

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

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

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

_____ А.І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СХЕМИ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАФТОПРОДУКТІВ У МІЖНАРОДНОМУ
СПОЛУЧЕННІ»**

Виконав: студент групи Т21-2
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Сухий Андрій Євгенович

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Леснікова Ірина Юріївна

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ,
кандидат технічних наук, доцент
Халіпова Наталія Володимирівна

Дніпро
2025

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

Факультет інноваційних
технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної
логістики
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)
Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики

/А. І. Кузьменко/
„05” грудня 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
здобувачу вищої освіти**

СУХОМУ АНДРІЮ ЄВГЕНОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Організація транспортно-логістичної схеми перевезень нафтопродуктів у міжнародному сполученні.

Керівник роботи: Леснікова Ірина Юріївна, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по УМСФ
від “12” травня 2025 року № 340кс.

2.Строк подання здобувачем роботи на кафедру «03» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

- 3.1Маршрут перевезення: місто Варшава (Польща) – місто Київ (Україна);
- 3.2Протяжність маршруту – 850 кілометрів;
- 3.3Вантаж – бензин (А95);
- 3.4Об'єм планового перевезення вантажу – 1000 тонн;

3.5 Терміни перевезення вантажу – 5 днів.

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

4.1 Оцінка поточного стану міжнародних перевезень нафтопродуктів.

4.2 Розробка логістичного ланцюжка транспортування.

4.3 Проектування міжнародного маршруту доставки нафтопродуктів.

4.4 Аналіз роботи нафтопереробного заводу як системи масового обслуговування

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Оцінка поточного стану міжнародних перевезень нафтопродуктів.

5.2 Розробка логістичного ланцюжка транспортування.

5.3 Проектування міжнародного маршруту доставки нафтопродуктів.

5.4 Аналіз роботи нафтопереробного заводу як системи масового обслуговування

6. Дата видачі завдання: «12» грудня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Визначення теми кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ)	протягом I семестру	-
	Складання змісту роботи, оформлення та затвердження завдання	до 05.12.2024 р.	2%
	Опрацювання літературних джерел, нормативних документів	до 19.01.2025 р.	5%
	Збір та обробка статистичних і звітних даних	до 21.02.2025 р.	10%
	Написання вступу та розділу 1. Оцінка поточного стану міжнародних перевезень нафтопродуктів	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Розробка логістичного ланцюжка транспортування	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Проектування міжнародного маршруту доставки нафтопродуктів	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Аналіз роботи нафтопереробного заводу як системи масового обслуговування	до 04.05.2025 р.	80%
	Формування висновків, оформлення пояснювальної записки	до 25.05.2025 р.	90%
	Оформлення графічної частини	до 30.05.2025 р.	95%
	Подання на кафедру електронного варіанту роботи	до 05 червня 2025 р.	-
	Перевірка КРБ на відсутність плагіату	06 червня 2025 р.	-
	Подання на кафедру кваліфікаційної роботи	до 10 червня 2025 р.	100%
	Отримання Висновку кафедри про допуск КРБ до захисту	10 червня 2025 р.	-
	Отримання Рецензії на КРБ	до 13.06.2025 р.	-
	Підготовка тексту доповіді і демонстраційного матеріалу	до 15.06.2025 р.	-
	Захист кваліфікаційних робіт бакалаврів	з 16.06.2025 р. по 22.06.2025 р.	-

Здобувач освіти

(підпис)

А. Є. Сухий
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

І. Ю. Леснікова
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сухий А.Є. Організація транспортно-логістичної схеми перевезень нафтопродуктів у міжнародному сполученні. Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена організації транспортно-логістичної схеми перевезень нафтопродуктів у міжнародному сполученні.

Проведено оцінку поточного стану міжнародних перевезень нафтопродуктів, а також проблеми та виклики при організації їх перевезень. Розроблено логістичний ланцюг транспортування. Спроектовано міжнародний маршрут доставки нафтопродуктів. Проаналізовано роботу нафтопереробного заводу як системи масового обслуговування

THE SUMMARY

Sukhyi A.E. Organisation of the transport and logistics scheme of oil products transportation in international traffic. Bachelor's qualification work for the degree of 'Bachelor' in the speciality 275 Transport Technologies (in road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The bachelor's thesis is devoted to the organisation of the transport and logistics scheme for the transportation of petroleum products in international traffic.

The current state of international transportation of oil products, as well as problems and challenges in the organisation of their transportation, were assessed. The logistics chain of transportation is developed. An international oil product delivery route was designed. The operation of a refinery as a mass service system is analysed.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ОЦІНКА ПОТОЧНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАФТОПРОДУКТІВ	7
1.1 Аналіз ринку міжнародних перевезень нафтопродуктів	7
1.2 Проблеми та виклики при організації перевезень нафтопродуктів у міжнародному сполученні	14
2. РОЗРОБКА ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮЖКА ТРАНСПОРТУВАННЯ	19
2.1 Постановка завдання	19
2.2 Визначення вимог до транспортування нафтопродуктів	20
2.3 Вибір найбільш підходящих транспортних засобів для перевезення нафтопродуктів	22
2.4 Розрахунок часу на кожну операцію та загальної тривалості вантажних операцій	28
3. ПРОЄКТУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ НАФТОПРОДУКТІВ	32
3.1 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників	32
3.2 Розрахунок вартості перевезення за маршрутом	35
3.3 Розрахунок прибутку та встановлення тарифів на перевезення вантажу	38
4. АНАЛІЗ РОБОТА НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	42
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
Додаток А. Графічні матеріали	59

					КРБ	275	14	ПЗ	
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Сухий А.Є.				ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАФТОПРОДУКТІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	Літ.	Арк.	Аркуші	
Перевір.	Леснікова І.Ю.								
Реценз.	Халіпова Н.В.							6	
Н. контр.	Леснікова І.Ю.					УМСФ, ГР. Т21-2			
Затверд.	Леснікова І.Ю.								

ВСТУП

Розвинена система перевезень є однією з основних складових ефективного функціонування національної економіки. У сучасних умовах особливого значення набувають питання логістичного забезпечення міжнародних вантажоперевезень [1], зокрема транспортування паливно-мастильних матеріалів. Нафтопродукти – це критично важлива категорія вантажів, безперебійне постачання яких забезпечує функціонування промисловості, транспорту, сільського господарства та побуту.

Сучасні реалії, пов'язані з глобальними кризами, змінами геополітичної ситуації, воєнними діями та порушенням сталих логістичних ланцюгів, вимагають пошуку нових підходів до організації транспортування нафтопродуктів. Втрата традиційних маршрутів постачання, зокрема з боку рф та білорусі, актуалізувала необхідність формування нових логістичних схем, адаптованих до європейських умов [2].

Мета даної роботи полягає в розробці ефективної транспортно-логістичної моделі перевезення нафтопродуктів у міжнародному сполученні на прикладі маршруту Варшава (Польща) – Київ (Україна). У процесі дослідження розглядаються ключові аспекти організації перевезення небезпечних вантажів, проводиться аналіз ринку, вибір транспортного засобу, побудова логістичного ланцюга, економічне обґрунтування маршруту, а також моделювання процесу завантаження нафтопродуктів на НПЗ як системи масового обслуговування.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розробленої схеми для подальшого удосконалення логістичних процесів при перевезенні ПММ у міжнародних та внутрішніх сполученнях. Результати дослідження можуть стати основою для оптимізації витрат, скорочення часу доставки та підвищення надійності логістичних операцій.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ			Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

1. ОЦІНКА ПОТОЧНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАФТОПРОДУКТІВ

1.1 Аналіз ринку міжнародних перевезень нафтопродуктів

Нафтопродукти є однією з ключових товарних груп, які формують основу сучасної глобальної економіки, забезпечуючи енергетичні потреби промисловості, транспорту та інших галузей господарства. Міжнародні перевезення нафтопродуктів характеризуються високим рівнем складності через особливості вантажу, вимоги до транспортування та необхідність дотримання міжнародних стандартів екологічної та транспортної безпеки [2].

Отож, ефективне транспортування та логістика відіграють вирішальну роль у нафтовій промисловості. Транспорт сполучає місця видобутку, нафтопереробні заводи, сховища та кінцевих споживачів по всьому світу. Логістика охоплює планування, впровадження та контроль ефективного та результативного руху та зберігання товарів, послуг та пов'язаної інформації від місця походження до місця споживання. Без належної організації логістичних процесів можуть виникати затримки на будь-якому етапі, що призводить до збільшення операційних витрат, затримки поставок споживачам та потенційного дефіциту в окремих регіонах.

У 2024 році світовий попит на нафту зріс на 840 тис. барелів на добу (б/д), досягнувши 103,9 млн б/д. Прогнозується, що у 2025 році зростання складе 1,1 млн б/д, що свідчить про стабільне збільшення споживання нафтопродуктів [3].

Однак, обсяги світового експорту сирої нафти у 2024 році знизилися на 2%, що стало першим падінням з часів пандемії COVID-19 [4]. Це зниження пов'язане зі слабким зростанням попиту та змінами в роботі нафтопереробних заводів і трубопроводів (див. рисунок 1.1)

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

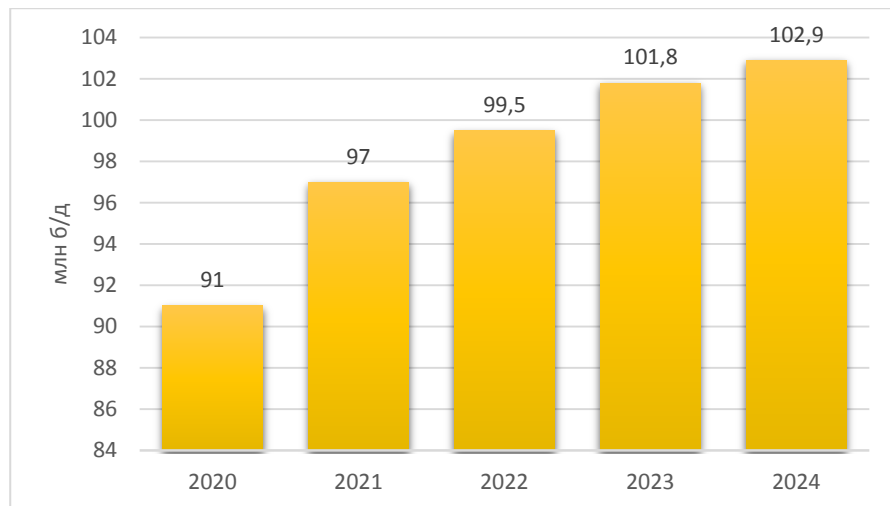


Рисунок 1.1 – Світовий попит на нафту (в млн б/д) [5]

Глобальний ринок послуг з транспортування сирової нафти у 2023 році оцінювався у 75,4 млрд доларів США та, за прогнозами, зростатиме на 4,7% щорічно в період з 2024 по 2032 рік. Інший звіт оцінює світовий ринок транспортування сирової нафти у 5308,3 млн доларів США у 2023 році, з очікуваним зростанням до 7179,8 млн доларів США до 2030 року із середньорічним темпом зростання у 4,8% (див. рисунок 1.2).

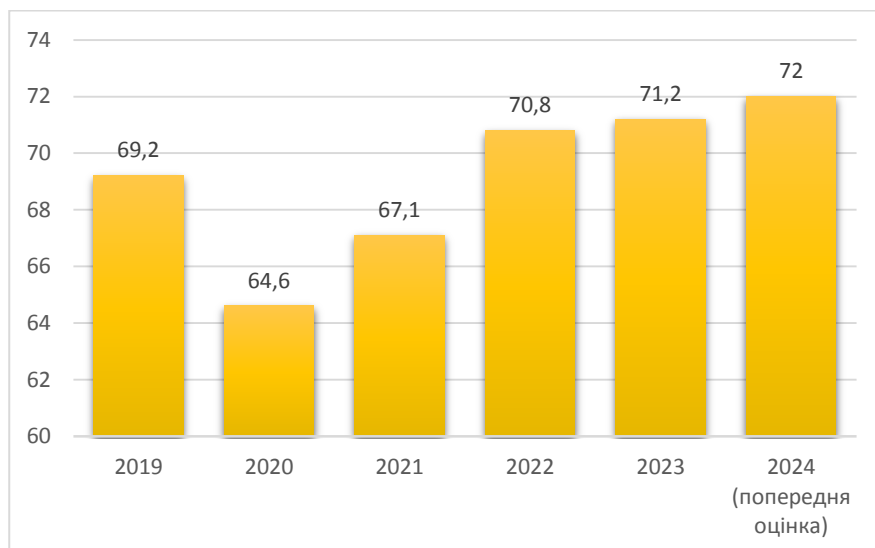


Рисунок 1.2 – Обсяг міжнародних перевезень нафти (включаючи сиру нафту та нафтопродукти – в млн б/д) [5]

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ринок транспортування нафти та газу у 2024 році оцінювався у 330,06 млрд доларів США і, як очікується, зросте до 457,64 млрд доларів США до 2034 року, із середньорічним темпом зростання у 3,32% (див. рисунок 1.3).

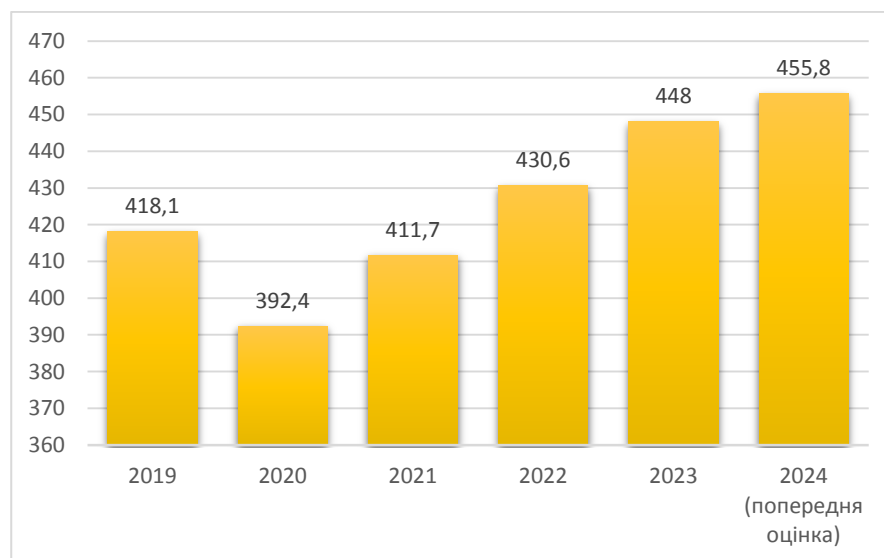


Рисунок 1.3 – Обсяг міжнародних перевезень природного газу (млрд. куб.м) [5]

Ці дані свідчать про стійке зростання ринку, зумовлене збільшенням світового попиту на енергію, особливо в країнах, що розвиваються. Незначні розбіжності в оцінках розміру ринку в різних звітах можуть бути пов'язані з різним охопленням (сира нафта проти всіх нафтогазових продуктів) та методологіями.

За період 2019-2021 років Україна щорічно імпортувала 8–9 млн тонн нафтопродуктів (код УКТЗЕД 2710). Зокрема, у 2019 р. імпорт становив близько 8,43 млн т, у 2020 р. – 8,02 млн т, а у 2021 р. – 8,79 млн т. Імпорт забезпечував приблизно 80% внутрішнього споживання пального; частка власного виробництва (Кременчуцький НПЗ, Шебелинський ГПЗ) не перевищувала 18–20% (див. рисунок 1.4) [6].

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

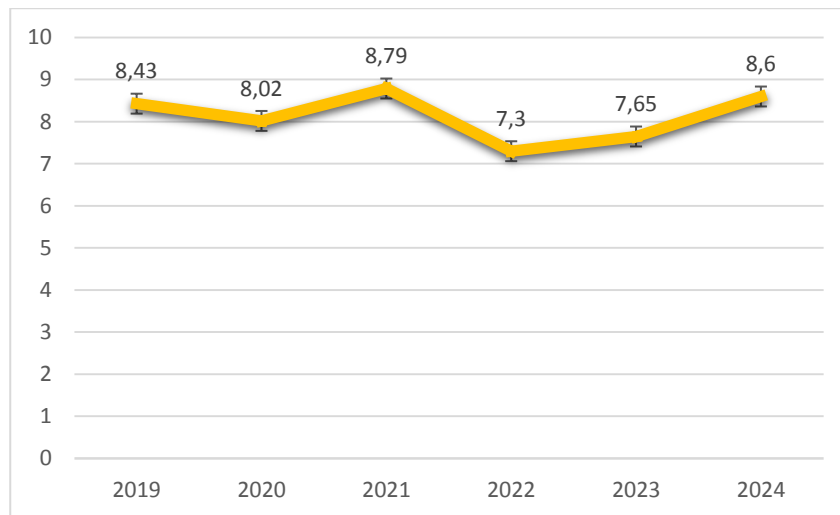


Рисунок 1.4 – Динаміка імпорту нафтопродуктів в Україну за 2019-2023 роки (млн. т.) [7]

Експорт готових нафтопродуктів у ті ж роки був незначним (≈ 300 тис. т на рік або $\sim 3\text{--}4\%$ від обсягу імпорту) – наприклад, у 2021 р. експорт склав 308,7 тис. т. Основними експортними позиціями були важкі нафтові фракції (мазут, вакуумний газойль тощо), які відправлялися переважно морським шляхом (наприклад, у 2021 році $18,7\%$ експорту – 57,6 тис. т – припало на Мальту) [7].

Після початку повномасштабної війни зовнішня торгівля паливом різко змінилася. 2022 року імпорт скоротився до $\sim 7,3$ млн т, експорт – до 58,5 тис. т. Найбільше вплинуло знищення Кременчуцького НПЗ та втрата традиційних постачальників з Білорусі та росії. Водночас логістика імпорту оперативно переорієнтувалася на нові маршрути через західний кордон. У 2023 р. імпорт зріс до 7,65 млн т, тоді як експорт впав до мінімальних 27,6 тис. т. Отже, внутрішній ринок пального у 2022–2023 рр. майже повністю залежав від імпорту, особливо автомобільним та залізничним транспортом [7].

У міжнародних перевезеннях нафтопродуктів домінують морський та трубопровідний транспорт, тоді як залізничний та автомобільний транспорт відіграють важливу, але меншу роль, особливо на регіональному рівні та для доставки кінцевим споживачам [2].

Виконав					Сухий А.Є.															КРБ 275 14 ПЗ					Арк.	
Перевірив					Леснікова І.Ю.																				11	
Змн.		Арк.		№ док.им.					Підпис					Дата												

Морський транспорт є основним видом транспорту для міжнародних перевезень нафтопродуктів, особливо на великі відстані. У 2023 році на міжнародні перевезення припадало близько 55% ринку.

Трубопровідний транспорт є найбільш ефективним та економічно вигідним методом транспортування на великі відстані, забезпечуючи постійний потік і усуваючи необхідність завантаження та розвантаження. У 2023 році на трубопровідний сегмент припадало понад 65% ринку.

Залізничний транспорт відіграє більш регіональну роль, часто з'єднуючи місця видобутку з трубопроводами або портами. А автомобільний транспорт є дуже гнучким і може досягати віддалених місць. Однак він, як правило, має меншу пропускну здатність та вищий рівень аварійності порівняно з іншими видами транспорту для великотоннажних міжнародних перевезень.

У 2019–2021 рр. в Україні основними каналами імпорту були залізничний та трубопровідний транспорт. До війни близько 97% імпорту доставлялося залізницею, морем або трубопроводами, і лише $\approx 3\%$ – автотранспортом. Залізничні поставки домінували завдяки стабільним закупівлям бензинів і дизпального з Білорусі та рф. Наприклад, у 2021 р. близько 78% імпорту бензинів припало на Білорусь – пальне надходило залізницею з Мозирського НПЗ.

Основний тягар несли залізниця (постачання з Білорусі, рф та Литви в цистернах) та в меншій мірі морські танкери (близько 3–5% імпорту; наприклад, у 2019 р. $\approx 3\%$ пального завезено морем) (див. рисунок 1.5). Морський імпорт включав партії бензину і дизелю через порти Чорного моря (Одеса, Миколаїв) – зокрема, від європейських нафтотрейдерів, Литви, Греції тощо.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

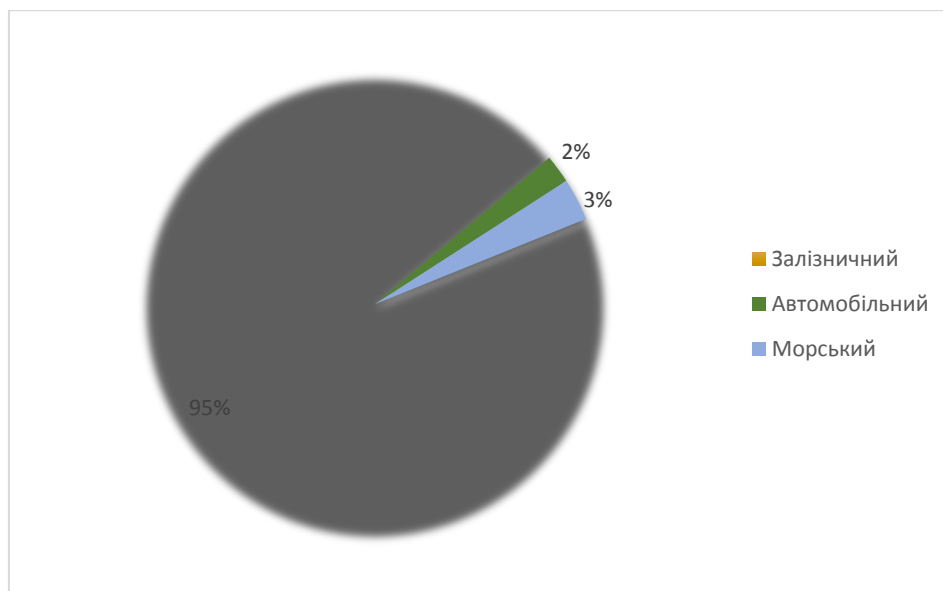


Рисунок 1.5 – Структура імпорту нафтопродуктів за видами транспорту у довоєнний період (2021 р.)

Унаслідок повномасштабного вторгнення рф у 2022 році звичні логістичні маршрути постачання нафтопродуктів в Україну були кардинально змінені. Морські поставки через Чорне море фактично заблокувалися, а трубопроводні – припинилися. Основне навантаження з постачання пального лягло на залізничний і автомобільний транспорт [8]. У травні 2022 року добові поставки бензовозами зросли з 4 до 12 тис. тонн, а за літо автотранспорт забезпечував уже до 33% імпорту пального (у 2021 р. ця частка була майже нульовою). У 2023 році диверсифікована логістична система стабілізувалась: $\approx 2,1$ млн т дизпального (близько третини) імпортовано автоцистернами, решта – залізницею та річковим/морським транспортом. До кінця 2023 року структура імпорту виглядала так: автомобільний транспорт – 33%, залізничний – 50%, водний – 17%, трубопроводний – 0% (див. рисунок 1.6).

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

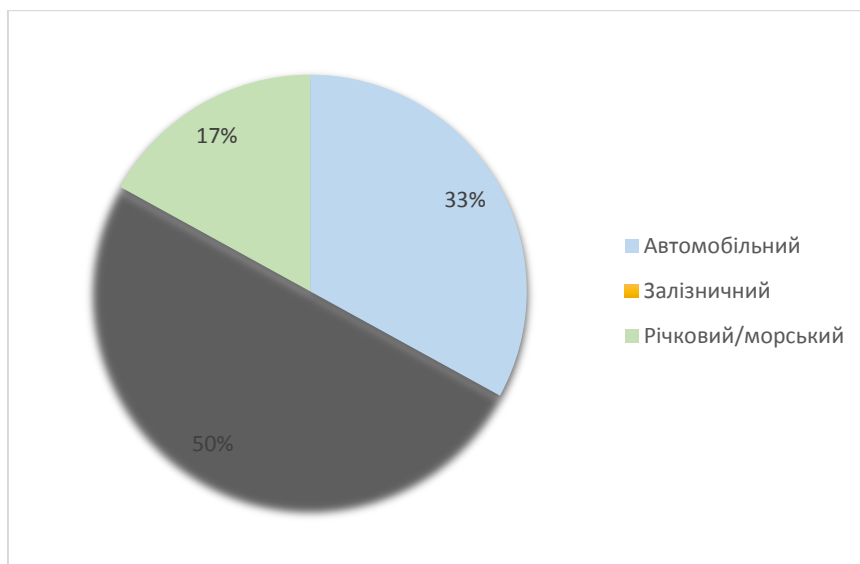


Рисунок 1.6 – Структура імпорту нафтопродуктів за видами транспорту у післявоєнний період (2023 р.)

У 2023 році Україна імпортувала близько 7,65 млн тонн нафтопродуктів, і ключовими постачальниками стали Індія (14,7%), Литва (13%) та Туреччина (10,9%) (див. рисунок 1.7). Така географія постачань стала результатом повного згортання імпорту з росії та Білорусі, які до 2022 року забезпечували понад 70% пального. Індія, яка раніше не була присутня на українському ринку, стала лідером за обсягом завдяки активній переробці російської нафти на своїх НПЗ — після цього продукція експортується як «індійська», обходячи санкції [9]. Литва, у свою чергу, є стабільним партнером і постачає пальне із заводу Orlen Lietuva (Mazeikiai) через Польщу [10]. Туреччина забезпечує частину поставок з власних НПЗ, які також переробляють сировину з рф, і доставляє продукцію через чорноморські й дунайські маршрути. Постачання здебільшого здійснюється залізницею, автоцистернами через західні переходи (Польща, Румунія), а також баржами через дунайські порти Рені та Ізмаїл. Така логістика забезпечила гнучкість і стійкість паливного ринку в умовах війни та блокади традиційних морських портів [10].

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

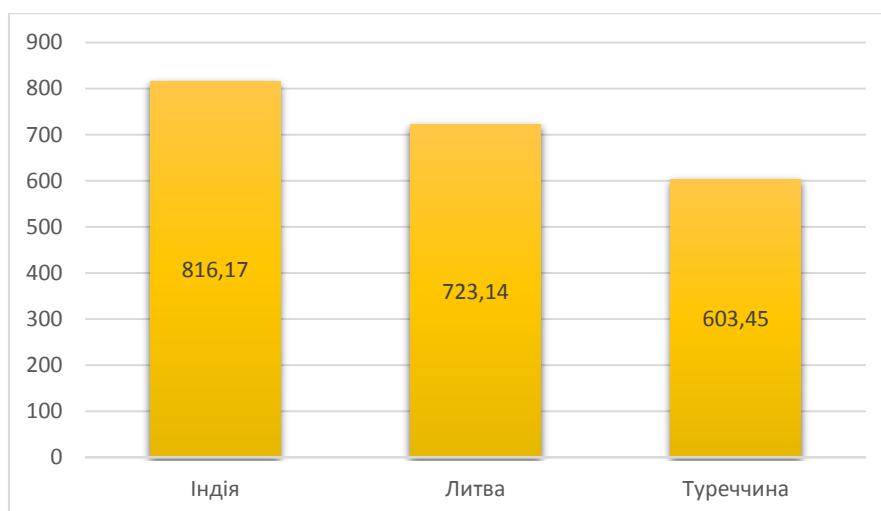


Рисунок 1.7 – Обсяг імпорту нафтопродуктів з основних країн-постачальників (тис. т) [10]

Таким чином, у 2019–2023 роках ринок нафтопродуктів в Україні зазнав глибокої трансформації, спричиненої геополітичними подіями, руйнуванням інфраструктури та порушенням усталених логістичних маршрутів. У відповідь на виклик Україна оперативно перебудувала логістику, змістивши акценти на авто- та залізничні перевезення з країн ЄС, а також на використання дунайських портів. Загалом, сформована після 2022 року система постачання пального забезпечила необхідну стабільність ринку, зменшила енергетичні ризики та продемонструвала здатність до швидкої адаптації в умовах кризи.

1.2. Проблеми та виклики при організації перевезень нафтопродуктів у міжнародному сполученні

За останні п'ять років політичні події та санкційні обмеження суттєво вплинули на перевезення нафтопродуктів у світі. Особливо відчутним став вплив санкцій, накладених на провідних виробників нафти. Наприклад, після початку повномасштабної війни в Україні у 2022 році ЄС запровадив ембарго на імпорт російських нафтопродуктів (з лютого 2023 р.), що різко змінило традиційні торговельні потоки [11].

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Європа, втративши свого основного постачальника дизпального, була змушена переорієнтувати логістику на Близький Схід, Азію та Америку. Імпорт нафтопродуктів з Індії до ЄС, приміром, зріс на 115% у 2023 р. порівняно з попереднім роком, суттєво збільшились поставки з Саудівської Аравії, США, інших країн Перської затоки та Північної Африки.

Геополітична нестабільність у ключових нафтових регіонах – від Перської затоки до Чорного моря – стала значним викликом. У Ормузькій протоці і раніше траплялися інциденти (атаки на танкери, затримання суден), але з 2022 р. найбільш небезпечним районом для нафтового трафіку став Чорноморський басейн.

Світова система перевезень нафтопродуктів у 2019–2023 роках неодноразово стикалася з перебоями. Навіть короточасне блокування критичних маршрутів, як Суецький канал чи протоки Босфор–Дарданелли, спричиняло затримки на 8–10 днів. У відповідь на ці виклики зросла роль мультимодальних перевезень: зокрема, в Україні поширилася схема «залізниця – дунайський порт – річковий баржа – морське судно». Проте кожен додатковий етап логістики збільшує ризики збоїв. До того ж прикордонні й митні бар'єри (особливо на заході України) сповільнюють постачання через обмежену пропускну здатність [12].

Перевезення нафтопродуктів також пов'язані з ризиками екологічних аварій, терористичних атак та зношеності інфраструктури. У 2022 році ракета влучила в танкер *Millennial Spirit* біля Одеси, спричинивши розлив дизпального. Світова практика знає також піратські атаки (наприклад, у Гвінейській затоці), захоплення суден в Ормузькій протоці та використання тіньового флоту старих танкерів, понад 35% яких перебувають під санкціями. У Чорному морі судна додатково ризикують через міни та ракетні загрози. Усе це ускладнює перевезення та підвищує страхові витрати.

Україна внаслідок війни перетворилася з експортера нафтопродуктів на нетто-імпортера. Якщо у 2019–2021 роках українські НПЗ та трейдери експортували сотні тисяч тонн нафтопродуктів (частина з яких йшла до

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірів	Леснікова І.Ю.							16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

Туреччини), то у 2023 році весь внутрішній попит ~7,6 млн тонн було покрито за рахунок імпорту (див. рисунок 1.8) [13].

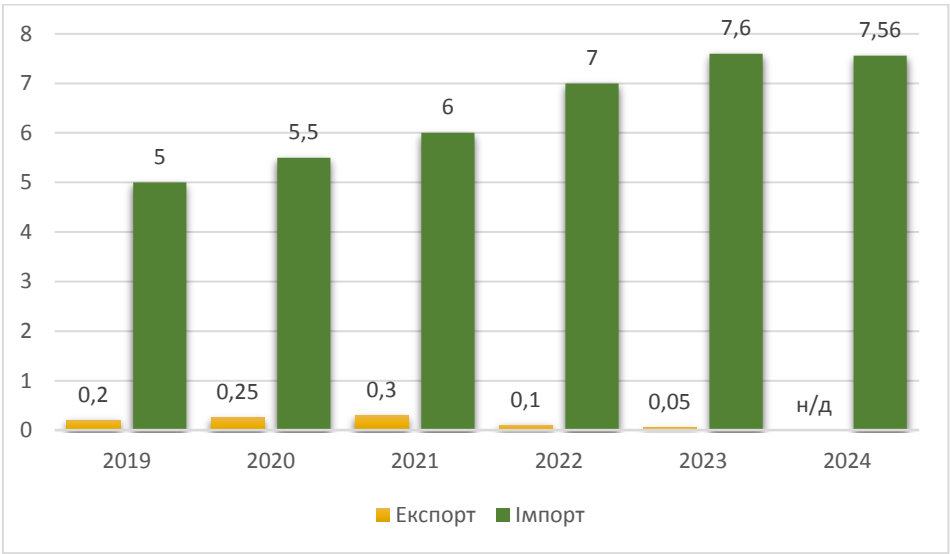


Рисунок 1.8 – Обсяги експорту та імпорту нафтопродуктів України (млн. т) [13]

Міжнародні перевезення нафтопродуктів у напрямку Україна-Туреччина заслуговують на окрему увагу, адже в цьому коридорі сконцентрувалися багато з наведених вище проблем під час останніх років.

По-перше, Туреччина географічно контролює вихід з Чорного моря (протоки Босфор і Дарданелли) і є ключовою транзитною ланкою для торгівлі нафтою та пальним з причорноморських країн. До повномасштабної війни обсяги перевезень нафтопродуктів між Україною та Туреччиною зростали, зважаючи на розвиток торговельних відносин (див. рисунок 1.9): Україна постачала до Туреччини продукти нафтопереробки (мазут, бітум, скраплений газ) та хімічну продукцію, а отримувала нафтопродукти турецьких НПЗ і транзитні ресурси з Близького Сходу.

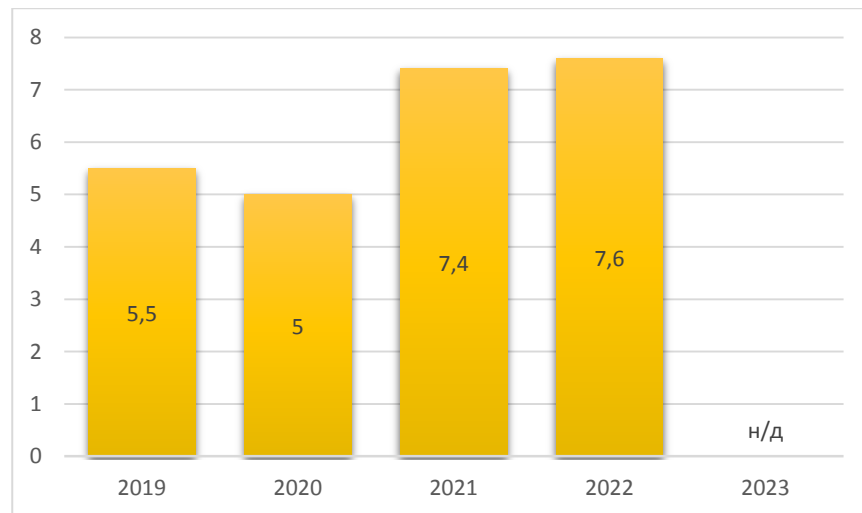


Рисунок 1.9 – Динаміка двосторонньої торгівлі між Україною та Туреччиною (обсяг торгівлі в млрд дол) [13]

По-друге, вплив війни на даний напрямок був руйнівним. З кінця лютого 2022 р. і протягом кількох місяців пряме сполучення морем між Україною та Туреччиною фактично припинилося через російську військову агресію та блокаду українських портів. Усі заплановані танкерні рейси були скасовані, частина суден залишалася заблокованою в українських гаванях. Після втрати цих каналів Україна стала повністю залежною від постачань з заходу. Таким чином, війна розірвала прямий ланцюг Україна–Туреччина у сегменті нафтопродуктів, змусивши шукати обхідні маршрути.

По-третє, у відповідь на блокаду з’явилися нові маршрути через Дунай. Вже з весни 2022 року український бізнес переорієнтував частину вантажопотоків на дунайські порти Ізмаїл та Рені, що на кордоні з Румунією. Хоча основним вантажем там було зерно та агропродукція, ці ж канали почали використовувати й для нафтовантажів. У результаті вантажообіг дунайських портів України у 2022–2023 рр. досяг 17,3 млн тонн на рік – це триразове перевищення довоєнного рівня. Нові нафтові маршрути через Дунай дозволили частково підтримати експорт і імпорт пального: зокрема, за даними української митниці, у 2023 році імпорт нафтопродуктів через дунайські порти склав близько 15% від загального обсягу імпорту пального України (див. таблицю 1.1).

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

Таблиця 1.1 – Основні проблеми та виклики при організації перевезень нафтопродуктів між Україною та Туреччиною

Проблема	Опис	Можливі рішення
Відмінності в технічних стандартах	Різниця в ширині залізничних колій між Україною та Європою ускладнює перевезення.	Використання адаптованих вагонів або перевантаження на кордоні.
Екологічні вимоги ЄС	Впровадження Європейського зеленого курсу вимагає зменшення викидів парникових газів.	Модернізація транспорту, перехід на екологічно чисті види пального.
Логістичні затримки на кордонах	Тривалі процедури митного оформлення та перевантаження.	Спрощення митних процедур, покращення інфраструктури пунктів пропуску.
Обмежена інфраструктура	Недостатня кількість спеціалізованих терміналів та обладнання.	Інвестування в розвиток логістичної інфраструктури, будівництво нових терміналів.

Таким чином, світовий попит на нафту демонструє стабільне зростання, що зумовлює відповідне розширення ринку логістичних послуг. Водночас український ринок зазнав глибокої трансформації внаслідок повномасштабної війни: країна перейшла від часткового експорту до повної залежності від імпорту пального, основними каналами якого стали авто- та залізничні перевезення. Заблоковані морські шляхи та втрачена трубопровідна інфраструктура спричинили переорієнтацію на дунайські порти та нових постачальників — Індію, Литву, Туреччину.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. РОЗРОБКА ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮЖКА ТРАНСПОРТУВАННЯ

2.1 Постановка завдання

Завданням даної кваліфікаційної роботи бакалавра є організація міжнародного перевезення бензину марки А95 за маршрутом місто Варшава (Республіка Польща) – місто Київ (Україна). Загальна протяжність маршруту становить 850 км. Для транспортування планується використання автомобільних цистерн (бензовозів-зчіпок), призначених для перевезення нафтопродуктів.

Відправлення бензину передбачається з нафтобази поблизу Варшави, далі паливо буде доставлено автоцистернами через міжнародні автомобільні пункти пропуску на українсько-польському кордоні, після чого прямуватиме в напрямку Києва до паливного хабу (див. рисунок 2.1).

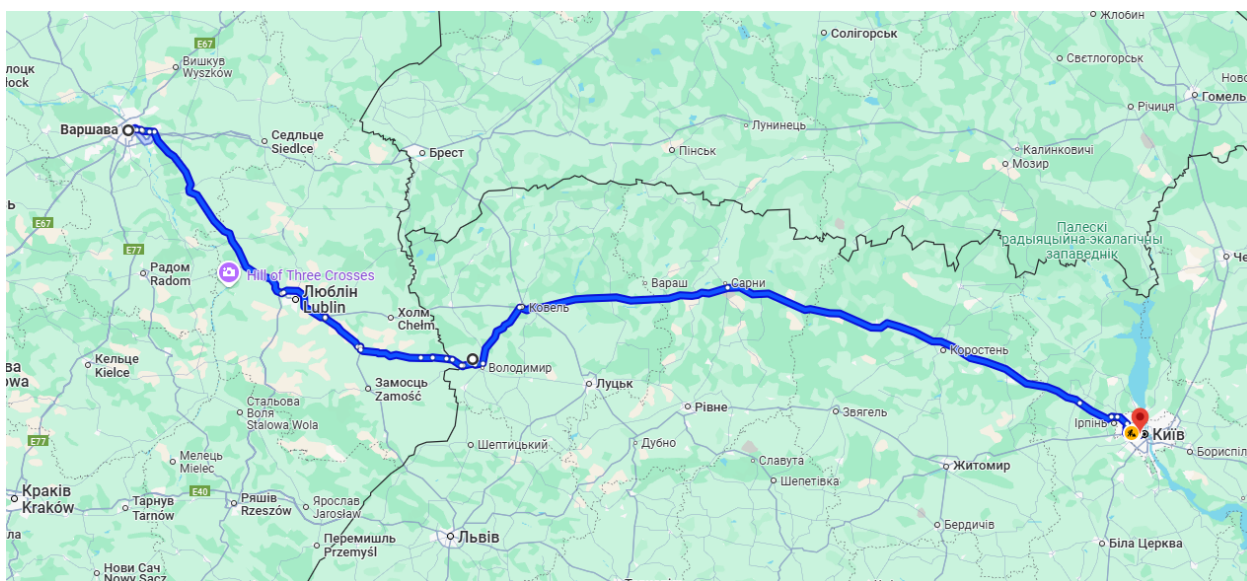


Рисунок 2.1 – Схема маршруту доставки нафтопродуктів з м. Варшави (Польща) до м. Київ (Україна)

Обсяг планового перевезення — 1000 тонн, що передбачає багаторазові рейси із залученням автотранспорту, сертифікованого для перевезення небезпечних вантажів згідно з вимогами ADR. У межах розділу буде

Виконав	Сухий А.Е.								Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					20

КРБ 275 14 ПЗ

визначено оптимальну логістичну схему транспортування, підібрано транспортні засоби, розроблено маршрут руху та проведено відповідні техніко-економічні розрахунки.

2.2 Визначення вимог до транспортування нафтопродуктів

Транспортування нафтопродуктів, зокрема бензину марки А95, є відповідальною логістичною операцією, що регламентується рядом міжнародних та національних нормативно-правових актів. У зв'язку з цим до організації перевезень даної категорії вантажів висуваються високі вимоги щодо безпеки, технічного стану транспорту, маркування вантажу та професійної підготовки персоналу.

Усі перевезення нафтопродуктів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні підлягають дотриманню положень Європейської угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR) [14]. Згідно з класифікацією ADR, бензин належить до класу 3 – легкозаймисті рідини. Тому до транспорту, водіїв і документації встановлюються такі ключові вимоги:

- Автомобілі-бензовози повинні бути спеціалізованими, обладнаними цистернами із системами запобігання витіканню, вентиляції та заземлення (див. рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Автомобіль-бензовоз для спеціалізованого перевезення нафтопродуктів [15]

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Цистерни мають бути сертифіковані на відповідність вимогам ADR та оснащені відповідним маркуванням (клас небезпеки, UN-код 1203 – бензин).



Рисунок 2.3 – Маркування, табличка з позначенням класу небезпеки [16]

- Водії повинні пройти спеціальне навчання та мати чинне ADR-свідоцтво, яке підтверджує право на перевезення небезпечних вантажів.
- Під час руху бензовоз має бути позначений оранжевими табличками з кодом небезпеки та ідентифікаційним номером вантажу.



Рисунок 2.4 – Позначення класу небезпеки вантажу на авто [17]

- Паливо має транспортуватися у відповідно розрахованій кількості, з урахуванням допустимого навантаження на вісь та об'єм цистерни.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Маршрут повинен бути спланований з урахуванням наявності дозволених пунктів перетину кордону, стоянок для небезпечних вантажів, а також зон, де діють обмеження на рух такого транспорту.

З огляду на те, що перевезення виконується в міжнародному сполученні, важливими є також митні формальності, які супроводжують транспортування пального. Зокрема, оформлюються CMR-накладна, сертифікат відповідності, товаросупровідні документи на вантаж, а також декларації на небезпечні вантажі.

Таким чином, дотримання вимог безпеки, технічної готовності транспорту та нормативного супроводу є ключовими умовами ефективного та законного транспортування нафтопродуктів на міжнародному маршруті Варшава – Київ.

2.3 Вибір найбільш підходящих транспортних засобів для перевезення нафтопродуктів

Вибір транспортного засобу для міжнародного перевезення нафтопродуктів, зокрема бензину марки А95, є критично важливим етапом у проєктуванні логістичного ланцюжка. Від нього залежить не лише економічна ефективність транспортування, а й безпека перевезення та відповідність міжнародним нормативам ADR [14].

На першому етапі було проведено аналіз ринку сучасних автопоїздів для перевезення легкозаймистих рідин (клас ADR 3). Серед найбільш популярних і затребуваних на європейському ринку моделей, які широко застосовуються для транспортування нафтопродуктів на далекі відстані, можна виділити такі комплекси:

- Mercedes-Benz Actros (тягач) з напівпричепом-цистерною Feldbinder [18],
- MAN TGS (тягач) з напівпричепом-цистерною LAG [19],
- DAF XF (тягач) з напівпричепом-цистерною Magyar [20].

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Ці тягачі належать до нового покоління вантажної техніки, призначеної для експлуатації в міжнародних умовах, з високими показниками паливної економічності, відповідністю екологічним стандартам Євро-6 та повною сумісністю з вимогами ADR. Усі три цистернові комплекси мають реальні технічні експлуатаційні дані, які дозволяють об'єктивно порівняти їх за ключовими параметрами — витрата пального, вантажопідйомність, об'єм цистерни, швидкість, витрати на тонно-кілометр тощо.

На рисунку нижче показано схематичну будову типової паливної автоцистерни (3-вісний напівпричіп для перевезення пального):

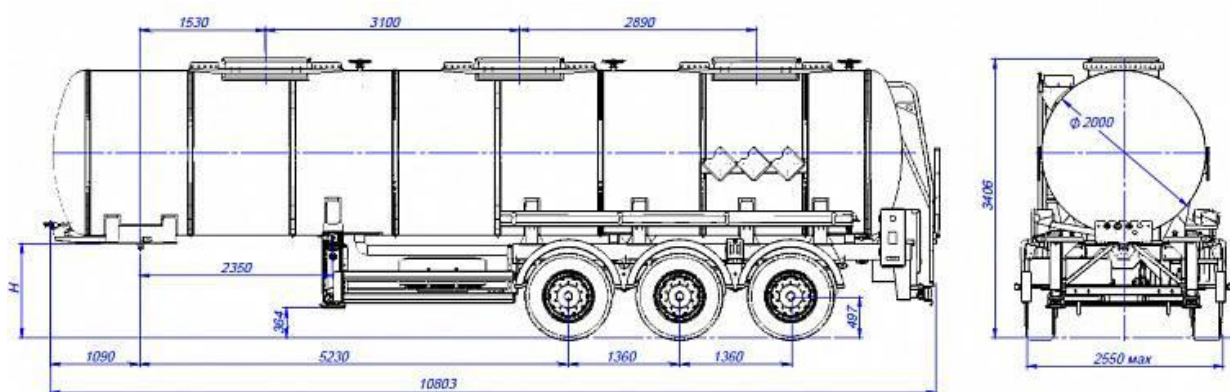


Рисунок 2.5 – Схема тривісного паливного напівпричепа-цистерни (вид збоку та ззаду) [21]

У таблиці наведено ключові технічні характеристики кожної з трьох сучасних моделей бензовозів та розраховані показники ефективності. Для кожної моделі вказано середню витрату пального, вантажопідйомність, об'єм цистерни, середню технічну швидкість руху, наявність ADR-сертифікації, орієнтовну вартість перевезення 1 тонни бензину на 100 км, а також коефіцієнт ефективності (ККД).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики і показники ефективності ТЗ [18, 19, 20]

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Модель (тягач + цистерна)	Витрата пального (л/100км)	Вантажо - підйомні сть(т)	Об'єм цистерни (м3)	Сер. тех. швидкість (км/год)	Відповід ність ADR	Вартість перевезен ня 1т/100км	ККД
1	2	3	4	5	6	7	8

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
MB Actros + Feldbinder	≈ 28	24,4	58	~70	ADR (клас 3, FL)	~5 USD	12
MAN TGS + LAG	≈ 30	36	40	~70	ADR (клас 3, FL)	~3,5 USD	24
DAF XF + Magyar	≈ 26	31	37,4	~70	ADR (клас 3, FL)	~4 USD	21

Вантажопідйомність наведена згідно з технічними паспортами цистерн. Зокрема, у Feldbinder TSA об'єм становить 58 м³ при вантажопідйомності ~24,4 т, тоді як алюмінієві цистерни LAG і Magyar мають дещо менший об'єм (≈37–40 м³) зате значно більшу вантажопідйомність (до ~36–39 т за певних конфігурацій).

Усі розглянуті комплекси мають відповідність вимогам ADR для небезпечних вантажів класу 3 (легкозаймисті рідини) – зокрема, оснащені системами нижнього наливу, вибухозахищеним обладнанням, запірними клапанами, заземленням тощо (сертифікація типу ADR FL для бензовозів).

Середня технічна швидкість ~70 км/год відповідає руху по автошляхах без значних затримок.

Середня витрата пального для сучасних дизельних тягачів становить ~25–30 л/100 км в реальних умовах. Mercedes Actros відомий рекордною економічністю – у випробуванні на полігоні Нардо 40-тонний автопотяг з Actros витратив лише 19,44 л/100 км при середній швидкості 80 км/год і вантажі 25 т. DAF XF нового покоління також показав видатний результат –

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

21,26 л/100 км з середньою швидкістю ~80 км/год на тестовому маршруті в Німеччині.

Таким чином, всі три моделі знаходяться в близькому діапазоні економічності, хоча DAF XF має перевагу завдяки новій аеродинамічній кабіні та вдосконаленому двигуну, а Astros демонструє найнижчу витрату пального у ідеальних умовах. MAN TGS поступається їм за цим показником, але різниця несуттєва (порядку декількох літрів).

Розрахунок коефіцієнта ефективності (ККД). Для кількісної оцінки ефективності використано формулу:

$$K = \frac{B \cdot S}{Q \cdot C}, \#(2.1)$$

де B – вантажопідйомність (т);

S – середня технічна швидкість (км/год);

Q – витрата пального (л/100км);

C – умовна вартість перевезення (вартість транспортування 1 тонни вантажу на 100 км.)

Цей коефіцієнт K тим більший, чим більше вантажу перевозиться з заданою швидкістю, і чим менші при цьому витрати пального та експлуатаційні витрати. Результати обчислення ККД для кожної моделі наведено в останньому стовпчику таблиці. Найвищий ККД мають автоцистерни MAN+LAG та DAF+Magyar (порядку 20–24), що майже вдвічі перевищує показник Astros+Feldbinder (≈ 12). Це зумовлено значно більшою масою вантажу, яку можуть перевозити легкі алюмінієві цистерни LAG і Magyar за майже однакових витрат пального і швидкості руху.

Для перевезення 1000 тонн бензину маршрутом Варшава – Київ найбільш доцільно обрати той автопотяг, який забезпечить мінімальні витрати пального і коштів на тонно-кілометр, а також скоротить кількість рейсів.

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З аналізу характеристик видно, що варіант Mercedes Actros + Feldbinder має найменшу корисну місткість по масі – близько 24,4 т, тобто для перевезення 1000 т знадобилося б ~ 41 рейс ($24,4 \cdot 41 \approx 1000$). Це суттєво більше, ніж у конкурентів, тому навіть попри економічний двигун Actros цей варіант буде менш ефективним (більше рейсів означає більші сукупні витрати пального, більше робочого часу водіїв і вищу вартість логістики).

Натомість, MAN TGS + LAG та DAF XF + Magyar здатні перевозити значно більшу масу за один рейс. За техпаспортними даними, цистерна LAG може вмістити до ~ 36 т пального, а Magyar – до ~ 31 т (в окремих модифікаціях Magyar заявлено до 39 т корисного навантаження). Навіть якщо обмежитися нормативною повною масою ~ 40 т, ці цистерни все одно перевозитимуть ~ 25 – 26 т вантажу за рейс, що $\sim$ на 2–3 т більше, ніж у Feldbinder. Відповідно, для перевезення 1000 т бензину потрібно менше рейсів: орієнтовно 28 рейсів для MAN+LAG (при повному завантаженні ~ 36 т) і 33 рейси для DAF+Magyar (при ~ 31 т за рейс), проти 41 рейсу у випадку Actros+Feldbinder. Менша кількість рейсів прямо знижує сумарні витрати пального та експлуатаційні витрати на весь обсяг перевезення.

З двох більш ефективних варіантів незначну перевагу має DAF XF + Magyar. Хоча вантажопідйомність цистерни Magyar у нашому розрахунку дещо нижча за LAG, тягач DAF XF демонструє кращу паливну економічність (за рахунок сучаснішого двигуна і аеродинаміки кабіни). Це компенсує різницю, і в підсумку їхні показники ККД виходять співставними. Якщо використовувати модифікацію Magyar більшої місткості (приблизно 39 т), комплекс DAF+Magyar взагалі стане лідером з відчутним запасом.

Таким чином, автопоїзд DAF XF з цистерною Magyar (див.рисунок 2.6; 2.7) можна вважати найдоцільнішим вибором для маршруту Варшава – Київ при перевезенні ~ 1000 тонн бензину. Він забезпечить найнижчу умовну вартість перевезення на тонно-кілометр завдяки оптимальному поєднанню великої вантажопідйомності та економічної витрати пального.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд тягача DAF XF [22]



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд цистерни Magyar [23]

Для практичної реалізації перевезення, всі розглянуті варіанти відповідають нормам ADR і можуть безпечно перевозити бензин. Вибір DAF XF + Magyar дозволить мінімізувати загальну кількість рейсів і паливні витрати, що є критично важливим при перевезенні великих обсягів пального на міжнародному маршруті.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.4 Розрахунок часу на кожну операцію та загальної тривалості вантажних операцій

Одним з ключових етапів організації міжнародного перевезення нафтопродуктів є визначення часу, необхідного для виконання всіх логістичних операцій на одному рейсі. Це дає змогу оцінити пропускну здатність транспорту, ритмічність роботи та потенційну продуктивність логістичної схеми.

Завантаження бензину марки А95 у цистерну здійснюється за допомогою стаціонарного насосу АСВН-80, що призначений для перекачування світлих нафтопродуктів. Цей насос має продуктивність 32 м³/год, що дозволяє забезпечити оперативне завантаження стандартної цистерни об'ємом 32 м³ за 1 годину.



Рисунок 2.8 – Процес наповнення цистерни нафтопродуктом за допомогою установки АСВН-80 [24]

Час одного рейсу включає наступні етапи:

- завантаження бензину на нафтобазі поблизу Варшави;
- рух транспорту до українського кордону;
- проходження митного контролю;

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- рух від кордону до Києва;
- розвантаження бензину у пункті призначення.

Час, необхідний для повного завантаження однієї цистерни розраховується за формулою:

$$T_{\text{завантаження}} = \frac{V_{\text{цистерни}}}{Q_{\text{насоса}}}, \#(2.2)$$

де $V_{\text{цистерни}}$ – об’єм цистерни, (36 м³);

$Q_{\text{насоса}}$ – продуктивність насоса, (32 м³/год).

$$T_{\text{завантаження}} = \frac{36}{32} = 1,13 \text{ год}$$

Час руху розраховується окремо для кожного відрізка маршруту:

- Від Варшави до кордону:

$$T_{\text{рух1}} = \frac{L1}{V_{\text{сер}}}, \#(2.3)$$

- Від кордону до Києва:

$$T_{\text{рух2}} = \frac{L2}{V_{\text{сер}}}, \#(2.4)$$

де $L1$ – відстань від Варшави до кордону, (300 км.);

$L2$ – відстань від кордону до Києва, (550 км.);

$V_{\text{сер}}$ – середня швидкість руху, (приймаємо 70 км/год).

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$T_{\text{рух1}} = \frac{300}{70} = 4,29 \text{ год}$$

$$T_{\text{рух2}} = \frac{550}{70} = 7,86 \text{ год}$$

Час, необхідний для митного оформлення, залежить від багатьох факторів, таких як завантаженість пункту пропуску, тип вантажу та інші. Для розрахунків приймемо середнє значення:

$$T_{\text{митниця}} = 6 \text{ год}$$

Процес розвантаження бензину на АЗС займає приблизно 30–45 хвилин, залежно від обладнання та об'єму. Приймемо середнє значення:

$$T_{\text{розвантаження}} = 0,75 \text{ год}$$

Підсумовуючи всі складові, отримаємо загальний час, необхідний для виконання одного рейсу:

$$T_{\text{рейс}} = T_{\text{завантаження}} + T_{\text{рух1}} + T_{\text{митниця}} + T_{\text{рух2}} + T_{\text{розвантаження}}, \#(2.5)$$

Підставляючи значення:

$$T_{\text{рейс}} = 1,13 + 4,29 + 6 + 7,86 + 0,75 = 20,03 \text{ год}$$

Для перевезення 1000 тонн бензину, з урахуванням вантажопідйомності автопоїзда:

Виконав		Сухий А.Е.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{M_{\text{загальний}}}{M_{\text{один рейс}}}, \#(2.6)$$

де $M_{\text{загальний}}$ – об'єм загального перевезення, (1000 т.);

$M_{\text{один рейс}}$ – об'єм перевезення одним авто за один рейс, (36 т.)

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{1000}{36} = 27,78 = 28 \text{ рейсів}$$

Округлюючи до цілого числа, отримаємо 28 рейсів.

Загальний час для виконання 28 рейсів одним автопоїздом:

$$T_{\text{загальний}} = N_{\text{рейсів}} \cdot T_{\text{рейс}}, \#(2.7)$$

$$T_{\text{загальний}} = 28 \cdot 20,03 = 560,84 \text{ год}$$

Це приблизно 23,4 доби безперервної роботи. Для зменшення загального часу можна залучити додаткові транспортні засоби або оптимізувати процеси завантаження, розвантаження та митного оформлення.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3. ПРОЄКТУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ НАФТОПРОДУКТІВ

3.1 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників

У межах проєктування міжнародного маршруту перевезення нафтопродуктів Варшава – Київ важливо оцінити основні техніко-експлуатаційні характеристики автотранспорту, що впливають на ефективність і здатність виконати перевезення у задані строки.

Однією з обов'язкових умов є забезпечення доставки всього планового обсягу бензину — 1000 тонн — упродовж 5 календарних днів. Це вимагає чіткого розрахунку циклічності роботи автопоїздів, тривалості рейсу, продуктивності кожної одиниці транспорту та, найголовніше, — визначення необхідної кількості транспортних засобів для виконання плану у встановлені строки.

Як встановлено в пункті 2.4, середня тривалість одного повного оборотного рейсу становить:

$$T_{\text{рейс}} = 20,03 \text{ год}$$

З урахуванням норм робочого часу водіїв, а також додаткових витрат на дозаправку, технічний огляд, черги та нештатні затримки, доцільно прийняти тривалість одного рейсу, що включає зміну і відпочинок, як:

$$T_{\text{оборот}} = 48 \text{ год} = 2 \text{ доби}$$

Тоді кількість рейсів, які здатен виконати один ТЗ за 5 днів, дорівнює:

$$N_{\frac{\text{рейсів}}{5 \text{ днів}}} = \frac{5}{T_{\text{оборот}}} = \frac{5}{2} = 2,5 = 2 \text{ повних рейси, \#(3.1)}$$

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					

(третій рейс буде незавершеним, тому до уваги береться лише два повноцінні цикли).

Якщо вантажопідйомність одного бензовоза становить 36 тонн, то за 5 днів він може перевезти:

$$Q_{5\text{днів}} = 2 \cdot 36 = 72 \text{ т.}$$

Загальна кількість транспортних засобів, необхідних для перевезення 1000 тонн за 5 днів визначається за формулою:

$$N_{\text{ТЗ}} = \frac{Q_{\text{загальний}}}{Q_{5\text{днів}}}, \#(3.2)$$

$$N_{\text{ТЗ}} = \frac{1000}{72} = 13,89 = 14 \text{ од.}$$

Таким чином, для забезпечення своєчасного перевезення повного обсягу вантажу упродовж 5 діб необхідно залучити не менше 14 одиниць спеціалізованих транспортних засобів (автопоїздів-цистерн АDR FL-категорії).

Якщо один рейс включає рух туди (з вантажем) і назад (без вантажу), то довжина одного обороту становить:

$$L_{\text{об}} = 2 \cdot 850 = 1700 \text{ км.}$$

Для повного перевезення 1000 тонн вантажу при вантажопідйомності одного бензовоза 36 тонн потрібно:

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{1000}{36} = 28 \text{ рейсів}$$

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний пробіг усіх ТЗ розраховується за такою формулою:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{об}} \cdot N_{\text{рейсів}}, \#(3.3)$$

$$L_{\text{заг}} = 1700 \cdot 28 = 47\,600 \text{ км}$$

Тонно-кілометри – це продукт ваги перевезеного вантажу (в тоннах) на відстань транспортування (у кілометрах). Оскільки бензовози перевозять вантаж тільки в один бік (у напрямку Києва), то враховується тільки пробіг з вантажем – 850 км.

$$W_{\text{ткм}} = Q_{\text{вантаж}} \cdot L_{\text{з вантажем}}, \#(3.4)$$

$$W_{\text{ткм}} = 1000 \cdot 850 = 850\,000 \text{ ткм}$$

Це значення є основним показником ефективності виконаної транспортної роботи.

Коефіцієнт використання пробігу визначається як відношення пробігу з вантажем до загального пробігу і розраховується за формулою:

$$K_{\text{проб}} = \frac{L_{\text{ван}}}{L_{\text{заг}}}, \#(3.5)$$

$$K_{\text{проб}} = \frac{28 \cdot 850}{28 \cdot 1700} = 0,5$$

Це означає, що лише 50% загального пробігу здійснюється з корисним вантажем, решта — у зворотному напрямку без вантажу. Це типовий показник для односторонніх перевезень рідини. Підсумки зроблених

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

розрахунків техніко-експлуатаційних показників ви можете побачити у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Підсумки розрахунку техніко-експлуатаційних показників по запроєктованому маршруті

Показник	Позначення	Значення	Одиниця вимірювання
Довжина одного оборотного рейсу	$L_{об}$	1700	км
Кількість рейсів для перевезення 1000 т	$N_{рейсів}$	28	рейсів
Загальний пробіг усіх ТЗ	$L_{заг}$	47 600	км
Загальний пробіг з вантажем	$L_{ван}$	23 800	км
Загальна транспортна робота	$W_{ткм}$	850 000	т·км
Коефіцієнт використання пробігу	$K_{проб}$	0,5	—
Кількість рейсів одним ТЗ за 5 днів	$N_{рейсів \over 5днів}$	2	рейсів
Обсяг перевезень одним ТЗ за 5 днів	$Q_{5днів}$	72	тонн
Необхідна кількість ТЗ	$N_{ТЗ}$	14	одиниць

3.2 Розрахунок вартості перевезення за маршрутом

Визначення вартості перевезення є одним з основних етапів економічної оцінки ефективності транспортно-логістичної схеми. Розрахунок собівартості дає змогу встановити доцільність вибору маршруту, типу транспортного засобу, а також дозволяє сформувати тарифну політику перевізника.

У цьому розділі буде розраховано повну собівартість перевезення 1000 тонн бензину за маршрутом Варшава – Київ, а також собівартість перевезення 1 тонни вантажу. У таблиці 3.2 можете спостерігати, наведені нами, вихідні дані.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані

Таблиця 3.2 Вихідні дані							
Виконав		Сухий А.Є.				КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.					36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Показник	Позначення	Значення
1	2	3

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
Протяжність маршруту в один бік	$L_{\text{рейс}}$	850 км
Повна довжина рейсу (туди-назад)	$L_{\text{об}}$	1700 км
Кількість рейсів	$N_{\text{рейсів}}$	28
Витрата пального	q	28 л/100 км
Ціна дизельного пального	$P_{\text{диз}}$	1,45 євро/л
Курс євро до гривні	курс	40 грн/євро
Зарплата водія за 1 рейс	$C_{\text{рейс зарплати}}$	6000 грн
Амортизація і обслуговування за 1 км	$C_{\text{км}}$	6 грн
Податки та додаткові витрати	$C_{\text{інші}}$	5% від загальних витрат

1. Витрати на пальне.

Формула для розрахунку витрат на пальне для всіх рейсів:

$$C_{\text{пальне}} = \left(L_{\text{рейс}} \cdot q \cdot \frac{P_{\text{диз}}}{100} \right) \cdot N_{\text{рейсів}}, \#(3.6)$$

де q – витрата пального, л/100 км;

$P_{\text{диз}}$ – вартість дизельного палива, грн.

$$C_{\text{пальне}} = \left(1700 \cdot 28 \cdot \frac{1,45 \cdot 40}{100} \right) \cdot 28 = 771\,120 \text{ грн.}$$

2. Зарплата водія.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$C_{\text{зарп}} = C_{\text{рейсзарплати}} \cdot N_{\text{рейсів}}, \#(3.7)$$

$$C_{\text{зарп}} = 6000 \cdot 28 = 168\,000 \text{ грн.}$$

3. Амортизація і технічне обслуговування.

Розраховується за пробігом:

$$C_{\text{аморт}} = L_{\text{об}} \cdot N_{\text{рейсів}} \cdot C_{\text{км}}, \#(3.8)$$

$$C_{\text{аморт}} = 1700 \cdot 28 \cdot 6 = 285\,600 \text{ грн}$$

4. Податки, страхування, інші витрати.

$$C_{\text{інші}} = 0.05 \cdot (C_{\text{пальне}} + C_{\text{зарп}} + C_{\text{аморт}}), \#(3.9)$$

$$C_{\text{інші}} = 0.05 \cdot (771\,120 + 168\,000 + 285\,600) = 57\,036 \text{ грн}$$

5. Повна собівартість перевезення.

$$C_{\text{загальна}} = C_{\text{пальне}} + C_{\text{зарп}} + C_{\text{аморт}} + C_{\text{інші}}, \#(3.10)$$

$$C_{\text{загальна}} = 771\,120 + 84\,000 + 285\,600 + 57\,036 = 1\,197\,756 \text{ грн}$$

6. Собівартість перевезення 1 тонни вантажу.

$$C_{1\text{т}} = \frac{C_{\text{загальна}}}{1000}, \#(3.11)$$

$$C_{1\text{т}} = \frac{1\,197\,756}{1000} = 1\,197,76 \frac{\text{грн}}{\text{т}}$$

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Собівартість перевезення 1 т·км.

$$C_{1\text{т}\cdot\text{км}} = \frac{C_{\text{загальна}}}{W_{\text{ткм}}}, \#(3.12)$$

де $W_{\text{ткм}}$ – загальна транспортна робота, (850 000 т/км)

$$C_{1\text{т}\cdot\text{км}} = \frac{1\,197\,756}{850\,000} = 1,41 \frac{\text{грн}}{\text{т} \cdot \text{км}}$$

Вартість повного перевезення 1000 тонн бензину за маршрутом Варшава – Київ становить 1 197 756 грн, або $\approx 1\,200$ грн на 1 тонну. Собівартість перевезення 1 т.км — 1,41 грн, що є середнім показником для міжнародного автоперевезення небезпечних вантажів (див. рисунок 3.1).

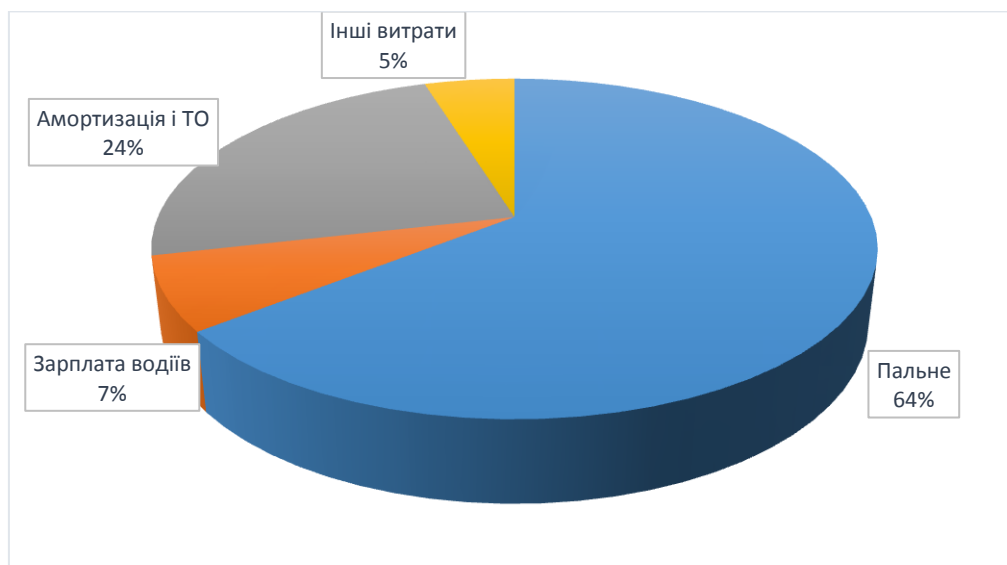


Рисунок 3.1 – Кругова діаграма у відсотковому співвідношенні витрат на перевезення 1000 тонн бензину

3.3 Розрахунок прибутку та встановлення тарифів на перевезення вантажу

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На цьому етапі здійснюється економічна оцінка ефективності проєктованої транспортно-логістичної схеми шляхом визначення рівня прибутковості перевезень. Розрахунок тарифів дає змогу визначити комерційну доцільність маршруту та встановити цінову політику перевізника відповідно до запланованого рівня рентабельності.

Для повноцінного аналізу використовується сценарний підхід, який дозволяє змодельовати поведінку основних фінансових показників залежно від рівня прибутку. Було обрано три типових значення рентабельності: 15%, 25% та 35%. Кожен із них є типовим для різних стратегій: від консервативної до агресивної комерційної моделі.

Розрахунок тарифу на перевезення 1 тонни вантажу визначається за формулою:

$$T_{1т} = C_{1т} \cdot (1 + R), \#(3.13)$$

де $C_{1т}$ – собівартість перевезення 1 тонни (грн);

R – рівень рентабельності.

1. Рентабельність 15%:

$$T_{1т} = 1197,76 \cdot (1 + 15\%) = 1\,377,42 \text{ т} \cdot \text{грн}$$

2. Рентабельність 25%:

$$T_{2т} = 1197,76 \cdot (1 + 25\%) = 1\,497,2 \text{ т} \cdot \text{грн}$$

3. Рентабельність 35%:

$$T_{3т} = 1197,76 \cdot (1 + 35\%) = 1\,616,98 \text{ т} \cdot \text{грн}$$

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахунок прибутку від усього перевезення визначається за формулою:

$$\Pi = (T_{1\text{т}} - C_{1\text{т}}) \cdot 1000, \#(3.14)$$

1. Рентабельність 15%:

$$\Pi = (1,62 - 1,41) \cdot 1000 = 179\,660 \text{ грн.}$$

2. Рентабельність 25%:

$$\Pi = (1,76 - 1,41) \cdot 1000 = 299\,440 \text{ грн.}$$

3. Рентабельність 35%:

$$\Pi = (1,90 - 1,41) \cdot 1000 = 419\,220 \text{ грн.}$$

Розрахунок тарифу за 1 т·км визначається за формулою:

$$T_{1\text{т} \cdot \text{км}} = C_{1\text{т} \cdot \text{км}} \cdot (1 + R), \#(3.15)$$

1. Рентабельність 15%:

$$T_{1\text{т} \cdot \text{км}} = 1,41 \cdot (1 + 15\%) = 1,62 \frac{\text{грн}}{\text{т} \cdot \text{км}}$$

2. Рентабельність 25%:

$$T_{2\text{т} \cdot \text{км}} = 1,41 \cdot (1 + 25\%) = 1,76 \frac{\text{грн}}{\text{т} \cdot \text{км}}$$

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Рентабельність 35%:

$$T_{\text{зт·км}} = 1,41 \cdot (1 + 35\%) = 1,9 \frac{\text{грн}}{\text{т} \cdot \text{км}}$$

Таблиця 3.3 – Зведений розрахунок для 3-х сценаріїв рентабельності

Рентабельність	Тариф за 1 т, грн	Прибуток, грн	Тариф за 1 т·км, грн
15%	1 377,42	179 660	1,62
25%	1 497,20	299 440	1,76
35%	1 616,98	419 220	1,90

Проведений аналіз показує, що при базовій собівартості перевезення 1 197,76 грн/т, встановлення тарифу в діапазоні 1 377 – 1 617 грн/т забезпечує прибутковість у межах 15–35%. Оптимальним з точки зору балансу між прибутком і конкурентоспроможністю є рівень рентабельності 25%, що забезпечує прибуток майже 300 тис. грн при тарифі 1 497,20 грн/т.

З точки зору стратегічного планування, перевізник може адаптувати тарифну політику до змін ринкової кон'юнктури, вартості пального та попиту. Представлений сценарний аналіз дає змогу гнучко реагувати на ці зміни.

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

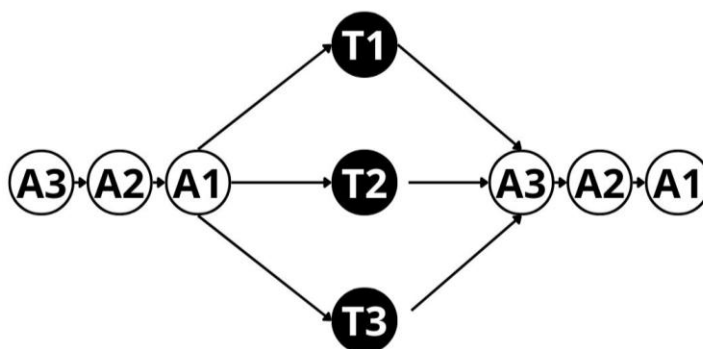
4. АНАЛІЗ РОБОТИ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Відповідно до розрахункових даних, на території нафтопереробного заводу, час, необхідний для повного завантаження однієї автоцистерни паливом, у середньому становить 1,13 години (68 хвилин). Цей показник описується експоненціальним законом розподілу ймовірностей, що дозволяє моделювати систему як багатоканальну відкриту систему масового обслуговування з чергою.

Серед характерних ознак цієї системи: постійний потік заявок, незалежність між подіями прибуття авто та їх обслуговування, а також стаціонарність параметрів упродовж робочого циклу. Аналіз здійснюється для типового 12-годинного робочого інтервалу (720 хвилин), що відповідає повному змінному навантаженню заводу [25].

Метою моделювання є визначення оптимального рівня навантаження на систему та оцінка ефективності її роботи з урахуванням заданої кількості насосних установок. Основні показники включають: загальну кількість обслуговуваних автоцистерн, максимальне навантаження на кожну установку, середній час очікування у черзі та загальний час перебування заявки в системі.

У базовому сценарії приймається, що на об'єкті діє три паралельних каналів (насосів). Візуалізацію роботи системи наведено на рисунку 4.1, де ілюструється динаміка утворення черги в умовах стандартної пропускної здатності.



Виконав	Сухий А.Е.				КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 4.1 – Процес функціонування багатоканальної замкненої СМО

Детально розглянемо кожен аспект взаємодії в системі масового обслуговування:

1. Прибуття заявок до системи.
2. Запис заявок у буфер очікування.
3. Переміщення заявок у доступний канал обслуговування.
4. Чекання на звільнення каналу для обробки наступної заявки.
5. Видалення заявок із буфера після завершення обслуговування.
6. Процес обслуговування заявок у вибраному каналі.
7. Звільнення каналу після завершення обслуговування заявки.

Доцільно буде розглянути триканальну систему масового обслуговування. Час між приходженням двох послідовних заявок розподілений згідно з показниковим законом. Тривалість обслуговування кожної заявки рівна Δt .

У даній бакалаврській роботі, використовуючи метод Монте-Карло [26], було визначено математичне очікування кількості обслужених заявок за час $T = T_{\max}$ годин, засноване на аналізі трьох експериментів за даними таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунків

λ	Δt	$T_{\max}$	σ
3 авт./год.	1,13 год.	24 години	10 хв.

Розглянемо докладно оформлення випробування №1 (див. таблицю 4.2). Нехай $T_1=0$ – момент приходження першої заявки. Заявка надходить у перший канал і буде ним $\ln r_i$ обслужена. Момент закінчення обслуговування першої заявки $T_1+1,13=0+1,13=1,13=68$ хв. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Виконав	Сухий А.Е.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Моменти находження наступних заявок знайдемо за формулою:

$$T_i = T_{i-1} + t_1, \#(4.1)$$

де t_1 – тривалість часу між двома послідовними заявками з номерами $i-1$ та i .

Можливі значення t_1 розраховуємо за формулою:

$$t_1 = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln \cdot r_i \div 24 = \left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln \cdot r_i) \div 24, \#(4.2)$$

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln \cdot r_i) \div 24 = \left(\frac{1}{3}\right) (-\ln \cdot r_i) \cdot \frac{1}{24} = \frac{8}{24} (-\ln \cdot r_i) = 0,33(-\ln \cdot r_i)$$

Враховуючи, що за умовою завдання $\lambda=3$, отримаємо $t_1 = 0,33(-\ln \cdot r_i)$.

Таблиця 4.2 – Випробування №1

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
1 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,14	00:39:19	0:39:19	0,26	1:10:33	01:49:53			1	
3	0,91	00:01:59	0:41:18	0,33	1:11:18		01:52:36		1	
4	0,34	00:21:26	1:02:44	-0,34	1:04:38			02:07:23	1	
5	0,25	00:27:44	1:30:28	-0,61	1:01:52					1
6	0,30	00:24:05	1:54:33	1,51	1:23:08	03:17:41			1	
7	0,12	00:42:24	2:36:57	-1,03	0:57:43		03:34:40		1	
8	0,58	00:10:47	2:47:44	-0,25	1:05:27			03:53:11	1	
9	0,10	00:46:38	3:34:21	1,07	1:18:43	04:53:04			1	
10	0,20	00:32:41	4:07:02	0,50	1:13:00		05:20:03		1	

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11	0,67	00:08:03	4:15:05	0,32	1:11:14			05:26:20	1	
----	------	----------	---------	------	---------	--	--	----------	---	--

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
12	0,39	00:18:46	4:33:52	0,91	1:17:08					1
13	0,96	00:00:48	4:34:40	0,93	1:17:17					1
14	0,04	01:02:38	5:37:18	1,00	1:18:01	06:55:19			1	
15	0,91	00:01:52	5:39:10	1,16	1:19:36		06:58:46		1	
16	0,99	00:00:12	5:39:22	-0,11	1:06:52			06:46:15	1	
17	0,12	00:42:32	6:21:54	-0,53	1:02:42					1
18	0,91	00:01:53	6:23:47	0,38	1:11:47					1
19	0,67	00:08:03	6:31:50	0,36	1:11:34					1
20	0,49	00:14:13	6:46:03	-1,96	0:48:21					1
21	0,75	00:05:42	6:51:45	1,01	1:18:07			08:09:52	1	
22	0,21	00:31:08	7:22:53	0,76	1:15:37	08:38:30			1	
23	0,34	00:21:45	7:44:38	-0,40	1:04:02		08:48:40		1	
24	0,28	00:25:46	8:10:24	-0,21	1:05:53			09:16:17	1	
25	0,53	00:12:53	8:23:17	0,64	1:14:26					1
26	0,03	01:10:36	9:33:53	-1,48	0:53:15	10:27:08			1	
27	0,91	00:01:49	9:35:42	1,71	1:25:07		11:00:49		1	
28	0,11	00:43:59	10:19:41	0,91	1:17:09			11:36:50	1	
29	0,35	00:20:47	10:40:28	0,54	1:13:26	11:53:54			1	
30	0,46	00:15:20	10:55:48	2,12	1:29:10					1
31	0,07	00:52:30	11:48:18	0,65	1:14:31		13:02:49		1	
32	0,55	00:11:53	12:00:11	2,78	1:35:48	13:35:59			1	
33	0,33	00:22:06	12:22:17	-0,74	1:00:36			13:22:53	1	
34	0,46	00:15:30	12:37:47	-0,68	1:01:12					1
35	0,81	00:17:44	12:55:31	-0,16	1:06:24					1
36	0,64	00:36:39	13:32:10	-0,09	1:07:07		14:39:16		1	
37	0,74	00:24:42	13:56:52	-1,11	0:56:53	14:53:45			1	
38	0,39	01:17:44	15:14:36	0,77	1:15:43	16:30:19			1	
39	0,79	00:19:19	15:33:55	0,36	1:11:38		16:45:33		1	
40	0,47	01:03:34	16:37:29	1,14	1:19:24	17:56:53			1	
41	0,57	00:47:25	17:24:54	0,16	1:09:33		18:34:28		1	
42	0,20	02:13:44	19:38:38	-0,39	1:04:06	20:42:45			1	
43	0,12	02:59:03	22:37:41	1,46	1:22:36	00:00:17			1	
44	0,54	00:51:13	23:28:54	-0,34	1:04:38		00:33:31		1	
45	0,36	01:25:51	0:54:45	-1,92	0:48:46	01:43:31				
СТОП							Всього		32	11

Для імітаційного моделювання роботи відвантажувального центру на нафтопереробному заводі використовується випадкові числа, що розподілені за рівномірним законом. Розрахунки виконуються за покроковою схемою.

1. Перша заявка

Випадкове число: $r_1 = 0,14$

Час надходження заявки: $T_1 = 0:39:19$

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Час обслуговування: $t_1 = 1:10:33$

Час завершення обслуговування:

$$T_{end}^1 = T^1 + t^1 = 0:39:19 + 1:10:33 = 1:49:52$$

2. Друга заявка

Час надходження: $T_2 = 2:11:15$

Час обслуговування: $t_2 = 1:11:18$

$$T_{end}^2 = T^2 + t^2 = 2:11:15 + 1:11:18 = 3:22:33$$

3. Третя заявка

Час надходження: $T_3 = 3:14:00$

Час обслуговування: $t_3 = 1:04:38$

$$T_{end}^3 = T^3 + t^3 = 3:14:00 + 1:04:38 = 4:18:38$$

4. Остання заявка

Час надходження: $T_{45} = 00:54:45$

Оскільки час надходження перевищує межі 24 години, заявка не враховується.

Подальший розрахунок ведеться аналогічно. Якщо в момент надходження заявки всі канали зайняті:

$$T_i < T_{end}^1, T_{end}^2, T_{end}^3$$

(тобто час надходження менше за час завершення обслуговування кожного з каналів), заявка потрапляє у чергу і відповідний лічильник збільшується на одиницю.

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із першої таблиці, знаходимо, що за 24 год. надійшло 43 заявки;
обслужено $x_1 = 32$ заявки.

Виконавши аналогічно ще 3 випробування (див. таблиці 4.3 – 4.4),
одержимо:

$$x_1 = 32, x_2 = 31, x_3 = 30.$$

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

$$a = x = (32+31+30) / 3 = 31.$$

Таблиця 4.3 – Випробування №2

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслужовано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,65	00:08:45	0:08:45	0,26	1:10:33	01:19:18			1	
3	0,68	00:07:45	0:16:30	0,33	1:11:18		01:27:48		1	
4	0,94	00:01:17	0:17:47	-0,34	1:04:38			01:22:25	1	
5	0,03	01:09:59	1:27:46	-0,61	1:01:52	02:29:38			1	
6	0,86	00:03:07	1:30:53	1,51	1:23:08		02:54:02		1	
7	0,71	00:06:43	1:37:36	-1,03	0:57:43			02:35:19	1	
8	0,43	00:17:04	1:54:40	-0,25	1:05:27					1
9	0,02	01:22:18	3:16:59	1,07	1:18:43	04:35:41			1	
10	0,53	00:12:32	3:29:30	0,50	1:13:00		04:42:31		1	
11	0,73	00:06:19	3:35:49	0,32	1:11:14			04:47:03	1	
12	0,87	00:02:43	3:38:32	0,91	1:17:08					1
13	0,36	00:20:21	3:58:53	0,93	1:17:17					1
14	0,56	00:11:38	4:10:31	1,00	1:18:01					1
15	0,72	00:06:39	4:17:10	1,16	1:19:36					1
16	0,95	00:00:59	4:18:09	-0,11	1:06:52					1
17	0,88	00:02:34	4:20:43	-0,53	1:02:42					1
18	0,60	00:10:21	4:31:04	0,38	1:11:47					1
19	0,57	00:11:15	4:42:19	0,36	1:11:34	05:53:52			1	
20	0,41	00:17:58	5:00:17	-1,96	0:48:21		05:48:38		1	
21	0,93	00:01:30	5:01:47	1,01	1:18:07			06:19:55	1	
22	0,48	00:14:53	5:16:41	0,76	1:15:37					1

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

23	0,68	00:07:46	5:24:27	-0,40	1:04:02					1
24	0,98	00:00:25	5:24:52	-0,21	1:05:53					1
25	0,54	00:12:08	5:37:01	0,64	1:14:26					1
26	0,02	01:19:22	6:56:23	-1,48	0:53:15	07:49:37				1
Продовження таблиці 4.3										
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
26	0,02	01:19:22	6:56:23	-1,48	0:53:15	07:49:37			1	
27	0,16	00:36:39	7:33:02	1,71	1:25:07		08:58:09		1	
28	0,48	00:14:48	7:47:50	0,91	1:17:09			09:04:58	1	
29	0,29	00:25:06	8:12:55	0,54	1:13:26	09:26:22			1	
30	0,47	00:15:13	8:28:08	2,12	1:29:10					1
31	0,93	00:01:27	8:29:35	0,65	1:14:31					1
32	0,14	00:39:35	9:09:10	2,78	1:35:48		10:44:58		1	
33	0,64	00:08:56	9:18:06	-0,74	1:00:36			10:18:42	1	
34	0,86	00:02:59	9:21:05	-0,68	1:01:12					1
35	0,86	00:12:40	9:33:45	-0,16	1:06:24	10:40:08			1	
36	0,94	00:04:44	9:38:29	-0,09	1:07:07					1
37	0,52	00:55:03	10:33:32	-1,11	0:56:53			11:30:25	1	
38	0,09	03:22:02	13:55:34	0,77	1:15:43	15:11:17			1	
39	0,38	01:21:18	15:16:53	0,36	1:11:38	16:28:31			1	
40	0,90	00:09:14	15:26:07	1,14	1:19:24		16:45:30		1	
41	0,50	00:57:17	16:23:24	0,16	1:09:33			17:32:57	1	
42	0,67	00:32:47	16:56:11	-0,39	1:04:06	18:00:18			1	
43	0,41	01:13:26	18:09:37	1,46	1:22:36	19:32:13			1	
44	0,16	02:30:29	20:40:06	-0,34	1:04:38	21:44:44			1	
45	0,55	00:50:34	21:30:40	-1,92	0:48:46		22:19:27		1	
46	0,60	00:42:11	22:12:51	-0,92	0:58:46	23:11:37			1	
47	0,75	00:23:51	22:36:43	0,08	1:08:46		23:45:29		1	
48	0,82	00:16:32	22:53:15	1,08	1:18:46			00:12:01	1	
49	0,42	01:12:49	0:06:04	2,08	1:28:46	01:34:50				
СТОП							Всього		31	16

Таблиця 4.4 – Випробування №3

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
3 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,02	01:14:39	1:14:39	0,26	1:10:33	02:25:13			1	
3	0,33	00:22:26	1:37:06	0,33	1:11:18		02:48:24		1	
4	0,03	01:09:02	2:46:08	-0,34	1:04:38	03:50:46			1	
5	0,90	00:02:11	2:48:19	-0,61	1:01:52			03:50:11	1	

Виконав		Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6	0,08	00:50:25	3:38:44	1,51	1:23:08		05:01:52		1	
7	0,05	00:59:01	4:37:45	-1,03	0:57:43	05:35:28			1	
8	0,04	01:02:39	5:40:24	-0,25	1:05:27	06:45:51			1	
9	0,39	00:18:42	5:59:06	1,07	1:18:43		07:17:49		1	
Продовження таблиці 4.4										
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
10	0,77	00:05:17	6:04:23	0,50	1:13:00			07:17:24	1	
11	0,28	00:25:39	6:30:03	0,32	1:11:14					1
12	0,51	00:13:19	6:43:22	0,91	1:17:08					1
13	0,80	00:04:30	6:47:52	0,93	1:17:17	08:05:08			1	
14	0,58	00:11:03	6:58:54	1,00	1:18:01					1
15	0,53	00:12:32	7:11:26	1,16	1:19:36					1
16	0,68	00:07:34	7:19:00	-0,11	1:06:52		08:25:52		1	
17	0,67	00:07:57	7:26:57	-0,53	1:02:42			08:29:39	1	
18	0,61	00:09:46	7:36:43	0,38	1:11:47					1
19	0,56	00:11:38	7:48:21	0,36	1:11:34					1
20	0,05	01:01:16	8:49:36	-1,96	0:48:21	09:37:58			1	
21	0,96	00:00:53	8:50:30	1,01	1:18:07		10:08:37		1	
22	0,41	00:17:46	9:08:16	0,76	1:15:37			10:23:53	1	
23	0,55	00:12:02	9:20:18	-0,40	1:04:02					1
24	0,44	00:16:26	9:36:43	-0,21	1:05:53					1
25	0,42	00:17:10	9:53:54	0,64	1:14:26	11:08:20			1	
26	0,03	01:08:57	11:02:51	-1,48	0:53:15		11:56:05		1	
27	0,80	00:04:20	11:07:11	1,71	1:25:07			12:32:18	1	
28	0,94	00:01:10	11:08:21	0,91	1:17:09	12:25:29			1	
29	0,48	00:14:31	11:22:52	0,54	1:13:26					1
30	0,21	00:31:08	11:54:00	2,12	1:29:10					1
31	0,17	00:34:56	12:28:56	0,65	1:14:31	13:43:27			1	
32	0,97	00:00:33	12:29:29	2,78	1:35:48		14:05:17		1	
33	0,78	00:04:56	12:34:25	-0,74	1:00:36			13:35:01	1	
34	0,00	02:12:06	14:46:31	-0,68	1:01:12	15:47:43			1	
35	0,05	04:10:07	18:56:38	-0,16	1:06:24	20:03:01			1	
36	0,44	01:09:19	20:05:57	-0,09	1:07:07	21:13:04			1	
37	0,45	01:07:07	21:13:04	-1,11	0:56:53		22:09:57		1	
38	0,43	01:10:55	22:23:59	0,77	1:15:43	23:39:42			1	
39	0,98	00:01:56	22:25:55	0,36	1:11:38		23:37:33		1	
40	0,38	01:19:54	23:45:49	1,14	1:19:24	01:05:13			1	
41	0,98	00:01:21	23:47:09	0,16	1:09:33		00:56:43		1	
42	0,41	01:15:18	1:02:27	-0,39	1:04:06		02:06:34			
СТОП							Всього		30	10

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}, \#(4.3)$$

Так як $t_{\text{обсл}} = 1,13$ год. (згідно завдання), то

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$\mu = \frac{1}{1,13} = 0,88 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$$

Таблиця 4.5 – Визначення ймовірності попадання у чергу та на обслуговування

Номер випробовування i	Надійшло заявок $N_{j \text{ пост}}$	Обслужено заявок $N_{j \text{ обсл}}$	Тривалість обслуговування $t_{j \text{ обсл}}$	Ймовірність обслуговування $P_{j \text{ об}} = N_{j \text{ об}}/N_{j \text{ пост}}$	Ймовірність попадання у чергу $P_{j \text{ від}} = 1 - P_{j \text{ об}}$
1	43	32	1 год 08 хв.	0,74	0,26
2	47	31	1 год 08 хв.	0,66	0,34
3	40	30	1 год 08 хв.	0,75	0,25
Середнє значення	43	31	3год. 30 хв.	0,72	0,28

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \#(4.4)$$

$$\rho = \frac{1}{0,88} = 1,13$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}}, \#(4.5)$$

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot P_0, \#(4.6)$$

$$\rho_0 = \left(1 + 1,13 + \frac{1,13^2}{2!} + \frac{1,13^3}{3!}\right) = (1 + 1,13 + 0,88)^{-1} = \frac{1}{3,01} = 0,33$$

Виходячи з формули (4.8), для ρ_1 , ρ_2 та ρ_3 формули граничних ймовірностей матимуть наступний вигляд:

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0, \#(4.7)$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 1,13 \cdot 0,33 = 0,37$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0, \#(4.8)$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{1,13^2}{2} \cdot 0,33 = 0,21$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0, \#(4.9)$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{1,13^3}{6} \cdot 0,33 = 0,08$$

Середня кількість зайнятих каналів:

$$k_{\text{зан}} = \frac{\lambda_{\text{еф}}}{\mu}, \#(4.10)$$

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

Виконав	Сухий А.Е.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$\lambda_{ef} = 3$ заявки на годину.

$$k_{зан} = \frac{3}{0,88} = 3,41 = 3$$

На основі аналізу чисельних параметрів системи, можемо констатувати наступне: існує 33% ймовірність, що при надходженні нової заявки всі канали будуть вільними. Ймовірність того, що лише один канал буде зайнятий, тоді як два інші залишаться вільними, становить 37%. Ймовірність зайнятості двох каналів, при одному вільному, дорівнює 21%, в той час як вірогідність того, що всі канали будуть зайняті в момент появи заявки, або шанс того, що автомобіль доведеться чекати в черзі, є мінімальною і складає всього 8%. Відповідно до розрахункових даних, на території нафтопереробного заводу є достатня кількість терміналів для нормального функціонування.

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.							53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра було проведено всебічний аналіз організації транспортно-логістичної схеми перевезення нафтопродуктів у міжнародному сполученні на прикладі маршруту з міста Варшава (Польща) до міста Київ (Україна). Робота складалася з чотирьох основних розділів, які охоплювали як теоретичні аспекти, так і прикладні розрахунки, спрямовані на оптимізацію логістичного процесу.

У першому розділі було досліджено сучасний стан міжнародних перевезень нафтопродуктів. Аналіз світового ринку і тенденцій імпорту в Україну засвідчив критичну роль автомобільного транспорту в умовах обмежень воєнного часу. Особлива увага приділялась структурі поставок, географії імпорту, а також проблемам і викликам, пов'язаним з технічними, логістичними та безпековими факторами.

Другий розділ зосереджувався на розробці логістичного ланцюжка транспортування. Було обґрунтовано вибір типу транспортного засобу для перевезення нафтопродуктів, враховуючи технічні характеристики автоцистерн, їхню вантажопідйомність, витрати пального, швидкість руху та безпекові вимоги. Окремо розраховано час на вантажні операції, у тому числі на основі технічних характеристик насосної установки АСВН-80.

У третьому розділі розглянуто проєктування маршруту перевезення Варшава – Київ. Було здійснено розрахунок техніко-експлуатаційних показників, таких як пробіг, оборот рейсу, продуктивність, кількість рейсів, необхідна кількість транспортних засобів, а також витрати часу на кожну операцію. Крім цього, проведено економічний аналіз вартості перевезень і сценарний розрахунок прибутку за різних рівнів рентабельності.

Четвертий розділ присвячено моделюванню роботи нафтопереробного заводу як багатоканальної системи масового обслуговування. Заявки розглядалися як автоцистерни, що прибувають на завантаження, а насосні установки — як канали обслуговування. На основі моделювання методом

Виконав	Сухий А.Е.			КРБ 275 14 ПЗ			Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

Монте-Карло було визначено ключові показники: час очікування, кількість обслуговуваних авто, завантаження каналів та ймовірність потрапляння в чергу. Аналіз показав, що при 3 насосних установках система ефективно функціонує при інтенсивності надходження, що забезпечує 80% завантаження.

Загалом, результати дослідження підтверджують доцільність застосування розробленої логістичної схеми у міжнародних перевезеннях нафтопродуктів. Отримані показники ефективності можуть бути використані як основа для планування логістичних операцій та оптимізації витрат при перевезеннях паливно-мастильних матеріалів на подібних маршрутах.

Виконав		Сухий А.Е.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив		Леснікова І.Ю.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Болквадзе Н.І., Мигаль О.Ф. Вантажні перевезення автомобільним транспортом в міжнародному бізнесі. *Економіка та суспільство*. Вип. №46, 2022. 9 с.
2. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін та ін. Дніпро: НТУ «ДП», 2019. 203 с.
3. Oil Market Report - December 2024. IEA : website. URL: <https://www.iea.org/reports/oil-market-report-december-2024>
4. Глобальний експорт нафти 2024 року скоротився на 2% : веб-сайт. URL: https://enkorrr.ua/uk/news/globalniy_eksport_nafti_2024_roku_skorotivsya_na_2/261979
5. Донець Д.М., Таранський І.П., Рикованова І.С. Виклики глобального ринку нафтопродуктів та їх вплив на національну безпеку: перспективи та ризики. *Академічні візії*. Вип. 28. 2024. С. 1-15.
6. Зима О.Є., Стеблянко В.С. Нафтогазова промисловість в Україні в умовах війни: проблеми та перспективи розвитку економіки. *Сучасна економічна наука: теорія і практика* : матеріали XII Всеук. наук.-практ. Інтернет-конф. з міжнарод. участю, 10 лист. 2022 р. Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2022. С. 15-17.
7. За 9 місяців 2023 експортовано 25 тис. т нафти та нафтопродуктів. *Скільки-скільки?* : веб-сайт. URL: <https://skilky-skilky.info/za-9-misiatsiv-2023-eksportovano-25-tys-t-nafty-ta-naftoproduktiv/>
8. Україна переорієнтовується на нові шляхи постачання пального. *Міністерство економіки України* : веб-сайт. URL: <https://me.gov.ua/news/detail?lang=uk-ua&id=b7ec956c-d513-4d73-9b9e-b96f4579214e&title=ukrainapereorintovutsiananovishliakhipostachanniapalnogo>

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

9. Проміняли білорусів на індусів. Як змінився паливний ринок України? *Економічна правда* : веб-сайт. URL: <https://epravda.com.ua/publications/2023/09/12/704192/>

10. Скільки Україна витратила на імпорт енергоресурсів за третій рік повномасштабної війни. *DixiGroup* : веб-сайт. URL: <https://dixigroup.org/skilky-ukrayina-vytratyla-na-import-energoresursiv-za-tretij-rik-povnomasshtabnogo-vtorgnennya/>

11. How the Russia-Ukraine war has impacted on logistics routes and supply chains. *GMK Center* : website. URL: <https://gmk.center/en/posts/how-the-russia-ukraine-war-has-impacted-on-logistics-routes-and-supply-chains/>

12. Розвиток мультимодальних перевезень в контексті досягнення цілей європейського зеленого курсу: досвід країн v4 та Румунії, можливості для України : аналітич. записка. Львів: НАНУ. 2024. 37 с. URL: <https://ird.gov.ua/irdp/p20230037.pdf>

13. Falling exports: Ukraine's foreign trade in the second year of war. *OSW* : website. URL: <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2024-01-22/falling-exports-ukraines-foreign-trade-second-year-war>

14. Європейська Угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ) від 2 берез. 2000 р. № 1511-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_217#Text

15. Автомобіль-бензовоз для спеціалізованого перевезення нафтопродуктів : веб-сайт. URL: <https://pkpm.com.ua/uk/production/>

16. Інформаційна табличка ADR «Бензин 33-1203» Вісма. *Комтранс Україна* : веб-сайт. URL: <https://autofurnitura.com/ua/shop/product/tablica-adr-benzin>

17. Класифікація вантажів, що вимагають оснащення спеціальним обладнанням : веб-сайт. URL: <https://cat-adr.com/klasifikacija-vantazhiv-scho-vimagajut-osnaschennja-specialnim-obladnannjam-ua>

Виконав	Сухий А.Є.			КРБ 275 14 ПЗ			Арк.
Перевірюв	Леснікова І.Ю.						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

18. Технічні характеристики та таблиці даних Mercedes-Benz. Тягачі : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/tekhnichni-kharakterystyky/transport/vantazivki-tagaci-mercedes-benz>

19. Автоцистерна на шассі MAN TGS. *KuivCneyTex* : веб-сайт. URL: https://kievspecteh.com/ru/catalog/man/avtomobil-cisterna-man-tgs-41460-dlya-perevozki-naftoproduktiv?srsId=AfmBOoorwowWp59_a2FDBcOhtKZNudJ5VJnhq_s25GmYEPHHctX9syHZ

20. ехнічні характеристики та таблиці даних DAF. Тягачі : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/tekhnichni-kharakterystyky/transport/vantazivki-tagaci-daf>

21. Схема тривісного паливного напівпричепа-цистерни (вид збоку та ззаду): веб-сайт. URL: https://www.sespel.com/catalog/tanks_for_chemistry/96487B/

22. Огляд сидельного тягача DAF XF: веб-сайт. URL: <https://chagatay.com.ua/obzor-sedel'nogo-tyagacha-daf-xf-106-4x2.html>

23. Зовнішній вигляд цистерни Magyar: веб-сайт. URL: <https://www.truck1-md.com/polupricepy/polupricepy-cisterny/magyar-sr-34-bd-lebensmittel-3-kammern-28m3-a9313154.html>

24. Насосний агрегат АСВН-80: веб-сайт. URL: <https://ukrmasosprom.com.ua/ua/p1196360452-nasos-asvn-kvt.html>

25. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.

26. Загальні відомості про метод статистичного моделювання. *Методи теоретичних і експериментальних досліджень. Електронний навчальний посібник* : веб-сайт. URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_12/page6.html

Виконав	Сухий А.Є.				КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Леснікова І.Ю.					58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

на тему:

**«ОРГАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СХЕМИ
ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ У МІЖНАРОДНОМУ
СПОЛУЧЕНІ»**

студента групи Т21-2

СУХОГО АНДРІЯ ЄВГЕНОВИЧА

Спеціальність 275 «Транспортні технології»

Керівник бакалаврської роботи
Доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, доцент
Леснікова Ірина Юріївна

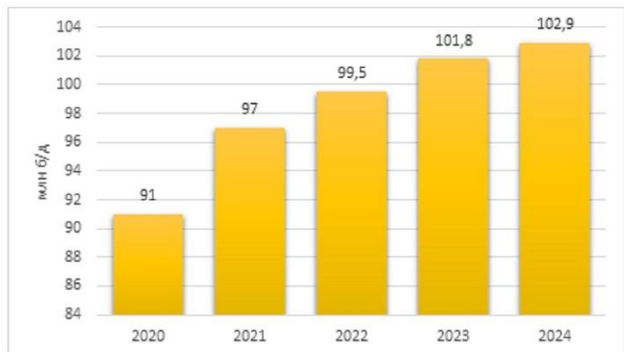
Керівник: _____
(підпис)

Дніпро
2025

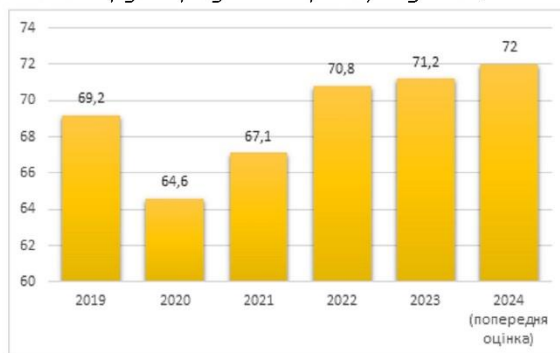
Графічний аркуш №1

ОЦІНКА ПОТОЧНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАФТОПРОДУКТІВ

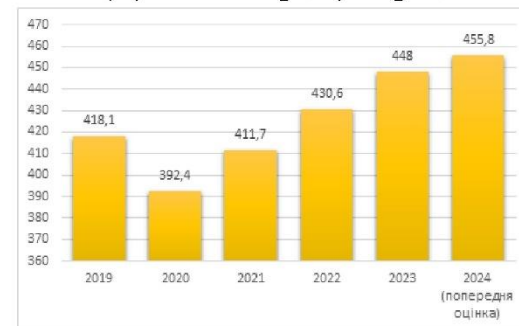
Світовий попит на нафту (в млн. б/д)



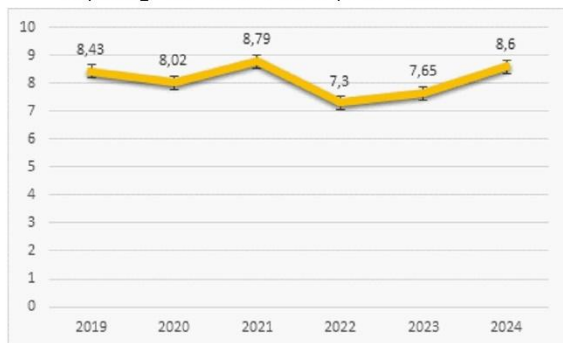
Обсяг міжнародних перевезень нафти (включаючи сиру нафту та нафтопродукти) (в млн б/д)



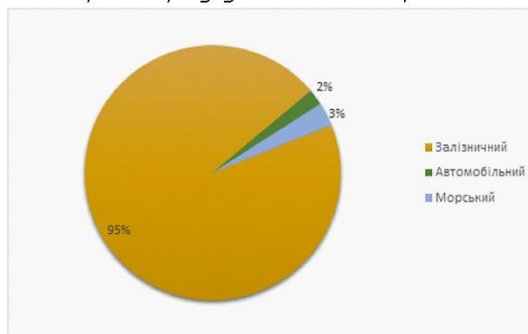
Обсяг міжнародних перевезень природного газу (млрд куб.м)



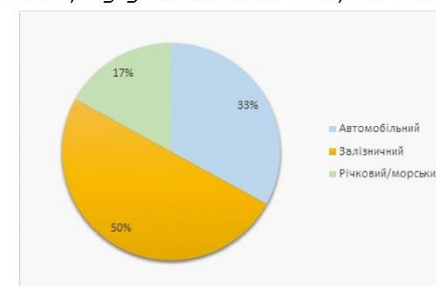
Динаміка імпорту нафтопродуктів в Україну за 2019-2023 роки (млн. т)



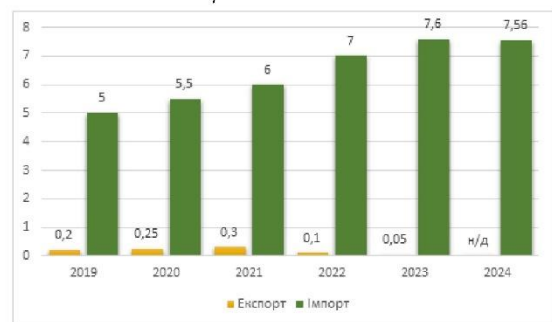
Структура імпорту нафтопродуктів за видами транспорту у довоєнний період (2021 р.)



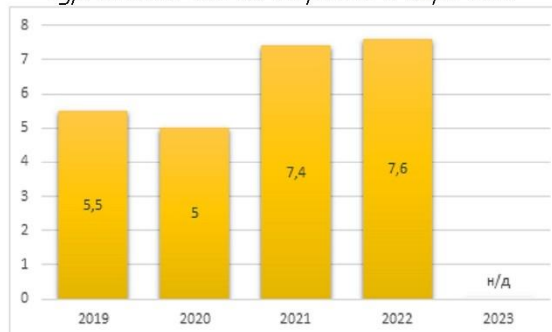
Структура імпорту нафтопродуктів за видами транспорту у післявоєнний період (2023 р.)



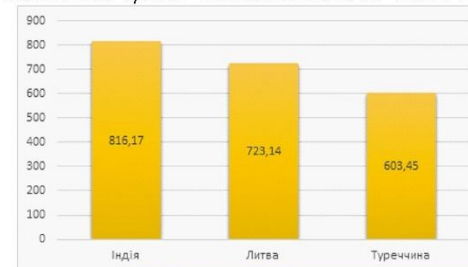
Обсяги експорту та імпорту нафтопродуктів України (млн. т)



Динаміка двосторонньої торгівлі між Україною та Туреччиною (обсяг торгівлі в млрд дол)

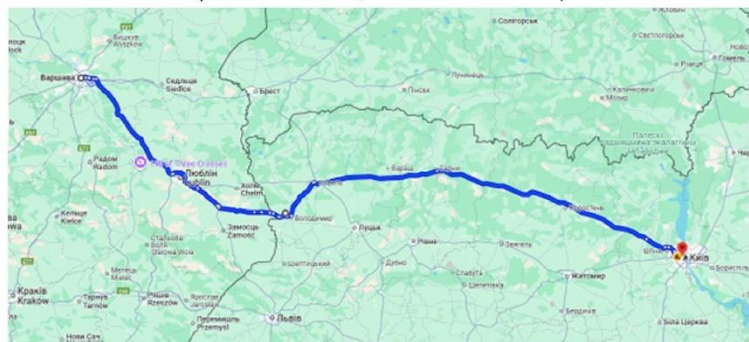


Обсяг імпорту нафтопродуктів з основних країн-постачальників (тис. т)



РОЗРОБКА ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮЖКА ТРАНСПОРТУВАННЯ

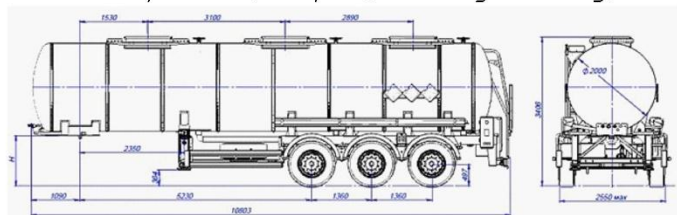
Схема маршруту доставки нафтопродуктів з м. Варшави (Польща) до м. Київ (Україна)



Процес наповнення цистерни нафтопродуктом за допомогою установки АСВН-80



Схема тривісного паливного напівпричепа-цистерни (вид збоку та ззаду)



Зовнішній вигляд тягача DAF XF



Зовнішній вигляд цистерни Magyar



Позначення класу небезпеки вантажу на авто



Автомобіль-бензовоз для спеціалізованого перевезення нафтопродуктів



Маркування, табличка з позначенням класу небезпеки



КРБ 275 14 ГЧ				Лист	Масштаб
Вид	Тр. вантаж	Лист	Лист	у	у
Розроб	Судил А.Є.			Лист	Лист
Вид	Листовий 18			Лист	Лист
Інженер	Харченко І.В.			Лист	Лист
Відп.	Листовий 18			Лист	Лист

ПРОЕКТУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ НАФТОПРОДУКТІВ

Підсумки розрахунку техніко-експлуатаційних показників по запроєктованому маршруті

Показник	Позначення	Значення	Одиниця вимірювання
Довжина одного оборотного рейсу	$L_{об}$	1700	км
Кількість рейсів для перевезення 1000 т	$N_{рейсів}$	28	рейсів
Загальний пробіг усіх ТЗ	$L_{заг}$	47 600	км
Загальний пробіг з вантажем	$L_{ван}$	23 800	км
Загальна транспортна робота	$W_{ткм}$	850 000	т·км
Коефіцієнт використання пробігу	$K_{проб}$	0,5	—
Кількість рейсів одним ТЗ за 5 днів	$N_{рейсів\ 5днів}$	2	рейсів
Обсяг перевезень одним ТЗ за 5 днів	$Q_{5днів}$	72	тонн
Необхідна кількість ТЗ	$N_{ТЗ}$	14	одиниць

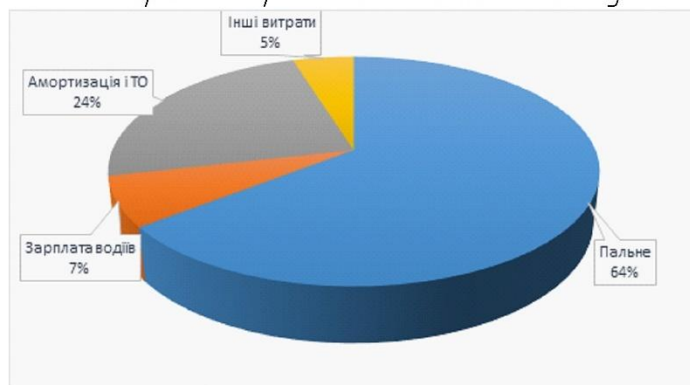
Вихідні дані

Показник	Позначення	Значення
Протяжність маршруту в один бік	$L_{рейс}$	850 км
Повна довжина рейсу (туди-назад)	$L_{об}$	1700 км
Кількість рейсів	$N_{рейсів}$	28
Витрата пального	q	28 л/100 км
Ціна дизельного пального	$P_{диз}$	1,45 євро/л
Курс євро до гривні	курс	40 грн/євро
Зарплата водія за 1 рейс	$C_{рейсзарплати}$	6000 грн
Амортизація і обслуговування за 1 км	$C_{км}$	6 грн
Податки та додаткові витрати	$C_{інші}$	5% від загальних витрат

Технічні характеристики і показники ефективності ТЗ

Модель (тягач + цистерна)	Витрата пального (л/100км)	Вантажо - підйомність(т)	Об'єм цистерни (м3)	Сер. тех. швидкість (км/год)	Відповідність ADR	Вартість перевезення 1т/100км	ККД
MB Actros + Feldbinder	≈ 28	24,4	58	~70	ADR (клас 3, FL)	~5 USD	12
MAN TGS + LAG	≈ 30	36	40	~70	ADR (клас 3, FL)	~3,5 USD	24
DAF XF + Magyar	≈ 26	31	37,4	~70	ADR (клас 3, FL)	~4 USD	21

Кругова діаграма у відсотковому співвідношенні витрат на перевезення 1000 тонн бензину



Зведений розрахунок для 3-х сценаріїв рентабельності

Рентабельність	Тариф за 1 т, грн	Прибуток, грн	Тариф за 1 т·км, грн
15%	1 377,42	179 660	1,62
25%	1 497,20	299 440	1,76
35%	1 616,98	419 220	1,90

КРБ 275 14 ГЧ

Лист 3

Листів 4

Лист 3

Листів 4

УМЛФ ар. Т21-2

Формат А1

КРБ 275 14 ГЧ

Графічний аркуш №4

ОЦІНКА ПОТОЧНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ФТОПРОДУКТІВ

Виробування №1

Виробування №2

Виробування №3

№ п/п	Рівномірне розподілене випадкове число R _в	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальне відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	У черзі
1 виробування										
1			0:00:00		00:00:00					
2	0,14	00:39:19	0:39:19	0,26	1:10:33	01:49:53			1	
3	0,91	00:01:59	0:41:18	0,33	1:11:18		01:52:36		1	
4	0,34	00:21:26	1:02:44	-0,34	1:04:38			02:07:23	1	
5	0,25	00:27:44	1:30:28	-0,61	1:01:52					1
6	0,30	00:24:05	1:54:33	1,51	1:23:08	03:17:41			1	
7	0,12	00:42:24	2:36:57	-1,03	0:57:43		03:34:40			
8	0,58	00:10:47	2:47:44	-0,25	1:05:27			03:53:11	1	
9	0,10	00:46:38	3:34:21	1,07	1:18:43	04:53:04				
10	0,20	00:32:41	4:07:02	0,50	1:13:00		05:20:03		1	
11	0,67	00:08:03	4:15:05	0,32	1:11:14			05:26:20	1	
12	0,39	00:18:46	4:33:52	0,91	1:17:08					1
13	0,96	00:00:48	4:34:40	0,93	1:17:17					1
14	0,04	01:02:38	5:37:18	1,00	1:18:01	06:55:19				
15	0,91	00:01:52	5:39:10	1,16	1:19:36		06:58:46		1	
16	0,99	00:00:12	5:39:22	-0,11	1:06:52			06:46:15	1	
17	0,12	00:42:32	6:21:54	-0,53	1:02:42					1
18	0,91	00:01:53	6:23:47	0,38	1:11:47					1
19	0,67	00:08:03	6:31:50	0,36	1:11:34					1
20	0,49	00:14:13	6:46:03	-1,96	0:48:21					1
21	0,75	00:05:42	6:51:45	1,01	1:18:07			08:09:52	1	
22	0,21	00:31:08	7:22:53	0,76	1:15:37	08:38:30				
23	0,34	00:21:45	7:44:38	-0,40	1:04:02		08:48:40		1	
24	0,28	00:25:46	8:10:24	-0,21	1:05:53			09:16:17	1	
25	0,53	00:12:53	8:23:17	0,64	1:14:26					1
26	0,03	01:10:36	9:33:53	-1,48	0:53:15	10:27:08			1	
27	0,91	00:01:49	9:35:42	1,71	1:25:07		11:00:49			
28	0,11	00:43:59	10:19:41	0,91	1:17:09			11:36:50	1	
29	0,35	00:20:47	10:40:28	0,54	1:13:26	11:53:54				1
30	0,46	00:15:20	10:55:48	2,12	1:29:10					1
31	0,07	00:52:30	11:48:18	0,65	1:14:31		13:02:49		1	
32	0,55	00:11:53	12:00:11	2,78	1:35:48	13:35:59				
33	0,33	00:22:06	12:22:17	-0,74	1:00:36			13:22:53	1	
34	0,46	00:15:30	12:37:47	-0,68	1:01:12					1
35	0,81	00:17:44	12:55:31	-0,16	1:06:24					1
36	0,64	00:36:39	13:32:10	-0,09	1:07:07		14:39:16		1	
37	0,74	00:24:42	13:56:52	-1,11	0:56:53	14:53:45				1
38	0,39	01:17:44	15:14:36	0,77	1:15:43	16:30:19				
39	0,79	00:19:19	15:33:55	0,36	1:11:38		16:45:33			
40	0,47	01:03:34	16:37:29	1,14	1:19:24	17:56:53				
41	0,57	00:47:25	17:24:54	0,16	1:09:33		18:34:28			
42	0,20	02:13:44	19:38:38	-0,39	1:04:06	20:42:45				
43	0,12	02:59:03	22:37:41	1,46	1:22:36	00:00:17				1
44	0,54	00:51:13	23:28:54	-0,34	1:04:38		00:33:31		1	
45	0,36	01:25:51	0:54:45	-1,92	0:48:46	01:43:31				
СТОП										
Всього										32 11

№ п/п	Рівномірне розподілене випадкове число R _в	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальне відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	У черзі
2 виробування										
1			0:00:00		00:00:00					
2	0,65	00:08:45	0:08:45	0,26	1:10:33	01:19:18			1	
3	0,68	00:07:45	0:16:30	0,33	1:11:18		01:27:48		1	
4	0,94	00:01:17	0:17:47	-0,34	1:04:38			01:22:25	1	
5	0,03	01:09:59	1:27:46	-0,61	1:01:52	02:29:38			1	
6	0,86	00:03:07	1:30:53	1,51	1:23:08		02:54:02		1	
7	0,71	00:06:43	1:37:36	-1,03	0:57:43			02:35:19	1	
8	0,43	00:17:04	1:54:40	-0,25	1:05:27					1
9	0,02	01:22:18	3:16:59	1,07	1:18:43	04:35:41			1	
10	0,53	00:12:32	3:29:30	0,50	1:13:00		04:42:31		1	
11	0,73	00:06:19	3:35:49	0,32	1:11:14			04:47:03	1	
12	0,87	00:02:43	3:38:32	0,91	1:17:08					1
13	0,36	00:20:21	3:58:53	0,93	1:17:17					1
14	0,56	00:11:38	4:10:31	1,00	1:18:01					1
15	0,72	00:06:39	4:17:10	1,16	1:19:36					1
16	0,95	00:00:59	4:18:09	-0,11	1:06:52					1
17	0,88	00:02:34	4:20:43	-0,53	1:02:42					1
18	0,60	00:10:21	4:31:04	0,38	1:11:47					1
19	0,57	00:11:15	4:42:19	0,36	1:11:34	05:53:52			1	
20	0,41	00:17:58	5:00:17	-1,96	0:48:21		05:48:38			1
21	0,93	00:01:30	5:01:47	1,01	1:18:07			06:19:55	1	
22	0,48	00:14:53	5:16:41	0,76	1:15:37					1
23	0,68	00:07:46	5:24:27	-0,40	1:04:02					1
24	0,98	00:00:25	5:24:52	-0,21	1:05:53					1
25	0,54	00:12:08	5:37:01	0,64	1:14:26					1
26	0,02	01:19:22	6:56:23	-1,48	0:53:15	07:49:37			1	
27	0,16	00:36:39	7:33:02	1,71	1:25:07		08:58:09			1
28	0,48	00:14:48	7:47:50	0,91	1:17:09			09:04:58	1	
29	0,29	00:25:06	8:12:55	0,54	1:13:26	09:26:22				1
30	0,47	00:15:13	8:28:08	2,12	1:29:10					1
31	0,93	00:01:27	8:29:35	0,65	1:14:31					1
32	0,14	00:39:35	9:09:10	2,78	1:35:48		10:44:58		1	
33	0,64	00:08:56	9:18:06	-0,74	1:00:36			10:18:42	1	
34	0,86	00:02:59	9:21:05	0,68	1:01:12					1
35	0,86	00:12:40	9:33:45	-0,16	1:06:24	10:40:08			1	
36	0,94	00:04:44	9:38:29	-0,09	1:07:07					1
37	0,52	00:55:03	10:33:32	-1,11	0:56:53			11:30:25	1	
38	0,09	03:22:02	13:55:34	0,77	1:15:43	15:11:17				1
39	0,38	01:21:18	15:16:53	0,36	1:11:38	16:28:31				1
40	0,90	00:09:14	15:26:07	1,14	1:19:24		16:45:30			1
41	0,50	00:57:17	16:23:24	0,16	1:09:33			17:32:57	1	
42	0,67	00:32:47	16:56:11	-0,39	1:04:06	18:00:18				1
43	0,41	01:13:26	18:09:37	1,46	1:22:36	19:32:13				1
44	0,16	02:30:29	20:40:06	-0,34	1:04:38	21:44:44				1
45	0,55	00:50:34	21:30:40	-1,92	0:48:46		22:19:27			1
46	0,60	00:42:11	22:12:51	-0,92	0:58:46	23:11:37				1
47	0,75	00:23:51	22:36:43	0,08	1:08:46		23:45:29			1
48	0,82	00:16:32	22:53:15	1,08	1:18:46			00:12:01	1	
49	0,42	01:12:49	0:06:04	2,08	1:28:46	01:34:50				1
СТОП										
Всього										31 16

№п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R _в	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальне відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговувано	У черзі
3 випробування										
1			0:00:00		00:00:00					
2	0,02	01:14:39	1:14:39	0,26	1:10:33	02:25:13				1
3	0,33	00:22:26	1:37:06	0,33	1:11:18		02:48:24			1
4	0,03	01:09:02	2:46:08	-0,34	1:04:38	03:50:46				1
5	0,90	00:02:11	2:48:19	-0,61	1:01:52			03:50:11		1
6	0,08	00:50:25	3:38:44	1,51	1:23:08		05:01:52			1
7	0,05	00:59:01	4:37:45	-1,03	0:57:43	05:35:28				1
8	0,04	01:02:39	5:40:24	-0,25	1:05:27	06:45:51				1
9	0,39	00:18:42	5:59:06	1,07	1:18:43		07:17:49			1
10	0,77	00:05:17	6:04:23	0,50	1:13:00			07:17:24	1	
11	0,28	00:25:39	6:30:03	0,32	1:11:14					1
12	0,51	00:13:19	6:43:22	0,91	1:17:08					1
13	0,80	00:04:30	6:47:52	0,93	1:17:17	08:05:08			1	
14	0,58	00:11:03	6:58:54	1,00	1:18:01					1
15	0,53	00:12:32	7:11:26	1,16	1:19:36					1
16	0,68	00:07:34	7:19:00	-0,11	1:06:52		08:25:52		1	
17	0,67	00:07:57	7:26:57	-0,53	1:02:42			08:29:39	1	
18	0,61	00:09:46	7:36:43	0,38	1:11:47					1
19	0,56	00:11:38	7:48:21	0,36	1:11:34					1
20	0,05	01:01:16	8:49:36	-1,96	0:48:21	09:37:58			1	
21	0,96	00:00:53	8:50:30	1,01	1:18:07		10:08:37		1	
22	0,41	00:17:46	9:08:16	0,76	1:15:37			10:23:53	1	
23	0,55	00:12:02	9:20:18	-0,40	1:04:02					1
24	0,44	00:16:26	9:36:43	-0,21	1:05:53					1
25	0,42	00:17:10	9:53:54	0,64	1:14:26	11:08:20			1	
26	0,03	01:08:57	11:02:51	-1,48	0:53:15		11:56:05			1
27	0,80	00:04:20	11:07:11	1,71	1:25:07			12:32:18	1	
28	0,94	00:01:10	11:08:21	0,91	1:17:09	12:25:29			1	
29	0,48	00:14:31	11:22:52	0,54	1:13:26					1
30	0,21	00:31:08	11:54:00	2,12	1:29:10					1
31	0,17	00:34:56	12:28:56	0,65	1:14:31	13:43:27			1	
32	0,97	00:00:33	12:29:29	2,78	1:35:48		14:05:17		1	
33	0,78	00:04:56	12:34:25	-0,74	1:00:36			13:35:01	1	
34	0,00	02:12:06	14:46:31	-0,68	1:01:12	15:47:43			1	
35	0,05	04:10:07	18:56:38	-0,16	1:06:24	20:03:01			1	
36	0,44	01:09:19	20:05:57	-0,09	1:07:07	21:13:04			1	
37	0,45	01:07:07	21:13:04	-1,11	0:56:53		22:09:57		1	
38	0,43	01:10:55	22:23:59	0,77	1:15:43	23:39:42			1	
39	0,98	00:01:56	22:25:55	0,36	1:11:38		23:37:33		1	
40	0,38	01:19:54	23:45:49	1,14	1:19:24	01:05:13			1	
41	0,98	00:01:21	23:47:09	0,16	1:09:33		00:56:43		1	
42	0,41	01:15:18	1:02:27	-0,39	1:04:06		02:06:34			
			СТОП			Всього			30	