

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

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

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

_____ А.І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ У
МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕНІ»**

Виконав: студент групи Т21-1
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)

Жук Богдан Максимович

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Музикін Михайло Ігорович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, завідувача кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
к.т.н., доцент
Кузьменко Альбіна Ігорівна

Дніпро
2025

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики

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

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
здобувачу вищої освіти**

ЖУКУ БОГДАНУ МАКСИМОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Організація автомобільних перевезень генераторів у міжнародному сполученні.

Керівник роботи: Музикін Михайло Ігорович, кандидат технічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

3. Вихідні дані до роботи

3.1 Статистичні звіти Державної служби статистики України по міжнародним вантажним перевезенням.

3.2 Маршрут міжнародного перевезення: Кельн (Німеччина) – Дніпро (Україна).

3.3 Вид вантажу: генератори.

3.4 Вага партії вантажу: 15 т.

3.5 Режим роботи міжнародного автомобільного пункту пропуску: цілодобово.

3.6 Вихідні дані для розрахунку роботи міжнародного автомобільного пункту пропуску як системи масового обслуговування: прибуття автомобілів на митний пункт пропуску носить випадковий характер і описується законом Пуассона з інтенсивністю $\lambda_a = 2,94$ авто/год.. Коливання тривалості обслуговування автомобіля описується нормальним законом розподілу з параметрами: математичне очікування $t_0 = 21$ хв., середнє квадратичне відхилення $\sigma_0 = 4$ хв.

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

4.1 Аналіз сучасного стану міжнародних перевезень енергетичних систем.

4.2 Проектування транспортно-логістичного ланцюга перевезень генераторів в міжнародному сполученні.

4.3 Оцінка пропускної здатності прикордонного пункту пропуску за допомогою систем масового обслуговування.

4.4 Визначення техніко-експлуатаційних та економічних показників автомобільних перевезень.

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Аналіз сучасного стану міжнародних перевезень енергетичних систем.

5.2 Проектування транспортно-логістичного ланцюга перевезень генераторів в міжнародному сполученні.

5.3 Оцінка пропускної здатності прикордонного пункту пропуску за допомогою систем масового обслуговування.

5.4 Визначення техніко-експлуатаційних та економічних показників автомобільних перевезень.

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. Аналіз сучасного стану міжнародних перевезень енергетичних систем	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Проектування транспортно-логістичного ланцюга перевезень генераторів в міжнародному сполученні	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Оцінка пропускну здатності прикордонного пункту пропуску за допомогою систем масового обслуговування	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Визначення техніко-експлуатаційних та економічних показників автомобільних перевезень	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)

Б.М. Жук

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

М.І. Музикін

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Жук Б.М. Організація автомобільних перевезень генераторів у міжнародному сполученні. Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті). Університет митної справи та фінансів, Дніпро, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена перевезенню генераторів по міжнародному маршруту м. Кельн (Німеччина) – м. Дніпро (Україна). Проаналізовано сучасний стан міжнародних перевезень енергетичних систем. Спроектовано транспортно-логістичний маршрут перевезення генераторів в міжнародному сполученні. Проведено оцінку пропускну здатності прикордонного пункту пропуску (за методом системи масового обслуговування). Визначено техніко-експлуатаційні та економічні показники автомобільних перевезень.

THE SUMMARY

Zhuk B.M. Organization of road transportation of generators in international traffic. 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 transportation of generators on the international route Cologne (Germany) – Dnipro (Ukraine). The current state of international transportation of energy systems is analyzed. A transport and logistics route for the transportation of generators in international traffic is designed. The capacity of the border checkpoint was estimated (using the queuing system method). The technical, operational and economic indicators of road transportation were determined.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ	9
1.1 Стан сучасних міжнародних перевезень енергетичних джерел	9
1.2 Аналіз наукових та статистичних джерел за темою дослідження	18
2. ПРОЄКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	19
2.1 Постановка завдання	19
2.2 Транспортні характеристики вантажу	21
2.3 Вибір транспортного засобу та тари для перевезення вантажу	23
2.4 Вибір засобів завантаження та розвантаження і розрахунок часу виконання операцій	29
2.5 Розробка маршруту міжнародного перевезення	35
3. ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ПРИКОРДОННОГО ПУНКТИ ПРОПУСКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	37
4. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	50
4.1 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників	50
4.2 Розрахунок вартості перевезення за маршрутом	57
4.3 Розрахунок прибутку та встановлення тарифів на перевезення вантажу	61
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68
Додаток А. Графічні матеріали	69

					КРБ	275	07	ПЗ
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Жук Б.М.			ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Музикін М.І.					6	74
Реценз.		Кузьменко А.І.				УМСФ, ГР. Т21-2		
Н. контр.		Музикін М.І.						
Затверд.		Кузьменко А.І.						

ВСТУП

Сучасний етап розвитку економіки, загострення воєнної ситуації в Україні та зростаюча нестабільність енергетичних систем поставили перед суспільством виклик забезпечення безперебійного енергопостачання об'єктів критичної інфраструктури та населення [1]. У зв'язку з цим стрімко зріс попит на автономні джерела енергії, зокрема на бензинові та дизельні генератори. Їх імпорт і доставлення до кінцевого споживача потребує чіткої організації, ефективної логістики, врахування митних процедур та оптимізації витрат.

Особливої актуальності тема набуває у зв'язку з масштабними пошкодженнями енергетичної інфраструктури України, що спричинили необхідність масового постачання генераторів з Європи. Це підвищило роль транспортно-логістичних систем, здатних забезпечити оперативні та надійні перевезення обладнання з-за кордону. Автомобільний транспорт як основний вид доставки у таких умовах потребує особливої уваги до планування маршрутів, вибору техніки, моделювання прикордонного навантаження та оцінки економічної ефективності перевезень.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та обґрунтування транспортно-логістичної схеми міжнародного автомобільного перевезення генераторів з урахуванням сучасних викликів, технічних і економічних параметрів, а також організаційних особливостей перетину державного кордону.

Завданням кваліфікаційної роботи є:

- провести аналіз світового ринку генераторів і структури їх перевезень;
- охарактеризувати особливості генераторів як вантажу;
- обґрунтувати вибір транспортного засобу, тари та маршруту перевезення;
- змодельовати пропускну здатність пункту пропуску «Краківець» методом систем масового обслуговування;

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ			Арк.
Перевірив	Музикін М.І.						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

– виконати техніко-експлуатаційні та економічні розрахунки перевезення;

– розрахувати тариф та оцінити рентабельність перевезення.

Об’єкт дослідження – процес міжнародного автомобільного перевезення енергетичних систем.

Предмет дослідження – логістична схема перевезення генераторів, її техніко-економічне обґрунтування та організаційні аспекти доставки.

Таким чином, кваліфікаційна робота охоплює всі етапи планування, організації та оцінки ефективності міжнародного автомобільного перевезення генераторів як логістичного рішення у кризовий період.

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

1.1 Стан сучасних міжнародних перевезень енергетичних джерел

Світовий ринок перевезень енергетичних систем, зокрема генераторів, за останні роки продемонстрував стрімке зростання, що обумовлено як енергетичними кризами, так і глобальними структурними змінами в постачанні енергії [2]. Пандемія COVID-19, зміни клімату, регіональні війни та відключення електроенергії в багатьох частинах світу призвели до зростання попиту на автономні системи енергозабезпечення. Одним з найбільш затребуваних видів обладнання стали бензинові та дизельні генератори, які активно транспортуються між країнами різними видами транспорту [3].

У 2023 році світовий експорт електрогенераторів (товарна група HS 8502) склав близько 24,3 млрд дол. США. Більше 28% цієї суми забезпечив Китай, який утримує перше місце у світовому експорті генераторів із часткою понад 70% у кількісному вираженні. За Китаєм у рейтингу йдуть Німеччина (~2,94 млрд дол.), США (~2,5 млрд дол.), Іспанія (~808 млн дол.) і Нідерланди (~420 млн дол.). Це дозволяє виділити топ-5 країн-експортерів генераторів: Китай, Німеччина, США, Іспанія, Нідерланди (див. рисунок 1.1) [3].

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

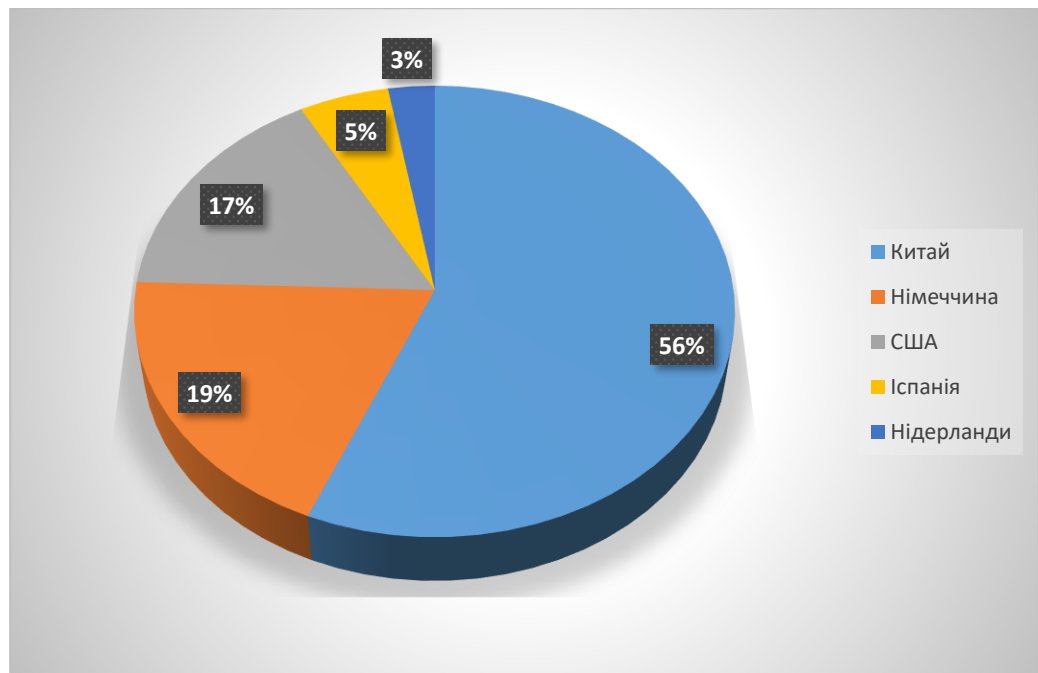


Рисунок 1.1 – Частка країн-експортерів генераторів у світі у 2023 році, % від світового експорту (обсяги в млрд дол. США) [4]

Попит на генератори в 2023 році був зосереджений у регіонах з високою часткою приватного сектору, критичної інфраструктури та нестабільним енергопостачанням. Основним експортером генераторів залишається Китай, який забезпечує понад половину світового ринку. Суттєві позиції також займають Німеччина, США, Іспанія та Нідерланди.

Найбільша частка ринку генераторів припадає на Азійсько-Тихоокеанський регіон, що пояснюється домінуванням виробничих потужностей Китаю та зростанням енергопотреб Індії, Індонезії, В'єтнаму. В Європі попит стабільний та високий завдяки приватному сектору та політиці з енергоефективності. Північна Америка демонструє високий рівень проникнення генераторів у житловий сектор, особливо в регіонах, схильних до природних катастроф (див. рисунок 1.2) [4].

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

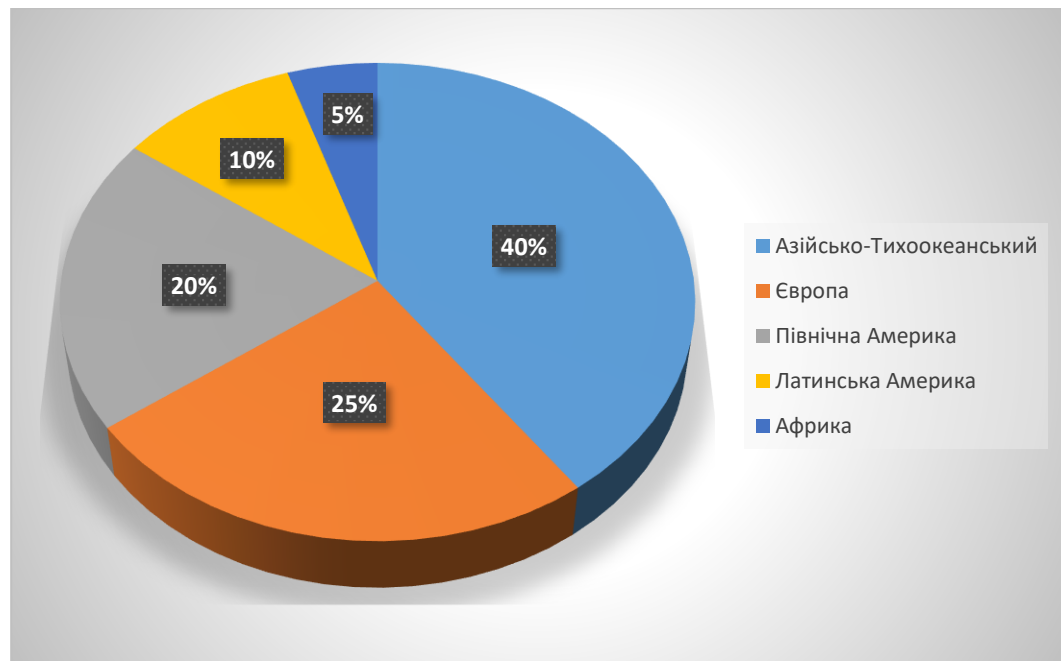


Рисунок 1.2 – Географічна структура ринку генераторів у 2023 році, % від загального обсягу ринку (побудовано автором) [4]

Таким чином, споживання генераторів демонструє чітку залежність від наявності ризиків перебоїв електропостачання, природних катастроф, військових конфліктів та слабкої енергетичної інфраструктури. Поширення «домашніх» генераторів також прямо пов'язане з рівнем доходів населення та можливістю самостійно забезпечувати резервне енергопостачання.

Війна, що почалася в Україні в 2022 році, повністю змінила профіль імпорту енергетичних систем. Якщо до 2022 року частка генераторів в загальному імпорті енергетичного обладнання була незначною, то вже у 2022-23 роках Україна стала одним із найбільших імпортерів генераторів у Європі [5].

У 2021 році імпорт генераторів становив 67,9 тис. шт. на суму 56,4 млн дол. США, то у 2022 році – вже понад 669 тис. шт. ($\approx 600\text{--}700$ млн дол.), а у 2023 – ще 682 тис. шт. на суму понад 706 млн дол. США. У 2024 році лише за I квартал було імпортовано близько 30 тис. шт., однак вартість імпорту сягнула 732,5 млн дол., що свідчить про зміщення акценту на потужніші промислові установки (див. рисунок 1.3; 1.4) [6].

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

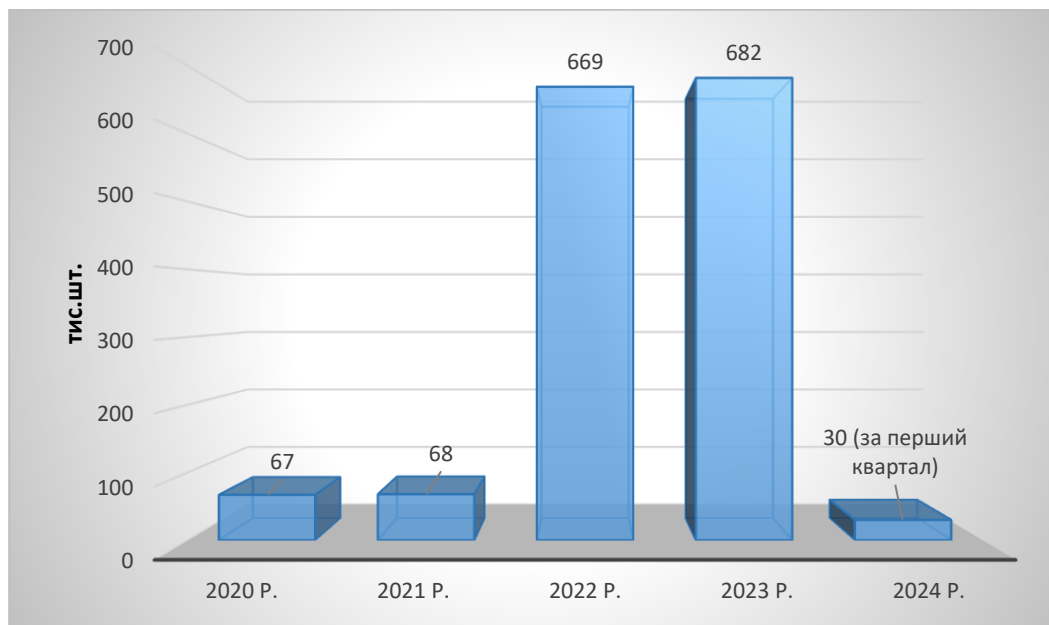


Рисунок 1.3 – Динаміка імпорту генераторів в Україну за 2020-2024 роки (тис. шт.) [4]

Зростання імпорту в 2022-2023 роках було зумовлене масовими відключеннями електроенергії, атакою на енергетичну інфраструктуру, а також розвитком приватного ринку резервного живлення. Водночас структура імпорту змінилася: у 2022 році домінували дешеві бензинові генератори малої потужності (до 7,5 кВА), які становили понад 80% усіх ввезених установок. У 2023–2024 роках акцент змістився на середньо- та високопотужні дизель-генератори, які закуповувалися для лікарень, критичної інфраструктури та підприємств [7].

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

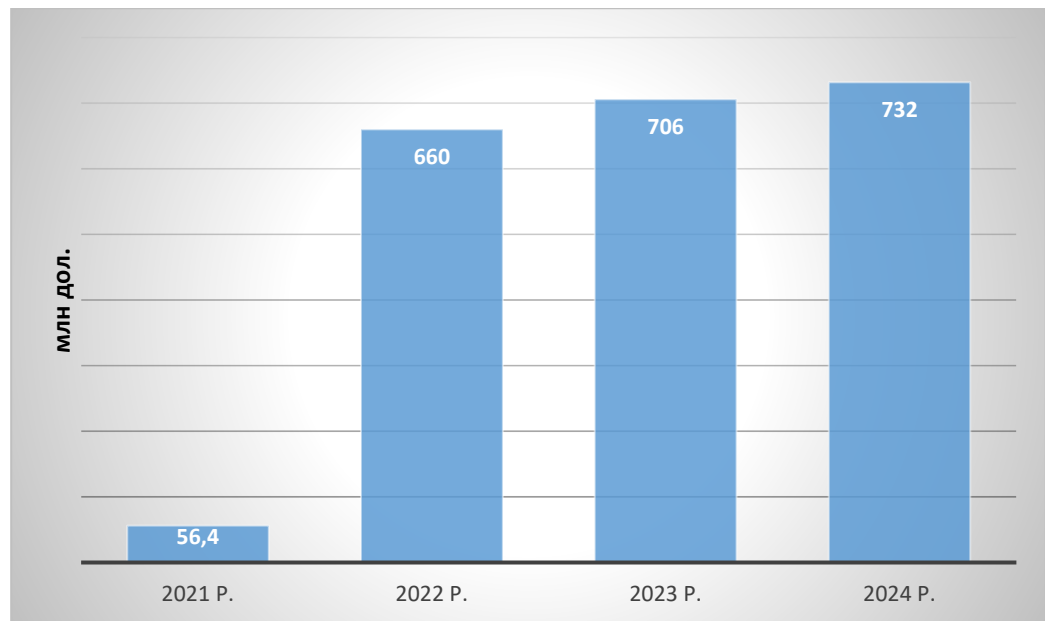


Рисунок 1.4 – Динаміка імпорту генераторів в Україну у грошовому вимірі (2020–2024), млн дол. США [4]

Незважаючи на спад попиту в 2024 році (в кількісному вираженні), вартість імпорту зростає через вищу питому ціну обладнання. Це свідчить про структурну трансформацію попиту в напрямі довгострокових та високонадійних рішень резервного енергозабезпечення.

Міжнародні перевезення генераторів здебільшого здійснюються автомобільним транспортом. Це пояснюється як компактністю більшості моделей, так і їх високою пріоритетністю доставки. Залізничний транспорт використовується у випадках великих партій на середні та великі відстані, морський – для міжконтинентального експорту, авіаційний – для термінових замовлень високої вартості (див. рисунок 1.5) [8].

У контексті міжнародної логістики перевезення енергетичних систем передбачає ряд специфічних вимог:

- необхідність захисту від вібрацій і вологи;
- дотримання правил перевезення обладнання з паливом (ADR у разі дизельних генераторів);
- наявність упаковки з амортизаційними властивостями;

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- супровід технічною документацією, сертифікатами відповідності тощо.

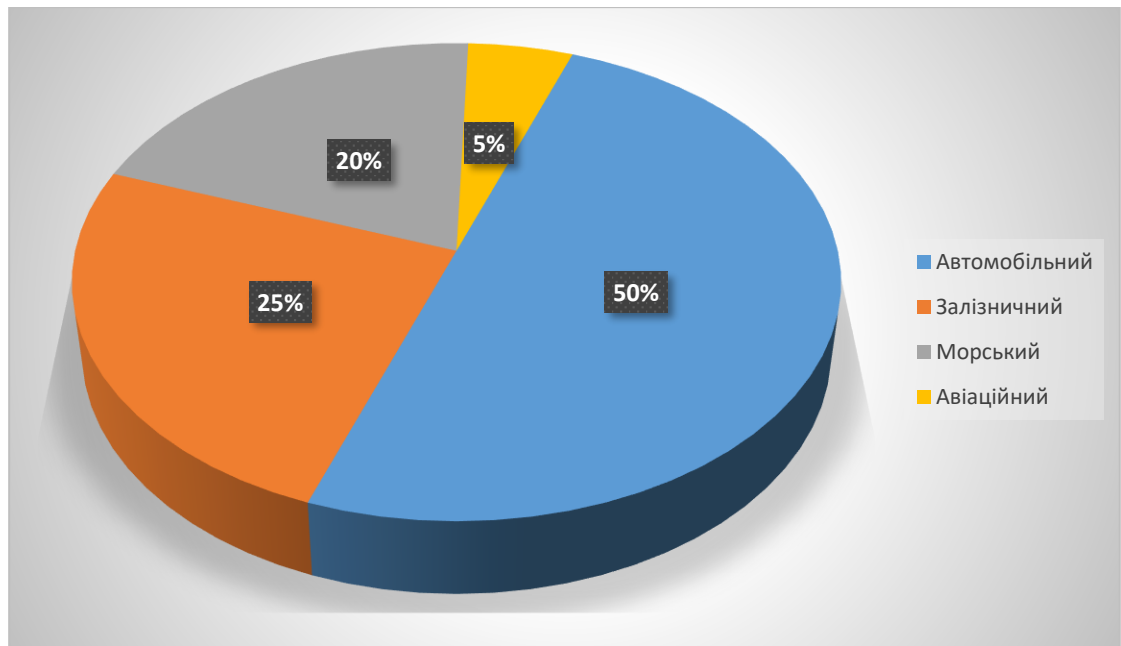


Рисунок 1.5 – Розподіл перевезень генераторів за видами транспорту у світі, % [4]

Найбільшу частку в структурі перевезень генераторів займає автомобільний транспорт (50%), що обумовлено його універсальністю, швидкістю доставки та можливістю транспортування генераторів «від дверей до дверей» без перевантаження. Це особливо актуально при постачанні генераторів у межах регіону або в екстрених умовах.

Залізничний транспорт (25%) використовується здебільшого для перевезення великих партій генераторів між країнами або в межах одного континенту, особливо в Євразії. Його головна перевага – низька вартість на одиницю вантажу при перевезенні великогабаритного обладнання.

Морські перевезення (20%) є ключовими для міжконтинентальної торгівлі, коли йдеться про генератори великої потужності або обсяги, які постачаються з Азії в Європу, Америку чи Африку. Вони менш гнучкі за термінами, але суттєво виграють у вартості.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		
			Дата		

Найменшу частку займає авіаційний транспорт (5%) – його використовують для термінових поставок дорогого обладнання або в гуманітарних місіях, коли критично важлива оперативність. Приклади – доставка генераторів до зон стихійного лиха або в умовах війни.

Географія імпорту в Україну демонструє гнучку структуру: в різні періоди лідерами ставали як безпосередні виробники (Китай, США), так і транзитні або торговельні партнери (Польща, Чехія, Туреччина) (див. рисунок 1.6).

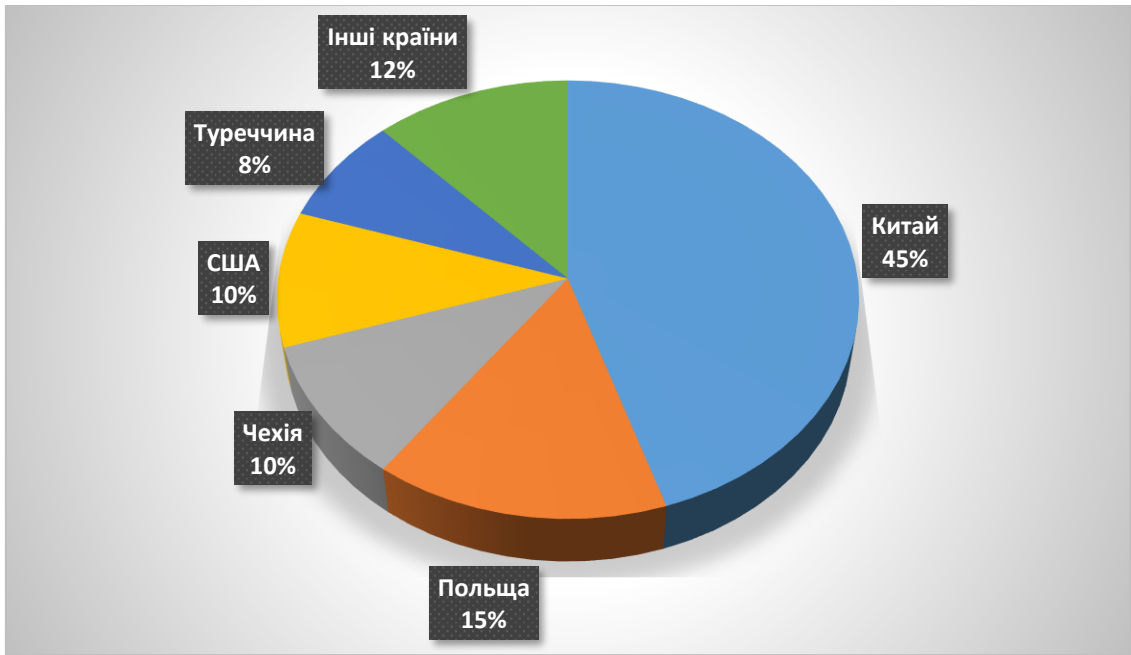


Рисунок 1.6 – Основні країни-постачальники генераторів в Україну (2022–2024), % від загального імпорту [4]

Ця діаграма демонструє, що основним джерелом постачання генераторів до України залишається Китай, який займає 45% імпорту. Польща, Чехія та Туреччина виступають логістичними вузлами та регіональними дистриб'юторами, а США забезпечують постачання обладнання високої якості. Розгалуженість постачальників свідчить про гнучкість українського імпортного ланцюга та прагнення диверсифікувати джерела енергетичного обладнання для забезпечення стабільності в умовах воєнного стану.

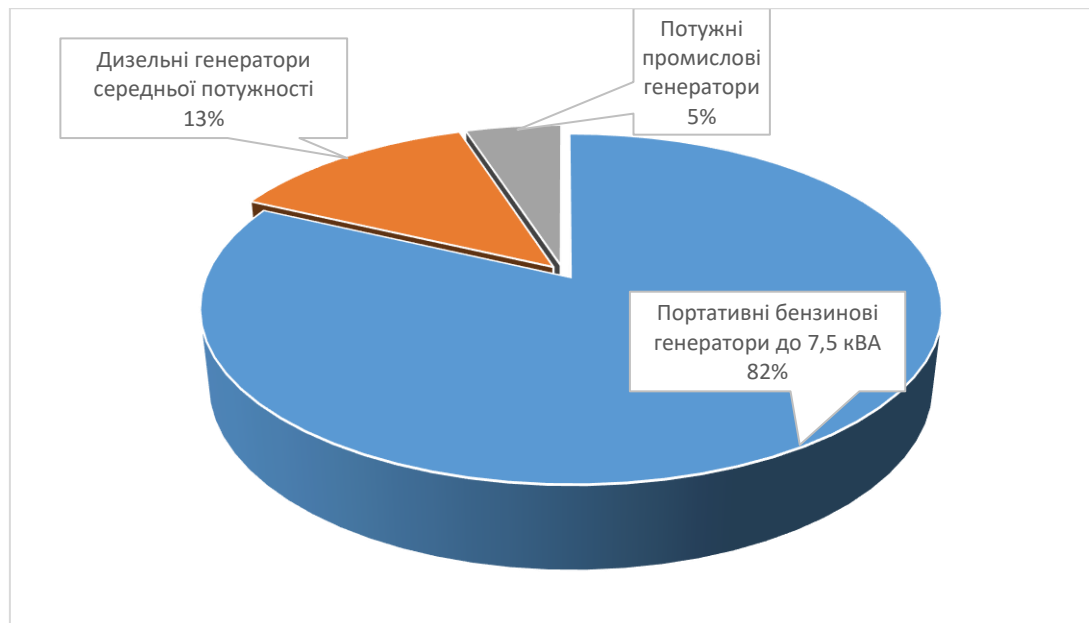


Рисунок 1.7 – Структура генераторного імпорту України у 2023 році, % за типом [4]

Переважна більшість імпортованих генераторів у 2023 році – це портативні бензинові установки (див. рисунок 1.7; 1.8). Їх популярність обумовлена доступною ціною, простотою використання та масовим попитом серед приватних споживачів. Натомість частка дизельних генераторів і промислових установок, хоча і менша, продовжує зростати. Це свідчить про поступову структурну зміну попиту у напрямку потужніших і надійніших джерел живлення, особливо в державному та комерційному секторах.

Аналіз структури імпорту дозволяє зробити висновок, що у найближчі роки попит з боку державного та приватного секторів буде зміщуватися до дизельних генераторів середньої потужності з високим ступенем автоматизації та тривалим ресурсом.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

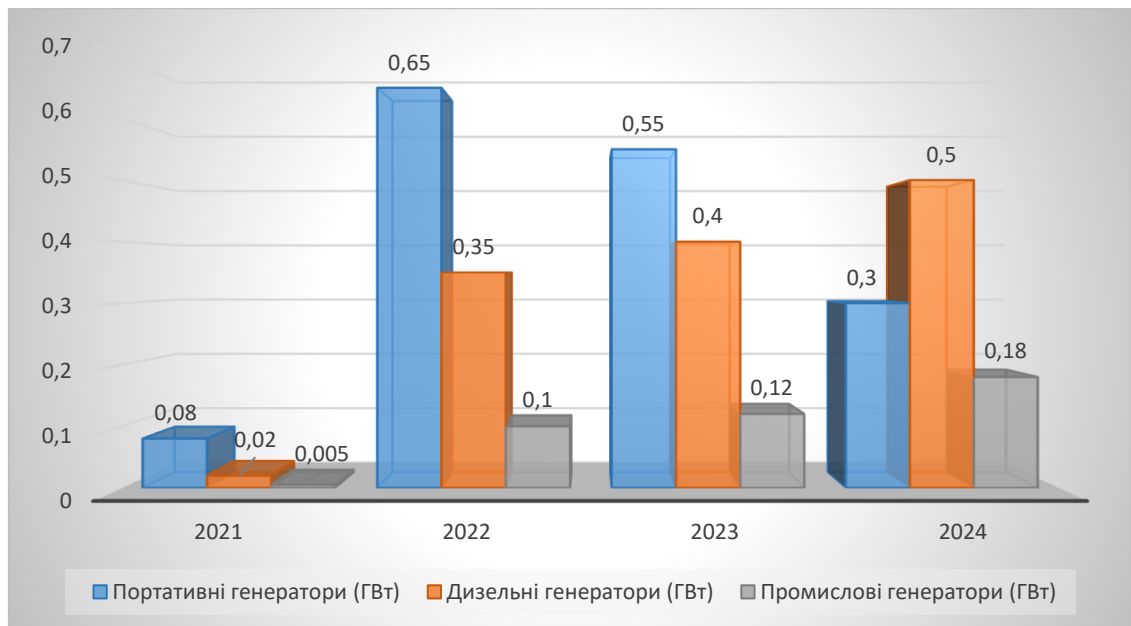


Рисунок 1.8 – Динаміка генераторної потужності, імпортованої в Україну за типами обладнання (2021–2024), ГВт (еквівалент) [4]

Дані таблиці свідчать про зміну акцентів у структурі генераторного імпорту: якщо у 2022 році домінували портативні установки, то у 2023-2024 роках зростає частка потужніших дизельних і промислових генераторів. Це пов'язано з переходом державного сектору та великого бізнесу до довготривалих і стабільних рішень резервного енергозабезпечення.

Сумарна потужність генераторів, імпортованих в Україну у 2022-2023 роках, перевищує 2 ГВт. Це еквівалентно потужності одного енергоблоку атомної електростанції. Такий обсяг резервного постачання суттєво посилив стійкість енергетичної системи України в умовах війни.

1.2 Аналіз наукових та статистичних джерел за темою дослідження

Проведення наукового дослідження у сфері організації міжнародних перевезень енергетичних систем потребує ґрунтовного аналізу наявних теоретичних і прикладних джерел. У цьому підрозділі систематизовано літературу та статистичні матеріали, які стали основою для формування концепції транспортно-логістичного забезпечення доставки генераторів у міжнародному сполученні.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Значну увагу було приділено роботі Костинчука О.В. та Зими І.В. [1], в якій детально розглядаються властивості автономних джерел живлення з точки зору їх використання як об'єктів керування потужністю. Дослідники акцентують увагу на коливаннях напруги, стійкості роботи генераторів при нестабільному навантаженні, а також можливостях адаптації до умов аварійного енергозабезпечення. Ці висновки мають прикладне значення для логістичного підходу до перевезення генераторів, оскільки дають уявлення про технічну чутливість вантажу, а отже — про вимоги до умов транспортування, фіксації, зберігання та температурного контролю.

Для оцінки світової ринкової ситуації щодо генераторних установок використано аналітичні матеріали IndexBox [2], де представлено структуру виробництва та торгівлі генераторами на глобальному рівні. Важливими є наведені тенденції щодо основних експортерів — Китаю, США, Німеччини та Японії, а також географія імпорту. Ці дані дозволяють побачити масштаби міжнародного обігу товару, оцінити логістичну доступність поставок з Європи до України та виявити потенційні вузькі місця у ланцюгах постачання.

Поглиблений аналіз зовнішньоторговельних потоків надає ресурс Observatory of Economic Complexity (OEC) [3], що акумулює статистику міжнародної торгівлі. У профілі товарної категорії HS 8502 (Electric Generating Sets) вказано, що у 2023 році основними покупцями генераторів були країни Африки, Південної Азії та Східної Європи. Україна фіксується серед країн із найбільшою динамікою зростання імпорту. Наведені обсяги експорту, середні митні вартості, та логістичні коридори дозволяють уточнити параметри попиту та обсяг перевезень у регіональному розрізі.

На національному рівні використано інформацію Державної служби статистики України [4], де представлено дані щодо імпорту обладнання електрогенераторного типу. Дані підтверджуються також джерелами спеціалізованих порталів [5], [6], які зазначають, що у 2022 році до України було імпортовано близько 670 тис. генераторів, а впродовж 2023 року ця цифра перевищила 1,3 млн одиниць. Така динаміка свідчить про критичну

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

важливість цього виду вантажу в умовах війни та зростання попиту на автономні джерела живлення в цивільному і промисловому секторах. Цей фактор визначає актуальність дослідження організації перевезення генераторів з європейських країн до України.

Окремо варто звернути увагу на аналітичну статтю з журналу «Мережі та бізнес» [7], де детально проаналізовано зміни в структурі українського ринку дизель-генераторів у 2022–2023 роках. У матеріалі визначено основні класи генераторів, попит з боку різних сегментів споживачів (приватні особи, бізнес, лікарні, військові частини), зміну логістичних каналів постачання та виклики, пов'язані з митним оформленням і транспортуванням. Це джерело дозволяє конкретизувати логістичну специфіку генераторного ринку в Україні в умовах війни.

У контексті організації міжнародних перевезень ключовим є також використання профільної навчально-методичної літератури. У роботі Войтка С.В. та Корогодової О.О. [8] представлено системний підхід до управління логістикою міжнародних вантажоперевезень: аналізуються принципи побудови маршрутів, документальне супроводження, ризики, особливості використання автомобільного транспорту в транскордонних операціях. Це джерело сформувало основу теоретичного обґрунтування методики планування маршруту Кельн – Дніпро, що використовується в подальших розділах дослідження.

Таким чином, проведений аналіз літературних та інформаційних джерел засвідчив високий рівень актуальності теми дослідження, наявність значної кількості аналітичного матеріалу та практичних напрацювань, які дозволяють сформувати комплексний підхід до організації перевезень генераторів у міжнародному сполученні. Встановлено, що ключовими параметрами є технічні характеристики вантажу, зростаючий попит, динаміка міжнародної торгівлі, а також особливості логістики в умовах воєнного стану.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ			Арк.
Перевірів	Музикін М.І.						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

2. ПРОЄКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ В МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

2.1 Постановка завдання

Завданням даної кваліфікаційної роботи бакалавра є організація міжнародного автомобільного перевезення партії портативних генераторів загальною вагою 15 тонн з Німеччини до України.

Базовий маршрут доставки обрано за напрямком: м. Кельн (Німеччина) – м. Дніпро (Україна). Загальна протяжність маршруту становить орієнтовно 2400 км. Перевезення здійснюється односторонньо, тобто транспортний засіб вже знаходиться у місті Кельн.

Для транспортування заплановано використати цільнометалевий автомобіль вантажопідйомністю 15 тонн, який відповідає технічним вимогам до перевезення промислового енергетичного обладнання та забезпечує необхідний запас вантажомісткості.

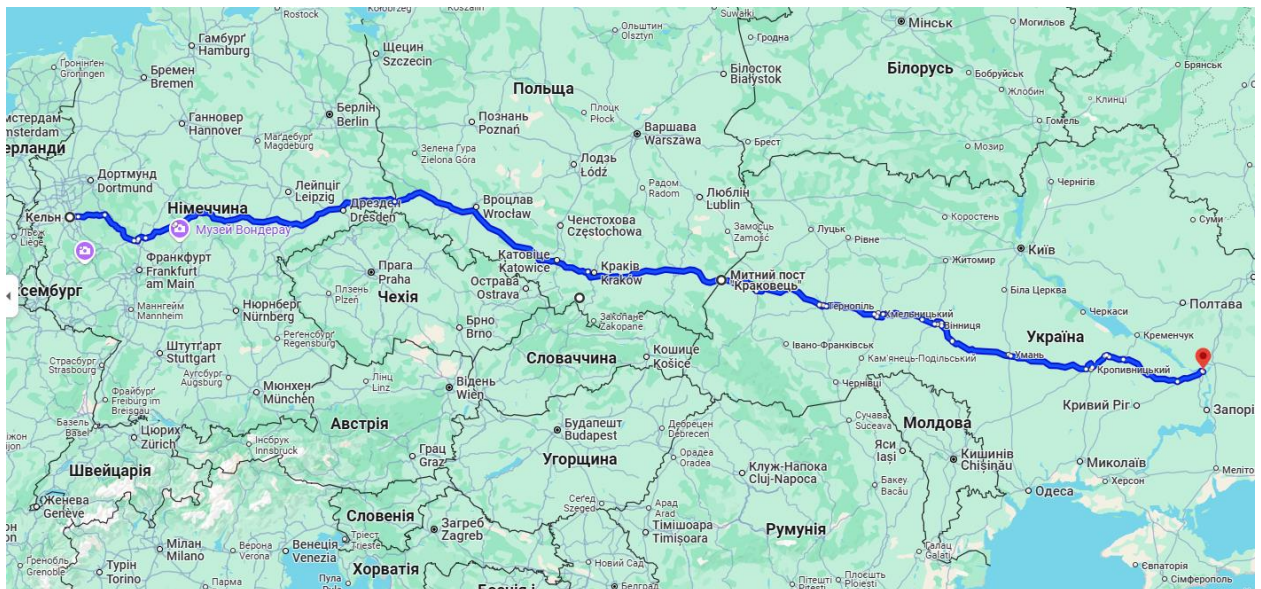


Рисунок 2.1 – Транспортно-логістична схема перевезення генераторів за маршрутом Кельн (Німеччина) – Дніпро (Україна).

Виконав	Жук Б.М.				КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перетин державного кордону України планується здійснити через міжнародний пункт пропуску «Краковець», який працює цілодобово, що дозволяє мінімізувати час простою на митниці та знизити логістичні ризики (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Митний пункт пропуску «Краківець», вигляд зверху [9]

Однак, для прийняття обґрунтованого логістичного рішення, доцільно провести порівняльний аналіз кількох маршрутних варіантів за критеріями мінімальної відстані, часу в дорозі та наявності інфраструктурних обмежень (ремонті доріг, черги на кордоні тощо). На основі даних картографічних сервісів (Google Maps, HERE, OpenRouteService) було розглянуто такі альтернативні шляхи:

- Варіант 1 (через Краковець):
Маршрут: Кельн – Франкфурт – Прага – Львів – Дніпро.
Протяжність – 2400 км. Орієнтовний час у дорозі – 28 годин.
Переваги: стабільний рух, зручна інфраструктура.
Недоліки: можливі черги на пункті пропуску «Краковець».
- Варіант 2 (через Ягодин):
Маршрут: Кельн – Берлін – Познань – Луцьк – Дніпро.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Протяжність – 2450 км. Час у дорозі – 30 годин.

Переваги: коротша відстань, краща якість трас у Польщі.

Недоліки: часті затримки в пункті «Ягодин» через високий вантажопотік.

- Варіант 3 (через Словаччину):

Маршрут: Кельн – Мюнхен – Братислава – Ужгород – Дніпро.

Протяжність – 2500 км. Час у дорозі – 32 години.

Переваги: менше навантаження на кордоні.

Недоліки: довша відстань, гірський рельєф, вища витрата пального.

Після аналізу альтернатив було обрано варіант 1 (через Краківець) як раціональний, зважаючи на меншу загальну протяжність маршруту та короткий орієнтовний час доставки за умови стабільного руху через митницю. У подальших розрахунках використовується саме цей варіант як основний.

Аналітичною основою для побудови логістичного ланцюга стали також статистичні дані Державної служби статистики України [4] щодо обсягів і структури міжнародних вантажних перевезень, які допомагають узгодити вибір маршруту з актуальними транспортними потоками.

2.2 Транспортні характеристики вантажу

Перевезення генераторів у міжнародному сполученні вимагає ретельного врахування їхніх фізико-технічних особливостей, адже ці пристрої є складними електромеханічними системами, чутливими до впливу навколишнього середовища. Генератори використовуються для автономного енергозабезпечення критичної інфраструктури, промислових підприємств, об'єктів охорони здоров'я та приватного сектору. Їх транспортування супроводжується низкою логістичних викликів, пов'язаних із безпечним поводженням, захистом від вологи, вібрацій і температурних перепадів.

Генератори, що транспортуються у рамках цього дослідження, належать до категорії дизельних мобільних установок масою 15 тонн (див. рисунок 2.3), що розміщуються у вантажному транспортному засобі із цільнометалевим

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ			Арк.
Перевірив	Музикін М.І.						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

кузовом. Таке рішення дозволяє забезпечити необхідний запас вантажопідйомності, а також ефективний захист від опадів та прямого сонячного випромінювання.



Рисунок 2.3 – Дизельний мобільний генератор [10]

Однією з основних вимог до перевезення генераторів є стабільне кріплення. Через наявність паливних систем, важкого двигуна та тендітних електронних вузлів навіть незначні вібрації або ударні навантаження можуть спричинити пошкодження обладнання. Тому передбачено використання прокладок, ременів фіксації, а також амортизуючих матеріалів на дні кузова. Упаковка виконується з урахуванням вологостійкості – для цього застосовують поліетиленову плівку, картонні кожухи з вологозахисним шаром та вологопоглиначі всередині тари [11].

Температурна чутливість генераторів обумовлює потребу у захисті від перегрівання або промерзання, що може викликати конденсацію в електросистемах. Особливо це актуально під час транспортування в зимовий період. За таких умов рекомендовано скорочення часу перебування вантажу поза транспортом та контроль мікроклімату у зоні зберігання.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для підтвердження актуальності поставок генераторів з Німеччини варто звернутися до статистичних даних міжнародної торгівлі, що зображено на рисунку 2.4. Імпорт генераторів з Німеччини в Україну за останні п'ять років демонструє таку динаміку:

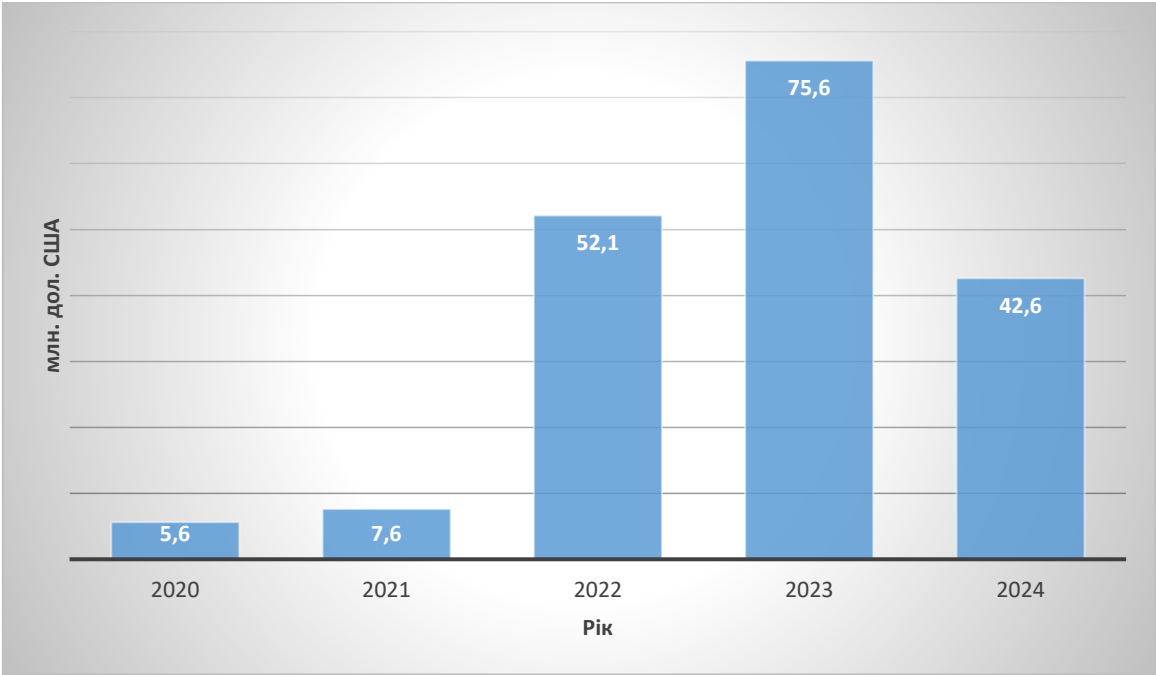


Рисунок 2.4 – Імпорт генераторів з Німеччини в Україну у 2020–2024 рр., млн дол. США [4]

Як ми можемо бачити, до 2022 року поставки генераторів з Німеччини залишались відносно сталими. Втім, починаючи з 2022 року, на тлі масованих атак на енергетичну інфраструктуру України, обсяги імпорту стрімко зросли – більш ніж у п'ять разів порівняно з 2021 роком. У 2023 році зафіксовано пік – майже 94 млн доларів США, що свідчить про стратегічну важливість цього напрямку постачання. У 2024 році темпи дещо знизилися, однак попит залишився високим завдяки переходу до промислових та стаціонарних рішень.

2.3 Вибір транспортного засобу та тари для перевезення вантажу

Для виконання міжнародного автомобільного перевезення дизельних генераторів передбачається використання стандартного вантажного

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автомобіля з ціЛЬНОметалевим кузовом вантажопідйомністю 15 тонн. Транспортний засіб передбачає можливість розміщення до 21 стандартної європалети (EUR-палети) розміром 1200 × 800 мм.

Упаковка вантажу здійснюється на палети з укладанням по 8 одиниць генераторів на кожну. Габаритні розміри одного генератора з упаковкою становлять:

- ширина – 0,61 м,
- довжина – 0,41 м,
- висота – 0,64 м.

Таким чином, площа, зайнята однією одиницею, не перевищує допустимий розмір стандартної палети, що дозволяє розмістити вісім генераторів без порушення геометричних обмежень. Маса брутто одного генератора становить 98 кг, отже загальна вага однієї завантаженої палети дорівнює:

$$m_{\text{палети}} = 98 \times 8 = 784 \text{ кг}, \quad (2.1)$$

Загальна кількість генераторів, що підлягають перевезенню, – 152 одиниці. Розрахунок необхідної кількості палет:

$$n_{\text{палет}} = \frac{152}{8} = 19 \text{ палет}, \quad (2.2)$$

Отже, для перевезення всієї партії необхідно 19 палет, що цілком вписується в місткість кузова (максимум 21 палета). Загальна маса вантажу визначається як:

$$m_{\text{загальна}} = 98 \times 152 = 14\,896 \text{ кг} \approx 14,9 \text{ тонн}, \quad (2.3)$$

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, сумарна маса не перевищує допустиму вантажопідйомність автомобіля, а кількість палет забезпечує ефективне використання наявного вантажного простору без потреби в поділі партії (див. рисунок 2.5).

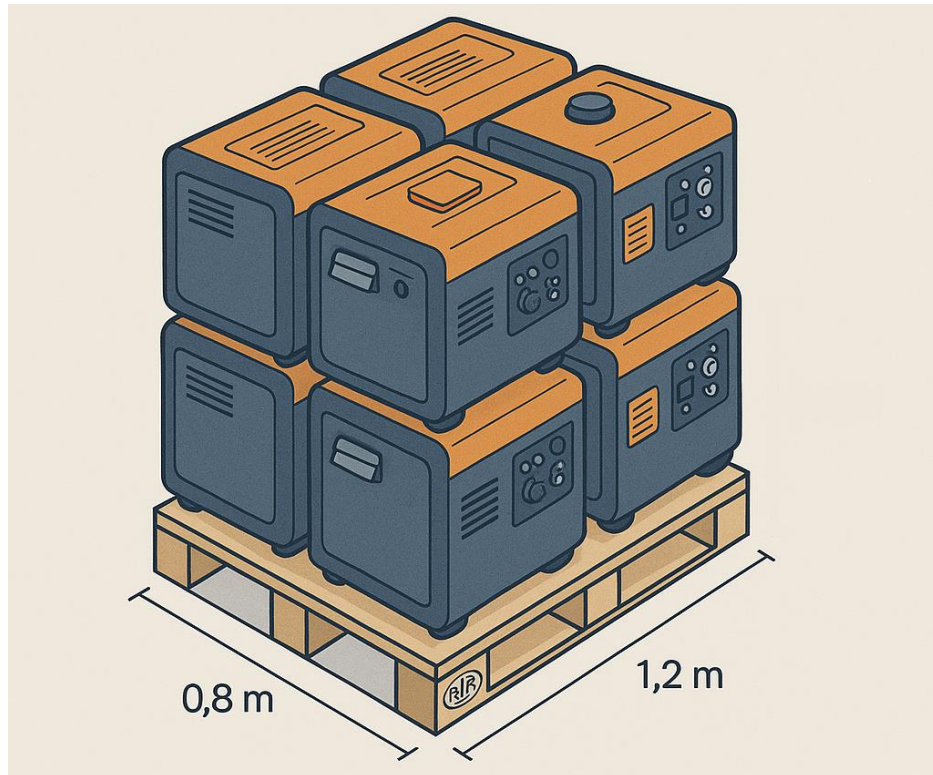


Рисунок 2.5 – Схема палетування генераторів по 8 шт. на одну палету

Для реалізації перевезення генераторів за маршрутом Кельн – Дніпро було обрано два популярні варіанти серед 15-тонних цільнометалевих вантажних автомобілів, які широко використовуються на європейському ринку – Mercedes-Benz Atego 1518 (див. рисунок 2.6) та MAN TGM 15.250 (див. рисунок 2.7).

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ				Арк.
Перевірив	Музикін М.І.							26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				



Рисунок 2.6 – Вантажний автомобіль Mercedes-Benz Atego 1518 [12]



Рисунок 2.7 – Вантажний автомобіль MAN TGM 15.250 [13]

Обидва автомобілі мають схожі габарити, сучасні технічні параметри та відповідають екологічному стандарту Euro VI, однак їх функціональні можливості та ефективність у перевезенні можуть відрізнятись. Тому для

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

обґрунтування вибору найбільш раціонального транспортного засобу проведемо порівняльний аналіз за основними технічними характеристиками.

Таблиця 2.1 – Порівняння технічних характеристик автомобілів
Mercedes-Benz Atego 1518 та MAN TGM 15.250 [12, 13]

Характеристика	Mercedes-Benz Atego 1518	MAN TGM 15.250
Повна маса, т	19	19,5
Тип приводу	4x2	4x2
Потужність двигуна, кВт	130	184
Екологічний стандарт	Euro VI	Euro VI
Довжина, м	9,1	9,2
Ширина, м	2,5	2,5
Висота, м	3,4	3,5
Власна маса, т	3,5	4,0
Споживання пального, л/100 км	21	24
Об'єм паливного бака, л	300	300

Як видно з порівняльної таблиці, обидва автомобілі мають рівні технічні можливості з точки зору вантажопідйомності, габаритів та відповідності сучасним вимогам. Проте Mercedes-Benz Atego 1518 демонструє нижчі показники споживання пального, меншу власну масу та кращу придатність для міжміських перевезень з економічної точки зору. Його двигун, хоч і менш потужний, є достатнім для перевезення генераторів масою до 15 тонн без перевантаження, особливо на маршрутах з рівнинним рельєфом.

Щоб остаточно обґрунтувати вибір, проведемо розрахунок витрат пального на маршруті Кельн – Дніпро (2400 км). Припустимо, що автомобілі рухаються без затримок і з повним завантаженням.

Mercedes-Benz Atego 1518:

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Витрата пального: 21 л/100 км
- Відстань: 2400 км
- Загальні витрати пального $= \frac{21 \cdot 2400}{100} = 504$ л.

MAN TGM 15.250:

- Витрата пального: 24 л/100 км
- Відстань: 2400 км
- Загальні витрати пального $= \frac{24 \cdot 2400}{100} = 576$ л

Таким чином, Mercedes-Benz Atego 1518 споживає на 72 літри пального менше, що дає змогу заощадити понад 4 000 грн на одному рейсі (за середньої вартості дизеля 56 грн/л).

З огляду на технічні характеристики та експлуатаційні витрати, оптимальним вибором для реалізації перевезення генераторів на відстань 2400 км є Mercedes-Benz Atego 1518. Його нижча витрата пального, менша власна маса та загальна економічність забезпечують конкурентні переваги на маршрутах середньої та великої протяжності.

2.4 Вибір засобів завантаження та розвантаження і розрахунок часу виконання операцій

Для розрахунку часу на виконання завантажувально-розвантажувальних робіт, виведемо наші данні (взяті з розділу 2.3) в таблицю 2.2 для спрощеного підрахунку.

Таблиця 2.2 – Статистичні данні для розрахунків

Кількість піддонів	Бруто тари	Кількість тари на піддонах	Вантажопідйомність автомобіля
19 шт.	98 кг.	8 шт.	15,5 т.

Масу бруто піддону визначаємо за формулою:

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$m_{\text{під}}^{\text{бр}} = m_{\text{під}}^{\text{пор}} + (m_{\text{ящ}}^{\text{бр}} \cdot n_{\text{ящ}}), \quad (2.4)$$

де $m_{\text{під}}^{\text{пор}}$ – власна вага піддона, кг., (вага піддона 17 кг.);

$n_{\text{ящ}}$ – кількість тари, що розміщенна на підоні;

$m_{\text{ящ}}^{\text{бр}}$ – брутто тари, кг.

$$m_{\text{під}}^{\text{бр}} = 17 + (98 \cdot 8) = 801 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання вантажності піддона визначаємо за формулою:

$$\gamma_{\text{під}} = \frac{n_{\text{ящ}} \cdot m_{\text{ящ}}^{\text{бр}}}{q_{\text{під}}^{\text{кор}}}, \quad (2.5)$$

де $q_{\text{під}}^{\text{кор}}$ – корисна вантажність піддона, (1500 кг.).

$$\gamma_{\text{під}} = \frac{8 \cdot 98}{1500} = 0,52$$

В нашому випадку на борт автомобіля розташовується 21 таких палети.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності на обраному автомобілі визначаємо за формулою:

$$\gamma_c = \frac{n_{\text{під}} \cdot m_{\text{під}}^{\text{бр}}}{q_{\text{Н}}}, \quad (2.6)$$

де $n_{\text{під}}$ – кількість піддонів в авто;

$q_{\text{Н}}$ – номінальна вантажність автомобіля, кг., (данні беремо з таблиці 2.2).

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\gamma_c = \frac{19 \cdot 801}{15500} = 0,98$$

Навантаження буде здійснюватись за допомогою вилочного навантажувача Teren FD30T (див. рисунок 2.8) [14, 15].



Рисунок 2.8 – Вилочний навантажувач Teren FD30T [15]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики вилочного навантажувача Teren FD30T [15]

Габаритні розміри		
Вільний хід	мм	925
Розмір вил	мм (ДхШхТ)	1070x125x45
Кут нахилу	градусів	6/6
Довжина (без вил)	мм	2705
Ширина	мм	1225
Висота мачи	мм	2150
Загальна висота з піднятими вилами	мм	5760
Висота по кабіні	мм	2140
Зовнішній радіус розвороту	мм	2445

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		
			Дата		

Відстань розвантаження			мм	480
Робочі характеристики				
Швидкість	Рух	З вантажем	км/год	18
		Без вантажу	км/год	19,5
	Підйом	З вантажем	мм/с	450
		Без вантажу	мм/с	500
	Опущення	З вантажем	мм/с	450
		Без вантажу	мм/с	450
Максимальне тягове зусилля	Автоматичне переключення коробки передач	з/без вантажу	кг	1500/1000
Підйомне подолання 1.6км/год	Автоматичне переключення коробки передач	з/без вантажу	%	18/20
Шасі і колеса				
Шини	Кількість	Передніх/задніх		2/2
	Розмір	Передні		28x9-15-12PR
		Задні		6.50-10-10PR
Силова установка				
Акумулятор	Вольтаж/ємність		V/АН	12/80
Двигун	Виробник, модель ДВЗ			Xinchai, C490
	Номінальна потужність		кВт/об/хв	40/2650
	Крутний момент		Нм/об/хв	162/1800-2000
	Кількість циліндрів			4
	Об'єм двигуна		л	2.7
Ємність паливного бака			л	70
Коробка передач	Швидкість вперед/назад			1-1 Автоматичне переключення коробки передач
Робочий тиск			кг/см²	18

Час денного циклу роботи вилочного електронавантажувача визначаємо за формулою:

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				32
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зах}} + t_{\text{по}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{роз}}, \text{ с.}, \quad (2.7)$$

Де, $t_{\text{зах}}$ – час захвату вантажу, с;

$t_{\text{по}}$ – час підйому та опускання вантажу, с;

$t_{\text{рух}}$ – час руху до місця навантаження та назад, с;

$t_{\text{пов}}$ – час повороту, с;

$t_{\text{роз}}$ – час розвантаження, с.

Беручи інформацію з таблиці 2.3, можна вивести такі данні:

- Час підйому – 3 секунди;
- Час опущення – 3 секунди;
- Час руху до місця навантаження – 25 секунд;
- Час повороту навантажувача – 10 секунда;
- Час захвату вантажу – 5 секунд.

$$t_{\text{ц}} = 5 + 6 + 25 + 10 + 6 = 52 \text{ с.}$$

Час здійснення всіх циклів за кількість піддонів визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{під}}}{3600}, \text{ год.}, \quad (2.8)$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{52 \cdot 19}{3600} = 0,27 \text{ год.}$$

До часу одного циклу механізованих навантажувально-розвантажувальних робіт додаємо час очікування та оформлення документів.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Час на виконання НРР (навантажувально-розвантажувальних робіт) в одному напрямку визначаємо за формулою:

$$t_{н-р} = t_{оч} + t_{м} + T_{ц} + t_{оф}, \text{ год.}, \quad (2.9)$$

де, $t_{оч}$ – час очікування до заїзду на навантаження/розвантаження, год.,
 $t_{оч} = 2 \text{ хв.};$

$t_{м}$ – час маневрування по території пункту навантаження/розвантаження, год., $t_{м} = 3 \text{ хв.};$

$t_{оф}$ – час оформлення документів та супутніх операцій, год., $t_{оф} = 20 \text{ хв.}$

$$t_{н-р} = 2 + 3 + 16 + 20 = 41 \text{ хв.} = 0,68 \text{ год.}$$

Так як НРР операції будуть здійснюватись декілька разів, потрібно їх помножити на цю кількість.

Загальний час на виконання НРР визначаємо за формулою:

$$T_{н-р} = t_{н-р} \cdot n_{н-р}, \text{ год.}, \quad (2.10)$$

де, $n_{н-р}$ – кількість НРР на маршруті, $n_{н-р} = 2 \text{ шт.}$

$$T_{н-р} = 0,68 \cdot 2 = 1,36 \text{ год.}$$

Отже, для виконання всіх навантажувально-розвантажувальних операцій знадобиться – 1,36 год., або 1 година 22 хвилин.

2.5 Розробка маршруту міжнародного перевезення

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

У межах організації міжнародного перевезення генераторів з Німеччини до України було розглянуто кілька можливих маршрутів, з урахуванням особливостей інфраструктури, завантаженості прикордонних переходів, вимог до документації, а також вартості користування платними дорогами в транзитних країнах.

Для подальшого розрахунку в рамках цієї роботи було обрано один із найбільш ефективних варіантів маршруту, який забезпечує баланс між логістичною зручністю, витратами та безпекою.

Маршрут транспортування пролягає з м. Кельн (Німеччина) до м. Дніпро (Україна), із загальною протяжністю близько 2400 км в один бік. Виїзд із Німеччини здійснюється через мережу автомагістралей (Autobahn), далі вантаж перетинає кордон з Польщею у пункті пропуску Frankfurt (Oder) – Słubice. Транзитна частина маршруту в Польщі проходить магістраллю A2 (E30), що веде до прикордонного переходу Краківець – Корчова, через який виконується в'їзд в Україну. Подальший рух територією України відбувається за маршрутами M10 – M06 – H08 до м. Дніпро.

У Німеччині діє система Toll Collect, яка встановлює плату за проїзд вантажного транспорту на основі екологічного стандарту авто, кількості осей і пройденої відстані (див. рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Встановлена система Toll Collect в тахограф автомобіля [16]

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Орієнтовна вартість платних доріг у Німеччині на нашому маршруті – 150–200 євро.

У Польщі стягується плата за проїзд за допомогою системи e-TOLL. Вартість залежить від ваги транспортного засобу, кількості осей і класу викидів. Орієнтовна вартість платних ділянок – 100–150 євро.

Також необхідно мати:

- CMR-накладну;
- експортні/імпортні декларації;
- транзитні дозволи через Польщу;
- сертифікати відповідності генераторів.

Крім обраного маршруту, було розглянуто альтернативні прикордонні переходи:

- Görlitz – Zgorzelec (Німеччина – Польща);
- Ягодин – Дорогуськ (Польща – Україна).

Однак через можливе збільшення логістичних витрат і вищу завантаженість під час пікових періодів, перевага була надана переходам Frankfurt (Oder) – Ślubice та Краківець – Корчова як оптимальним за пропускною здатністю та інфраструктурним забезпеченням.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ			Арк.
Перевірив	Музикін М.І.						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				

3. РОЗРАХУНОК РОБОТИ МІЖНАРОДНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПУНКТУ ПРОПУСКУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

У логістичному ланцюгу міжнародних автомобільних перевезень одним із критичних етапів є проходження прикордонного контролю. Черги на пункті пропуску, обмежена кількість постів для оформлення та тривалий час очікування можуть суттєво впливати на загальний термін доставки вантажу, особливо в умовах воєнного стану, коли навантаження на логістичну інфраструктуру зростає.

З метою оцінки ефективності роботи пункту пропуску «Краківець» використано теорію систем масового обслуговування (СМО). Вона дозволяє змодельовати функціонування об'єкта як багатоканальної системи з чергою та визначити ключові показники її роботи – середній час очікування, завантаження каналів, ймовірність відмови тощо [17].

Вихідні умови моделювання були встановлені на основі реальних показників діяльності пункту пропуску:

- інтенсивність прибуття вантажного транспорту описується законом розподілу Пуассона з параметром $\lambda = 2,94$ автомобілів на годину
- тривалість обслуговування однієї вантажівки підпорядковується нормальному закону розподілу з параметрами:
 - математичне сподівання: $t_0 = 21$ хвилина
 - середньоквадратичне відхилення: $\sigma_0 = 4$ хвилини
- кількість каналів (митних постів) на пункті: $c = 3$

Таким чином, система являє собою відкриту СМО – з пуассонівським входом, довільним законом розподілу часу обслуговування (у нашому випадку – нормальним) та трьома каналами обслуговування (див. рисунок 3.1).

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

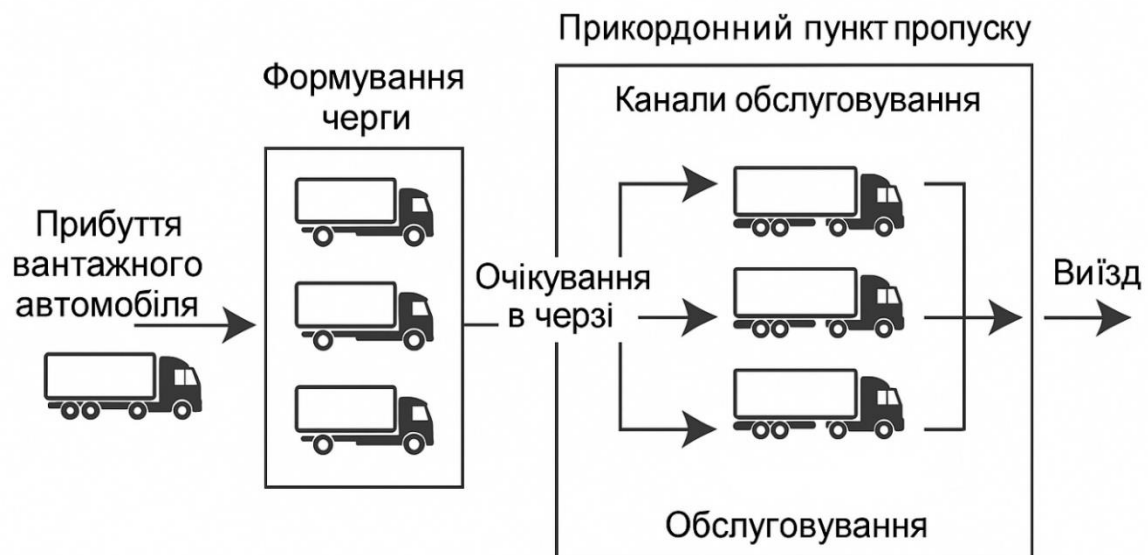


Рисунок 3.1 – Схема роботи прикордонного пункту пропуску як багатоканальної системи масового обслуговування

У рамках моделювання розглянуто основні етапи функціонування системи:

1. Прибуття вантажного автомобіля на територію пункту.
2. Формування черги, якщо всі пости зайняті.
3. Очікування в черзі до звільнення посту.
4. Обслуговування заявки на одному з трьох постів.
5. Виїзд з пункту після завершення оформлення.

Для отримання кількісних результатів використовується імітаційне моделювання (наприклад, метод Монте-Карло), що дозволяє обчислити очікувану кількість обслужених автомобілів за фіксований часовий інтервал — добу (24 години), а також середній час очікування в черзі при різних навантаженнях системи (див. таблицю 3.1) [18].

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 3.1 – Вихідні параметри моделі СМО пункту пропуску
«Краківець»

Показник	Значення
Інтенсивність прибуття, λ	2,94 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	21 хв
Середнє відхилення, σ	4 хв
Кількість каналів обслуговування, c	3
Час моделювання	24 год

Розглянемо докладно оформлення випробування №1 (див. таблицю 3.2). Нехай $T_1=0$ – момент знаходження першої заявки. Заявка надходить у перший канал і буде ним $\ln r_i$ обслужена. Момент закінчення обслуговування першої заявки $T_1+0,35=0+0,35=0,35=21$ хв. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Моменти знаходження наступних заявок знайдемо за формулою:

$$T_i = T_{i-1} + t_1, \quad (3.1)$$

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

Можливі значення t_1 розраховуємо за формулою:

$$t_1 = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln \cdot r_i \div 24 = \left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln \cdot r_i) \div 24, \quad (3.2)$$

$$t_1 = \left(\frac{1}{2,94}\right) (-\ln \cdot r_i) \cdot \frac{1}{24} = \frac{8,16}{24} (-\ln \cdot r_i) = 0,34(-\ln \cdot r_i)$$

Враховуючи, що за умовою завдання $\lambda=2,94$, отримаємо $t_1 = 0,34(-\ln \cdot r_i)$.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 3.2 – Випробування №1

№ пп	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	0,81	00:04:21	0:04:21	-0,27	0:19:56	00:24:17			1	
3	0,19	00:33:46	0:38:07	0,76	0:24:03	01:02:10			1	
4	0,65	00:08:48	0:46:55	0,13	0:21:30		01:08:26		1	
5	0,98	00:00:20	0:47:15	-0,32	0:19:43			01:06:58	1	
6	0,70	00:07:09	0:54:24	0,73	0:23:54					1
7	0,23	00:29:51	1:24:15	-0,83	0:17:42	01:41:57			1	
8	0,23	00:30:10	1:54:25	0,85	0:24:24	02:18:49			1	
9	0,78	00:05:01	1:59:26	-0,72	0:18:08		02:17:34		1	
10	0,71	00:06:57	2:06:23	-0,36	0:19:34			02:25:57	1	
11	0,67	00:08:06	2:14:29	0,28	0:22:06					1
12	0,81	00:04:21	2:18:49	-0,18	0:20:17	02:39:06			1	
13	0,50	00:14:12	2:33:01	-0,88	0:17:30		02:50:31		1	
14	0,02	01:23:28	3:56:29	0,67	0:23:42	04:20:10			1	
15	0,43	00:17:05	4:13:34	-0,46	0:19:10		04:32:44		1	
16	0,67	00:08:09	4:21:43	-0,59	0:18:38	04:40:21			1	
17	0,23	00:30:02	4:51:46	0,11	0:21:27	05:13:12			1	
18	0,37	00:20:31	5:12:16	-0,33	0:19:42		05:31:58		1	
19	0,18	00:34:33	5:46:50	0,39	0:22:34	06:09:24			1	
20	0,40	00:18:33	6:05:23	0,97	0:24:52		06:30:15		1	
21	0,14	00:40:17	6:45:40	-0,28	0:19:52	07:05:32			1	
22	0,87	00:02:47	6:48:27	-0,12	0:20:32		07:08:58		1	
23	0,20	00:32:49	7:21:15	0,76	0:24:04	07:45:19			1	
24	0,90	00:02:06	7:23:21	-0,53	0:18:54		07:42:15		1	
25	0,26	00:27:22	7:50:43	0,16	0:21:39	08:12:22			1	
26	0,38	00:19:43	8:10:26	-0,05	0:20:49		08:31:14		1	
27	0,52	00:13:27	8:23:53	0,98	0:24:54	08:48:47			1	
28	0,54	00:12:35	8:36:28	-0,49	0:19:02		08:55:31		1	
29	0,20	00:32:40	9:09:08	0,59	0:23:22	09:32:30			1	
30	0,12	00:43:38	9:52:46	0,73	0:23:56	10:16:42			1	
31	0,95	00:01:02	9:53:48	-0,99	0:17:03		10:10:51		1	
32	0,30	00:24:33	10:18:21	0,46	0:22:51	10:41:12			1	
33	0,41	00:17:59	10:36:20	-0,16	0:20:22		10:56:43		1	
34	0,27	00:26:38	11:02:58	-0,42	0:19:19	11:22:17			1	
35	0,13	00:42:06	11:45:04	-0,45	0:19:12	12:04:16			1	
36	0,26	00:27:33	12:12:37	-0,48	0:19:04	12:31:42			1	
37	0,65	00:08:47	12:21:25	-0,77	0:17:56		12:39:21		1	

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				40
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	0,87	00:02:53	12:24:18	0,59	0:23:21			12:47:39	1	
39	0,09	00:49:43	13:14:01	-0,22	0:20:07	13:34:08			1	
40	0,33	00:22:51	13:36:52	-0,86	0:17:33	13:54:25			1	
41	0,34	00:21:54	13:58:46	-0,42	0:19:19	14:18:05			1	
42	0,14	00:40:30	14:39:16	0,35	0:22:23	15:01:39			1	
43	0,69	00:07:41	14:46:57	-0,04	0:20:51		15:07:48		1	
44	0,36	00:20:46	15:07:44	0,07	0:21:18	15:29:01			1	
45	0,67	00:08:11	15:15:54	0,30	0:22:12		15:38:06		1	
46	0,01	01:31:47	16:47:41	0,35	0:22:24	17:10:05			1	
47	0,42	00:17:48	17:05:29	-0,36	0:19:33		17:25:02		1	
48	0,43	00:17:25	17:22:54	0,26	0:22:03	17:44:57			1	
49	0,88	00:02:38	17:25:32	0,70	0:23:48		17:49:20		1	
50	0,63	00:09:28	17:35:00	-0,66	0:18:22			17:53:22	1	
51	0,05	01:00:45	18:35:45	0,50	0:22:59	18:58:44			1	
52	0,53	00:12:54	18:48:39	-0,17	0:20:18		19:08:57		1	
53	0,12	00:43:38	19:32:17	-0,27	0:19:54	19:52:11			1	
54	0,99	00:00:09	19:32:26	0,60	0:23:25		19:55:51		1	
55	0,23	00:29:54	20:02:20	-0,31	0:19:47	20:22:06			1	
56	0,65	00:08:45	20:11:05	0,67	0:23:40		20:34:45		1	
57	0,39	00:19:19	20:30:24	-0,21	0:20:09	20:50:33			1	
58	0,80	00:04:30	20:34:54	-0,50	0:19:01		20:53:54		1	
59	0,52	00:13:19	20:48:13	0,18	0:21:43			21:09:56	1	
60	0,04	01:07:09	21:55:22	0,64	0:23:35	22:18:57			1	
61	0,10	00:46:45	22:42:08	-0,77	0:17:55	23:00:02			1	
62	0,78	00:04:57	22:47:04	-0,70	0:18:13		23:05:18		1	
63	0,03	01:08:55	23:55:59	0,07	0:21:17	00:17:16			1	
64	0,62	00:09:37	0:05:36	-0,75	0:18:00		00:23:36			
СТОП							Всього		60	2

Для імітаційного моделювання роботи митного пункту пропуску використовується випадкові числа, що розподілені за рівномірним законом.

Розрахунки виконуються за покроковою схемою.

1. Перша заявка

Випадкове число: $r_1 = 0,81$

Час надходження заявки: $T^1 = 0:04:21$

Час обслуговування: $t^1 = 0:19:56$

Час завершення обслуговування:

$$T_{end}^1 = T^1 + t^1 = 0:04:21 + 0:19:56 = 0:24:17$$

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Друга заявка.

Час надходження: $T^2 = 0:38:07$

Час обслуговування: $t^2 = 0:24:03$

$$T_{end}^2 = T^2 + t^2 = 0:38:07 + 0:24:03 = 1:02:10$$

3. Третя заявка.

Час надходження: $T^3 = 0:46:55$

Час обслуговування: $t^3 = 0:21:30$

Так як перший канал зайнятий обслуговуванням авто, то ця заявка потрапляє в другий канал.

$$T_{end}^3 = T^3 + t^3 = 0:46:55 + 0:21:30 = 1:08:26$$

4. Остання заявка.

Час надходження: $T^{45} = 00:05:36$

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

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

$$T_i < T_{end}^1, T_{end}^2, T_{end}^3, \#(3.3)$$

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

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із першої таблиці, знаходимо, що за 24 год. Надійшло 62 заявка;
обслужено $x_1 = 60$ заявок.

Виконавши аналогічно ще 3 випробування (див. табл. 3.3 – 3.4),
одержимо:

$$x_1 = 60, x_2 = 65, x_3 = 63.$$

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

$$a = x = (60+65+63) / 3 = 63.$$

Таблиця 3.3 – Випробування №2

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,19	00:33:46	0:33:46	-0,14	0:20:25	00:54:12			1	
3	0,42	00:17:36	0:51:22	0,59	0:23:21		01:14:44		1	
4	0,52	00:13:22	1:04:44	-0,39	0:19:27	01:24:11			1	
5	0,47	00:15:19	1:20:03	-0,56	0:18:45		01:38:48		1	
6	0,93	00:01:23	1:21:26	0,56	0:23:16			01:44:42	1	
7	0,97	00:00:32	1:21:58	-0,09	0:20:39					1
8	0,02	01:25:05	2:47:03	0,69	0:23:46	03:10:49			1	
9	0,90	00:02:08	2:49:12	0,10	0:21:25		03:10:37		1	
10	0,11	00:44:55	3:34:07	0,41	0:22:39	03:56:46			1	
11	0,75	00:05:52	3:40:00	0,86	0:24:26		04:04:25		1	
12	0,38	00:19:52	3:59:52	0,35	0:22:23	04:22:15			1	
13	0,64	00:09:08	4:09:00	0,84	0:24:23		04:33:23		1	
14	0,20	00:32:36	4:41:37	0,66	0:23:39	05:05:15			1	
15	0,75	00:05:48	4:47:24	0,61	0:23:26		05:10:51		1	
16	0,66	00:08:24	4:55:48	-0,58	0:18:40			05:14:28	1	
17	0,18	00:35:21	5:31:09	0,61	0:23:26	05:54:35			1	
18	0,44	00:16:45	5:47:54	-0,08	0:20:41		06:08:35		1	
19	0,65	00:08:57	5:56:51	0,67	0:23:41	06:20:32			1	
20	0,30	00:24:19	6:21:10	0,40	0:22:36	06:43:46			1	

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				43
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	0,62	00:09:39	6:30:49	-0,60	0:18:37		06:49:26		1	
22	0,62	00:09:55	6:40:44	-0,91	0:17:22			06:58:06	1	
23	0,60	00:10:29	6:51:13	0,53	0:23:08	07:14:20			1	
24	0,20	00:32:24	7:23:37	-0,30	0:19:48	07:43:25			1	
25	0,59	00:10:47	7:34:24	0,06	0:21:15		07:55:39		1	
26	0,21	00:31:50	8:06:15	-0,40	0:19:23	08:25:37			1	
27	0,67	00:08:11	8:14:26	-0,24	0:20:02		08:34:27		1	
28	0,98	00:00:19	8:14:44	-0,28	0:19:52			08:34:36	1	
29	0,34	00:22:16	8:37:00	0,64	0:23:33	09:00:33			1	
30	0,76	00:05:35	8:42:35	0,01	0:21:02		09:03:37		1	
31	0,78	00:04:57	8:47:32	-0,20	0:20:13			09:07:45	1	
32	0,71	00:06:56	8:54:28	0,64	0:23:33					1
33	0,54	00:12:37	9:07:05	-0,80	0:17:49	09:24:54			1	
34	0,89	00:02:27	9:09:32	-0,88	0:17:28		09:26:59		1	
35	0,15	00:39:14	9:48:45	0,07	0:21:18	10:10:03			1	
36	0,17	00:35:46	10:24:32	0,64	0:23:34	10:48:06			1	
37	0,71	00:06:52	10:31:23	-0,06	0:20:47		10:52:10		1	
38	0,64	00:08:59	10:40:23	-0,94	0:17:15			10:57:37	1	
39	0,31	00:24:13	11:04:35	0,32	0:22:17	11:26:52			1	
40	0,99	00:00:08	11:04:44	0,37	0:22:28		11:27:11		1	
41	0,60	00:10:30	11:15:14	0,58	0:23:19			11:38:33	1	
42	0,81	00:04:23	11:19:37	0,28	0:22:06					1
43	0,27	00:26:37	11:46:14	-0,22	0:20:07	12:06:21			1	
44	0,30	00:24:53	12:11:07	0,18	0:21:44	12:32:51			1	
45	0,38	00:19:29	12:30:36	0,31	0:22:14		12:52:50		1	
46	0,94	00:01:20	12:31:56	0,74	0:23:59			12:55:54	1	
47	0,43	00:17:02	12:48:58	-0,77	0:17:54	13:06:52			1	
48	0,48	00:14:48	13:03:45	-0,91	0:17:22		13:21:08		1	
49	0,91	00:02:00	13:05:46	-0,84	0:17:39			13:23:25	1	
50	0,02	01:25:31	14:31:17	-0,71	0:18:09	14:49:26			1	
51	0,47	00:15:24	14:46:41	0,50	0:22:59		15:09:40		1	
52	0,10	00:47:42	15:34:22	-0,22	0:20:07	15:54:29			1	
53	0,22	00:30:55	16:05:18	0,24	0:21:59	16:27:16			1	
54	0,20	00:33:13	16:38:30	-0,01	0:20:59	16:59:29			1	
55	0,00	02:47:19	19:25:49	-0,05	0:20:47	19:46:36			1	
56	0,70	00:07:20	19:33:09	-0,02	0:20:56		19:54:05		1	
57	0,50	00:14:02	19:47:11	-0,21	0:20:09	20:07:20			1	
58	0,24	00:29:02	20:16:13	0,11	0:21:27	20:37:40			1	
59	0,81	00:04:13	20:20:26	0,08	0:21:20		20:41:46		1	
60	0,19	00:34:10	20:54:37	-0,63	0:18:28	21:13:04			1	
61	0,95	00:01:03	20:55:40	0,99	0:24:57		21:20:37		1	
62	0,09	00:50:05	21:45:45	-0,24	0:20:03	22:05:48			1	
63	0,31	00:23:49	22:09:35	0,07	0:21:17	22:30:52			1	
64	0,90	00:02:14	22:11:48	-0,75	0:18:00		22:29:48		1	
65	0,89	00:02:27	22:14:15	0,25	0:22:00			22:36:15	1	
66	0,09	00:50:13	23:04:28	0,71	0:23:50	23:28:18			1	
67	0,52	00:13:18	23:17:46	0,47	0:22:52		23:40:38		1	
68	0,77	00:05:26	23:23:12	0,52	0:23:04			23:46:16	1	
69	0,93	00:01:30	23:24:43	0,30	0:22:12					1
70	0,18	00:34:58	23:59:40	0,76	0:24:03	00:23:43			1	

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ				Арк.
Перевірив	Музикін М.І.							44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
71	0,44	00:16:47	0:16:27	0,66	0:23:39		00:40:06			
СТОП							Всього		65	4

Таблиця 3.4 – Випробування №3

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
3 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,94	00:01:20	0:01:20	-0,11	0:20:33	00:21:53			1	
3	0,41	00:18:01	0:19:21	-0,82	0:17:43		00:37:04		1	
4	0,36	00:20:34	0:39:56	0,39	0:22:35	01:02:30			1	
5	0,23	00:29:39	1:09:35	0,20	0:21:48	01:31:22			1	
6	0,24	00:29:02	1:38:36	-0,45	0:19:11	01:57:47			1	
7	0,56	00:11:39	1:50:16	0,68	0:23:44		02:14:00		1	
8	0,89	00:02:17	1:52:33	0,37	0:22:28			02:15:01	1	
9	0,22	00:31:13	2:23:46	-0,99	0:17:04	02:40:49			1	
10	0,80	00:04:36	2:28:22	-0,66	0:18:22		02:46:44		1	
11	0,01	01:32:33	4:00:55	0,44	0:22:46	04:23:41			1	
12	0,43	00:17:19	4:18:14	0,99	0:24:58		04:43:12		1	
13	0,81	00:04:18	4:22:32	0,71	0:23:51			04:46:23	1	
14	0,77	00:05:14	4:27:47	-0,55	0:18:48	04:46:35			1	
15	0,94	00:01:17	4:29:04	0,44	0:22:45					1
16	0,73	00:06:17	4:35:21	-0,40	0:19:24					1
17	0,03	01:09:27	5:44:49	0,57	0:23:16	06:08:05			1	
18	0,45	00:16:14	6:01:03	0,64	0:23:34		06:24:37		1	
19	0,30	00:24:25	6:25:28	-0,76	0:17:58	06:43:26			1	
20	0,22	00:31:02	6:56:31	0,31	0:22:14	07:18:45			1	
21	0,54	00:12:43	7:09:14	0,39	0:22:33		07:31:47		1	
22	0,81	00:04:21	7:13:35	0,67	0:23:42			07:37:17	1	
23	0,54	00:12:45	7:26:20	-0,51	0:18:57	07:45:17			1	
24	0,71	00:06:54	7:33:15	-0,05	0:20:49		07:54:04		1	
25	0,48	00:14:54	7:48:08	-0,06	0:20:46	08:08:54			1	
26	0,35	00:21:13	8:09:22	0,56	0:23:15	08:32:36			1	
27	0,59	00:10:39	8:20:00	-0,05	0:20:49		08:40:49		1	
28	0,10	00:47:23	9:07:24	-0,01	0:20:58	09:28:21			1	
29	0,92	00:01:36	9:09:00	0,54	0:23:09		09:32:09		1	
30	0,51	00:13:43	9:22:43	0,58	0:23:19			09:46:02	1	
31	0,61	00:09:59	9:32:41	-0,82	0:17:43	09:50:24			1	
32	0,49	00:14:23	9:47:04	0,56	0:23:15		10:10:18		1	
33	0,83	00:03:46	9:50:50	-0,26	0:19:58	10:10:48			1	
34	0,12	00:42:56	10:33:46	0,03	0:21:07	10:54:53			1	
35	0,02	01:22:25	11:56:11	0,44	0:22:46	12:18:57			1	

Продовження таблиці 3.4

Виконав					Жук Б.М.															КРБ 275 07 ПЗ					Арк.
Перевірив					Музикін М.І.																				45
Змн.		Арк.		№ докум.					Підпис					Дата											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	0,69	00:07:36	12:03:47	-0,11	0:20:33		12:24:20		1	
37	0,64	00:09:07	12:12:54	-0,74	0:18:01			12:30:55	1	
38	0,05	01:01:28	13:14:22	0,66	0:23:38	13:38:00			1	
39	0,97	00:00:37	13:14:59	-0,27	0:19:56		13:34:55		1	
40	0,89	00:02:17	13:17:16	0,93	0:24:44			13:42:00	1	
41	0,72	00:06:45	13:24:01	1,00	0:24:59					1
42	0,18	00:35:06	13:59:07	0,17	0:21:40	14:20:47			1	
43	0,96	00:00:56	14:00:03	-0,73	0:18:06		14:18:09		1	
44	0,80	00:04:36	14:04:39	0,79	0:24:11			14:28:50	1	
45	0,60	00:10:32	14:15:11	0,58	0:23:18					1
46	0,38	00:19:50	14:35:01	0,12	0:21:29	14:56:30			1	
47	0,45	00:16:30	14:51:31	0,00	0:21:00		15:12:31		1	
48	0,79	00:04:44	14:56:15	0,00	0:21:00			15:17:15	1	
49	0,97	00:00:34	14:56:48	0,04	0:21:09	15:17:58			1	
50	0,06	00:56:55	15:53:44	-0,84	0:17:39	16:11:22			1	
51	0,62	00:09:38	16:03:21	-0,80	0:17:48		16:21:10		1	
52	0,09	00:48:11	16:51:33	-0,63	0:18:28	17:10:00			1	
53	0,24	00:28:57	17:20:29	-0,51	0:18:58	17:39:27			1	
54	0,02	01:23:45	18:44:14	-0,94	0:17:15	19:01:29			1	
55	0,70	00:07:23	18:51:38	-0,76	0:17:58		19:09:35		1	
56	0,85	00:03:23	18:55:00	-0,33	0:19:42			19:14:42	1	
57	0,46	00:15:45	19:10:45	0,16	0:21:40	19:32:24			1	
58	0,04	01:04:27	20:15:12	0,62	0:23:29	20:38:41			1	
59	0,78	00:04:59	20:20:11	0,71	0:23:51		20:44:02		1	
60	0,10	00:46:43	21:06:54	-0,04	0:20:50	21:27:45			1	
61	0,71	00:07:04	21:13:58	0,73	0:23:54		21:37:52		1	
62	0,25	00:28:33	21:42:31	-0,45	0:19:11	22:01:43			1	
63	0,28	00:25:42	22:08:13	0,96	0:24:51	22:33:04			1	
64	0,89	00:02:24	22:10:37	-0,90	0:17:23		22:28:00		1	
65	0,65	00:08:40	22:19:17	0,95	0:24:48			22:44:05	1	
66	0,54	00:12:28	22:31:45	0,14	0:21:33		22:53:18		1	
67	0,61	00:10:08	22:41:53	0,61	0:23:27	23:05:19			1	
68	0,03	01:11:03	23:52:56	0,76	0:24:03	00:16:59			1	
69	0,34	00:22:12	0:15:08	0,94	0:24:44		00:39:53			
СТОП							Всього		63	4

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}, \quad (3.4)$$

Так як $t_{\text{обсл}} = 0,35$ год. (згідно завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,35} = 2,86 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$$

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Визначення ймовірності попадання у чергу та на обслуговування

Номер випробовування i	Надійшло заявок $N_{j \text{ пост}}$	Обслуговано 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	62	60	21 хв.	0,97	0,03
2	69	65	21 хв.	0,94	0,06
3	67	63	21 хв.	0,94	0,06
Середнє значення	66	63	21 хв.	0,95	0,05

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (3.5)$$

$$\rho = \frac{2,96}{2,86} = 1,03$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}}, \quad (3.6)$$

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot P_0, \quad (3.7)$$

$$\rho_0 = \left(1 + 1,03 + \frac{1,03^2}{2!} + \frac{1,03^3}{3!} \right) = (1 + 1,03 + 0,71)^{-1} = \frac{1}{2,74} = 0,36$$

Виходячи з формули (3.6), для ρ_1 , ρ_2 та ρ_3 формули граничних ймовірностей матимуть наступний вигляд:

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0, \quad (3.8)$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 1,03 \cdot 0,36 = 0,37$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0, \quad (3.9)$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{1,03^2}{2} \cdot 0,36 = 0,19$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0, \quad (3.10)$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{1,03^3}{6} \cdot 0,36 = 0,06$$

На основі результатів моделювання пропускної здатності прикордонного пункту «Краківець» як системи масового обслуговування з трьома каналами оформлення, можна зробити такі висновки:

- Існує 36% імовірність, що на момент прибуття нової вантажівки всі три пости будуть вільними, і оформлення розпочнеться негайно.
- У 37% випадків один із каналів уже буде зайнятий, тоді як два залишатимуться доступними.
- Ймовірність того, що два пости працюватимуть паралельно, а нове авто зможе потрапити лише на третій, становить 19%.
- І лише у 6% випадків система буде повністю зайнята, що означає формування черги та необхідність очікування.

Отже, отримані результати свідчать, що при поточній інтенсивності руху вантажівок і трьох діючих постах пункт пропуску функціонує з достатнім запасом пропускної спроможності. Перевантаження виникає лише в

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

поодиноких випадках, що дозволяє забезпечувати стабільну обробку транспортного потоку без суттєвих затримок.

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

- $P_0 = 0,36$ – імовірність, що всі три канали вільні;
- $P_1 = 0,37$ – зайнятий один канал, два вільні;
- $P_2 = 0,19$ – зайняті два канали;
- $P_3 = 0,06$ – усі канали зайняті, транспорт потрапляє в чергу.

Середній час обслуговування одного транспортного засобу становить $t_0 = 21$ 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 – 21 хв;
- при P_2 : можливе короткочасне очікування, приймаємо 30 хв;
- при P_3 : формування черги, час обслуговування подвоюється – 42 хв.

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

$$T_{\text{мит}} = P_0 \cdot t_0 + P_1 \cdot t_0 + P_2 \cdot t_2 + P_3 \cdot t_3, \quad (3.11)$$

де:

- $t_0 = 21$ хв. ;
- $t_2 = 30$ хв.;
- $t_3 = 42$ хв.

Підставимо значення:

$$T_{\text{мит}} = 0,36 \cdot 21 + 0,37 \cdot 21 + 0,19 \cdot 30 + 0,06 \cdot 42 = 31,32 \text{ хв.}$$

Таким чином, середній час проходження транспортним засобом пункту пропуску становить: $T_{\text{мит}} = 31,3$ хв або 0,52 год.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

4.1 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників

В даному розділі кваліфікаційної роботи бакалавра проведені розрахунки техніко-експлуатаційних параметрів автомобільного перевезення дизельних генераторів за маршрутом Кельн (Німеччина) – Дніпро (Україна). Розрахунок включає оцінку часу в дорозі, використання вантажності, пробігу та витрати пального з урахуванням реальних експлуатаційних умов [19].

Партія складається зі 152 генераторів, кожен вагою 98 кг, які розміщуються по 8 штук на 19 палетах. Вага однієї палети – 17 кг. Загальна маса брутто партії становить 15,22 тонни.

Маршрут перевезення має довжину 2400 км. Для транспортування використовується 15,5-тонний цілнометалевий автомобіль з технічною швидкістю 90 км/год (згідно з розділом 2).

Для спрощеного проведення розрахунків нижче в таблиці 4.1 зведені всі вихідні данні:

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку техніко-експлуатаційних показників перевезення

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	2	3	4	5
1	Вид вантажу	–	Дизельні генератори	–
2	Кількість генераторів	$n_{\text{ген}}$	152	шт.
3	Маса одного генератора (з упаковкою)	$m_{\text{ген}}$	98	кг
4	Кількість палет	$n_{\text{п}}$	19	шт.

Виконав	Жук Б.М.				КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1				
1	2	3	4	5
5	Маса однієї палети	m_{Π}	17	кг
6	Загальна маса вантажу	Q_{Φ}	15,22	т
7	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	15	т
8	Довжина маршруту	L	2400	км
9	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{\text{тех}}$	90	км/год
10	Час навантаження і розвантаження	$t_{\text{НРР}}$	1,36	год
11	Час проходження одного митного пункту	$t_{\text{мит1}}$	0,52	год
12	Нульовий пробіг (до місця завантаження)	L_n	1	км
13	Холостий пробіг на маршруті	L_x	10	км
14	Базова витрата пального	$q_{\text{баз}}$	22	л/100 км
15	Поправка на зимовий час	$\delta_{\text{зим}}$	5	%
16	Норма витрат на тонно-кілометри	—	1,5	л/100 т·км

Для встановлення транспортної роботи вантажного автомобіля на маршруті проводили розрахунки наступних показників:

Пройходження двох митних пунктів (Німеччина–Польща та Польща–Україна) займає:

$$t_{\text{мит.заг.}} = t_{\text{мит}} \cdot 2, \quad (4.1)$$

$$t_{\text{мит.заг.}} = 0,52 \cdot 2 = 1,04 \text{ год.}$$

Час руху транспортного засобу на маршруті:

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{ryh} = \frac{L}{v_{\text{тех}}}, \quad (4.2)$$

$$t_{\text{рух}} = \frac{2400}{90} = 26,67 \text{ год}$$

де L – довжина маршрутів; $v_{\text{тех}}$ – технічна швидкість транспортного засобу.

Час обороту на маршруті:

$$t_{ob.m} = t_{\text{НРР}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{мит.заг.}}, \quad (4.3)$$

де, $t_{\text{мит.заг.}}$ – час проходження митного пункту.

$$t_{ob.m} = 1,36 + 26,67 + 1,04 = 29,07 \text{ год.}$$

Згідно з Regulation (EC) №561/2006, водій може перебувати за кермом не більше 9 годин на день (двічі на тиждень – до 10 годин), з обов'язковою перервою 45 хв після кожних 4,5 год їзди [20].

Перший день:

- 4,5 год їзди → 45 хв перерва → ще 4,5 год = 9 год активної їзди
- Водій завершує зміну
- Відпочинок: 11 год

Залишається:

$$26,67 - 9 = 17,67 \text{ год}$$

Другий день:

- 4,5 год → 45 хв пауза → 4,5 год = ще 9 год
- Залишок:

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$17,67 - 9 = 8,67 \text{ год}$$

Третій день:

- Можна виконати ще до 9 годин водіння
- Перших 4,5 год $\rightarrow$ 45 хв пауза $\rightarrow$ ще 4,17 год

В результаті, щоб виконати 26,67 год водіння, водій потребує:

- 3 повні календарні дні,
- 2 технічні паузи по 45 хвилин
- 2 обов'язкових відпочинки по 11 год.

Враховуючи загальний час у дорозі – 26,67 годин, мінімальна тривалість доставки становитиме щонайменше 3 календарні дні.

Коефіцієнт використання пробігу – це відношення пробігу транспортного агрегату з вантажем до загального пробігу і визначається за формулою [21]:

$$\varphi_n = \frac{L}{L_{\text{заг}}}, \quad (4.4)$$

де, $L_{\text{заг}}$ – загальний пробіг (з вантажем і вхолосту), км. ($L_{\text{заг}} = L_n + L_x$)

$$\varphi_n = \frac{2400}{2411} = 0,995$$

Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності – це відношення кількості фактично перевезеного вантажу до маси вантажу, яку міг перевезти автомобіль, якби кожного рейсу його завантажували до номінальної вантажності і розраховується за формулою [21]:

$$\alpha_B^{\text{ст}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{g_n \cdot n_p}, \quad (4.5)$$

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де, Q_{ϕ} – кількість фактично перевезеного вантажу, т.;

g_n – номінальна вантажопідємність автомобіля, т.;

n_p – кількість рейсів.

$$\alpha_B^{ст} = \frac{15,22}{15,5 \cdot 1} = 0,98$$

Коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності являє собою відношення фактично виконаної транспортної роботи в тонно-кілометрах до можливої роботи за повного використання номінальної вантажності і розраховується за формулою [21]:

$$\alpha_B^д = \frac{\sum Q_{\phi} \cdot L}{g_n \cdot m \cdot L}, \quad (4.6)$$

де, m – задіяна кількість автомобілів на маршруті;

L – відстань перевезення вантажу, км.

$$\alpha_B^д = \frac{15,22 \cdot 2400}{15,5 \cdot 1 \cdot 2400} = 0,98$$

Середня технічна швидкість – це відношення загального пробігу L до часу руху рухомого складу $t_{рух}$ визначається за формулою [21]:

$$V_e = \frac{L}{t_{рух}}, \frac{\text{км}}{\text{год}}, \quad (4.7)$$

$$V_e = \frac{2400}{26,67} = 90 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середню експлуатаційну швидкість визначають відношенням загального пробігу до загального часу перебування рухомого складу в наряді [21]:

$$V_e = \frac{L}{t_{\text{об.м.}}}, \frac{\text{км}}{\text{год}}, \quad (4.8)$$

$$V_e = \frac{2400}{29,07} = 82,56 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

При нормуванні витрати палива враховуються два типи показників: базове значення, встановлене виробником для конкретної моделі транспортного засобу, та розрахункове значення, яке уточнюється з урахуванням реальних умов експлуатації. Для використаного в цьому перевезенні вантажного автомобіля Mercedes-Benz Atego 1527 (вантажопідйомністю 15,5 т), середня витрата пального, згідно з технічною документацією виробника, становить 22 л/100 км. Це значення приймається як вихідне для обчислення загальної потреби в паливі на маршруті з урахуванням пробігу, обсягу перевезень і кліматичних факторів. Розрахунок витрати палива на пробіг:

$$Q_{\text{пр}} = L \cdot \frac{q_{\text{баз}}}{100}, \quad (4.9)$$

де, $q_{\text{баз}}$ – базові витрати пального в залежності від марки автомобіля (видаються заводом виробником), л/100км

$$Q_{\text{пр}} = 2400 \cdot \frac{22}{100} = 528 \text{ літрів}$$

1) Розрахунок витрати палива на виконання транспортної роботи:

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{тр}} = 1,5 \cdot \frac{T_{\text{км}}}{100}, \quad (4.10)$$

де, $T_{\text{км}}$ – тоно-кілометри вони визначаються за допомогою формули:

1,5 – питома витрата пального, прийнята для Mercedes-Benz Atego (15,5 т), 1,5 л/100 т·км на основі технічних характеристик та експлуатаційних даних.

$$T_{\text{км}} = S_{\text{в}} \cdot Q_{\text{ф}}, \quad (4.11)$$

де, $S_{\text{в}}$ – шлях пройдений автомобілем з вантажем, км.;

$Q_{\text{ф}}$ – маса перевезеного вантажу, т.

$$T_{\text{км}} = 2400 \cdot 15,22 = 36\,528 \frac{\text{т}}{\text{км}}.$$

$$Q_{\text{тр}} = 1,5 \cdot \frac{36\,528}{100} = 547,92 \text{ л.}$$

2) Середні витрати пального на пробіг і транспортну роботу:

$$Q_{\text{заг}} = \frac{Q_{\text{пр}} + Q_{\text{тр}}}{2}, \quad (4.12)$$

$$Q_{\text{заг}} = \frac{528 + 547,92}{2} = 537,6$$

У процесі нормування витрат пального додатково враховуються сезонні та експлуатаційні чинники, зокрема температурний режим. У зимовий період, коли середньодобова температура опускається нижче 0 °С, виникає необхідність у додаткових витратах пального на прогрів двигуна, підвищення опору руху та зниження ефективності згоряння. Згідно з нормативами, для таких умов передбачається поправочний коефіцієнт +5 % до загальної витрати пального.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ			Арк.
Перевірив	Музикін М.І.						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				
			Дата				

Це значення враховується шляхом множення загального обсягу спожитого пального на відповідний коефіцієнт підвищення:

$$Q_{\text{зим}} = Q_{\text{заг}} \cdot \frac{5}{100} + Q_{\text{заг}}, \quad (4.13)$$

$$Q_{\text{зим}} = 537,6 \cdot \frac{5}{100} + 537,6 = 564,48 \text{ л.}$$

Таким чином, у зимових умовах загальна витрата палива збільшується на 5%, що повинно бути враховано при плануванні бюджету перевезення.

4.2 Розрахунок вартості перевезення за маршрутом

Розрахунок вартості міжнародного перевезення генераторів за маршрутом Кельн (Німеччина) – Дніпро (Україна) виконується з урахуванням усіх основних елементів собівартості. До таких витрат належать: заробітна плата персоналу, витрати на паливо та мастильні матеріали, знос шин, технічне обслуговування й ремонт (ТО), амортизація рухомого складу та накладні витрати.

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 [22].

Розрахунок оплати праці водія за фіксований відсоток фрахту:

$$Z_{\text{відс}} = F \cdot k_{\text{відс}}, \quad (4.14)$$

де, – F загальна вартість фрахту, євро;

$k_{\text{відс}}$ – фіксована частка у відсотках (5 % = 0,05).

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

Розрахунок денних витрат:

$$Z_{\text{дн}} = t \cdot D, \quad (4.15)$$

де, t – кількість днів у рейсі (3 дні);

D – денна ставка, євро/доба (20 євро).

$$Z_{\text{дн}} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ євро}$$

Загальна заробіта плата водія:

$$Z_{\text{вод}} = Z_{\text{відс}} + Z_{\text{дн}}, \quad (4.16)$$

$$Z_{\text{вод}} = 145 + 60 = 205 \text{ євро}$$

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

$$Z_{\text{вод}} = 205 \cdot 47,5 = 9737,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок податкових витрат:

$$V_{\text{зп}} = Z_{\text{вод}} \cdot H_{\text{зп}}, \quad (4.17)$$

де, $H_{\text{зп}}$ – норма податкових нарахувань (22% → 0,22)

$$V_{\text{зп}} = 9737,5 \cdot 0,22 = 2142,25 \text{ грн.}$$

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Витрати на паливо:

$$Z_{\text{пал}} = C_{\text{пал}} \cdot Q_{\text{пал}}, \quad (4.18)$$

де, $C_{\text{пал}}$ – вартість одного літра палива (52,5 грн);

$Q_{\text{пал}}$ – загальна витрата пального (згідно даних формули 4.12 – 537,6 л.)

$$Z_{\text{пал}} = 52,5 \cdot 537,6 = 28\,224 \text{ грн}$$

Обсяг мастильних матеріалів:

$$Q_{\text{мас}} = Q_{\text{пал}} \cdot H_{\text{мас}}, \quad (4.19)$$

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

$$Q_{\text{мас}} = 537,6 \cdot 0,003 = 1,61 \text{ л.}$$

Вартість мастильних матеріалів:

$$Z_{\text{маст}} = Q_{\text{маст}} \cdot C_{\text{маст}}, \quad (4.20)$$

де, $C_{\text{маст}}$ – вартість 1 літри мастила (250 грн).

$$Z_{\text{маст}} = 1,61 \cdot 250 = 354,2 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на зношення шин:

$$Z_{\text{шин}} = C_{\text{шин}} \cdot \left(\frac{N_{\text{шин}} \cdot H_{\text{шин}}}{100} \right) \cdot \frac{L}{1000}, \quad (4.21)$$

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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 (2400 км).

$$Z_{\text{шин}} = 8000 \cdot \left(\frac{6 \cdot 1,12}{100} \right) \cdot \frac{2400}{1000} = 1290,24 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт:

$$Z_{\text{ТОР}} = H_{\text{ТОР}} \cdot L, \quad (4.22)$$

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

$$Z_{\text{ТОР}} = 0,882 \cdot 2400 = 2116,8 \text{ грн.}$$

Амортизація транспортного засобу:

$$H_{\text{аморт}} = \frac{A_{\text{ТС}}}{R}, \quad (4.23)$$

де, $A_{\text{ТС}}$ – первісна вартість транспортного засобу, грн (4 000 000 грн);

R – ресурс пробігу, км (1 000 000 км).

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

Амортизаційні витрати на пробіг:

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = H_{\text{аморт}} \cdot L, \quad (4.24)$$

$$A = 4 \cdot 2400 = 9600 \text{ грн.}$$

Розрахунок накладних витрат:

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{вод}} \cdot k_{\text{накл}}, \quad (4.25)$$

де, $k_{\text{накл}}$ – коефіцієнт накладних витрат (0,8).

$$Z_{\text{накл}} = 9737,5 \cdot 0,8 = 7789,99 \text{ грн.}$$

Розрахунок загальної вартості перевезення:

$$S_{\text{перевез}} = Z_{\text{вод}} + V_{\text{ЗП}} + Z_{\text{пал}} + Z_{\text{маст}} + Z_{\text{шин}} + Z_{\text{ТОР}} + A + Z_{\text{накл}}, \quad (4.26)$$

$$S_{\text{перевез}} = 9737,5 + 1899,81 + 28224 + 354,2 + 1290,24 + 2116,8 + 9600 + 7789,99 = 61\,012,54 \text{ грн.}$$

4.3 Розрахунок прибутку та встановлення тарифів на перевезення вантажу

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

$$PRP = S_{\text{перевез}} \cdot \frac{RN}{100}, \quad (4.27)$$

$$PRP = 61\,012,54 \cdot \frac{35}{100} = 21\,354,39 \text{ грн}$$

Виконав		Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість перевезення з урахуванням податку на додану вартість складе:

$$S_{p.p.NDS} = (S_{perevez} + PRP) \cdot 1.2, \quad (4.28)$$

$$S_{p.p.NDS} = (61\,012,54 + 21\,354,39) \cdot 1.2 = 98\,840,32 \text{ грн}$$

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:

$$T_{ton} = \frac{S_{p.p.NDS}}{Q_{\phi}}, \quad (4.29)$$

$$T_{ton} = \frac{98\,840,32}{15,22} = 6\,494,1 \frac{\text{грн}}{\text{т}}$$

– тариф за кілометр пробігу:

$$T_{km} = \frac{S_{p.p.NDS}}{L}, \quad (4.30)$$

$$T_{km} = \frac{98\,840,32}{2400} = 41 \frac{\text{грн}}{\text{км}}$$

Зведемо основні техніко-економічні та техніко-експлуатаційні показники в таблицю 4.2 та рисунок 4.1 для кращого розуміння ситуації.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку техніко-економічних показників транспортної роботи за відповідним маршрутом автомобіля.

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	15	т
2	Довжина маршруту	L	2400	км
3	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{\text{тех}}$	90	км/год
4	Час навантаження і розвантаження	$t_{\text{НРР}}$	1,36	год
5	Час проходження одного митного пункту	$t_{\text{мит1}}$	0,52	год
6	Нульовий пробіг	L_n	1	км
7	Базова витрата пального	$q_{\text{баз}}$	22	л/100 км
8	Поправка на зимовий час	$\delta_{\text{зим}}$	5	%
9	Норма витрат на тонно-кілометри	$q_{\text{ТКМ}}$	1,5	л/100 т·км
10	Загальна маса вантажу	Q	15,22	т
11	Собівартість перевезення	$S_{\text{перевез}}$	67 249,79	грн
12	Плановий прибуток	PRP	10 087,47	грн
13	Повна вартість перевезення з ПДВ	$S_{\text{зПДВ}}$	93 203,90	грн
14	Тариф за 1 т вантажу	$T_{\text{тон}}$	6122,4	грн/т
15	Тариф за 1 км пробігу	$T_{\text{км}}$	38,83	грн/км
16	Витрати на паливо	$Z_{\text{пал}}$	35 298,45	грн
17	Витрати на мастильні матеріали	$Z_{\text{маст}}$	517	грн
18	Витрати на ТОіР	$Z_{\text{ТОіР}}$	2116,80	грн
19	Амортизаційні витрати	A	9600	грн
20	Витрати на шини	$Z_{\text{шин}}$	1290,24	грн
21	Накладні витрати	$Z_{\text{накл}}$	7789,99	грн
22	Заробітна плата водія	$Z_{\text{вод}}$	9737,5	грн
23	Податкові нарахування	$V_{\text{ЗП}}$	1899,81	грн

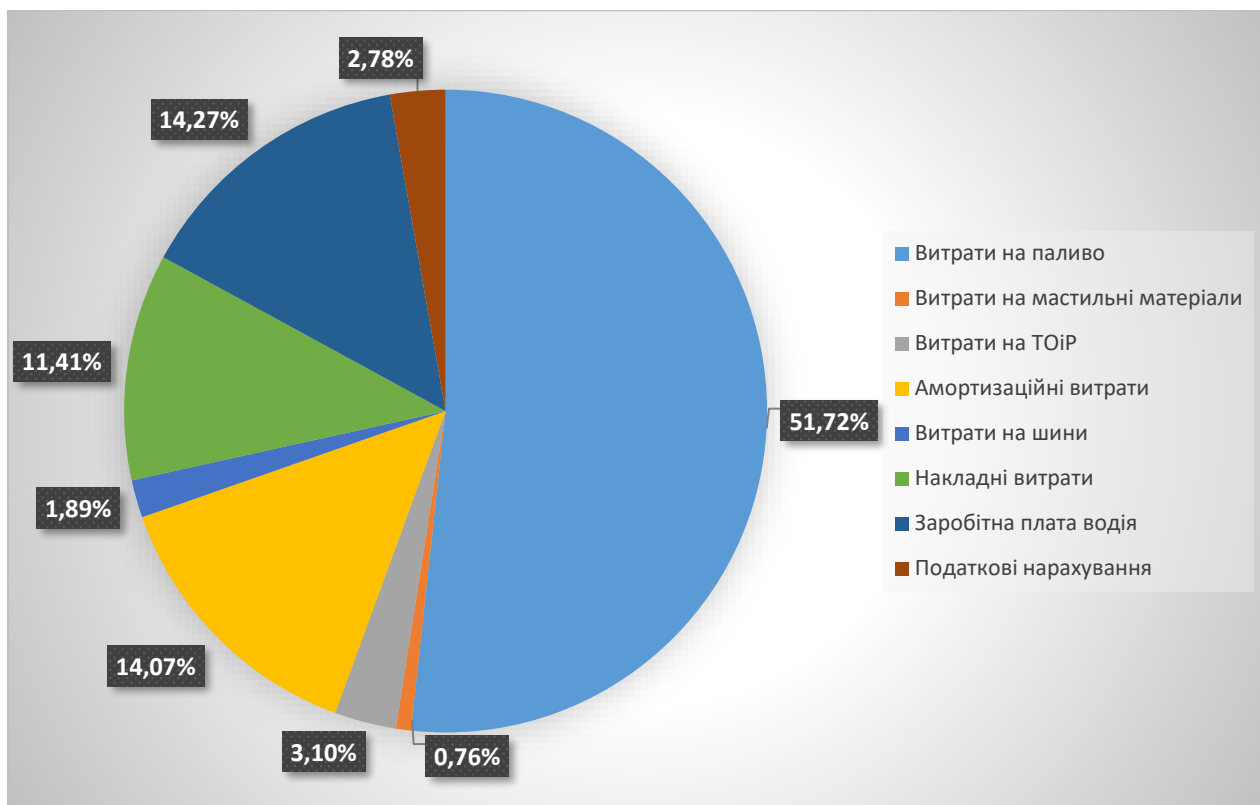


Рисунок 4.1 – Структура витрат на виконання міжнародного автомобільного перевезення генераторів

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, ТОіР, амортизацію, оплату праці та податкові нарахування.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

У межах виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було здійснено комплексне дослідження процесу організації міжнародного автомобільного перевезення генераторів на маршруті Кельн (Німеччина) – Дніпро (Україна). Обраний напрямок дослідження має високу актуальність в умовах зростання попиту на автономні джерела енергії в Україні, спричиненого як наслідками воєнних дій, так і перебоями в централізованому енергопостачанні, що посилюються у 2022–2023 роках. Різне збільшення обсягів імпорту генераторного обладнання, зростання потреби у безперервному електроживленні для об'єктів критичної інфраструктури та домогосподарств, а також стратегічне значення логістичних каналів підкреслюють практичну важливість обраної теми.

У першому розділі роботи було проаналізовано сучасний стан світового ринку перевезень енергетичного обладнання, зокрема портативних та стаціонарних генераторів. Визначено, що основними країнами-експортерами генераторів до України залишаються Німеччина, Польща, Китай та Італія. При цьому логістичний шлях із Кельна має низку переваг: наявність розвиненої складської інфраструктури в Німеччині, зручна географія для мультимодальних перевезень, а також висока надійність дорожньої мережі. Також було охарактеризовано особливості структури попиту в Україні, де переважають поставки середньо- та великопотужних генераторів для комерційного використання, зокрема в медичних установах, логістичних центрах і навчальних закладах.

Другий розділ був присвячений розробці транспортно-логістичної схеми перевезення генераторів. У межах аналізу було підібрано оптимальну модель вантажного транспортного засобу з урахуванням технічних параметрів вантажу, типу упаковки, схеми завантаження та допустимих навантажень на вісь. Розглянуто два альтернативних варіанти: середньотоннажна вантажівка з цільнометалевим кузовом та тентований напівпричіп вантажопідйомністю 15

Виконав	Жук Б.М.				КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тонн. Порівняння проводилося за техніко-експлуатаційними та економічними критеріями. В результаті було обґрунтовано доцільність використання Mercedes-Benz Atego 1518, що забезпечує прийнятний компроміс між витратами на паливо, місткістю, можливістю маневрування та загальним рівнем технічної надійності.

Особлива увага приділялася формуванню маршруту перевезення з урахуванням умов воєнного часу, регламенту роботи пунктів пропуску, зони підвищеної логістичної небезпеки, а також режиму праці та відпочинку водія. Було враховано часові обмеження на перетин кордону, необхідність виконання митних процедур, а також вплив режиму воєнного стану на доступність транспортних коридорів.

У третьому розділі було змодельовано роботу пункту пропуску «Краківець – Корчова» за допомогою теорії систем масового обслуговування (СМО). Аналітична модель дозволила оцінити середню інтенсивність прибуття транспортних засобів, середній час обслуговування та ймовірність утворення черг. Результати показали, що при трьох каналах обслуговування та середній інтенсивності 3 авто/год ймовірність черги не перевищує 12%. Це дозволяє вважати пункт пропуску відносно стабільним вузлом логістичного ланцюга та обґрунтовано включати його до маршруту без ризику системних затримок.

У четвертому розділі проведено детальний розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників перевезення. Розраховано загальний пробіг транспортного засобу, вантажообіг, час обігу, коефіцієнти використання пробігу та вантажопідйомності, витрати пального, витрати на оплату праці, амортизацію, знос шин, обслуговування, податкові нарахування та інші експлуатаційні витрати. Визначено загальну собівартість рейсу та запропоновано тариф на перевезення із врахуванням прибутку та ПДВ. Отримані показники свідчать про рентабельність перевезення при дотриманні оптимального режиму завантаження, вибору маршруту та нормативних обмежень.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Узагальнюючи результати, можна зробити висновок, що запропонована транспортно-логістична схема перевезення генераторів з Кельна до Дніпра є економічно обґрунтованою, технічно реалізованою та адаптованою до сучасних умов. Робота має прикладний характер і може бути використана як практичне рішення для транспортно-експедиційних компаній, які здійснюють міжнародні вантажні перевезення обладнання в умовах обмеженого доступу до інших видів транспорту. Матеріали дослідження також можуть бути застосовані при плануванні гуманітарних перевезень, забезпеченні об'єктів критичної інфраструктури або оптимізації маршрутів під час надзвичайних ситуацій.

Таким чином, проведене дослідження не лише підтверджує актуальність теми, а й демонструє високий потенціал впровадження результатів у практичну діяльність логістичних компаній та державних структур, задіяних у транспортуванні стратегічно важливих вантажів.

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Костинчук О.В., Зима І.В. Властивості автономного джерела живлення як об'єкта керування потужністю. *Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація*. Том 35 (74), № 1. 2024. С. 163-168. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/1_2024/part_1/27.pdf
2. Electric Generating Set and Rotary Converter World Market Overview. *IndexBox*: website. URL: <https://www.indexbox.io/blog/electric-generating-set-and-rotary-converter-world-market-overview-2024-6/>
3. Observatory of Economic Complexity. Electric Generating Sets (HS 8502). *Global Export Data 2023*: website. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/electric-generating-sets>
4. Державна служба статистики України : веб-сайт. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
5. Україна імпортувала у 2022 році майже 670 тис. генераторів. *Українська енергетика*: веб-сайт. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/ukraine-importovala-u-2022-rotsi-maizhe-670-tys-heneratoriv>
6. В Україну вже ввезено 1,3 млн електрогенераторів. *Скільки-скільки?*: веб-сайт. URL: <https://skilky-skilky.info/velyka-viyna-v-ukrainu-vzhe-vvezeno-1-3-mln-elektroheneratoriv/>
7. Шалений рік українського ринку дизель-генераторів. *«Мережі та бізнес»*. №1 (125). 2023. С. 40-45. URL: <http://sib.com.ua/sib-1-125-2023/dgu.html>
8. Войтко С. В., Корогодова О. О. Логістика в організації міжнародних перевезень : навч.-метод. комплекс з дисципліни. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2022. 138 с.
9. ПП «Краківець» («Корчова»). *Державна прикордонна служба України*: офіційний веб-сайт. URL: <https://dpsu.gov.ua/uk/krakivec-korchova>
10. Дизельний мобільний генератор: веб-сайт. URL: <https://koenner-soehnen.com/ua/diesel-generatoren-ks-6100ide-atstr>

Виконав	Жук Б.М.			КРБ 275 07 ПЗ		Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

11. Перевезення генераторів: що важливо знати про транспортування?
SaveProSolutions: веб-сайт. URL:
<https://saveprosolutions.com/blog/perevezennia-generatoriv-shho-vazливо-znati-pro-transportuvannia>

12. Вантажний автомобіль Mercedes-Benz Atego 1518. *Lectura specs*: веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-stijke-sasi-mercedes-benz/atego-1518-l-4x2-11723624>

13. Вантажний автомобіль MAN TGM 15.250. *Lectura specs*: веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-stijke-sasi-man/tgm-15-250-4x2-11723575>

14. Вікович І.А. Транспортні навантажувально-розвантажувальні засоби : підруч. Львів: Львівська політехніка. 2018. 680 с.

15. Вилочний навантажувач Teren FD30T. *Корсал* : веб-сайт. URL: <https://korsal.com.ua/vilkovi-navantazhuvachi-teren/vilkovij-navantazhuvach-fd30t-2>

16. Система Toll Collect: веб-сайт. URL: <https://trans.info/ru/toll-collect-ot-ya-germaniya-budet-vzimat-dorozhnyie-sboryi-za-ocherednyie-dorogi-71130>

17. Литвинов Л. Теорія систем масового обслуговування: навчальний посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 2018. 141 с.

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

19. Панченко А.І., Волошина А.А., Болтянський, О.В., Мілаєва І.І. Основи теорії транспортних процесів та систем: посібник-практикум. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 160 с.

20. Регламент Європейського парламенту і Ради (ЄС) від 15 бер. 2006 р. № 561/2006. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_761#Text

21. Експлуатація машин і обладнання: електронний підручник. ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти». Київ, 2020. URL: https://evgivanov.github.io/expl_html_book/index.html

22. Сервіс Lardi-Trans: веб-сайт. URL: <https://lardi-trans.ua/>

Виконав	Жук Б.М.							Арк.
Перевірив	Музикін М.І.							69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ
на тему:
«ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ У
МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ»

студента групи Т21-2
ЖУКА БОГДАНА МАКСИМОВИЧА
Спеціальність 275 «Транспортні технології»

Керівник бакалаврської роботи
Доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, доцент
Музикін Михайло Ігорович

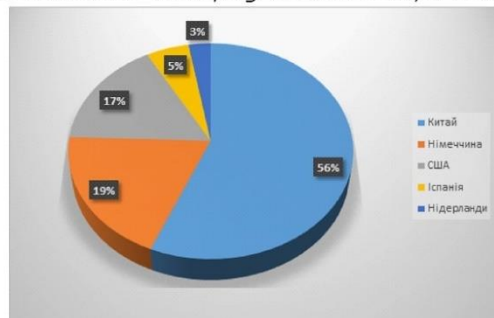
Керівник: _____
(підпис)

Дніпро
2025

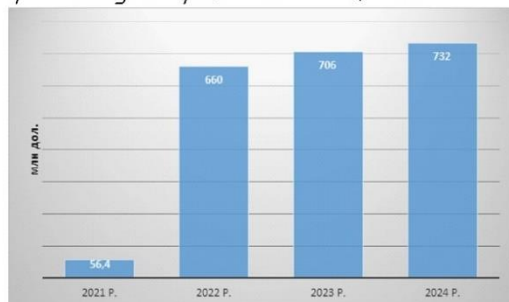
Графічний аркуш №1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

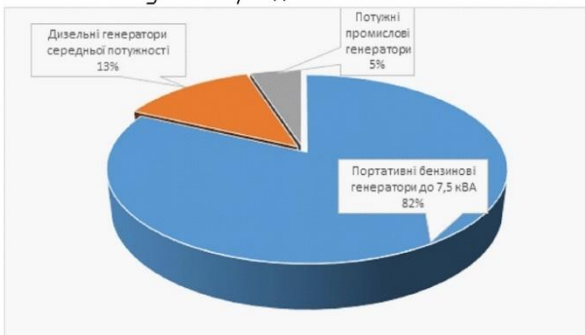
Частка країн-експортерів генераторів у світі у 2023 році, %
від світового експорту (обсяги в млрд дол. США) від загального обсягу ринку (побудовано автором)



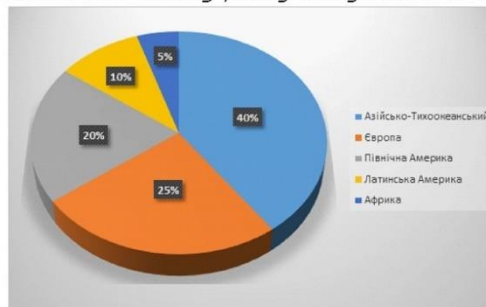
Динаміка імпорту генераторів в Україну у грошовому вимірі (2020-2024), млн дол. США



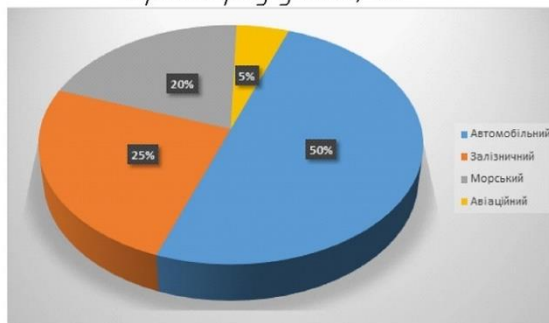
Структура генераторного імпорту України у 2023 році, % за типом



Географічна структура ринку генераторів у 2023 році, %



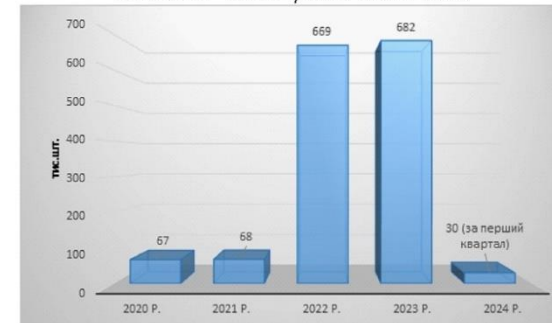
Розподіл перевезень генераторів за видами транспорту у світі, %



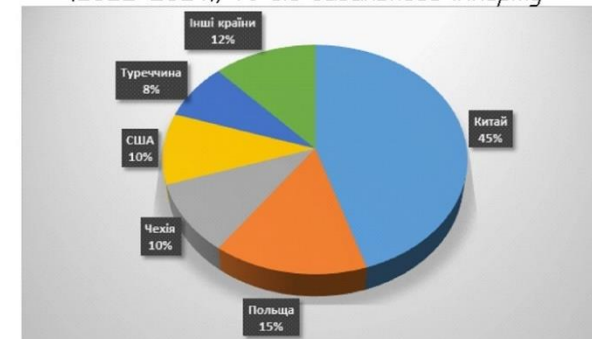
Динаміка генераторної потужності, імпортованої в Україну за типами обладнання (2021-2024), ГВт (еквівалент)



Динаміка імпорту генераторів в Україну за 2020-2024 роки (тис. шт.)



Основні країни-постачальники генераторів в Україну (2022-2024), % від загального імпорту



*Порівняння технічних характеристик автомобілів
Mercedes-Benz Atego 1518 та MAN TGM 15.250*

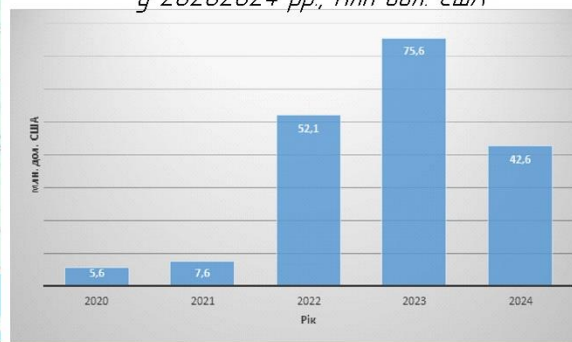
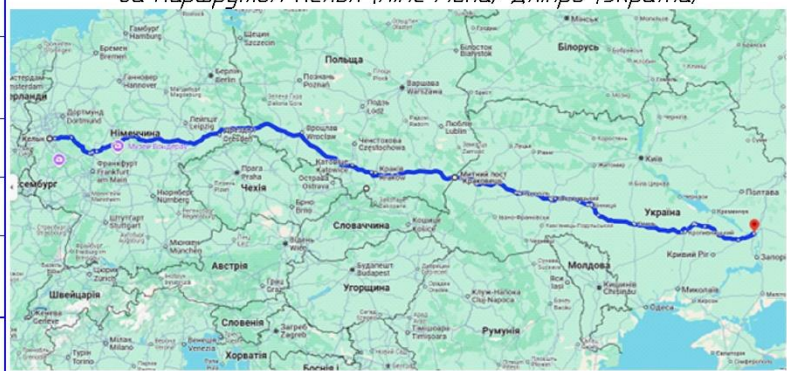
Технічні характеристики вилючного навантажувача Terex FD30T

Габаритні розміри				
Вільний хід		мм	925	
Розмір вил		мм (ДхШхТ)	1070х125х45	
Кут нахилу		градусів	6/6	
Довжина (без вил)		мм	2705	
Ширина		мм	1225	
Висота мачти		мм	2150	
Загальна висота з піднятими вилами		мм	5760	
Висота по кабіні		мм	2140	
Зовнішній радіус розвороту		мм	2445	
Відстань розвантаження		мм	480	
Робочі характеристики				
Швидкість	Рух	З вантажем	км/год	18
		Без вантажу	км/год	19,5
	Підйом	З вантажем	мм/с	450
		Без вантажу	мм/с	500
	Опущення	З вантажем	мм/с	450
		Без вантажу	мм/с	450
Максимальне тягове зусилля	Автоматичне переключення коробки передач	з/без вантажу	кг	1500/1000
Підйомне подолання 1.6км/год	Автоматичне переключення коробки передач	з/без вантажу	%	18/20

Транспортно-логістична схема перевезення генераторів
за маршрутом Кельн (Німеччина)–Дніпро (Україна)

Імпорт генераторів з Німеччини в Україну
у 2020-2024 рр., млн дол. США

Статистичні данні для розрахунків



Кількість піддонів	Бруто тари	Кількість тари на піддонах	Вантажопідйомність автомобіля
19 шт.	98 кг.	8 шт.	15,5 т.

[illegible]

Графічний аркуш №3

РОЗРАХУНОК РОБОТИ МІЖНАРОДНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПУНКТУ ПРОПУСКУ
ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Випробування №1

№ п/п	Розподіл розкладів випуску авто R	Інтервал між прибуттями	Час прибуття	Нормативна кількість, т	Тривалість виконання, год	1 канал	2 канал	3 канал	Обслуговування	У чергу
1	0.00:00	0.00:00	0.00:00	0.00:00	0.00:00					
2	0.81	00:04:21	0.04:21	-0.27	0.19:36	00:24:17			1	
3	0.19	00:33:46	0.38:07	0.76	0.24:03	01:02:10			1	
4	0.65	00:08:48	0.46:53	0.13	0.21:30		01:08:26		1	
5	0.98	00:00:20	0.17:15	-0.32	0.19:43			01:06:58		1
6	0.70	00:07:09	0.54:24	0.73	0.23:54				1	
7	0.23	00:29:51	1.24:13	-0.83	0.17:42	01:41:57			1	
8	0.23	00:30:10	1.54:25	0.85	0.24:24	02:18:49			1	
9	0.78	00:05:01	1.59:26	-0.72	0.18:08		02:17:34		1	
10	0.71	00:06:57	2.06:23	-0.36	0.19:34			02:25:57	1	
11	0.67	00:08:06	2.14:39	0.78	0.22:06				1	
12	0.81	00:04:21	2.18:49	-0.18	0.20:17	02:39:06			1	
13	0.50	00:14:12	2.33:01	-0.88	0.17:30		02:50:31		1	
14	0.02	01:23:28	3.56:29	0.67	0.23:42	04:20:10			1	
15	0.43	00:17:05	4.13:54	-0.46	0.19:10		04:42:44		1	
16	0.67	00:08:09	4.21:43	-0.59	0.18:38	04:40:21			1	
17	0.23	00:30:02	4.51:46	0.11	0.21:27	05:13:12			1	
18	0.37	00:20:31	5.12:16	-0.33	0.19:42		05:31:58		1	
19	0.18	00:34:33	5.46:50	0.39	0.22:34	06:09:24			1	
20	0.40	00:18:39	6.05:23	0.97	0.24:52		06:30:15		1	
21	0.14	00:40:17	6.45:40	-0.28	0.19:52		07:00:32		1	
22	0.87	00:02:47	6.48:27	-0.12	0.20:32		07:08:58		1	
23	0.20	00:32:49	7.21:15	0.76	0.24:04	07:45:19			1	
24	0.90	00:02:06	7.23:21	-0.53	0.18:34		07:42:15		1	
25	0.26	00:27:22	7.50:43	0.16	0.21:39	08:12:22			1	
26	0.38	00:19:43	8.10:26	-0.05	0.20:49		08:31:14		1	
27	0.52	00:13:27	8.23:53	0.98	0.24:54	08:48:47			1	
28	0.54	00:12:39	8.36:28	-0.49	0.19:02		08:55:31		1	
29	0.20	00:32:40	9.09:08	0.73	0.23:25	09:32:30			1	
30	0.12	00:43:38	9.52:46	-0.73	0.23:56	10:16:42			1	
31	0.95	00:01:02	9.53:48	-0.99	0.17:03		10:30:51		1	
32	0.30	00:24:33	10:18:23	0.46	0.22:51	10:41:12			1	
33	0.41	00:17:59	10.36:20	-0.16	0.20:22		10:56:43		1	
34	0.27	00:26:38	11.02:58	-0.42	0.19:19	11:22:17			1	
35	0.13	00:42:06	11.45:04	-0.45	0.19:12	12:04:16			1	
36	0.26	00:27:35	12.12:37	-0.48	0.19:04	12:31:42			1	
37	0.85	00:08:47	12.21:23	-0.77	0.17:56		12:39:21		1	
38	0.87	00:02:53	12.24:18	0.59	0.23:21		12:47:39		1	
39	0.09	00:49:43	13.14:01	-0.22	0.20:07	13:34:08			1	
40	0.33	00:22:51	13.36:32	-0.86	0.17:33	13:54:23			1	
41	0.34	00:21:54	13.58:46	-0.42	0.19:19	14:18:05			1	
42	0.14	00:40:30	14.39:16	0.35	0.22:23	15:01:39			1	
43	0.69	00:07:41	14.46:57	-0.04	0.20:51		15:07:48		1	
44	0.36	00:20:45	15.07:44	0.07	0.21:18	15:28:01			1	
45	0.67	00:08:11	15.15:54	0.30	0.22:12		15:38:06		1	
46	0.01	01:31:47	16.47:41	0.35	0.22:24	17:10:05			1	
47	0.42	00:17:48	17.05:29	0.96	0.19:33		17:25:02		1	
48	0.43	00:17:25	17.22:54	0.26	0.22:25	17:44:57			1	
49	0.88	00:02:38	17.25:52	0.70	0.23:48		17:46:20		1	
50	0.63	00:09:28	17.35:00	-0.66	0.18:22		17:55:22		1	
51	0.05	01:00:45	18.35:43	0.50	0.22:59	18:58:44			1	
52	0.53	00:12:54	18.48:39	-0.17	0.20:18		19:06:57		1	
53	0.12	00:43:38	19.32:17	0.27	0.19:54	19:52:11			1	
54	0.99	00:00:09	19.32:26	0.60	0.23:25		19:55:51		1	
55	0.23	00:29:54	20.02:20	-0.31	0.19:47	20:22:06			1	
56	0.65	00:08:45	20.11:05	0.67	0.23:40		20:34:45		1	
57	0.39	00:19:19	20.30:24	-0.21	0.20:09	20:50:33			1	
58	0.80	00:04:30	20.34:54	0.50	0.19:01		20:53:54		1	
59	0.52	00:13:19	20.48:13	-0.18	0.20:31		21:09:26		1	
60	0.04	01:07:09	21.55:22	0.64	0.23:35	22:18:57			1	
61	0.10	00:46:45	22.42:08	-0.77	0.17:55	23:00:02			1	
62	0.78	00:04:57	22.47:04	-0.70	0.18:13		23:05:18		1	
63	0.03	01:08:55	23.55:59	0.07	0.21:13		23:07:16		1	
64	0.62	00:09:37	0.05:36	-0.75	0.18:00		00:23:36		1	
Всього										60 2

Випробування №2

№ п/п	Розподіл розкладів випуску авто R	Інтервал між прибуттями	Час прибуття	Нормативна кількість, т	Тривалість виконання, год	1 канал	2 канал	3 канал	Обслуговування	Діагностика завоз
1			00:00:00		2					
2	0,19	00:33:46	0:33:46	-0,14	0:20:25	00:54:12			1	
3	0,42	00:17:36	0:51:22	0,59	0:23:21		01:14:44		1	
4	0,52	00:12:22	1:04:44	-0,39	0:19:27	01:24:11			1	
5	0,47	00:15:19	1:20:03	-0,56	0:18:43		01:38:48		1	
6	0,93	00:01:23	1:21:26	0,56	0:23:16			01:44:42	1	
7	0,97	00:00:32	1:21:58	-0,09	0:20:39				1	
8	0,02	01:25:05	2:47:05	0,69	0:23:46	03:10:49			1	
9	0,90	00:02:08	2:49:12	0,10	0:21:25		03:10:37		1	
10	0,11	00:44:55	3:34:07	-0,23	0:22:39		03:56:46		1	
11	0,75	00:05:52	3:34:00	0,86	0:23:56	04:01:23		04:04:23	1	
12	0,38	00:19:52	3:59:52	0,35	0:22:23	04:22:15			1	
13	0,64	00:09:08	4:09:00	0,84	0:24:23	04:33:23			1	
14	0,20	00:32:36	4:41:37	0,66	0:23:19	05:05:15			1	
15	0,75	00:05:48	4:47:24	0,61	0:23:26		05:10:51		1	
16	0,66	00:08:24	4:55:48	-0,58	0:18:40		05:14:28		1	
17	0,18	00:35:21	5:31:09	0,61	0:23:26	05:54:35			1	
18	0,44	00:16:45	5:47:54	-0,08	0:20:41		06:08:35		1	
19	0,65	00:08:07	5:56:51	0,67	0:23:41	06:20:32			1	
20	0,30	00:24:19	6:21:10	0,40	0:22:36	06:43:46			1	
21	0,62	00:09:39	6:30:49	-0,60	0:18:37		06:49:26		1	
22	0,62	00:09:55	6:40:44	-0,91	0:17:59		06:58:06		1	
23	0,60	00:10:29	6:51:13	0,53	0:23:08	07:14:20			1	
24	0,20	00:32:24	7:23:37	-0,30	0:19:48	07:43:25			1	
25	0,59	00:10:47	7:34:24	0,06	0:21:15		07:55:39		1	
26	0,21	00:31:50	8:06:15	-0,40	0:19:23	08:25:37			1	
27	0,67	00:08:11	8:14:26	-0,24	0:20:02		08:34:27		1	
28	0,98	00:00:19	8:14:44	-0,28	0:19:53		08:34:36		1	
29	0,34	00:22:16	8:37:00	0,64	0:23:33	09:00:33			1	
30	0,76	00:05:35	8:42:35	0,01	0:21:02		09:03:37		1	
31	0,78	00:04:57	8:47:32	-0,20	0:20:13		09:07:45		1	
32	0,71	00:06:56	8:54:28	0,64	0:23:33				1	
33	0,54	00:12:37	9:07:05	-0,80	0:17:49	09:24:54			1	
34	0,80	00:02:27	9:09:53	-0,88	0:17:38		09:36:59		1	
35	0,15	00:39:14	9:48:45	-0,07	0:21:18	10:10:03			1	
36	0,17	00:35:46	10:24:32	0,64	0:23:34	10:48:06			1	
37	0,71	00:06:52	10:31:23	-0,06	0:20:47		10:52:10		1	
38	0,64	00:08:59	10:40:23	-0,94	0:17:35		10:57:37		1	
39	0,31	00:24:13	11:04:35	0,31	0:22:17	11:26:52			1	
40	0,99	00:00:08	11:04:44	0,37	0:22:28		11:27:11		1	
41	0,60	00:10:30	11:15:14	0,58	0:23:19		11:38:33		1	
42	0,81	00:04:23	11:19:37	0,28	0:22:06				1	
43	0,27	00:26:37	11:46:14	-0,22	0:20:07	12:06:21			1	
44	0,30	00:24:53	12:11:07	-0,18	0:18:44	12:32:51			1	
45	0,38	00:19:22	12:35:26	0,35	0:22:14		12:52:50		1	
46	0,94	00:01:20	12:31:56	0,74	0:23:59		12:55:54		1	
47	0,43	00:17:02	12:48:58	-0,77	0:17:54	13:06:52			1	
48	0,48	00:14:48	13:03:43	-0,91	0:17:22		13:21:08		1	
49	0,91	00:02:00	13:07:46	-0,84	0:17:59		13:25:21		1	
50	0,12	00:25:13	13:11:17	0,73	0:24:08	14:49:28			1	
51	0,47	00:15:24	14:46:41	0,52	0:22:36		15:09:40		1	
52	0,10	00:47:42	15:34:22	-0,22	0:20:07	15:54:29			1	
53	0,22	00:30:55	16:05:18	0,24	0:21:59	16:27:16			1	
54	0,20	00:33:13	16:38:10	-0,01	0:20:19	16:59:39			1	
55	0,00	00:47:19	16:59:48	-0,05	0:20:07	17:19:36			1	
56	0,70	00:07:20	19:33:09	0,02	0:20:56		19:54:03		1	
57	0,50	00:14:02	19:47:31	-0,21	0:20:56	20:07:20			1	
58	0,24	00:29:02	20:16:13	0,11	0:21:27	20:37:40			1	
59	0,81	00:04:13	20:20:26	0,08	0:21:20		20:44:46		1	
60	0,19	00:34:10	20:34:37	-0,63	0:18:28		21:13:04		1	
61	0,05	00:01:03	20:35:40	0,05	0:24:17		21:20:37		1	
62	0,09	00:05:05	20:45:45	-0,24	0:20:53	20:55:48			1	
63	0,81	00:23:49	22:06:35	0,07	0:21:17	22:30:52			1	
64	0,90	00:02:14	22:11:48	-0,75	0:18:00		22:29:48		1	
65	0,89	00:02:27	22:14:15	0,25	0:22:06		22:36:17		1	
66	0,09	00:50:19	22:04:08	0,06	0:23:56	22:38:18			1	
67	0,52	00:13:18	23:11:46	0,47	0:22:02	23:40:38			1	
68	0,77	00:05:26	23:23:12	0,52	0:22:04		23:46:16		1	
69	0,93	00:01:30	23:24:43	0,30	0:22:32				1	
70	0,18	00:34:58	23:36:40	0,76	0:22:53	00:23:15			1	
71	0,44	00:16:47	01:02:37	0,66	0:23:09		00:40:06		1	

Графічний аркуш №4

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Структура витрат на виконання міжнародного автомобільного перевезення генераторів



Митний пункт пропуску «Краківець», вигляд зверху



Дизельний мобільний генератор



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

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	15	т
2	Довжина маршруту	L	2400	км
3	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{тек}$	90	км/год
4	Час навантаження і розвантаження	$t_{нрр}$	1,36	год
5	Час проходження одного митного пункту	$t_{мит1}$	0,52	год
6	Нульовий пробіг	L_n	1	км
7	Базова витрата пального	$q_{баз}$	22	л/100 км
8	Поправка на зимовий час	$\delta_{зим}$	5	%
9	Норма витрат на тонно-кілометри	$q_{ткм}$	1,5	л/100 т·км
10	Загальна маса вантажу	Q	15,22	т
11	Собівартість перевезення	$S_{перевез}$	67 249,79	грн
12	Плановий прибуток	PRP	10 087,47	грн
13	Повна вартість перевезення з ПДВ	$S_{ПДВ}$	93 203,90	грн
14	Тариф за 1 т вантажу	$T_{тон}$	6122,4	грн/т
15	Тариф за 1 км пробігу	$T_{км}$	38,83	грн/км
16	Витрати на паливо	$Z_{пал}$	35 298,45	грн
17	Витрати на мастильні матеріали	$Z_{маст}$	517	грн
18	Витрати на ТОiP	$Z_{ТОiP}$	2116,80	грн
19	Амортизаційні витрати	A	9600	грн
20	Витрати на шини	$Z_{шин}$	1290,24	грн
21	Накладні витрати	$Z_{накл}$	7789,99	грн
22	Заробітна плата водія	$Z_{вод}$	9737,5	грн
23	Податкові нарахування	$V_{зп}$	1899,81	грн

Вихідні дані для розрахунку техніко-експлуатаційних показників перевезення

№ з/п	Найменування показника	Позначення	Значення	Одиниця виміру
1	Вид вантажу	–	Дизельні генератори	–
2	Кількість генераторів	$n_{ген}$	152	шт.
3	Маса одного генератора (з упаковкою)	$m_{ген}$	98	кг
4	Кількість палет	n_p	19	шт.
5	Маса однієї палети	m_p	17	кг
6	Загальна маса вантажу	Q_ϕ	15,22	т
7	Вантажопідйомність автомобіля	g_n	15	т
8	Довжина маршруту	L	2400	км
9	Технічна швидкість руху автомобіля	$v_{тек}$	90	км/год
10	Час навантаження і розвантаження	$t_{нрр}$	1,36	год
11	Час проходження одного митного пункту	$t_{мит1}$	0,52	год
12	Нульовий пробіг (до місця завантаження)	L_n	1	км
13	Холостий пробіг на маршруті	L_x	10	км
14	Базова витрата пального	$q_{баз}$	22	л/100 км
15	Поправка на зимовий час	$\delta_{зим}$	5	%
16	Норма витрат на тонно-кілометри	–	1,5	л/100 т·км

КРБ 275 07 ГЧ			
Відділ	Відділ	Відділ	Відділ
Розроб	Розроб	Розроб	Розроб
Лист	Лист	Лист	Лист
ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГЕНЕРАТОРІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ			
Лист 4 з 4			
УМІФ зр. Т21-1			
Сторінка 41			