

**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:  
«УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА  
ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ»**

Виконала: студентка групи **T23-1м**  
спеціальності 275 Транспортні  
технології (на автомобільному  
транспорті)  
**Гапченко Владислава Валерійович**

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Дніпро  
2025

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

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

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

А. І. Кузьменко

\_\_\_\_\_  
(підпис)

«29» листопада 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**з підготовки кваліфікаційної роботи магістра**  
**студентки групи Т23-1м**  
**ГАПЧЕНКО ВЛАДИСЛАВА ВАЛЕРІЙОВИЧ**

1. Тема роботи: УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.

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

Затверджено наказом ректора УМСФ від “24” вересня 2024 р. № 283 кс.

2. Дата подання студентом готової кваліфікаційної роботи магістра на кафедру: «29» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра:

3.1 Статистичні дані по перевезеннях паливно-мастильних матеріалів

3.2 Дані для розрахунку системи масового обслуговування

- інтенсивність надходження заявок  $\lambda=0,48$  заяв./год.;

- інтенсивність обслуговування заявок буде різна для чотирьох варіантів

схем механізації перевалки контейнерів:  $\mu_1=1,53$  заяв./год.;  $\mu_2=1,65$  заяв./год.;  $\mu_3=1,51$  заяв./год.;  $\mu_4=1,75$  заяв./год.

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

4.1 Виконати аналіз статистичних даних та наукових праць з організації перевезень паливно-мастильних матеріалів.

4.2 Виконати постановку завдання. Розробити маршрут доставки паливно-мастильних матеріалів.

4.3 Розробити фізичну та математичну моделі процесу перевезень паливно-мастильних матеріалів.

4.4 Дослідити часові параметри роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування.

4.5 Проаналізувати результати проведених досліджень та обрати найкращий варіант технології перевалки паливно-мастильних матеріалів.

4.6 Розрахувати техніко-економічні показники для перевезень паливно-мастильних матеріалів.

4.7 Узагальнити результати та зробити висновки.

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1 Аналіз організації валивно-мастильних матеріалів в Україні

5.2 Вибір Транспортного засобу

5.3 Розробка оптимального маршруту за їх вивантаженням

5.4 Розробка математичної моделі процесу перевезень паливно-мастильних матеріалів

5.5 Розрахунок часових та вартісних параметрів для запропонованого маршруту

5.6 Дослідження часових параметрів роботи пункту взаємодії як система масового обслуговування

5.7 Визначення техніко-економічних показників для паливно-мастильних матеріалів

6. Дата видачі завдання: «29» жовтня 2024 р.

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

(Гапченко В.В.)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

\_\_\_\_\_  
(підпис)

(Разгонов С.А.)

## **АНОТАЦІЯ**

*Гапченко В.В.* УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.

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

Кваліфікаційна робота магістра присвячена організації процесу перевезення паливних матеріалів автомобільним транспортом. Досліджено динаміку та перспективи небезпечних вантажних перевезень. Надано транспорту характеристику вантажу. Обрано тару та упакування. Здійснено вибір транспортного засобу для перевезення. Розроблено оптимальний маршрут перевезення та виконано розрахунок техніко-експлуатаційних та вартісних показників для запропонованого маршруту паливно-мастильних матеріалів в Дніпропетровській області.

## **THE SUMMARY**

Gapchenko V.V. Improvement of the transport and logistics chain for the delivery of fuels and motor oils.

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

The master's qualification work is devoted to the organization of the process of transportation of fuel materials by road. The dynamics and prospects of dangerous cargo transportation are studied. The transport is provided with a description of the cargo. Containers and packaging are selected. The choice of vehicle for transportation was made. The optimal transportation route was developed and technical, operational and cost indicators were calculated for the proposed route of fuel and lubricants in the Dnipropetrovsk region.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ» 106 с., 33 рис., 10 табл., 43 джерела, 5 додатків на 27 стор.

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

**Об'єкт дослідження** – вантажні перевезення паливно-мастильних матеріалів.

**Предмет дослідження** – транспортно-логістичний ланцюг перевезення паливно-мастильних матеріалів .

**Методи дослідження:** методи математичної статистики, теорія систем масового обслуговування, моделювання.

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні **завдання:** проаналізовано статистичні дані з організації перевезення паливно-мастильних матеріалів в Україні , виконано постановку завдання та розроблено маршрут доставки паливно-мастильних матеріалів. Розроблено математичну модель процесу перевалки паливно-мастильних матеріалів на основі методів теорії системи масового обслуговування та виконано відповідні дослідження. Визначено ефективність запропонованих рішень.

**Ключові слова:** ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ; ТЕОРІЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	11
1.1 Аналіз організації перевезення паливно-мастильних матеріалів в Україні	11
1.2 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно-логістичних систем перевезень паливно-мастильних матеріалів	18
1.3 Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів	19
2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	29
2.1 Постановка завдання. Розробка маршруту доставки паливно-мастильних матеріалів	29
2.2 Побудова фізичної моделі процесу перевезень паливно-мастильних матеріалів	47
2.3 Розробка математичної моделі процесу перевалки паливно-мастильних матеріалів у пункті взаємодії різних видів транспорту	47
3. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВАЛКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	68
3.1 Дослідження часових параметрів роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування	68

					<i>КРМ</i>	<i>275</i>	<i>7</i>	<i>ПЗ</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ			
<i>Розроб.</i>		<i>Галченко В.В.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>						
<i>Реценз.</i>		<i>Шаповалов О.В.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кузьменко А.І.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>	
						6	97	
						<i>УМСФ, ГР. Т23-1м</i>		

4. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	79
ВИСНОВКИ	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88
Додаток А. Графічні матеріали	90

Виконав	Галченко В.В.			<i>КРМ 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ВСТУП

Через війну в Україні кардинально змінився вантажопотік. Раніше залізниця транспортувала щорічно в напрямку портів Одеси, Херсона, Миколаєва, значні обсяги експортних вантажів, а саме 65 млн т – зернові вантажі; 40- 45 млн т – рудні вантажі; 10-15 млн т – метал; 5 млн т – олія рослина та інше. Портовий комплекс України щорічно обробляв 160 мільйонів тон вантажів, з яких приблизно 120 мільйонів тон на експорт.

Але з початком війни країна-агресор фактично заблокувала роботу морських портів України в Чорному та Азовському морях. Експортери почали переорієнтовувати свої вантажі в напрямку західних сухопутних переходів, шукаючи альтернативні шляхи експорту товарів з України. «Укрзалізниця» оперативне переорієнтувала експортні вантажопотоки в напрямку західних кордонів та почала тестувати максимальну пропускну спроможність прикордонних залізничних переходів. На початок війни працювало 12 прикордонних переходів, протягом року їх кількість зросла до 14 [1].

Отже, питання вивчення стану та розвитку ринку нафтопродуктів в Україні та особливостей діяльності його учасників є надзвичайно актуальними. Слід зазначити, що ринок нафти і нафтопродуктів можна розглядати як місце купівлі та продажу нафти і нафтопродуктів, і тому його можна розглядати через призму внутрішніх і зовнішніх товарних потоків, тобто внутрішнього виробництва і розподілу продукції, а також імпорту товарів.

З іншого боку, ринок нафти і нафтопродуктів як економічну категорію можна розглядати через призму економічних відносин між учасниками (виробниками нафти, нафтопереробними заводами, торговцями нафтою і споживачами) економічної діяльності, спрямованої на реалізацію їх економічних інтересів. Відповідно, областями такого ринку є переробка, транспортування, зберігання та використання бензину, дизельного палива та їх замінників.

Більшість сучасних ринків – це гіпермаркети, які спонукають продавців збільшувати свій прибуток за рахунок поліпшення якості або зниження цін на

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



товари. Тобто вони сприяють відтворенню економічних відносин. У зв'язку з цим ринок нафти сприяє розвитку спекулятивних операцій, оскільки в сучасних умовах він не може бути споживчим ринком через жорстке регулювання, що формується продавцями.

Відсутність або значне ослаблення конкуренції – це ще один з наслідків змови продавців на ринках нафти і нафтопродуктів. Великі продавці нафти намагаються створити дефіцитний ринок, а це призводить до конкуренції за ресурс між покупцями, що в свою чергу призводить до нестабільності та коливань ринку.

Таким чином, на відміну від інших ринків, ринок нафти і нафтопродуктів неконкурентоспроможний, а світовий ринок нафти визначається як олігополістичний.

Постачання нафтопродуктів є останньою ланкою вертикально інтегрованих підприємств у функціональному ланцюжку "виробництво-транспортування-переробка-збут". В результаті розподілу оцінюється загальна ефективність всього ланцюжка, тобто вартість нафтопродуктів, оплачених кінцевим споживачем, повинна в кінцевому підсумку компенсувати всі витрати і забезпечити прибуток всіх ланок. Основним видом діяльності комерційних підприємств є роздрібна та оптова торгівля нафтопродуктами через автозаправні станції та автозаправні станції. Таким чином, основна проблема, з якою вони стикаються, полягає в розгляді специфіки самого продаваного продукту - палива.

Окремим сегментом ринку нафтопродуктів є ринок дизельного палива. Поставки дизельного палива мають велике значення для постачання різних секторів економіки, включаючи сільське господарство.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

# 1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

## 1.1 Аналіз організації паливно-мастильних матеріалів в Україні

Ринок мастильних матеріалів є важливою складовою глобальної економіки, яка охоплює різні сектори, включаючи автомобільну промисловість, важке машинобудування, енергетику та інші галузі. Мастильні матеріали становлять широкий спектр олив і рідин, які застосовуються у всіх основних галузях промисловості на міжнародному рівні. Вони забезпечують ефективну роботу компресорів, турбін, електродвигунів, двигунів внутрішнього згоряння та інших механічних компонентів.

Основні категорії мастильних матеріалів на ринку включають:

- моторні оливи, що використовуються для змазування двигунів внутрішнього згоряння.
- трансмісійні та гідравлічні рідини, призначені для передачі потужності та управління механізмами.
- консистентні мастила, які зменшують тертя в підшипниках та інших механізмах.
- технологічні рідини, що застосовуються для обробки металів і виконання інших виробничих процесів.

Автомобільна промисловість є найбільшим споживачем мастильних матеріалів, які забезпечують зменшення тертя, захист від корозії та охолодження деталей двигуна. Ринок мастильних матеріалів вважається консолідованим, і провідні позиції на ньому займають 10 найбільших компаній. Конкуренція між основними гравцями стимулює впровадження нових стратегій і інвестицій для закріплення їхніх позицій.

До топ-5 провідних компаній на ринку належать Exxon Mobil Corporation, Chevron Corporation, BP, Shell і Total Energies. Загальний обсяг світового ринку мастильних матеріалів оцінюється в 44,05 мільярда літрів у 2024 році. Цей ринок демонструє такі ключові тенденції [5]:

- Зростання попиту на мастильні матеріали з покращеними характеристиками, що знижують знос і подовжують термін служби обладнання.
- Збільшення інтервалів заміни мастил, що уповільнює темпи зростання ринку в автомобільному та промисловому сегментах.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Розвиток електромобільної індустрії, що має потенційно значний вплив на ринок у майбутньому.
- Інтенсивний розвиток ринку в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні завдяки урбанізації та збільшенню кількості автомобілів.

Світові тенденції мастильних матеріалів мають прямий вплив на локальні ринки, зокрема український. Основною сировиною для виробництва мастильних матеріалів залишаються базові оливи, ціна на які постійно зростає, що впливає на кінцеву вартість продукції.

Найбільшим постачальником нафти для України з 2022 року стали країни Європи. У таблиці 1 подано статистику динаміки імпорту та експорту нафтопродуктів України за період 2020–2023 років.

Дані свідчать, що обсяги імпорту нафтопродуктів значно перевищують експорт. До 2022 року спостерігалось збільшення імпорту як у грошовому вираженні, так і за питомою вагою в загальній структурі поставок. Проте вже у 2022 році експорт почав знижуватися. Така динаміка зумовлена військовою агресією РФ, тимчасовою окупацією територій, руйнуванням виробничих потужностей, а також зменшенням внутрішнього попиту на нафтопродукти, включаючи мастильні матеріали.

Таблиця 1.1-Динаміка експорту та імпорту нафтопродуктів України за 2020–2023 роки

Рік	Експорт		Імпорт	
	Млн дол	% у загальному експорті	Млн дол	% у загальному імпорті
2020	128,0	0,26	3396,6	6,26
2021	192,6	0,20	5614,8	7,66
2022	71,96	0,16	8787,2	14,77
2023	40,1	0,11	7831,5	12,33

Для більш детального аналізу змін експорту та імпорту нафти й нафтопродуктів України у період з 2020 до 2023 років корисно використовувати коефіцієнт співвідношення імпорт/експорт, запропонований автором. Дані свідчать про чітку тенденцію до збільшення імпорту протягом зазначеного періоду. Аналіз коефіцієнта показує суттєве зростання обсягів імпорту порівняно з експортом у 2022–2023 роках, що безпосередньо пов'язано з початком широкомасштабної військової агресії РФ проти України.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Український ринок мастильних матеріалів є досить різноманітним і налічує понад 180 брендів. Частка продукції вітчизняних виробників на цьому ринку становить лише близько 12 %. Мастильні матеріали активно використовуються як у державному секторі, так і в приватному.

Серед найпопулярніших брендів мастильних матеріалів можна виділити Shell, Castrol і Mobil. За словами директора з маркетингу компанії Azmol British Petrochemicals, загальний обсяг ринку мастильних матеріалів в Україні оцінюється приблизно у 200 тис. тонн щорічно. При цьому сегмент мастил, створених за ГОСТами, що підходять для радянської та вітчизняної техніки, становить 100 тис. тонн на рік. Решта 100 тис. тонн припадає на мастильні матеріали для сучасного імпортного обладнання [4].

На рисунку 1 представлено структуру ринку мастильних матеріалів за різними секторами. Кожен сектор орієнтується на специфічну групу споживачів і формує маркетингові стратегії відповідно до їхніх потреб.

Найбільшу частку ринку займає сектор B2B (бізнес для бізнесу), тоді як частка сектора B2C (бізнес для споживача) відстає лише на 8 %. Сектор B2G (бізнес для держави) зосереджений на забезпеченні воєнних потреб і енергетичної інфраструктури. У 2023 році спостерігалось зростання кількості тендерів на закупівлю мастильних матеріалів, що зумовлено адаптацією державних підприємств до нових умов функціонування (рис. 1.2).

Таблиця 1.2 - Коефіцієнт співвідношення імпорт/експорт нафтопродуктів України за 2020–2023 роки

Рік	Експорт	Імпорт	Коефіцієнт співвідношення імпорт/експорт
	Млн дол	Млн дол	
2020	128,0	3396,6	26,53
2021	192,6	5614,8	29,15
2022	71,96	8787,2	122,11
2023	40,1	7831,5	195,30

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Джерело: складено автором на основі [2]

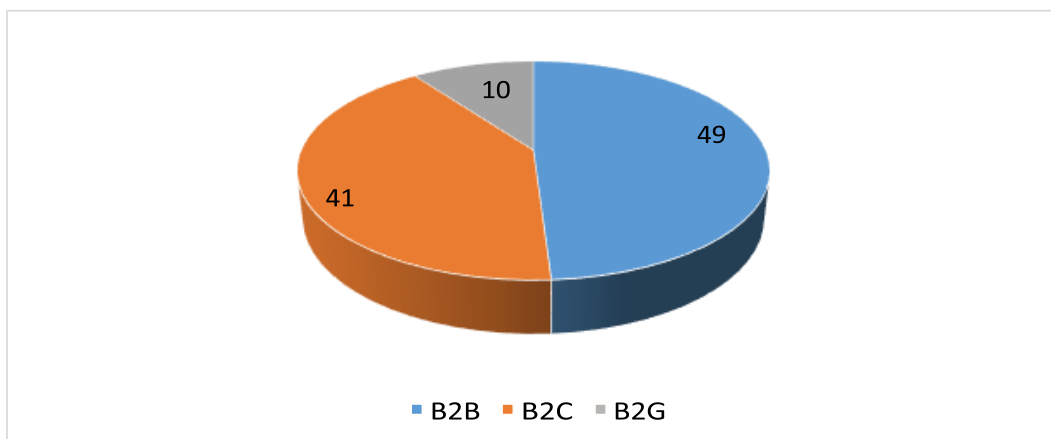


Рисунок 1.1 - Структура ринку мастильних матеріалів України за секторами у 2023 році, %

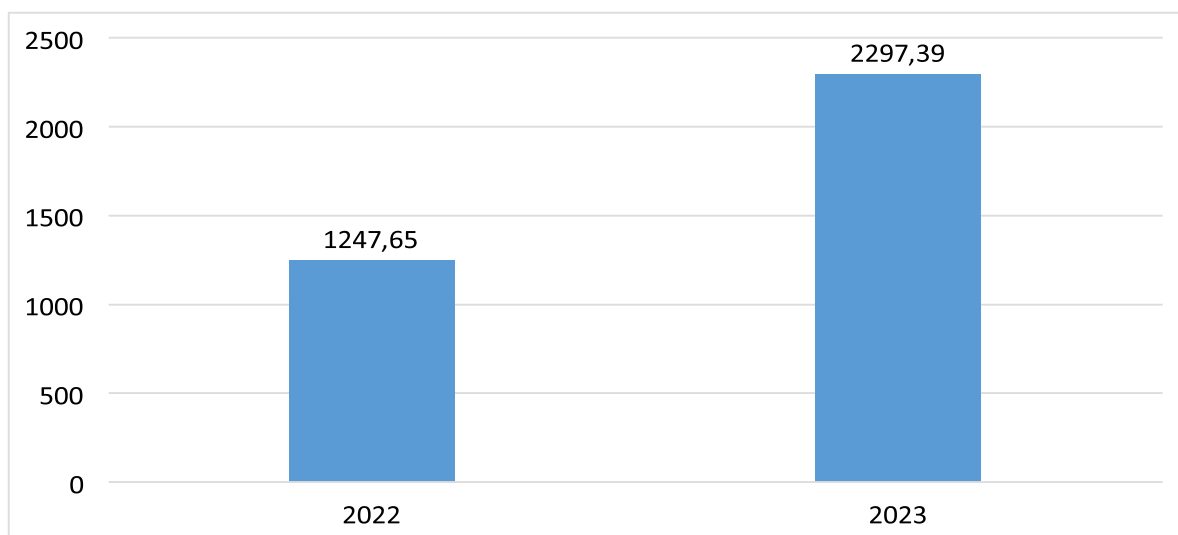


Рисунок 1.2 Динаміка державних закупівель мастильних матеріалів в Україні 2022–2023 роки у грошовому виразі, млн грн

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

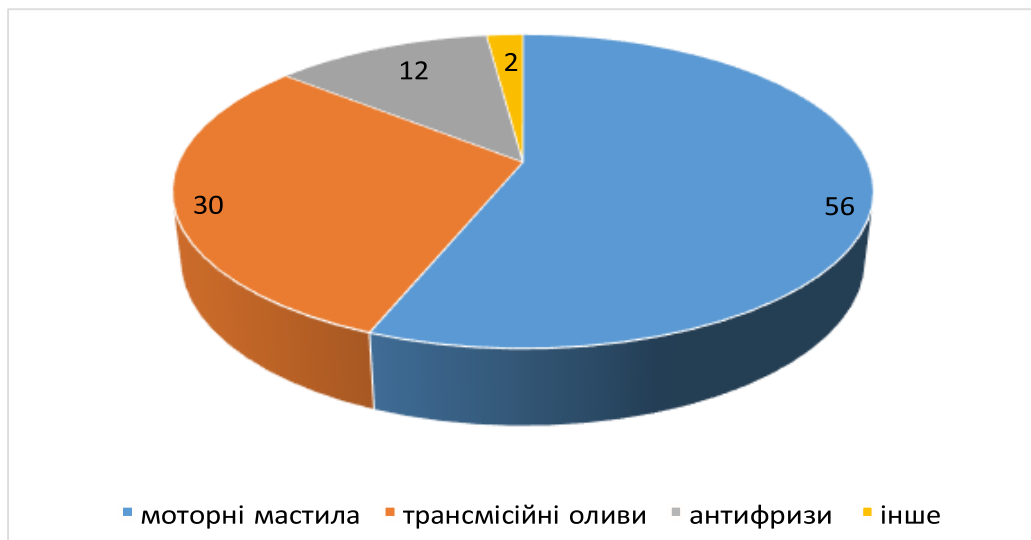
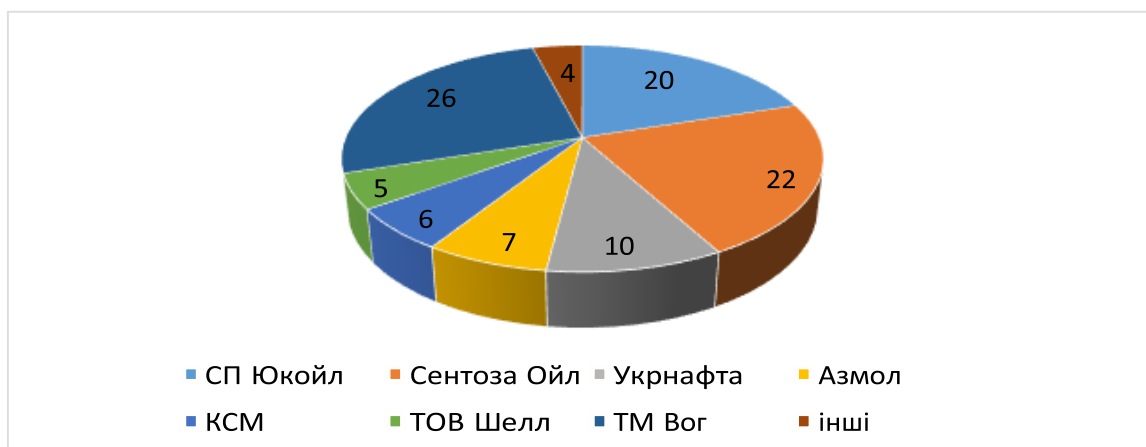


Рисунок 1.3 Структура виробництва мастильних матеріалів України за продуктами у 2023 році, %

Рисунок 1.4 Долі ринку виробників мастил України. у 2023 році, %



Головним чинником, що вплинув на ринок мастильних матеріалів в Україні, стало повномасштабне вторгнення, яке суттєво змінило попит і пропозицію на цьому ринку. Вітчизняні підприємства зазнали втрат виробничих потужностей і стикнулися з дефіцитом сировини. На рисунку 3 зображено структуру виробництва мастильних матеріалів в Україні.

Згідно з даними Pro-Consulting за 2023 рік, «основна увага найбільших операторів ринку спрямована на виробництво моторних оливо, що пояснюється високим рівнем їх споживання. Більшість компаній займаються реалізацією різних видів мастильних матеріалів. На другому місці за популярністю знаходяться трансмісійні оливи, а на третьому – антифризи. Інші категорії виробляються переважно спеціалізованими компаніями або майже не представлені у роздрібній торгівлі» .

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На рисунку 1.4 відображено частки ринку виробників мастильних матеріалів в Україні. Ці дані дозволяють оцінити рівень конкурентності ринку мастильних матеріалів у країні.

Таблиця 1.3 PEST-аналіз ринку мастильних матеріалів України

Категорія	Фактор	Оцінка впливу	
		+	-
Політикоправові	Оподаткування нафтопродуктів під час воєнного стану	+	
	Необхідність імплементації законодавства ЄС, технічних, екологічних регламентів ЄС		-
	Зміна у законодавчому регулюванні (можливе прийняття проєкту Закону України «Про мінімальні запаси нафти та нафтопродуктів»)		-
Економічні	Ціни на сиру нафту		-
	Ринкова конкуренція		-
	Коливання валютних курсів		-
	Обмеження пропозиції через дефіцит сировини		-
Соціальнодемографічні	Збільшення електромобілів		-
	Міграція населення		-
	Зменшення доходів населення		-
	Тенденція постійного догляду за авто	+	
Технологічні	Впровадження інноваційних мастильних матеріалів	+	
	Розвиток біотехнологій	+	
	Перехід на торгівлю виключно стандартом ЄВРО6		-

Основними виробниками мастильних матеріалів в Україні є торгові марки Вог, Сентоза Ойл та СП Юкойл. Більшість компаній пропонують схожий асортимент продукції, тому ключову роль у збільшенні ринкової частки відіграє грамотно сформована маркетингова стратегія.

У таблиці 1.3 представлено PEST-аналіз ринку мастильних матеріалів України. Поточне зовнішнє середовище в Україні чинить негативний вплив на розвиток ринку мастильних матеріалів. Найбільший вплив мають економічні та

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

політико-правові чинники. Також зростання популярності автомобілів із електричним або гібридним приводом поступово зменшує попит на двигуни внутрішнього згоряння, що суттєво впливає на потребу у мастильних матеріалах в Україні.

Найменший негативний вплив на ринок мастильних матеріалів мають технологічні чинники. Водночас варто зазначити, що ці чинники також здійснюють позитивний вплив у двох основних напрямках. Очікується, що впровадження вітчизняними виробниками інноваційних мастильних матеріалів, зокрема біологічного походження із відмінними характеристиками, стане поштовхом для розвитку ринку в майбутньому. Раніше багато інноваційних продуктів у цій сфері були представлені переважно імпортними виробниками. Зростання попиту на екологічно чисті мастильні матеріали на основі біологічних компонентів відкриває нові перспективи для розширення ринку. Зокрема, зростаючий інтерес до мастильних матеріалів, виготовлених із нетоксичних і відновлюваних компонентів із низьким вмістом сірки, сприятиме значному розвитку ринку в найближчі роки.

Виконав	Галченко В.В.			<i>КРМ 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



## 1.2 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно-логістичних систем перевезень паливно-мастильних матеріалів

Транспортний комплекс України відіграє важливу роль у забезпеченні економічної стабільності та розвитку країни, проте він стикається з численними проблемами, що потребують значних затрат часу та фінансів, як для перевізників, так і для пасажирів. Основними завданнями транспортної логістики є організація перевезення вантажів транспортом загального користування, серед яких варто відзначити:

- вибір виду і типу транспорту;
- розробка оптимальних маршрутів доставки;
- забезпечення єдиної технології для транспортно-складських процесів;
- оптимізація транспортування в умовах змішаних перевезень;
- контроль за ефективністю всіх етапів транспортного процесу.

З точки зору макроекономіки, логістика виконує функції, які включають розподіл продукції по підприємствах, контроль якості, управління запасами, обробку вантажів та їх транспортування, організацію упаковки, зберігання товарів, а також забезпечення логістичної діяльності. При цьому витрати на логістичні операції можуть складати до 50% від загальних затрат на логістику, і застосування сучасних логістичних технологій дозволяє скоротити час виробництва на 25%, знизити собівартість продукції на 30% і зменшити обсяги запасів на 30-70%.

Впровадження логістичних принципів у підприємствах сприяє покращенню координації роботи структурних підрозділів, зниженню витрат та підвищенню ефективності діяльності. Одним із важливих аспектів є оптимізація внутрішніх і зовнішніх взаємовідносин у сфері корпоративної логістики, що забезпечує системну стійкість підприємства.

В Україні важливу роль у міжнародному транзиті вантажів відіграє розвиток транспортно-логістичних послуг, зокрема ринок термінової доставки. Прискорення розвитку транспортних систем можливе через:

- оновлення матеріально-технічної бази транспорту;
- покращення транспортної інфраструктури;
- підвищення ефективності перевезень;
- розвиток митної інфраструктури та вдосконалення митно-тарифної політики.

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці заходи сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності України на міжнародному ринку перевезень і покращенню інвестиційного клімату. Водночас необхідно враховувати екологічні наслідки та вживати заходів для збереження навколишнього середовища.

Держава активно підтримує логістичну сферу, створюючи правову базу для розвитку транзитних перевезень, забезпечення ефективної координації між усіма учасниками транспортних процесів та впровадження нових технологій у сфері транспорту.

Пріоритетними напрямками розвитку є прискорене вдосконалення транспортної інфраструктури, інтеграція в європейські та азійські транспортні системи, а також розширення міжнародних транспортних коридорів. Ці заходи сприятимуть покращенню економічного розвитку України та стимулюванню інвестиційної активності.

### 1.3 Правила дорожнього перевезення небезпечних вантажів

Згідно з Законом України "Про перевезення небезпечних вантажів", бензин і дизельне паливо є небезпечними вантажами, а відповідно до перелік небезпечних вантажів їм присвоєні номери ООН 1203 і 1202 відповідно. Якщо бензин має середній рівень транспортної безпеки, то дизельне паливо має низький рівень.

Правила дорожнього руху щодо небезпечних вантажів (далі - Правила) і Європейська угода про міжнародні правила дорожнього руху щодо небезпечних вантажів (далі-ДОПНВ) передбачають ряд винятків, пов'язаних з перевезенням цих небезпечних вантажів.

Ці правила і ДОПНВ не поширюються на паливо, що міститься в паливних баках транспортного засобу, призначене для буксирування або експлуатації транспортного засобу. Бензин і дизельне паливо також можуть перевозитися без дотримання правил і ДОПНВ в транспортних контейнерах, які можуть перевозитися в комбінованих контейнерах в кількостях, що не перевищують 1 і 1 літра відповідно. Його можна перевозити об'ємом близько 1 літра. Він вміщує близько 5 літрів на транспортну одиницю.

Наступні класи небезпечних вантажів визначені відповідно до ДОПНВ (Європейською угодою про міжнародні автомобільні перевезення небезпечних вантажів) (див. рисунок 1.1):

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

1. Вибухові речовини та вироби класу 1
2. Гази класу 2
3. Легкозаймисті рідини класу 3
4. Клас 4.1 легкозаймисті тверді речовини, самореактивні речовини, полімеризуючі агенти та тверді десенсибілізовані вибухові речовини
- Клас 4.2 речовини, здатні до самозаймання
- Клас 4.3 речовини, що виділяють легкозаймисті гази при контакті з водою
5. Окислювач класу 5.1
- Органічні перекиси класу 5.2
6. Клас 6.1 токсичні речовини
- Клас 6.2 інфекційні речовини
7. Радіоактивні матеріали класу 7
8. Корозійні речовини класу 8
9. Інші небезпечні речовини та продукти класу 9



Рисунок 1.5 – Класифікація небезпечних вантажів

Горючі рідини включають в себе: бензин, гас, ацетон, метанол, метиловий ефір, гальмівну рідину, сірковуглець, складні ефіри, органічні розчинники, всі види клеїв і герметиків, що містять легкозаймисті (самозаймисті) компоненти. З 01.01.12 дозволи на перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом видаватимуться виключно через ліцензійні центри.

Відповідно до Закону України "Про перелік дозволів у сфері економічної діяльності" від 21.05.09 від 1.526 "Про заходи щодо впорядкування видачі дозволів у сфері економічної діяльності". Сертифікати та документи, необхідні для перевезення небезпечних вантажів:

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Заява із зазначенням маршруту, адреси та номерів телефонів відправника, перевізника та одержувача небезпечних вантажів, характеристик вантажу, періоду перевезення та імені уповноваженої особи;
2. Сертифікат про навчання ДОПНВ для водіїв, що перевозять небезпечні вантажі;
3. Дозвіл на реєстрацію транспортних засобів для перевезення певних небезпечних вантажів;
4. Письмові інструкції в разі аварії або надзвичайної ситуації;
5. Чинний договір страхування цивільної відповідальності осіб, що перевозять небезпечні вантажі, на випадок виникнення негативних наслідків при перевезенні небезпечних вантажів;
6. Відповідні копії для перевезення небезпечних продуктів або речовин, що потребують додаткового дозволу або Дозволу інших компетентних органів;
7. Сертифікат про навчання, виданий особою, яка має ліцензію на безпеку при перевезенні небезпечних вантажів автомобільним транспортом;
8. Підтвердження оплати за перевезення небезпечних вантажів (при замовленні послуги). Відповідність спеціальних транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів вимогам ДОПНВ підтверджується видачею дозволу на перевезення транспортних засобів, призначених для перевезення певних небезпечних вантажів.

Сертифікат видається або продовжується сервісним центром Міністерства внутрішніх справ для перевірки відповідності конструкції, маркування та спеціального обладнання транспортного засобу вимогам ДОПНВ. Для отримання / продовження сертифіката власник транспортного засобу, перевізник або інша уповноважена ним особа повинні надати в SC транспортні засоби, обладнані відповідно до їх призначення, а також наступні документи:

1. клопотання про видачу (продовження) Дозволу на перевезення транспортних засобів, призначених для перевезення певних небезпечних вантажів;
2. Інформація про сертифікат ДОПНВ для навчання водіїв транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі (виданий, виданий, термін придатності) та його копія;
3. Для кожного транспортного засобу додатково:
  - копія свідоцтва про реєстрацію транспортного засобу;
  - копія протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу, виданого суб'єктом обов'язкового технічного контролю транспортних засобів,

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

внесеного до Реєстру суб'єктів обов'язкового технічного контролю Міністерства внутрішніх справ.

Чинні правила і норми вимагають, щоб всі небезпечні вантажі були позначені спеціальними знаками безпеки, які інформують інших учасників дорожнього руху про те, що вантажний транспортний засіб перевозить небезпечні речовини, які можуть призвести до смерті, травм або інших негативних наслідків. Світові правила маркування товарів регулюють використання попереджувальних знаків при перевезенні хімічних речовин, вибухових речовин та інших матеріалів і застосовуються при перевезенні всередині країни і за кордоном.

Основним символом, що попереджає про небезпеку, є маркер у формі ромба. Червона цифра вказує на вибухові речовини та речовини, які миттєво запалюються. При транспортуванні твердих пожежонебезпечних виробів на ромб повинні бути нанесені червоні і білі смуги. Нетоксичні гази відзначені зеленим кольором, а якщо при взаємодії заряду з водою виділяються легкозаймісті гази, окислювачі відзначені жовтим. При перевезенні епідемічних і токсичних вантажів потрібно біле маркування.

Існують цифрові коди, що вказують на небезпечні вантажі. Маркування товарів дозволяє співробітникам митниці, пожежної служби, морської поліції та інших служб визначати ступінь їх безпеки. Система маркування заснована на класифікації небезпечних вантажів і призначена для:

1. Переконайтеся, що інші учасники дорожнього руху розпізнають небезпечні вантажі на відстані на підставі характерної наявності видимих знаків безпеки.

2. Переконайтеся, що небезпека виявлена швидко, визначивши колір знаків.

Існує 9 пронумерованих класів небезпечних матеріалів, у тому числі 13 класів і 25 зразків знаків безпеки дорожнього руху, ідентифікованих відповідно до правил ДОПНВ (ADR). Знаки безпеки мають ромбоподібну форму і відрізняються кольором, символами у верхньому куті та номером класу безпеки в нижньому куті. Легкозаймісті гази позначаються червоним символом із символом займання. Речовини, здатні вступати в небезпечний контакт з киснем повітря і самозайматися, відзначені червоним знаком, розділеним навпіл горизонтальною лінією з білою верхньою частиною, на якій зображений символ займання.

При розміщенні знаків безпеки на транспортних засобах, контейнерах і цистернах знаки розміщуються з обох сторін і позаду автоцистерн, транспортних

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

KPM 275 7 ПЗ

засобів зі знятими 16 цистернами, транспортних засобів з акумуляторними батареями і транспортних засобів, що перевозить небезпечні вантажі насипним вантажем. Якщо автоцистерна або знімний автоцистерна з одним транспортним засобом має кілька відсіків і перевозить два або більше небезпечних вантажу, відповідні знаки безпеки повинні бути розміщені на кожній стороні, на якій розташовані відповідні відсіки, і знак безпеки повинен бути нанесений на кожен сторону для кожного зразка, наявного на кожній стороні. Вони повинні бути на зворотному боці. на боці машини.

Однак, якщо для всіх відсіків потрібні однакові знаки безпеки, їх слід розміщувати окремо з кожного боку і в задній частині автомобіля. Якщо вам потрібно кілька інформаційних панелей для одного і того ж елемента, подумайте про те, щоб розмістити їх поруч один з одним. Знаки безпеки, що не стосуються небезпечних вантажів або їх частин, повинні бути видалені або закриті.

У ДОПНВ термін "помаранчеві знаки" використовується для позначення транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі. Транспортні підрозділи, які перевозять небезпечні вантажі, повинні мати дві таблиці інформації про небезпечні вантажі, розташовані вертикально. Одна таблиця, що містить інформацію про небезпечні вантажі, повинна бути розміщена спереду, а інша - ззаду транспортного вузла, причому обидві таблиці повинні бути перпендикулярні поздовжній осі транспортного вузла. Ці таблиці з інформацією про небезпечні вантажі повинні бути добре видні.

У разі автоцистерн, акумуляторних транспортних засобів або транспортних одиниць з одним або декількома резервуарами, в яких перевозяться небезпечні вантажі, інформаційні таблиці по небезпечним вантажам повинні бути додатково розміщені з боків кожного резервуара, кожного паливного відсіку або розташовані паралельно кожній поздовжній осі акумуляторного транспортного засобу. Ці таблиці з інформацією про небезпечні вантажі повинні містити ідентифікаційний номер безпеки та номер ООН для кожної речовини, що перевозиться в цистерні, паливному відсіку або акумуляторній батареї транспортного засобу.

Класифікація товарів за конкретними характеристиками та умовами транспортування (розділена на 11 груп):

1. Швидкопсувні товари-це товари, які необхідно захищати від високих або низьких температур навколишнього середовища. До них відносяться продукти

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

KPM 275 7 ПЗ

польового землеробства, садівництва, городництва, тваринництва, птахівництва та рибної промисловості.

2. Гігроскопічний. Гігроскопічні продукти включають сіль, цукор, цемент, бавовна тощо.

3. Сторонні запахи легко накопичуються. До них відносяться мелені продукти, чай і цукор.

4. Вони характеризуються специфічними запахами-товарами, які можуть призвести до пошкодження інших товарів при спільному зберіганні або транспортуванні. Рибні продукти, штучна шкіра, тютюнові вироби і нафтопродукти мають специфічний запах.

5. Збереження його характерних фізичних і хімічних властивостей під час транспортування і зберігання. До них відносяться мінеральні та будівельні матеріали, руди чорних і кольорових металів, вугілля, деревина і т. д.

6. Сипучий матеріал, який втрачає плинність при транспортуванні через замерзання або спікання окремих деталей. Замороженими або запеченими є пірит, гранульований шлак, вугілля, калійна сіль і т. д.

7. Незакріплений вантаж, залишений разом. Товари, що зберігаються, включають цемент, глину, фосфатне борошно, торф тощо.

8. Небезпечні вантажі. Небезпечні вантажі включають:

- речовини, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші;
- стислі і зріджені гази;
- самозаймисті речовини;
- речовини, що запалюються від води;
- горючі речовини;
- їдкі речовини;
- токсичні речовини;
- радіоактивні речовини;
- високотоксичні речовини;
- вибухові речовини і предмети, обладнані ними.

9. Вантаж, здатний до значної втрати ваги при транспортуванні і зберіганні. До них відносяться овочі, дині, м'ясні продукти і так далі.

10. Транспортний процес – це переміщення товару (вантажу) від місця виробництва до місця споживання. Транспортний процес, як і будь-який виробничий процес, складається з окремих частин (елементів), які виконуються послідовно:

1. Навантаження вантажу в транспортний засіб в пункті відправлення.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. переміщення товарів між пунктами відправлення та призначення.
3. вивантаження вантажу з транспортного засобу в пункті призначення.

Кожен з цих елементів складається з операцій і робіт, що виконуються в ході підготовки організацій і здійснення перевезень.

Основним елементом є рух товарів, всі інші елементи підпорядковані йому. Циклічний транспортний процес можна розглядати двома способами:

- 1) з точки зору операцій з транспортними засобами;
- 2) з точки зору операцій з транспортними засобами.

Навантаження вантажу включає в себе підготовку до відправлення, сортування за одержувачем і напрямками, навантаження в транспортні засоби, закріплення, з'єднання, зважування і підготовку транспортних документів для вивезення вантажу. Переміщення товарів здійснюється на основі вибору типу транспортного засобу, визначення напрямку руху, забезпечення безпеки руху і збереження товарів під час транспортування, переміщення самих товарів, усунення технічної несправності транспортного засобу, організації заправки в дорозі, організації контролю за станом транспортних засобів і т.д. рух транспортного засобу.

Вивантаження товару складається з наступних операцій:

- 1) ознайомлення Одержувача з товаросупровідним документом і відповідним вантажем;
- 2) вага або визначення обсягу прибуває вантажу;
- 3) визначення можливого пошкодження або втрати вантажу;
- 4) Підготовка вантажу до розвантаження;
- 5) оформлення вантажу і транспортної документації для отримання вантажу вантажоодержувачем.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



## 2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 2.1 Постановка завдання. Розробка маршруту доставки паливно-мастильних матеріалів

#### 2.1.1 Постановка задачі.

Завданням даної кваліфікаційної роботи магістра є організації перевезення паливно-мастильних виробів у Дніпропетровській області об'ємом 500 тон з нафто перекачувальної станція “Перещепине” до АЗС замовників.

Для вирішення задачі будуть поставлені наступні завдання:

- зробити вибір тари та пакування;
- описати транспортну характеристику вантажу;
- визначити як відбувається навантаження;
- зробити проектування маршруту;
- побудувати математичну модель доставки паливно-мастильних виробів.

#### 2.1.2 Вибір тари та упакування.

Схоронність вантажів у процесі транспортування забезпечується:

1. Правильною підготовкою вантажів до перевезення;
2. Раціональним упакуванням.

Вантажі подаються до перевезення в упакуванні із застосуванням всіх або тільки окремих її елементів і без упаковки.

Упаковка – це засіб або комплекс технічних засобів, що забезпечує захист вантажів від пошкоджень і втрат, навколишнє середовище від забруднень і полегшує процес обігу (зберігання, транспортування, перевантаження, реалізація продукції).

Упаковування – це підготовка продукції до транспортування, зберігання, реалізації і споживання із застосуванням упаковки.

Основними елементами упаковки є тара та допоміжні пакувальні засоби.

Тара — це основний елемент упаковки, що являє собою виріб для розміщення продукції.

Допоміжний пакувальний засіб – це елемент упаковки, що в комплексі з тарою або без неї виконує функції упаковки.

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса упаковки – це маса тари й допоміжних пакувальних засобів.

Маса нетто – це маса продукції в одиницях упаковки.

Маса брутто – це маса упаковки й продукції в ній. Ізолюючі матеріали служать для захисту вантажів від впливу зовнішніх агресивних факторів. Паперові ізолюючі матеріали використовують для запобігання проникненню жирів і вологи, фольга - для запобігання проникненню запахів, жирів, вологи, полімерні плівки й зварювання швів упаковки - для забезпечення герметичності. Поглинаючі матеріали використовуються для поглинання надлишкових пар повітря, які проникають усередину упаковки або для запобігання поширення усередині упаковки рідин. Амортизуючі матеріали забезпечують схоронність виробів при ударах, вібрації, терті виступаючих частин виробу й внутрішніх поверхонь транспортної тари.

Характеристика видів тари:

Споживча тара – це вид упаковки, в яку розфасовують товари для доставки кінцевому споживачеві в роздрібній торговельній мережі (Приклади: пробірка, ампула, коробка, пачка, банка).

Поділяють на:

- порціонну;
- подарункову;
- контурну;
- індивідуальну;
- групову;
- аерозольну.

Групова тара слугує для комплектації і укрупнення партій виробів, попередньо впакованих у споживчу тару.

Виробнича тара використовується для упакування, переміщення і зберігання напівфабрикатів, запасних частин, що комплектують, усередині цеху, заводу або підприємства.

Тара-обладнання являє собою спеціальний виріб, призначений для укладання, транспортування, тимчасового зберігання і продажу товарів методом самообслуговування (супермаркет).

Класифікація тари-обладнання:

1) ТОС – це тара-обладнання з основою на опорах, виконане у вигляді стояків.

2) ТОК – це тара-обладнання з основою на опорах, виконане у вигляді коліс.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3) ТОСК – це тара-обладнання з основою на опорах, виконане у вигляді комбінацій стояків і коліс.

Транспортна тара – це вид упаковки для захисту товарів у споживчій тарі від зовнішніх впливів при перевантаженнях, транспортуванні, зберіганні й підвищенні ефективності цих операцій. Застосовувана під час перевезення тара повинна відповідати таким вимогам:

- 1) бути міцною;
- 2) портативною;
- 3) зручною;
- 4) дешевою.

Неприпустимо створювати зайвий запас міцності за рахунок збільшення вартості, тому що вартість входить у загальну суму витрат обігу. Тара повинна бути зручною для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, не мати виступів, які заважають укладанню в штабелі на складах і транспортних засобах. Розміри тари повинні забезпечувати найбільш повне використання ємкості транспортних засобів.

Для застосування засобів механізації при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт тару необхідно обладнати зручними для захватів пристроями.

Разова тара – тара, призначена для однократного переміщення продукції. Зворотна тара – разова тара, використовувана повторно після незначного ремонту або без нього. Багатооборотна тара – тара, призначена для багаторазового використання.

Свідоцтво про дозвіл транспортних засобів до перевезення деяких небезпечних вантажів (9.1.3 ДОПНВ).

Відповідно до положення розділів 8.1.2, 9.1.2 і 9.1.3 ДОПНВ свідоцтво про дозвіл транспортних засобів (ТЗ) до перевезення небезпечних вантажів необхідне для транспортних засобів типів EX/II, EX/III, MEMU, FL і AT:

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

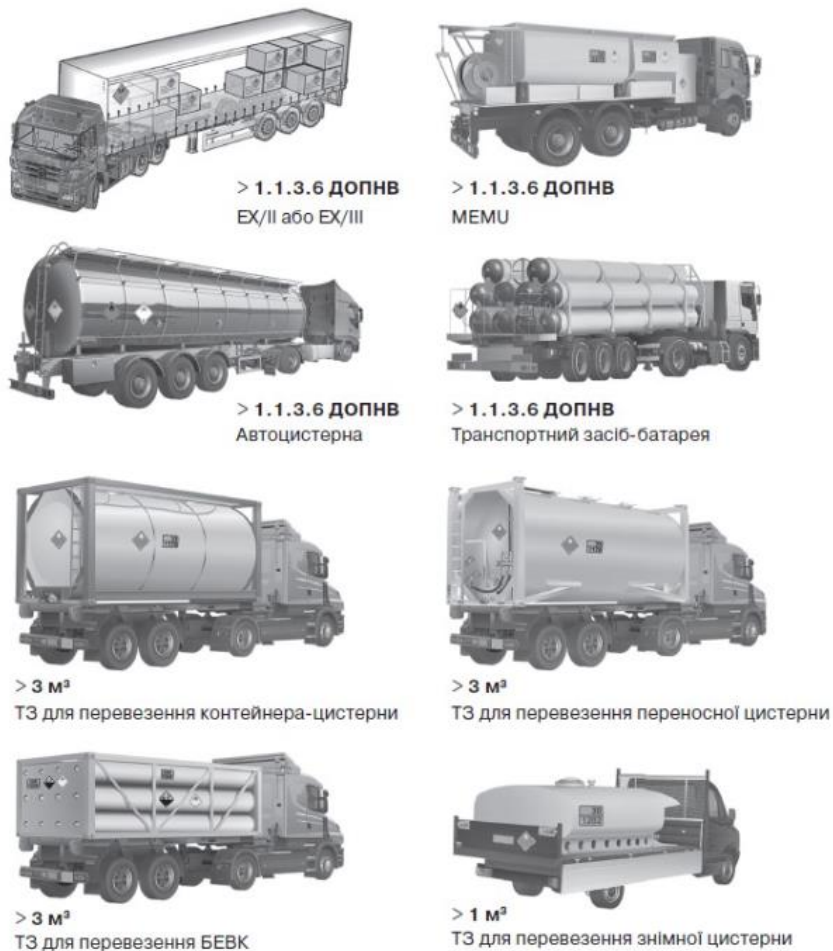


Рисунок 2.1 – Спеціалізований транспорт для перевезення небезпечного вантажу

До спеціалізованих транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів (транспортні засоби ЕХ/ІІ, ЕХ/ІІІ, FL, АТ та МЕМУ) належать:

Змішувально-зарядна машина (транспортний засіб МЕМУ) — машина або транспортний засіб з установленим на ній (ньому) обладнанням для виготовлення вибухових речовин з небезпечних вантажів, що не є вибуховими, та їх заряджання;

Транспортний засіб АТ — транспортний засіб, крім транспортних засобів ЕХ/ІІІ, FL або МЕМУ, призначений для перевезення небезпечних вантажів у контейнерах-цистернах чи переносних цистернах або багатоеlementних газових контейнерах індивідуальною місткістю понад 3 м<sup>3</sup>, а також у вбудованих цистернах чи знімних цистернах місткістю понад 1 м<sup>3</sup>, та транспортний засіб-батарея місткістю понад 1 м<sup>3</sup>, крім транспортних засобів-батарей типу FL;

Транспортний засіб ЕХ/ІІ або ЕХ/ІІІ — транспортний засіб, призначений для перевезення вибухових речовин та виробів (клас 1);

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Транспортний засіб FL — транспортний засіб, призначений для перевезення рідин з температурою спалаху не вище 60 °С (за винятком дизельного палива, газойлю та палива пічного легкого – № ООН 1202, що відповідає вимогам ДСТУ 7688:2015 «Паливо дизельне Євро. Технічні умови» (європейського стандарту EN 590:2013 + АС:2014) та має температуру спалаху, зазначену в цьому стандарті) у контейнерах-цистернах чи переносних цистернах або багатоелементних газових контейнерах індивідуальною місткістю понад 3 м3, у вбудованих чи знімних цистернах місткістю понад 1 м3;

Транспортний засіб, призначений для перевезення легкозаймистих газів у контейнерах-цистернах чи переносних цистернах або багатоелементних газових контейнерах індивідуальною місткістю понад 3 м3, у вбудованих чи знімних цистернах місткістю понад 1 м3, та транспортний засіб-батарея загальною місткістю понад 1 м3, призначений для перевезення легкозаймистих газів;

Транспортний засіб, призначений для перевезення стабілізованого пероксиду водню чи стабілізованого водного розчину пероксиду водню з масовою часткою пероксиду водню більше ніж 60 % у контейнерах-цистернах чи переносних цистернах місткістю понад 3 м3, а також у вбудованих цистернах чи знімних цистернах місткістю понад 1 м3 (пункт 4 розділу I Порядку видачі та оформлення свідоцтв про допущення транспортних засобів до перевезення небезпечних вантажів, затвердженого наказом № 656).

Згідно з п. 22.6 постанови Кабінету Міністрів України «Про Правила дорожнього руху» від 10 жовтня 2001 року № 1306 (далі — ПДР) транспортні засоби, що здійснюють дорожнє перевезення небезпечних вантажів, повинні рухатися з увімкненим ближнім світлом фар, задніми габаритними ліхтарями та розпізнавальними знаками, передбаченими п. 30.3 ПДР, а великогабаритні транспортні засоби — також з увімкненим проблисковим маячком (маячками) оранжевого кольору.

Відповідно до абзацу «д» п. 30.3 ПДР «Інформаційна таблиця небезпечного вантажу» — прямокутник помаранчевого кольору зі світлоповертальною поверхнею та каймою чорного кольору. Розміри знака, написи ідентифікаційних номерів виду небезпеки і небезпечної речовини та його розміщення на транспортних засобах визначаються ДОПНВ.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 2.1.3 Транспортна характеристика вантажу

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра буде розглянуте завдання з організації перевезення 500 т. нафтопродукту автомобільним транспортом в Дніпропетровській області.

Компанія отримувач «WOG». Наведу трішки відомості про компанію:

ОККО – мережа автозаправних комплексів на Україні. Власником мережі є концерн "Галнафтогаз". Станом на січень 2020 року налічує 404 АЗК, 35 ресторанів, 10 нафтобаз, 19 стаціонарних та мобільних лабораторій контролю якості.

В січні 2014 року на АЗК ОККО у Львові було встановлено контейнер для збору вживаних речей. Станом на кінець 2020 року їх в мережі діяло вже 30 у 7 містах — Києві, Львові, Одесі, Дніпрі, Харкові, Маріуполі та Запоріжжі.

2018 року у Львові почато проєкт із дитячим навчально-реабілітаційним центром «Джерело» зі збору макулатури на автозаправних комплексах мережі. Усі кошти, отримані за зібрану вторсировину, спрямовані на реабілітацію 300 дітей-вихованців центру.

У березні 2020 року компанія до ініціативи МОЗ, профінансувавши 50 тисяч перевезень медичних працівників: 20 тисяч через Uber, 20 тис. — Uklon та 10 тисяч через Volt.

В липні 2020 року ОККО разом із БФ «Рідні» передала вісім апаратів штучної вентиляції легень у 1-шу Міську клінічну лікарню імені Князя Лева, у 5-ту Міську клінічну лікарню, 1-ий Пологовий будинок на вулиці Мечникова та у Стрийську Центральну районну лікарню[21].

«Благаю, живи! Безпека на дорозі»

2014 рік: Спільно з ЄБРР розпочато проєкт «Благаю, живи! Безпека на дорозі». Перший етап проєкту був реалізований на автомобільній трасі М05 (Київ-Одеса).

У 2019 році ОККО в рамках проєкту «Благаю, не відволікайся!» закликала водіїв та пішоходів відмовитися від використання смартфонів та інших гаджетів під час дорожнього руху. 30 автозаправних комплексів були задіяні упродовж лютого-березня у Києві, Львові, Харкові, Дніпрі, Одесі та на автошляху Одеса-Київ. Клієнти АЗК проходили спеціально розроблений VR-тесту який наочно показував, до яких наслідків може призвести листування, зйомки сторіз та серфінг в інтернеті учасників дорожнього руху. Усього 3,9 млн українців взяли участь в проєкті, долучившись до активації у соцмережах, на сайті компанії та пройшли VR-тест.

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

2020 — проведено загально кампанію «Благаю, світись!» з метою звернути увагу українців на проблему аварійності у темний період доби та закликати учасників дорожнього руху використовувати світловідбивальні елементи.

#### «ОКО ЗА ОКО»

6 листопада 2022 — спільно з благодійним фондом «Повернись живим» було запущено проект із придбання БПЛА Шарк, авто та пускових установок.

Проект передбачає навчання особового складу, супровід інструкторами екіпажів на початкових етапах роботи, поточне обслуговування комплексу. Оголошена вартість проекту — 325 млн грн.

Комплекс ШАРК — унікальна розробка, створена фахівцями Фонду «Повернись живим», виробниками БпЛА «Укрспецсистемс» і компанією Pulsar Ехро. У комплекті: пункт управління на базі комфортного та прохідного мікроавтобуса, що збільшує мобільність і можливості екіпажу, 2 БпЛА, здатні тривалий час коригувати крупнокаліберну артилерію, стійкі до засобів РЕБ та погодних умов, і катапульта. Ще 25 БпЛА будуть у резерві для оперативної заміни втрачених.

#### Характеристики БпЛА розвідки та спостереження ШАРК

Тактичний радіус: до 60 км

Розмах крил: 3,4 км

Час польоту: до 4 годин

Максимальна швидкість польоту: 150 км/год

Покращення камерна система: Full HD електрооптичний сенсор з 30 кратним оптичним зумом.

Шифрований канал передачі даних

Час розгортання: 15 хвилин

ШАРК створений під нагальні потреби в аеророзвідці. У моделі поєднано випробувані війною технології та досвід використання в бойових умовах більших оперативне-тактичних безпілотників серії PD-1 та PD-2. Порівняно з аналогами, комплекс має низку технічних переваг: з 1 станції можна керувати одразу кількома БпЛА, що здатні ефективно працювати у складних погодних умовах.

#### «ОКО ЗА ОКО 2»

Компанія продовжила співпрацю з фондом «Повернись живим». Під час проекту було зібрано 400 000 гривень на 300 мінометів 82-мм калібру, 200 крупнокаліберних кулеметів і 100 автоматичних 40-мм гранатометів. Цією кількістю фонд та мережа АЗК повністю закрили нагальну потребу сил

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

КРМ 275 7 ПЗ

територіальної оборони у колективному піхотному озброєнні. Міномети, гранатомети та кулемети — це основна зброя піхоти, те, що допомагає бійцям ТрО ефективніше захищатись та йти у наступ.

Частина закупленої зброї українського виробництва. А це — робочі місця і податки, які залишаються і продовжують працювати в Україні.

Водії автівок допомагали проекту, заправляючи своє авто на ОККО. А 1 гривня з кожного літра пального PULLS 95 або PULLS Diesel автоматично надходила на закупівлю озброєння.

АЗК WOG працюють на всій території, підконтрольній Україні. Кількість співробітників станом на 2021 рік — понад 7,5 тис., з них понад 6 тис. працюють безпосередньо на АЗК.

#### Досягнення

2009 року АЗК ОККО в Інкермані (АР Крим) став найбільшим за площею в Україні (3,3 га). Розмір зумовлений тим, що на комплексі, окрім паливно-роздавальних колонок, функціонує модуль зрідженого газу та пункт заправки скрапленим газом.

2014 рік: Компанія піднімається на 126 місце у топ-500 компаній Центральної і Східної Європи, який щорічно готує консалтингова компанія Deloitte.

Новий брендинг упродовж 2019 року здобуває 2 нагороди престижного міжнародного конкурсу Red Dot Design Awards 2018: Best of the Best та гран-прі в номінації «Комунікаційний дизайн».

2019 рік: У рамках 7-го HR Wisdom Summit, що організовують бюро «Економіка+», Delo.ua" та проєкт «ТОП-100. Рейтинги найбільших», мережа АЗК ОККО відзначена в ТОП-10 в номінації «Бренди роботодавця» і в окремій номінації «HR -лояльність».

За версією журналу «Фокус» увійшла у трійку найкращих роботодавців України у сфері ритейлу.

Довгостроковий проєкт компанії щодо підвищення рівня безпеки на дорогах України «Благаю, живи! Безпека на дорозі» включено бізнес-виданням «Власть грошей» до топ-20 кращих програм КСВ.

В серпні 2020 року бізнес/медіа бюро економіка+ випустило спеціальний номер журналу «ТОП-100. Рейтинги крупнейших», де ОККО була представлена в трьох рейтингах — «ТОП кращих КСВ-проєктів», «Кращі роботодавці країни» та «ТОП-30 найкращих HR-директорів України».

Виконав	Галченко В.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 7 ПЗ



Компанії під брендом ОККО посіли перше місце в рейтингу «ТОП-200 найбільших платників податків на ринку пального України за 2020 рік», сплативши до державного і місцевих бюджетів України 595,3 мільйона гривень.

У січні 2021 року журнал Forbes Україна оприлюднив рейтинг кращих роботодавців країни за результатами 2019 року. Компанія ОККО посіла 39 місце в рейтингу.

ОККО визнана ритейлером року в сегменті ПЕК за підсумками церемонії RAU Awards 2021.

У 2021 році компанія ОККО увійшла до числа 30 кращих роботодавців України за версією видання «ТОП-100. Рейтинги найбільших» спільно зі сайтом delo.ua.



Рисунок 2.2 – Логотип компанії «ОККО»

#### 2.1.4 Вибір транспортного засобу.

Таблиця 2.1 - Порівняння транспортного засобу SCANIA G400 з Mercedes-Benz Actros 1851 LS

№	Назва критерію	Назва транспортного засобу	
		SCANIA G400	Mercedes-Benz Actros 1851 LS
1	Максимальний об'єм	24000	20.825
2	Допустиме навантаження на: передню вісь задню вісь		
3	Тип двигуна	Дизельний	Дизельний
4	Екологічний стандарт	Euro 5	Euro 6
5	Витрати палива на 100 км	30	30 л
6	Ємність паливних баків	300	
7	Потужність двигуна	400	320
8	Колісна формула	8x2	6x2

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 – Тягач SCANIA G400 (1\*)



Рисунок 2.3 – Грузовий автомобіль MERCEDES-BENZ AXOR (2\*)

Вибір оптимального автотранспортного засобу для перевезення вантажу виконується на підставі порівняння експлуатаційних та економічних розрахунків, представлених в таблиці.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.2

Показник	Умовні позначення	АТЗ	
		1*	2*
1	2	3	4
Вантажність, тонн	$Q_H$	24	21
Коефіцієнт статичного використання вантажності	$\gamma_c$	1,1	1,1
Час простою авто під навантаженням і розвантаженням, год.	$t_{H-p}$	1,1	1,1
Коефіцієнт використання пробігу	$\beta_1$	0,5	0,5
Відстань перевезень, км	$l_B$		
Швидкість авто, км/год	$V_m$	90	90
Базова Лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу, л	$H_s$	30	30
Норма на транспортну роботу	$H_w$	1,3	1,3
Сумарний коригуючий коефіцієнт, %	$\sum k$	20	20
Питома густина палива, г/см <sup>3</sup>	$P$	0,85	0,85

Згідно з методичними вказівками було використано формулу для розрахунку годинної продуктивності.

1) Формула для розрахунку годинної продуктивності у тонах:

$$U_{\text{ГОД}} = \frac{q_H \times \gamma_c \times \beta_1 \times V_m}{l_B + \beta_1 \times V_m \times t_{H-p}} \quad (2.1)$$

Де  $q_H$  - вантажопідйомність, т;

$\gamma_c$  - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності ;

$\beta_1$  - коефіцієнт використання пробігу;

$V_m$  - технічна швидкість, км/год;

$l_B$  - відстань перевезень, км;

$t_{H-p}$  - час простою ТЗ під завантаженням, год.

Розрахуємо для кожного з обраних транспортних засобів:

Для:

$$(1^*) \quad U_{\text{ГОД}} = \frac{24 \times 1,1 \times 0,5 \times 90}{144 + 0,5 \times 90 \times 1,1} = 6,13$$

Для

$$(2^*) \quad U_{\text{ГОД}} = \frac{21 \times 1,1 \times 0,5 \times 90}{144 + 0,5 \times 90 \times 1,1} = 5,37$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Формула для розрахунку годинної продуктивності (т/км):

$$W_{\text{год}} = \frac{q_n \cdot \gamma_c \cdot \beta_c \cdot V_m \cdot l_{\text{ів}}}{l_{\text{ів}} + \beta_i \cdot V_m \cdot t_{\text{н-р}}} \quad (2.2)$$

Для: (1\*)  $W_{\text{год}} = \frac{24 \cdot 0.5 \cdot 90 \cdot 144}{144 + 0.5 \cdot 90 \cdot 1.1} = 804$

Для: (2\*)  $W_{\text{год}} = \frac{21 \cdot 0.5 \cdot 90 \cdot 144}{144 + 0.5 \cdot 90 \cdot 1.1} = 715$

Таким чином, аналізуючи отримані результати, для подальшого перевезення було отримано, що тягач SCANIA G400, Який має за розрахунками на 84 (т/км) годинно продуктивності більше ніж у MERCEDES-BENZ AXOR.



Рисунок 2.4 – Зовнішній огляд автоцистерни

### 2.1.5 Визначення як відбувається навантаження.

Транспортування нафтопродуктів в автоцистернах здійснюється за спеціальними естакадах, стояках і автоматизованим системам. Це пов'язано з тим, що такі речовини вимагають підвищених заходів безпеки, оскільки вони

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

характеризуються високою займистістю, вибухонебезпечністю і випаровуваністю.

Як здійснюється зберігання і зберігання нафтопродуктів в автоцистернах. Заливати нафтопродукти в резервуар за допомогою спеціальної установки. Спеціальне обладнання для розливу нафтопродуктів в автоцистерни додатково оснащено пристроями, що забезпечують герметизацію процесу і запобігання переливу. Крім того, використовуються спеціальні системи підрахунку, дозування та автоматизації, а також дистанційне керування та насосне обладнання.

Нафтопродукти заливаються в автомобільні баки різними способами. Це може бути зроблено за допомогою герметичної технології, а також методом закритої або відкритої струменя. Процедура герметизації здійснюється за допомогою телескопічної трубки, яка міцно прикріплена до корпусу резервуара. В цьому випадку використовується спеціальна автоматизована система дозаправки, яка забезпечує видалення утворюються парів, що зводить до мінімуму ризик займання горючих матеріалів.

Як здійснюється заправка і вивантаження нафтопродуктів в танкери. Схема герметичного способу наливу нафтопродуктів в автоцистерну. Алгоритм заповнення резервуара полягає в наступному.

Диспетчер перевіряє всі документи, що дають право на навантаження нафтопродуктів.

Водієві видаються ключі і місце для зарядки. Заправник заземлений, в горловину якого занурений рукав. Спеціальний ключ вставляється в роз'єм дозатора, і двигун запускається. Клапани відкриваються, і починається заповнення резервуара.

При досягненні заданого рівня наповнення припиняється. Втулка знімається, і люк закривається. Ключ повертається диспетчеру, після чого водій отримує документи. Слід зазначити, що всі перераховані вище процедури виконуються при вимкненому силовому агрегаті автомобіля. Двигун може

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

працювати тільки при температурі навколишнього середовища нижче нуля градусів за Цельсієм.

Іноді при розподілі нафтопродуктів використовуються підлогові системи розливу, в яких завантаження здійснюється зливним пристроєм. Цей метод використовується рідко, так як виникають значні труднощі з контролем. Перевагою такого обладнання експерти називають більшу безпеку з точки зору ймовірного утворення іскор, які можуть виникнути при підключенні/від'єднанні автоцистерни до станції.

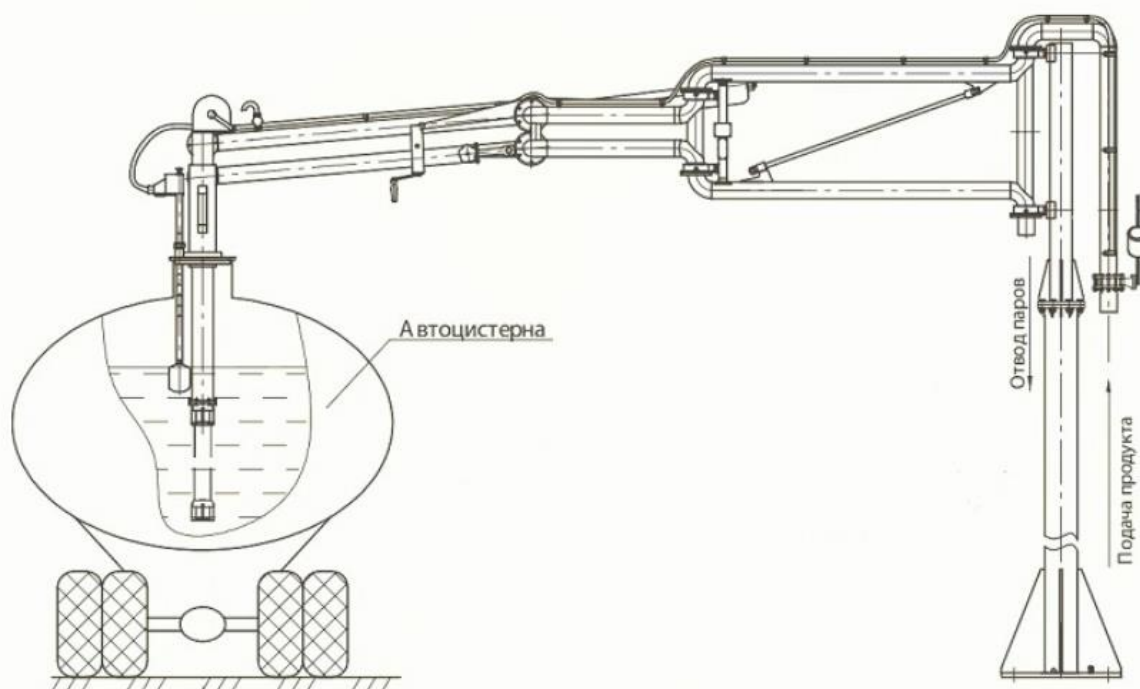


Рисунок 2.5 – Схема герметичного способу наливу нафтопродукту в автоцистерну

Злив палива з автоцистерни. Очищені нафтопродукти зливаються з танкерів різними способами.

У нижньому зливному отворі під баком є спеціальне зливний пристрій, після чого рідина зливається самопливом. Паливо надходить через зливні жолоби в приймальний бак, який розташований під землею. Також можливо зливати паливо безпосередньо в цей бак, що зменшує втрати нафтопродуктів з високою летючістю.

Виконав	Гапченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Закрита система зливу палива запобігає будь-яке забруднення вантажу. При цьому нафтопродукти перекачуються через герметичний рукав, приєднаний до автоцистерні.



Рисунок 2.6– Злив нафтопродуктів

Верхній злив палива також здійснюється під дією сили тяжіння. В цьому випадку початкове прискорення рідини в рукаві забезпечується вакуумним насосом. Іншим варіантом є примусова відкачування, для якої потрібне спеціальне насосне обладнання.

Перед тим як приступити до вивантаження нафтопродуктів з автоцистерни, водій повинен перевірити:

- справність і працездатність дихальної системи резервуара;
- відповідність типу скидаються і осушуваних нафтопродуктів;
- справність резервуара;
- наявність паспорта для перевірки якості вантажу та протипожежних засобів;
- правильність оформлення документації;
- температура і рівень палива в баку;
- висота паливного бака і його щільність.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Всі результати вимірювань повинні бути вказані в звіті про зміну і в накладній. Останній також показує час заповнення автоцистерни. Крім того, з резервуара повністю зливаються нафтопродукти, що оператор повинен підтвердити, провівши огляд танкера після завершення операції.

### 2.1.6 Проектування маршруту

Вантаж прямує з нафто-перекачувальна станція “Перещепине”, до замовників паливної продукції.

Відстань пройдена за критерієм мінімальної відстані складає 109 км, час перевезення на маршруті складає 2 год 1 хв. Зображено на рисунку 2.7.

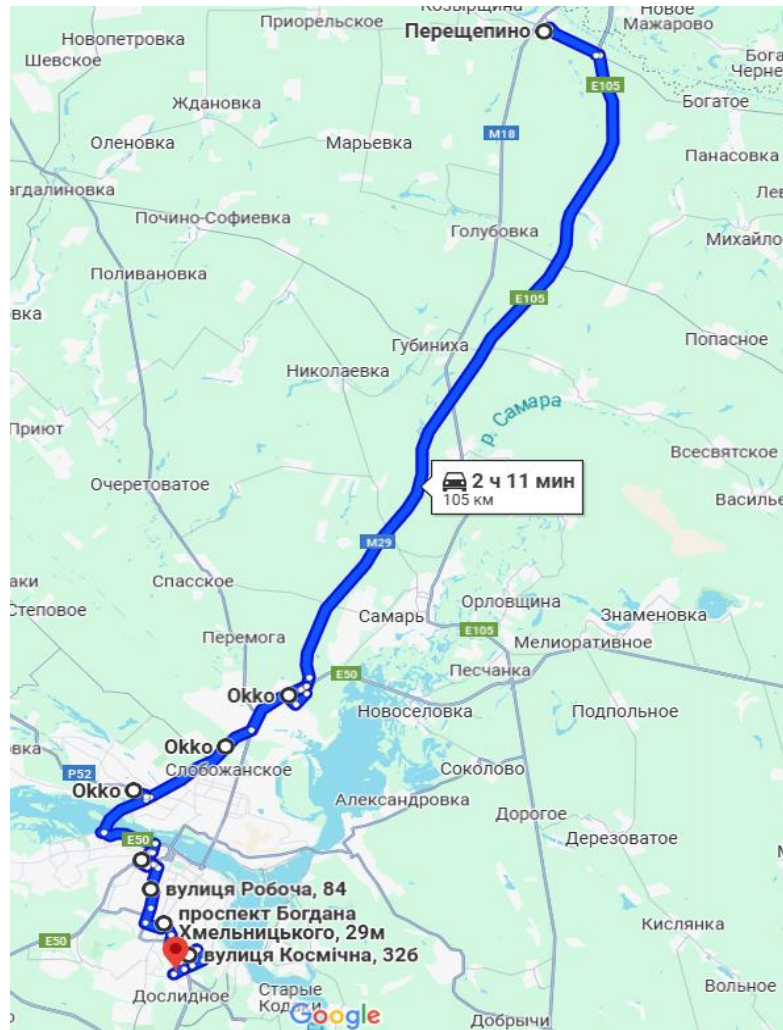


Рисунок 2.7 – Маршрут мінімальної відстані

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Таблиця 2.3 – Опис маршруту

1) м. Перещепине, Дніпропетровська область, 51220
2) Підгородненська міська рада, автодорога М-04 Знамя'нка-Луганськ-Изварине км226+670- км 226-770(праворуч, Дніпропетровська область, 52002
3) автодорога Знамя'нка-Луганськ-Изварине, 222-ий км, Слобожанське, Дніпропетровська область, 52005
4) Полтавське шосе, 11К, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
5) вулиця Романа Шухевича, 70, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
6) вулиця Робоча, 84, Дніпро, Дніпропетровська область, 49008
7) проспект Богдана Хмельницького, 29 М, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
8) вулиця Панікахи, 31Г, Дніпро, Дніпропетровська область, 49041
9)вулиця Космічна, 32Б, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
10) вулиця Любарського, 2М, Дніпрó, Дніпропетровська область, 49000

### 2.3 Розробка математичної моделі процесу перевалки паливно-мастильних матеріалів

Розрахунок за допомогою методу Комівояжера



Рисунок 2.8 Технологічна схема перевезення вантажу одним видом транспорту

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Метод комівояжера є одним з найвідоміших алгоритмів, який використовується для вирішення задачі комівояжера, яка полягає у пошуку найкоротшого маршруту, який проходить через всі точки на мапі. Цей метод важливий у побудові оптимального маршруту, оскільки він дозволяє знайти розв'язок за прийнятний час та з мінімальними витратами.

Метод комівояжера заснований на переборі всіх можливих комбінацій маршруту, тому його застосування може бути складним для великих кількостей точок. Проте, існують різні модифікації цього методу, які дозволяють ефективніше вирішувати задачі комівояжера з великою кількістю точок.

Крім того, метод комівояжера може бути застосований для вирішення багатьох інших задач, таких як побудова оптимального маршруту для розкладу обслуговування клієнтів, розкладу виробництва, розкладу транспорту та інших. Тому, вивчення та використання методу комівояжера є важливим у розв'язанні задач логістики та оптимізації процесів.

Перед тим, як приступати до розрахунків методом гілок та меж для задачі комівояжера, важливо зазначити, що в нашому випадку вихідні дані є симетричними. Це означає, що всі ребра між будь-якими двома вершинами мають однакову вагу, тобто вага ребра  $(i, j)$  дорівнює вазі ребра  $(j, i)$ . Таким чином, усі можливі маршрути мають однакову довжину в обох напрямках. Крім того, кількість можливих маршрутів в симетричному випадку вдвічі менше, ніж у випадку асиметричної задачі. Симетричну задачу можна представити за допомогою неорієнтованого графа.

Розв'язання задачі комівояжера при вимогах та допусках .

Опис вимог : кожне місто має бути відвідане лише один раз. Повернення до початкового міста після проходження всіх інших. Якщо є обов'язкові міста для проходження, їх необхідно врахувати.

Для розрахунку сформуємо вихідні дані.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.4 - Вихідні дані.

1) м. Перещепине, Дніпропетровська область, 51220
2) Підгородненська міська рада, автодорога М-04 Знамя'нка-Луганськ-Ізварине км226+670- км 226-770(праворуч, Дніпропетровська область, 52002
3) автодорога Знамя'нка-Луганськ-Ізварине, 222-ий км, Слобожанське, Дніпропетровська область, 52005
4) Полтавське шосе, 11К, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
5) вулиця Романа Шухевича, 70, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
6) вулиця Робоча, 84, Дніпро, Дніпропетровська область, 49008
7) проспект Богдана Хмельницького, 29 М, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000
8) вулиця Панікахи, 31Г, Дніпро, Дніпропетровська область, 49041
9)вулиця Космічна, 32Б, Дніпро, Дніпропетровська область, 49000

Таблиця 2.5- Вихідні данні

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	М	60	68	77	89	92	95	103	105
2	60	М	8	17	29	32	35	43	45
3	68	8	М	9	21	24	27	35	37
4	77	17	9	М	12	15	18	26	28
5	89	29	21	12	М	3	6	14	16
6	92	32	24	15	3	М	3	11	13
7	95	35	27	18	6	3	М	8	10
8	103	43	35	26	14	11	8	М	2
9	105	45	37	28	16	13	10	2	М

Опис допусків

Допустимі відхилення:

- Можливе використання евристичних методів, які не гарантують абсолютного мінімуму, але значно скорочують час обчислення.

Виконав	Галченко В.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 7 ПЗ				

- Невелике відхилення від оптимального шляху (наприклад, до 5–10% від найменшої відстані).

Обмеження на ресурси:

- Максимальна довжина шляху не повинна перевищувати заданого ліміту, якщо це зазначено.

Пріоритетність:

- Якщо певні міста мають вищий пріоритет, вони обробляються першими в маршруті.

Візьмемо в якості довільного маршруту:

$$X_0 = (1,2);(2,3);(3,4);(4,5);(5,6);(6,7);(7,8);(8,9);(9,1)$$

$$\text{Тогда } F(X_0) = 60 + 8 + 9 + 12 + 3 + 3 + 8 + 2 + 105 = 210$$

\ визначення нижньої межі множини скористаємося операцією редукції або приведення матриці по рядках, для чого необхідно в кожному рядку матриці  $d_i$  знайти мінімальний елемент.

$$d_i = \min(j) d_{ij}$$

Таблиця 2.6- проміжкові данні

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$d_i$
1	M	60	68	77	89	92	95	103	105	60
2	60	M	8	17	29	32	35	43	45	8
3	68	8	M	9	21	24	27	35	37	8
4	77	17	9	M	12	15	18	26	28	9
5	89	29	21	12	M	3	6	14	16	3
6	92	32	24	15	3	M	3	11	13	3
7	95	35	27	18	6	3	M	8	10	3
8	103	43	35	26	14	11	8	M	2	2
9	105	45	37	28	16	13	10	2	M	2

Потім віднімаємо  $d_i$  з елементів розглянутої рядки. У зв'язку з цим у знову отриманої матриці в кожному рядку буде як мінімум один нуль.

Таку ж операцію редукції проводимо по стовпцях, для чого в кожному стовпці знаходимо мінімальний елемент:

$$d_j = \min(i) d_{ij}$$

Таблиця 2.7- проміжкові данні

$i \ j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	M	0	8	17	29	32	35	43	45
2	52	M	0	9	21	24	27	35	37
3	60	0	M	1	13	16	19	27	29
4	68	8	0	M	3	6	9	17	19
5	86	26	18	9	M	0	3	11	13
6	89	29	21	12	0	M	0	8	10
7	92	32	24	15	3	0	M	5	7
8	101	41	33	24	12	9	6	M	0
9	103	43	35	26	14	11	8	0	M

Після віднімання мінімальних елементів отримуємо повністю скорочену матрицю, де величини  $d_i$  і  $d_j$  називаються константами приведення.

Виконав	Галченко В.В.			<i>KPM 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.8- проміжкові данні

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	М	0	8	17	29	32	35	43	45
2	52	М	0	9	21	24	27	35	37
3	60	0	М	1	13	16	19	27	29
4	68	8	0	М	3	6	9	17	19
5	86	26	18	9	М	0	3	11	13
6	89	29	21	12	0	М	0	8	10
7	92	32	24	15	3	0	М	5	7
8	101	41	33	24	12	9	6	М	0
9	103	43	35	26	14	11	8	0	М
$d_j$	52	0	0	1	0	0	0	0	0

Сума констант приведення визначає нижню межу Н:

$$H = \sum d_i + \sum d_j$$

$$H = 60+8+8+9+3+3+3+2+2+52+0+0+1+0+0+0+0+0 = 151$$

Елементи матриці  $d_{ij}$  відповідають відстані від пункту  $i$  до пункту  $j$ .

Оскільки в матриці  $N$  міст, то  $D$  є матрицею  $n \times n$  з невід'ємними елементами  $d_{ij} \geq 0$

Кожен дозволений маршрут - це цикл, за допомогою якого мандрівний продавець відвідує місто лише один раз і повертається до початкового міста.

Довжина маршруту визначається виразом:

$$F(M_k) = \sum d_{ij}$$

Причому кожен рядок  $i$  стовпець входять в маршрут тільки один раз з елементом  $d_{ij}$ .

Крок №1.

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо ребро розгалуження і розіб'ємо всі безліч маршрутів щодо цього ребра на два підмножини  $(i,j)$  і  $(i^*,j^*)$ .

З цією метою для всіх клітин матриці з нульовими елементами замінюємо по черзі нулі на  $M$ (нескінченність) і визначаємо для них суму утворилися констант приведення, вони наведені в дужках.

Таблиця 2.9- проміжкові данні

$i, j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$d_i$
1	M	0(8)	8	16	29	32	35	43	45	8
2	0(8)	M	0(0)	8	21	24	27	35	37	0
3	8	0(0)	M	0(8)	13	16	19	27	29	0
4	16	8	0(3)	M	3	6	9	17	19	3
5	34	26	18	8	M	0(3)	3	11	13	3
6	37	29	21	11	0(3)	M	0(3)	8	10	0
7	40	32	24	14	3	0(3)	M	5	7	3
8	49	41	33	23	12	9	6	M	0(13)	6
9	51	43	35	25	14	11	8	0(13)	M	8
$d_j$	8	0	0	8	3	0	3	5	7	0

$d(1,2) = 8 + 0 = 8$ ;  $d(2,1) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(2,3) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(3,2) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(3,4) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(4,3) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(5,6) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(6,5) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(7,6) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(8,9) = 6 + 7 = 13$ ;  $d(9,8) = 8 + 5 = 13$ ;

Найбільша сума констант приведення дорівнює  $(6 + 7) = 13$  для ребра  $(8,9)$ , отже, множина розбивається на дві підмножини  $(8,9)$  і  $(8^*,9^*)$ .

Виняток ребра  $(8,9)$  проводимо шляхом заміни елемента  $d = 0$  на  $m$ , після чого здійснюємо чергове приведення матриці відстаней для утворився підмножини  $(8^*,9^*)$ , в результаті отримуємо скорочену матрицю.

Таблиця 2.10- проміжкові данні

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$d_i$
1	M	0	8	16	29	32	35	43	45	0
2	0	M	0	8	21	24	27	35	37	0
3	8	0	M	0	13	16	19	27	29	0
4	16	8	0	M	3	6	9	17	19	0
5	34	26	18	8	M	0	3	11	13	0
6	37	29	21	11	0	M	0	8	10	0
7	40	32	24	14	3	0	M	5	7	0
8	49	41	33	23	12	9	6	M	M	6
9	51	43	35	25	14	11	8	0	M	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини:

$$H(8^*, 9^*) = 151 + 13 = 164$$

Включення ребра (8,9) проводиться шляхом виключення всіх елементів 8-го рядка і 9-го стовпця, в якій елемент  $D_{98}$  замінюємо на M, для виключення освіти негамільтонова циклу.

В результаті отримаємо іншу скорочену матрицю (8 x 8), яка підлягає операції приведення.

Після операції приведення скорочена матриця матиме вигляд:

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разганов С.А.					48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 2.11- проміжкові данні

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	$d_i$
1	M	0	8	16	29	32	35	43	0
2	0	M	0	8	21	24	27	35	0
3	8	0	M	0	13	16	19	27	0
4	16	8	0	M	3	6	9	17	0
5	34	26	18	8	M	0	3	11	0
6	37	29	21	11	0	M	0	8	0
7	40	32	24	14	3	0	M	5	0
9	51	43	35	25	14	11	8	M	8
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	5	13

Сума констант приведення скороченої матриці:

$$\sum d_i + \sum d_j = 13$$

Нижня межа підмножини (8,9) дорівнює:

$$H(8,9) = 151 + 13 = 164 \leq 164$$

Оскільки нижні межі підмножини (8,9) і підмножини (8\*,9\*) рівні, то ребро (8,9) включаємо в маршрут з новою межею  $H = 164$

Крок № 2.

Визначаємо ребро розгалуження.

Виконав	Галченко В.В.			<i>KPM 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.12- проміжкові данні

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	$d_i$
1	M	0(8)	8	16	29	32	35	38	8
2	0(8)	M	0(0)	8	21	24	27	30	0
3	8	0(0)	M	0(8)	13	16	19	22	0
4	16	8	0(3)	M	3	6	9	12	3
5	34	26	18	8	M	0(3)	3	6	3
6	37	29	21	11	0(3)	M	0(0)	3	0
7	40	32	24	14	3	0(0)	M	0(3)	0
9	43	35	27	17	6	3	0(3)	M	3
$d_j$	8	0	0	8	3	0	0	3	0

$d(1,2) = 8 + 0 = 8$ ;  $d(2,1) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(2,3) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(3,2) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(3,4) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(4,3) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(5,6) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(6,5) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,6) = 0 + 0 = 0$ ;

$d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;

max:  $d(1,2)=8$ ;

Виключення ребер (1,2):  $d_{12}=M$

Таблиця 2.13- проміжкові данні

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	$d_i$
1	M	M	8	16	29	32	35	38	8
2	0	M	0	8	21	24	27	30	0
3	8	0	M	0	13	16	19	22	0
4	16	8	0	M	3	6	9	12	0
5	34	26	18	8	M	0	3	6	0
6	37	29	21	11	0	M	0	3	0
7	40	32	24	14	3	0	M	0	0
9	43	35	27	17	6	3	0	M	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	0	0	8

$$H(1^*,2^*) = 164 + 8 = 172$$

$$\sum d_i + \sum d_j = 8$$

$$H(1,2) = 164 + 8 = 172 \leq 172$$

Ребро (1,2) залучаємо у маршрут з новим кордоном  $H=172$

Таблиця 2.14- проміжкові данні

i j	1	3	4	5	6	7	8	$d_i$
2	M	0(8)	8	21	24	27	30	8
3	0(8)	M	0(8)	13	16	19	22	0
4	8	0(3)	M	3	6	9	12	3
5	26	18	8	M	0(3)	3	6	3

6	29	21	11	0(3)	M	0(0)	3	0
7	32	24	14	3	0(0)	M	0(3)	0
9	35	27	17	6	3	0(3)	M	3
$d_i$	8	0	8	3	0	0	3	0

$d(2,3) = 8 + 0 = 8$ ;  $d(3,1) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(3,4) = 0 + 8 = 8$ ;  $d(4,3) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(5,6) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(6,5) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,6) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;  
 max:  $d(3,1)=8$ .

Таблиця 2.14- проміжкові данні

i j	1	3	4	5	6	7	8	$d_i$
2	M	0	8	21	24	27	30	0
3	M	M	0	13	16	19	22	0
4	8	0	M	3	6	9	12	0
5	26	18	8	M	0	3	6	0
6	29	21	11	0	M	0	3	0
7	32	24	14	3	0	M	0	0
9	35	27	17	6	3	0	M	0
$d_j$	8	0	0	0	0	0	0	8

$$H(3^*,1^*) = 172 + 8 = 180$$

Увімкнення ребра (3,1):  $d_{13}=M$ .

Таблиця 2.15- проміжкові данні

i j	3	4	5	6	7	8	$d_i$
2	0	8	21	24	27	30	0
4	0	M	3	6	9	12	0
5	18	8	M	0	3	6	0
6	21	11	0	M	0	3	0
7	24	14	3	0	M	0	0
9	27	17	6	3	0	M	0
$d_j$	0	8	0	0	0	0	8

$$\sum d_i + \sum d_j = 8$$

$$H(3,1) = 172 + 8 = 180 \leq 180$$

Забороняємо переходи: (2,3),

Ребро (3,1) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=180$ .

Крок №4.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.16- проміжкові данні

i j	3	4	5	6	7	8	$d_i$
2	M	0(21)	21	24	27	30	21
4	0(21)	M	3	6	9	12	3
5	18	0(0)	M	0(0)	3	6	0
6	21	3	0(3)	M	0(0)	3	0
7	24	6	3	0(0)	M	0(3)	0
9	27	9	6	3	0(3)	M	3
$d_j$	18	0	3	0	0	3	0

$d(2,4) = 21 + 0 = 21$ ;  $d(4,3) = 3 + 18 = 21$ ;  $d(5,4) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(5,6) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(6,5) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,6) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;

max:  $d(2,4)=21$ .

Вилучення ребра (2,4):  $d_{24}=M$ .

Таблиця 2.17- проміжкові данні

i j	3	4	5	6	7	8	$d_i$
2	M	M	21	24	27	30	21
4	0	M	3	6	9	12	0
5	18	0	M	0	3	6	0
6	21	3	0	M	0	3	0

7	24	6	3	0	М	0	0
9	27	9	6	3	0	М	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0	21

$$H(2^*, 4^*) = 180 + 21 = 201$$

Увімкнення ребра (2,4):  $d_{42}=M$ .

Таблиця 2.18- проміжкові данні

$i j$	3	5	6	7	8	$d_i$
4	0	3	6	9	12	0
5	18	М	0	3	6	0
6	21	0	М	0	3	0
7	24	3	0	М	0	0
9	27	6	3	0	М	0
$d_j$	0	0	0	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(2,4) = 180 + 0 = 180 \leq 201$$

Забороняємо переходи: (4,1), (4,3),

Ребро (2,4) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=180$ .

Шаг №5.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.19- проміжкові данні

i j	3	5	6	7	8	$d_i$
4	M	3	6	9	12	0
5	18	M	0(3)	3	6	3
6	21	0(3)	M	0(0)	3	0
7	24	3	0(0)	M	0(3)	0
9	27	6	3	0(3)	M	3
$d_j$	0	3	0	0	3	0

$d(5,6) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(6,5) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,6) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;

max:  $d(5,6)=3$ .

Увімкнення ребра (5,6):  $d_{56}=M$ .

Таблиця 2.20- проміжкові данні

i j	3	5	6	7	8	$d_i$
4	M	3	6	9	12	3
5	18	M	M	3	6	3
6	21	0	M	0	3	0



7	24	3	0	М	0	0
9	27	6	3	0	М	0
$d_j$	18	0	0	0	0	24

$$H(5^*,6^*) = 180 + 24 = 204$$

Увімкнення ребра (5,6):  $d_{65}=M$ .

Таблиця 2.21- проміжкові данні

i j	3	5	7	8	$d_i$
4	М	3	9	12	3
6	21	М	0	3	0
7	24	3	М	0	0
9	27	6	0	М	0
$d_j$	21	3	0	0	27

$$\sum d_i + \sum d_j = 27$$

$$H(5,6) = 180 + 27 = 207 > 204$$

Оскільки нижня межа цього підмножини (5,6) більша, ніж підмножини (5\*,6\*), то ребро (5,6) не включаємо до маршруту.

Крок №6.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.22- проміжкові данні

i j	3	5	6	7	8	$d_i$
4	М	0(3)	3	6	9	3
5	0(3)	М	М	3	6	0
6	3	0(0)	М	0(0)	3	0

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разганов С.А.					57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7	6	3	0(0)	M	0(3)	0
9	9	6	3	0(3)	M	3
$d_j$	3	0	0	0	3	0

$d(4,5) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(5,3) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,5) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,6) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;

max:  $d(4,5)=3$ .

Увімкнення ребра (4,5):  $d_{45}=M$ .

Таблиця 2.23- проміжкові данні

i j	3	5	6	7	8	$d_i$
4	M	M	3	6	9	3
5	0	M	M	3	6	0
6	3	0	M	0	3	0
7	6	3	0	M	0	0
9	9	6	3	0	M	0
$d_j$	0	0	0	0	0	3

$H(4^*,5^*) = 180 + 3 = 183$

Увімкнення ребра (4,5):  $d_{54}=M$ .

Таблиця 2.24- проміжкові данні

i j	3	6	7	8	$d_i$
5	0	M	3	6	0
6	3	M	0	3	0

7	6	0	М	0	0
9	9	3	0	М	0
$d_j$	0	0	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(4,5) = 180 + 0 = 180 \leq 183$$

Забороняємо переходи: (5,1), (5,3), (5,2),

Ребро (4,5) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=180$ .

Крок №7.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.25- проміжкові данні

$i j$	3	6	7	8	$d_i$
5	М	М	3	6	0
6	3	М	0(3)	3	3
7	6	0(3)	М	0(3)	0
9	9	3	0(3)	М	3
$d_j$	0	3	0	3	0

$$d(6,7) = 3 + 0 = 3; d(7,6) = 0 + 3 = 3; d(7,8) = 0 + 3 = 3; d(9,7) = 3 + 0 = 3;$$

$$\max: d(7,6)=3.$$

Виключені ребра (7,6):  $d_{76}=M$ .

Таблиця 2.26- проміжкові данні

$i j$	3	6	7	8	$d_i$
5	М	М	3	6	3

6	3	М	0	3	0
7	6	М	М	0	0
9	9	3	0	М	0
$d_j$	3	3	0	0	9

$$H(7^*,6^*) = 180 + 9 = 189$$

Виключені ребра (7,6):  $d_{67}=M$ .

Таблиця 2.27- проміжкові данні

$i j$	3	7	8	$d_i$
5	М	3	6	3
6	3	М	3	3
9	9	0	М	0
$d_j$	3	0	3	12

$$\sum d_i + \sum d_j = 12$$

$$H(7,6) = 180 + 12 = 192 > 189$$

Оскільки нижня межа цього підмножини (7,6) більша, ніж підмножини (7\*,6\*), то ребро (7,6) не включаємо до маршруту.

Крок №8.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.27- проміжкові данні

$i j$	3	6	7	8	$d_i$
5	М	М	0(3)	3	3
6	0(3)	М	0(0)	3	0

7	3	М	М	0(3)	0
9	6	3	0(3)	М	3
$d_j$	3	3	0	3	0

$d(5,7) = 3 + 0 = 3$ ;  $d(6,3) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(6,7) = 0 + 0 = 0$ ;  $d(7,8) = 0 + 3 = 3$ ;  $d(9,7) = 3 + 0 = 3$ ;

max:  $d(5,7)=3$ .

Виключені ребра (5,7):  $d_{57}=M$ .

Таблиця 2.28- проміжкові данні

$i j$	3	6	7	8	$d_i$
5	М	М	М	3	3
6	0	М	0	3	0
7	3	М	М	0	0
9	6	3	0	М	0
$d_j$	0	3	0	0	6

$H(5^*,7^*) = 180 + 6 = 186$

Виключені ребра (5,7):  $d_{75}=M$ .

Таблиця 2.29- проміжкові данні

$i j$	3	6	8	$d_i$
6	0	М	3	0
7	3	М	0	0
9	6	3	М	3
$d_j$	0	3	0	6

$$\sum d_i + \sum d_j = 6$$

$$H(5,7) = 180 + 6 = 186 \leq 186$$

Забороняємо переходи: (7,1), (7,3), (7,2), (7,4),

Ребро (5,7) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=186$ .

Крок №9.

Визначаємо ребро розгалуження.

Таблиця 2.30- проміжкові данні

i j	3	6	8	$d_i$
6	0(6)	M	3	3
7	M	M	0(3)	0
9	3	0(3)	M	3
$d_j$	3	0	3	0

$$d(6,3) = 3 + 3 = 6; d(7,8) = 0 + 3 = 3; d(9,6) = 3 + 0 = 3;$$

$$\max: d(6,3)=6.$$

Виключені ребра (6,3):  $d_{63}=M$ .

Таблиця 2.31- проміжкові данні

i j	3	6	8	$d_i$
6	M	M	3	3
7	M	M	0	0
9	3	0	M	0
$d_j$	3	0	0	6

$$H(6^*,3^*) = 186 + 6 = 192$$

Виключені ребра (6,3):  $d_{36}=M$ .

Таблиця 2.31- проміжкові данні

i j	6	8	$d_i$
7	M	0	0
9	0	M	0
$d_j$	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(6,3) = 186 + 0 = 186 \leq 192$$

Ребро (6,3) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=186$ .

Відповідно до цієї матриці включаємо в гамільтонів маршрут ребра (7,8) та (9,6).

У результаті по дереву гамільтонів цикл створює ребла:

(8,9), (9,6), (6,3), (3,1), (1,2), (2,4), (4,5), (5,7), (7,8),

Довжина маршруту  $F(M_k) = 210$

2.3.2Визначення параметрів вхідного потоку аналізуючи кількість автомобілів, які прибувають на станцію за годину.

Загальні положення для визначення параметрів вихідног потоку

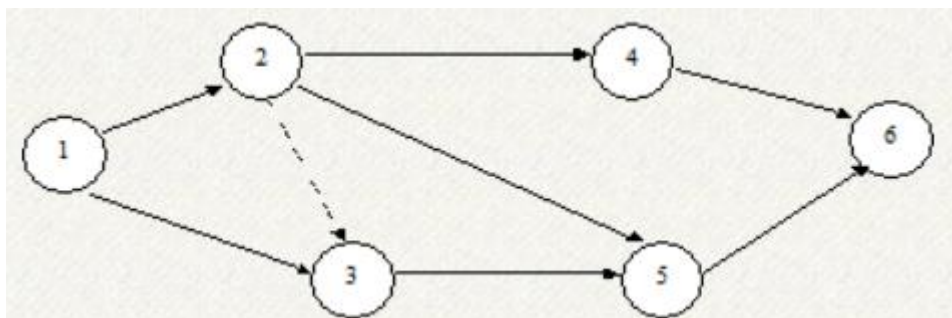


Рисунок 2.9 – Сітьовий графік схем доставки вантажів по маршруту

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Припустити, що величина  $a$  є випадковою дискретного типу, її параметри розрахувати за формулами:

1. Математичне очікування величини  $\chi$

$$M(\chi) = \sum \chi_i P_i \quad (2.1) \quad (2.3)$$

2. Дисперсія величини  $\chi$

$$D(\chi) = \sum (\chi_i - M(\chi))^2 P_i = M(\chi^2) - (M(\chi))^2 \quad (2.4)$$

3. Середньоквадратичне відхилення величини  $\chi$ :

$$\sigma(\chi) = \sqrt{D(\chi)} \quad (2.5)$$

4. Коефіцієнт варіації величини  $\chi$ :

$$K_B = \sigma(\chi) / M(\chi) \quad (2.6)$$

1. Інтенсивність вхідного потоку

$$\lambda = 1 / M(\chi) \quad (2.7)$$

Визначення параметрів вхідного потоку.

Визначити параметри вхідного потоку можна аналізуючи інтервали прибуття автомобілів, що прибувають на станцію за якийсь час  $t$ .

Інтервали (I) прибуття автомобілів мають різні значення, тому треба роздіяти їх як випадкові величини.

Визначення інтервалів прибуття і кількості автомобілів, що прибувають на станцію (а) за одну годину зручно представити у вигляді таблиці (2,2).

Треба скласти статистичний ряд інтервалів прибуття автомобілів. Для групування інтервалів треба визначити крок (інтервал) групування спостережень. Крок групування визначається за формулою:

$$\Delta I = \frac{I_{max} - I_{min}}{1 + 3.2 \lg n} \quad (2.8)$$

де:  $I_{max}$ ,  $I_{min}$  - відповідно максимальний і мінімальний інтервал прибуття автомобілів;

$n$  - кількість інтервалів ( $n=100$ )

Виходячи з отриманих даних під час проходження практики, маємо:

Таблиця 2.6 – Вихідні данні

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



№	Момент прибуття			№	Момент прибуття		
	години	хвилини	Інтервали		години	хвилини	Інтервали
1	0	22		21	55	48	
2	0	45	8	53	22	28	44
3	0	56	56	54	22	48	12
4	1	36	7	55	22	55	12
5	1	56	15	56	23	02	34
6	2	29	28	57	0	08	50
7	2	42	23	58	0	29	6
8	2	46	36	59	0	35	8
9	3	35	26	60	1	12	50
10	4	№	128	61	2	26	71
11	6	20	26	62	2	48	22
12	6	25	14	63	3	55	59
13	7	12	50	64	4	13	6
14	7	39	32	65	4	22	15
15	8	20	9	66	4	38	10
16	8	33	27	67	4	45	7
17	10	46	141	68	4	49	13
18	10	52	4	69	5	15	38
19	11	0	7	70	6	23	13
20	11	13	17	71	7	18	108
21	11	42	34	72	8	44	29
22	12	26	32	73	9	27	102
23	12	35	4	74	9	46	11
24	12	40	6	75	9	58	5
25	12	46	7	76	10	10	19
26	13	2	13	77	10	26	82
27	13	13	8	78	12	29	54
28	13	18	3	79	12	45	6
29	13	26	11	80	12	55	71
30	13	36	6	81	13	13	7
31	14	14	62	82	13	39	12
32	14	12	7	83	13	55	8
33	14	45	23	84	15	17	12
34	15	15	24	85	15	24	49
15	15	24	4	86	15	36	9
15	15	36	22	87	15	48	13
15	16	8	33	88	15	55	22
16	16	16	12	89	16	19	29
16	17	23	71	90	17	34	262
17	18	15	11	91	19	25	44
17	18	22	28	92	21	55	72
18	18	36	32	93	22	28	12
18	18	52	11	94	22	48	34
44	19	4	22	95	22	55	50
45	19	4	96	23	02	23	6
46	19	26	6	97	0	08	8
47	19	30	11	98	0	29	50
48	19	46	4	99	0	35	71
49	20	2	15	100	1	12	22
50	20	22	16	101	2	26	59
51	20	51	41				

Для нашого випадку:  $I_{\max}=262$  хв.  $I_{\min}=3$  хв.

$$\Delta I = \frac{262 - 3}{1 + 3.2 \lg 100} = 35 \text{ хв.}$$

Виконуємо групування інтервалів, у статистичний ряд з кроком  $\Delta I = 35$  хв. (таб. 2.6)

Таблиця 2.32- групування інтервалів

Межі розряду		Середнє значення інтервалів $I$	Кількість спостережень, $n_i$	$P_i$	$I_i P_i$	$I_i^2 P_i$	$h(I)$
3	38	20,5	73	0,73	14,965	306,7825	0,02085714
38	73	55,5	21	0,21	11,655	646,8525	0,006
73	108	90,5	2	0,02	1,81	163,805	0,00057143
108	143	125,5	3	0,03	3,765	472,5075	0,00085714
143	178	160,5	0	0	0	0	0
178	213	195,5	0	0	0	0	0
213	248	230,5	0	0	0	0	0
248	283	265,5	1	0,01	2,655	704,9025	0,00028571
			100	1	34,85	2294,85	

Далі проведемо розрахунок параметрів розподілення інтервалів прибуття

$$M[I] = \sum I_i P_i = 34.85 \text{ (хв);}$$

$$M[I^2] = 2294.85 \text{ (хв);}$$

$$D(I) = M[I^2] - M[I]^2 = 2294.85 - 34.85^2 = 1080.32$$

$$\sigma(I) = \sqrt{D[I]} = 32.868 \text{ (хв);}$$

Виконав	Гапченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$K_B = \frac{\sigma[I]}{M[I]} = 0.943$$

$$\lambda = \frac{1}{34.85} = 0.028694 \text{ авто./хв}$$

На засаді розрахованих параметрів можна розрахувати параметр Ерланга К.

$$K = \frac{M(I)^2}{D(I)} \quad (2.9)$$

$$K = \frac{34.85^2}{1080.32} = 1.124$$

Приймаємо К=1

### 2.3.3 Побудова гістограми і функції розподілення інтервалів прибуття

Ордината гістограми визначається за формулою

$$h_i = P_i / \Delta I \quad (2.10)$$

Припустимо, що розподілення інтервалів прибуття підпорядковується закону Ерланга. Диференціальна функція закону Ерланга має вигляд:

$$f(I) = \frac{(k\lambda)^k}{(k-1)!} I^{k-1} e^{-k\lambda I} \quad (2.11)$$

Для k=1 функція приймає вигляд:

$$f(I) = \frac{\lambda}{0!} e^{-\lambda I} \quad (2.12)$$

Розрахунок f(I) і h<sub>i</sub> зручно представити у табличному вигляді (табл. 2.8).

Таблиця 2.33- розподілення інтервалів прибуття

№	Права межа розряду	P <sub>i</sub>	h <sub>i</sub>	Обчислення f(I)			
				I <sup>k-1</sup>	kλI	e <sup>-kλI</sup>	f(I)
1	38	0,73	0,0208571	1	1,09038737	0,33608628	0,009643796
2	73	0,21	0,006	1	2,09469154	0,12310821	0,003532517
3	108	0,02	0,0005714	1	3,0989957	0,04509447	0,001293959
4	143	0,03	0,0008571	1	4,10329986	0,01651808	0,000473976
5	178	0	0	1	5,10760402	0,00605056	0,000173617
6	213	0	0	1	6,11190818	0,00221632	6,35959E-05
7	248	0	0	1	7,11621234	0,00081184	2,32951E-05
8	283	0,01	0,0002857	1	8,1205165	0,00029738	8,533E-06

На засаді розрахунку будемо гістограму і функцію розподілення інтервалів прибуття на склад

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

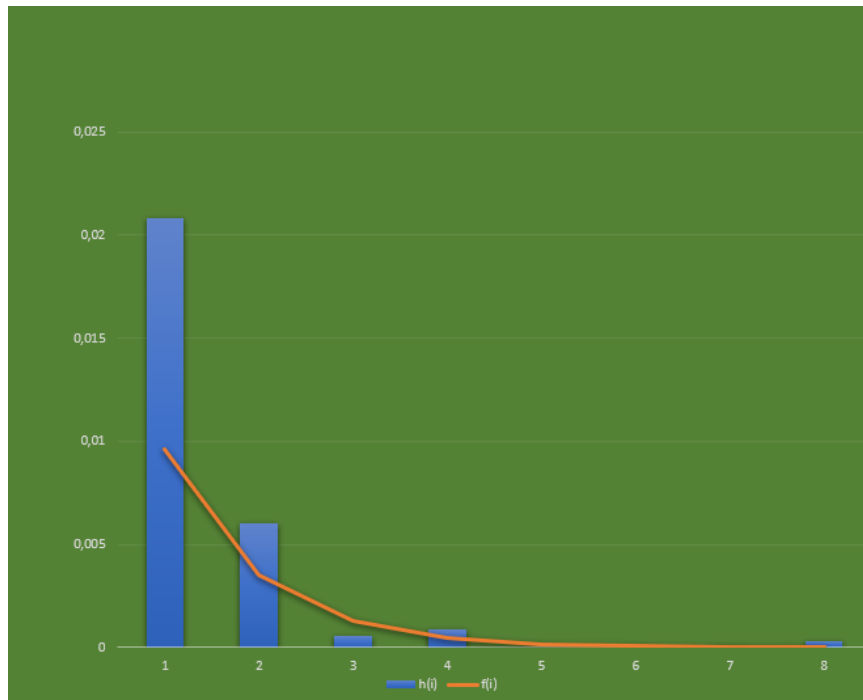


Рисунок 2.10 – Гістограма і функція розподілення інтервалів прибуття

Перевірка гіпотези про розподіл Ерланга інтервалів прибуття автомобілів по критерію згоди Пірсона

Для визначення міри розходження  $\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n_i)^2}{n_i}$  необхідно знати ймовірності  $P_i$  попадання величини на кожний з інтервалів при обраному законі розподілу. Ймовірність попадання випадкової величини в інтервал визначається за формулою:

$$P(a < X < \beta) = F(\beta) - F(a)$$

Теоретична ймовірність  $P_i$  \* інтервалів визначеної величини в їх загальної сукупності дорівнює:

$$P_i = F(I_i) - F(I_{i-1})$$

Інтегральна функція ерланговського розподілу для деяких k має вигляд

$$k=1 \quad F(I) = 1 - e^{-\lambda I}$$

$$k=2 \quad F(I) = 1 - (2\lambda I + 1)e^{-2\lambda I}$$

$$k=3 \quad F(I) = 1 - (4.5\lambda^2 I^2 + 3\lambda I + 1)e^{-3\lambda I}$$

Обчислення зручно проводити в розрахунковій таблиці 2.9

При k=1

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.34- Перевірка гіпотези про розподіл Ерланга

№	права межа	$-\lambda l$	$e^{-\lambda l}$	$F(l)=1-e^{-\lambda l}$	$P_i^* = F(l_i) - F(l_{i-1})$	$n_i^* = nP_i^*$	$n_i$	$(n_i - n_i^*)$	$(n_i - n_i^*)^2$	$\frac{(n_i - n_i^*)^2}{n_i^*}$
1	38	-1,0904	0,3361	0,6639	0,6639	66,3914	73,0000	6,6086	43,6740	0,6578
2	73	-2,0947	0,1231	0,8769	0,2130	21,2978	21,0000	-0,2978	0,0887	0,0042
3	108	-3,0990	0,0451	0,9549	0,0780	7,8014	2,0000	-5,8014	33,6559	4,3141
4	143	-4,1033	0,0165	0,9835	0,0286	2,8576	3,0000	0,1424	0,0203	0,0071
5	178	-5,1076	0,0061	0,9939	0,0105	1,0468	0,0000	-1,0468	1,0957	1,0468
6	213	-6,1119	0,0022	0,9978	0,0038	0,3834	0,0000	-0,3834	0,1470	0,3834
7	248	-7,1162	0,0008	0,9992	0,0014	0,1404	0,0000	-0,1404	0,0197	0,1404
8	283	-8,1205	0,0003	0,9997	0,0005	0,0514	1,0000	0,9486	0,8998	17,4893
						<b>Σ</b>	100			
										$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n_i^*)^2}{n_i^*} = 24,0431$
λ = 1/30,17 = 0,033146 автомобіл./хв.						при K=1				

За таблицею критичних точок  $\chi^2$ , рівню значущості  $\alpha$  і числу степенів волі  $r=s-2$ ,

де  $s$ - число розряду-рядів ( $r=s-2=-2=6$ ) знаходимо критичну точку правосторонню критичної області  $\chi_{кр}^2$ . Якщо  $\chi_{спрост}^2 < \chi_{кр}^2$ , то немає підстав відкидати гіпотезу про ерлансбкий закон розподілу вхідного потоку автомобілів на станцію, інакше емперичні і теоретичні частоти розрізняються випадково (незначно).

2.3.4 Параметри вхідного потоку аналізуючи кількість автомобілів, які прибули на станцію

Визначимо параметри розподілення кількості автомобілів, які прибувають на станцію за годину для цього складаємо статистичний ряд розподілення величини  $a$  - кількості автомобілів за годину. Величина  $a$  є випадковою до того ж дискретного типу

$$M(a) = \sum a_i P_i \quad (2.13)$$

$$M(a^2) = \sum a_i^2 P_i \quad (2.14)$$

$$D(a) = M(a^2) - (M(a))^2 \quad (2.15)$$

$$\sigma(a) = \sqrt{D(a)} \quad (2.16)$$

Параметри розподілення велечини  $a$  такі:

$$M(a) = \sum a_i P_i = 1.9804 \text{ авто}$$

$$M(a^2) = \sum a_i^2 P_i = 5.8627$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$D(a) = M(a^2) - (M(a))^2 = 5.8627 - 3.92 = 1.9423 \text{ автомобілів}$$

$$\sigma(a) = \sqrt{D(a)} = 1.39366 \text{ автомобілів}$$

Розрахунок у таблиці 2.10

Таблиця 2.35- Параметри вхідного потоку

№	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>P<sub>i</sub></i>	<i>M(a)</i>	<i>M(a<sup>2</sup>)</i>
1	0	6	0,11765	0,0000	0,0000
2	1	18	0,35294	0,35294	0,3529
3	2	8	0,15686	0,3137	0,6275
4	3	13	0,25490	0,76471	2,2941
5	4	2	0,03922	0,15686	0,6275
6	5	4	0,07843	0,39216	1,9608
	<b>Σ</b>	<b>51</b>	<b>1,00000</b>	<b>1,9804</b>	<b>5,8627</b>

Побудова графіки статистичного розподілу величини автомобілів і функції їх розподілу.

При аналізі багатьох випадкових дискретних процесів використовують розподіл Пуассона, і ми зробимо припущення, що потік автомобілів підпорядкований Пуассонівському розподілу. Імовірність того, що в одиницю часу (*t*) відбудеться рівно *a* випадків визначається за формулою:

$$P(a) = \frac{(\lambda t)^a}{a!} e^{-\lambda t} \quad (2.17)$$

Оскільки *t*=1 година, маємо:

$$P(a) = \frac{\lambda^a}{a!} e^{-\lambda}, \quad (2.18)$$

де  $\lambda$ -середня кількість випадків за одиницю часу.

$\lambda = M(a) = 1.9804$ , автомобіля/год

Визначаємо по закону Пуассона розподіл ймовірностей. Розрахунок зведемо у таб, 2.11

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 2.36- Визначення по закону Пуассона розподіл ймовірностей

№	$a$	$\lambda$	$a!$	$e^{-\lambda}$	$P(a)$
1	0	1,000	1	0,138	0,13800
2	1	1,980	1	0,138	0,27329
3	2	3,922	2	0,138	0,27061
4	3	7,767	6	0,138	0,17864
5	4	15,382	24	0,138	0,08844
6	5	30,462	120	0,138	0,03503

На засаді даних, розрахованих у таблиці 2 і таблиці 3 будуюмо імовірнісну ( $P(a)$ ) і статистичну ( $P_i$ ) криві.

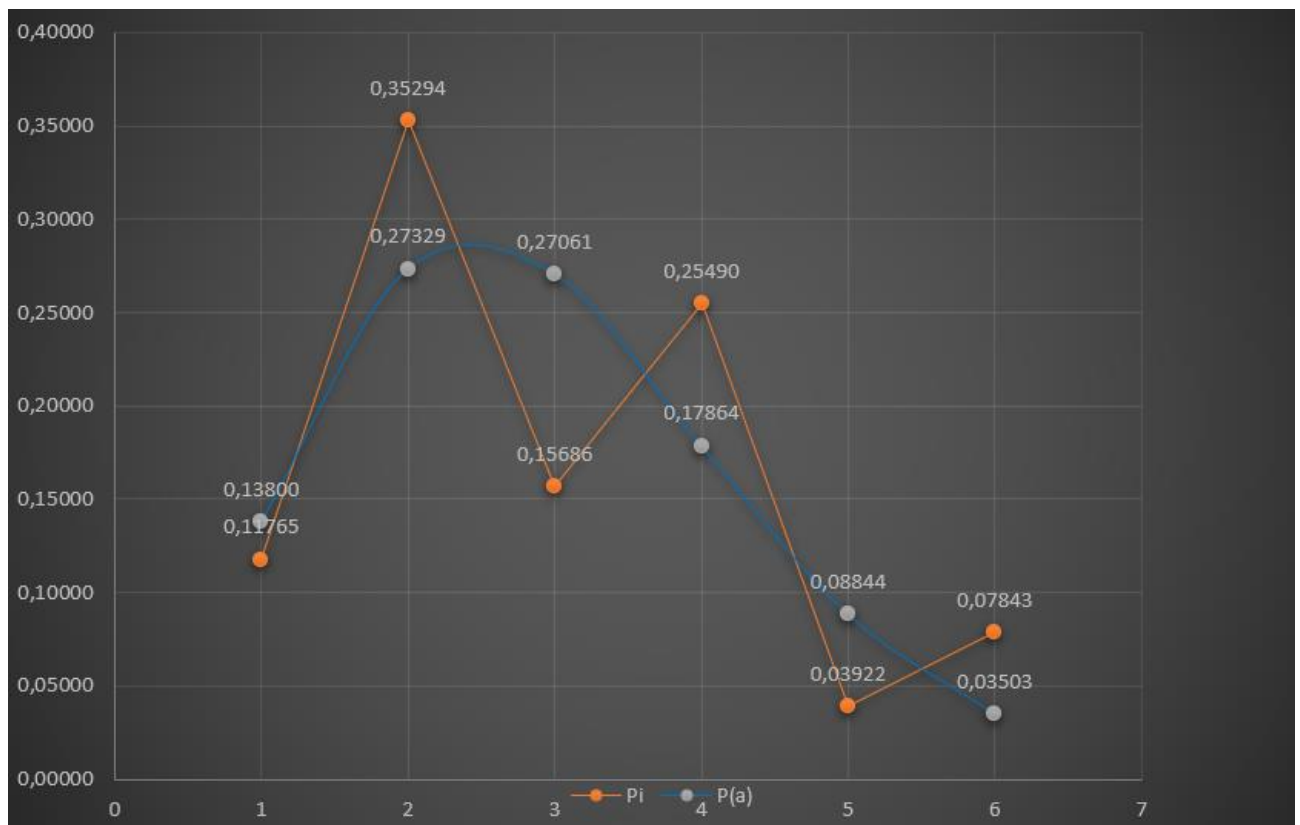


Рисунок 2.11 – Імовірнісна ( $P(a)$ ) і статистична ( $P_i$ ) крива

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВАЛКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

#### 3.1 Дослідження часових параметрів роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування

Нехай  $n$ -канальна СМО являє собою централізований склад (ЦС) по обробці пального із п'ятьма ( $n = 5$ ) взаємозамінними навантажувачами для обробки вантажів. Потік вантажів в цистернах, що надходять на ЦС, має інтенсивність  $\lambda = 0,48$  заявок на годину. Середня тривалість обслуговування  $m_{об}$  години. Потік заявок на обробку вантажів і потік обслуговування цих вантажів вважати найпростішими.

Обчислити фінальні значення:

- ймовірності станів ЦС;
- ймовірності відмов в обслуговуванні заявки;
- відносної пропускної здатності ЦС;
- абсолютної пропускної здатності ЦС;
- середнього числа зайнятих навантажувачів на ЦС.

Визначити, скільки додатково треба придбати навантажувачів, щоб збільшити пропускну здатність ЦС у 5 разів. Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці.

Інтенсивність обслуговування заявок буде різною для чотирьох варіантів схем механізації перевалки контейнерів:  $\mu_1=1,53$  заяв./год.;  $\mu_2=1,65$  заяв./год.;  $\mu_3=1,51$  заяв./год.;  $\mu_4=1,75$  заяв./год.

Визначимо параметр  $\mu=1,53$  потоку обслуговування:

Приведена інтенсивність потоку заявок

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.1)$$

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varphi = \frac{0,48}{1,53} = 0,313$$

Граничні імовірності станів знайдемо за формулами Ерланга

$$P_n = \frac{\varphi}{n!} P_0 \quad (3.2)$$

$$P_1 = 0,313P_0$$

$$P_2 = 0,157P_0$$

$$P_3 = 0,052P_0$$

$$P_4 = 0,013P_0$$

$$P_5 = 0,003P_0$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^3 \frac{\varphi^k}{k!}} \quad (3.2)$$

$$P_0 = \frac{1}{1 + 0,313 + 0,157 + 0,052 + 0,013 + 0,003} \approx 0,7$$

$$P_1 \approx 0,7 \times 0,313 \approx 0,219$$

$$P_2 \approx 0,7 \times 0,157 \approx 0,106$$

$$P_3 \approx 0,7 \times 0,052 \approx 0,036$$

$$P_4 \approx 0,7 \times 0,013 \approx 0,009$$

$$P_5 \approx 0,7 \times 0,003 \approx 0,002$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні заявки

$$P_{\text{відмови}} = P_5 \quad (3.3)$$

$$P_{\text{відмови}} = 0,002$$

Відносна пропускна здатність ЦС

$$q = 1 - P_{\text{відмови}} \quad (3.4)$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



$$q = 0,998$$

Абсолютна пропускна здатність ЦС

$$A = q * \lambda \quad (3.5)$$

$$A = 0,998 * 0,48 = 0.479$$

Середнє число зайнятих каналів – навантажувачів

–

$$k = \varphi(1 - P_{\text{відміни}}) \quad (3.6)$$

$$k = 0,313(1 - 0.002) = 0,312$$

Таким чином, при сталому режимі роботи СМО в середньому буде зайнято 0,3 навантажувача з п'яти - інші півтора будуть простоювати.

Очевидно, що пропускну здатність ЦС при даних  $\lambda$  та  $\mu$  можна збільшити тільки за рахунок збільшення числа навантажувачів.

Визначимо, скільки потрібно використовувати навантажувачів, для скорочення числа не обслужених заявок, що надходять на ЦС, у 5 разів, тобто щоб імовірність відмови в обробці вантажів не перевершувала 0.313

$$P_{\text{відм}} = P_n = \frac{\varphi^n}{n!} P_0 \quad (3.7)$$

n=1

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313} \approx 0.762$$

$$P(\text{відмови}) = 0.313 * 0,762 = 0.24$$

n=2

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313 + 0.157} \approx 0.68$$

$$P(\text{відмови}) = 0,157 * 0,68 = 0,107$$

n=3

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313 + 0.157 + 0.052} \approx 0.66$$

$$P(\text{відмови}) = 0,66 * 0,052 = 0,034$$

n=4

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313 + 0.157 + 0.052 + 0.013} \approx 0.65$$

$$P(\text{відмови}) = 0.013 * 0.65 = 0.008$$

n=5

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313 + 0.157 + 0.052 + 0.013 + 0.003} \approx 0.65$$

$$P(\text{відмови}) = 0.65 * 0.003 = 0.002$$

n=6

$$P_6 = 1,306 * P(0)$$

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0.313 + 0.157 + 0.052 + 0.013 + 0.003 + 1,306} \approx 0.64$$

$$P(\text{відмови}) = 0.64 * 1,306 = 0.195 < 0.313$$

Таблиця 3.1 – Результати для параметра  $\mu=1,53$  потоку обслуговування

	0.762	0.68	0.66	0.65	0.65	0.64
P(відмови)	0.24	0,107	0,034	0.008	0.002	0.195

Визначимо параметр  $\mu=1,62$  потоку обслуговування:

Приведена інтенсивність потоку заявок

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.8)$$

$$\varphi = \frac{0,48}{1,62} = 0,296$$

Граничні імовірності станів знайдемо за формулами Ерланга

Виконав	Галченко В.В.						Арк.
Перевірив	Разганов С.А.						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 7 ПЗ		

$$P_n = \frac{\varphi}{n!} P_0 \quad (3.9)$$

$$P_1 = 0,296P_0$$

$$P_2 = 0,043P_0$$

$$P_3 = 0,0043P_0$$

$$P_4 = 0,000319P_0$$

$$P_5 = 1,893P_0$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^3 \frac{\varphi^k}{k!}} = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043 + 0,0043 + 0,000319 + 1,893} \approx 0,309$$

$$P_1 \approx 0,296 \times 0,309 \approx 0,0914$$

$$P_2 \approx 0,043 \times 0,309 \approx 0,0132$$

$$P_3 \approx 0,0043 \times 0,309 \approx 0,00132$$

$$P_4 \approx 0,000319 \times 0,309 \approx 0,0000985$$

$$P_5 \approx 1,893 \times 0,309 \approx 0,585$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні заявки

$$P_{\text{відмови}} = P_5 \quad (3.10)$$

$$P_{\text{відмови}} = 0,585$$

Відносна пропускна здатність ЦС

$$q = 1 - P_{\text{відмови}} \quad (3.10)$$

$$q = 0,415$$

Абсолютна пропускна здатність ЦС

$$A = q * \lambda \quad (3.11)$$

$$A = 0,415 * 0,48 = 0,1992$$

Середнє число зайнятих каналів – навантажувачів

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$k = \varphi(1 - P_{\text{відміни}}) = 0,296(1 - 0,585) = 0,1228$$

Таким чином, при сталому режимі роботи СМО в середньому буде зайнято 0,3 навантажувача з п'яти - інші півтора будуть простоювати.

Очевидно, що пропускну здатність ЦС при даних  $\lambda$  та  $\mu$  можна збільшити тільки за рахунок збільшення числа навантажувачів.

Визначимо, скільки потрібно використовувати навантажувачів, для скорочення числа не обслужених заявок, що надходять на ЦС, у 5 разів, тобто щоб імовірність відмови в обробці вантажів не перевершувала 0.585

$$P_{\text{відм}} = P_n = \frac{\psi^n}{n!} P_0 \quad (3.12)$$

n=1

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296} \approx 0,772$$

$$P(\text{відмови}) = 0,296 * 0,772 = 0,23$$

n=2

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043} \approx 0,747$$

$$P(\text{відмови}) = 0,043 * 0,747 = 0,031$$

n=3

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043 + 0,0043} \approx 0,744$$

$$P(\text{відмови}) = 0,0043 * 0,744 = 0,0032$$

n=4

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043 + 0,0043 + 0,000319} \approx 0,7442$$

$$P(\text{відмови}) = 0,7442 * 0,00319 = 0,0237$$

n=5

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043 + 0,0043 + 0,000319 + 1,893} \approx 0,309$$

$$P(\text{відмови}) = 1,893 * 0,309 = 0,584$$

n=6

$$P_6 = 9,341 * P(0)$$

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,296 + 0,043 + 0,0043 + 0,000319 + 1,893 + 9,341} \approx 0,0785$$

Виконав	Галченко В.В.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

KPM 275 7 ПЗ

$$P(\text{відмови}) = 0.0785 * 9,341 = 0.658 > 0.585$$

Таблиця 3.2 – Результат для параметра  $\mu=1,62$  потоку обслуговування

	0.772	0.747	0.744	0.7442	0.309	0.0785
Відмови)	0,23	0,031	0,0032	0.0237	0.584	0.658

Визначимо параметр  $\mu_3=1,51$  потоку обслуговування:

Приведена інтенсивність потоку заявок

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \lambda \quad (3.13)$$

$$\varphi = \frac{0,48}{1,51} = 0,3178$$

Граничні імовірності станів знайдемо за формулами Ерланга

$$P_n = \frac{\varphi^n}{n!} P_0 \quad (3.14)$$

$$P_1 = \frac{\varphi}{1!} P_0 = 0,3178 P_0$$

$$P_2 = \frac{\varphi^2}{2!} P_0 = 0,0505 P_0$$

$$P_3 = \frac{\varphi^3}{3!} P_0 = 0,000425 P_0$$

$$P_4 = \frac{\varphi^4}{4!} P_0 = 0,000319 P_0$$

$$P_5 = \frac{\varphi^5}{5!} P_0 = 0,00027$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^3 \frac{\varphi^k}{k!}} \quad (3.15)$$

$$P_0 = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505 + 0,000425 + 0,000319 + 0,0027} \approx 0,7289$$

$$P_1 \approx 0,3178 \times 0,7289 \approx 0,2316$$

$$P_2 \approx 0,0505 \times 0,7289 \approx 0,0368$$

$$P_3 \approx 0,0000425 \times 0,7289 \approx 0,00003$$

$$P_4 \approx 0,000319 \times 0,7289 \approx 0,000023$$

$$P_5 \approx 0,0027 \times 0,7289 \approx 0,0019$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні заявки

$$P_{\text{відмови}} = P_5 \quad (3.16)$$

$$P_{\text{відмови}} = 0,0019$$

Відносна пропускна здатність ЦС

$$q = 1 - P_{\text{відмови}} \quad (3.17)$$

$$q = 0,981$$

Абсолютна пропускна здатність ЦС

$$A = q * \lambda \quad (3.18)$$

$$A = 0,981 * 0,48 = 0,4708$$

Середнє число зайнятих каналів – навантажувачів

—

$$k = \varphi(1 - P_{\text{відмови}}) \quad (3.19)$$

$$k = 0,3178(1 - 0,0019) = 0,3117618$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, при сталому режимі роботи СМО в середньому буде зайнято 0,3 навантажувача з п'яти - інші півтора будуть простоювати.

Очевидно, що пропускну здатність ЦС при даних  $\lambda$  та  $\mu$  можна збільшити тільки за рахунок збільшення числа навантажувачів.

Визначимо, скільки потрібно використовувати навантажувачів, для скорочення числа не обслужених заявок, що надходять на ЦС, у 5 разів, тобто щоб імовірність відмови в обробці вантажів не перевершувала 0.0019

$$P_{\text{відм}} = P_n = \frac{\psi^n}{n!} P_0 \quad (3.20)$$

n=1

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178} = 0,758$$

$$P(\text{відмови}) = 0,3178 * 0,758 = 0,369$$

n=2

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505} \approx 0,6257$$

$$P(\text{відмови}) = 0,0505 * 0,6257 = 0,0083$$

n=3

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505 + 0,000425} \approx 0,7306$$

$$P(\text{відмови}) = 0,000425 * 0,7306 = 0,000031$$

n=4

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505 + 0,000425 + 0,000319} \approx 0,7304$$

$$P(\text{відмови}) = 0,000319 * 0,7304 = 0,000233$$

n=5

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505 + 0,000425 + 0,000319 + 0,00027} \approx 0,7303$$

$$P(\text{відмови}) = 0,00027 * 0,7303 = 0,00019$$

n=6

$$P_6 = 1,4308 * P(0)$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,3178 + 0,0505 + 0,000425 + 0,000319 + 0,00027 + 1,4308} \approx 0,3571$$

$$P(\text{відмови}) = 0,3571 * 0,000014 = 0,000005 < 0,0019$$

Таблиця 3.3 – Результат для параметра  $\mu_3=1,51$  потоку обслуговування

	0,758	0.6257	0.7306	0,7304	0.7303	0,3571
P(відмови)	0.369	0,0083	0000031	0.000233	0.00019	0.000005

Визначимо параметр  $\mu_4=1,75$  потоку обслуговування:

Приведена інтенсивність потоку заявок

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.21)$$

$$\varphi = \frac{0,48}{1,75} = 0,274$$

Граничні імовірності станів знайдемо за формулами Ерланга

$$P_n = \frac{\varphi^n}{n!} P_0 \quad (3.22)$$

$$P_1 = 0,274P_0$$

$$P_2 = 0,0375P_0$$

$$P_3 = 0,00342P_0$$

$$P_4 = 0,000234P_0$$

$$P_5 = 0,00013$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^5 \frac{\varphi^k}{k!}} \quad (3.23)$$

$$P_0 = \frac{1}{1 + 0,274 + 0,0375 + 0,00342 + 0,000234 + 0,00013} \approx 0,76$$

Виконав	Галченко В.В.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

KPM 275 7 ПЗ



$$P_1 \approx 0.274 \times 0.76 \approx 0,208$$

$$P_2 \approx 0.0375 \times 0.76 \approx 0.0285$$

$$P_3 \approx 0.00342 \times 0.76 \approx 0.0026$$

$$P_4 \approx 0.000234 \times 0.76 \approx 0.00178$$

$$P_5 \approx 0,00013 \times 0.76 \approx 0,00098$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні заявки

$$P_{\text{відмови}} = P_5 \quad (3.24)$$

$$P_{\text{відмови}} = 0,00098$$

Відносна пропускна здатність ЦС

$$q = 1 - P_{\text{відмови}} \quad (3.25)$$

$$q = 0,99902$$

Абсолютна пропускна здатність ЦС

$$A = q * \lambda = 0,999 * 0,48 = 0.479$$

Середнє число зайнятих каналів – навантажувачів

–

$$k = \varphi(1 - P_{\text{відміни}}) \quad (3.26)$$

$$k = 0,274(1 - 0.999) = 0,2737$$

Таким чином, при сталому режимі роботи СМО в середньому буде зайнято 0,3 навантажувача з п'яти - інші півтора будуть простоювати.

Очевидно, що пропускну здатність ЦС при даних  $\lambda$  та  $\mu$  можна збільшити тільки за рахунок збільшення числа навантажувачів.

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо, скільки потрібно використовувати навантажувачів, для скорочення числа не обслужених заявок, що надходять на ЦС, у 5 разів, тобто щоб імовірність відмови в обробці вантажів не перевершувала 0,99902

$$P_{\text{відм}} = P_n = \frac{\psi^n}{n!} P_0 \quad (3.27)$$

n=1

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,274}$$

$$P(\text{відмови}) = 0,3178 * 0,6309 = 0,369$$

n=2

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,274 + 0,0836} \approx 0,6257$$

$$P(\text{відмови}) = 0,0836 * 0,6257 = 0,0083$$

n=3

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,409 + 0,0836 + 0,0114} \approx 0,664$$

$$P(\text{відмови}) = 0,0114 * 0,664 = 0,0076$$

n=4

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,409 + 0,0836 + 0,0114 + 0,00095} \approx 0,664$$

$$P(\text{відмови}) = 0,00095 * 0,664 = 0,0006308$$

n=5

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,409 + 0,0836 + 0,0114 + 0,00095 + 0,000095} \approx 0,7303$$

$$P(\text{відмови}) = 0,000095 * 0,7303 = 0,00019$$

n=6

$$P_6 = 0,00058 * P(0)$$

$$P(0) = \frac{1}{1 + 0,409 + 0,0836 + 0,0114 + 0,00095 + 0,000095 + 0,00058} \approx 0,729$$

$$P(\text{відмови}) = 0,125 * 0,00058 = 0,000813 < 0,99902$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 3.4 – Результат для параметра  $\mu_4=1,75$  потоку обслуговування

	0.6309	0.6257	0.664	0,664	0.7303	0.729
P(відмови)	0.369	0,0083	0,0076	0.0006308	0.00019	0.00051

Таким чином, було розв'язане задачу з моделювання процесу перевалки паливно-мастильних матеріалів на основі методів теорії системи масового обслуговування. Обчислені фінальні значення:

- ймовірності станів ЦС;
- ймовірності відмов в обслуговуванні заявки;
- відносної пропускної здатності ЦС;
- абсолютної пропускної здатності ЦС;
- середнього числа зайнятих навантажувачів на ЦС.

Виконав	Галченко В.В.			<i>КРМ 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### 4.1 Визначення техніко-економічних показників.

За рекомендаціями методичного матеріалу застосовуємо погодинно-преміальну систему оплати праці.

Фонд заробітної плати одного водія складає:

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

де  $T$  – години роботи (згідно попередніх розрахунків);

$C$  – погодинна тарифна ставка, грн (приймаємо 35 грн);

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

$$\Phi ЗП = 31,3 \cdot 35 \cdot 1,5 = 1643 \text{ грн.}$$

1. Відрахування по оплаті праці.

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

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

$$C_{сз} = 1643 \cdot 0,53 = 870,79 \text{ грн.}$$

Збір на єдиний соціальний внесок складає 22%. Прибутковий податок – 15%. Збір на обов'язкове соціальне страхування від нещасного випадку – 14,5%.

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Військовий збір – 1,5%. Таким чином, норматив відрахувань по оплаті праці складатиме 53%.

2. Витрати на автомобільне пальне.

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

$$C_n = (0,23 * 218 + 0,00013 * 2355) * 41 = 2068 \text{ грн.}$$

де,  $C_l$  – ціна одного літра пального;

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

$H_{Lan}$  – лінійна базова норма витрат палива на 100 км пробігу автомобіля (23л);

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

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

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

де  $L_B$  – пробіг автомобіля з вантажем, км;

$q$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

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

$$W = 218 * 0,9 * 24 = 2355 \text{ т.км}$$

Для спрощення рахунків приймаємо загальну ціну за бензин як середню між ціною в Україні – 27 грн. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$C_{\text{мас}} = C_{\text{п}} \cdot \frac{U_{\text{мас}}}{100} \quad (4.5)$$

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

$$C_{\text{мас}} = 2068 \cdot 0,15 = 310,2 \text{ грн.}$$

### 3. Витрати на сервісне обслуговування.

$$C_{\text{то}} = C_{\text{\$}} / 100000 \times L_{\text{м}}, \$, \quad (4.6)$$

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

$L_{\text{м}}$  – довжина обігового рейсу, км.

$$C_{\text{то}} = 1200 / 100000 \cdot 218 = 2,6 \text{ дол.} = 109 \text{ грн}$$

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).

### 4. Витрати на автомобільні шини.

$$C_{\text{ш}} = L_{\text{м}} / 1000 \times H_{\text{ш}} / 100 \times C_{\text{ш}} \times n_{\text{ш}}, \text{ грн.}, \quad (4.7)$$

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$C_{ш}$  – ціна однієї шини, (8000 грн);

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

$$C_{ш}=218/1000*1,89/100*8000*4=132 \text{ грн.}$$

#### 5. 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. У курсовому проекті прийнято строк корисного використання – 10 років.

$$A = C_{авт}/T, \text{ грн.}, \quad (4.8)$$

де  $C_{авт}$  – ціна одного автомобіля (приймається 400 тис. грн.);

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

За формулою (5.3.8) знайдемо спочатку амортизацію за рік, потім за добу, а вже тоді – за один оберт. Час оберту беремо з урахування часу простоїв на кордоні.

$$A_{річн}=400\ 000/10=40\ 000 \text{ грн.}$$

Добова амортизація:

$$A_{доб} = A/365, \text{ грн.}, \quad (4.9)$$

де 365 – кількість календарних днів у році.

$$A_{доб} = 40\ 000/365=110 \text{ грн.}$$

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Амортизація на один оберт:

$$A_{оберт} = A_{доб} \times T_{об}, \text{ грн.}, \quad (4.10)$$

де  $T_{об}$  – часобігового рейсу (згідно попередніх розрахунків – 1,3 доби).

$$A_{оберт} = 109 \times 0,9 = 98,1 \text{ грн.}$$

6. Загальногосподарські витрати.

Суму загальногосподарських витрат визначають як відсоток від прямих витрат:

$$C_{госп} = \frac{(\PhiЗП + C_{сз} + C_{сп} + C_{мас} + C_{ш} + C_{то} + A + C_p) \cdot Y_{госп}}{100}, \quad (4.11)$$

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

$$C_{госп} = \frac{(1643 + 870,79 + 2068 + 2325,9 + 109 + 132 + 7660) \cdot 15}{100} = 2221,3 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.1 – Загальні витрати

№ з/п	Статті витрат	Значення, грн.
1	Оплата праці водіїв	1137
2	Відрахування по оплаті праці	807,79
3	Витрати на автомобільне паливо	2068
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	2325,9
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	109
6	Витрати на автомобільні шини	132
7	Амортизація рухомого складу	110
8	Загальгосподарські витрати	2221,3
	Загальні витрати	8103,2

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



7. Собівартість 1 км пробігу.

$$S_{1км} = C/L_M \quad (4.12)$$

де  $C$  – загальні витрати на експлуатацію.

$$S_{1км} = 8103,2/218=37,17 \text{ грн.}$$

8. Собівартість 1 т-км пробігу.

$$S_{1т-км} = S_{1км}/q\gamma\beta \quad (4.13)$$

$$S_{1т-км} = 37,17/(3*0,9*0,5)=27,53 \text{ грн.}$$

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

$$T_{км} = S_{1км} \cdot \left(1 + \frac{H_n}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{пдв}}{100}\right), \quad (4.14)$$

$$T_{ткм} = S_{1ткм} \cdot \left(1 + \frac{H_n}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{пдв}}{100}\right), \quad (4.15)$$

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

$$T_{км} = 37,17 * 1,15 * 1,2 = 51,3 \text{ грн.}$$

$$T_{ткм} = 27,53 * 1,15 * 1,2 = 38 \text{ грн.}$$

#### 4.2 Шляхи ефективного використання транспорту

Ефективність використання транспортних агрегатів, не зв'язаних з виробничим процесом, за правильного комплектування агрегатів, залежить переважно від часу навантаження (розвантаження) і організації роботи в дорозі.

Час на навантаження і розвантаження можна зменшити через скорочення часу на очікування навантаження і часу на саме навантаження. Зменшення часу

Виконав	Галченко В.В.				КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на очікування навантаження досягають правильним узгодженням роботи навантажувально-розвантажувальних і транспортних засобів.

Час на навантаження зменшують застосуванням високопродуктивних навантажувачів, а також найпростіших пристроїв для розвантаження автомобілів і причепів.

Правильна організація роботи транспорту на лінії дає можливість збільшити технічну і експлуатаційну швидкість, поліпшити використання часу і вантажності.

Збільшити швидкість руху можна через поліпшення доріг (особливо польових), технічного стану автомобілів і тракторів-тягачів, а також організації руху.

На поліпшених дорогах можна рухатися без зменшення швидкості; на них зменшуються втрати продуктів врожаю, їх пошкодження під час транспортування.

Дуже важливо повністю використовувати вантажність кожного транспортного агрегату, оскільки це дає можливість збільшити кількість вантажу, який перевозять одним агрегатом, зменшується число їздок і, отже, потреба в транспорті. Під час перевезення сільськогосподарських вантажів для збільшення коефіцієнта використання вантажності часто буває необхідним нарошувати борти.

Ефективність використання транспортних засобів, які обслуговують роботу технологічних агрегатів, підвищується за досягнення узгодження їх роботи з роботою посівних, збиральних й інших агрегатів, за об'єднання їх у групи для обслуговування групи технологічних агрегатів.

Значне збільшення ефективності використання транспортних засобів досягають застосуванням автомобільних і тракторних поїздів.

Для поліпшення використання транспорту на аграрних підприємствах насамперед важливо досягти раціональної технологічної структури перевезень: автомобілями – 50...65 %, тракторними поїздами – 30...35 %, гужовим транспортом – 10 %.

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для підвищення ефективності використання автопарку потрібно визначити раціональну структуру його і достатньо забезпечити причепами. Нині аграрні підприємства гостро відчують нестачу самоскидів і спеціалізованих автомобілів, частку яких має бути істотно збільшено (до 43 і 20 % усього автомобільного парку). Вантажність причепів доцільно довести, як мінімум, до 10...15 % вантажності автопарку. Дуже важливо також підвищити кваліфікацію водіїв, поліпшити технічне обслуговування автомобілів, перейти на прогресивні форми організації праці та її матеріального стимулювання.

Виконав	Галченко В.В.			<i>КРМ 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## ВИСНОВОК

Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка ефективного маршруту доставки вантажів автомобільним транспортом.

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні завдання.

У першому розділі проаналізовано організації паливно-мастильних матеріалів в Україні. Мастильні матеріали становлять широкий спектр олів і рідин, які застосовуються у всіх основних галузях промисловості на міжнародному рівні. Вони забезпечують ефективну роботу компресорів, турбін, електродвигунів, двигунів внутрішнього згорання та інших механічних компонентів..

Класи небезпечних вантажів визначені відповідно до ДОПНВ. Також розглянули класифікацію товарів за конкретними характеристиками та умовами транспортування, на даний час відомо тільки про 11 таких груп.

У другому розділі було проаналізовано види та пакування. Також дав транспортну характеристику вантажу який будемо перевозити. Після цього було зроблено порівняння двох транспортних засобів та було обраний оптимальний транспорт виходячи з розрахунків. Аизначили яким чином відбувається завантаження та вивантаження нафтопродуктів. Також було побудована оптимальний маршрут.

У третьому розділі було досліджено часові параметри роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування.

У четвертому розділі визначені техніко-економічних показників для перевезень паливно-мастильних матеріалів.

Також я виконав:

1. Побудову гістограми та функції розподілення інтервалів прибуття робочих автомобілей на склад:

Виконав	Галченко В.В.							Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

KPM 275 7 ПЗ

2. Дослідив часові параметри роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування

3. було розв'язане задачу з моделювання процесу перевалки паливно-мастильних матеріалів на основі методів теорії системи масового обслуговування. Обчислені фінальні значення:

- ймовірності станів ЦС;
- ймовірності відмов в обслуговуванні заявки;
- відносної пропускної здатності ЦС;
- абсолютної пропускної здатності ЦС;
- середнього числа зайнятих навантажувачів на ЦС.

4. Визначив техніко-економічні показники для перевення паливно-мастильних матеріалів

Виконав	Галченко В.В.			<i>КРМ 275 7 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Захарчук О. В. Аналіз ринку пально-мастильних матеріалів в Україні. Науковий вісник Херсонського державного університету. 2014. Вип. 5(1). С. 181–184. URL: [http://www.ej.kherson.ua/journal/economic\\_05/44.pdf](http://www.ej.kherson.ua/journal/economic_05/44.pdf)
2. Статистика та реєстри Державної митної служби України. URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri>
3. Стрій Л. О. Маркетинговий аналіз ринку мастильних матеріалів України. I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Формування потенціалу економічного розвитку промислових підприємств». URL: [https://economics.net.ua/files/science/form\\_ek\\_rozv/2015/66.pdf](https://economics.net.ua/files/science/form_ek_rozv/2015/66.pdf)
4. Azmol має намір збільшити частку на ринку імпортованих машинних мастил до 20%. URL: <https://gmk.center/ua/news/azmol-namir-zbilshiti-chastku-na-rinku-importnih-mashinnih-mastil-do-20/>
5. Global Lubricants Market – Industry Trends and Forecast to 2030. URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/ru/reports/global-lubricants-market>
6. Pro-Consulting Аналіз ринку мастильних матеріалів у 2023 році. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-smazochnyh-materialov-v-ukraine-2024-god>
7. Офіційний сайт Державної служби статистики України Searates: [Веб-сайт]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Болдовська К. П. Сучасний стан і шляхи підвищення ефективності роботи автотранспортного комплексу України у контексті розвитку транскордонного співробітництва / К. П. Болдовська, Д. В. Лиженков, Р. С. Цубера // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва : зб. наук. праць Харківського національного автомобільнодорожнього університету. – Харків : ХНАДУ. – 2017. – № 3 (18), Т. 2. – С. 4-8.

Виконав	Галченко В.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 7 ПЗ

9. Про перевезення небезпечних вантажів: Із змінами, внесеними згідно із Законами № 586-VI від 24.09.2008, ВВР, 2009, № 10-11, ст.137. - Київ: Верховна Рада України. - 10 с.

10. Расчет загрузки // Searates: [Веб-сайт]. URL: <https://www.searates.com/ru/reference/stuffing/>

11. Розділ 23 Правила перевезення вантажів в універсальних контейнерах [Електронний ресурс]. – 20. [Веб-сайт]. URL: [https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/terms\\_of\\_freight/page-2/265812/..](https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/page-2/265812/)

12. Транспортная логистика : учеб. / под ред. Л. Б. Миротина. – 2-е изд., стереотип. – М. : Экзамен, 2005. – 512 с.

13. Кокаев, О. Г. О технологии анализа транспортных процессов в современных условиях хозяйствования [Текст] / О. Г. Кокаев, О. Ю. Лукомская, С. А. Селиверстов // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 2(39). – С. 32–36.

14. Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие [Текст] / А. Э. Горев. – С.-Пб.: СПбГАСУ, 2010. – 214 с.

15. Транспортування нафтопродуктів в автоцистернах здійснюється за спеціальними естакадах, стояках і автоматизованим системам: [Веб-сайт]. URL <https://tvoe-avto.com/240256-kak-proisxodit-naliv-i-sliv-nefteproduktov-v-avtocisterny.html>

16. Сергеев В. І. Логістика забезпечення / В. І. Сергеев, П. І. Ельяшевич. : Юрайт, 2014. – 523 с. – (2).

17. Бродецкий Г. Б. Економіко-математичні методи і моделі в логістиці. Процедури оптимізації / Г. Б. Бродецкий. – Харків: Академія, 2012. – 212 с.

18. Саламахіна К. В. Методи оптимізації грузоперевезень на прикладі залізничного транспорту / К. В. Саламахіна. – 2016. – URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/metody-optimizatsiigruzoperevozok-na-primere-zheleznodorozhnogo-transporta>.

Виконав	Галченко В.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

19. Фото вантажівок URL: <https://autoline.ua/-/benzovozi--c22>

20. Транспортні операції роль і організація URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/international-relations/19329/>

21. Двухосьбовий сидячий тягач SCANIA G400 URL: <https://zapchasti-chagatay.com.ua/dvuhosnyj-sedelnyj-tyagach-scania-g400.html>

22. Технічні характеристики- Actros 1851 LS 4x2 URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/perevezenna/vantazivki-tagaci-mercedes-benz/actros-1851-ls-4x2-11727298>

23. Організація превезення небезпечних вантажів навчальний посібник: С. В. Панченко, В. М. Запара, А. О. Ковальов, Д. І. Мкртичян, Я. В. Запара

24. Особливості наливного вантажу та автоцистерн URL: <https://ewlog.com.ua/ua/blog/shcho-potribno-znaty-pro-perevezennya-ridkykh-produktiv>

25. GoogleMap URL:

<https://www.google.com/maps/place/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B5,+%D0%94%D0%BD%D0%B5%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F+%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C,+53070/@48.1493017,34.0815762,8z/data=!4m6!3m5!1s0x40db193dccba4625:0x1225qtmw>

Виконав	Галченко В.В.			КРМ 275 7 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



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

**ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**на тему:**

**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА  
ДОСТАВКИ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ»**

**»**

**студента групи Т23-1м  
Гапченко Владислава Валерійович  
Спеціальність 275 Транспортні технології  
(на автомобільному транспорті)**

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:  
кандидат технічних наук, доцент,  
завідувач кафедри транспортних технологій  
та міжнародної логістики  
С.А.Разгонов

---

*(підпис)*

Дніпро  
2025

# Аналіз організації паливно-мастильних матеріалів в Україні

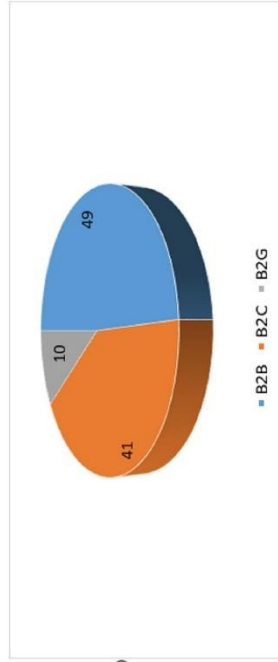
Динаміка експорту та імпорту нафтопродуктів України за 2020-2023 роки

Рік	Експорт		Імпорт	
	Млн дол	% у загальному експорті	Млн дол	% у загальному імпорті
2020	128,0	0,26	3396,6	6,26
2021	192,6	0,20	5614,8	7,66
2022	71,96	0,16	8787,2	14,77
2023	40,1	0,11	7831,5	12,33

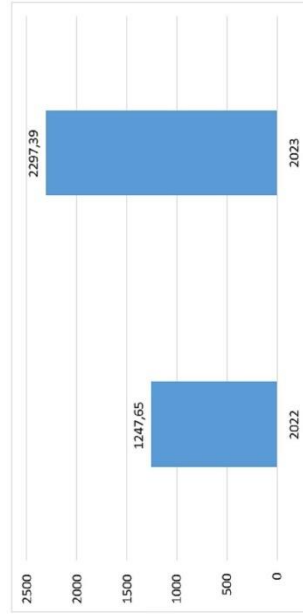
Коефіцієнт співвідношення імпорту/експорту нафтопродуктів України за 2020-2023 роки

Рік	Імпорт		Коефіцієнт співвідношення імпорту/експорту	
	Млн дол	Млн дол	Млн дол	Млн дол
2020	128,0	3396,6	26,53	
2021	192,6	5614,8	29,15	
2022	71,96	8787,2	122,11	
2023	40,1	7831,5	195,30	

Джерело: складено автором на основі [2]



Структура ринку мастильних матеріалів України за секторами у 2023 році, %



Динаміка державних закупівель мастильних матеріалів в Україні 2022-2023 роки у грошовому виразі, млн грн

КБР 275 7 ГЧ		Лист № 10001	
№ документа	№ документа	Дата	Дата
11	11	11	11
Унікод: ар. 719-3		Код документа	



Графічний аркуш №3

ВИБІР ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТА ІХ АНАЛІЗ

SCAMA G400



MERCEDES-BENZ AXOR



(1\*)  $I_{грз} = \frac{24 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 90}{144 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,1} = 6,13$

Диск

(2\*)  $I_{грз} = \frac{21 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 90}{144 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,1} = 5,37$

2) Формула для розрахунку годинної продуктивності (т/год):

$$W_{гр} = \gamma_c \cdot \beta_c \cdot V_m \cdot t_{гр}$$

Диск (1\*)  $W_{грз} = \frac{24 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,14}{144 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,1} = 804$

Диск (2\*)

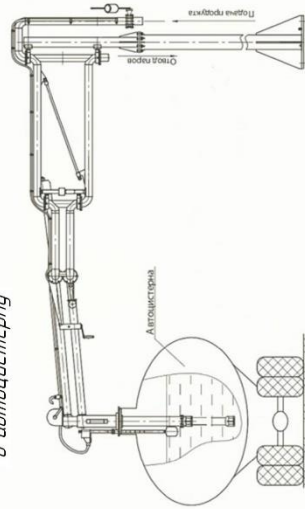
$$W_{грз} = \frac{21 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,14}{144 \cdot 0,5 \cdot 90 \cdot 1,1} = 715$$

Розрахунок для кожного з обраних транспортних засобів

Вибір оптимального автотранспортного засобу для перевезення вантажу виконується на підставі порівняння експлуатаційних та економічних розрахунків, представлених в таблиці

Показник	Умовні позначення	V <sub>грз</sub> / t <sub>гр</sub>		
		Q <sub>г</sub>	У <sub>г</sub>	Р
Вантажність, т/год	Q <sub>г</sub>	24	21	
Коефіцієнт степічного використання	У <sub>г</sub>	1,1	1,1	
Час приєзду авто під вантажним	В <sub>г</sub>	1,1	1,1	
1 розв'язання, год.	В <sub>г</sub>	0,5	0,5	
Відсоток заповнення вантажної	У <sub>в</sub>	90	90	
Шлях, км/год	Ш <sub>г</sub>	30	30	
Відмова від роботи вартості палива	Н <sub>г</sub>	1,3	1,3	
1 год, руб/год	У <sub>г</sub>	20	20	
Сумарний коефіцієнт ефективності, %	Р	0,88	0,8	
Гіпотеза густини палива, г/см <sup>3</sup>				1,3

Схема герметичного способу наливу нафтопродукту в автотанкостерну



КБР 275 4 ГЧ

№ з/п	№ з/п	№ з/п	№ з/п	№ з/п
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

Вибір транспортних засобів

УРСР, стр. 719-3

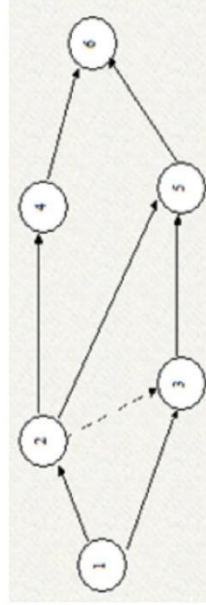


# Розробка математичної моделі процесу перебалки паливно-мастильних матеріалів

Вихідні данні

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	M	60	68	77	89	92	95	103	105
2	60	M	8	17	29	32	35	43	45
3	68	8	M	9	21	24	27	35	37
4	77	17	9	M	12	15	18	26	28
5	89	29	21	12	M	3	6	14	16
6	92	32	24	15	3	M	3	11	13
7	95	35	27	18	6	3	M	8	10
8	103	43	35	26	14	11	8	M	2
9	105	45	37	28	16	13	10	2	M

Сітьовий графік схем доставки вантажів по маршруту



i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	d <sub>i</sub>
1	M	60	68	77	89	92	95	103	105	60
2	60	M	8	17	29	32	35	43	45	8
3	68	8	M	9	21	24	27	35	37	9
4	77	17	9	M	12	15	18	26	28	9
5	89	29	21	12	M	3	6	14	16	3
6	92	32	24	15	3	M	3	11	13	3
7	95	35	27	18	6	3	M	8	10	3
8	103	43	35	26	14	11	8	M	2	2
9	105	45	37	28	16	13	10	2	M	2

i \ j	6	8	d <sub>i</sub>
7	M	0	0
9	0	M	0
d <sub>j</sub>	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(6,3) = 186 + 0 = 186 \leq 192$$

Ребро (6,3) включаємо маршрут з новим кордоном  $H=186$ .

Відповідно до цієї матриці включаємо в **гадійдовий** маршрут ребра (7,8) та (9,6).

У результаті по дереву **гадійдовий** цикл створює ребра:

(8,9), (9,6), (6,3), (3,1), (1,2), (2,4), (4,5), (5,7), (7,8),

Довжина маршруту  $F(MK) = 210$

Задача Комівояжера

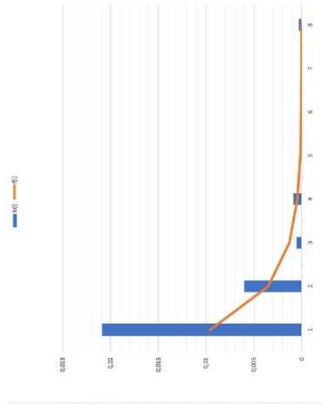
Результат розв'язання задачі

КВР 275 7 ГЧ		Дата: _____	
Розробник: _____		Клас: _____	
Мета: _____		Тема: _____	
Завдання: _____		Результат: _____	
Висновок: _____		Підпис: _____	
Дата: _____		Місце: _____	

Графічний аркуш №6

## РОЗРАХУНОК ЧАСОВИХ ТА ВАРТІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МАРШРУТУ

Гістограма і функція розподілення інтервалів прибуття



Розподілення інтервалів прибуття

№	Проваз меча роз'їзду	$P_i$	$h_i$	Обчислення $f(i)$
			$\lambda \cdot h_i$	$e^{-\lambda \cdot h_i} \cdot \lambda \cdot h_i$
1	38	0.13	0.000871	$1 \cdot 1.9928737 \cdot 0.3260828 = 0.64964796$
2	73	0.21	0.006	$1 \cdot 2.9469154 \cdot 0.1211021 = 0.35532517$
3	108	0.02	0.0005714	$1 \cdot 3.989957 \cdot 0.04109447 = 0.16393959$
4	143	0.03	0.0008571	$1 \cdot 4.1022986 \cdot 0.01631808 = 0.06712976$
5	178	0	0	$1 \cdot 5.176402 \cdot 0.0005056 = 0.002612617$
6	213	0	0	$1 \cdot 6.119818 \cdot 0.00021652 = 0.00132945$
7	248	0	0	$1 \cdot 7.1162124 \cdot 0.00008184 = 0.0005845$
8	283	0.01	0.000287	$1 \cdot 8.1207165 \cdot 0.00029738 = 0.0024165$

№	Меча	$\Delta t$	$h_i$	$f(i)$	$F(i)$	$F(i) - F(i-1)$	$n_i$	$(n_i - n_i)^2$	$\frac{(n_i - n_i)^2}{n_i}$
1	38	-1.0994	0.1304	0.6657	0.6319	0.0038	1.0000	43.626	0.6318
2	73	-2.0993	0.2101	0.8758	0.8460	0.0298	2.0000	5.278	0.0264
3	108	-3.0992	0.0202	0.8960	0.9162	0.0202	2.0000	0.854	0.0043
4	143	-4.1033	0.0302	0.9262	0.9564	0.0302	3.0000	0.144	0.0048
5	178	-5.1074	0.0001	0.9263	0.9565	0.0002	0.0000	-1.000	0.0000
6	213	-6.1115	0.0000	0.9263	0.9565	0.0000	0.0000	0.000	0.0000
7	248	-7.1152	0.0000	0.9263	0.9565	0.0000	0.0000	0.000	0.0000
8	283	-8.1207	0.0003	0.9267	0.9566	0.0003	1.0000	0.346	0.0346
$\Sigma$							10		54.961

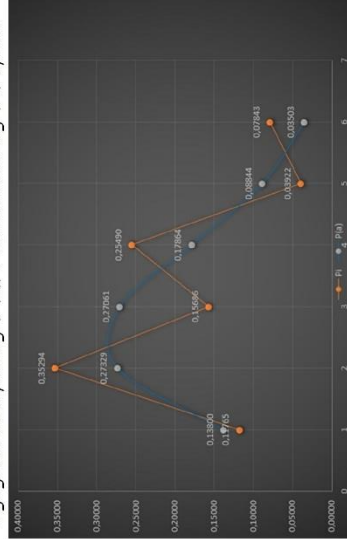
Перевірка гіпотези про розподіл Ерланга

№	$\sigma$	$\pi$	$P$	$M(a)$	$M(a)$
1	0	6	0.11765	0.0000	0.0000
2	1	18	0.35294	0.35294	0.3529
3	2	8	0.15686	0.3137	0.6275
4	3	13	0.25490	0.76471	2.2941
5	4	2	0.03922	0.15686	0.6275
6	5	4	0.07843	0.39216	1.9608
$\Sigma$			1.00000	1.9804	5.8627

Визначаємо по закону Пуассона розподіл імовірностей

№	$a$	$\lambda \cdot a$	$a!$	$e^{-\lambda \cdot a}$	$P(a)$
1	0	1,000	1	0,138	0,13800
2	1	1,980	1	0,138	0,27329
3	2	3,922	2	0,138	0,27061
4	3	7,767	6	0,138	0,17864
5	4	15,382	24	0,138	0,08844
6	5	30,462	120	0,138	0,03503

Будемо імовірнісн  $P(a)$  і статистичну  $P_i$  криві.



Вибір транспортної або залізної лінії

УМСФ, ар. 723-М





