

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

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

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

_____ А.І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ
ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ»**

Виконав: студент групи Т21-3
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)

Петляк Валерій Валерійович

Керівник: _____
(підпис)

доктор технічних наук, професор
Сохацький Анатолій Валентинович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ,
кандидат технічних наук, доцент
Халіпова Наталія Володимирівна

Дніпро
2025

3.4 Об'єм планового перевезення – 500 тонн.

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

- 4.1 Оцінка сучасного стану міжнародних вантажних перевезень промислових товарів Європа – Україна
- 4.2 Проектування вантажних перевезень за напрямом Франція – Україна
- 4.3 Розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників перевізного процесу
- 4.4 Математичне функціонування митного пункту

5. Перелік графічного матеріалу

- 5.1 Оцінка сучасного стану міжнародних вантажних перевезень промислових товарів Європа – Україна
- 5.2 Проектування вантажних перевезень за напрямом Франція – Україна
- 5.3 Розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників перевізного процесу
- 5.4 Математичне функціонування митного пункту

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 сучасного стану міжнародних вантажних перевезень промислових товарів Європа – Україна	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Проектування вантажних перевезень за напрямом Франція – Україна	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників перевізного процесу	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Математичне функціонування митного пункту	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)

В.В. Петляк

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

А.В. Сохацький

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петляк В.В. Проектування вантажних перевезень за напрямом Франція – Україна в умовах воєнного часу. 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 проектування вантажних перевезень в умовах воєнного часу за напрямом (м. Ліон – м. Рівне). Зроблено оцінку сучасного стану міжнародних вантажних перевезень промислових товарів. Зпроектовано вантажні перевезення за напрямом Франція – Україна. Розраховано техніко-експлуатаційні та економічні показники перевізного процесу. Математично змодельовано функціонування митний пункт.

THE SUMMARY

Petliak V.V. Design of freight transportation in the direction of France - Ukraine in wartime. Qualification work for the bachelor's degree in the specialty 275 Transport Technologies (in road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The bachelor's qualification work is devoted to the design of freight transportation in wartime in the direction (Lyon - Rivne). An assessment of the current state of international freight transportation of industrial goods was made. Freight transportation in the direction of France - Ukraine is designed. The technical, operational and economic indicators of the transportation process are calculated. The functioning of the customs point is mathematically modeled.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ ЄВРОПА – УКРАЇНА	10
1.1 Аналіз стану вантажних перевезень у міжнародному сполученні	10
1.2 Проблеми вантажних перевезень під час воєнного стану	16
2. ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА	21
2.1 Постановка завдання	21
2.2 Транспортна характеристика вантажу та умови ІНКОТЕРМС	22
2.3 Визначення виду тари та упакування вантажу	25
2.4 Проєктування маршрутів вантажних перевезень	29
2.5 Вибір транспортного засобу та особливості перевезення	35
3. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ	40
3.1 Розрахунок часу навантаження та розвантаження вантажу	40
3.2 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників перевізного процесу	43
3.3 Розрахунок економічних показників та собівартості перевезення	50
4. МАТЕМАТИЧНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПУНКТУ	58
4.1 Розрахунок пропускної можливості пункту пропуску, як триканальної СМО	58
4.2 Вплив умов воєнного стану на роботу СМО	69

					КРБ 275 08 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ			
Розроб.		Петляк В.В.						
Перевір.		Сохацький А.В.						
Реценз.		Халіпова Н.В.						
Н. контр.		Сохацький А.В.						
Затверд.		Сохацький А.В.			УМСФ, ГР. Т21-3			

ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	76
Додаток А. Схема відповідальності сторін за умовами ДАР	79
Додаток Б. Графічні матеріали	80

					КРБ 275 08 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат	ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ			
Розроб.	Петляк В.В.							
Перевір.	Сохацький А.В.							
Реценз.	Халіпова Н.В.							
Н. контр.	Сохацький А.В.							
Затверд.	Сохацький А.В.				Лім. Арк. Аркушів			
							5	
					УМСФ, ГР. Т21-3			

ВСТУП

У сучасних умовах глобальної нестабільності та порушення сталих логістичних ланцюгів, викликаних повномасштабною війною в Україні, організація міжнародних вантажних перевезень набуває особливої актуальності. Зокрема, транспортування промислових товарів з країн Європейського Союзу, таких як Франція, вимагає не лише точного інженерно-логістичного розрахунку, але й адаптації до ризиків та обмежень воєнного часу. В цих умовах суттєво змінюються правила логістики, зростають вимоги до безпеки маршрутів, гнучкості перевізників і швидкості проходження митних процедур.

Особливої уваги потребує вибір виду транспорту, визначення оптимального маршруту перевезення, забезпечення збереженості вантажу та дотримання міжнародних вимог. В умовах воєнного стану додатково ускладнюється функціонування прикордонної та митної інфраструктури, що вимагає нових підходів до проєктування перевізного процесу.

Метою цієї дипломної роботи є проєктування логістичної схеми міжнародного вантажного перевезення з Франції до України з урахуванням факторів, що впливають на ефективність і безпеку транспортування в умовах воєнного стану. У процесі дослідження буде здійснено оцінку сучасного стану міжнародних вантажоперевезень, розроблено маршрути та обґрунтовано вибір транспортних засобів. Також буде проведено техніко-експлуатаційні розрахунки, розглянуто питання доставки в умовах ризику, і змодельовано роботу пункту пропуску як системи масового обслуговування.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю забезпечення безперервного потоку промислових товарів в Україні, підтримки економіки в умовах війни та розробки логістичних рішень, що враховують як внутрішні, так і зовнішні загрози.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Ця кваліфікаційна робота бакалавра присвячена проектуванню вантажних перевезень в умовах воєнного часу за напрямом м. Ліон (Франція) – м. Рівне (Україна).

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ ЄВРОПА- УКРАЇНА

1.1 Аналіз стану вантажних перевезень у міжнародному сполученні

Міжнародні вантажні перевезення залишаються ключовим елементом глобальної економіки, забезпечуючи переміщення товарів між країнами та підтримуючи функціонування виробничих і торговельних ланцюгів [1]. У сучасних умовах значного геополітичного напруження та воєнних конфліктів, що зачіпають окремі регіони, зокрема Україну, спостерігається суттєва трансформація у сфері логістики. Відбувається переорієнтація маршрутів, зміна ролі окремих країн у транспортних коридорах, посилення вимог до безпеки перевезень та зростання вартості логістичних операцій [2].

Україна є важливою ланкою в системі європейських і євразійських транспортних потоків, оскільки географічно розташована на перетині торгових шляхів між Західною Європою, Чорноморським регіоном і Азією. До початку повномасштабної війни Україна активно інтегрувалася в європейську логістичну інфраструктуру, зокрема через участь у міжнародних транспортних коридорах, таких як TRACECA [3], Транс'європейська транспортна мережа (TEN-T) та коридор Балтійське море – Чорне море [4].

Найбільш значущими напрямками для зв'язку з країнами Європейського Союзу, зокрема Францією, є автомобільні й залізничні маршрути через Польщу, Угорщину, Словаччину та Румунію. Найбільше навантаження на сьогодні припадає на польсько-українські переходи – Ягодин, Краківець, Рава-Руська, Шегині, що забезпечують як рух вантажного автотранспорту, так і залізничного сполучення з перевантаженням у вузлових логістичних центрах. Через них здійснюється значна частина імпорту промислових вантажів з Франції, Бельгії, Німеччини та Нідерландів (див. рисунок 1.1) [5].

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

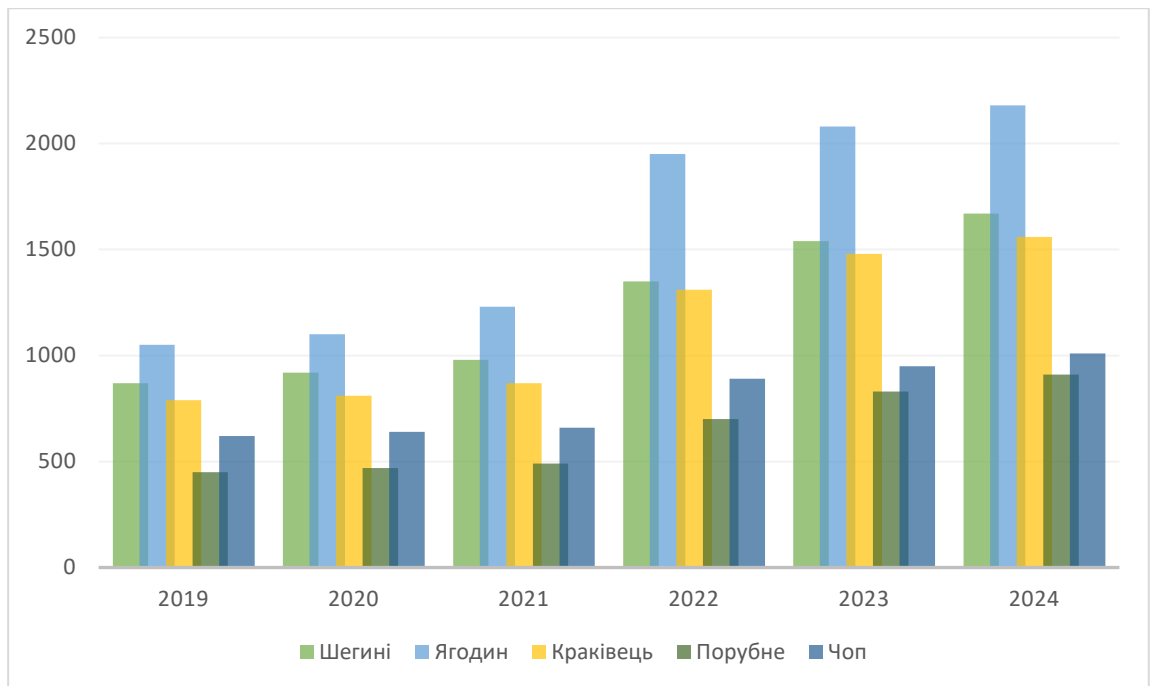


Рисунок 1.1 – Динаміка вантажопотоку через основні пункти пропуску на кордоні України з ЄС за 2019-2023 рр. [6]

Згідно з представленими даними, після різкого зростання вантажопотоку в 2022 році, спричиненого обмеженням морської логістики, у 2023-2024 роках спостерігається продовження стабільного, хоча й дещо сповільненого зростання. Найбільше навантаження традиційно припадає на пункт Ягодин – Дорогуськ, який у 2024 році досяг позначки 2 180 тис. тонн. Значне збільшення також спостерігається на переходах Шегині, Краківець та Порубне, що свідчить про розширення логістичної активності на західному кордоні.

Такі тенденції демонструють адаптацію логістичної системи України до нових умов і переналаштування торговельних маршрутів через сухопутні пункти. Зростання обсягів вантажопотоку вказує на підвищення ролі прикордонної інфраструктури, зокрема в контексті реалізації спільних логістичних ініціатив між Україною та ЄС.

Особливе значення в умовах війни набули альтернативні маршрути, що дозволяють частково компенсувати втрати морської інфраструктури. Розвивається перевезення через річкові порти Дунайського кластеру (Ізмаїл, Рені, Галац), з подальшим сухопутним транзитом через Румунію. Також

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

активізовано логістичні потоки через термінали в Словаччині та Угорщині, де створено додаткові логістичні хаби для накопичення і перенавантаження вантажів (див. таблицю 1.1) [7].

Таблиця 1.1 – Вантажопотік за напрямками у розрізі видів транспорту за 2024 рік [6]

Напрямок (країна транзиту)	Автомобільний транспорт, тис. т	Залізничний транспорт, тис. т	Річковий транспорт, тис. т
Польща	27 500	15 800	—
Румунія	8 100	3 600	2 900
Угорщина	4 800	3 100	—
Словаччина	3 900	2 900	—

У 2024 році спостерігається подальше зростання вантажопотоку через західні сухопутні кордони України. Польща залишається ключовим напрямком для автомобільних та залізничних перевезень, забезпечуючи понад 43 тис. тонн вантажів. Румунія демонструє значне зростання річкових перевезень, що свідчить про активне використання дунайських портів для експорту українських товарів. Угорщина та Словаччина також показують стабільне зростання в обох видах транспорту, що підкреслює важливість диверсифікації логістичних маршрутів у відповідь на виклики воєнного часу.

У межах програми «Solidarity Lanes», що запроваджена Європейською комісією у 2022 році, здійснюється модернізація прикордонної інфраструктури та спрощення митних процедур, що дозволяє скоротити час простоїв та покращити пропускну здатність транскордонних переходів. Це сприяє підтримці експорту та імпорту навіть за умов значного військового ризику та обмеженого ресурсу національної логістичної системи [8].

У сучасних умовах міжнародних перевезень, транспортування хімічних вантажів, зокрема таких речовин, як натрієва селітра, вимагає особливої уваги до безпеки та дотримання нормативних вимог. Ці вантажі класифікуються як

небезпечні згідно з Європейською угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ADR), що накладає додаткові обов'язки на перевізників.

Згідно з ADR, хімічні вантажі поділяються на класи залежно від їх фізико-хімічних властивостей та потенційної небезпеки. Наприклад, натрієва селітра відноситься до класу 5.1 – окислювальні речовини. Це означає, що вона може спричинити або посилити горіння інших матеріалів, тому її перевезення потребує суворого контролю температурного режиму та виключення контакту з легкозаймистими речовинами (див. таблицю 1.2) [9].

Таблиця 1.2 – Класифікація хімічних вантажів за ADR [9]

Клас	Тип речовини	Приклад
3	Легкозаймисті рідини	Бензин, етанол
5.1	Окислювальні речовини	Натрієва селітра
6.1	Токсичні речовини	Ціанід калію
8	Корозійні речовини	Сірчана кислота

Транспортні засоби, що використовуються для перевезення хімічних вантажів, повинні бути спеціально обладнані. Це включає наявність сертифікованих контейнерів або автоцистерн, систем вентиляції, температурного контролю та засобів пожежогасіння. Крім того, водії повинні мати відповідну підготовку та сертифікати, що підтверджують їх здатність безпечно перевозити небезпечні вантажі (див. рисунок 1.2).

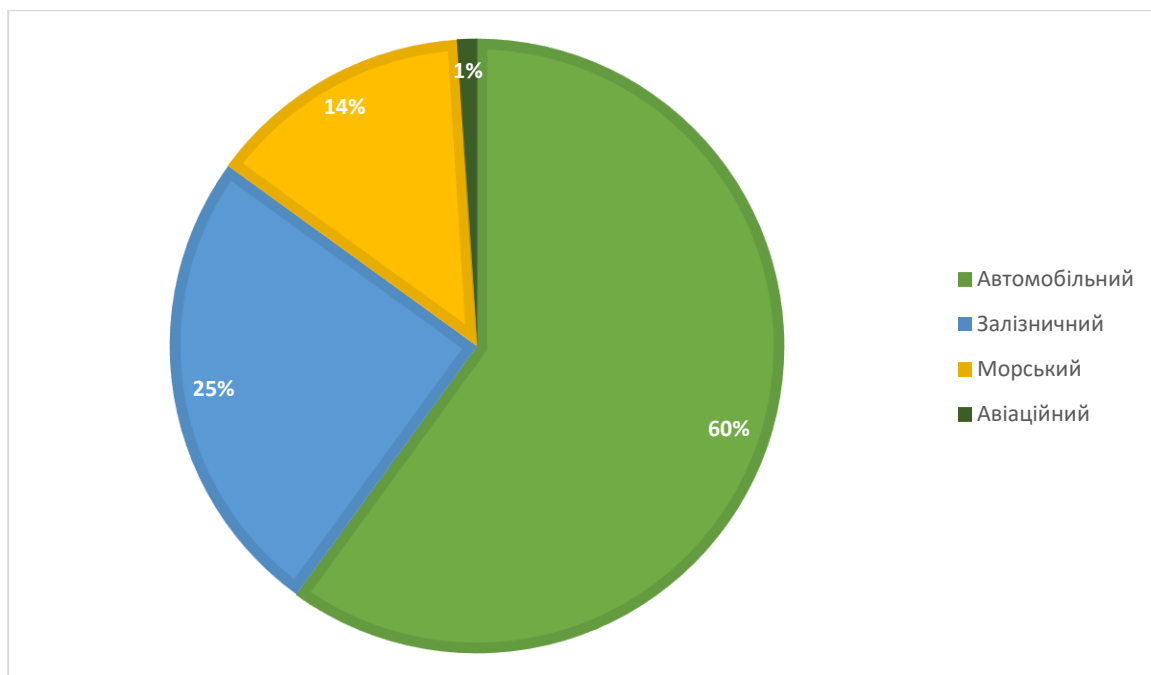


Рисунок 1.2 – Розподіл видів транспорту при перевезенні хімічних вантажів [6]

Особливу увагу слід приділяти маршрутам перевезення. У воєнний час необхідно уникати зон бойових дій, обираючи альтернативні шляхи, що забезпечують безпеку вантажу та персоналу. Також важливо враховувати стан доріг, наявність митних пунктів та можливість оперативного реагування у разі надзвичайних ситуацій.

Франція є одним із ключових економічних партнерів України в межах зовнішньоторговельної діяльності з країнами Європейського Союзу. Станом на 2023 рік обсяг двосторонньої торгівлі між Україною та Францією становив понад 2,1 млрд євро, з яких значну частину складає імпорт промислових товарів, у тому числі продукції хімічної промисловості, сільськогосподарських добрив, технічного обладнання та логістичного оснащення. В умовах обмеженого функціонування портової інфраструктури через воєнні дії значення сухопутних маршрутів зросло у кілька разів, що актуалізувало питання оптимізації напрямку Франція – Україна (див. таблицю 1.3) [10].

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 1.3 – Статистика імпорту України з Франції з 2019-2024 рр. [6]

Рік	Обсяг імпорту, млн євро	Зміна до попереднього року, %
2019	1 600	—
2020	1 450	-9,4%
2021	1 800	+24,1%
2022	1 950	+8,3%
2023	2 100	+7,7%
2024	2 250	+7,1%

Основними транзитними коридорами для вантажів з Франції виступають маршрути через Німеччину, Бельгію, Польщу, а також через такі країни, як Чехія, Словаччина та Угорщина. Логістичні центри у Ліллі, Страсбурзі та Ліоні відіграють важливу роль як відправні вузли для консолідації вантажів у напрямку східноєвропейських країн, з подальшим проходженням через пункти пропуску Ягодин – Дорогуськ, Чоп – Захонь або Порубне – Сірет.

У післявоєнний період значення цього маршруту зростатиме ще більше, враховуючи наміри України щодо інтеграції у європейські логістичні платформи. У рамках ініціативи «Шляхи солідарності» Франція бере участь у підтримці логістичних каналів для постачання критичних вантажів до України, зокрема хімікатів, необхідних для агропромислового комплексу та об'єктів критичної інфраструктури [8]. Перевезення таких речовин, як натрієва селітра, потребує особливої координації між митними органами, перевізниками та вантажоодержувачами, що ще більше підкреслює важливість чітко проєктованих логістичних рішень.

Окрім економічного чинника, логістичне значення маршруту Франція – Україна зумовлюється ще й геополітичними обставинами. Забезпечення безперервного потоку товарів на цьому напрямку дозволяє підтримувати функціонування стратегічно важливих галузей української промисловості, а

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	15

також знижує критичну залежність від портових постачань, які залишаються вразливими до воєнних ризиків.

1.2. Проблеми вантажних перевезень під час воєнного стану

З початком повномасштабної війни в Україні у 2022 році логістична система країни зазнала суттєвих змін, що вплинули на всі аспекти вантажних перевезень. Руїнування інфраструктури, блокада портів, мобілізація персоналу та зростання ризиків стали основними викликами для логістичного сектору [11].

Однією з найгостріших проблем стала мобілізація, яка призвела до дефіциту кваліфікованого персоналу, зокрема водіїв та технічних спеціалістів. Це ускладнило виконання замовлень, призвело до затримок у доставці товарів і збільшення витрат на найм та навчання нових працівників.

Війна також спричинила значні порушення в логістичних ланцюгах. Руїнування інфраструктури, включаючи дороги, мости та залізничні лінії, ускладнило перевезення вантажів як усередині країни, так і на міжнародному рівні. Блокування транспортних шляхів і контрольовані зони змушують компанії шукати альтернативні способи доставки, що призводить до збільшення часу доставки і зростання витрат на транспортування (див. таблицю 1.4) [12].

Таблиця 1.4 – Основні логістичні втрати України внаслідок війни [6]

Показник	Обсяг втрат / змін
Зруйновано складів	понад 400 об'єктів
Зниження вантажообігу морських портів	-74%
Дефіцит водіїв (через мобілізацію)	понад 30%
Подорожчання доставки (середнє)	+60–80%

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Значне зростання ризиків для транспорту та логістики включає обстріли, мінування, захоплення транспортних засобів і вантажів, що призводить до фінансових втрат та втрати товарів. Підприємства змушені інвестувати значні кошти в забезпечення безпеки, страхування вантажів та обробку ризиків.

Блокада портів, через які до війни проходило понад 70% українського експорту, змусила компанії переорієнтуватися на альтернативні маршрути через Польщу, Румунію та інші країни. Це призвело до збільшення навантаження на залізничний та автомобільний транспорт, подовження часу доставки та зростання витрат (див. рисунок 1.3).

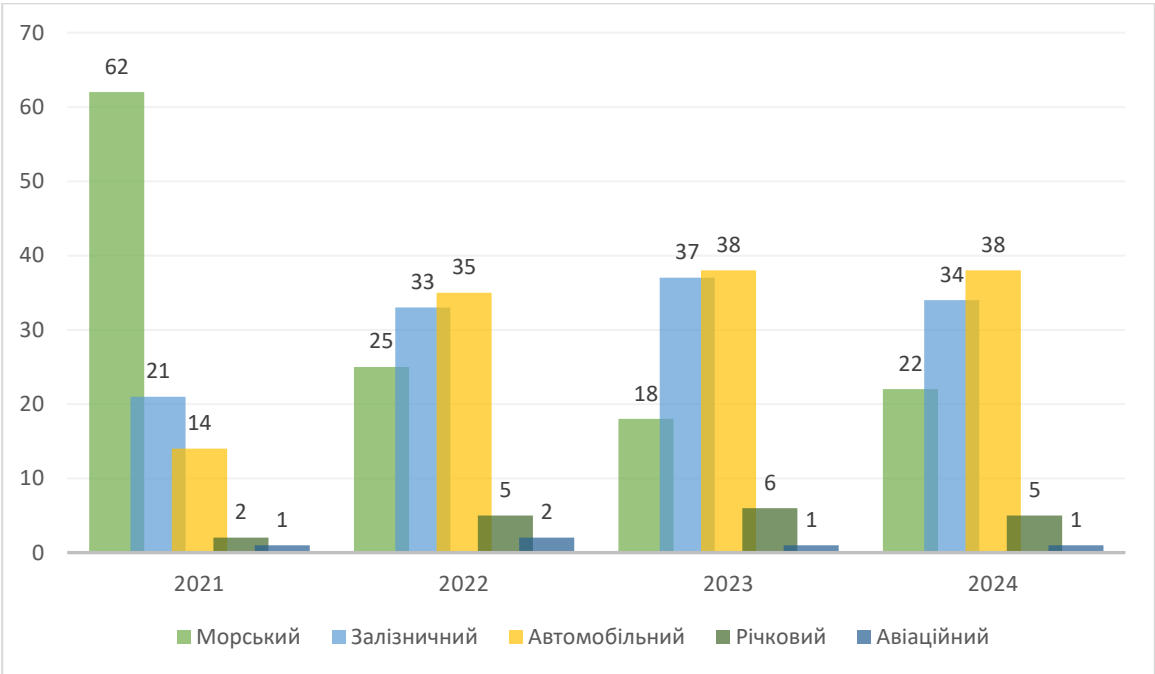


Рисунок 1.3 – Зміна структури видів транспорту (у %) у вантажних перевезеннях України за 2021-2024 рр. [6]

Зокрема, порти Гданськ і Гдиня в Польщі стали основними точками перевалки для українського експорту та імпорту. У 2024 році Констанца в Румунії обробила 67% вантажів у Чорноморському регіоні, але через затори багато вантажів перенаправляли до польських портів [13].

У відповідь на ці виклики, Україна активно розвиває транскаспійський маршрут, який скорочує доставку з Китаю до 20-25 днів. Цей маршрут

включає порти Грузії, Азербайджану та Казахстану, минаючи Росію, і є стратегічним для імпорту з Азії.

Одним із найбільш уразливих напрямів вантажних перевезень в умовах воєнного стану є транспортування небезпечних вантажів, зокрема хімічних речовин, до яких належить натрієва селітра (нітрат натрію). Ця речовина, як ми вже визначили, класифікується згідно з міжнародною угодою ДОПНВ (Європейська угода про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів) як речовина класу 5.1 – окислювальна, і потребує особливих умов перевезення. Відповідно до чинних нормативів, транспортування натрієвої селітри регулюється не лише вимогами щодо технічного стану транспортних засобів, а й процедурою підготовки персоналу, комплектування документації, маршрутування, технічного оснащення та нагляду з боку державних органів (див. таблицю 1.5) [14].

Таблиця 1.5 – Частка небезпечних вантажів у загальному вантажообігу України за 2019-2024 рр. [6]

Рік	Загальний вантажообіг, млн т	Небезпечні вантажі, млн т	Частка небезпечних вантажів, %
2019	500	25	5,0%
2020	480	23	4,8%
2021	510	27	5,3%
2022	370	21	5,7%
2023	400	24	6,0%
2024	430	26	6,0%

Дані свідчать, що частка небезпечних вантажів у структурі вантажообігу України зросла з 5,0% у 2019 році до 6,0% у 2024 році. Попри загальне скорочення обсягів перевезень у період активної фази війни (2022 рік), обсяги транспортування небезпечних речовин залишились відносно стабільними. Це

свідчить про те, що така категорія вантажів є стратегічно важливою для економіки, зокрема для аграрного сектору, енергетики та промисловості.

Після 2022 року спостерігається поступове відновлення загального вантажообігу, однак частка небезпечних вантажів залишається на підвищеному рівні. Це може бути пов'язано з тим, що доставка критично важливих хімічних речовин, включаючи добрива, вибухові матеріали для промисловості та реагенти для енергетики, отримала пріоритет у логістиці під час війни. У перспективі це вимагає додаткової уваги до безпеки перевезень, удосконалення нормативної бази та розширення інфраструктури для обробки небезпечних вантажів.

У мирний час дотримання цих вимог вже є складним завданням, однак під час збройного конфлікту рівень ризиків суттєво зростає. Порушення цілісності інфраструктури, наявність замінованих ділянок, обстрілів та непередбачуваних бойових дій перетворюють транспортування вибухонебезпечних речовин на складну логістичну операцію. Зростає ймовірність випадків втрати вантажу або його пошкодження, що може призвести до техногенних катастроф. У зв'язку з цим перевізники змушені переглядати маршрути, уникаючи зон бойових дій, а також впроваджувати додаткові заходи безпеки, включно з посиленням моніторингом транспорту та оперативною координацією з органами влади.

На рівні державного регулювання також спостерігається адаптація процедур. Так, Міністерство внутрішніх справ України у 2024 році вдосконалило порядок видачі свідоцтв ДОПНВ, скоротивши строки адміністративних процедур та подовживши термін дії відповідних дозволів [15]. Це рішення мало на меті частково компенсувати логістичні труднощі та мінімізувати вплив бюрократичних факторів на ланцюг постачання критично важливих товарів. Разом з тим, перевезення небезпечних вантажів у малих кількостях, що не перевищують порогових значень, допускається за спрощеною процедурою – без обов'язкової підготовки водіїв та спеціального маркування транспортного засобу. Проте навіть у таких випадках повинні

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

бути дотримані правила маркування упаковок, забезпечення надійного кріплення вантажу та супровідної документації.

Попри всі труднощі, українська логістика демонструє здатність адаптуватися. Логістичні компанії впроваджують інноваційні підходи та технології, що забезпечують стабільність та неперервність їхніх операцій. Це включає створення нових логістичних хабів за межами України, використання складів у Польщі та Румунії, а також впровадження цифрових рішень для оптимізації логістичних процесів.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. ПРОЕКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА

2.1 Постановка завдання

Завдання даної кваліфікаційної роботи бакалавра є організація міжнародного вантажного перевезення небезпечного промислового вантажу – натрієвої селітри – за напрямом м. Ліон (Франція) – м. Рівне (Україна). Основна мета дослідження полягає у розробці раціональної логістичної схеми доставки, яка забезпечить ефективне, безпечне та нормативно обґрунтоване транспортування вантажу в умовах воєнного стану (див. рисунок 2.1).

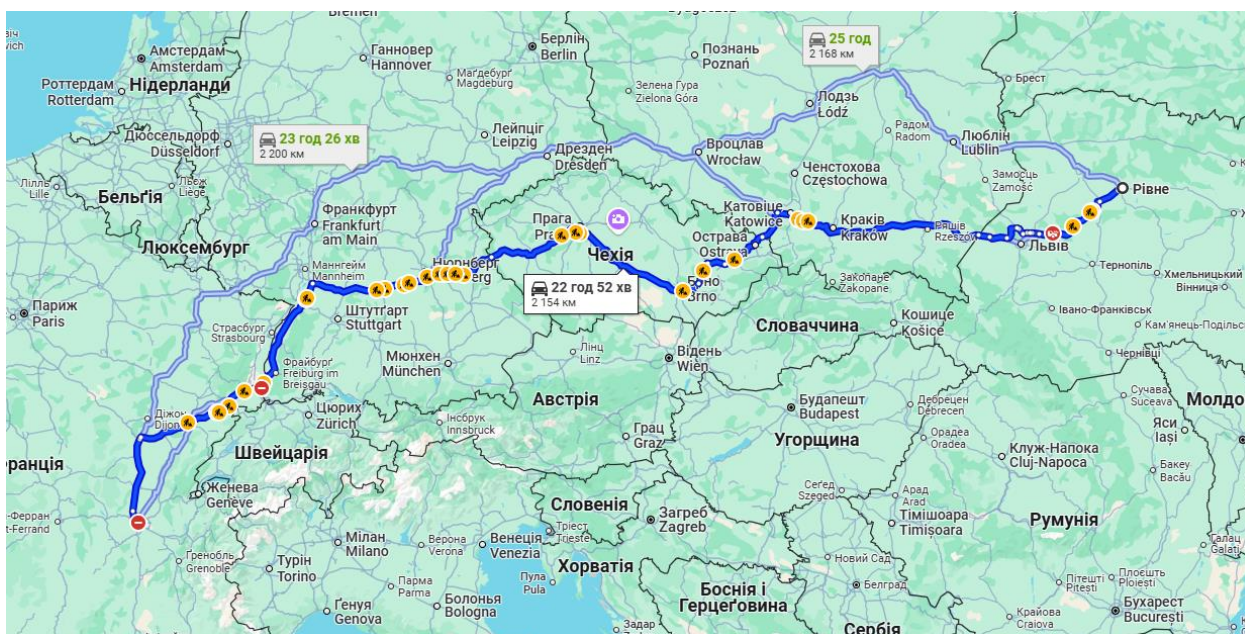


Рисунок 2.1 – Схема маршруту за мінімальною відстанню

Вантаж – гранульована натрієва селітра, що класифікується як небезпечна речовина класу 5.1 згідно з вимогами ДОПНВ. Загальний обсяг перевезення становить 500 тонн. Вантаж упаковується в мішки масою 50 кг кожен, що забезпечує зручність у навантаженні, розміщенні та обліку під час транспортування. Для перевезення планується використання тентованих автомобілів вантажопідйомністю 20 тонн, що дозволяє забезпечити захист

Викона	Петляк В.В.				КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.					21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вантажу від атмосферних впливів та відповідати вимогам безпеки при перевезенні упакованої хімічної продукції.

В умовах дії воєнного стану, особлива увага приділяється вибору безпечного маршруту, що проходить виключно через території, не задіяні у бойових діях, а також забезпеченню своєчасного митного оформлення на українсько-польському кордоні. У роботі передбачено техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування одноразової повної відправки всього обсягу вантажу або формування транспортного потоку з кількох транспортних засобів, що курсуватимуть за маршрутом на постійній основі.

У ході реалізації завдання буде здійснено розрахунок кількості необхідних транспортних засобів, побудовано маршрут перевезення з урахуванням обмежень для транспортування небезпечних речовин, проведено вибір оптимальних логістичних параметрів (кількість рейсів, тривалість доставки, витрати пального, вартість перевезення тощо). Запропонована схема перевезення має відповідати критеріям безпеки, економічної доцільності, нормативної відповідності та оперативності доставки.

2.2 Транспортна характеристика вантажу та умови ІНКОТЕРМС

У межах дослідження передбачається перевезення небезпечного вантажу – натрієвої селітри (хімічна формула: NaNO_3), яка класифікується як окиснювальна речовина за класом 5.1 згідно з Європейською угодою про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ/ADR). Ця речовина є одним із найпоширеніших мінеральних добрив, що застосовується в сільському господарстві, однак за певних умов може становити небезпеку для життя, здоров'я людей та навколишнього середовища. Її перевезення супроводжується підвищеними вимогами до упаковки, умов зберігання та транспортування (див. рисунок 2.2).

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.2 – Клас небезпеки натрієвої селітри згідно з класифікацією ДОПНВ [14]

Натрієва селітра характеризується високою гігроскопічністю, вибухонебезпечністю при змішуванні з органічними речовинами та здатністю посилювати горіння. Тому вона має транспортуватися у герметично закритій упаковці, що виключає її контакт з вологою або легкозаймистими матеріалами. У даному випадку добриво пакується в поліпропіленові мішки масою 50 кг кожен (див. рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Натрієва селітра [16]

Таким чином, загальний обсяг вантажу – 500 тонн – відповідає 10 000 мішкам, що дозволяє рівномірно розподілити навантаження на транспортний засіб.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

У межах даного дослідження передбачається використання умов поставки DAP (Delivered at Place) згідно з міжнародними правилами INCOTERMS 2020, розробленими Міжнародною торговою палатою [17]. Базис DAP означає, що продавець (відправник вантажу) зобов'язаний організувати доставку товару до узгодженого місця призначення – у даному випадку це місто Рівне (Україна) – і несе всі ризики та витрати, пов'язані з транспортуванням, аж до моменту передачі товару покупцеві на зазначеній адресі.

У рамках цього базису продавець:

- забезпечує упаковку та маркування вантажу згідно з чинними вимогами до небезпечних вантажів;
- організовує завантаження на заводі-виробнику;
- забезпечує перевезення автотранспортом до м. Рівне;
- оформлює експортну декларацію та проходить українські митні процедури;
- несе відповідальність за страхування, якщо воно передбачено окремою домовленістю (за замовчуванням страхування не є обов'язковим за DAP);
- забезпечує сплату мит, зборів і пов'язаних витрат на території України.

Натомість, покупець (український партнер) приймає товар у пункті призначення, і вже він несе відповідальність за імпортерне митне очищення, сплату податків (наприклад, ПДВ, акцизів), сертифікацію товару в Україні, а також подальше зберігання або розподіл продукції (див. додаток А).

Таким чином, застосування умов DAP у цьому проєкті дозволяє відправнику повністю контролювати логістичний процес до моменту фактичної доставки, забезпечуючи прогнозованість витрат та гарантування термінів доставки, що є критично важливим при роботі з хімічними вантажами підвищеної небезпеки в умовах воєнного стану.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.3 Визначення виду тари та упакування вантажу

У рамках підписаного договору між продавцем та покупцем було передбачено, що доставка хімічного вантажу – натрієвої селітри (UN 1498, клас небезпеки 5.1) – здійснюється в індивідуальній упаковці в мішках масою по 50 кг. Такий формат транспортування обрано з урахуванням нормативних вимог ДОПНВ (ADR) до пакування окислювальних речовин, а також з метою забезпечення зручного навантаження, транспортування та зберігання.

Для пакування використовуються ламіновані поліпропіленові мішки, що мають посилену структуру швів і підвищену вологозахисну стійкість. Габаритні розміри одного мішка орієнтовно становлять $50 \times 80 \times 15$ см, а об'єм – близько 0,04 м³. Маркування мішків здійснюється згідно з ДОПНВ: зазначається номер ООН (UN 1498), знак класу небезпеки 5.1, а також інструкції з безпечного поводження (див. рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Ламінований поліпропіленовий мішок

Для формування пакетованого вантажу застосовуються європалети стандарту EUR, розміром 1200×800 мм, вантажопідйомністю до 1500 кг. Вони забезпечують стабільність під час транспортування, допускають

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

штабелювання та сумісні з усіма стандартними видами навантажувального обладнання (див. рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Палета євро-стандарту

Для наочного розрахунку кількості авто та їх завантаженості проведемо наступні розрахунки:

Загальна маса вантажу становить:

$$Q_{\text{заг}} = 500\text{т} = 500\,000 \text{ кг.}$$

Маса одного мішка – 50 кг:

$$n_{\text{мішків}} = \frac{500000}{50} = 10\,000 \text{ мішків}$$

Для забезпечення безпечного і рівномірного навантаження автотранспорту було визначено використання фур вантажопідйомністю 22 т.

Кількість авто розраховується як:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$N_{\text{фур}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_{\text{вантажопідйомність}}}, \quad (2.1)$$

де, $Q_{\text{вантажопідйомність}}$ – вантажопідйомність стандартного тентованого автомобіля (фури).

$$N_{\text{фур}} = \frac{500}{22} = 22,72 \rightarrow 23 \text{ одиниці}$$

Для рівномірного навантаження кожне авто має перевозити:

$$Q_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{N_{\text{фур}}}, \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{пер}} = \frac{500}{23} = 21,74 \text{ т}$$

В мішках це значення дорівнює:

$$n_{\text{мішків на фуру}} = \frac{n_{\text{мішків}}}{N_{\text{фур}}}, \quad (2.3)$$

$$n_{\text{мішків на фуру}} = \frac{10000}{23} = 434,7 \rightarrow 435 \text{ шт}$$

Одна авто вміщує 33 євро-палети, отже кількість мішків на палету:

$$n_{\text{мішків на палету}} = \frac{n_{\text{мішків на фуру}}}{n_{\text{палет}}}, \quad (2.4)$$

$$n_{\text{мішків на палету}} = \frac{435}{33} = 13 \text{ шт}$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для перевірки навантаження в межах допустимих технічних характеристик палети проведемо розрахунок:

$$Q_{\text{палети}} = n_{\text{мішків на палету}} \cdot M_{\text{мішка}}, \quad (2.5)$$

де, $M_{\text{мішка}}$ – маса одного мішка добрив.

$$Q_{\text{палети}} = 13 \cdot 50 = 650 \text{ кг}$$

Даний рівень навантаження знаходиться в межах допустимих технічних характеристик палети, яка витримує до 1500 кг, що підтверджує правильність планування (див. рисунок 2.6).

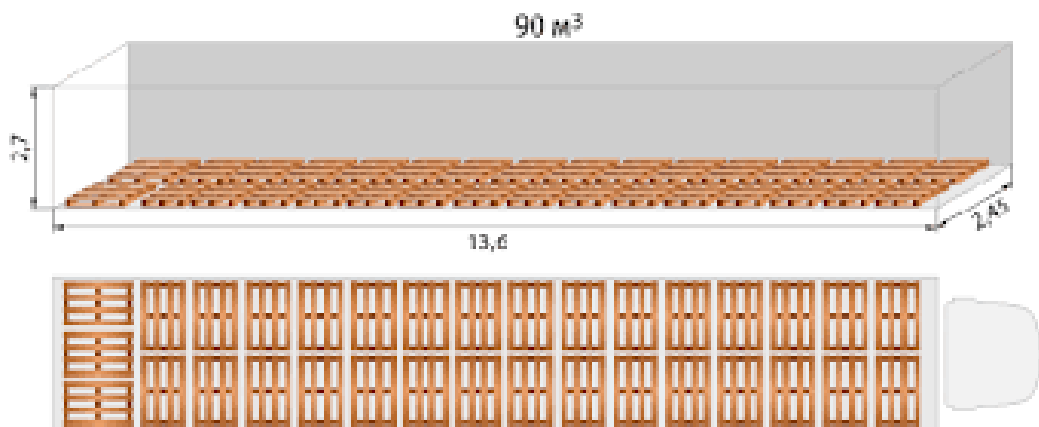


Рисунок 2.6 – Схематичне зображення завантаження авто палетами

У результаті розрахунків було встановлено, що при доставці вантажу в обсязі 500 тонн у мішках по 50 кг, для рівномірного завантаження автотранспортних засобів вантажопідйомністю 22 тонни, необхідно 23 фури. Кожна фура транспортуватиме 435 мішків, що відповідатиме 13 мішкам на одну з 33 палет. Загальне навантаження на одну палету складе 650 кг, що є безпечним та ефективним для логістичної операції в умовах міжнародного перевезення небезпечного вантажу.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.4 Проектування маршрутів вантажних перевезень

Організація міжнародного перевезення небезпечного вантажу потребує ретельного обґрунтування маршруту з урахуванням технічних, нормативних та ризикових факторів. У межах даного дослідження передбачається доставка 500 тонн натрієвої селітри з логістичного терміналу у місті Ліон (Франція) до виробничого підприємства ПАТ «Рівнеазот» у місті Рівне, Україна. Селітра класифікується як небезпечний вантаж класу 5.1 згідно з вимогами ДОПНВ (ADR), а отже потребує дотримання підвищених вимог безпеки перевезення, обмежень на транзит через населені пункти та попереднього погодження маршруту з відповідними органами.

Основна мета цього підпункту – визначити оптимальний маршрут транспортування з точки зору:

- мінімізації протяжності шляху;
- дотримання обмежень для вантажів ADR 5.1;
- безпеки перевезення в умовах воєнного стану;
- логістичної доступності та зручності проходження митних процедур.

Крім того, підлягає аналізу варіант організації перевезення:

- або шляхом одноразового запуску всіх 23 автомобілів, необхідних для транспортування повної партії в один рейс;
- або шляхом циклічного курсування меншої кількості фур, що забезпечує гнучке управління ресурсами та знижує навантаження на прикордонну інфраструктуру.

Відправною точкою перевезення є логістичний майданчик у місті Ліон, Франція, що має відповідну інфраструктуру для роботи з хімічними вантажами. Ліон — один із ключових логістичних хабів південної Європи, який забезпечує зручне сполучення з міжнародними автомагістралями (A6, A7, A42), а також має сертифіковані склади для обробки та зберігання небезпечних речовин відповідно до вимог регламенту REACH.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Кінцевим пунктом доставки є ПАТ «Рівнеазот» — одне з провідних підприємств хімічної промисловості України, розташоване в місті Рівне. Завод спеціалізується на виробництві аміачної та натрієвої селітри й має розвинену логістичну інфраструктуру для прийому великогабаритних і небезпечних вантажів. Виробничий майданчик оснащений вантажною зоною з можливістю розвантаження палетизованої продукції за допомогою електронавантажувачів, що відповідає вимогам перевезення речовин ADR класу 5.1.

Обидві точки маршруту мають достатній рівень інфраструктурної підготовки, що дозволяє формувати кілька альтернативних логістичних напрямків з урахуванням умов воєнного стану та оперативної ситуації на пунктах пропуску.

З урахуванням нового маршруту доставки (відправлення — м. Ліон, Франція, пункт призначення — м. Рівне, Україна), для автотранспортного перевезення небезпечного вантажу розглядаються три потенційні логістичні напрямки з використанням основних європейських автомагістралей: 1. Маршрут через Польщу (пріоритетний):

1. Маршрут через Польщу (пріоритетний):

- Основні пункти: Ліон – Страсбург – Франкфурт-на-Майні – Познань – Варшава – Люблін – Дорогуськ (PL) – Ягодин (UA) – Ковель – Луцьк – Рівне
- Загальна протяжність: ~2050 км
- Кількість країн транзиту: 3 (Франція, Німеччина, Польща)
- Переваги: найкоротший і найрозвиненіший маршрут; широке покриття ADR-сумісних сервісів; зручне проходження митного оформлення на боці ЄС
- Недоліки: можлива перевантаженість пункту пропуску «Дорогуськ – Ягодин», ризики затримки на українській стороні через поточну логістичну ситуацію

2. Маршрут через Швейцарію та Словаччину:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Основні пункти: Ліон – Цюріх – Лінц – Відень – Братислава – Кошице – Вишне Немецке (SK) – Чоп (UA) – Львів – Рівне
- Загальна протяжність: ~2250 км
- Країни транзиту: 4 (Франція, Швейцарія, Австрія, Словаччина)
- Переваги: стабільна логістика в зоні Швейцарія–Австрія–Словаччина; нижча інтенсивність трафіку на прикордонному переході Чоп
- Недоліки: необхідність проходження транзиту через Швейцарію (митні платежі); частина ділянок із обмеженнями на ADR-вантажі; більша відстань

3. Маршрут через Італію та Угорщину:

- Основні пункти: Ліон – Турин – Трієст – Будапешт – Захонь (HU) – Чоп (UA) – Львів – Рівне
- Загальна протяжність: ~2350 км
- Країни транзиту: 4 (Франція, Італія, Угорщина, Україна)
- Переваги: вигідний кліматичний маршрут у зимовий період; менше навантаження на автомагістралі Італії та Угорщини
- Недоліки: складні умови проїзду ADR-вантажів в Італії (особливо у тунелях); вищі витрати на платні дороги

Порівняльні особливості усіх трьох напрямків систематизовано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння альтернативних маршрутів за критеріями

Критерій		Через Польщу		Через Словаччину		Через Угорщину	
1		2		3		4	
Відстань, км		~2050		~2250		~2350	
Орієнтовний час у дорозі		3,5–4 доби		4–4,5 доби		4,5–5 діб	
Пункти пропуску		Ягодин–Дорогуськ		Чоп–Вишне Немецке		Чоп–Захонь	
Викона		Петляк В.В.					
Перевірів		Сохацький А.В.					
Змн.		Арк.		№ докум.		Підпис	
				Дата			
				КРБ 275 08 ПЗ		Арк.	
						31	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Якість доріг	Висока	Висока	Змішана
Обмеження ADR	Мінімальні	Середні	Значні (Італія)
Витрати на транзит	Середні	Вищі	Високі

Аналіз можливих варіантів транспортування дозволяє зробити висновок, що найбільш оптимальним з точки зору безпеки, витрат та відповідності вимогам міжнародного законодавства ADR є маршрут через територію Польщі. Він має найменшу протяжність серед альтернатив (~2050 км), забезпечений розвиненою транспортною інфраструктурою (автомагістралі А6, А2, А4), та характеризується мінімальними обмеженнями для перевезення небезпечних вантажів ADR класу 5.1.

Ключовими перевагами маршруту через Польщу в напрямку Франція → Україна є:

- прямий в'їзд в Україну через митний пункт Дорогуськ – Ягодин, який адаптований до обслуговування ADR-вантажів і забезпечує прискорену обробку завдяки наявності спеціалізованих постів;
- транзит через країни з високим рівнем інфраструктурної зрілості, які мають досвід роботи з небезпечними речовинами, зокрема Німеччина та Польща;
- спрощене проходження маршруту відповідно до процедур TIR / CMR, що підтримуються в електронному форматі, що зменшує адміністративне навантаження та знижує ризик затримок на шляху.

Таким чином, рекомендований маршрут у межах реалізації перевезення виглядає наступним чином:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

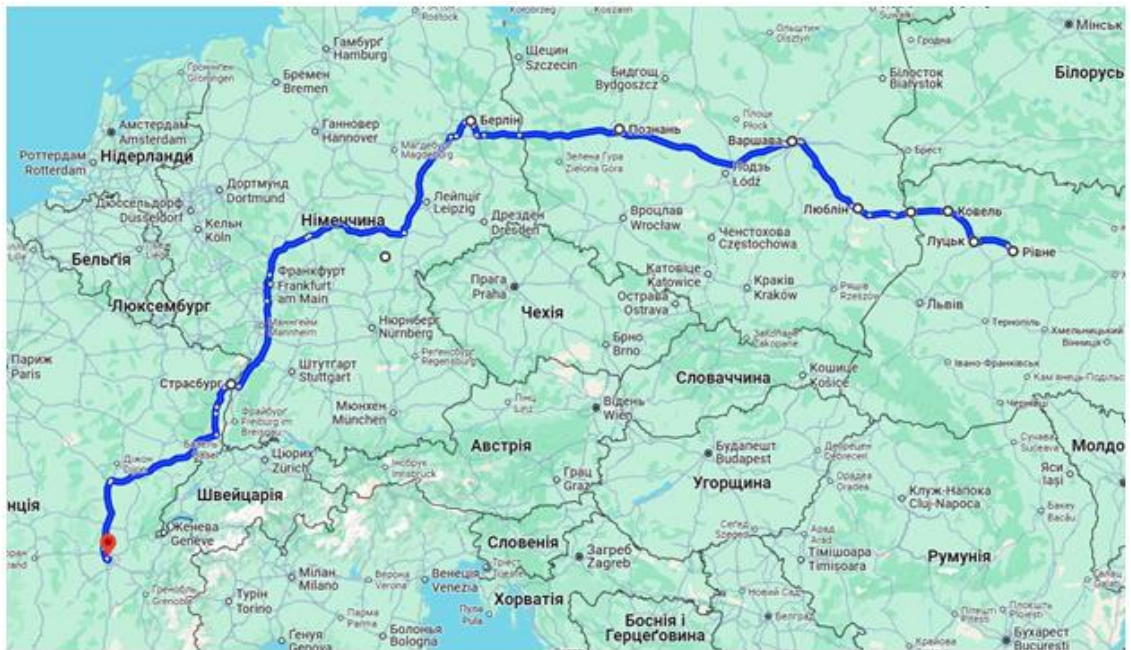


Рисунок 2.7 – Картосхема маршруту з відмітками ключових пунктів пропуску, автотрас ADR-допуску та зон технічного обслуговування

Ліон (FR) → Страсбург → Франкфурт-на-Майні → Познань → Варшава → Люблін → Дорогуськ (PL) → Ягодин (UA) → Ковель → Луцьк → Рівне (UA).

Після визначення маршруту постає питання організаційної моделі доставки вантажу – обирається між одноразовим залученням повного парку з 23 фур або циклічним курсуванням меншої кількості транспортних засобів (наприклад, 5–7 машин із послідовним виконанням рейсів) (див. таблицю 2.2).

Таблиця 2.2 – Порівняння варіантів організації перевезення вантажу (одноразове залучення та циклічне курсування)

Критерій	23 авто одноразово	5–7 авто циклічно
1	2	3
Час на повне перевезення	3-4 доби	12-16 діб (з урахуванням обігу)
Оперативність	Висока	Помірна

1	2	3
Навантаження на логістику	Максимальне одночасно	Рівномірне в часі
Ресурсні витрати (пальне, ЗП)	Вищі одночасно	Рівномірно розподілені
Контроль і супровід	Складніший при одночасному русі	Простий у режимі потоку
Інфраструктурне навантаження	Високе на прикордонні переходи	Менше навантаження

З урахуванням складності оформлення небезпечного вантажу, наявних обмежень на прикордонних пунктах (особливо в умовах воєнного стану), а також міркувань економічної доцільності, оптимальним варіантом є організація перевезення у форматі циклічного курсування 5–7 транспортних засобів. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на митні пости, мінімізувати ризики затримок, а також забезпечити оперативний контроль усіх етапів транспортування натрієвої селітри ADR класу 5.1.

У межах обраної моделі курсування 5–7 фур додатковою логістичною перевагою є можливість завантаження транспортних засобів у зворотному напрямку – при поверненні з України до Франції. Це дозволяє суттєво знизити собівартість перевезень, оскільки автомобілі не будуть рухатись порожніми. Логістичний відділ компанії-перевізника має змогу заздалегідь планувати комерційні або контрактні відправлення з території України (зокрема зі складів Рівного, Львова, Тернополя) до країн Західної Європи, зокрема Франції, Німеччини або Чехії.

Таким чином, у подальших техніко-економічних розрахунках, що проводяться у розділі 3, враховуватимуться лише витрати на транспортування в одному напрямку — з м. Ліон до м. Рівне. Це пояснюється тим, що зворотній рейс передбачається комерційно завантаженим, і відповідно економічні втрати

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	34

на зворотний пробіг не враховуються як частина логістичних витрат на доставку основного вантажу.

2.5 Вибір транспортного засобу та особливості перевезення

Успішна реалізація перевезення небезпечного вантажу класу 5.1 (натрієва селітра) потребує відповідального підходу до вибору типу транспортного засобу. Неправильно обраний автомобіль може не лише створити ризики для персоналу, інфраструктури та навколишнього середовища, але й порушити норми чинного законодавства, що регламентує перевезення небезпечних речовин. Тому метою даного підрозділу є обґрунтування вибору транспортного засобу, що відповідає як технічним параметрам вантажу (маса, об'єм, пакування), так і вимогам нормативних актів, зокрема Європейської угоди ДОПНВ (ADR) [14, 15].

Згідно з положеннями ДОПНВ, для перевезення речовин класу 5.1 (окислювальні речовини) обов'язковою є наявність:

- транспортного засобу, сертифікованого для ADR-перевезень;
- свідоцтва про допущення транспортного засобу до перевезення небезпечних вантажів;
- водія з чинним ADR-сертифікатом (базовий курс + спеціалізація для класу 5.1);
- комплекту ADR-обладнання, до якого входять: вогнегасники (не менше 12 кг), захисні рукавиці та окуляри, сигнальні жилети, клини під колеса, сорбент, лопата, попереджувальні знаки, інструкція дій у разі аварії.

Транспортний засіб повинен мати маркування класу безпеки з обох боків та ззаду – таблички зі знаком класу 5.1 (жовтий ромб з полум'ям над колом) і номером ООН 1498 (див. рисунок 2.8).

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

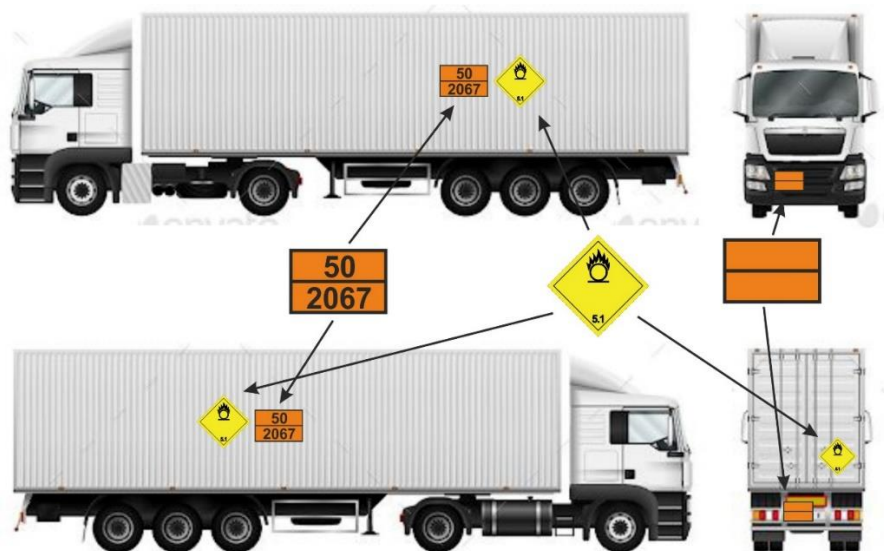


Рисунок 2.8 – Приклад маркування транспортного засобу для перевезення вантажів класу 5.1 згідно з ДОПНВ

Окрім технічного оснащення, маршрут такого перевезення має бути заздалегідь узгоджений з органами місцевого самоврядування, поліцією та ДСНС (у межах України), а також відповідати обмеженням щодо в'їзду в населені пункти у країнах ЄС, через які проходить транзит.

Для реалізації перевезення обрано тентований напівпричіп (єврофура) у складі з сідельним тягачем стандарту Євро-5/Євро-6, який широко використовується у міжнародних вантажних перевезеннях. Такий тип транспортного засобу забезпечує оптимальне співвідношення вантажопідйомності, об'єму кузова та відповідності нормативам ADR, а також сумісний з логістичною інфраструктурою на території ЄС (див. таблицю 2.3; див. рисунок 2.9).

Основні технічні характеристики вибраного напівпричепа [19]:

1. Тип кузова: тентований (штора), з можливістю верхнього, бокового та заднього завантаження;
2. Максимальне завантаження: до 22 тонн;
3. Кількість палет (європалет): 33 шт.;
4. Корисний об'єм кузова: 86–92 м³(в середньому 13,6 м×2,45 м×2,7 м);
5. Кількість осей: 3;

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

6. Підлога: неслизька, посилена (підходить для укладання хімічної продукції);
7. Наявність ADR-сертифікату на напівпричіп та тягач;
8. Кріплення вантажу: ремені, піддони, стінки фіксації;
9. Навігаційне оснащення: GPS-трекер, система моніторингу руху;
10. Додаткове обладнання: ADR-комплект, вогнегасники, термометри, аптечка, таблички безпеки.

Таблиця 2.3 – Технічні параметри обраного транспортного засобу [19]

Параметр	Значення
Тип кузова	Тентований напівпричіп
Вантажопідйомність	22 т
Об'єм кузова	~90 м ³
Кількість палет	33 шт.
ADR-допуск	Так (5.1, UN 1498)
Кріплення вантажу	Ремені, фіксатори, піддони
Доступ до вантажу	Зверху, ззаду, з боків
Комплектація ADR	Вогнегасники, інструкції, засоби захисту



Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд типового ADR-сумісного тентованого напівпричепа (єврофура) [19]

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Перевезення речовин, що класифікуються як небезпечні вантажі класу 5.1 (окиснювальні речовини), зокрема натрієвої селітри, регулюється не лише загальними технічними вимогами, але й специфічними нормами безпеки, маршрутизації, супроводу та погодження. Ці вимоги є особливо актуальними у період дії воєнного стану.

В Україні всі маршрути перевезень небезпечних речовин підлягають погодженню з:

- ДСНС України (пожежний супровід або інформування);
- Поліцією (маршрути поза зонами бойових дій, населеними пунктами, припис до ADR-допуску);
- Органами місцевого самоврядування.

Окрему увагу приділено забезпеченню супроводу та моніторингу вантажу. Для цього використовуються:

- GPS-моніторинг з постійним відслідковуванням маршруту;
- зв'язок із диспетчером у реальному часі;
- бортові сенсори для контролю температурного режиму та вібрацій;
- при необхідності – фізичний супровід поліцією або спеціалізованими охоронними структурами (у зонах з підвищеним ризиком).

У країнах Європейського Союзу перевезення небезпечних вантажів допускається лише по маршрутах, визначених у національних реєстрах ADR-допустимих трас (див. рисунок 2.10). Для проходження транзитом обов'язковою є наявність:

- свідоцтва ДОПНВ на транспортний засіб і водія;
- міжнародної товарно-транспортної накладної CMR з позначенням ADR-класу;
- табличок безпеки та інструкцій дій у разі інциденту відповідною мовою.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Моніторинг ↔ Погодження ↔ Контроль

Рисунок 2.10 – Схема ADR-супроводу вантажу в міжнародному русі
(моніторинг, погодження, контроль)

З урахуванням технічних параметрів вантажу, вимог нормативної бази ДОПНВ та специфіки маршруту Україна – Франція, для реалізації перевезення обґрунтовано обрано тентований напівпричіп європейського типу із сидельним тягачем стандарту Євро-5/6. Такий транспортний засіб:

- повністю відповідає вимогам до ADR-перевезень класу 5.1;
- дозволяє ефективно розмістити пакетований вантаж на палетах;
- забезпечує доступ до вантажу з різних сторін;
- обладнаний необхідними системами безпеки та моніторингу.

Таким чином, обрана конфігурація ТЗ є оптимальною з точки зору безпеки, логістичної ефективності та відповідності чинним міжнародним стандартам.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ		Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.					39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			
			Дата			

3. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Розрахунок часу навантаження та розвантаження вантажу

Процес навантаження та розвантаження мішкових вантажів на складі є ключовою операцією логістичного процесу. У випадку перевезення небезпечної речовини – натрієвої селітри в мішках по 50 кг, особливого значення набуває дотримання правил безпечного і раціонального укладання.

Склад відправника має повністю обладнану зону завантаження. Площа приміщення складає 142,5 м², є спеціальні ворота (4 × 4 м), які дозволяють здійснювати прямий заїзд навантажувальної техніки всередину кузова напівпричепа. Покриття витримує навантаження від навантажувача і палет із селітрою.

Кінцева точка доставки – логістичний склад у промисловій зоні м. Рівне, призначений для тимчасового зберігання і підготовки до подальшого розподілу вантажу. У зв'язку з воєнним станом та підвищеними ризиками, пов'язаними з обстрілами або аваріями на об'єктах критичної інфраструктури, передбачено використання резервних складів для розвантаження.

У якості альтернативних майданчиків визначено:

- Склад №1 – м. Дубно (Рівненська обл.), за межами основної промислової зони, обладнаний критими рампами, посиленням захистом і підключенням до локальної системи оповіщення.
- Склад №2 – м. Луцьк, сертифікований для обробки мішкових вантажів, має укриття та можливість ізоляції небезпечного вантажу у разі позаштатної ситуації.

Залучення резервних локацій дозволяє мінімізувати ризики простою транспорту в разі блокування основного складу, забезпечити безперервність логістичного ланцюга та зберегти вантаж у безпечних умовах.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для проведення навантажувальних робіт застосовується електронавантажувач Linde E12, обладнаний стандартними вилами для підйому європалет із мішками (див. рисунок 3.1) [20].

Основні характеристики:

- Вантажопідйомність: 1200–2000 кг;
- Висота підйому: до 6 м;
- Власна маса: 2700 кг.



Рисунок 3.1 – Електронавантажувач Linde E12 [20]

Пакування вантажу – мішки на палетах, по 13 штук на кожну (≈ 650 кг). Для повного завантаження фури необхідно 33 палети (435 мішків або 21,75 т). Приймається, що один цикл навантажувача – це встановлення однієї палети в кузов транспортного засобу (див. таблицю 3.1).

Таблиця 3.1 – Тривалість операцій навантажувального циклу електронавантажувача.

№	Найменування операції	Позначення	Тривалість, с
1	2	3	4
1	Під'їзд до палети	t_1	15
2	Підйом палети на вила	t_2	5
3	Переміщення навантажувача з палетою до авто	t_3	12

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
4	Встановлення палети у кузов	t_4	7
5	Повернення навантажувача у вихідну позицію	t_5	12
6	Розворот до нової палети	t_6	10
7	Пауза на коригування положення, вирівнювання	t_7	8
8	Перемикання важелів, стабілізація гідравліки	t_8	7
	Разом	—	76 с

Тривалість одного повного навантажувального циклу:

$$T_{\text{цикл}} = \frac{76}{60} = 1,27 \text{ хв}$$

Загальна кількість циклів:

$$n_{\text{цикл}} = 33 \text{ палети}$$

Підготовчі та завершальні операції — по 5 хв кожна.

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{цикл}} \cdot n_{\text{цикл}}, \quad (3.1)$$

$$T_{\text{заг}} = 1,27 \cdot 33 = 41,9 \text{ хв} \rightarrow 0,7 \text{ год.}$$

Для оцінки ефективності техніки вводиться умовна тривалість "ідеального" циклу $t_{\text{цикл_ідеал}} = 1,0 \text{ хв}$. Тоді:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\text{ККД} = \frac{t_{\text{цикл}_{\text{ідеал}}}}{T_{\text{цикл}}} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

$$\text{ККД} = \frac{1}{1,27} \cdot 100\% = 78,7 \%$$

Оскільки приймається наявність аналогічного складу та обладнання у м. Ліон, тривалість розвантаження також приймається рівною 0,7 год.

3.2 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників перевізного процесу

У даному підпункті здійснюється розрахунок основних техніко-експлуатаційних показників для циклічної схеми доставки небезпечного вантажу (натрієва селітра, 500 т) із використанням 7 тентованих автомобілів.

Згідно з проєктною логістичною моделлю, кожен автомобіль здійснює регулярні рейси в одному напрямку — з м. Ліон (Франція) до м. Рівне (Україна). При цьому зворотний пробіг не враховується, оскільки передбачається комерційне завантаження транспортних засобів у зворотному напрямку, що дозволяє покрити витрати на дорогу назад (див. таблицю 3.2).

Таблиця 3.2 – Вихідні розрахункові дані

Параметр	Значення
Загальна маса вантажу	500 т
Маса вантажу на 1 авто	21,8 т
Відстань у прямому напрямку	2050 км
Кількість рейсів	23
Кількість автомобілів	7
Час завантаження 1 авто	0,7 год (з розділу 3.1)

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. Загальний пробіг автотранспорту.

Загальний пробіг автотранспорту визначається як добуток відстані одного рейсу (в обидва боки) на кількість виконаних рейсів.

Формула:

$$L_{\text{заг}} = L \cdot N_{\text{рейсів}}, \quad (3.3)$$

де:

- $L_{\text{заг}}$ – загальний пробіг, км
- L – відстань в одну сторону, км
- $N_{\text{рейсів}}$ – загальна кількість рейсів

Загальна вага вантажу – 500 т. Один автомобіль перевозить 21,8 т:

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{500}{21,8} = 23$$

$$L_{\text{заг}} = 2050 \cdot 23 = 47\,150 \text{ км}$$

Загальний пробіг автотранспорту в рамках перевезення становить 47 150 км.

2. Вантажообіг.

Вантажообіг є одним із ключових показників перевізного процесу і визначається як добуток перевезеної маси вантажу на відстань його транспортування. Він вимірюється в тонно-кілометрах.

Формула:

$$Q_{\text{ткм}} = Q \cdot L, \quad (3.4)$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де:

- $Q_{\text{ткм}}$ – вантажообіг, т·км
- Q – маса вантажу, т
- L – довжина маршруту в одну сторону, км

$$Q_{\text{ткм}} = 500 \cdot 2050 = 1\,025\,000 \text{ т} \cdot \text{км}$$

Загальний вантажообіг становить 1 025 000 т·км.

3. Час обігу одного транспортного засобу.

Час обігу включає всі етапи виконання одного повного логістичного циклу у прямому напрямку: рух до пункту призначення, навантаження, розвантаження, а також час, витрачений на проходження митниці. У розрахунках зворотній пробіг не враховується, оскільки передбачене зворотне завантаження.

Формула:

$$T_{\text{обіг}} = \frac{L}{V} + T_z + T_p + T_m, \quad (3.5)$$

де:

- $T_{\text{обіг}}$ – час обігу одного автомобіля, год;
- V – середня швидкість руху, км/год;
- T_z – час завантаження, год;
- T_p – час розвантаження, год;
- T_m – час на проходження митниці, приймаємо 4 год.).

$$T_{\text{обіг}} = \frac{2050}{80} + 0,7 + 0,7 + 4 = 31,02 \text{ год}$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4. Коефіцієнт використання пробігу.

Коефіцієнт використання пробігу характеризує частку корисного пробігу (з вантажем) у загальному пробігу транспортного засобу. У нашому випадку враховується тільки дорога до пункту призначення, оскільки зворотний маршрут використовується для перевезення іншого вантажу.

Формула:

$$K_{\Pi} = \frac{L_{\text{корисн}}}{L_{\text{повн}}}, \quad (3.6)$$

де:

- K_{Π} – коефіцієнт використання пробігу;
- $L_{\text{корисн}}$ – пробіг з вантажем, км;
- $L_{\text{повн}}$ – загальний пробіг на маршрут, км.

$$K_{\Pi} = \frac{2050}{2 \cdot 2050} = 0,5$$

Коефіцієнт використання пробігу становить 0,5

5. Коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Цей показник визначає, наскільки ефективно використовується вантажопідйомність транспортного засобу при перевезенні вантажу. Він розраховується як відношення фактичного навантаження до максимально допустимої вантажопідйомності автомобіля.

Формула:

$$K_{\text{в}} = \frac{G_{\text{ф}}}{G_{\text{н}}}, \quad (3.7)$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де:

- K_B – коефіцієнт використання вантажопідйомності;
- G_ϕ – фактичне навантаження на автомобіль, т;
- G_H – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т.

$$K_B = \frac{21,8}{22} = 0,99$$

Коефіцієнт використання вантажопідйомності становить 0,99, що свідчить про максимально ефективне завантаження транспортного засобу.

6. Середньодобова продуктивність транспорту.

Середньодобова продуктивність транспорту відображає, яку кількість вантажу (в тоннах) може перевезти весь транспортний парк за добу при наявному режимі обігу. Вона залежить від тривалості одного рейсу, кількості автомобілів та фактичного завантаження.

Формула:

$$P_d = \left(\frac{24}{T_{\text{обіг}}} \right) \cdot Q_{\text{рейс}} \cdot n, \quad (3.8)$$

де:

- P_d – середньодобова продуктивність, т/добу;
- $T_{\text{обіг}}$ – час обігу одного автомобіля, год;
- $Q_{\text{рейс}}$ – фактичне навантаження за рейс, т;
- n – кількість автомобілів.

$$P_d = \left(\frac{24}{31,02} \right) \cdot 21,8 \cdot 7 = 118,06 \text{ т/добу}$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

7. Витрата палива.

Оцінка витрати палива проводиться для оцінки технічного навантаження на автопарк. У розрахунках враховується лише маршрут в один бік, без урахування зворотного пробігу.

Формула:

$$G_{\Pi} = \frac{(q \cdot L)}{100}, \quad (3.9)$$

де:

- G_{Π} – витрата палива на один рейс, л;
- q – витрата пального на 100 км, л;
- L – довжина маршруту, км.

$$G_{\Pi} = \frac{(32 \cdot 2050)}{100} = 656 \text{ л}$$

Загальна витрата палива на всі 23 рейси:

$$G_{\text{заг}} = 656 \cdot 23 = 15\,088 \text{ л}$$

Витрата палива на один рейс – 656 л, загальна витрата – 15 088 л.

8. Загальний час перевезення всієї партії вантажу.

Цей показник дозволяє оцінити загальну тривалість виконання перевезення 500 тонн вантажу з урахуванням циклічного курсування 7 транспортних засобів. У розрахунках враховується, що кожен автомобіль виконує один рейс за обіг, і доставка здійснюється «хвилями» по 7 автомобілів.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Формула:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{хвиль}} \cdot T_{\text{обіг}}, \quad (3.10)$$

де:

- $T_{\text{заг}}$ – загальний час перевезення, год;
- $N_{\text{хвиль}}$ – кількість хвиль по 7 автомобілів;
- $T_{\text{обіг}}$ – час обігу одного авто, год.

$$N_{\text{хвиль}} = \frac{23}{7} = 3,2 \rightarrow 4$$

$$T_{\text{заг}} = 4 \cdot 31,02 = 124,08 \text{ год} \rightarrow 5,2 \text{ доби}$$

За результатами розрахунків встановлено, що час обігу одного транспортного засобу становить 31,02 години, що дозволяє ефективно організувати циклічне перевезення вантажу за маршрутом Ліон – Рівне.

Загальний час перевезення повної партії вантажу обсягом 500 тонн при курсуванні 7 автомобілів становить приблизно 5,2 доби, що є технічно досяжним показником за умови безперервної організації логістичного процесу.

Слід зазначити, що вказані 5,2 доби охоплюють лише час доставки у прямому напрямку – з території Франції до України. У практичній реалізації маршруту необхідно також враховувати час на повернення транспортного засобу до Ліону, його переобладнання, підготовку до нового завантаження та повторне проходження митних процедур.

Доставка організована в чотири черги:

- 21 автомобіль виконують перевезення в межах трьох повних обертів (3×7 авто),

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- ще 2 автомобілі виконують четвертий оберт, що забезпечує транспортування залишку вантажу.

Запропонована схема забезпечує рівномірне навантаження автопарку, скорочення простоїв, а також дозволяє досягти максимальної ефективності використання транспортних засобів.

3.3 Розрахунок економічних показників та собівартості перевезення

Для повного обґрунтування доцільності реалізації обраної логістичної схеми здійснюється розрахунок основних економічних показників, що формують загальну собівартість перевезення. Витрати оцінюються за кожною статтею окремо на основі нормованих витрат, діючих ставок і техніко-експлуатаційних параметрів, отриманих у попередньому підпункті.

Визначення заробітної плати водія:

Оплата праці водія включає дві складові:

- преміальні 5 % від фрахту;
- денні витрати (добові).

Вартість фрахту за даними сервісу Lardi-Trans становить 2900 євро. Розрахунок оплати праці водія за фіксований відсоток фрахту:

$$Z_{\text{відс}} = F \cdot k_{\text{відс}}, \quad (3.11)$$

де:

- F – загальна вартість фрахту, євро;
- $k_{\text{відс}}$ – фіксована частка у відсотках (5 % = 0,05).

$$Z_{\text{відс}} = 2900 \cdot 0,05 = 145 \text{ євро}$$

Розрахунок денних витрат:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Z_{\text{дн}} = t \cdot D, \quad (3.12)$$

де:

- t – кількість днів у рейсі (1,29 дні);
- D – ставка днівних, євро/доба (20 євро).

$$Z_{\text{дн}} = 1,29 \cdot 20 = 25,8 \text{ євро}$$

Загальна заробітна плата водіїв:

$$Z_{\text{вод}} = (Z_{\text{відс}} + Z_{\text{дн}}) \cdot n_{\text{рейсів}}, \quad (3.13)$$

$$Z_{\text{вод}} = (145 + 25,8) \cdot 23 = 3928,4 \text{ євро}$$

Переведення у гривні: (курс валют — 47,5 грн/євро)

$$Z_{\text{вод}} = 3928,4 \cdot 47,5 = 186\,599 \text{ грн.}$$

Розрахунок податкових витрат:

$$V_{\text{зп}} = Z_{\text{вод}} \cdot H_{\text{зп}}, \quad (3.14)$$

де:

- $H_{\text{зп}}$ – норма податкових нарахувань (19,5%=0,195)

$$V_{\text{зп}} = 186\,599 \cdot 0,195 = 36\,386 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Z_{\text{пал}} = C_{\text{пал}} \cdot G_{\text{заг}}, \quad (3.15)$$

де:

- $C_{\text{пал}}$ – вартість одного літра палива (52,5 грн);
- $G_{\text{заг}}$ – загальна витрата пального (згідно даних формули 3.9 – 656 л.)

$$Z_{\text{пал}} = 52,5 \cdot 15\,088 = 792\,120 \text{ грн}$$

Обсяг мастильних матеріалів:

$$Q_{\text{мас}} = G_{\text{заг}} \cdot H_{\text{мас}}, \quad (3.16)$$

де:

- $H_{\text{мас}}$ – частка (0,3%=0,003).

$$Q_{\text{мас}} = 15\,088 \cdot 0,003 = 45,26 \text{ л.}$$

Вартість мастильних матеріалів:

$$Z_{\text{маст}} = Q_{\text{маст}} \cdot C_{\text{маст}}, \quad (3.17)$$

де:

- $C_{\text{маст}}$ – вартість 1 літри мастила (280 грн).

$$Z_{\text{маст}} = 45,26 \cdot 280 = 12\,673,9 \text{ грн.}$$

Розрахунок зносу шин:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Z_{\text{шин}} = C_{\text{шин}} \cdot \left(\frac{N_{\text{шин}} \cdot H_{\text{шин}}}{100} \right) \cdot \frac{L}{1000}, \quad (3.18)$$

де:

- $C_{\text{шин}}$ – ціна шин (8000 грн);
- $N_{\text{шин}}$ – кількість шин (6 шт);
- $H_{\text{шин}}$ – норма зносу шин (1,12 % на 1000 км);
- L – довжина маршруту, км (47 150 км).

$$Z_{\text{шин}} = 8000 \cdot \left(\frac{6 \cdot 1,12}{100} \right) \cdot \frac{47150}{1000} = 25\,319 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт:

$$Z_{\text{ТОР}} = H_{\text{ТОР}} \cdot L, \quad (3.19)$$

де:

- $H_{\text{ТОР}}$ – норматив витрат на То і Ремонт, грн/км (0,882 грн/км);

$$Z_{\text{ТОР}} = 0,882 \cdot 47150 = 41586 \text{ грн.}$$

Амортизація транспортного засобу:

$$H_{\text{аморт}} = \frac{A_{\text{ТС}}}{R}, \quad (3.20)$$

де:

- $A_{\text{ТС}}$ – первісна вартість транспортного засобу, грн (4 000 000 грн);
- R – ресурс пробігу, км (1 000 000 км).

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$H_{\text{аморт}} = \frac{4\,000\,000}{1\,000\,000} = 4 \text{ грн/км}$$

Амортизаційні витрати на пробіг:

$$A = H_{\text{аморт}} \cdot L, \quad (3.21)$$

$$A = 4 \cdot 47150 = 188\,600 \text{ грн.}$$

Розрахунок накладних витрат:

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{вод}} \cdot k_{\text{накл}}, \quad (3.22)$$

де:

- $k_{\text{накл}}$ – коефіцієнт накладних витрат (0,3).

$$Z_{\text{накл}} = 186599 \cdot 0,3 = 55\,979,7 \text{ грн.}$$

Розрахунок загальної вартості перевезення:

$$S_{\text{перевез}} = Z_{\text{вод}} + V_{\text{ЗП}} + Z_{\text{пал}} + Z_{\text{маст}} + Z_{\text{шин}} + Z_{\text{ТОР}} + A + Z_{\text{накл}}, \quad (3.23)$$

$$\begin{aligned} S_{\text{перевез}} &= 186\,599 + 36\,386 + 792\,120 + 12\,673 + 25\,319 + 41\,586 \\ &\quad + 188\,600 + 55\,979 = 1\,339\,262 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Для встановлення вартості послуг перевезення добрив необхідно врахувати плановий прибуток підприємства. У розрахунках приймаємо норматив рентабельності перевезення на рівні $RN = 35\%$:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$PRP = S_{perevez} \cdot \frac{RN}{100}, \quad (3.24)$$

$$PRP = 1\,339\,262 \cdot \frac{35}{100} = 468\,741 \text{ грн}$$

Вартість перевезення з урахуванням податку на додану вартість складе:

$$S_{p.p.NDS} = (S_{perevez} + PRP) \cdot 1.2, \quad (3.25)$$

$$S_{p.p.NDS} = (1\,339\,262 + 468\,741) \cdot 1.2 = 2\,169\,604 \text{ грн}$$

Для визначення тарифу необхідно вартість перевезення з врахуванням податку на додану вартість розділити на відповідний об'єм транспортної роботи у відповідних одиницях:

– тариф за тону:

$$T_{ton} = \frac{S_{p.p.NDS}}{Q_{\phi}}, \quad (3.26)$$

$$T_{ton} = \frac{2\,169\,604}{500} = 4\,339,2 \frac{\text{грн}}{\text{т}}$$

– тариф за кілометр пробігу:

$$T_{km} = \frac{S_{p.p.NDS}}{L}, \quad (3.27)$$

$$T_{km} = \frac{2\,169\,604}{47\,150} = 46 \frac{\text{грн}}{\text{км}}$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Зведемо основні техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники в таблицю 3.3 та рисунок 3.2.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку техніко-економічних показників транспортної роботи за відповідним маршрутом автомобіля.

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	2	3	4	5
1	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	22	т
2	Довжина маршруту	L	2050	км
3	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{\text{тех}}$	80	км/год
4	Час навантаження і розвантаження	$t_{\text{НРР}}$	0,7+0,7	год
5	Час проходження одного митного пункту	$t_{\text{мит1}}$	4	год
8	Базова витрата пального	$q_{\text{баз}}$	32	л/100 км
11	Загальна маса вантажу	Q	500	т
12	Собівартість перевезення	$S_{\text{перевез}}$	1 339 262	грн
13	Плановий прибуток	PRP	468 791	грн
14	Повна вартість перевезення з ПДВ	$S_3 \text{ ПДВ}$	2 169 604	грн
15	Тариф за 1 т вантажу	$T_{\text{тон}}$	4 339,2	грн/т
16	Тариф за 1 км пробігу	$T_{\text{км}}$	46	грн/км
17	Витрати на паливо	$Z_{\text{пал}}$	792 120	грн
18	Витрати на мастильні матеріали	$Z_{\text{маст}}$	12 673	грн
19	Витрати на ТОіР	$Z_{\text{ТОіР}}$	41 586	грн

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
20	Амортизаційні витрати	A	188 600	грн
21	Витрати на шини	$Z_{\text{шин}}$	25 319	грн
22	Накладні витрати	$Z_{\text{накл}}$	55 979	грн
23	Заробітна плата водіїв	$Z_{\text{вод}}$	186 599	грн
24	Податкові нарахування	$V_{\text{ЗП}}$	36 386	грн

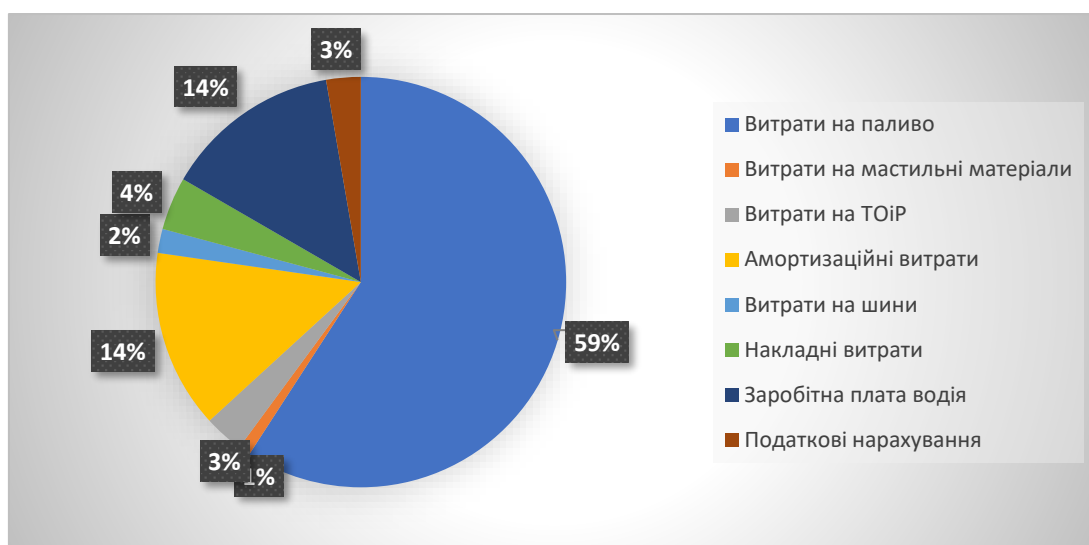


Рисунок 3.2 – Структура витрат на виконання міжнародного автомобільного перевезення генераторів

Таким чином, ми встановили загальний час виконання рейсу з урахуванням режиму праці водія, проходження митних процедур, навантаження та розвантаження. Провели деталізований розрахунок витрат, включаючи паливо, мастильні матеріали, ТОiP, амортизацію, оплату праці та податкові нарахування.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4. МАТЕМАТИЧНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПУНКТУ

4.1 Розрахунок пропускної спроможності пункту пропуску як триканальної СМО

Одним із ключових етапів міжнародного вантажного перевезення є проходження митного оформлення на державному кордоні. У контексті перевезення небезпечного вантажу (селітри натрієвої, ADR 5.1) цей етап потребує особливої уваги, оскільки час затримки на пункті пропуску безпосередньо впливає на тривалість логістичного циклу, використання транспортного парку та загальні витрати на перевезення.

Для формалізованої оцінки ефективності роботи пункту пропуску «Ягодин – Дорогуськ», що є одним із ключових контрольно-пропускних пунктів на маршруті з Франції до України, застосовано модель багатоканальної системи масового обслуговування (СМО) [21]. Такий підхід дозволяє описати функціонування прикордонного поста як системи із чергою, випадковими надходженнями транспортних засобів і обмеженою кількістю каналів обслуговування. Це відповідає реальним умовам оформлення небезпечних ADR-вантажів, які прибувають на територію України з країн ЄС.

У моделі приймається:

- інтенсивність надходження вантажного транспорту $\lambda = 3$ авто/год;
- середній час обслуговування однієї заявки $t_0 = 45$ хв;
- середньоквадратичне відхилення $\sigma = 10$ хв;
- кількість обслуговуючих каналів $c = 3$.

Моделювання проводиться на часовому інтервалі 14 годин, що відповідає типовому періоду денного навантаження на митний пункт.

Таким чином, пункт пропуску розглядається як відкрита СМО типу M/G/3: вхідний потік заявок (автомобілів) підпорядковується показниковому розподілу (закон Пуассона), а час обслуговування – нормальному розподілу [22]. Це дозволяє визначити середній час очікування, довжину черги, завантаження каналів та інші експлуатаційні характеристики прикордонного

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

оформлення, що будуть враховані в подальшому плануванні маршруту (див. рисунок 4.1).

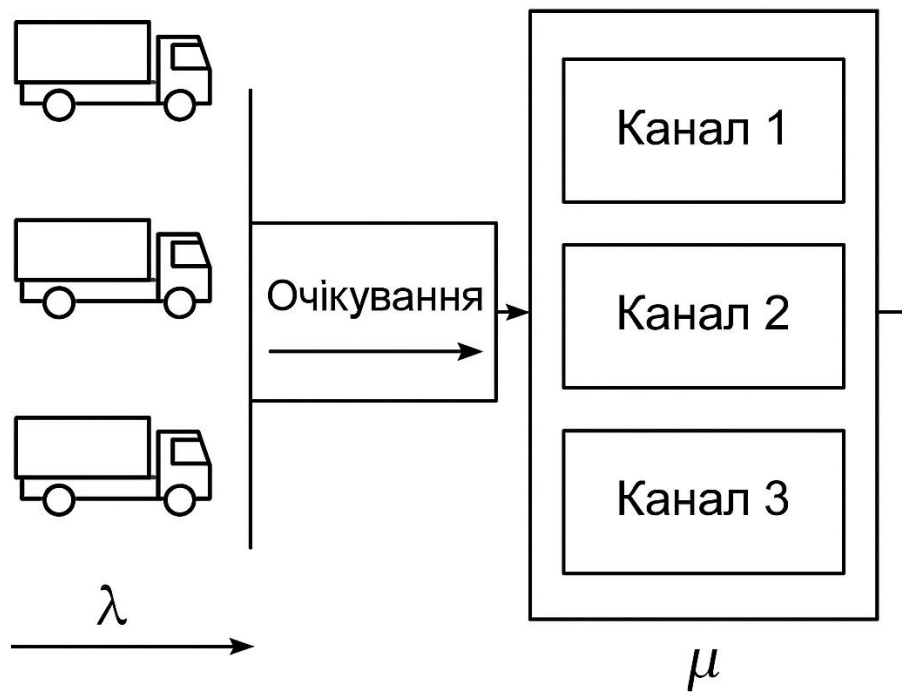


Рисунок 4.1 – Схема роботи прикордонного пункту пропуску як багатоканальної системи масового обслуговування

Розглянемо докладно оформлення випробування №1 (див. таблицю 4.1). Нехай $T_1=0$ – момент находження першої заявки. Заявка надходить у перший канал і буде ним $\ln r_i$ обслужена. Момент закінчення обслуговування першої заявки $T1+0:45:52=0+0:45:52=0:45:52=45$ хв 52 секунди. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Моменти находження наступних заявок знайдемо за формулою:

$$T_i = T_{i-1} + t_1, \tag{4.1}$$

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

Можливі значення t_1 розраховуємо за формулою:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

$$t_1 = \left(\frac{1}{3}\right) (-\ln \cdot r_i) \cdot \frac{1}{24} = \frac{8}{24} (-\ln \cdot r_i) = 0,33(-\ln \cdot r_i)$$

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

Таблиця 4.1 – 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	0,43	00:29:20	0:29:20	0,09	0:45:52	01:15:11			1	
3	0,24	00:48:53	1:18:13	-0,23	0:42:44	02:00:56			1	
4	0,23	00:50:59	2:09:12	-0,59	0:39:06	02:48:18			1	
5	0,38	00:33:09	2:42:20	-0,37	0:41:18		03:23:38		1	
6	0,18	00:58:52	3:41:12	-0,89	0:36:08	04:17:21			1	
7	0,33	00:37:49	4:19:01	0,37	0:48:40	05:07:42			1	
8	0,03	01:58:37	6:17:39	0,85	0:53:31	07:11:09			1	
9	0,98	00:00:48	6:18:27	0,24	0:47:25		07:05:52		1	
10	0,77	00:08:55	6:27:22	-0,03	0:44:41			07:12:03	1	
11	0,06	01:35:35	8:02:58	0,08	0:45:51	08:48:48			1	
12	0,25	00:48:12	8:51:10	-0,36	0:41:26	09:32:35			1	
13	0,81	00:07:08	8:58:18	-0,76	0:37:23		09:35:40		1	
14	0,25	00:47:41	9:45:58	-0,66	0:38:23	10:24:21			1	

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ				Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.							60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
15	0,25	00:47:18	10:33:16	-0,64	0:38:35	11:11:51			1	
16	0,70	00:12:08	10:45:24	0,17	0:46:42		11:32:07		1	
17	0,39	00:32:40	11:18:05	-0,81	0:36:56	11:55:01			1	
18	0,92	00:02:42	11:20:47	0,55	0:50:29			12:11:16	1	
19	0,62	00:16:19	11:37:06	-0,62	0:38:48		12:15:54		1	
20	0,56	00:19:45	11:56:51	-0,24	0:42:39	12:39:30			1	
21	0,12	01:13:51	13:10:42	0,03	0:45:17	13:55:59			1	
22	0,66	00:14:05	13:24:47	-0,46	0:40:23		14:05:10		1	
23	0,07	01:31:34	14:56:21	-0,98	0:35:10	15:31:32				
СТОП							Всього		21	0

Для математичного моделювання роботи митного пункту пропуску «Ягодин – Дорогуськ» при оформленні небезпечних вантажів (селітра натрієва, ADR класу 5.1) використовується аналітичний підхід, заснований на теорії масового обслуговування. У розрахунках враховується випадковий характер надходження транспортних засобів, описаний пуассонівським розподілом, та нормальний розподіл часу обслуговування.

Розрахунки проводяться згідно з покроковою схемою, що включає визначення основних показників функціонування системи: завантаження постів, середній час очікування, довжина черги та ймовірність простою в очікуванні. Обраний підхід дозволяє оцінити вплив черг на загальний час логістичного циклу в умовах обмеженої пропускної здатності прикордонної інфраструктури.

1. Перша заявка

Випадкове число: $r_1 = 0,43$

Час надходження заявки: $T^1 = 0:29:20$

Час обслуговування: $t^1 = 0:45:52$

Час завершення обслуговування:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ				Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.							61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

$$T_{end}^1 = T^1 + t^1 = 0:29:20 + 0:45:52 = 1:15:11$$

2. Друга заявка.

Час надходження: $T^2 = 1:18:13$

Час обслуговування: $t^2 = 0:42:44$

$$T_{end}^2 = T^2 + t^2 = 1:18:13 + 0:42:44 = 2:00:56$$

3. Третя заявка.

Час надходження: $T^3 = 2:09:12$

Час обслуговування: $t^3 = 0:39:06$

$$T_{end}^3 = T^3 + t^3 = 2:09:12 + 0:39:06 = 2:48:18$$

4. Остання заявка.

Час надходження: $T^{23} = 14:56:23$

Оскільки час надходження перевищує межі 14 години, заявка не враховується.

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

$$T_i < T_{end}^1, T_{end}^2, T_{end}^3, \quad (4.3)$$

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

Із першої таблиці, знаходимо, що за 14 год. Надійшло 21 заявка; обслужено $x_1 = 21$ заявок.

Виконавши аналогічно ще 3 випробування (див. табл. 4.2 – 4.4),

отримаємо:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$x_1 = 21, x_2 = 15, x_3 = 22.$$

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

$$a = x = (21+15+22) / 3 = 19.$$

Таблиця 4.2 – 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	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,08	01:28:22	1:28:22	0,91	0:54:09	02:22:31			1	
3	0,00	04:19:26	5:47:48	-0,25	0:42:31	06:30:20			1	
4	0,87	00:04:45	5:52:34	-0,11	0:43:52		06:36:26		1	
5	0,02	02:07:24	7:59:58	-1,00	0:35:02	08:35:00			1	
6	0,52	00:22:12	8:22:10	-0,18	0:43:14		09:05:25		1	
7	0,66	00:14:23	8:36:34	0,73	0:52:16	09:28:49			1	
8	0,31	00:40:41	9:17:15	-0,53	0:39:44		09:56:59		1	
9	0,89	00:04:09	9:21:24	-0,34	0:41:38			10:03:02	1	
10	0,47	00:25:38	9:47:02	0,27	0:47:40	10:34:42			1	
11	0,77	00:08:47	9:55:49	0,49	0:49:54					1
12	0,83	00:06:32	10:02:22	0,52	0:50:11		10:52:33		1	
13	0,57	00:19:20	10:21:42	-0,12	0:43:46			11:05:27	1	
14	0,82	00:06:57	10:28:39	0,77	0:52:41					1
15	0,76	00:09:25	10:38:04	0,86	0:53:38	11:31:42			1	
16	0,86	00:05:20	10:43:24	-0,57	0:39:18					1
17	0,30	00:40:56	11:24:20	-0,95	0:35:32		11:59:52		1	
18	0,50	00:24:00	11:48:19	-0,81	0:36:52	12:25:11			1	

Викона		Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів		Сохацький А.В.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
19	0,27	00:45:13	12:33:32	0,17	0:46:40	13:20:13			1	
20	0,05	01:41:12	14:14:44	0,76	0:52:38	15:07:23				
СТОП							Всього		15	3

Таблиця 4.3 – 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	0,75	00:09:46	0:09:46	-0,80	0:37:02	00:46:48			1	
3	0,92	00:02:41	0:12:27	-0,77	0:37:18		00:49:46		1	
4	0,67	00:13:44	0:26:12	0,60	0:50:59			01:17:10	1	
5	0,90	00:03:31	0:29:42	-0,09	0:44:09					1
6	0,58	00:18:55	0:48:38	-0,68	0:38:10	01:26:48			1	
7	0,77	00:09:01	0:57:39	-0,10	0:44:03		01:41:42		1	
8	0,60	00:17:19	1:14:59	-0,81	0:36:52					1
9	0,88	00:04:17	1:19:15	-0,40	0:41:01			02:00:16	1	
10	0,33	00:38:32	1:57:47	0,25	0:47:31	02:45:18			1	
11	0,17	01:01:20	2:59:07	-0,40	0:41:03	03:40:10			1	
12	0,46	00:26:28	3:25:35	0,16	0:46:36		04:12:11		1	
13	0,73	00:10:56	3:36:31	-0,21	0:42:53			04:19:25	1	
14	0,85	00:05:25	3:41:57	0,06	0:45:39	04:27:36			1	
15	0,92	00:02:55	3:44:52	-0,75	0:37:28					1
16	0,87	00:04:46	3:49:38	0,18	0:46:51					1
17	0,98	00:00:46	3:50:24	0,74	0:52:21					1

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ				Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.							64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
			Дата					

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
18	0,51	00:22:47	4:13:11	-0,90	0:35:58		04:49:09		1	
19	0,32	00:38:49	4:52:00	-0,55	0:39:28	05:31:27			1	
20	0,41	00:30:59	5:22:59	0,49	0:49:51		06:12:50		1	
21	0,44	00:28:31	5:51:30	0,17	0:46:41	06:38:11			1	
22	0,27	00:44:40	6:36:10	-0,08	0:44:13		07:20:23		1	
23	0,51	00:23:24	6:59:34	0,52	0:50:11	07:49:44			1	
24	0,05	01:43:55	8:43:28	-0,92	0:35:47	09:19:15			1	
25	0,00	03:39:45	12:23:13	0,61	0:51:06	13:14:19			1	
26	0,65	00:14:44	12:37:57	0,82	0:53:09		13:31:06		1	
27	0,35	00:35:44	13:13:41	-0,62	0:38:50			13:52:31	1	
28	0,84	00:05:59	13:19:41	-0,03	0:44:40	14:04:21			1	
29	0,19	00:56:15	14:15:56	-0,51	0:39:56	14:55:51				
СТОП							Всього		22	5

Таблиця 4.4 – 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	21	21	45 хв.	1	0
2	18	15	45 хв.	0,83	0,17
3	27	22	45 хв.	0,81	0,19
Середнє значення	22	19	45 хв.	0,88	0,12

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}, \quad (4.4)$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ			Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				
			Дата				

Так як $t_{\text{обсл}} = 0,75$ год (згідно завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$$

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (4.5)$$

$$\rho = \frac{3}{1,33} = 2,25$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}}, \quad (4.6)$$

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot P_0, \quad (4.7)$$

$$\rho_0 = \left(1 + 2,25 + \frac{2,25^2}{2!} + \frac{2,25^3}{3!} \right) = (1 + 2,25 + 2,53 + 1,89)^{-1} = \frac{1}{7,67} = 0,13$$

Виходячи з формули (4.6), для ρ_1 , ρ_2 та ρ_3 формули граничних ймовірностей матимуть наступний вигляд:

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0, \quad (4.8)$$

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 2,25 \cdot 0,13 = 0,29$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0, \quad (4.9)$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{2,25^2}{2} \cdot 0,13 = 0,32$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0, \quad (4.10)$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{2,25^3}{6} \cdot 0,13 = 0,14$$

На основі математичного моделювання функціонування прикордонного пункту пропуску «Ягодин – Дорогуськ» як триканальної системи масового обслуговування, були отримані наступні результати:

- У 26% випадків новий вантажний автомобіль (ADR 5.1) може бути негайно прийнятий на вільний пост без очікування.
- У 28% випадків на момент прибуття один канал зайнятий, а два інші – доступні для оформлення.
- Приблизно 32% ситуацій передбачають часткове завантаження: два пости обслуговують транспорт одночасно, нова заявка направляється на єдиний вільний пост.
- У 14% випадків усі три канали одночасно зайняті, що призводить до формування черги та необхідності очікування в зоні накопичення.

Таким чином, модель демонструє, що при інтенсивності прибуття 3 автомобілі на годину та середньому часі оформлення 45 хвилин, пункт пропуску працює в умовах наближеної до оптимальної завантаженості. Формування черги спостерігається епізодично, що дозволяє забезпечити

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

відносно стабільний і контрольований потік транспорту навіть за умови оформлення небезпечних вантажів.

На основі цих даних розрахуємо середній час проходження пропускного пункту для нашого авто:

- $P_0 = 0,25$ – імовірність, що всі три канали вільні;
- $P_1 = 0,29$ – зайнятий один канал, два вільні;
- $P_2 = 0,32$ – зайняті два канали;
- $P_3 = 0,14$ – усі канали зайняті, транспорт потрапляє в чергу.

Середній час обслуговування одного транспортного засобу становить $t_0 = 45$ хвилина. При розрахунку фактичного середнього часу перебування вантажівки в системі враховується можливість очікування в черзі за умови завантаженості:

- при P_0 та P_1 : обслуговування здійснюється без затримки, час – 45 хв;
- при P_2 : можливе короткочасне очікування, приймаємо 68 хв;
- при P_3 : формування черги, час обслуговування подвоюється – 90 хв.

З урахуванням вагових коефіцієнтів середній час проходження кордону визначається за формулою:

$$T_{\text{мит}} = P_0 \cdot t_0 + P_1 \cdot t_0 + P_2 \cdot t_2 + P_3 \cdot t_3, \quad (4.11)$$

де:

- $t_0 = 45$ хв. ;
- $t_2 = 68$ хв.;
- $t_3 = 90$ хв.

Підставимо значення:

$$T_{\text{мит}} = 0,25 \cdot 45 + 0,29 \cdot 45 + 0,32 \cdot 68 + 0,14 \cdot 90 = 58,66$$

Таким чином, середній час проходження транспортним засобом пункту пропуску становить: $T_{\text{мит}} = 59$ хв 6сек або 0,98 год.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4.2 Вплив умов воєнного стану на роботу СМО

Воєнний стан суттєво впливає на функціонування прикордонної інфраструктури, особливо в частині пропуску вантажного транспорту, що перевозить небезпечні або критично важливі вантажі, такі як азотні добрива (селітра натрієва, ADR клас 5.1). Умови війни зумовлюють як зростання інтенсивності потоку вантажів, так і ускладнення процедур контролю на пунктах пропуску, що безпосередньо відображається на параметрах роботи систем масового обслуговування.

Основні зміни, що фіксуються в роботі СМО (див. таблицю 4.6):

1. Збільшення інтенсивності прибуття автотранспорту на митні пости (λ): через блокування морських портів та часткову недоступність авіаліній, значна частина товаропотоку переміщується суходолом.
2. Зростання середнього часу обслуговування (t_0): впровадження додаткових заходів безпеки, перевірка вантажів на вибухонебезпечні компоненти, перегляд маршрутів.
3. Нерівномірність потоку (різкі коливання λ і t): в залежності від обстрілів, блокад, технічних збоїв на суміжних митницях.

Таблиця 4.5 – Зміни в параметрах СМО:

Параметр	До війни	Під час війни
Інтенсивність, λ	2,0 авт./год	3,0 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	25 хв	45 хв
Середнє відхилення, σ	6 хв	10 хв
Кількість постів, c	3	3 (без змін)

Проведемо наочні розрахунки для порівняння змін.

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	69

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}, \quad (4.12)$$

Так як $t_{\text{обсл}} = 0,41$ год (згідно нового завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,41} = 2,43 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$$

Визначимо інтенсивність завантаження каналу:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (4.13)$$

$$\rho = \frac{2}{2,43} = 0,82$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}}, \quad (4.14)$$

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot P_0, \quad (4.15)$$

$$\rho_0 = \left(1 + 0,82 + \frac{0,82^2}{2!} + \frac{0,82^3}{3!} \right) = (1 + 0,82 + 0,33 + 0,09)^{-1} = \frac{1}{2,24} = 0,44$$

Для ρ_1 , ρ_2 та ρ_3 формули граничних ймовірностей матимуть наступний вигляд:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0, \quad (4.16)$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 0,82 \cdot 0,44 = 0,36$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0, \quad (4.17)$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{0,82^2}{2} \cdot 0,44 = 0,14$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0, \quad (4.18)$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{0,82^3}{6} \cdot 0,44 = 0,03$$

У результаті моделювання функціонування прикордонного пункту у довоєнний період як триканальної системи масового обслуговування були отримані наступні показники:

- У 47% випадків новий вантажний автомобіль (у тому числі ADR 5.1) може бути негайно прийнятий на вільний канал, що мінімізує час простою.
- У 36% випадків один з постів зайнятий, а два інші залишаються вільними для оформлення прибулого транспорту.
- Приблизно 14% ситуацій передбачають, що два канали обслуговують вантажівки одночасно, нова заявка спрямовується на третій — останній вільний.
- Лише у 3% випадків система повністю зайнята, що означає формування черги та необхідність очікування.

До початку повномасштабної війни міжнародна логістика між країнами ЄС та Україною, включаючи напрям Ліон – Рівне, активно використовувала

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

усі доступні види транспорту, зокрема авіаційні перевезення для дорогих або термінових вантажів. Завдяки такому збалансованому розподілу транспортних потоків навантаження на наземні пункти пропуску, такі як «Ягодин – Дорогуськ», залишалося помірним і стабільно керованим.

Результати моделювання роботи КПП у мирний час (інтенсивність прибуття – 2 авто/год, середній час оформлення – 25 хвилин) демонструють, що лише у 3% випадків виникала черга, тоді як у переважній більшості ситуацій вантажівки оформлювались без суттєвих затримок. Це підтверджує наявність значного запасу пропускної здатності митної інфраструктури на українсько-польському кордоні за умови стабільного розподілу вантажних потоків.

Військові дії та обмеження повітряного та морського транспорту зумовили різке зростання навантаження на сухопутні логістичні коридори, зокрема при імпорті з Франції до України. Це вимагає оперативного перегляду логістичних стратегій: розширення інфраструктури КПП, цифровізація процедур митного оформлення ADR-вантажів, створення буферних зон накопичення та впровадження пріоритетних смуг для критичних поставок.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра всебічно досліджено організаційно-технологічні та економічні аспекти перевезення небезпечного вантажу – натрієвої селітри (клас небезпеки 5.1) – з Франції до України, з урахуванням логістичних обмежень та ризиків, зумовлених воєнним станом.

1. Аналітична оцінка сучасного стану міжнародних перевезень. У вступному розділі проведено ґрунтовний аналіз сучасної ситуації у сфері міжнародної логістики, що виявив зміщення акценту на автомобільний транспорт як головний інструмент доставки у воєнний період. Блокада морських портів, фактичне припинення авіасполучення та висока небезпека в зоні бойових дій призвели до суттєвого зростання обсягів перевезень через сухопутні коридори.

Особливо інтенсивно використовується напрям Франція – Польща – Україна, де пункти пропуску на західному кордоні (зокрема Ягодин – Дорогуськ) зазнали різкого збільшення транспортного навантаження. Це потребувало впровадження нових методів моделювання та оптимізації пропускнуої спроможності.

Водночас встановлено, що у довоєнний період структура міжнародної логістики мала більш рівномірний розподіл між морським, повітряним та автомобільним транспортом. Небезпечні вантажі, зокрема хімічні речовини, доставлялись з використанням комбінованих схем, включно з перевалкою у великих логістичних хабах Західної Європи. Проте у 2022–2024 роках автомобільний транспорт набув домінуючого значення, що актуалізувало необхідність глибокого аналізу організації таких перевезень.

Особливу увагу приділено специфіці транспортування ADR-вантажів класу 5.1, які мають обмеження щодо маршруту, вимог до транспортних засобів, маркування та обслуговуючого персоналу. В роботі обґрунтовано актуальність імпорту селітри натрієвої з Франції до України в умовах дефіциту добрив на українському ринку та нестабільної внутрішньої логістики.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. Проектування технологічної схеми перевезення вантажу.

У другому розділі було спроектовано логістичну схему перевезення 500 тонн натрієвої селітри з логістичної зони міста Ліон (Франція) до складу на підприємстві ПАТ «Рівнеазот» (м. Рівне, Україна). Транспортування здійснюється тентованими вантажними автомобілями вантажопідйомністю до 22 тонн. Вантаж упакований у мішки по 50 кг, які формуються в палети згідно з європейськими стандартами.

У межах розділу визначено доцільність організації перевезення через територію Польщі, що забезпечує найкраще співвідношення логістичних витрат, безпеки маршруту та відповідності вимогам ADR. Обґрунтовано доцільність циклічного курсування 7 автомобілів, що виконують 3 повних оберти та 2 додаткових рейси. Такий підхід дозволяє ефективно використовувати ресурси автопарку, зменшити тиск на пункти пропуску та скоротити час логістичного циклу.

Окрему увагу приділено вимогам базису поставки DAP (Incoterms 2020), що покладає відповідальність за доставку до місця призначення на відправника, включаючи оформлення митних процедур і страхування. Встановлено зону відповідальності сторін на всіх етапах ланцюга поставки.

3. Техніко-експлуатаційні та економічні розрахунки.

У третьому розділі здійснено техніко-експлуатаційні розрахунки для обґрунтування ефективності логістичного рішення. Було визначено:

- Загальний пробіг автопарку — 47 150 км;
- Час обігу одного автомобіля — 31,02 год;
- Середньодобова продуктивність — 118,06 тонн;
- Коефіцієнт використання пробігу — 0,5 (враховуючи завантаження лише в один бік);
- Коефіцієнт використання вантажопідйомності — 0,99.

Загальний час перевезення партії становить близько 5,2 доби, що відповідає стандартам для міждержавних перевезень небезпечних вантажів класу 5.1. Враховано також можливість організації завантаження зворотного

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вантажу при поверненні в Європу, що дозволяє мінімізувати витрати на холостий пробіг.

У межах економічної частини детально проаналізовано витрати на перевезення: заробітна плата, ПММ, техобслуговування, амортизація, вартість платних доріг. Розраховано собівартість перевезення однієї тонни вантажу та одного кілометра пробігу, що дозволяє встановити орієнтовну логістичну ставку для планування майбутніх перевезень та договорів на транспортування ADR-вантажів.

4. Моделювання митного пункту пропуску як СМО.

У четвертому розділі досліджено ефективність роботи прикордонного пункту «Ягодин – Дорогуськ» шляхом математичного моделювання за теорією масового обслуговування (СМО). Змодельовано варіанти пропуску транспорту в мирний період і в умовах воєнного стану, що дозволило оцінити вплив зовнішніх факторів на затримки та пропускну спроможність системи.

Встановлено, що до війни ймовірність утворення черг становила лише 3%, при $\lambda = 2$ авто/год та середньому часі оформлення 25 хв. У період війни параметри погіршились: $\lambda = 3$ авто/год, $t_0 = 45$ хв, що призвело до утворення черг у 14% випадків.

Модель СМО дозволила виявити критичні точки перевантаження системи та обґрунтувати необхідність створення буферних зон накопичення, оптимізації кількості каналів обслуговування, а також цифровізації та автоматизації митного оформлення небезпечних вантажів.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галкін А. С. та ін. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 182 с.
2. Дмитрів Д., Дмитрів О., Репак О. Аналіз ринку міжнародних вантажних автоперевезень в Україні в умовах воєнного стану. *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2023. Вип. 2 (29). С. 48-60. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2023/23ddvuvs.pdf>
3. Ukraine makes efforts to maintain transport dialogue: discussions on cooperation within the framework of TRACECA. *TRACECA* : official website. URL: https://traceca-org.org/tj/countries/ukraine/news-detail/n/ukraine_makes_efforts_to_maintain_transport_dialogue_discussions_on_cooperation_within_the_framework/
4. Development of the TEN-T Baltic Sea – Black Sea – Aegean Sea corridor with the construction of a 1435 mm gauge track on the territory of Ukraine. *Three Seas* : website. URL: <https://projects.3seas.eu/projects/development-of-the-ten-t-baltic-sea-black-sea-aegean-sea-corridor-with-the-construction-of-a-1435-mm-gauge-track-on-the-territory-of-ukraine>
5. Основні пункти пропуску на кордоні України та Польщі: що потрібно знати? *Compass Group* : веб-сайт. URL: <https://compass-group.com.ua/blog/osnovni-punkti-propusku-na-kordoni-ukrayini-ta-polshhi-shho-potribno-znati/>
6. Державна служба статистики України : офіційний веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Термінали на західному кордоні будують всюди, де є можливість – ринок про сухопутні шляхи. *УЗА* : веб-сайт. URL: <https://uga.ua/news/terminali-na-zahidnomu-kordoni-buduyut-vsyudi-de-ye-mozhlyvist-rinok-pro-suhoputni-shlyahi-eksportu-agroproduktsiyi/>

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

8. Solidarity Lanes EU – Ukraine. *Republic of Poland* : official website. URL: <https://www.gov.pl/web/national-revenue-administration/solidarity-lanes-eu--ukraine>

9. Небезпечні вантажі ADR: правила перевезення та важливі нюанси. TVL: веб-сайт. URL: <https://www.tvl.net.ua/novyny/nebezpechni-vantazhi-adr-pravila-perevezennya-ta-vazhlivi-nyuansi/>

10. Агропромисловий комплекс та продовольча безпека. *Посольство України у Французькій Республіці* : офіційний веб-сайт. URL: <https://france.mfa.gov.ua/spivrobitnictvo/289-torgovelyno-jekonomichne-spivrobitnictvo-mizh-ukrajinoju-ta-francijeju/agropromislovij-kompleks-ta-prodovolcha-bezpeka>

11. Логістика України під час війни: виклики та перспективи. *УНІАН* : веб-сайт. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/logistika-ukrajini-pid-chas-viyni-vikliki-ta-perspektivi-12840282.html>

12. Ключові проблеми у сфері транспорту та логістики під час війни в Україні. *Lardi Today* : веб-сайт. URL: https://logist.today/osoboe_mnenie-uk/2024-06-18/klyuchevye-problemy-v-sfere-transporta-i-logistiki-v-period-voyny-v-ukraine-2/

13. Логістика в Україні: Адаптація до нових реалій. *Центр транспортних стратегій* : веб-сайт. URL: https://cfts.org.ua/blogs/logistika_v_ukrani_adaptatsiya_do_novikh_realiy_721

14. Свідоцтво про допущення транспортних засобів до перевезення визначених небезпечних вантажів під час перевезення аміачної селітри в упаковках. *Лабораторія ADR* : веб-сайт. URL: <https://labadr.com.ua/ua/news/2025/01/27/156-svidoctvo-pro-dopushennya-transportnix-zasobiv-do-perevezennya-viznachenix-nebezpechnix-vantazhiv-pid-chas-perevezennya-amiachnoi-selitri-v-upakovkax/>

15. Які останні зміни в отриманні дозволів про перевезення небезпечних вантажів? *Регіональний сервісний центр ГСЦ МВС* : веб-сайт. URL:

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ		Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.					77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://ods.hsc.gov.ua/2024/05/15/yaki-ostanni-zmini-v-otrimanni-dozvoliv-pro-perevezennya-nebezpechnih-vantazhiv-2/>

16. ПАТ «Рівнеазот» – лідер з виробництва азотних добрив у Західній Україні. *OSTCHEM* : веб-сайт. URL: <http://www.ostchem.com/uk/o-kompanii/proizvodstvo/rovno>

17. Delivered at Place (DAP). *IncotermsExplained* : website. URL: <https://www.incotermsexplained.com/the-incoterms-rules/the-eleven-rules-in-brief/delivered-place/>

18. Concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) : Regulation (EC) of the European Parliament and of the Council of 18 Dec. 2006y. No 1907. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?qid=1532936325230&uri=CELEX:02006R1907-20180509>

19. Напівпричепи тентовані. *КиївСпецТех* : веб-сайт. URL: https://kievspecteh.com/catalog/napivprichipi-tentovani?srsId=AfmBOorVaxMzazseW9mnbNpaEAY3onhxXOp_pgkm8YaFeHDF4mZQE9z3

20. Вилковий навантажувач Linde E 12. *ЕвроТехЛогистик* : веб-сайт. URL: <https://eurotechlogistic.com.ua/ua/p1020169958-vilochnyj-pogruzchik-linde.html>

21. Пункт пропуску Ягодин (Дорогуськ). Державна прикордонна служба України : офіційний веб-сайт. URL: <https://dpsu.gov.ua/uk/yagodin-dorogusk>

22. Колесницький О.К., Роїк О.М., Бокоцей І.В. Основи системного аналізу об'єктів і процесів комп'ютеризації: навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ, 2013. 143 с.

Викона	Петляк В.В.			КРБ 275 08 ПЗ	Арк.
Перевірів	Сохацький А.В.				78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СХЕМА ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ СТОРІН ЗА УМОВАМИ ПОСТАВКИ DAP (INCOTERMS 2020)



Рисунок А.1 – Схема розподілу відповідальності між продавцем і покупцем за умовами DAP згідно з Incoterms 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

на тему:

**«ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА НАПРЯМОМ
ФРАНЦІЯ – УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ»**

студента групи Т21-1

ПЕТЛЯКА ВАЛЕРІЯ ВАЛЕРІЙОВИЧА

Спеціальність 275 «Транспортні технології»

Керівник бакалаврської роботи
Професор кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
доктор технічних наук, професор
Сохацький Анатолій Валентинович

Керівник: _____
(підпис)

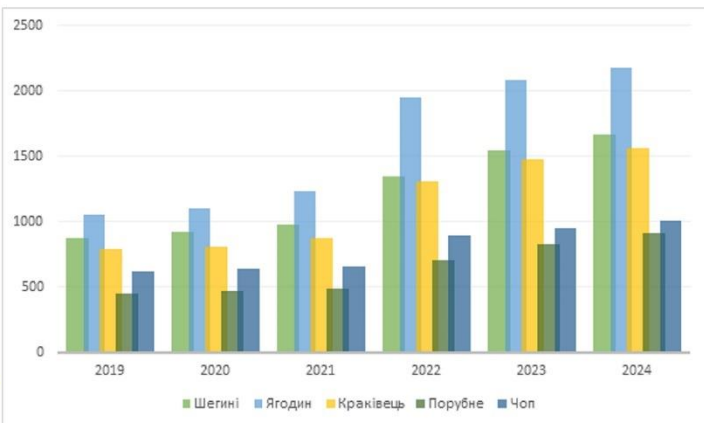
Дніпро

2025

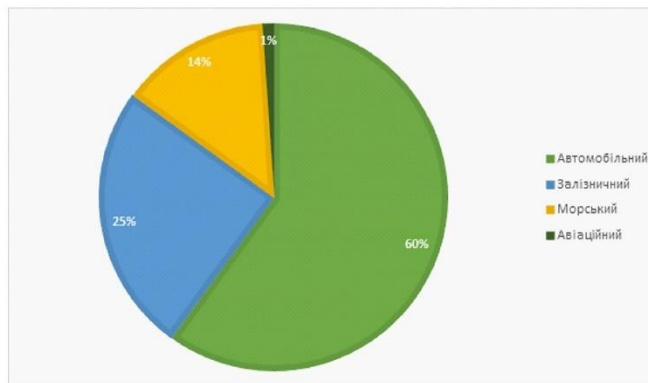
Графічний аркуш №1

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ТОВАРІВ ЄВРОПА-УКРАЇНА

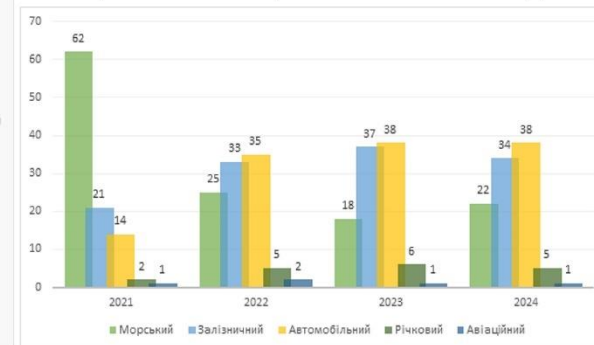
Динаміка вантажопотоку через основні пункти пропуску на кордоні України з ЄС за 2019-2023 рр



Розподіл видів транспорту при перевезенні хімічних вантажів



Зміна структури видів транспорту (у %) у вантажних перевезеннях України за 2021-2024 рр



Класифікація хімічних вантажів за ADR

Клас	Тип речовини	Приклад
3	Легкозаймисті рідини	Бензин, етанол
5.1	Окислювальні речовини	Натрієва селітра
6.1	Токсичні речовини	Ціанід калію
8	Корозійні речовини	Сірчана кислота

Частка небезпечних вантажів у загальному вантажообігу України за 2019-2024 рр

Рік	Загальний вантажообіг, млн т	Небезпечні вантажі, млн т	Частка небезпечних вантажів, %
2019	500	25	5,0%
2020	480	23	4,8%
2021	510	27	5,3%
2022	370	21	5,7%
2023	400	24	6,0%
2024	430	26	6,0%

Статистика імпорту України з Франції з 2019-2024 рр

Рік	Обсяг імпорту, млн євро	Зміна до попереднього року, %
2019	1 600	—
2020	1 450	-9,4%
2021	1 800	+24,1%
2022	1 950	+8,3%
2023	2 100	+7,7%
2024	2 250	+7,1%

Основні логістичні втрати України внаслідок війни

Показник	Обсяг втрат / змін
Зруйновано складів	понад 400 об'єктів
Зниження вантажообігу морських портів	-74%
Дефіцит водіїв (через мобілізацію)	понад 30%
Подорожчання доставки (середнє)	+60-80%

Вантажопотік за напрямками у розрізі видів транспорту за 2024 рік

Напрямок (країна транзиту)	Автомобільний транспорт, тис. т	Залізничний транспорт, тис. т	Річковий транспорт, тис. т
Польща	27 500	15 800	—
Румунія	8 100	3 600	2 900
Угорщина	4 800	3 100	—
Словаччина	3 900	2 900	—

10/10/2007	10/10/2007	10/10/2007
------------	------------	------------

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

H^0	N^0	H^0	N^0
H^0	N^0	H^0	N^0

[illegible][illegible][illegible][illegible]

РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

Результати розрахунку техніко-економічних показників транспортної роботи за відповідним маршрутом автомобіля

Тривалість операцій навантажувального циклу електронавантажувача

Електронавантажувач Linde E12

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	22	т
2	Довжина маршруту	L	2050	км
3	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{\text{тех}}$	80	км/год
4	Час навантаження і розвантаження	$t_{\text{НРР}}$	0,7+0,7	год
5	Час проходження одного митного пункту	$t_{\text{мит1}}$	4	год
8	Базова витрата пального	$q_{\text{баз}}$	32	л/100 км
11	Загальна маса вантажу	Q	500	т
12	Собівартість перевезення	$S_{\text{перевез}}$	1 339 262	грн
13	Плановий прибуток	PRP	468 791	грн
14	Повна вартість перевезення з ПДВ	$S_{\text{зПДВ}}$	2 169 604	грн
15	Тариф за 1 т вантажу	$T_{\text{тон}}$	4 339,2	грн/т
16	Тариф за 1 км пробігу	$T_{\text{км}}$	46	грн/км
17	Витрати на паливо	$Z_{\text{пал}}$	792 120	грн
18	Витрати на мастильні матеріали	$Z_{\text{маст}}$	12 673	грн
19	Витрати на ТОiP	$Z_{\text{ТОiP}}$	41 586	грн
20	Амортизаційні витрати	A	188 600	грн
21	Витрати на шини	$Z_{\text{шин}}$	25 319	грн
22	Накладні витрати	$Z_{\text{накл}}$	55 979	грн
23	Заробітна плата водіїв	$Z_{\text{вод}}$	186 599	грн
24	Податкові нарахування	$V_{\text{зп}}$	36 386	грн

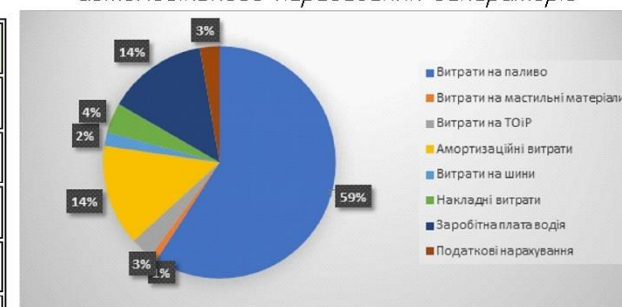
№	Найменування операції	Позначення	Тривалість, с
1	Під'їзд до палети	t_1	15
2	Підйом палети на вила	t_2	5
3	Переміщення навантажувача з палетою до авто	t_3	12
4	Встановлення палети у кузов	t_4	7
5	Повернення навантажувача у вихідну позицію	t_5	12
6	Розворот до нової палети	t_6	10
7	Пауза на коригування положення, вирівнювання	t_7	8
8	Перемикання важелів, стабілізація гідравліки	t_8	7
Разом		—	76 с



Вихідні розрахункові дані

Параметр	Значення
Загальна маса вантажу	500 т
Маса вантажу на 1 авто	21,8 т
Відстань у прямому напрямку	2050 км
Кількість рейсів	23
Кількість автомобілів	7
Час завантаження 1 авто	0,7 год (з розділу 3.1)

Структура витрат на виконання міжнародного автомобільного перевезення генераторів



КРБ 275 08 ГЧ			
Зам. Лист	№ докум.	Лист	Лист
Розроб.	Виконав.	Перевір.	Затверд.
Проек.	Головний інж.	Інженер	Інженер
Решена	Холмодов НВ	Степанов АБ	Степанов АБ
Місця	Лист	Лист	Лист
ПРОХІДНИЙ ЛИСТ НА ПЕРЕВІЗКУ ЗА НАПРЯМОМ ПРАЦІВНИЧОЮ В ОФІСІ ВІСНОВОГО СТАНУ			Лист
УМФ зр. Т21-3			Лист

Графічний аркуш №4

МАТЕМАТИЧНЕ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПУНКТУ

Випробування №1

Метр	Разнообразие выплатное число R _n	Интервал мж приблутым	Час приблуты	Нормальная выплата, г	Триплата выплата, ж	1 канал	2 канал	3 канал	Личным к заказ	
									Общественно у черт	
1 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,43	00:29:20	0:29:20	0,09	0:45:52	01:15:11			1	
3	0,24	00:48:53	1:18:13	-0,23	0:42:44	02:00:56			1	
4	0,23	00:50:59	2:09:12	-0,59	0:39:06	02:48:18			1	
5	0,38	00:33:09	2:42:20	-0,37	0:41:18		03:23:38		1	
6	0,18	00:58:52	3:41:12	-0,89	0:36:08	04:17:21			1	
7	0,33	00:37:49	4:19:01	0,37	0:48:40	05:07:42			1	
8	0,03	01:58:37	6:17:39	0,85	0:33:31	07:11:09			1	
9	0,98	00:00:48	6:18:27	0,24	0:47:25		07:05:52		1	
10	0,77	00:08:55	6:27:22	-0,03	0:44:41			07:12:03	1	
11	0,06	01:35:35	8:02:58	0,08	0:45:51	08:48:48			1	
12	0,25	00:48:12	8:51:10	-0,36	0:41:26	09:32:35			1	
13	0,81	00:07:08	8:58:18	-0,76	0:37:23		09:35:40		1	
14	0,25	00:47:41	9:45:58	-0,66	0:38:23	10:24:21			1	
15	0,25	00:47:18	10:33:16	-0,64	0:38:55	11:11:51			1	
16	0,70	00:12:08	10:45:24	0,17	0:46:42		11:32:07		1	
17	0,39	00:32:40	11:18:05	-0,81	0:36:56	11:55:01			1	
18	0,92	00:02:42	11:20:47	0,55	0:50:29			12:11:16	1	
19	0,62	00:16:10	11:37:06	-0,62	0:38:48		12:15:54		1	
20	0,56	00:19:45	11:56:51	-0,24	0:42:39	12:39:30			1	
21	0,12	01:13:51	13:10:42	0,03	0:45:17	13:55:59			1	
22	0,66	00:14:05	13:24:47	-0,46	0:40:23		14:05:10		1	
23	0,07	01:31:34	14:36:21	-0,98	0:33:10	15:31:32				
СТОП							Всього		21	0

Випробування №2

№ п/п	Разномерно розподілене випадкове число R _i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильники заявок	
									Обслуговує	У черзі
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,08	01:28:22	1:28:22	0,91	0:54:09	02:22:31			1	
3	0,00	04:19:26	5:47:48	-0,25	0:42:31	06:30:20			1	
4	0,87	00:04:45	5:52:34	-0,11	0:43:52		06:36:26		1	
5	0,02	02:07:24	7:59:38	-1,00	0:35:02	08:35:00			1	
6	0,52	00:22:12	8:22:10	-0,18	0:43:14		09:05:25		1	
7	0,66	00:14:23	8:36:34	0,73	0:52:16	09:28:49			1	
8	0,31	00:40:41	9:17:15	-0,53	0:39:44		09:56:59		1	
9	0,89	00:04:09	9:21:24	-0,34	0:41:38			10:03:02	1	
10	0,47	00:25:38	9:47:02	0,27	0:47:40	10:34:42			1	
11	0,77	00:08:47	9:55:49	0,49	0:49:54					1
12	0,83	00:06:32	10:02:22	0,52	0:50:11		10:32:33		1	
13	0,57	00:19:20	10:21:42	-0,12	0:43:46			11:05:27	1	
14	0,82	00:06:57	10:28:39	0,77	0:52:41					1
15	0,76	00:09:25	10:38:04	0,86	0:53:38	11:31:42			1	
16	0,86	00:05:20	10:43:24	-0,57	0:39:18					1
17	0,30	00:40:56	11:24:20	-0,95	0:35:32		11:59:52		1	
18	0,50	00:24:00	11:48:19	-0,81	0:36:52	12:25:11			1	
19	0,27	00:45:13	12:33:32	0,17	0:46:40	13:20:13			1	
20	0,05	01:41:12	14:14:44	0,76	0:52:38	15:07:23				
			СТОП			Всього			15	3

Випробування №3

№п/п	Результат выполнения задания, часть В	Интервал між пробівами	Час пробіва	Нормальне відхилення, г	Тривалість замітки	1 запит	2 запит	3 запит	Лічильник балів	
									Обстежено	У черзі
3 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,75	00:06:46	0:06:46	-0,80	0:37:02	00:46:48			1	
3	0,82	00:02:41	0:12:27	-0,77	0:37:18		00:49:48		1	
4	0,67	00:13:44	0:26:12	0,60	0:50:59			01:17:10	1	
5	0,90	00:03:31	0:29:42	-0,09	0:44:09					1
6	0,58	00:18:55	0:48:38	-0,68	0:38:10	01:26:48			1	
7	0,77	00:06:01	0:57:39	-0,10	0:44:03		01:41:42		1	
8	0,60	00:17:19	1:14:59	-0,81	0:36:52					1
9	0,88	00:04:17	1:19:15	-0,40	0:41:01			02:00:16	1	
10	0,33	00:38:32	1:57:47	0,23	0:47:31	02:45:18			1	
11	0,17	01:01:20	2:56:07	-0,40	0:41:03	03:40:10				
12	0,46	00:26:28	3:25:33	0,18	0:46:36		04:12:11		1	
13	0,73	00:10:56	3:56:31	-0,21	0:42:53			04:19:25	1	
14	0,83	00:05:25	3:41:57	0,06	0:45:39	04:27:36			1	
15	0,92	00:02:53	3:44:52	-0,75	0:37:28					1
16	0,87	00:04:46	3:49:38	0,18	0:46:51					1
17	0,98	00:00:46	3:50:24	0,74	0:52:21					1
18	0,51	00:22:47	4:13:11	-0,90	0:33:58		04:49:09		1	
19	0,32	00:38:49	4:52:00	-0,55	0:39:28	05:31:27			1	
20	0,41	00:30:59	5:22:59	0,49	0:49:51		06:12:50			
21	0,44	00:28:31	5:51:30	0,17	0:46:41	06:38:11			1	
22	0,27	00:44:40	6:36:10	-0,08	0:44:13		07:20:23		1	
23	0,51	00:23:24	6:59:34	0,52	0:50:11	07:49:44			1	
24	0,03	01:43:53	8:48:28	-0,92	0:35:47	08:19:15			1	
25	0,00	03:39:45	12:23:13	0,61	0:51:06	13:14:19			1	
26	0,65	00:14:44	12:37:57	0,82	0:53:09		13:31:06		1	
27	0,35	00:35:44	13:13:41	-0,62	0:38:50			13:52:31	1	
28	0,64	00:05:59	13:19:41	-0,03	0:44:40	14:04:21			1	
29	0,19	00:56:15	14:15:56	-0,51	0:39:56	14:55:51				
			СТОП				Всього		22	5

Визначення ймовірності попадання у чергу та на обслуговування

Номер випробовування i	Надійшло заявок $N_{j\text{мост}}$	Обслужено заявок $N_{j\text{обсл}}$	Тривалість обслуговування $t_{j\text{обсл}}$	Ймовірність обслуговування $P_{j\text{об}} = N_{j\text{об}}/N_{j\text{мост}}$	Ймовірність попадання в чергу $P_{j\text{вхв}} = 1 - P_{j\text{об}}$
1	21	21	45 хв.	1	0
2	18	15	45 хв.	0,83	0,17
3	27	22	45 хв.	0,81	0,19
Середнє значення	22	19	45 хв.	0,88	0,12

Зміни в параметрах СМО

Параметр	До війни	Під час війни
Інтенсивність, λ	2,0 авт./год	3,0 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	25 хв	45 хв
Середнє відхилення, σ	6 хв	10 хв
Кількість постів, c	3	3 (без змін)