка	60 грн на добу
Миття автомобіля	70 євро

8. Загальногосподарські витрати.

Суму загальногосподарських витрат визначають як відсоток від прямих витрат:

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$C_{\text{зосп}} = \frac{(\PhiЗП + C_{\text{сз}} + C_n + C_{\text{мас}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{то}} + A + C_p) \cdot Y_{\text{зосп}}}{100}, \quad (4.19)$$

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

$$C_{\text{зосп}} = (6418,65 + 2439,09 + 83356,22 + 12503,43 + 6132,6 + 1026 + 469,48 + 7560) \cdot 0,15 = 16935,82 \text{ грн}$$

Усі перераховані статті витрат зводяться в таблицю (значення округлюються до цілого числа). При чому враховується, що одночасно працювали два водія. За підсумками табл. 4.2 визначаються загальні витрати на виконання одного обігового міжнародного рейсу C .

Таблиця 4.2 – Витрати на виконання міжнародного рейсу

№ з/п	Статті витрат	Значення, грн.
1	Оплата праці водіїв	6418,65
2	Відрахування по оплаті праці	2439,09
3	Витрати на автомобільне паливо	83356,22
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	12503,43
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	6132,6
6	Витрати на автомобільні шини	1026
7	Амортизація рухомого складу	469,48
8	Витрати, пов'язані з виконанням міжнародних перевезень.	7560
9	Загальгосподарські витрати	16935,82
	Загальні витрати	136841,29

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРМ 275 30 ПЗ

9. Собівартість 1 км пробігу.

$$S_{1км} = \frac{C}{L_m}, \quad (4.20)$$

де C – загальні витрати на експлуатацію.

$$S_{1км} = \frac{136841,29}{2565} = 53,35 \text{ грн}$$

10. Собівартість 1 т-км пробігу.

$$S_{1т-км} = \frac{S_{1км}}{q \cdot \gamma \cdot \beta}, \quad (4.21)$$

$$S_{1т-км} = \frac{53,35}{28,75 \cdot 0,75 \cdot 0,99} = 2,50 \text{ грн}$$

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

$$T_{км} = S_{1км} \cdot \left(1 + \frac{H_{II}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right), \quad (4.22)$$

$$T_{т-км} = S_{1т-км} \cdot \left(1 + \frac{H_{II}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right), \quad (4.23)$$

$$T_{км} = 53,35 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 73,62 \text{ грн}$$

$$T_{т-км} = 2,5 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 3,45 \text{ грн}$$

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

Виконав	Яришев В.А.						Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ВИСНОВКИ

На сьогодні транспорт в Україні забезпечує потреби національної економіки та населення у вантажних перевезеннях, але стикається з низкою серйозних проблем. Безпека, якість перевезень, енергоефективність та техногенне навантаження на навколишнє середовище не відповідають сучасним вимогам. Серед основних проблем можна виділити значний знос основних засобів, недостатнє інвестування, обмежене фінансування та недосконалий господарський механізм, що негативно впливає на конкурентоспроможність країни.

Індекс глобальної конкурентоспроможності показує погіршення позицій України, що свідчить про необхідність вдосконалення інфраструктури, підвищення макроекономічної стабільності, покращення здоров'я та освіти, ефективності ринку товарів, послуг та праці, розвитку фінансового ринку і технологій, а також підвищення інноваційного потенціалу.

На 2021 рік спостерігається зменшення обсягів транзитних та експортних перевезень, водночас збільшується внутрішнє та імпорتنє сполучення. Це свідчить про необхідність системних змін у транспортній галузі, впровадження інтелектуальних транспортних систем, боротьбу з перевантаженням транспортних засобів та покращення дорожнього покриття.

Крім того, агресія рф проти України суттєво вплинула на зовнішню торгівлю продовольчими товарами, знизивши обсяги експорту та імпорту, що додатково ускладнило економічну ситуацію в країні.

Загалом, розвиток транспортної інфраструктури, покращення конкурентоспроможності та забезпечення економічного зростання залишаються актуальними завданнями для України.

У 2022 році, попри загальне зниження обсягів зовнішньої торгівлі продовольством, відбулося зростання вартісних обсягів експорту деяких товарних груп з України. Найбільше зросли експорт насіння і плодів олійних

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							74
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				

рослин, молочних продуктів, м'яса та їстівних субпродуктів, а також цукру і кондитерських виробів. У той же час, зросли вартісні обсяги імпорту овочів, кави та чаю.

З початком повномасштабної війни логістика в Україні зазнала значних змін. Блокування територій та морських портів змусило країну шукати альтернативні шляхи експорту продовольчих товарів, що виявило низку проблем, таких як нестача вагонів-зерновозів та обмежена пропускна спроможність європейських портів.

У відповідь на ці виклики Україна активізувала власний потенціал та забезпечила підтримку міжнародної спільноти. Альтернативні логістичні ланцюги, включаючи використання автомобільного, залізничного та річкового транспорту, були налагоджені, а договір про "зерновий коридор" сприяв збільшенню експорту та покращенню продовольчої безпеки.

Проте, для досягнення стабільної глобальної продовольчої безпеки необхідно припинення війни, деокупація українських територій та міжнародна підтримка у вигляді інвестицій та кредитів для аграрного сектору. Тривала війна лише ускладнює ці завдання, підвищуючи ризики нестабільності на світовому ринку продовольства.

У другому розділі побудовано фізичну та математичну модель перевезення. Центральна база в м. Дніпро постачає мед на п'ять складів у Польщі, розташованих у містах Білосток, Радом, Лодзь, Бидгощ та Краків. Товар доставляється однією вантажівкою, яка здатна перевозити замовлення для трьох складів одночасно. Вантажівка може слідувати декількома маршрутами, і один і той самий склад може бути включений у різні маршрути.

Для забезпечення ефективного перевезення товарів необхідно виконати моделювання оптимального маршруту, розрахувати необхідні складські приміщення, техніко-економічні показники доставки вантажу та роботу автомобільного терміналу як системи масового обслуговування.

Побудова фізичної моделі транспортного процесу включає збір товарів, їх упаковку та маркування, перевантаження на основні транспортні засоби,

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

проходження митного контролю та доставку до кінцевих споживачів. Завершальний етап передбачає розвантаження та розподіл продукції на складах у Польщі.

Математична модель перевезення продовольчих товарів включає функцію витрат, яку потрібно мінімізувати, забезпечуючи при цьому виконання всіх замовлень з мінімальними витратами на перевезення. Вибір оптимальної комбінації способів розвезення дозволить забезпечити економічність та ефективність транспортного процесу.

У третьому розділі виконано моделювання перевезення. Припустимо, що в рамках задачі про розвезення вантажу відома матриця всіх можливих способів розвезення вантажу з центральної бази до п'яти магазинів, а також витрати, пов'язані з кожним способом. Завдання полягає у складанні графіку розвезення, що забезпечує мінімальні сумарні витрати.

Математична модель задачі визначає, що цільова функція відповідає сумарним витратам на перевезення товару за всіма замовленнями, а обмеження гарантують, що всі замовлення будуть задоволені тільки один раз. Розподіл і призначення клітинок електронної таблиці для задачі про розвезення вантажу визначаються для шуканих змінних, елементів матриці, розмірів витрат та проміжних результатів.

Після завантаження всіх необхідних констант і формул у електронну таблицю виконується налаштування даних для пошуку рішення з мінімальними витратами. Оптимальним рішенням задачі є вибір способів розвезення, що забезпечують мінімальне значення цільової функції, тобто увесь товар центрального складу потрібно розвести в магазини за допомогою 7-го та 8-го способів.

Для порівняння можна скласти інші маршрути і представити результати за вартістю та часом доставки у вигляді графіків. Такий підхід дозволяє вибрати найекономічніший і найшвидший маршрут для перевезення товарів.

Крім того, фірма, яка торгує медом, планує розширити обсяг продажів і організувати власний склад. Для визначення необхідної площі складу

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

виконується розрахунок вантажної площі та інших технологічних зон складу. Це дозволяє оцінити потребу в складській площі та забезпечити ефективне зберігання і транспортування товарів.

У четвертому розділі розраховано техніко-економічні показники доставки вантажу за даними розрахунку загальні витрати на перевезення складають 136841,29 грн., розрахункові тарифи на 1км та 1 т-км транспортної роботи складають відповідно 73,62 грн та 3,45 грн.

У п'ятому розділі на основі даних кількості розмитнених автомобілів на пункті пропуску розраховано оптимальну кількість каналів для розмитнення. Розраховано, що вхідний потік складає 58 авт/добу. У вантажному відділі знаходиться 10 інспекторів і може одночасно перевірятися 5 автомобілів. Після проведених розрахунків можна зробити висновок, що на сьогоднішній день для покращення та підвищення швидкості обслуговування автомобілів на вантажному митному комплексі краще використовувати ту ж саму кількість обслуговуючих каналів. Як рішення проблеми завантаженості каналів (місця для митного огляду), можна ввести в дію додатковий канал обслуговування вантажних автомобілів, тобто розширити оглядову рампу. Ці заходи дадуть змогу збільшити вантажообіг автомобілів, та проводити більшу кількість митних оглядів на добу без зменшення рівня якості обслуговування.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							77
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				

КРМ 275 30 ПЗ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.Собкевич О.В., Михайличенко К.М. Механізми ефективного використання та розвитку потенціалу транспортно дорожнього комплексу України. Київ. НІСД. 2014. 60 с

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

3.Горбачова І.В. Глобальні проблеми світового агропродовольчого ринку. 2022. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-194-7-1>.

4. БойкоВ.О., БойкоЛ.О. Продовольча безпека та ризики для аграрного виробництва під час війни в Україні.Економіка та суспільство. 2022. №41. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-27>.

5.БлагополучнаА. Економічна доступність продовольства в умовах війни. Економічні горизонти. 2022. № 3(21), С.13-20. [https://doi.org/10.31499/2616-5236.3\(21\).2022.263549](https://doi.org/10.31499/2616-5236.3(21).2022.263549).

6.НегрейМ.В., ТрофімцеваО.В. Аналіз функціонування аграрного сектору України в умовах війни. Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна.2022. №102, С. 49-56. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2022-102-06>.

7.Державна служба статистики України. <http://ukrstat.gov.ua>.6.The World Bank.URL: <https://lpi.worldbank.org/>

8.Безпарточний М.Г., Безпарточна О.С., Брітченко І.Г. Логістичні шляхи експорту аграрної продукції України в контексті забезпечення продовольчої безпеки у період воєнного стану. Інноваційні технології у розвитку сучасного суспільства: матеріали ІV Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 6-7 жовтня 2022 р.). Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. С.41-45.

9.Щербина В. Формування та розвиток логістичного потенціалу України в умовах воєнного часу. Трансформація національної, закордонної моделей

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганаєв С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	78
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

економічного розвитку та законодавства в умовах воєнного часу: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції ВНУ ім. Лесі Українки (Луцьк, 27-29 червня 2022 р.). Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня “Волиньполіграф”, 2022. С. 296-298.

10. Шандрівська О.Є. Трансформація української транспортної вантажної системи в умовах війни. 2022. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-223-4-47>.

11. Продукты животноводства и сельскохозяйственных культур. ФАОСТАТ. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/TCL>.

12. Ринок вантажних перевезень у 2022 році. (2023). URL: <https://trademaster.ua/articles/313620>.

13. Ринок вантажних перевезень в Україні – огляд від Pro-Consulting. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-gruzovyh-perevozok-v-ukraine-obzor-ot-pro-consulting>.

14. Сичевський М.П., Юзефович А.Е., Коваленко О.В., Куць О.І., Лузан Ю.Я. Стратегічний потенціал продовольчої системи України. Монографія. Київ: ННЦ ІАЕ, 2020. 164 с.

15. Cloud Computing Supply Chain Management Market – Growth, Trends, COVID-19 Impact and Forecasts (2022-2027). <https://www.researchandmarkets.com/reports/5119881/cloud-supply-chain-management-market-growth#relb2-517435815>.

16. За перші півроку 2024 року товарообіг України склав \$52,7 млрд. Державна Митна Служба. URL: <https://customs.gov.ua/news/zagalne-20/post/za-pershi-pivroku-2024-roku-tovaroobig-ukrayini-sklav-527-mlrd-1670> (дата звернення: 26.11.2024).

17. Турчин А. Продовольчі товари: суть та класифікація. Актуальні проблеми функціонування господарської системи України. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2014. С. 264-265.

18. Бровко О.Г., Булгакова О.В. Товарознавство. Продовольчі товари: Навч. посібник. Донецьк.: ДонНУЕТ, 2008. 619 с

Виконав	Яришев В.А.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

19.Сирохман І.В., Задорожний І.М., Пономарьов П.Х. Товарознавство продовольчих товарів. К.: Лібра, 2002. 368 с.

20.Сопоцько О.Ю. Місце швидкопсувних вантажів у ланцюгах постачань. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2014. № 3. С. 249-254

21.Тимочко В.О., Падюка Р.І. Вибір транспортних засобів для транспортування сільськогосподарської продукції. 2018.

22.Троицкая Н.А. Организация перевозки скоропортящихся грузов в международном сообщении. М.: АС-МАГД, 1999. 232 с.

23.Правила перевезення швидкопсувних вантажів автомобільними транспортними засобами. Проект Наказу Міністерства інфраструктури України від 17 листопада 2010 р.

24.Перевезення швидкопсувних вантажів: правила і умови зберігання URL:<https://www.cargoukraine.com/uk/perevezennya-shvidkopsuvnixvantazhiv/>.

25.Водерко Р.В. Удосконалення технології перевезення наливних вантажів залізницями України. Державний університет інфраструктури та технологій. 2020. С. 11-41.

26.Крикавський Є.В., Чухрай Н.І., Чернописька Н.В. Логістика: компендіум і практикум: Навч.посібник. К.:Кондор, 2006 . 340 с.

27.Сергеев В.И. Логистика в бизнесе: Учебник. М.:ИНФРА-М,2001. 608с.

28.Пасічник В.І. Ефективність інтермодальних перевезень як елемент забезпечення високої якості транспортних послуг. Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2013. Вип. 12. С. 125-131. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2013_12_16.

29.Кириллова Е.В. Смешанные перевозки в условиях интеграции транспортных коммуникаций: проблемы терминологии. ОНМУ. 2011. № 17. С. 64-96.

30.Д.В.Демидов, Н.П. Безсолицин, В.П. Митюков, О.В. Алексеева. Интермодальные транспортные технологии: термины и определения УГЛТУ. 2016. С. 4-9.

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірюв	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	80
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

31. Glossary for transport statistics – Luxembourg: imprimerie Bietlot, 2019. 150 с.

32. Пазеева Г.М. Планування міжнародних морських контейнерних перевезень товарів. КРОК. 2019. № 3. С. 29-33.

33. Сайт Контейнери України. Типи та класифікація рефконтейнерів 2022. URL: [https:// containers.ua/uk/articles/tipy-i-klassifikatsiya-refkontejnerov/](https://containers.ua/uk/articles/tipy-i-klassifikatsiya-refkontejnerov/).

34. Maersk Container Industry URL: <https://www.mcicontainers.com/>.

35. Технічні характеристики основних типів вантажних автомобілів. Габарити та розміри єврофур (причепів та напівпричепів) Ізотерми та рефрижератори URL: <https://oborudow.ru/uk/brake-system/tehnicheskie-harakteristiki-osnovnyhtipov-gruzovyh-avtomobilei/>.

36. Головата Я.І. Контейнерні перевезення як інструмент розвитку транспортної системи України. 2019. С. 166-167.

37. Курган М. Досвід експлуатації контейнерних поїздів у внутрішньому та міжнародному сполученні. Українська залізниця. 2018. № 12 (42). С. 49-53.

38. Довідник платформ «Navis» URL: https://navisgroup.com.ua/useful_info/vagon_type/platformy.html.

39. Міжнародні автоперевезення: економічні та управлінські аспекти. за ред. О. С. Кузьмін. Львів. Державний університет "Львівська політехніка", 1999. 203 с.

40. Дмитриченко М. Ф. Міжнародні перевезення : навч. Посібник. Львів: М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. транспорт. ун-т, Нац. ун-т "Львів. політехніка", 2012. 308 с.

41. Офіційний сайт VOLVO URL: <https://www.volvocars.com/uk-ua>

42. Офіційний сайт RENAULT URL: <https://www.renault.com.ua>

43. Офіційний сайти SchmitzCargobull URL: <https://www.cargobull.com/by>

44. Офіційний сайт KögelBox URL: <http://ru.koegel.ua>

45. Розрахунок вантажного місця

URL: <https://www.searates.com/ru/reference/stuffing>

Виконав	Яришев В.А.							Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.				КРМ	275	30	ПЗ	81
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА
на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧИХ
ТОВАРІВ ЗА НАПРЯМОМ УКРАЇНА-ПОЛЬЩА»

студента групи Т23-1м
Яришева Владислава Анатолійовича

Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

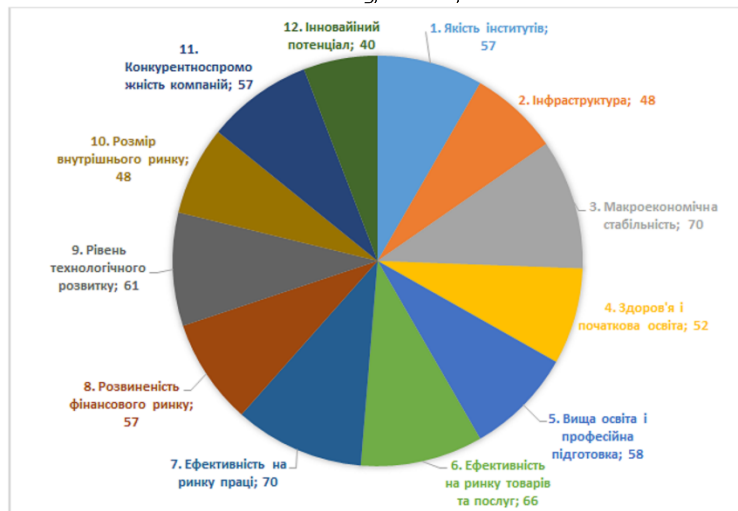
Керівник кваліфікаційної роботи магістра:
доцент кафедри транспортних технологій та
міжнародної логістики
к.т.н., доц. Разгонов С.А.

(підпис)

Дніпро
2025

СТАТИСТИКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У СВІТІ

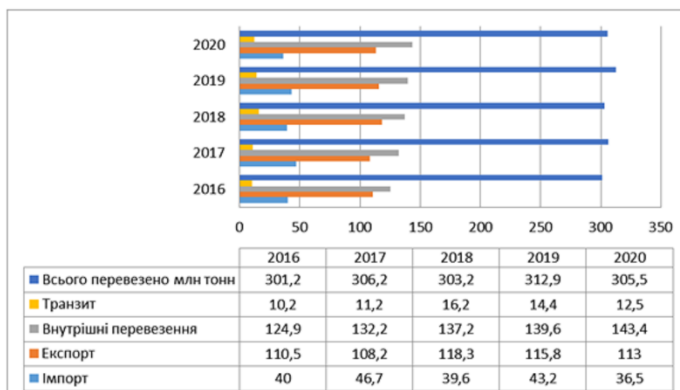
Індекс глобальної конкурентоспроможності



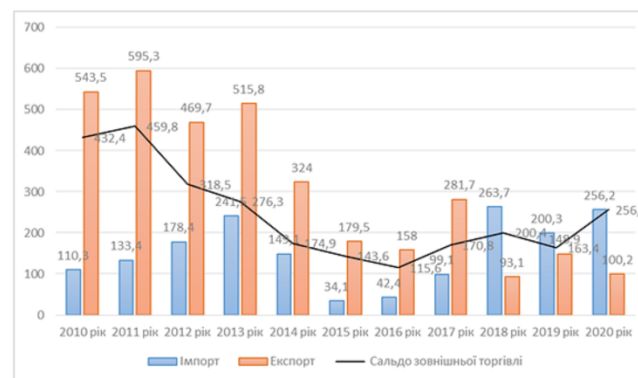
Показники вантажних перевезень

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

Динаміка обсягів перевезень за сполученнями в період за 2016–2020рр



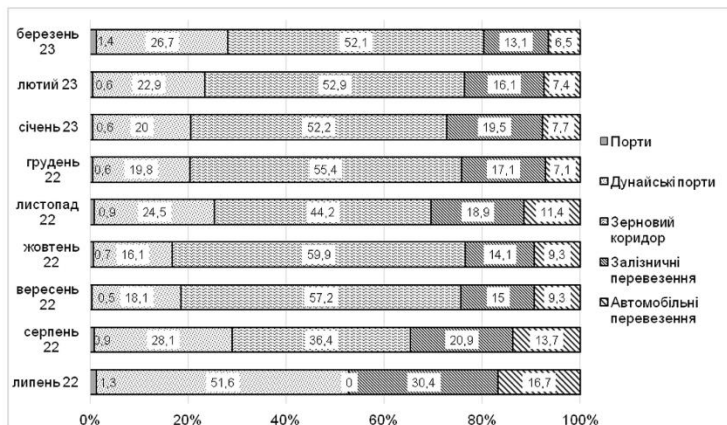
Динаміка експорту-імпорту молочної продукції у грошовому еквіваленті



КРМ 275 30 ГЧ			
Розроблено	Використано	Відомо	Невідомо
1	1	1	1
1	1	1	1
УМСФ, зр. Т23-14			

СТАТИСТИКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ В УКРАЇНІ

Розподілення експорту за логістичними каналами України (липень 2022 р. – березень 2023 р.)



Найбільш імпортовані товари, I півріччя 2024 р



Структура зовнішньої торгівлі транспортними послугами в Україні у 2021-2022 рр.

Найменування послуги	2021		2022		2022 до 2021, %
	тис. дол. США	частка у загальному обсязі, %	тис. дол. США	частка у загальному обсязі, %	
ЕКСПОРТ					
Транспортні послуги	5314659,4	100	2963197,0	100,0	55,8
послуги морського транспорту	624772,8	11,8	256081,2	8,6	41,0
послуги річкового транспорту	36122,6	0,7	48438,8	1,6	134,1
послуги повітряного транспорту	1728271,3	32,5	374149,2	12,6	21,6
послуги залізничного транспорту	442564,4	8,3	145433,9	4,9	32,9
послуги автомобільного транспорту	400795,8	7,5	406670,3	13,7	101,5
інші допоміжні та додаткові транспортні послуги	2082132	39,2	1732423,7	58,5	83,2
ІМПОРТ					
Транспортні послуги	1733675,1	100,0	1040300,3	100,0	60,0
послуги морського транспорту	581884,5	33,6	416961,6	40,1	71,7
послуги річкового транспорту	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
послуги повітряного транспорту	539198,5	31,1	171404,2	16,5	31,8
послуги залізничного транспорту	280657,2	16,2	116790,9	11,2	41,6
послуги автомобільного транспорту	228393,2	13,2	223767,9	21,5	98,0
інші допоміжні та додаткові транспортні послуги	103541,7	6,0	111375,7	10,7	107,6

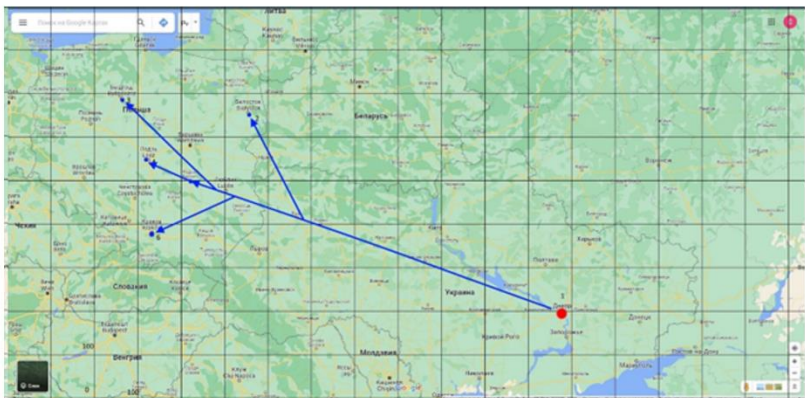
Найбільш експортовані товари, I півріччя 2024 р



				КРМ 275 30 ГЧ		
Розроблено	Використано	Відбито	Відомо	Всього	Всього	Всього
1	1	1	1	1	1	1
				УМСФ, зр. Т23-14		

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ. РОЗРОБКА ФІЗИЧНОЇ МОДЕЛІ

Напрямки перевезення товарів



Автомобіль обраний для перевезення Renault premium 450 dxi



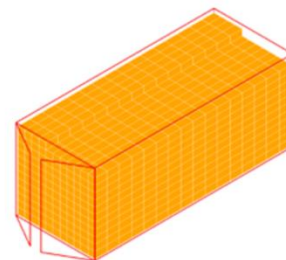
Центральна база постачає товар на m складів. Розвезення товару на склади здійснюється однією вантажівкою, причому кожний склад одержує своє замовлення цілком за один прийом – вантажопідйомність вантажівки для цього достатня. Вантажівка може одночасно узяти вантаж, що відповідає не більш ніж k замовленням. Вантажівка може від'їжджати склади за g маршрутами. Один і той самий склад може знаходитися на різних маршрутах.

Нехай для кожного складу відома функція витрат u залежності, наприклад, від розміру замовлення. Потрібно скласти графік розвезень товару, що забезпечить виконання замовлень всіх клієнтів із мінімальними сумарними витратами на перевезення. Час доставки немає значення. Передбачається, що всі операції по доставці товару можуть бути здійснені протягом деякого періоду часу, що влаштовує всіх споживачів.

За спосіб розвезення будемо вважати будь-яку припустиму комбінацію виконання замовлень. Він являє собою m -вимірний вектор-стовпець, i -й компонент якого дорівнює одиниці, якщо i -е замовлення цим способом задовольняється, і нулю – у протилежному випадку. Для будь-якої реальної задачі при невеликих значеннях m , k і g можна виписати всі такі способи розвезення. Число n цих способів буде залежати не тільки від перелічених параметрів, але й від кількості складів на кожному маршруті, об'єму замовлень і т. і. Кожному j -му способу розвезення відповідають грошові витрати c_j , $j = 1, n$.

Нехай при даних конкретних умовах задачі сформована матриця $A = [a_{ij}]$ всяких способів розвезення, що складається з нулів і одиниць. Стовпці цієї матриці являють собою описані вище способи розвезення, тобто елемент матриці $a_{ij} = 1$, якщо j -й спосіб задовольняє i -е замовлення, і $a_{ij} = 0$ – у протилежному випадку. Тепер задача полягає у виборі найбільш економічної комбінації цих способів.

Схема навантаження транспортного засобу



Транспортное средство №1 (Транспортное средство 2 шт.)

Единиц груза упаковано: 2000 шт. (100%).

Из них:

Груз1 - 2000 шт. (100%)

Объем груза: 29.21 м³
(88% объема)

Масса груза: 27160 кг.
(96% грузоподъемности)

[Отобразить упаковку по блокам](#)
[Отобразить упаковку по шагам](#)

				КРМ 275 30 Г4		
Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат	Результат
Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех
Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех
Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех	Успех

ПРОЕКТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Математична постановка задачі
Уведемо змінні

$$x_j = \begin{cases} 1, \text{ якщо } j\text{-ий спосіб перевезення реалізується,} \\ 0, \text{ в протилежному випадку} \end{cases}$$

Тоді математична модель задачі набуває вигляду:

$$y = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min_{x_j \in \Omega}$$

$$\Omega: \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = 1, i = \overline{1, m}$$

$$x_j \in \{0, 1\}, j = \overline{1, n}$$

$$a_{ij} \in \{0, 1\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$$

Тут цільова функція (2.1) відповідає сумарним витратам на перевезення товару за всіма замовленнями. Умова (2.2) означає, що всі замовлення повинні бути задоволені тільки один раз. Вирази (2.3) і (2.4) визначають двійковий характер змінних $x_j, j = \overline{1, n}$, і елементів матриці A .

Основні математичні залежності черг і затримок для багатоканальної замкненої СМО (n – кількість джерел заявок, m – кількість каналів обслуговування)

Характеристики СМО	Розрахункові формули
Імовірність станів СМО $\rho = \lambda / \mu$, $\mu = 1 / t_{\text{об}}$, де $t_{\text{об}}$ – середній час періодичності звернення заявок до СМО	$P_0 = [1 + \frac{n}{1} \rho + \frac{n(n-1)}{2!} \rho^2 + \dots + \frac{n(n-1)\dots(n-m+1)}{m!} \rho^m + \frac{n(n-1)\dots(n-m)}{m!m} \rho^{m+1} + \dots + \frac{n(n-1)\dots 1}{m!m^{n-m}} \rho^n]^{-1}$ $P_i = \frac{n(n-1)\dots(n-i+1)}{i!} \rho^i \cdot P_0 \quad (i = \overline{1, m}) \text{ – стани без черги}$ $P_{m+i} = \frac{n(n-1)\dots(n-m-i+1)}{m!m^i} \rho^{(m+i)} P_0 \quad (i = \overline{1, (n-m)})$ <p>– стани з чергою довжиною i заявок</p>
Середня кількість зайнятих механізмів обслуговування (k) і заявок в СМО (z)	$\bar{k} = 1 \cdot P_1 + 2 \cdot P_2 + \dots + m(P_m + P_{m+1} + \dots + P_n);$ $\bar{z} = n - \frac{\bar{k}}{\rho}$
Середня кількість обслужених заявок за одиницю часу	$A = \bar{k} \cdot \mu$
Середній час перебування заявки в СМО ($\bar{t}_{\text{сист}}$) та в черзі ($\bar{t}_{\text{оч}}$)	$\bar{t}_{\text{сист}} = \frac{\bar{z}}{(n - \bar{z}) \cdot \lambda};$ $\bar{t}_{\text{оч}} = \bar{t}_{\text{сист}} - 1 / \mu$
Коефіцієнт простою заявок в СМО	$K_{\text{пр}} = \bar{z} / n$
Коефіцієнт простою механізмів обслуговування	$K_{\text{м}} = \frac{m - \bar{k}}{m}$

Лист №...
 Дата...
 Підпис...
 Печат...

КРМ 275 30 Г4			
Дата	Відомості	Відомості	Відомості
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДОВОЛЬЧИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

У рамках умов задачі про розвезення вантажу відома матриця

Екран з вихідними установками

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

усіх можливих способів розвезення вантажу з центральної бази в п'ять магазинів, а також витрати, що зв'язані з реалізацією кожного способу, а саме 274878.54, 216396.18, 233449, 218725, 225424.4, 251117.8, 224688.2, 236025.7, 233522.6. Скласти графік розвезення, що забезпечує мінімальні сумарні витрати.

Математична модель задачі при використанні позначень, прийнятих для загальної моделі, буде мати вигляд:

$$y = 274878.54x_1 + 216396.18x_2 + 233449x_3 + 218725x_4 + 225424.4x_5 + 251117.8x_6 + 224688.2x_7 + 236025.7x_8 + 233522.6x_9 \rightarrow \min$$

$$f_1 = x_1 + x_3 + x_5 + x_6 + x_7 = 1$$

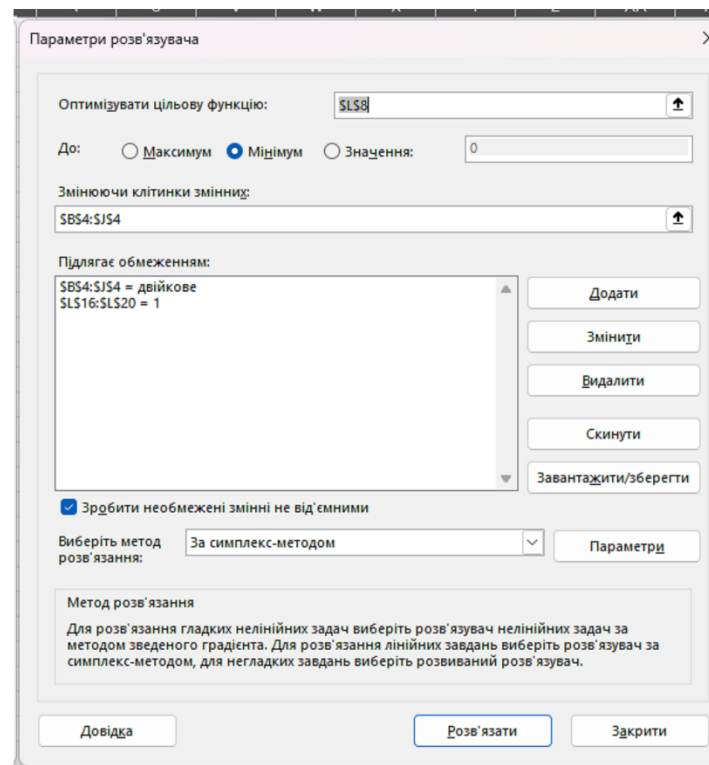
$$f_2 = x_2 + x_5 + x_8 + x_9 = 1$$

$$f_3 = x_2 + x_3 + x_4 + x_6 + x_8 = 1$$

$$f_4 = x_1 + x_6 + x_8 + x_9 = 1$$

$$f_5 = x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_7 = 1$$

$$x_j \in \{0,1\}, j = 1..9$$



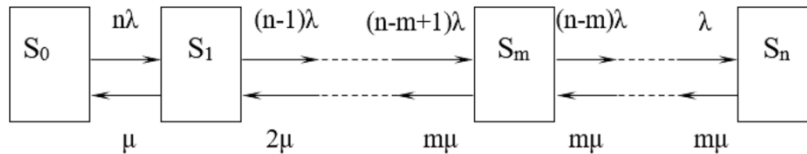
		КРМ 275 30 ГЧ		Дата	Зміст	Підпис
Ім'я	П.І.О.	Підп.	Дата	у	??	
Лікар	Розум'єв В.П.					
Діагн.	Розум'єв В.П.					
Лікар-рентг.	Розум'єв В.П.					
Медсестра	Розум'єв В.П.					
Зібр.	Розум'єв В.П.					
				УМСФ, зр. Т23-14		

ПАРАМЕТРИ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Визначення параметрів замкнутої Пуассонівської СМО при 4 каналах

k	Pk	k*Pk	(k-n)*-Pk	(n-k)*Pk
0	0.000125	0	-	0.000624
1	0.001551	0.001551	-	0.006204
2	0.008667	0.017334	-	0.026
3	0.0287	0.086099	-	0.057399
4	0.062369	0.249476	-	0.062369
5	0.116175	0.580875	0	0
6	0.180333	1.081999	0.180333	-
7	0.223938	1.567568	0.447877	-
8	0.208565	1.668524	0.625696	-
9	0.129499	1.165488	0.517995	-
10	0.040203	0.40203	0.201015	-
Σ	1.000	6.821	1.973	0.153

Граф станів багатоканальної замкненої СМО



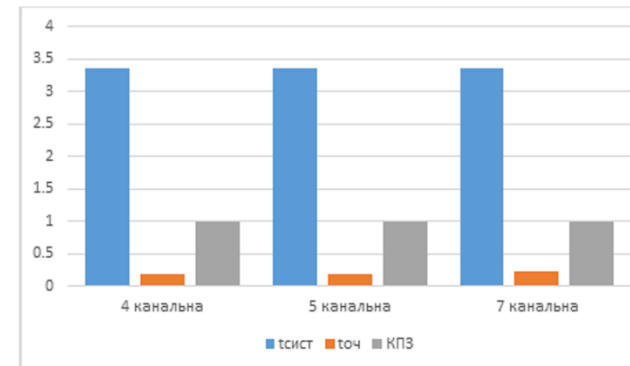
Значення розрахункових показників

m	\bar{n}_0	\bar{k}	\bar{r}	$\bar{n}_{зак}$
4	0,153	6,821	1,973	4,848
5	0,271	6,193	1,463	4,73

Визначення параметрів замкнутої Пуассонівської СМО при 5 каналах

k	Pk	k*Pk	(k-n)*-Pk	(n-k)*Pk
0	0.000222	0	-	0.00111
1	0.002756	0.002756	-	0.011025
2	0.015402	0.030804	-	0.046206
3	0.051004	0.153012	-	0.102008
4	0.110839	0.443357	-	0.110839
5	0.165169	0.825843	0	0
6	0.205107	1.230642	0.205107	-
7	0.203762	1.426334	0.407524	-
8	0.151819	1.214555	0.455458	-
9	0.075412	0.678708	0.301648	-
10	0.018729	0.187294	0.093647	-
Σ	1.000	6.193	1.463	0.271

Зміна показників при збільшенні каналів обслуговування



КРМ 275 30 ГЧ			
Ім'я	П.І.О.	Підп.	Дата
Листов	Всього Листів	Всього Стр.	??
Всього	Всього	Всього	8
УМССФ, зр. Т23-Ім			Дата

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ

Екран з проміжними і кінцевими результатами

Задача про розвезення вантажу										
X = j	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	
2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	
a ij	0	1	1	1	0	1	0	1	0	
3	1	0	0	0	0	1	0	1	1	
4	0	1	1	1	1	0	1	0	0	
5	247878.54	216369.18	233449	218725	225424.4	251117.8	224688.2	236025.7	233522.6	
6	c j x j	0	0	0	0	0	0	224688.2	236025.7	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
8	a ij x j	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

460714

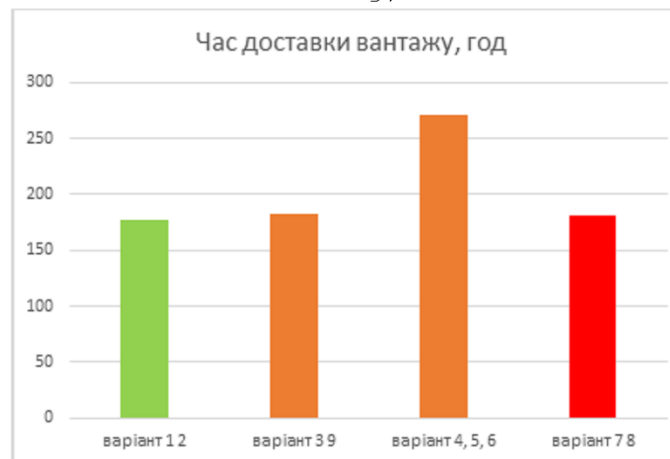
1 "=-1"
1 "=-1"
1 "=-1"
1 "=-1"
1 "=-1"

Оптимальним рішенням задачі є вектор-рядок $X^*T = [0 0 0 0 0 1 1 0]$, що забезпечує мінімальне значення цільової функції $z^* = 460714$ грн, тобто увесь товар центрального складу треба розвезти в магазини за допомогою 7-го та 8-го способів, тобто маршрут Дніпро-Білосток-Краків-Дніпро-Радом-Лодзь-Бидгощ-Дніпро.

Витрати на перевезення за різними варіантами, грн



Час доставки вантажу різними способами



КРМ 275 30 ГЧ			
Ім'я	П.І.О.	Підп.	Дата
Лікар	Радомський		
Діагн.	Радомський		
Лікар	Радомський		
Медсестра	Радомський		
Зібр.	Радомський		
Лікар	Радомський		
Медсестра	Радомський		
Зібр.	Радомський		

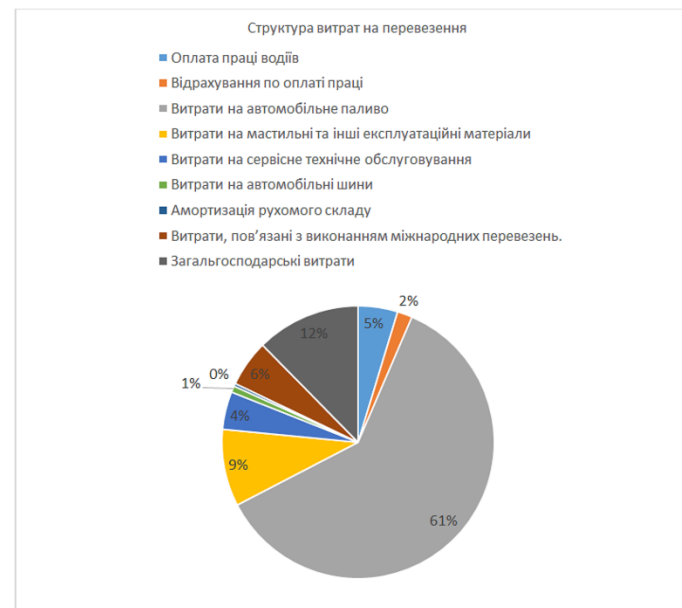
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Схема доставки вантажу

№ з/п	Статті витрат	Значення, грн.
1	Оплата праці водіїв	6418,65
2	Відрахування по оплаті праці	2439,09
3	Витрати на автомобільне паливо	83356,22
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	12503,43
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	6132,6
6	Витрати на автомобільні шини	1026
7	Амортизація рухомого складу	469,48
8	Витрати, пов'язані з виконанням міжнародних перевезень.	7560
9	Загальгосподарські витрати	16935,82
	Загальні витрати	136841,29

Розраховано техніко-економічні показники доставки вантажу за даними розрахунку загальні витрати на перевезення складають 136841,29 грн., розрахункові тарифи на 1км та 1 т-км транспортної роботи складають відповідно 73,62 грн та 3,45 грн.

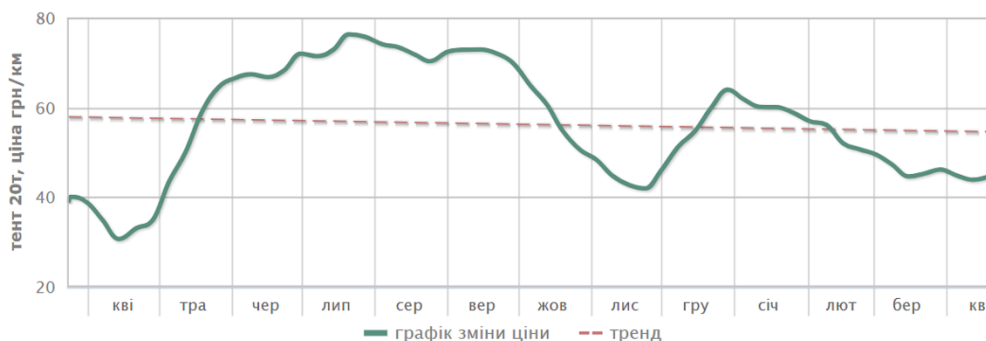
Структура витрат на перевезення



Динаміка цін на перевезення вантажів Польща Україна

Динаміка зміни цін на перевезення вантажів Польща – Україна, тент 20 тонн

(статистика цін на перевезення Польща – Україна вантажів автомобільним транспортом за останній рік)



				КРМ 275 30 ГЧ		
Період	Початок	Кінець	Вартість	Ціна	Вартість	Ціна
2024	01.04	30.04	??			
2025	01.04	30.04				
				УМСФ, зр. Т23-14		

