

**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
ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ У ВНУТРІШНЬОМУ СПОЛУЧЕННІ»**

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

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Музикін Михайло Ігорович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ,
кандидат технічних наук, доцент
Леснікова Ірина Юріївна

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**

КОБЕЦУ КИРИЛУ СЕРГІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Організація автомобільних перевезень лікарських засобів у внутрішньому 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

- 3.1Характер вантажу: лікарські засоби (температурочутливі препарати, що вимагають перевезення у режимі 2-8 °С).
- 3.2Маршрут міжміського перевезення: м. Львів – м. Дніпро; загальна відстань: 1030 км.
- 3.3Опорний склад у м. Дніпро: адреса – вул. Панікахи, 2; об'єм вантажу – 100 тонн.
- 3.4Схема міської доставки: розвезення лікарських засобів до 15 лікарень по м. Дніпро

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

- 4.1 Аналіз сучасного стану перевезень лікарських засобів і наукових доробок у цій галузі
- 4.2 Моделювання та проєктування схеми перевезення лікарських засобів
- 4.3 Аналіз функціонування опорного складу як системи масового обслуговування
- 4.4 Розрахунок економічних показників на запроєктованому маршруті

5. Перелік графічного матеріалу

- 5.1 Аналіз сучасного стану перевезень лікарських засобів і наукових доробок у цій галузі
- 5.2 Моделювання та проєктування схеми перевезення лікарських засобів
- 5.3 Аналіз функціонування опорного складу як системи масового обслуговування
- 5.4 Розрахунок техніко-експлуатаційних та економічних показників на запроєктованому маршруті

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 перевезень лікарських засобів і наукових доробок у цій галузі	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Моделювання та проектування схеми перевезення лікарських засобів	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Аналіз функціонування опорного складу як системи масового обслуговування	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Розрахунок економічних показників на запроєктованому маршруті	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)

К. С. Кобець

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

М. І. Музикін

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кобец К.С. Організація автомобільних перевезень лікарських засобів територією України.

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

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена організації автомобільних перевезень лікарських засобів територією України

Проведено аналіз сучасного стану перевезень лікарських засобів і наукових доробок у цій галузі. Змодельовано та спроєктовано схему перевезення лікарських засобів. Проведено аналіз функціонування опорного складу як системи масового обслуговування. Розраховано техніко-експлуатаційні та економічні показники на запроєктованому маршруті.

THE SUMMARY

Kobets K.S. Organization of road transportation of medicines through the territory of Ukraine.

Qualification work bachelor's degree for the educational degree “bachelor” in specialty 275 Transport technologies (in road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The bachelor's qualification work is devoted to the organization of road transportation of medicines through the territory of Ukraine.

The author analyzed the current state of transportation of medicines and scientific achievements in this area. The scheme of transportation of medicines was modeled and designed. An analysis of the functioning of the support warehouse as a mass service system was carried out. The technical, operational and economic indicators on the projected route were calculated.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ І НАУКОВИХ ДОРОБОК У ЦІЙ ГАЛУЗІ	9
1.1 Вплив воєнного стану на обсяги перевезень лікарських засобів	9
1.2 Особливості транспортування лікарських засобів в умовах воєнного стану	18
1.3 Аналіз літературних джерел	21
2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ	24
2.1 Постановка завдання. Схема розміщення аптечних пунктів доставки лікарських засобів	24
2.2 Транспортна характеристика лікарських засобів та умови перевезення	26
2.3 Вибір транспортних засобів і спеціального обладнання	28
2.4 Проєктування маршруту доставки до опорного складу та розрахунок техніко-експлуатаційних показників	41
2.5 Проєктування маршруту розвезення від опорного складу до кінцевого споживача та розрахунок техніко-експлуатаційних показників	46
3. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПОРНОГО СКЛАДУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	50
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ЗАПРОЄКТОВАНОМУ МАРШРУТІ	62
4.1 Визначення економічних показників перевезень до опорного складу	62
4.2 Визначення економічних показників перевезень від опорного складу до кінцевого споживача	70
ВИСНОВКИ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	78
Додаток А. Графічні матеріали	81

					КРБ 275 12 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кабець К.С.			ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ У ВНУТРІШНЬОМУ СПОЛУЧЕННІ		
Перевір.		Музикін М.І.					
Реценз.		Леснікова І.Ю.					
Н. контр.		Музикін М.І.					
Затверд.		Музикін М.І.					
					Літ.	Арк.	Архив
						5	
					УМСФ, ГР. Т21-1		

ВСТУП

В умовах сучасних реалій воєнного стану в Україні забезпечення безперебійного постачання лікарських засобів має надзвичайно важливе значення для підтримки життєдіяльності населення та функціонування медичних установ. Автомобільні перевезення лікарських засобів потребують особливих вимог щодо швидкості, безпечності та відповідності умов транспортування, що обумовлює актуальність дослідження ефективної організації транспортно-логістичних процесів у цій галузі.

Метою дипломної роботи є розроблення раціональної схеми організації автомобільних перевезень лікарських засобів територією України з урахуванням умов воєнного стану та специфіки медичних вантажів.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні завдання:

1. Провести аналіз сучасного стану перевезень лікарських засобів в Україні та вивчити наукові доробки у цій галузі;
2. Здійснити моделювання та проєктування схеми доставки лікарських засобів до аптечних пунктів;
3. Обґрунтувати вибір транспортних засобів і обладнання для забезпечення належних умов перевезення;
4. Змоделювати роботу опорного складу як системи масового обслуговування;
5. Розрахувати техніко-експлуатаційні та економічні показники ефективності перевезень.

Об'єктом дослідження є процес автомобільних перевезень лікарських засобів територією України.

Предметом дослідження є організаційно-технічні рішення щодо моделювання маршрутів доставки лікарських засобів, вибору транспортних засобів, обладнання, та оптимізації логістичних процесів в умовах воєнного стану.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

У ході виконання роботи застосовуються такі методи дослідження: аналіз наукової літератури та статистичних даних, методи математичного моделювання (метод Монте-Карло), розрахунок техніко-економічних показників, порівняльний аналіз варіантів організації перевезень.

Ця кваліфікаційна робота бакалавра присвячена організації автомобільних перевезень лікарських засобів територією України.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІКАРСЬКИХ
ЗАСОБІВ І НАУКОВИХ ДОРОБОК У ЦІЙ ГАЛУЗІ

1.1 Вплив воєнного стану на обсяги перевезень лікарських засобів

Упродовж 2018-2021 років обсяги автомобільних перевезень лікарських засобів по території України залишалися відносно стабільними із тенденцією до помірному зростання. Цей період характеризувався поступовим розвитком фармацевтичного ринку та логістичної інфраструктури: розширювалися дистриб'юторські мережі, відкривалися нові аптечні склади, впроваджувалися ІТ-рішення для відстеження вантажів. За даними Державної служби статистики, у 2019 році спостерігався незначний приріст обсягів вантажоперевезень автомобільним транспортом (в тому числі й медичних вантажів) – на кілька відсотків більше порівняно з 2018 роком. Це відображає загальну позитивну динаміку економіки та зростання споживання медичних товарів у довоєнний час (див. рисунок 1.1) [1].

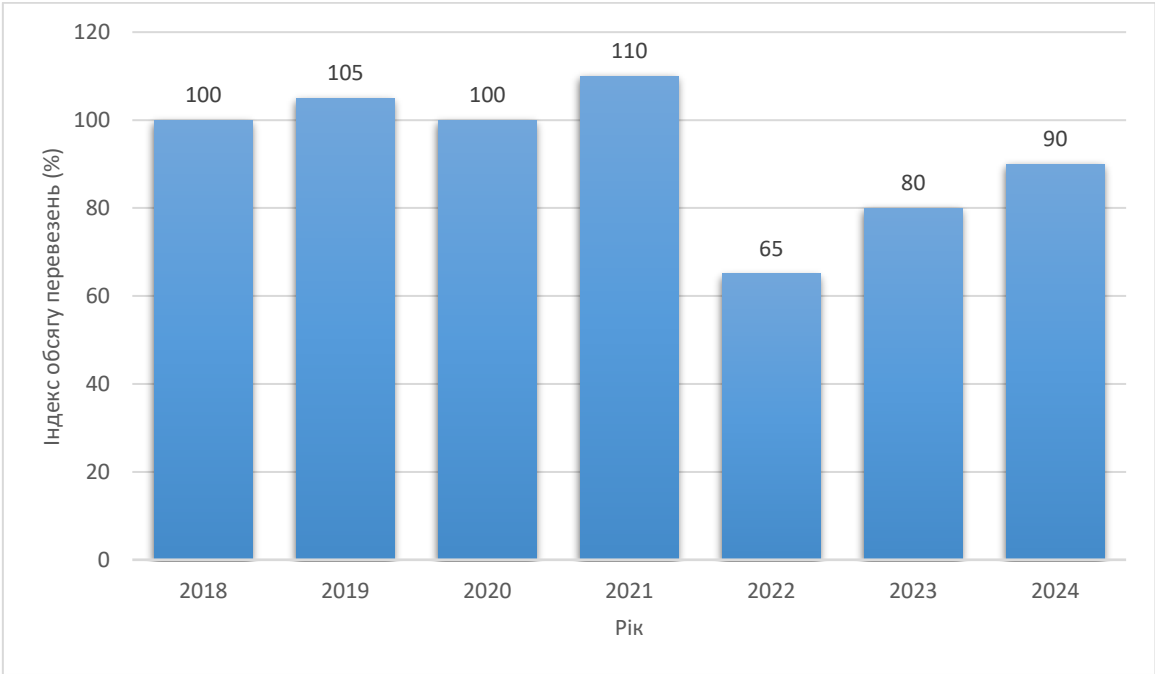


Рисунок 1.1 – Динаміка обсягів перевезення лікарських засобів в Україні за 2018-2024 рр. [1]

Індекс обсягу перевезень (%) – це відносний статистичний показник, який характеризує зміну обсягу вантажних або пасажирських перевезень у певному періоді порівняно з базовим періодом (як правило, попередній рік або вибраний базовий рік). Він дозволяє порівнювати динаміку перевезень у різні роки незалежно від абсолютних значень.

Формула розрахунку індексу обсягу перевезень має вигляд:

$$\text{Індекс (\%)} = \left(\frac{\text{Обсяг перевезень у звітному році}}{\text{Обсяг перевезень у базовому році}} \right) \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

Пояснення:

- Якщо Індекс = 100%, це означає, що обсяг перевезень залишився на рівні базового року.
- Якщо Індекс > 100%, обсяг перевезень зріс.
- Якщо Індекс < 100%, обсяг перевезень зменшився.

Як видно, у 2019 році обсяг перевезень медикаментів дещо зріс (приблизно на 5%), що узгоджується із зростанням фармацевтичного ринку та попиту на ліки. У 2020 році темпи зростання уповільнилися, і було зафіксовано незначне падіння обсягів (на ~5%) порівняно з попереднім роком. Це пояснюється впливом пандемії COVID-19: хоча потреба в окремих медичних товарах (наприклад, засобах індивідуального захисту, антисептиках) різко зросла, логістика стикнулася з карантинними обмеженнями та перебоями.

В результаті у 2020 р. загальний обсяг перевезень лікарських засобів дещо зменшився. Вже у 2021 році ринок відновився – обсяги автомобільних перевезень ліків зросли орієнтовно на 10% проти 2020 р., перевищивши докризовий рівень 2018 року. Цьому сприяли адаптація логістичних компаній до роботи в умовах пандемії, впровадження адресної доставки ліків та поживавлення споживчого попиту на фармпродукцію.

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Повномасштабне воєнне вторгнення Росії в лютому 2022 року та запровадження воєнного стану призвели до суттєвих потрясінь у системі постачання лікарських засобів. Автомобільні перевезення, які є основним способом доставки медикаментів до аптек і лікарень, зазнали різкого спаду у першій половині 2022 року. Причинами стали як пряма загроза для водіїв і транспорту (обстріли, бойові дії), так і руйнування транспортної інфраструктури. За офіційними даними, лише за перші місяці війни в Україні було зруйновано понад 300 мостів та шляхопроводів, пошкоджено дороги державного значення, що ускладнило логістичне сполучення між регіонами. Внаслідок цього в березні-квітні 2022 р. обсяги перевезених вантажів (у тому числі медичних) знизилися на 30-50% проти довоєнного рівня [2].

Зокрема, на початку війни спостерігався дефіцит ліків у багатьох регіонах: за даними МОЗ, станом на березень 2022 р. працювало лише близько 40% аптечних закладів від довоєнної кількості. Логістичні компанії та дистриб'ютори були змушені терміново перебудовувати маршрути: замість звичних складів у Київській, Харківській областях, які опинилися в зоні ризику, функції розподільчих центрів перебрали на себе бази у відносно безпечних західних та центральних регіонах (Львів, Тернопіль, Вінниця тощо) [3].

Для забезпечення населення медикаментами в умовах порушених ланцюгів постачання уряд запровадив низку заходів, зокрема спрощення митних процедур для імпорту ліків та гуманітарних вантажів. Також була дозволена доставка рецептних препаратів через поштові служби (наприклад, «Укрпошта») у віддалені райони, що стало важливим нововведенням воєнного часу [4].

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 1.1 – Обсяг автомобільних перевезень лікарських засобів у воєнний період 2021-2023 рр. [1]

Рік	2021 (база)	2022	2023
Індекс обсягу перевезень (2021 = 100)	100% (1,1 млн.тонн)	65–70% (0,7- 0,8 млн. тонн)	~80% (0,9 млн. тонн)

Як видно з таблиці 1.1, у 2022 році обсяг перевезень лікарських засобів автомобільним транспортом різко впав – орієнтовно до 65-70% від рівня попереднього 2021 року.

Це відповідає загальному спаду вантажопотоку в Україні через війну: за інформацією Держстату, сумарний обсяг перевезених вантажів всіма видами транспорту в 2022 р. скоротився майже на третину. Основний удар припав на другий квартал 2022 р., коли бойові дії охопили максимальну територію країни та порушили традиційні ланцюги постачань. Однак вже починаючи з літа 2022 р. ситуація дещо стабілізувалася. Завдяки адаптації логістики та відкриттю «зелених коридорів» для гуманітарних вантажів вдалося налагодити постачання критично необхідних медикаментів навіть у кризових умовах. Міністерство охорони здоров'я спільно з волонтерськими та міжнародними організаціями створило координаційні центри, через які у прифронтові області доправлялися медичні вантажі конвоями із залученням ДСНС та військової логістики [5].

У 2023 році обсяги автомобільних перевезень ліків в Україні поступово зросли порівняно з найнижчою точкою 2022 р., проте все ще не досягли довоєнного рівня. За оцінками, в 2023 р. обсяг транспортування медикаментів автомобільним транспортом становив близько 80% від базового рівня 2021 року (тобто на ~20% менше довоєнного). Часткове відновлення стало можливим завдяки звільненню частини окупованих територій (що дозволило відновити логістичні маршрути до звільнених міст), а також завдяки розширенню пропускної спроможності західних наземних кордонів для ввезення імпортованих ліків.

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Крім того, збільшився обсяг гуманітарних поставок медикаментів від ВООЗ, ЮНІСЕФ та Червоного Хреста, які доставлялися автотранспортом до регіональних хабів МОЗ. Наприклад, Всесвітня організація охорони здоров'я протягом 2022-2023 рр. доставила в Україну сотні тонн медичних вантажів наземним шляхом, значна частина яких прямувала в прифронтові області. Ці зусилля допомогли поступово скоротити дефіцит ліків у найбільш постраждалих регіонах [6].

V-подібна динаміка обсягів перевезень лікарських засобів у 2021-2023 рр.

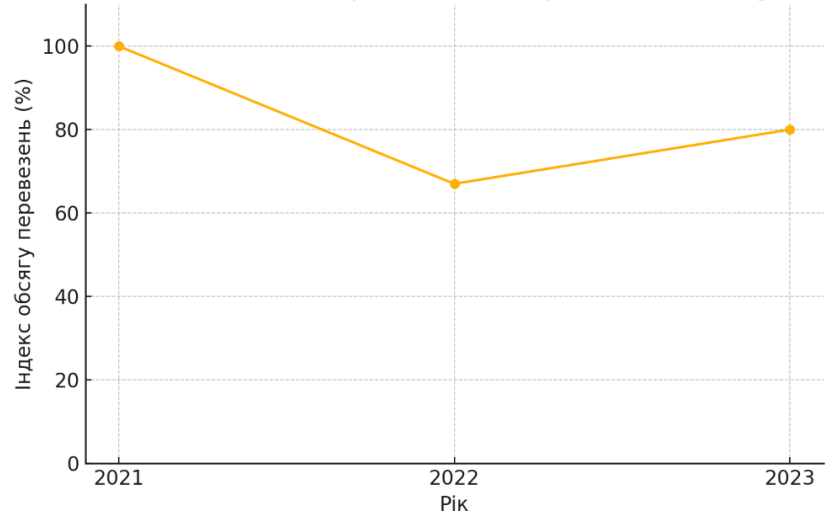


Рисунок 1.2 – Динаміка обсягів перевезення лікарських засобів 2021-2023 рр. [1]

Таким чином на Рис. 1.2 у 2021-2023 рр. можна прослідкувати V-подібну динаміку: різкий спад обсягів перевезень на початку війни та часткове відновлення згодом. Попри збереження активних бойових дій, система постачання ліків пристосувалася до нових умов. Були створені альтернативні маршрути та механізми доставки (зокрема через Польщу та Румунію), а водії та транспортні компанії навчилися працювати з урахуванням факторів безпеки – повітряних тривог, комендантської години тощо. Наприклад, перевезення критичних медикаментів часто здійснювалися в нічний час у колоннах зі супроводом, щоб мінімізувати ризики. Також воєнний стан спонукав до цифровізації процесів: запровадження електронних рецептів і електронних

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ				Арк.
Перевірів	Музикін М.І.							13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

накладних полегшило контроль та облік руху ліків навіть за умов евакуації складів.

Найбільш драматичні зміни в обсягах перевезень лікарських засобів спостерігалися у прифронтових та окупованих регіонах. До цієї зони відносимо, передусім, Донецьку, Луганську, Херсонську, Запорізьку, Миколаївську, частково Харківську області – тобто території, де в 2022-2023 рр. велися активні бойові дії або які перебували під окупацією (див. рисунок 1.3).

Логістичне забезпечення цих регіонів медикаментами було вкрай ускладнене. Регулярні комерційні доставки ліків туди майже повністю припинилися в період інтенсивних бойових дій. Зокрема, уже в березні 2022 р. вантажівки найбільших фармацевтичних дистриб'юторів перестали прямувати до міст, які опинилися на лінії фронту (таких як Маріуполь, Сєвєродонецьк, Попасна). На окупованих територіях (наприклад, в частині Херсонської та Запорізької областей) постачання ліків перейшло в режим гуманітарної підтримки: ліки завозили волонтери під ризиком для життя, або ж постачання частково заміщувалося російськими каналами, що супроводжувалося дефіцитом і значним скороченням асортименту.

За оцінками Міністерства охорони здоров'я, у 2022 році обсяг офіційного постачання лікарських засобів до прифронтових областей скоротився на 70-90% від довоєнного рівня. Це означає, що більшість ліків у цих регіонах доставлялися нерегулярно і в значно менших кількостях [3].

Для порівняння, у відносно безпечних західних областях (Львівській, Івано-Франківській тощо) постачання ліків у 2022 р. збереглося на рівні близько 80-90% від нормального обсягу або навіть зросло через наплив внутрішньо переміщених осіб. Тобто географічна структура перевезень змінилася: частка східних та південних регіонів у загальному обсязі розподілу ліків різко впала, тоді як частка західних регіонів помітно зросла. На рисунку 1.3 схематично показано зміну структури перевезень медикаментів за регіонами до і під час війни.

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ			Арк.
Перевірив	Музикін М.І.						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

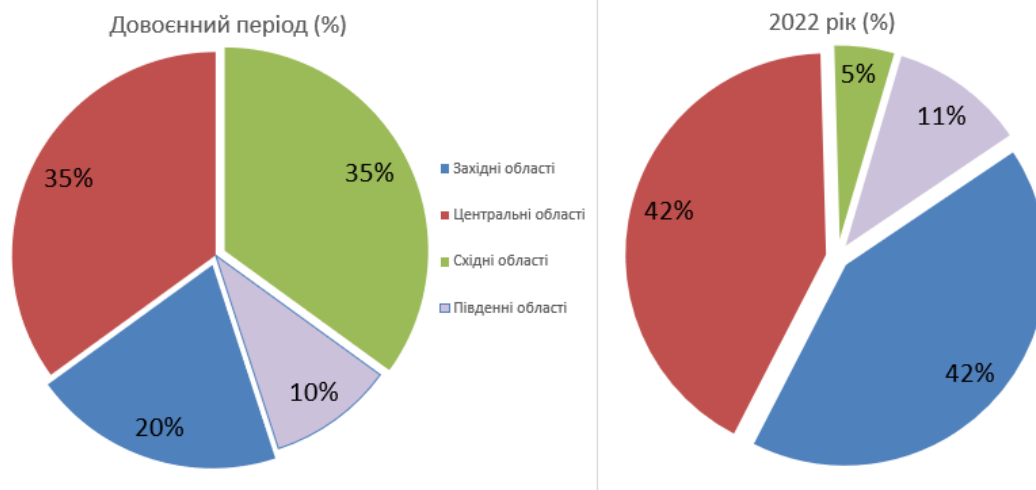


Рисунок 1.3 – Розподіл обсягів автомобільних перевезень ліків за регіонами України [1]

До війни значну частку доставки ліків забезпечували промислово розвинені та густонаселені регіони на Сході та Півдні (зокрема, Харківська, Донецька області – лівий сектор діаграми). У 2022 р. їхній внесок різко скоротився, тоді як Захід і Центр України перебрали на себе основне навантаження з постачання медикаментів. Це видно з розширення сегментів, що відповідають західним областям, на діаграмі праворуч. Така перебудова географії перевезень зумовлена бойовими діями: прифронтові регіони стали кінцевими точками маршруту, куди ліки доставлялися меншими партіями і переважно в рамках гуманітарних місій.

У 2023 році, після деокупації частини територій, постачання ліків у звільнені міста почало відновлюватися. Наприклад, до звільненого Херсона вже в грудні 2022 р. були налагоджені регулярні автомобільні поставки інсулінів, вакцин та інших життєво необхідних препаратів із центрального складу МОЗ.

Подібно, в Харківську область після відступу російських військ восени 2022 р. повернулися великі дистриб'ютори, відновивши постачання до більшості лікарень і аптек області (окрім прифронтової зони на кордоні з РФ). Незважаючи на це часткове поліпшення, ситуація на фронті й надалі визначає логістику: у разі загострення бойових дій доставка знову ускладнюється. Так,

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

влітку 2023 р. під час боїв за Бахмут довозити ліки до прифронтових населених пунктів Донецчини вдавалося лише броньованими автомобілями ДСНС або військової медичної служби. Комерційні перевізники все ще не можуть повноцінно працювати в зонах, де немає безпечних коридорів.

Таблиця 1.2 – Зміна обсягів перевезень ліків у вибраних регіонах України внаслідок війни (оцінка, 2021 р. = 100%) [1]

Регіон	До війни (2018–2021)	2022 р.	2023 р.
Донецька та Луганська обл. (фронт)	~100% (18-20 тис. т)	1,5-2 т (5–10% майже повна зупинка)	2-3 т (~10–15% гуманітарні поставки)
Харківська обл. (прифронтова)	~100%(12-13 тис. т)	4 т (~30% перебої через бойові дії)	8 т (~60% часткове відновлення після деокупації)
Київ та центр України	~100%(25-27 тис. т)	21-22 т (~80% тимчасовий спад на початку війни)	24 т (~90% майже повне відновлення)
Львівська та західні обл.	~100%(18-20 тис. т)	22 т (~110% зросло навантаження через релокацію постачань)	24 т (~120% подальше зростання ролі регіону)

Як показує таблиця 1.2, у Донецькій і Луганській областях, що опинилися в епіцентрі бойових дій, перевезення ліків фактично зупинилися – у 2022 р. тут здійснювалося не більше 510% від нормального довоєнного обсягу постачання. Лише невеликі обсяги надходили у вигляді гуманітарних конвоїв і поставок для військових госпіталів. В 2023 р. ситуація залишалася вкрай важкою (постачання на рівні ~1015% від норми), оскільки значна частина цих територій залишається окупованою або є зоною активних бойових дій.

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірів	Музикін М.І.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для порівняння, Харківська область, яка також сильно постраждала, у 2022 р. отримувала близько 30% від довоєнного обсягу ліків (переважно місто Харків та відносно безпечні райони області). Після звільнення північних районів області восени 2022-го постачання дещо відновилося, і в 2023 р. досягло ~60% від звичайного рівня – значна частина аптек у Харкові відновила роботу, хоча прикордонні громади все ще потерпають від обстрілів і логістика туди обмежена.

Центральні області (наприклад, місто Київ, Дніпропетровська, Полтавська обл.) пережили короточасний спад постачання ліків у перші тижні війни (до ~80% від звичного обсягу), але порівняно швидко відновили логістичні ланцюги. Вже з літа 2022 р. постачання медикаментів у центральний регіон стабілізувалося на ~90% від довоєнного рівня, а у 2023 р. наблизилося до нормального (близько 90-100%). Натомість західні області України (Львівщина, Волинь, Закарпаття тощо) виявилися перевантаженими: через релокацію складів і виробництв, а також приплив переміщених осіб, потік ліків сюди навіть зріс (оцінково на +10% у 2022 р. проти довоєнного). У 2023 р. ця тенденція збереглася – роль Заходу як логістичного хабу для медичних вантажів ще більше зміцнилася (постачання перевищує довоєнне ~на 20%).

Станом на початок 2024 року воєнний стан в Україні продовжує діяти, і активні бойові дії на Сході й Півдні все ще впливають на логістику. Обсяги автомобільних перевезень лікарських засобів залишаються нижчими за довоєнні, проте є тенденція до поступового відновлення. Згідно з оперативними даними, у першому кварталі 2024 р. обсяги перевезень ліків зросли на кілька відсотків порівняно з аналогічним періодом 2023 р.. Це свідчить про поступову адаптацію системи постачання: логістичні компанії налагодили більш стійкі маршрути, накопичено запас досвіду роботи в умовах війни.

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1.2 Особливості транспортування лікарських засобів в умовах воєнного стану

Введення воєнного стану в Україні кардинально змінило умови транспортування лікарських засобів. Стали необхідними нові логістичні рішення, які враховують підвищені ризики, безпекові вимоги та особливості роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Основною проблемою транспортування медикаментів стали бойові дії, обстріли транспортних артерій, мінування доріг та загроза повітряних атак. Для доставки лікарських засобів у прифронтові регіони почали використовувати броньовані автомобілі, а також здійснювати супровід гуманітарних вантажів силами Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) та Збройних сил України. Важливою вимогою стало погодження маршрутів перевезень з місцевими військовими адміністраціями та врахування комендантської години і системи повітряних тривог (див. рисунок 1.5).

Перевезення лікарських засобів вимагає дотримання спеціальних температурних режимів, особливо для таких груп препаратів, як вакцини, інсуліни, препарати крові. Тому значно зросла роль рефрижераторних транспортних засобів та використання ізотермічних контейнерів. Недотримання умов температурного режиму могло призвести до втрати ефективності медикаментів, що було критичним у кризових умовах (див. рисунок 1.4) [7].

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

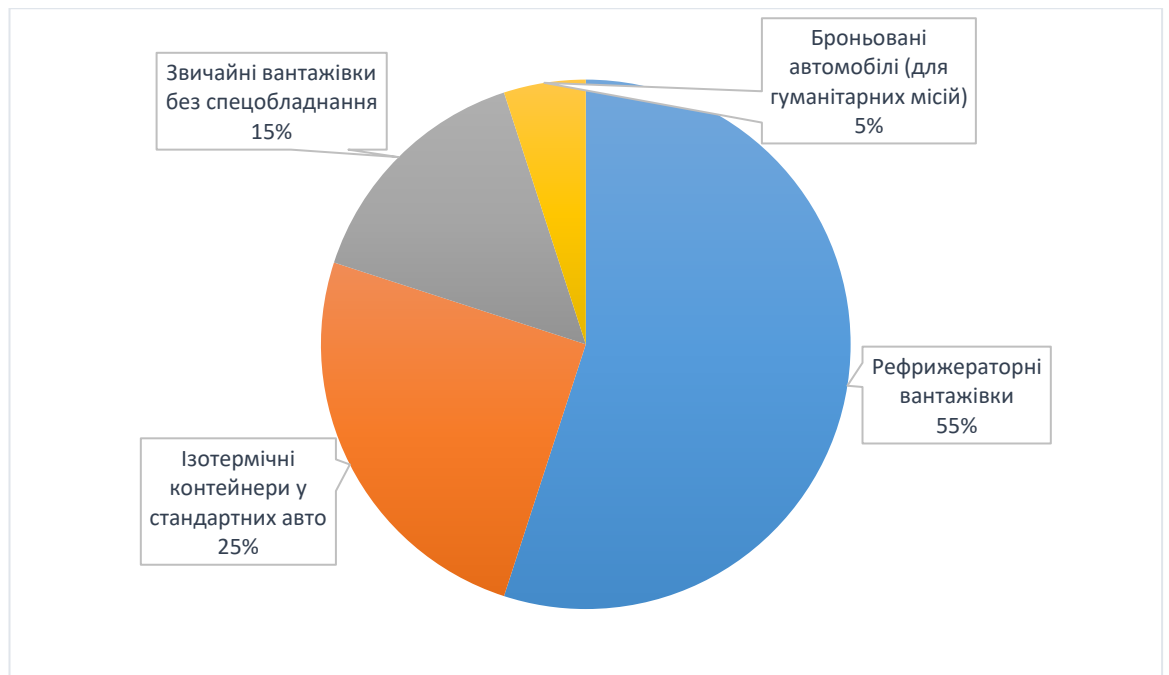


Рисунок 1.4 – Розподіл типів транспорту для перевезення ліків у 2022–2023 рр.

- Основний акцент під час війни був на використанні рефрижераторів для підтримки температурного режиму.
- Ізотермічні контейнери широко використовувалися у випадках відсутності спеціалізованих автомобілів.
- Звичайні вантажівки застосовувалися переважно у відносно безпечних регіонах.
- Броньовані автомобілі застосовувалися для доставки у прифронтові райони в рамках гуманітарних місій.

З початком війни були запроваджені «зелені коридори» для доставки гуманітарних вантажів, у тому числі лікарських засобів. Особливістю стало значне залучення поштових операторів («Укрпошта», «Нова Пошта») до доставки рецептних і безрецептурних препаратів у віддалені райони, де традиційна аптечна мережа припинила роботу. Відбулася також централізація складів лікарських засобів у безпечніших регіонах західної та центральної України для подальшої оперативної доставки.

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед головних викликів можна виділити нестачу пального в окремі періоди 2022 року, високі ризики втрати вантажу в зонах активних бойових дій, складність координації логістичних маршрутів через постійні зміни безпекової ситуації. Доставка до прифронтових районів часто відбувалася партіями невеликого обсягу, що збільшувало логістичні витрати.

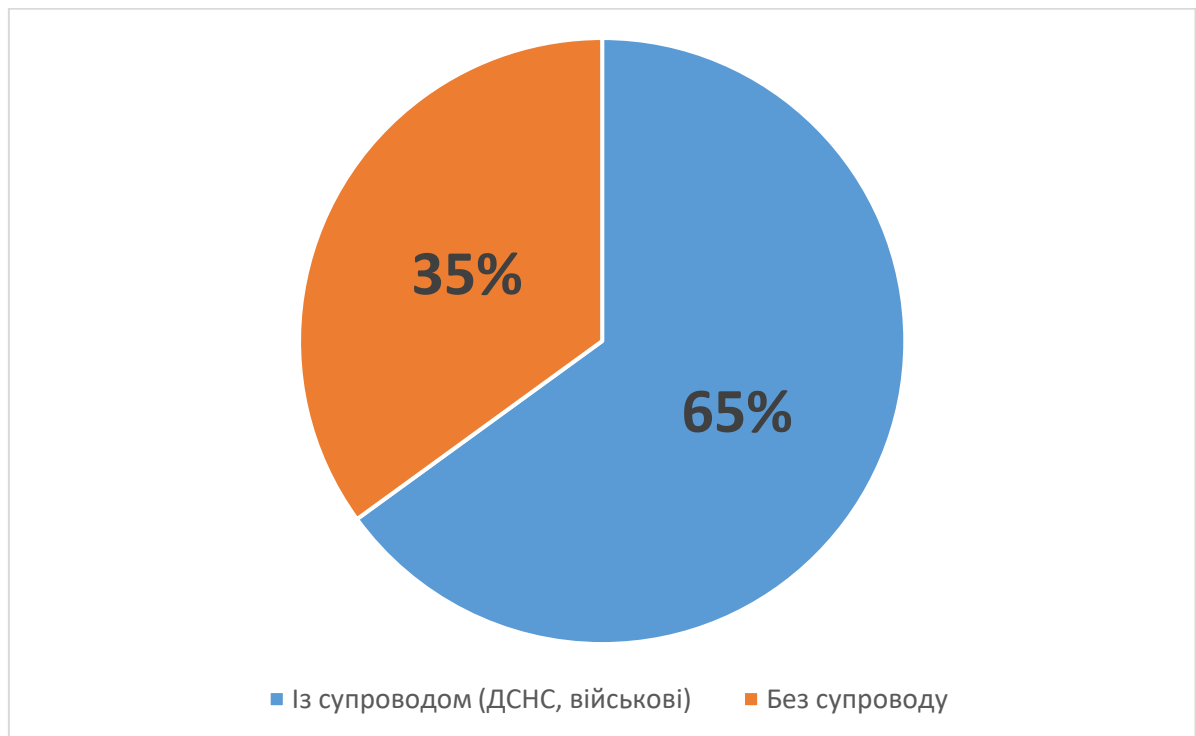


Рисунок 1.5 – Розподіл доставки лікарських засобів до прифронтових районів із супроводом (ДСНС, військові) та без супроводу

Для вирішення проблем транспортування були впроваджені мобільні аптеки, які забезпечували доставку ліків у сільські райони та прифронтові громади. Широке впровадження електронних накладних дозволило прискорити оформлення вантажів та зменшити бюрократичні затримки. МОЗ створив стратегічні запаси лікарських засобів на спеціалізованих складах, що дозволяло забезпечити оперативну доставку у випадку загострення бойових дій у певному регіоні.

Таким чином, особливості транспортування лікарських засобів в умовах воєнного стану вимагають комплексного підходу, який включає адаптацію

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортних засобів, гнучке планування маршрутів, дотримання умов зберігання препаратів та тісну взаємодію між державними органами, гуманітарними організаціями та приватними перевізниками. Ці заходи дозволяють мінімізувати ризики для здоров'я населення навіть в умовах активних бойових дій.

1.3 Аналіз літературних джерел

Теоретико-методичні та прикладні аспекти розвитку ринку лікарських засобів, зокрема рослинного походження, висвітлені у працях таких вітчизняних і зарубіжних учених, як О. Березін, С. Гарна, Т. Мірзоева, Ю. Никитюк, Б. Семак, О. Тихонов, А. Швець та інших науковців.

В роботі [8] проаналізовано сучасний стан і тенденції розвитку зовнішньої торгівлі лікарською рослинною сировиною. Виявлено основні закономірності та еколого-економічні особливості розвитку зовнішньої торгівлі на вітчизняному ринку лікарської рослинної сировини. Визначено показники динаміки експорту та імпорту на ринку лікарської рослинної сировини України, а також їх товарна та географічна структура. Запропоновано еколого-економічні заходи стимулювання розвитку зовнішньої торгівлі лікарською рослинною сировиною.

У методичному посібнику [9] представлено навчальний матеріал практичних занять з дисципліни «Організація та економіка фармації». Відповідно до навчального плану студенти вивчають правила торгівлі лікарськими засобами, правила виписування рецептів на лікарські засоби і виробу медичного призначення в Україні, алгоритм таксування та обліку вартості лікарських засобів, виготовлених в аптеці, порядок відпуску ліків з аптечної мережі, організацію системи контролю за якістю лікарських засобів на всіх рівнях

У навчальному посібнику [10] викладаються сучасні аспекти управління транспортними послугами різних видів транспорту. Розглянута організація

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

надання транспортних послуг для різних галузей, у тому числі й для фармацевтичної промисловості.

Статтю [11] присвячено розкриттю особливостей перевезень різними видами транспорту в умовах воєнного стану. Визначено переваги та недоліки вантажних перевезень різних видів транспорту. Проаналізовано види послуг вантажоперевезень: експорт, імпорт, транзит, внутрішні перевезення. Зазначено, що зменшення кількості вантажних перевезень, безоплатне перевезення внутрішньо переміщених осіб, військових та гуманітарних вантажів, а також різке зростання ціни на паливо та ракетні удари по цивільній енергетичній інфраструктурі призвели до вимушеного підвищення тарифів на послуги вантажних перевезень. Запропоновано покращення послуг вантажних перевезень, які можливо виконати в умовах війни.

У наступній статті [12] проаналізовано специфіку транспортування лікарських засобів у міжнародному контексті. Особливу увагу приділено вимогам до температурного режиму, умовам зберігання та безпеки під час перевезення. У роботі розглядаються національні та міжнародні нормативно-правові акти, що регулюють перевезення лікарських засобів, включаючи стандарти належної дистриб'юторської практики (GDP) та вимоги до транспортування фармацевтичної продукції. У статті підкреслено важливість дотримання встановлених стандартів для забезпечення якості та ефективності лікарських засобів при їх доставці до кінцевого споживача.

У статті «Логістика доставки фармацевтичних препаратів» [13], зроблено аналіз сучасного стану логістики транспортування лікарських засобів в Україні та порівнюють його з практиками країн Європейського Союзу. У роботі розглянуто обсяги перевезень, складську логістику та структуру собівартості логістичних послуг, зокрема за 2022 рік. Підкреслено, що в Україні автомобільний транспорт є основним засобом доставки лікарських засобів, тоді як у країнах ЄС ширше використовуються повітряні та морські перевезення. Зазначено, що вартість логістичних послуг на одиницю товару в Європі є втричі меншою, ніж в Україні, що свідчить про більш ефективну

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

організацію логістичних процесів у країнах ЄС. Для підвищення ефективності логістики в Україні рекомендовано впровадити інноваційні технології, такі як термоізововані контейнери для збереження якості лікарських засобів та використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів доставки. Також підкреслюється важливість розвитку інфраструктури та застосування концепцій «lean logistics», «green logistics» та «agile logistics» для зниження витрат та підвищення якості логістичних послуг.

Метою дослідження [14] є аналіз впливу повномасштабного вторгнення росії на ринок автомобільних вантажних перевезень в Україні, визначення можливостей посилення конкурентних переваг автоперевізників та напрямів їх подальшого розвитку. У дослідженні використано проблемно-орієнтований, абстрактно-логічний методи, а також методи аналізу, синтезу та узагальнення. Результати дослідження показали, що український ринок автомобільних вантажних перевезень є достатньо висококонкурентним, проте на ньому негативно відобразилися воєнні дії, що призвели до руйнування транспортної інфраструктури, скорочення ВВП, економічної кризи, інфляції. Сьогодні пропозиція послуг на ринку автомобільних вантажних перевезень перевищує платоспроможний попит, що змушує автоперевізників шукати напрями посилення своїх конкурентних переваг. Визначено, що до них належить підвищення рівня сервісу, розширення асортименту послуг, активне використання різних методів збуту та просування у межах формування маркетингової діяльності на ринку, налагодження та індивідуалізація відносин з клієнтами. В умовах блокади морських портів, закриття повітряного простору України автомобільний транспорт володіє найкращими шансами для подальшого відновлення своїх довоєнних показників функціонування за рахунок мобільності та гнучкості при перевезенні вантажів.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

2.1 Постановка завдання. Схема розміщення аптечних пунктів доставки лікарських засобів

Метою даної кваліфікаційної роботи є організація ефективної транспортно-логістичної схеми доставки лікарських засобів з міста Львів, де вантажі пройшли митне оформлення, до опорного складу в місті Дніпро, а також подальша доставка препаратів до 15 лікарень у межах міста Дніпро (див. рисунок 2.1).

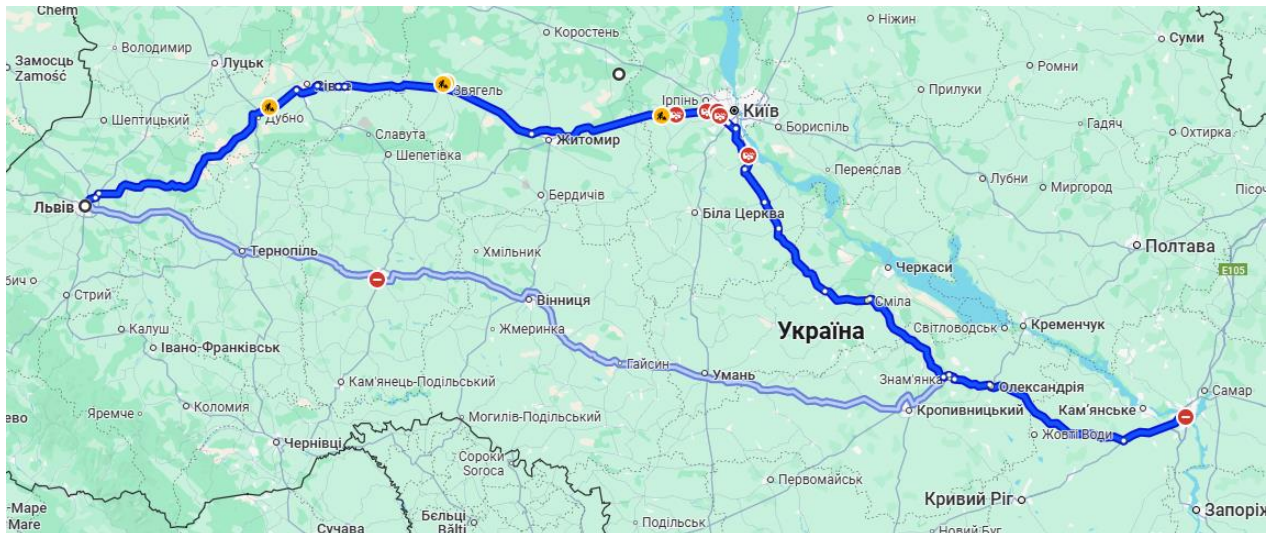


Рисунок 2.1 – Схематичне зображення маршруту транспортування лікарських засобів із Львова до Дніпра

Обсяг лікарських засобів для транспортування становить 100 тонн. З урахуванням специфіки вантажу (лікарські засоби, що потребують дотримання температурного режиму) необхідно забезпечити безпечне, оперативне та безперервне перевезення з дотриманням усіх вимог до перевезення фармацевтичної продукції в умовах воєнного стану.

Схема організації перевезення передбачає два основних етапи:

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевезення територією України лікарських засобів із Львова до опорного складу в місті Дніпро;
- внутрішньоміське розвезення вантажу з опорного складу до 15 лікарень у місті Дніпро.

При плануванні маршруту враховуються особливості безпеки транспортування в умовах воєнного стану, зокрема вибір найбільш безпечних та ефективних шляхів руху, мінімізація часу перебування у зонах потенційного ризику, дотримання температурних режимів на всіх етапах транспортування (див. рисунок 2.2).

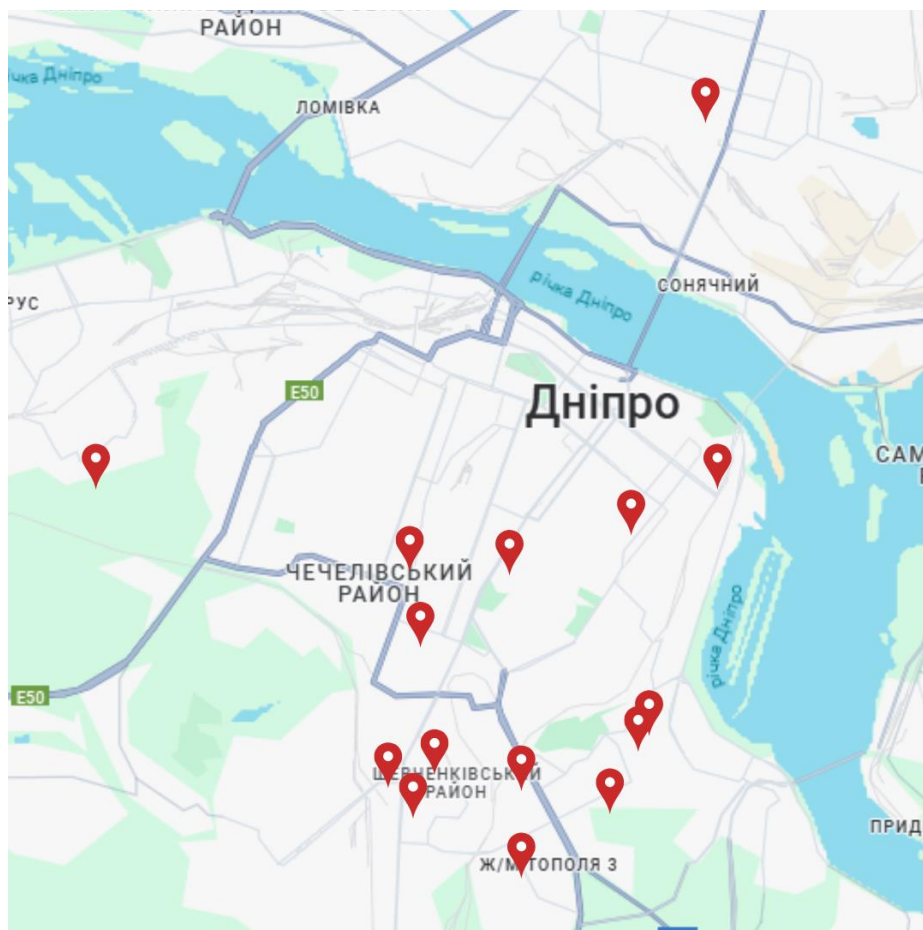


Рисунок 2.2 – Схема розподілу лікарських засобів від опорного складу до лікарень у місті Дніпро

Для доставки планується використання спеціалізованих рефрижераторних вантажівок, які забезпечать необхідний температурний

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

режим перевезення. На етапі розподілу лікарських засобів у межах міста Дніпро передбачено залучення менших за обсягом ізотермічних транспортних засобів для швидкої доставки препаратів без порушення умов зберігання.

У подальших підрозділах буде розглянуто характеристику вантажу, вибір транспортних засобів, проектування оптимального маршруту перевезення та розрахунок техніко-експлуатаційних показників перевезення лікарських засобів за заданим напрямком.

Вихідні дані для подальшого розрахунку:

1. Відстань транспортування від міста Львів до міста Дніпро (опорний склад) – 1 030 км.
2. Опорний склад розташовано за адресою: м. Дніпро, вул. Панікахи, 2.
3. Внутрішньоміське розвезення лікарських засобів здійснюється до 15 лікарень (схема подана на рисунку 2.2).
4. Загальна вага вантажу зі Львова до Дніпра – 100 тонн.
5. Орієнтовна вага, що доставляється до кожної лікарні в межах міста – 6,5 тонни.

2.2 Транспортна характеристика лікарських засобів та умови перевезення

Лікарські засоби, що підлягають транспортуванню за маршрутом Львів – Дніпро, належать до спеціалізованих вантажів, які потребують суворого дотримання вимог до перевезення через їхню чутливість до навколишніх умов. Залежно від типу лікарських засобів, умови їхнього транспортування можуть значно відрізнятися.

Лікарські засоби можна класифікувати за умовами транспортування на такі основні групи [7]:

1. Препарати, що потребують холодового ланцюга (температурний режим від $+2^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$). Це, перш за все, вакцини, інсуліни, біопрепарати, які можуть втратити свою ефективність або стати небезпечними при порушенні температурного режиму.

Виконав	Кодець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ			Арк.
Перевірів	Музикін М.І.						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2. Препарати, що потребують помірного режиму (від +15°C до +25°C).
До цієї категорії належить більшість таблетованих, капсульних і сиропних форм препаратів, які є менш чутливими до температурних коливань, але все ще потребують стабільних умов транспортування та захисту від прямих сонячних променів.
3. Спеціальні групи лікарських засобів – наркотичні, психотропні препарати, які окрім температурних вимог потребують посиленого контролю та безпеки під час транспортування.

Перевезення лікарських засобів регламентується національними та міжнародними стандартами, такими як ДСТУ EN 13011:2013 та рекомендації GDP (Good Distribution Practice) [15]. Згідно з цими стандартами, лікарські засоби мають перевозитися за допомогою спеціалізованого транспорту, що обладнаний:

- системами підтримки температурного режиму (рефрижераторні установки, ізотермічні контейнери);
- датчиками контролю температури та вологості, які забезпечують постійний моніторинг умов;
- системами сигналізації для оперативного реагування у випадку відхилення від встановлених параметрів;
- обладнанням для захисту від вібрацій, ударів і інших механічних впливів.

Особлива увага приділяється також пакуванню лікарських засобів. Вони повинні бути упаковані в герметичні контейнери або спеціалізовані пакувальні матеріали, які забезпечують їхню цілісність, ізоляцію від зовнішніх впливів, а також зручність при вантажно-розвантажувальних роботах (див. рисунок 2.3).

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірів	Музикін М.І.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.3 – Ізотермічні контейнери з індикаторами температури

З урахуванням зазначених умов, ключовим аспектом при організації транспортування є підготовка персоналу. Водії та інші відповідальні працівники повинні пройти спеціальне навчання щодо поводження з лікарськими засобами, правил завантаження і розвантаження, а також дій у разі виникнення непередбачуваних ситуацій (наприклад, поломка обладнання або відхилення від температурного режиму).

Дотримання всіх цих вимог забезпечує збереження ефективності лікарських засобів, їхню безпеку для пацієнтів та відповідність нормативним вимогам на всіх етапах транспортування.

2.3 Вибір транспортних засобів і спеціального обладнання

Для забезпечення ефективної організації перевезення лікарських засобів на міжміському маршруті Львів – Дніпро доцільно провести аналітичну оцінку та порівняльний аналіз найбільш поширених конфігурацій вантажних автопоїздів. Такий підхід дозволяє обґрунтовано обрати транспортний засіб, який забезпечить оптимальне поєднання вантажопідйомності, паливної економічності та відповідності санітарно-гігієнічним вимогам до перевезення фармацевтичної продукції.

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На сучасному ринку вантажних перевезень для транспортування температурно чутливих вантажів (зокрема медичних препаратів) найчастіше використовуються такі типові зв'язки тягач + напівпричіп:

1. Scania R450 [16] з напівприцепом-рефрижератором Kögel Cool [17].
2. Volvo FH13 [18] з ізотермічним напівприцепом-рефрижератором Krone [19].
3. Mercedes-Benz Actros [20] з ізотермічним напівприцепом-рефрижератором Schmitz Cargobull [21].

Для обґрунтування вибору транспортного комплексу, який буде використовуватись у межах цього проекту, далі наведено порівняльну таблицю техніко-експлуатаційних характеристик зазначених автопоїздів, а також виконано додаткові розрахунки витрат пального, коефіцієнтів корисної дії та економічної доцільності застосування кожної моделі (див. таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняння техніко-експлуатаційних характеристик популярних зв'язок тягач + напівпричіп [16-21]

Параметр	Scania R450 + Kögel Cool	Volvo FH13 + Krone	Mercedes-Benz Actros + Schmitz Cargobull
1	2	3	4
Марка тягача	Scania R450	Volvo FH13	Mercedes-Benz Actros
Тип напівпричепа	Рефрижератор Kögel Cool	Термофургон Krone	Ізотермічний рефрижератор Schmitz
Повна маса автопоїзда, т	40	39	40
Вантажопідйомність, т	22	21	22
Об'єм кузова, м³	86	85	86

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Середня витрата пального, л/100 км	32	33	31
Об'єм паливного бака, л	1000	950	1050
Діапазон підтримуваної температури, °С	−25 ... +25	−20 ... +20	−30 ... +30

Ця таблиця демонструє, що зв'язка Mercedes-Benz Actros із рефрижератором Schmitz має найменшу витрату пального, максимальний температурний діапазон та найкращий баланс між вантажопідйомністю й паливною ефективністю, що і стало підставою для її вибору в даному проєкті.

Щоб остаточно обґрунтувати вибір, проведемо розрахунок витрат пального на маршруті Львів – Дніпро (1030 км). Припустимо, що автомобілі рухаються без затримок і з повним завантаженням.

Scania R450 + Kögel Cool:

- Витрата пального: 32 л/100 км
- Відстань: 1030 км
- Загальні витрати пального = $\frac{32 \cdot 1030}{100} = 329,6$ л.

Volvo FH13 + Krone:

- Витрата пального: 33 л/100 км
- Відстань: 1030 км
- Загальні витрати пального = $\frac{33 \cdot 1030}{100} = 339,9$ л.

Mercedes-Benz Actros + Schmitz Cargobull:

- Витрата пального: 31 л/100 км
- Відстань: 1030 км
- Загальні витрати пального = $\frac{31 \cdot 1030}{100} = 319,3$ л.

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, обрана зв'язка Mercedes-Benz Actros + Schmitz Cargobull забезпечує найменші витрати пального і є найбільш економічно доцільною для виконання далекомагістрального рейсу.

Для організації міжміських перевезень фармацевтичної продукції за маршрутом Львів – Дніпро було прийнято рішення використовувати сидельний тягач Mercedes-Benz Actros у зв'язці з ізотермічним напівпричепом-рефрижератором Schmitz Cargobull. Вибір даної автопоїздної комбінації зумовлений її високою вантажною спроможністю, можливістю стабільного підтримання заданої температури під час транспортування, а також ефективним показником витрати пального на тривалих маршрутах. Основні технічні параметри транспортного засобу наведено у таблицях 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики сідлового тягача Mercedes-Benz Actros [20]

Параметр	Значення
Колісна формула	4x2
Потужність двигуна	430–510 к.с. (залежно від моделі)
Тип двигуна	Дизельний, Euro 5 або Euro 6
Об'єм двигуна	10,7 – 12,8 л
Трансмісія	Автоматизована (Mercedes PowerShift)
Максимальна маса автопоїзда	до 40 тонн
Витрата пального (з вантажем)	28–34 л / 100 км
Запас ходу без дозаправки	до 1500 км
Система безпеки	ESP, ABS, Active Brake Assist, Lane Assist
Додаткові функції	GPS-навігація, адаптивний круїз-контроль
Комфорт кабіни	Кабіна GigaSpace/StreamSpace, кондиціонер, спальне місце

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівпричепа Schmitz Cargobull (рефрижератор S.KO COOL) [21]

Параметр	Значення
Стандартна довжина	13,6 м
Внутрішня ширина	2,45–2,46 м
Внутрішня висота	2,65 м
Корисний об'єм кузова	85–90 м³
Кількість європалет	до 33 шт.
Допустима вантажопідйомність	до 24 тонн
Загальна маса автопоїзда	~40 тонн
Матеріал кузова	Сандвіч-панелі типу FERROPLAST
Теплоізоляція (λ)	~0,33 Вт/м²·К
Тип холодильної установки	Автономна (Schmitz S.CU / Carrier / TK)
Діапазон робочих температур	від -20°C до +30°C
Додаткове оснащення	Електронний контроль температури, GPS

Ізольований кузов Schmitz забезпечує стабільність температурного режиму при мінімальних енерговитратах. В напівпричепі реалізовано систему моніторингу температури і телематики TrailerConnect, яка відстежує стан холодильної установки та параметри вантажу в реальному часі. Це особливо важливо для фармацевтичної продукції: підтримується неперервний холодовий ланцюг, а всі коливання температури фіксуються і документуються відповідно до вимог належної дистрибутивної практики (GDP). На рис. 2.4 - 2.5 показаний зовнішній та внутрішній вигляд сідлового тягача Mercedes-Benz Actros.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд сідлового тягача Mercedes-Benz Actros обраного для здійснення перевезення [20]



Рисунок 2.5 – Внутрішній вигляд (кабіна) сідлового тягача Mercedes-Benz Actros обраного для здійснення перевезення [20]

Холодильна установка напівпричепа може працювати в діапазоні температур $+2...+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (стандартний режим для вакцин і більшості ліків), а за потреби – підтримувати заморожений режим до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для термолабільних препаратів, плазми тощо). В причепі можливе зонування простору (мультитемпературний режим) для різних груп препаратів, хоча зазвичай фармацевтичний вантаж перевозять при єдиній стабільній температурі.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Внутрішні стінки фургона виконані з ударостійкого пластику або алюмінію, підлога – з антиковзкого алюмінієвого профілю з рейками для кріплення вантажу. На рис. 2.6 – 2.7 показано зовнішню та внутрішню будову типового рефрижераторного напівпричепа: добре видно гладкі ізольовані стіни та направляючі рейки для фіксації вантажу.



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд напівпричепа Schmitz Cargobull [21]



Рисунок 2.7 – Вигляд всередині напівпричепа Schmitz Cargobull [21]

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті Astros з рефрижератором оптимально відповідає вимогам міжміських фармацевтичних перевезень: великий об'єм і вантажопідйомність, підтримання температури та контроль умов транспортування в режимі реального часу.

Для реалізації міського етапу доставки лікарських засобів у межах м. Дніпро було розглянуто два найбільш уживані типи середньотоннажних рефрижераторних автомобілів вантажопідйомністю до 10 тонн, які широко застосовуються в аптечній дистрибуції – Mercedes-Benz Atego 1218 з холодильним обладнанням Carrier (див. рисунок 2.8) [22] та MAN TGL 10.220 з холодильником марки Thermo King (див. рисунок 2.9) [23].



Рисунок 2.8 – Вантажний автомобіль Mercedes-Benz Atego 1218 (рефрижератор) [22]

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.9 – Вантажний автомобіль MAN TGL 10.220 (рефрижератор)
[23]

Обидва транспортні засоби належать до класу міських або дистрибуційних вантажівок, мають компактні габарити, екологічні двигуни стандарту Euro VI та оснащені сучасними холодильними установками для підтримки температурного режиму в межах 2-8 °С. Водночас конструктивні особливості, паливна ефективність та зручність експлуатації можуть відрізнятися. З метою обґрунтування оптимального вибору транспортного засобу проведено порівняльний аналіз їхніх технічних характеристик (див. таблицю 2.4).

Таблиця 2.4 – Порівняння технічних характеристик автомобілів Mercedes-Benz Atego 1218 та MAN TGL 10.220

Характеристика					Mercedes-Benz Atego 1218	MAN TGL 10.220				
1					2	3				
Повна маса, т					11.99	10				
Тип приводу					4x2	4x2				
Виконав		Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ					Арк.
Перевірив		Музикін М.І.								36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 2.4

1	2	3
Потужність двигуна, кВт	130	162
Екологічний стандарт	Euro VI	Euro VI
Довжина, м	8,5	8,2
Ширина, м	2,5	2,5
Висота, м	3,3	3,2
Власна маса, т	5	3,5
Споживання пального, л/100 км	19	22
Об'єм паливного бака, л	250	240

Як видно з таблиці, обидві моделі відповідають вимогам до міського перевезення фармацевтичних товарів, однак Mercedes-Benz Atego має більшу вантажопідйомність та нижчі витрати пального, що позитивно впливає на собівартість доставки. Хоча MAN TGL оснащений потужнішим двигуном і має меншу споряджену масу, це не є визначальними перевагами в умовах експлуатації в міському циклі з частими зупинками.

Для підтвердження економічної доцільності вибору Atego виконаємо розрахунок витрат пального на умовному маршруті протяжністю 480 км (розвезення у 15 точок з поверненням на склад).

Mercedes-Benz Atego 1218:

- Витрата пального: 19 л/100 км
- Відстань: 480 км
- Загальні витрати пального = $\frac{19 \cdot 480}{100} = 91$ л.

MAN TGL 10.220:

- Витрата пального: 22 л/100 км
- Відстань: 480 км
- Загальні витрати пального = $\frac{22 \cdot 480}{100} = 100$ л

Виконав	Кабач К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, Mercedes-Benz Atego споживає на 9,6 літра менше пального. За середньої вартості дизеля 55 грн/л це дає економію 528 грн на кожному рейсі.

З урахуванням технічних і економічних показників, більш доцільним для реалізації розвезення лікарських засобів по м. Дніпро є застосування автомобіля Mercedes-Benz Atego 1218. Він забезпечує оптимальне поєднання вантажопідйомності, паливної ефективності та можливості роботи в умовах щільної міської інфраструктури.

Для розвезення медикаментів по м. Дніпро та постачання в лікарні міста обрано середньотоннажний вантажний автомобіль Mercedes-Benz Atego з рефрижераторним фургоном, оснащеним холодильником марки Carrier. Таке рішення забезпечує маневреність в умовах міської забудови та підтримання холодового ланцюга на “останній милі” доставки.

Організація вантажних операцій та вибір тари є критично важливими для збереження якості лікарських засобів під час транспортування. У нашому логістичному ланцюгу використовуються такі рішення:

1. Палетне завантаження (європалети) для міжміського перевезення. Вантаж зі Львова до Дніпра формується на стандартних європалетах (EPAL) розміром 1200×800×144 мм. Такі палети виготовлені з міцної деревини, їхня власна маса ~25 кг, а вантажопідйомність – до 1500 кг. Палетування забезпечує стандартизацію місць вантажу, швидке виконання навантаження/розвантаження автонавантажувачем та безпечне укладання коробок з ліками. У стандартний 13,6-метровий напівпричіп входить 32-33 європалети одним ярусом. Медикаменти на палетах додатково обгортаються термоусадочною плівкою та стрепінг-стрічками для фіксації. Рис. 2.10 демонструє фрагмент палет із клеймом EPAL – гарантією відповідності стандарту.

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірів	Музикін М.І.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.10 – Європалети (EPAL), що використовуються для перевезення лікарських засобів

Використання європалет в фармацевтичній логістиці сприяє ефективному заповненню об'єму рефрижератора і рівномірному розподілу ваги. До того ж, стандартизація палет дозволяє точно прогнозувати розміщення товару і уникнути «порожніх» зон, де може порушуватися циркуляція холодного повітря. Палети сумісні з більшістю складських стелажів та підйомників у дистрибуційних центрах лікарень (див. рисунок 2.11).

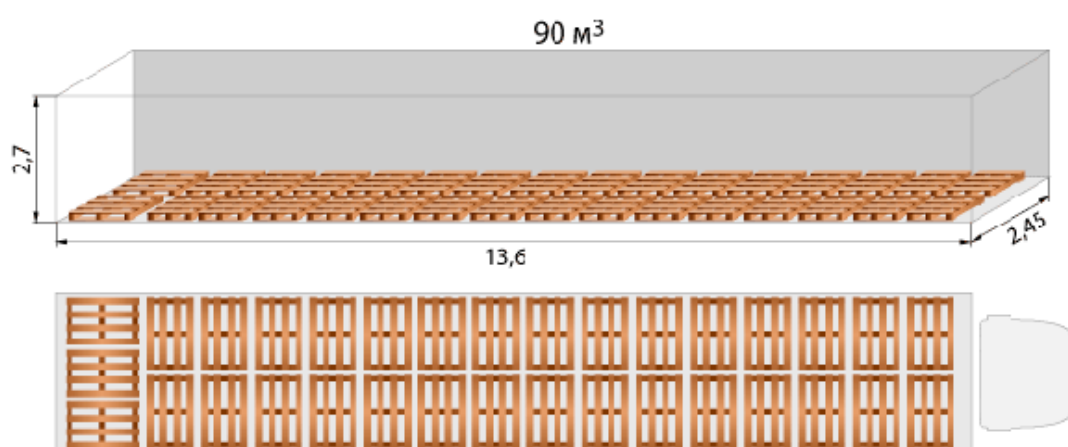


Рисунок 2.11 – Схема завантаження напівпричепа Schmitz Cargobull палетами типу «Європалета» (800×1200 мм)

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вантажний відсік напівпричепа Schmitz Cargobull дозволяє розміщення до 33 стандартних європалет у конфігурації «1-1-1», що забезпечує ефективне використання площі та об'єму кузова. Така схема дозволяє зберігати впорядкованість товару, зручність доступу до окремих вантажних місць під час часткового розвантаження, а також мінімізує ризики пошкоджень упаковки. Крім того, завантаження із дотриманням модульної схеми спрощує фіксацію вантажу та дозволяє підтримувати належні санітарно-гігієнічні умови, що є критично важливим при перевезенні фармацевтичної продукції.

2. Пасивні термоконтейнери для внутрішньоміської доставки (приклад зображений на малюнку 2.3). На етапі розвезення по Дніпру, коли обсяг окремого відправлення менший і можливі часті відкривання кузова, застосовуються переносні термоконтейнери з пасивним охолодженням. Це спеціальні ізотермічні коробки (об'ємом від декількох до ~50 літрів), всередині яких за допомогою холодкових акумуляторів (gel packs, PCM-панелей) підтримується необхідна температура без активного охолодження. Приміром, для вакцин використовуються портативні контейнери, що забезпечують режим +2...+8°C протягом 12 і більше годин. Існують також високоефективні моделі з вакуумною ізоляцією, які здатні утримувати температуру в заданому діапазоні до 80 годин – їх доцільно застосовувати при довгому циклі доставки або ненадійному електропостачанні на шляху.

Пасивні термоконтейнери завантажуються охолодженими медикаментами прямо на складі у Львові (при температурі +5°C, наприклад), після чого закриваються і пломбуються.

Під час транспортування у рефрижераторі вони додатково знаходяться у холодному середовищі, а при кінцевій доставці – підтримують температуру препарату навіть якщо кузов відкритий. Перевага пасивного охолодження – відсутність ризику відмови механізмів: температура утримується за рахунок високої теплоємності акумуляторів холоду та ізоляції, тож препарат постійно захищений незалежно від зовнішніх умов. Це створює резерв безпеки і дає

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

змогу «закрити» розриви холодового ланцюга при перевантаженнях або затримках.

Недолік – обмежений час дії та додатковий об’єм/вага упаковки, але для міської дистрибуції (кілька годин) такі контейнери цілком ефективні.

2.4 Проєктування маршруту доставки до опорного складу та розрахунок техніко-експлуатаційних показників

Для подальшого визначення економічної ефективності перевезень, необхідно розрахувати основні техніко-експлуатаційні показники на маршруті доставки лікарських засобів з міста Львів до опорного складу в місті Дніпро схема маршруту наведена на рисунку 2.1. Нижче наведено вихідні дані, на основі яких будуть виконані відповідні розрахунки.

Вихідні дані:

1. Вантаж – лікарські засоби (загальний обсяг партії: 100 тонн);
2. Напрямок перевезення – Львів → Дніпро (опорний склад);
3. Вантажопідйомність одного автомобіля – 22 т;
4. Загальний об’єм перевезення – 100 т;
5. Довжина маршруту – 1 030 км;
6. Технічна швидкість – 60 км/год;
7. Час навантаження – 0,3 год;
8. Час розвантаження – 0,2 год;
9. Довжина 1-го нульового пробігу (подача до точки навантаження) – 7 км;
10. Коефіцієнт використання вантажопідйомності – 0,9.

Визначення часу простою під навантажування і розвантажування одного транспортного засобу за один оборот на маршруті:

$$t_{nav,roz} = (t_{nav} + t_{roz}), \quad (2.1)$$

$$t_{нав-розв} = (0,3 + 0,2) = 0,5 \text{ год}$$

Виконав		Кодець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час руху одного транспортного засобу за один оборот по маршруту:

$$t_{ryh} = 2 \cdot \frac{L_m}{v_{teh}}, \quad (2.2)$$

де, L_m – довжина маршрутів;

v_{teh} – технічна швидкість транспортного засобу.

$$t_{рух} = \frac{1030}{60} = 17,16 \text{ год}$$

Час обороту на маршруті:

$$t_{ob.m} = t_{nav roz} + t_{ryh}, \quad (2.3)$$

$$t_{об.м} = 0,5 + 17,16 = 17,66 \text{ год}$$

Час, що визначається на виконання нульового пробігу:

$$\Sigma t_{0 prob} = \frac{2 \cdot L_{0.prob.1}}{v_{teh}}, \quad (2.4)$$

$$\Sigma t_{0 проб} = \frac{2 \cdot 7}{60} = 0,23 \text{ год}$$

де $L_{0.prob.1}$ – Час 1-го нульового пробігу при подачі транспортного засобу на маршрут.

Кількість обертів одного автомобіля за час роботи на маршруті умовно приймаємо 1 оберт. Це рішення обґрунтовано такими міркуваннями:

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Перевезення здійснюється на великій відстані (у нашому випадку 1030 км в один бік, 2060 км – оберт), що потребує значного часу на виконання одного рейсу.
- Згідно з попередніми розрахунками, повний цикл одного оберту включає в себе: час руху, час на навантаження та розвантаження, оформлення документів, нульовий пробіг та можливі простої. Сумарна тривалість таких операцій перевищує 17 годин.
- З урахуванням встановленої тривалості зміни (12 годин або близько 20 годин при рейсовому графіку), один водій фізично не може виконати більше одного повного оберту в рамках одного робочого дня без перевищення допустимих нормативів праці.
- У зв'язку з цим, для цілей проектування логістичної схеми розрахунок виконано на основі одного оберту на добу на кожен автомобіль.

Визначення кількості автомобілів для перевезення необхідного об'єму вантажу:

$$N_{av} = \frac{Q}{Q_{1.av.m}}, \quad (2.5)$$

$$N_{av} = \frac{100}{20} = 5$$

$$N_{av} = 5 \text{ автомобілів}$$

Інтервал руху автомобілів на маршруті:

$$I_{am} = \frac{t_{ob.m}}{N_{av}}, \quad (2.6)$$

$$I_{am} = \frac{17,66}{5} = 3,53 \text{ год}$$

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Визначення загального навантаженого пробігу всіх транспортних засобів маршруту:

$$\Sigma L_{nav} = Z_M \cdot N_{av} \cdot L_m, \quad (2.7)$$

$$\Sigma L_{nav} = 1 \cdot 5 \cdot 1030 = 5150 \text{ км}$$

Визначення загального холостого пробігу всіх транспортних засобів на маршруті:

$$\Sigma L_{hol.1} = N_{av} \cdot (2 \cdot L_{0.prob.1}), \quad (2.8)$$

$$\Sigma L_{hol.1} = 5 \cdot (2 \cdot 7) = 70 \text{ км}$$

$$\Sigma L_{hol.2} = Z_M \cdot N_{av} \cdot (L_{0.prob.1}), \quad (2.9)$$

$$\Sigma L_{hol.2} = 1 \cdot 5 \cdot (70) = 350 \text{ км}$$

де $L_{0.prob.2}$ – довжина холостого пробігу на маршруті.

$$\Sigma L_{hol} = \Sigma L_{hol.1} + \Sigma L_{hol.2}, \quad (2.10)$$

$$\Sigma L_{hol} = 70 + 350 = 420 \text{ км}$$

Коефіцієнт використання пробігу за зміну:

$$\beta = \frac{\Sigma L_{nav}}{\Sigma L_{nav} + \Sigma L_{hol}}, \quad (2.11)$$

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\beta = \frac{5150}{5150 + 420} = 0,92$$

Визначення виконаної за зміну транспортної роботи:

$$P = Q \cdot L_m, \quad (2.12)$$

$$P = 100 \cdot 1030 = 103\,000 \text{ т/км}$$

де Q – обсяг перевезення.

Середній час в наряді розраховується за такою формулою:

$$t_{nar_{ser}} = \frac{\sum L_{nav} + \sum L_{hol}}{v_{teh} \cdot N_{av}} + Z_M \cdot t_{nar_{roz}}, \quad (2.13)$$

$$t_{nar_{ser}} = \frac{5150 + 420}{60 \cdot 5} + 1 \cdot 0,5 = 19,06 \text{ год}$$

Продуктивність автомобілів на маршруті:

$$W_{1.av} = \frac{P}{N_{av} \cdot t_{nar_{ser}}}, \quad (2.14)$$

$$W_{1.av} = \frac{103\,000}{5 \cdot 19,06} = 1080,79 \text{ т км/год}$$

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.5 – Результати розрахунку техніко-експлуатаційних показників маршруту доставки до опорного складу

№	Найменування показника	Значення
1	2	3
1	Час простою під навантажування і розвантажування	0,5 год.
2	Час руху одного транспортного засобу за один оборот по маршруту	17,16 год.
3	Час обороту на маршруті	17,66 год.
4	Час нульового пробігу	0,23 год.
5	Кількість обертів за зміну	1 оберт
6	Обсяг перевезення одним авто	20 тонн
7	Кількості автомобілів для перевезення необхідного об'єму вантажу	5 автомобілів
8	Інтервал руху автомобілів на маршруті	3,53 год.
9	Загальний навантажений пробігу всіх транспортних засобів маршруту	5 150 км.
10	Загальний холостий пробігу всіх транспортних засобів	420 км.
11	Коефіцієнт використання пробігу за зміну	0,92
12	Транспортна робота	103 000 т./км.
13	Середній час в наряді	19,06 год.
14	Продуктивність автомобілів на маршруті	1080,79 т км./год.

2.5 Проєктування маршруту розвезення від опорного складу до кінцевого споживача та розрахунок техніко-експлуатаційних показників

На цьому етапі розглядається організація внутрішньоміської доставки лікарських засобів від опорного складу, що розташований у місті Дніпро, до 15 медичних закладів-одержувачів. Основною метою є визначення техніко-

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

експлуатаційних параметрів маршруту, включаючи обсяги перевезень, довжину маршрутів, кількість транспорту, пробіг і коефіцієнти використання.

Доставка лікарських засобів по місту здійснюється із залученням окремого транспортного засобу на кожен маршрут. Така схема дозволяє уникнути змішування вантажів, забезпечити оперативність постачання та дотримання логістичних і фармацевтичних вимог (температурний режим, контроль транспорту, час доставки тощо).

Вихідні дані для розрахунку:

1. Кількість маршрутів (точок доставки): 15 лікарень;
2. Кількість транспортних засобів: 15 одиниць (по 1 на маршрут);
3. Вантаж, що перевозиться одним автомобілем: 6,7 тонни лікарських засобів;
4. Загальний пробіг усіх 15 транспортних засобів: 480 км; довжина маршрутів є індивідуальною для кожного автомобіля залежно від розташування лікарні.

Визначення загального навантаженого пробігу всіх транспортних засобів маршруту:

$$\sum L_{nav} = \frac{L_m}{2}, \quad (2.15)$$

де, L_m – загальний пробіг усіх 15 транспортних засобів.

$$\sum L_{nav} = \frac{480}{2} = 240 \text{ км}$$

Визначення загального холостого пробігу всіх транспортних засобів на маршруті:

$$\sum L_{hol} = N_{av} \cdot (2 \cdot L_{0,prob.1}), \quad (2.16)$$

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де, N_{av} – кількість транспортних засобів на маршруті;

$L_{0,prob.1}$ – відстань нульового пробігу.

$$\Sigma L_{hol} = 15 \cdot (2 \cdot 7) = 210 \text{ км}$$

Коефіцієнт використання пробігу за зміну:

$$\beta = \frac{\Sigma L_{nav}}{\Sigma L_{nav} + \Sigma L_{hol}}, \quad (2.17)$$

$$\beta = \frac{240}{240 + 210} = 0,53$$

Визначення виконаної за зміну транспортної роботи:

$$P = Q \cdot L_m, \quad (2.18)$$

$$P = 100 \cdot 240 = 24\,000 \text{ т/км}$$

де Q – обсяг перевезення.

Середній час в наряді розраховується за такою формулою:

$$t_{nar_{ser}} = \frac{\Sigma L_{nav} + \Sigma L_{hol}}{v_{teh} \cdot N_{av}} + Z_M \cdot t_{nar_{roz}}, \quad (2.19)$$

$$t_{nar_{ser}} = \frac{240 + 210}{60 \cdot 15} + 1 \cdot 0,3 = 0,8 \text{ год}$$

Продуктивність автомобілів на маршруті:

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$W_{1.av} = \frac{P}{N_{av} \cdot t_{nar_{ser}}}, \quad (2.20)$$

$$W_{1.av} = \frac{24000}{15 \cdot 0,8} = 2000 \text{ т км/год}$$

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку техніко-експлуатаційних показників від опорного складу до кінцевого споживача

№	Найменування показника	Значення
1	Час простою під навантажування і розвантажування	0,3 год.
7	Кількості автомобілів для перевезення необхідного об'єму вантажу	15 автомобілів
9	Загальний навантажений пробігу всіх транспортних засобів маршруту	240 км.
10	Загальний холостий пробігу всіх транспортних засобів	210 км.
11	Коефіцієнт використання пробігу за зміну	0,53
12	Транспортна робота	24 000 т./км.
13	Середній час в наряді	0,8 год.
14	Продуктивність автомобілів на маршруті	2000 т км./Год.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

3. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПОРНОГО СКЛАДУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

На даному етапі дослідження розглянуто роботу опорного складу лікарських засобів у місті Дніпро з позиції системного аналізу. Об'єкт аналізу – багатоканальна система обслуговування, де одиницею обслуговування виступає окремий транспортний засіб, що прибуває на склад для завантаження медикаментами.

Відповідно до вхідних даних, тривалість процесу завантаження одного автомобіля становить у середньому 0,2 години (12 хвилин). Цей показник описується експоненціальним розподілом, що дозволяє змодельовати функціонування складу як відкритої багатоканальної системи масового обслуговування з чергою.

Основними передумовами для побудови моделі є такі характеристики:

- постійний і рівномірний потік прибуття автомобілів;
- випадкова природа інтервалів між прибуттям заявок;
- незалежність подій прибуття та обслуговування;
- стаціонарність інтенсивності обслуговування протягом зміни.

Аналіз системи проводиться для типової 12-годинної зміни (720 хвилин), протягом якої фіксується загальне навантаження на склад. Завдання моделювання – визначити продуктивність системи за різної кількості паралельно працюючих каналів (постів завантаження) та оцінити вплив черги на загальний час перебування заявки в системі [24].

Моделювання та обчислення ймовірнісних характеристик системи масового обслуговування здійснювалися з використанням табличного процесора MS Excel, що дало змогу провести серію експериментів з варіацією параметрів потоку заявок і кількості каналів обслуговування.

У якості базового сценарію розглянуто модель із трьома каналами обслуговування, кожен з яких представляє окремий завантажувальний пункт складу. На рисунку 3.1 представлено принцип роботи такої багатоканальної

Виконав		Кабець К.С.				КРБ	275	12	ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.								50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

системи, де демонструється механізм формування черги та розподілу заявок між вільними каналами.

Схема, зображена на рисунку 3.1, відображає типову багатоканальну відкриту систему масового обслуговування із трьома паралельними каналами (Т1-Т3) та кількома етапами обробки заявок (А1-А3), що відповідають основним логістичним стадіям на території складу.

- Розшифровка позначень, використаних на схемі 3.1:
- А1 – зона очікування заявки (в'їзд на територію складу).
 - А2 – зона реєстрації заявки (ідентифікація авто, внесення в систему черговості).
 - А3 – буферна черга (очікування у випадку зайнятості всіх завантажувальних постів).
 - Т1, Т2, Т3 – завантажувальні пости (канали обслуговування), що працюють паралельно. Тут здійснюється безпосереднє завантаження лікарських засобів у транспортні засоби.

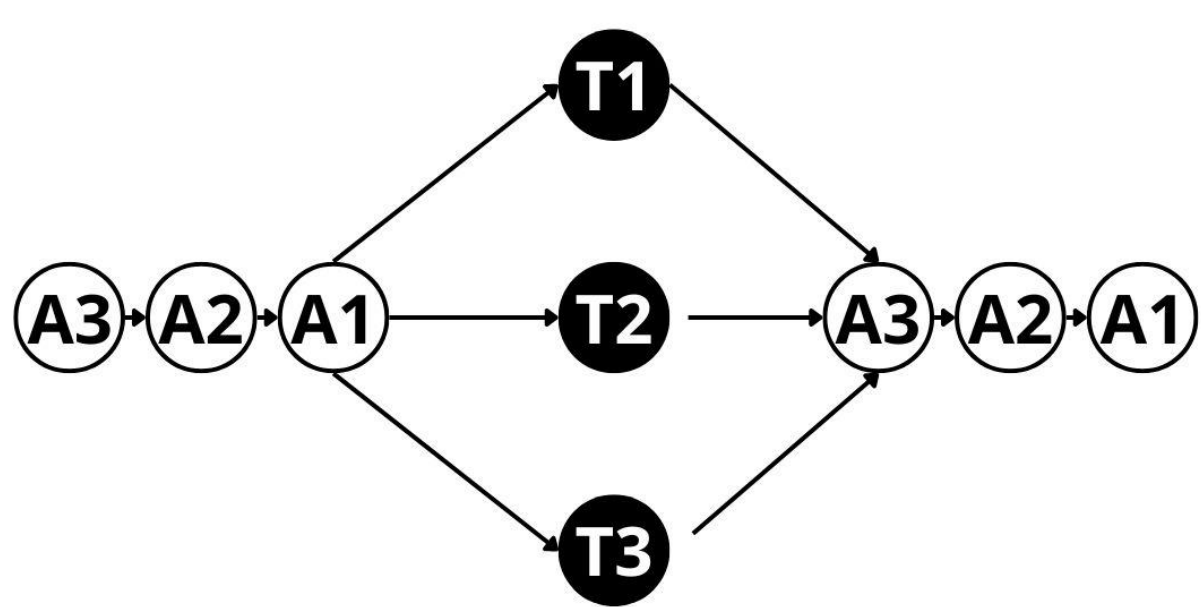


Рисунок 3.1 – Схема функціонування багатоканальної відкритої СМО для завантаження лікарських засобів

Процес роботи системи включає наступні стадії:

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Реєстрація заявки при прибутті транспортного засобу на територію складу.
2. Очікування в черзі у разі зайнятості всіх каналів.
3. Переміщення до вільного завантажувального поста.
4. Завантаження лікарських засобів (тривалість 0,2 год).
5. Завершення обслуговування та виїзд транспортного засобу зі складу.

Час між надходженням двох послідовних заявок приймається випадковим і описується експоненціальним законом. Завантаження транспортного засобу здійснюється із фіксованим середнім часом – 0,2 год. Для оцінки ефективності роботи складу, у кваліфікаційній роботі застосовується імітаційне моделювання методом Монте-Карло [25]. У рамках розрахункового експерименту було змодельовано роботу складу протягом 12 годин з фіксацією кількості обслуговуваних транспортних засобів, тривалості простою в черзі, середнього часу перебування в системі та рівня завантаженості кожного каналу.

Усі вхідні параметри для моделі узгоджено з результатами попередніх розділів. Подальші розрахунки виконуються на основі трьох послідовних симуляцій, результати яких зведено в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

λ	Δt	$T_{\max}$	σ
3 авт./год.	0,2 год.	12 години	10 хв.

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 $T_1+0,2=0+0,2=0,2=12$ хв. В лічильник обслуговуваних заявок записуємо одиницю.

Моменти знаходження наступних заявок знайдемо за формулою:

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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

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

Можливі значення t_1 розраховуємо за формулою:

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

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln \cdot r_i) \div 24 = \left(\frac{1}{3}\right) (-\ln \cdot r_i) \cdot \frac{1}{24} = \frac{3}{24} (-\ln \cdot r_i) = 0,12(-\ln \cdot r_i)$$

Враховуючи, що за умовою завдання $\lambda=3$, отримаємо $t_1 = 0,12(-\ln \cdot r_i)$.

Таблиця 3.2 – Випробування №1

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
									Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
1 випробування										
1			0:00:00			00:00:00			1	
2	0,43	00:17:02	0:17:02	0,26	0:14:33	00:31:35			1	
3	0,73	00:06:24	0:23:26	0,33	0:15:18		00:38:44		1	
4	0,79	00:04:48	0:28:14	-0,34	0:08:38			00:36:52	1	
5	0,46	00:15:40	0:43:55	-0,61	0:05:52	00:49:47			1	
6	0,74	00:05:58	0:49:53	1,51	0:27:08	01:17:01			1	
7	0,81	00:04:20	0:54:13	-1,03	0:01:43		00:55:56		1	
8	0,50	00:13:56	1:08:09	-0,25	0:09:27		01:17:36		1	
9	0,65	00:08:34	1:16:42	1,07	0:22:43			01:39:25	1	
10	0,56	00:11:32	1:28:14	0,50	0:17:00	01:45:15			1	
11	0,09	00:47:56	2:16:10	0,32	0:15:14	02:31:24			1	
12	0,80	00:04:30	2:20:40	0,91	0:21:08		02:41:48		1	
13	0,90	00:02:12	2:22:52	0,93	0:21:17			02:44:09	1	
14	0,02	01:20:56	3:43:48	1,00	0:22:01	04:05:48			1	
Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ					Арк.
Перевірив	Музикін М.І.									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
15	0,70	00:07:04	3:50:51	1,16	0:23:36		04:14:28		1	
16	0,07	00:53:07	4:43:58	-0,11	0:10:52	04:54:51			1	
17	0,22	00:30:07	5:14:06	-0,53	0:06:42	05:20:48			1	
18	0,95	00:00:59	5:15:05	0,38	0:15:47		05:30:51		1	
19	0,44	00:16:26	5:31:31	0,36	0:15:34	05:47:04			1	
20	0,63	00:09:06	5:40:36	0,36	0:15:37		05:56:13		1	
21	0,63	00:09:11	5:49:47	1,01	0:22:07	06:11:54			1	
22	0,20	00:32:35	6:22:22	0,76	0:19:37	06:41:59			1	
23	0,23	00:29:39	6:52:01	-0,40	0:08:02	07:00:03			1	
24	0,68	00:07:36	6:59:36	-0,21	0:09:53		07:09:29		1	
25	0,44	00:16:23	7:16:00	0,64	0:18:26	07:34:26			1	
26	0,97	00:00:41	7:16:41	0,02	0:12:13		07:28:53		1	
27	0,60	00:10:17	7:26:58	1,71	0:29:07			07:56:05	1	
28	0,43	00:16:39	7:43:37	0,91	0:21:09	08:04:46			1	
29	0,67	00:07:58	7:51:36	0,54	0:17:26		08:09:02		1	
30	0,84	00:03:32	7:55:08	2,12	0:33:10					1
31	0,93	00:01:33	7:56:40	0,65	0:18:31			08:15:12	1	
32	0,06	00:54:41	8:51:22	2,78	0:39:48	09:31:10			1	
33	0,45	00:16:01	9:07:22	-0,74	0:04:36		09:11:58		1	
34	0,40	00:18:31	9:25:53	-0,68	0:05:12		09:31:05		1	
35	0,86	00:12:59	9:38:52	-0,16	0:10:24	09:49:16			1	
36	0,62	00:40:00	10:18:52	-0,09	0:11:07	10:29:58			1	
37	0,18	02:22:39	12:41:30	-1,11	0:00:53	12:42:24				
СТОП							Всього		34	1

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

1. Перша заявка

Випадкове число: $r_1 = 0,43$

Час надходження заявки: $T_1 = 0:17:02$

Час обслуговування: $t^1 = 00:14:33$

Час завершення обслуговування:

$$T_{end}^1 = T^1 + t^1 = 0:17:02 + 00:14:33 = 00:31:35$$

2. Друга заявка

Час надходження: $T_2 = 00:23:26$

Час обслуговування: $t_2 = 00:15:18$

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ				Арк.
Перевірив	Музикін М.І.							54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$T_{end}^2 = T^2 + t^2 = 00:23:26 + 00:15:18 = 00:38:44$$

3. Третя заявка

Час надходження: $T_3 = 00:28:14$

Час обслуговування: $t_3 = 00:08:38$

$$T_{end}^3 = T^3 + t^3 = 00:28:14 + 00:08:38 = 00:36:52$$

4. Остання заявка

Час надходження: $T_{37} = 12:41:30$

Оскільки час надходження перевищує межі 12 години, заявка не враховується.

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

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

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

Із першої таблиці, знаходимо, що за 12 год. Надійшло 35 заявка; обслужено $x_1 = 34$ заявок.

Виконавши аналогічно ще 2 випробування (див. табл. 4.3 – 4.4), одержимо:

$$x_1 = 34, x_2 = 35, x_3 = 34.$$

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

$$a = x = (34+35+34) / 3 = 34.$$

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

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
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,30	00:23:59	0:23:59	0,10	0:13:02	00:37:01			1	
3	0,54	00:12:18	0:36:17	0,47	0:16:44		00:53:01		1	
4	0,55	00:12:05	0:48:21	0,62	0:18:13	01:06:34			1	
5	0,91	00:01:56	0:50:18	0,10	0:13:00			01:03:18	1	
6	0,51	00:13:37	1:03:55	-0,19	0:10:04		01:13:58		1	
7	0,87	00:02:40	1:06:35	-0,53	0:06:42	01:13:17			1	
8	0,94	00:01:12	1:07:47	0,52	0:17:11			01:24:58	1	
9	0,09	00:47:53	1:55:40	0,34	0:15:23	02:11:02			1	
10	0,75	00:05:53	2:01:33	-0,30	0:09:01		02:10:33		1	
11	0,69	00:07:30	2:09:02	-0,15	0:10:30			02:19:33	1	
12	0,94	00:01:09	2:10:11	0,95	0:21:28					1
13	0,30	00:24:01	2:34:12	0,88	0:20:49	02:55:01			1	
14	0,92	00:01:37	2:35:49	0,23	0:14:19		02:50:08		1	
15	0,22	00:30:36	3:06:25	-0,78	0:04:13	03:10:38			1	
16	0,68	00:07:50	3:14:15	-0,60	0:06:00	03:20:15			1	
17	0,34	00:21:43	3:35:58	0,08	0:12:49	03:48:47			1	
18	0,34	00:21:34	3:57:31	-0,54	0:06:34	04:04:05			1	
19	0,52	00:12:59	4:10:30	0,36	0:15:34	04:26:04			1	
20	0,93	00:01:24	4:11:54	-0,97	0:02:15		04:14:10		1	
21	0,92	00:01:45	4:13:39	-0,61	0:05:54			04:19:33	1	
22	0,69	00:07:34	4:21:13	-0,82	0:03:50		04:25:03		1	
23	0,80	00:04:23	4:25:36	-0,56	0:06:26		04:32:02		1	
24	0,45	00:16:11	4:41:47	-0,34	0:08:38	04:50:25			1	
25	0,13	00:41:20	5:23:07	0,94	0:21:25	05:44:32			1	
26	0,82	00:03:56	5:27:03	0,90	0:20:58		05:48:00		1	
27	0,32	00:22:35	5:49:38	-0,04	0:11:35	06:01:13			1	
28	0,57	00:11:23	6:01:01	0,62	0:18:12		06:19:13		1	
29	0,57	00:11:09	6:12:10	0,60	0:18:00	06:30:10			1	
30	0,07	00:53:36	7:05:45	0,39	0:15:52	07:21:37			1	
31	0,23	00:29:01	7:34:46	0,10	0:12:58	07:47:44			1	
32	0,20	00:31:56	8:06:42	-0,82	0:03:51	08:10:33			1	
33	0,56	00:11:31	8:18:13	0,73	0:19:16	08:37:29			1	
34	0,24	00:28:53	8:47:06	-0,01	0:11:53	08:58:59			1	
35	0,51	00:55:59	9:43:05	0,54	0:17:25	10:00:30			1	
36	0,49	00:59:22	10:42:26	-0,47	0:07:19	10:49:46			1	
37	0,41	01:13:26	11:55:53	0,93	0:21:21	12:17:13			1	
38	0,08	03:35:31	15:31:23	0,15	0:13:31	15:44:54				
СТОП							Всього		35	1
ав	Кадець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ						Арк.
іриб	Музикін М.І.									56
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

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
3 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,24	00:28:16	0:28:16	0,25	0:14:28	00:37:01			1	
3	0,98	00:00:19	0:28:35	-0,19	0:10:06		00:53:01		1	
4	0,71	00:06:50	0:35:25	0,94	0:21:24	01:06:34			1	
5	0,55	00:11:47	0:47:13	0,80	0:20:00			01:03:18	1	
6	0,34	00:21:48	1:09:01	0,76	0:19:34		01:13:58		1	
7	0,97	00:00:37	1:09:37	-0,93	0:02:44	01:13:17			1	
8	0,52	00:13:05	1:22:42	-0,88	0:03:10			01:24:58	1	
9	0,62	00:09:32	1:32:14	-0,26	0:09:25	02:11:02			1	
10	0,21	00:31:26	2:03:41	0,48	0:16:50		02:10:33		1	
11	0,93	00:01:25	2:05:05	0,18	0:13:45			02:19:33	1	
12	0,54	00:12:18	2:17:24	0,48	0:16:49					1
13	0,33	00:22:02	2:39:26	0,29	0:14:55	02:55:01			1	
14	0,63	00:09:07	2:48:32	0,99	0:21:55		02:50:08		1	
15	0,99	00:00:10	2:48:43	-0,25	0:09:29	03:10:38			1	
16	0,71	00:06:50	2:55:32	0,46	0:16:35	03:20:15			1	
17	0,72	00:06:41	3:02:13	-0,54	0:06:35	03:48:47			1	
18	0,93	00:01:28	3:03:41	0,20	0:14:02	04:04:05			1	
19	0,75	00:05:45	3:09:25	0,77	0:19:40	04:26:04			1	
20	0,77	00:05:07	3:14:33	0,43	0:16:17		04:14:10		1	
21	0,58	00:10:51	3:25:24	0,53	0:17:20			04:19:33	1	
22	0,33	00:22:17	3:47:41	0,73	0:19:19		04:25:03		1	
23	0,33	00:22:00	4:09:41	-0,94	0:02:33		04:32:02		1	
24	0,66	00:08:24	4:18:05	-0,08	0:11:13	04:50:25			1	
25	0,70	00:07:11	4:25:16	-0,76	0:04:23	05:44:32			1	
26	0,41	00:17:58	4:43:14	-0,58	0:06:14		05:48:00		1	
27	0,81	00:04:12	4:47:27	0,26	0:14:36	06:01:13			1	
28	0,68	00:07:48	4:55:15	0,39	0:15:52		06:19:13		1	
29	0,63	00:09:18	5:04:33	0,95	0:21:30	06:30:10			1	
30	0,11	00:44:14	5:48:47	0,28	0:14:46	07:21:37			1	
31	0,31	00:23:27	6:12:14	0,59	0:17:55	07:47:44			1	
32	0,09	00:47:44	6:59:57	0,85	0:20:28	08:10:33			1	
33	0,57	00:11:15	7:11:12	0,89	0:20:53	08:37:29			1	
34	0,72	00:06:26	7:17:38	-0,42	0:07:51	08:58:59			1	
35	0,41	01:14:20	8:31:59	-0,24	0:09:36	10:00:30			1	
36	0,27	01:48:18	10:20:16	-0,42	0:07:46	10:49:46			1	
37	0,00	09:23:35	19:43:52	-1,00	0:02:01	12:17:13				
СТОП							Всього		34	1

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ						Арк.
Перевірив	Музикін М.І.									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}}, \quad (3.3)$$

Так як $t_{\text{обсл}} = 0,2$ год. (згідно завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ (хв}^{-1}\text{)}$$

Таблиця 3.5 – Визначення ймовірності потрапляння у чергу та на обслуговування

Номер випробовування i	Надійшло заявок $N_{j \text{ пост}}$	Обслужено заявок $N_{j \text{ обсл}}$	Тривалість обслуговування $t_{j \text{ обсл}}$	Ймовірність обслуговування $P_{j \text{ об}} = N_{j \text{ об}}/N_{j \text{ пост}}$	Ймовірність потрапляння у чергу $P_{j \text{ від}} = 1 - P_{j \text{ об}}$
1	35	34	12 хв.	0,97	0,03
2	36	35	12 хв..	0,97	0,03
3	35	34	12 хв.	0,97	0,03
Середнє значення	35	34	3 год. 30 хв.	0,97	0,03

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (3.4)$$

$$\rho = \frac{3}{5} = 0,6$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{i=0}^N \frac{\rho^i}{i!}}, \quad (3.5)$$

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} \cdot P_0, \quad (3.6)$$

$$\rho_0 = \left(1 + 0,6 + \frac{0,6^2}{2!} + \frac{0,6^3}{3!} \right) = (1 + 0,6 + 0,18 + 0,036)^{-1} = \frac{1}{1,816} = 0,55$$

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

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0, \quad (3.7)$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 0,6 \cdot 0,55 = 0,33$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0, \quad (3.8)$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{0,6^2}{2} \cdot 0,55 = 0,09$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0, \quad (3.9)$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{0,6^3}{6} \cdot 0,55 = 0,019$$

Середня кількість зайнятих каналів:

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$k_{\text{зан}} = \frac{\lambda_{\text{еф}}}{\mu}, \quad (3.10)$$

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

$\lambda_{\text{еф}} = 3$ заявки на годину.

$$k_{\text{зан}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

На основі моделювання роботи опорного складу як багатоканальної системи масового обслуговування з трьома завантажувальними постами, можна дійти таких висновків. Розрахунки показали, що з ефективною інтенсивністю надходження транспортних засобів на рівні 3 заявки за годину та середнім часом обслуговування 0,2 години (12 хвилин), система працює у вільному режимі, із значним резервом пропускної спроможності.

Ймовірність того, що на момент прибуття наступного автомобіля всі три канали будуть вільними, становить близько 55%, що свідчить про низьке навантаження на інфраструктуру складу. Приблизно в 33% випадків буде зайнятий один із каналів, тоді як решта залишатимуться вільними. Зайнятість двох каналів одночасно фіксується орієнтовно у 10% звернень. Лише в 2% ситуацій виникає повне завантаження всіх трьох постів, тобто можливе формування черги.

Такі параметри вказують на те, що складова система не перебуває під критичним навантаженням, а навпаки – функціонує з добрим рівнем резерву. Середня кількість одночасно обслуговуваних автомобілів складає лише 0,6 одиниці, що майже в п'ять разів менше максимальної можливої пропускної здатності (3 ТЗ одночасно).

Отже, із заданими вхідними параметрами система є стійкою, з високим рівнем доступності каналів і практично відсутнім ризиком накопичення черги.

Це свідчить про достатність існуючої кількості завантажувальних постів на

Виконав		Кабець К.С.				КРБ	275	12	ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.								60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

опорному складі для забезпечення оперативної видачі вантажу. Якщо у перспективі інтенсивність зросте, система має потенціал масштабування без критичного зниження продуктивності.

Виконав		Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив		Музикін М.І.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА ЗАПРОЄКТОВАНОМУ МАРШРУТІ

4.1 Визначення економічних показників перевезень до опорного складу

У попередніх розділах було змодельовано транспортно-логістичну схему доставки лікарських засобів за маршрутом Львів – Дніпро, яка передбачає перевезення партії масою 100 тонн. Для транспортування використовуються п'ять автопоїздів типу Mercedes-Benz Actros із напівприцепом Schmitz Cargobull, кожен із яких здатен перевезти до 20 тонн вантажу. Метою даного підрозділу є визначення повної собівартості транспортної роботи на даному етапі логістичного ланцюга.

Вихідні параметри:

- Кількість автомобілів: 5 од.
- Вантажопідйомність одного автомобіля: 20 т
- Довжина маршруту (в одну сторону розглядаємо): 1030 км
- Витрата пального: 32 л/100 км
- Вартість дизельного пального: 55 грн/л
- Заробітна плата водія за місяць складає 40 000 грн., при відпрацьованих 20 змінах тривалістю 12 годин.
- Загальна тривалість рейсу (17,16 год) враховує не лише час у дорозі, а й передбачає щонайменше одну перерву на відпочинок відповідно до нормативних вимог.
- Додаткові експлуатаційні витрати: 0,75 грн/км

1. Витрати на оплату праці водіїв за весь об'єм перевезення:

$$ZP_{\text{вод.год}} = \frac{40\,000}{(20 \cdot 12)} = 166 \text{ грн/год}$$

$$ZP_{\text{вод}} = ZP_{\text{вод.год}} \cdot t_{\text{нар.сер}} \cdot N_{\text{ав}}, \quad (4.1)$$

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ZP_{\text{вод,дн}} = 166 \cdot 17,16 \cdot 5 = 14\,300 \text{ грн}$$

На підприємстві середньомісячна заробітна плата ремонтного та допоміжного персоналу становить 25 000 грн. З урахуванням пробігу транспортних засобів, передбачено норматив витрат на заробітну плату обслуговуючого персоналу у розмірі: $k_{RD.km} = 0,45$ грн/км.

Для подальших розрахунків буде визначено погодинну оплату праці сервісного персоналу, яка враховує як нормативну ставку, так і навантаження, пов'язане з обсягом транспортної роботи:

$$ZP_{RD.H} = \frac{TS_{RD} \cdot k_{PR}}{D_{rob}} + k_{RD.km} \cdot \left(\frac{\sum L_{hol} + \sum L_{nav}}{D_{rob}} \right), \quad (4.2)$$

де, TS_{RD} – місячна тарифна ставка сервісного працівника, грн;

k_{PR} – коефіцієнт преміювання (підвищувальний коефіцієнт, який враховує додаткові виплати);

D_{rob} – нормативна кількість робочих годин на місяць;

$k_{RD.km}$ – норматив витрат на оплату праці сервісного персоналу з урахуванням пробігу, грн/км;

$\sum L_{hol}$ – загальний холостий пробіг, км;

$\sum L_{nav}$ – загальний навантажений пробіг, км.

$$ZP_{\text{рд,год}} = \frac{25\,000 \cdot 1,2}{240} + 0,45 \cdot \left(\frac{5150 + 420}{240} \right) = 135 \text{ грн/год}$$

Заробітна плата сервісного персоналу за один день відповідно до об'єму транспортної роботи:

$$ZP_{RD.D} = ZP_{RD.H} \cdot t_{nar} \cdot \frac{N_{av}}{4}, \quad (4.3)$$

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$ZP_{\text{рд,дн}} = 135 \cdot 17,16 \cdot \frac{5}{4} = 2\,895 \text{ грн}$$

Для урахування витрат на управлінський та адміністративний персонал підприємства використовується коефіцієнт, що співвідносить оплату праці керівників, фахівців та службовців із погодинною ставкою водія. Згідно з прийнятим нормативом, даний коефіцієнт становить: $k_{k.s.s} = 0.9$.

Це означає, що середня заробітна плата співробітника адміністративного або інженерного складу становить 90% від погодинної оплати праці водія.

З урахуванням розрахованої раніше ставки водія:

$$K_{k.s.s.H} = k_{k.s.s} \cdot ZP_{\text{вод.Н}}, \quad (4.4)$$

$$ZP_{\text{к.с.с.год}} = 0,9 \cdot 166 = 150 \text{ грн/год}$$

Сума витрат на оплату праці адміністративно-управлінського персоналу (керівників, фахівців та службовців), що супроводжують організацію перевезення, розраховується з урахуванням погодинної ставки та тривалості виконання транспортної роботи. Для цього враховується:

$$ZP_{k.s.s.D} = t_{\text{нар сер}} \cdot ZP_{k.s.s.H} \cdot N_{\text{ав}} \cdot 0,15, \quad (4.5)$$

$$ZP_{k.s.s.D} = 17,16 \cdot 150 \cdot 5 \cdot 0,15 = 1\,930 \text{ грн}$$

Загальні витрати на оплату праці всіх категорій персоналу, залучених до організації та виконання перевезення, включають заробітну плату водіїв, сервісного персоналу та адміністративно-управлінського складу. Цей показник є важливою складовою собівартості логістичної операції.

Розрахунок здійснюється шляхом підсумовування витрат на кожну категорію:

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$ZP_H = ZP_{wod} + ZR_{RD} + ZP_{k.s.s}, \quad (4.6)$$

$$ZP_H = 14300 + 2895 + 1930 = 19\,125 \text{ грн}$$

Витрати на податкові нарахування на фонд оплати праці розраховуються відповідно до встановлених законодавством ставок. До таких нарахувань належать єдиний соціальний внесок (ЄСВ) у розмірі 22% та обов'язкові податкові відрахування з доходів фізичних осіб, які враховуються в розрахунках на рівні 23% (ПДФО + військовий збір). Загальна ставка податкового навантаження складає:

$$HZ = 23 + 22 = 45\%$$

Сума податкових нарахувань на загальний фонд оплати праці, сформований у межах виконання перевезення, визначається за формулою:

$$V_{ZP} = ZP_D \cdot \frac{H_{ZP}}{100}, \quad (4.7)$$

$$V_{ZP} = 19\,125 \cdot \frac{45}{100} = 8\,606 \text{ грн}$$

Ця сума враховується як обов'язкові витрати, пов'язані з забезпеченням легальної оплати праці персоналу, залученого до транспортної операції

Норма витрати пального для транспортних засобів визначається виходячи з загального пробігу, витрати на 100 км та коригуючих коефіцієнтів, які враховують умови експлуатації (рельєф, навантаження, технічний стан тощо).

$$P_p = \left((H_1) \left(\sum L_{hol} + \sum L_{nav} \right) \cdot k_{tr} \right), \quad (4.8)$$

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де: H_1 – нормативна витрата пального на 1 км пробігу (у нашому випадку 0,32 л/км),

$(\sum L_{hol} + \sum L_{nav})$ – сумарний пробіг усіх автомобілів (у нашому випадку 5150 км вантажного пробігу + 420 холостого),

k_{tr} – коефіцієнт поправки (приймається 1,0–1,2 залежно від умов, у нашому випадку 1,2).

$$P_p = (0,32)(5150 + 420) \cdot 1,2 = 2\,138 \text{ л}$$

Вартість одного літра дизельного палива: $C_p = 55 \frac{\text{грн}}{\text{літр}}$

Витрати на паливо для реалізації транспортної роботи:

$$Z_p = C_p \cdot P_p, \quad (4.9)$$

$$Z_p = 2\,138 \cdot 55 = 117\,590 \text{ грн}$$

Для забезпечення безперебійної експлуатації транспортних засобів, крім витрати пального, враховуються також витрати на мастильні матеріали та технічні рідини. Їх обсяг безпосередньо прив'язаний до загальної витрати пального і визначається нормативом: $H_{m.e.m} = 0.7\%$

Формула для обчислення кількості мастильних матеріалів:

$$P_{m.e.m} = \left(\left(H_1 \cdot \frac{H_{m.e.m}}{100} \right) \cdot (\sum L_{hol} + \sum L_{nav}) \cdot k_{tr} \right), \quad (4.10)$$

$$P_{m.e.m} = \left(\left(0,32 \cdot \frac{0,7}{100} \right) \cdot (5150 + 420) \right) = 12,25 \text{ л.}$$

Вартість 1 літра мастильних матеріалів приймається на рівні:

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$C_{m.e.m} = 220 \text{ грн/л}$$

Витрати на мастильні і експлуатаційні витрати для реалізації транспортної роботи:

$$Z_{m.e.m} = C_{m.e.m} \cdot P_{m.e.m}, \quad (4.11)$$

$$Z_{m.e.m} = 220 \cdot 12,25 = 2\,695 \text{ грн}$$

Знос шин є невід'ємною складовою експлуатаційних витрат транспортного засобу та визначається як частка вартості заміни шин відповідно до фактичного пробігу. Для розрахунку витрат на шини враховуються такі показники:

- Кількість шин на одному автопоїзді: $N_{sh.TZ} = 12$ шт.;
- Норма зносу шин на 1000 км пробігу: $H_{sh.TZ} = 1,12\%$;
- Середня вартість однієї шини: $C_{sh} = 8\,000$ грн.;
- Загальний пробіг усіма автомобілями: $\sum L_{hol} + \sum L_{nav} = 5570$ км.

Формула для обчислення витрат на шини:

Витрати на ремонт шин транспортних засобів і причепів:

$$Z_{sh} = C_{sh} \cdot \left(N_{sh.TZ} \cdot \frac{H_{sh.TZ}}{100} \right) \cdot \left(\frac{\sum L_{hol} + \sum L_{nav}}{100} \right), \quad (4.12)$$

$$Z_{ш} = 8000 \cdot \left(12 \cdot \frac{1,12}{100} \right) \cdot \left(\frac{5570}{100} \right) = 5\,536 \text{ грн}$$

Для забезпечення технічної справності транспортного засобу в процесі експлуатації передбачаються витрати на технічне обслуговування (ТО) та поточний/плановий ремонт (Р). Ці витрати охоплюють вартість запасних частин, агрегатів, витратних матеріалів та робіт з обслуговування.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Норматив витрат на ТО і Р для тягача встановлюється на рівні:

$$H_{TOR.TZ} = \frac{882}{1000} = 0,882 \text{ грн/км}$$

Для причепа аналогічний норматив становить:

$$H_{TOR.TZ} = \frac{190}{1000} = 0,19 \text{ грн/км}$$

Загальний норматив витрат на обслуговування автопоїзда (тягач + причіп):

$$Z_{TOR} = (H_{TOR.P} + H_{TOR.TZ}) \cdot \left(\sum L_{hol} + \sum L_{nav} \right), \quad (4.13)$$

$$Z_{тор} = (0,19 + 0,882) \cdot (5570) = 5\,971 \text{ грн}$$

Амортизація є важливою складовою експлуатаційних витрат, яка враховує зношування основних засобів у процесі використання. Для автопоїзда (тягач + напівпричіп) приймається амортизаційна вартість на рівні: $A_{TZ} = 6\,000\,000$ грн.

Норма амортизаційних відрахувань:

$$H_A = \frac{A_{TZ}}{L_{ts.gr}}, \quad (4.14)$$

$$H_A = \frac{6\,000\,000}{1\,000\,000} = 6 \frac{\text{грн}}{\text{км}}$$

де $L_{ts.gr}$ – середній пробіг транспортного складу (тягач і причеп відповідної марки) при напрацюванні до списання ($L_{ts.gr} = 1\,000\,000$ км).

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Амортизаційні відрахування на відновлення транспортного засобу і причепу:

$$A = H_A \cdot \left(\sum L_{hol} + \sum L_{nav} \right), \quad (4.15)$$

$$A = 6 \cdot (5570) = 33\,420 \text{ грн}$$

Собівартість перевезень складе:

$$S_{\text{заг}} = ZP_D + V_{ZP} + Z_p + Z_{m.e.m} + Z_{sh} + Z_{TOR} + A, \quad (4.16)$$

$$\begin{aligned} S_{\text{заг}} &= 19125 + 8606 + 117590 + 2695 + 5536 + 5971 + 33420 \\ &= 192\,943 \text{ грн} \end{aligned}$$

Схематичне зображення розрахункових даних викладено в таблиці 4.1 та на рисунку 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахункові дані витрат на реалізацію перевезення зі Львова до Дніпра на опорний склад

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	2	3
1	Витрати на паливо для реалізації транспортної роботи	117 590
2	Витрати на мастильні й експлуатаційні витрати	2 695
3	Витрати на ремонт шин транспортних засобів і причепів	5 536
4	Витрати на технічне обслуговування та ремонт (ТО і Р) автопоїздів	5 971

Виконав	Кодец К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Продовження таблиці 4.1		
1	2	3
5	Амортизаційні відрахування на відновлення транспортного засобу і причепа	33 420
6	Загальні витрати на оплату праці всіх категорій персоналу	19 125
7	Сума податкових нарахувань на загальний фонд оплати праці	8 606
	Разом	192 943

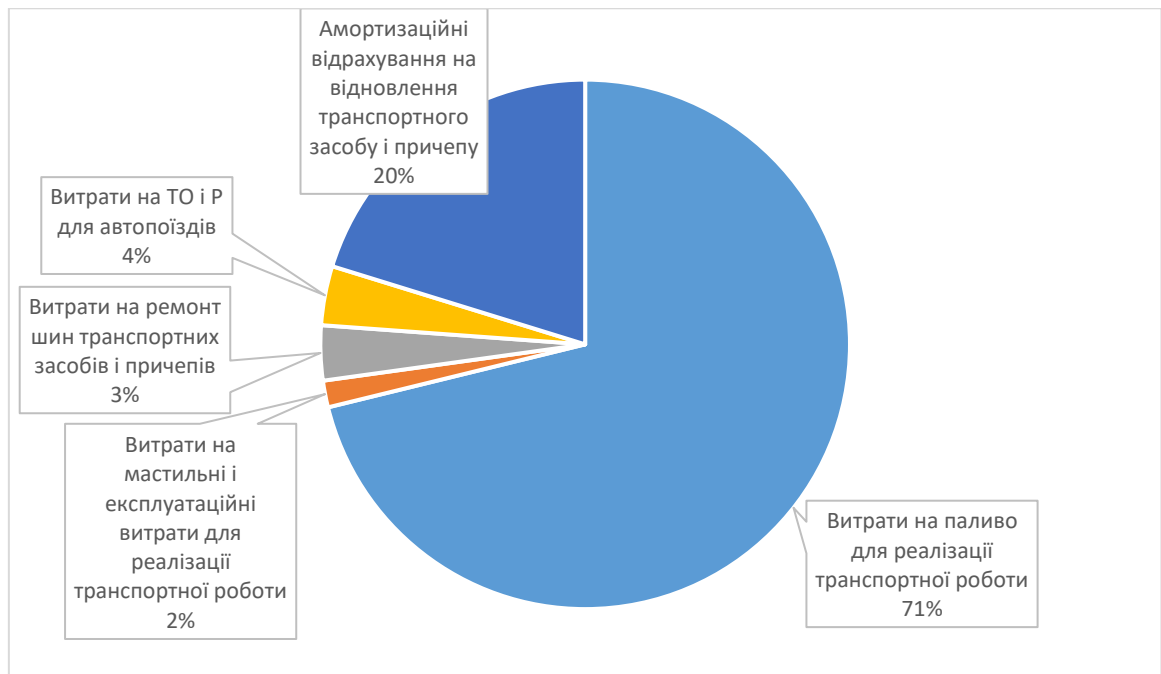


Рисунок 4.1 – Схематичне порівняння витрат на розхідний матеріал для здійснення перевезення зі Львова до Дніпра на опорний склад

4.2 Визначення економічних показників перевезень від опорного складу до кінцевого споживача

У рамках цього етапу логістичного ланцюга передбачено здійснення доставки лікарських засобів до 15 пунктів (лікарень) у місті Дніпро. Для цього задіяно 15 окремих автомобілів типу Mercedes-Benz Atego. Розрахунок здійснюється для сукупного пробігу 15 транспортних засобів, який становить:

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum L = 480 \text{ км (разом усі 15 маршрутів, туди й назад)}$$

Усі економічні показники розраховуються для одного робочого дня, протягом якого виконуються всі 15 доставок з опорного складу до кінцевих споживачів та повернення автомобілів назад на базу. Це дозволяє оцінити добову собівартість розвезення лікарських засобів у межах міста.

Вихідні дані:

- Витрата палива: 25 л/100 км = 0,25 л/км
- Вартість пального: 55 грн/л
- Витрата мастильних матеріалів: 0,7% від витрати пального
- Вартість мастильних матеріалів: 220 грн/л
- Експлуатаційні витрати: 0,6 грн/км
- Амортизаційна вартість авто: 2 500 000 грн
- Ресурс пробігу до списання: 800 000 км
- Ставка ЗП водія на день: 1 200 грн
- Кількість водіїв: 15

1. Витрати на паливо:

$$Q_{\text{пального}} = \sum L \cdot H_{\text{норм}}, \quad (4.17)$$

$$Q_{\text{пального}} = 480 \cdot 0,25 = 120 \text{ л}$$

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

$$Z_{\text{пал}} = 120 \cdot 55 = 6\,600 \text{ грн}$$

2. Витрати на мастильні матеріали:

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{мем}} = Q_{\text{пального}} \cdot \left(\frac{0,7}{100} \right), \quad (4.19)$$

$$Q_{\text{мем}} = 120 \cdot 0,007 = 0,84 \text{ л}$$

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

$$Z_{\text{мем}} = 0,84 \cdot 220 = 184,8 \text{ грн}$$

3. Інші експлуатаційні витрати:

$$Z_{\text{експл}} = \sum L \cdot 0,6, \quad (4.21)$$

$$Z_{\text{експл}} = 480 \cdot 0,6 = 288 \text{ грн}$$

4. Амортизаційні витрати:

$$H_{\text{аморт}} = \frac{A_{\text{тз}}}{L_{\text{ресурс}}}, \quad (4.22)$$

$$H_{\text{аморт}} = \frac{2\,500\,000}{800\,000} = 3,125 \frac{\text{грн}}{\text{км}}$$

$$A = H_{\text{аморт}} \cdot \sum L, \quad (4.23)$$

$$A = 3,125 \cdot 480 = 1\,500 \text{ грн}$$

5. Заробітна плата водіїв:

$$ZП = K_{\text{водіїв}} \cdot \text{ставка}, \quad (4.24)$$

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$ZП = 15 \cdot 1\,200 = 18\,000 \text{ грн}$$

6. Загальні витрати:

$$Z_{\text{заг}} = Z_{\text{пал}} + Z_{\text{мем}} + Z_{\text{експл}} + A + ZП, \quad (4.25)$$

$$Z_{\text{заг}} = 6\,600 + 184,8 + 288 + 1\,500 + 18\,000 = 26\,572,8 \frac{\text{грн}}{\text{день}}$$

Схематичне зображення розрахункових даних викладено в таблиці 4.2 та на рисунку 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахункові витрати на перевезення лікарських засобів по м. Дніпро

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Витрати на паливо для реалізації транспортної роботи	6 600
2	Витрати на мастильні та експлуатаційні матеріали	185
3	Витрати на технічне обслуговування та ремонт (ТО і Р)	288
4	Амортизаційні відрахування на відновлення транспортного засобу	1 500
5	Заробітна плата водіїв (15 осіб по 1 200 грн на день)	18 000
	Разом	26 573

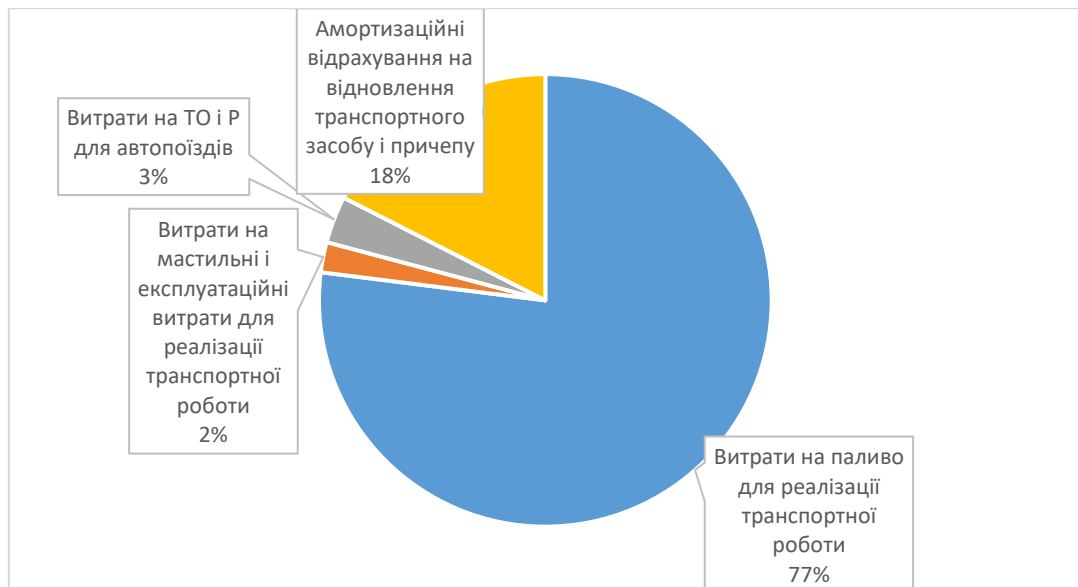


Рисунок 4.2 – Схематичне порівняння витрат на розхідний матеріал для здійснення перевезення по м. Дніпро

Загальна логістична операція з доставки лікарських засобів охоплює два основні етапи: міжміське перевезення вантажу з м. Львів до опорного складу в м. Дніпро та подальше розвезення продукції до 15 пунктів призначення (лікарень) у межах міста.

На першому етапі – транспортування 100 тонн лікарських засобів на відстань 1 030 км – було задіяно 5 автопоїздів типу Mercedes-Benz Actros вантажопідйомністю по 20 т. За результатами детальних розрахунків, повна собівартість міжміського перевезення склала: **192 943 грн.**

Ця сума включає витрати на паливо, оплату праці водіїв, амортизацію транспортного засобу, а також супутні експлуатаційні витрати (шини, ТО, мастильні матеріали тощо).

Другий етап – доставка лікарських засобів з опорного складу до 15 медичних закладів у місті Дніпро – здійснювався 15 окремими середньотоннажними автомобілями типу Mercedes-Benz Atego. Сумарний пробіг усіх автомобілів склав 480 км. За результатами розрахунку, загальна вартість внутрішньоміського розвезення становила: **26 572 гривень за один день.**

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця сума враховує витрати на дизельне паливо, мастильні матеріали, амортизацію, а також фіксовану оплату праці водіїв за зміну.

Таким чином, сумарні витрати на організацію повного логістичного циклу – від моменту відправлення у місті Львів до доставки у медичні заклади міста Дніпро – склали: **219 515 грн.**

Цей показник є ключовим при формуванні логістичного бюджету, оцінці ефективності транспортної моделі та подальшому плануванні витрат на аналогічні перевезення у рамках гуманітарних або комерційних проектів.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено і проаналізовано логістичну схему доставки лікарських засобів за маршрутом Львів – Дніпро із використанням опорного складу. Робота охоплює всі етапи логістичного процесу: від планування маршруту та вибору типу транспортних засобів – до обґрунтування техніко-експлуатаційних характеристик, економічних витрат та моделювання функціонування елементів інфраструктури.

У процесі моделювання визначено оптимальний формат перевезень: для міжміського сегмента використано п'ять 20-тонних автопоїздів типу Mercedes-Benz Actros, для внутрішньоміської доставки – п'ятнадцять середньотоннажних рефрижераторів типу Mercedes-Benz Atego. Такий розподіл дозволив забезпечити високу ефективність доставки лікарських засобів при збереженні температурного режиму.

В рамках оцінки експлуатаційної ефективності проведено розрахунок витрат пального, пробігу, продуктивності транспортних засобів, часу роботи на маршруті та кількості задіяної техніки.

Особливу увагу приділено моделюванню роботи опорного складу як багатоканальної системи масового обслуговування (СМО). На базі трьох паралельних каналів (завантажувальних постів) змодельовано роботу складу при інтенсивності надходження до 15 транспортних засобів на добу. Застосовуючи класичні формули теорії масового обслуговування, визначено ймовірності простою, середню кількість зайнятих каналів, ризик формування черги та рівень завантаженості системи. Розрахунки показали, що при поточній інтенсивності система функціонує стабільно, з достатнім резервом потужності: ймовірність повного завантаження складу не перевищує 2%, середня кількість зайнятих каналів – лише 0,6.

В економічному розділі роботи проведено покрокову оцінку витрат на кожному етапі: транспортування від Львова до Дніпра (192 943 грн) та

Виконав	Кабець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

доставка в межах міста Дніпро (26 572,8 грн). Повна вартість логістичного ланцюга склала: 219 515 грн

Цей показник включає в себе усі прямі витрати: на паливо, мастила, техобслуговування, амортизацію, оплату праці водіїв та обслуговуючого персоналу.

Загалом результати роботи дозволяють зробити висновок про доцільність та ефективність запропонованої логістичної моделі, яка поєднує централізовану міжміську доставку та децентралізовану розвезення всередині великого міста. Дана модель може бути адаптована до перевезень чутливих вантажів (медикаментів, вакцин тощо) як у комерційних, так і в гуманітарних цілях.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Як повномасштабна війна вплинула на обсяги перевезень в Україні. *Слово і Діло* : веб-сайт. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/03/31/infografika/ekonomika/yak-povnomasshtabna-vijna-vplynula-obsyahu-perevezen-ukrayini>
3. Міністерство охорони здоров'я України : веб-сайт. URL: <https://moz.gov.ua/uk>
4. Надання лікарських засобів, медичних виробів та іншої гуманітарної допомоги для України. *Кратія* : веб-сайт. URL: <https://cratia.ua/ua/provision-of-medicines-medical-devices-and-other-humanitarian-aid-for-ukraine/>
5. Верещук анонсувала на 2 квітня сім гуманітарних коридорів. *Суспільне Новини* : веб-сайт. URL: <https://suspilne.media/224358-veresuk-anonsuvala-na-2-kvitna-sim-gumanitarnih-koridoriv/>
6. Звіт про діяльність Бюро ВООЗ в Україні за 2022 р. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2023. 86 с.
7. Забезпечення належного транспортування (перевезення) лікарських засобів. *Державна служба України з лікарських засобів та контролю за наркотиками* : веб-сайт. URL: https://www.dls.gov.ua/for_subject/
8. Никитюк Ю. А. Розвиток зовнішньої торгівлі лікарською рослинною сировиною: еколого-економічні аспекти. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Вип. 4. 2015. С. 62-66. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/12770/1/.pdf>
9. Семенів Д. В. та ін. Організація фармацевтичного забезпечення населення: навч.-метод. посібник. Київ: в-во КМУ. 2021. 94 с.
10. Дикань О. В., Дейнека О. Г., Волохова І. В., Лук'янова О. М.. Менеджмент транспортних послуг : навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2023. 184 с.

Виконав	Кабець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Томчук О., Головченко Я. Аналітична оцінка послуг вантажних перевезень в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. Вип. 53. 2023. 12 с. URL:

<https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2706/2620>

12. Яновицька А. В. Лікарські засоби як особливий об'єкт міжнародного перевезення: національне та міжнародне регулювання. *Особливості адаптації законодавства Республіки Молдова та України до законодавства Європейського Союзу* : матеріал. Міжнарод. конф. Республіка Молдова, 2018. С. 344-346. URL:

https://www.researchgate.net/publication/354332418_Likarski_zasobi_ak_osoblivij_ob'ekt_miznarodnogo_perevezenna_nacionalne_ta_miznarodne_reguluvanna

13. Сван О. Б. та ін. Логістика доставки фармацевтичних препаратів. Центрально-український науковий вісник. Технічні науки. Вип. 7 (38) ч. 1. 2023. URL: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/224bbf10-d1e0-4fea-b0d3-4b46e433a171/content>

14. Косар Н., Кузьо Н. Вплив війни на ринок автомобільних вантажних перевезень України та його подальший розвиток. *Вісник Львівського університету. Серія економічна*. Вип. 65. 2023. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/economics/article/view/12025>

15. Лікарські засоби. Належна практика дистрибуції : Настанова СТ-Н МОЗУ 42-5.0:2014. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2014. 51 с.

16. Scania R450. Технічні характеристики та технічні дані (2019-2025). *Lectura* : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-tagaci-scania/r-450-a4x2na-11725884>

17. Напівпричіп-рефрижератор Kögel Cool : веб-сайт. URL: <http://koegel.ua/polupricepy/refrizheratori/kogel-cool>

18. Volvo FH13. Технічні характеристики та технічні дані (2012-2025). *Lectura* : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-tagaci-volvo-trucks/fh-13-500-11764662>

Виконав	Кобець К.С.				КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.					79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Напівпричіп-рефрижератор Krone : веб-сайт. URL: <http://krone.ua/?lang=ua>

20. Mercedes-Benz Actros. Технічні характеристики та технічні дані (2012-2025). *Lectura* : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-tagaci-mercedes-benz/actros-1845-ls-4x2-11727297>

21. Напівпричіп-рефрижератор Schmitz Cargobull. *Truck1* : веб-сайт. URL: <https://www.truck1.com.ua/napivprichepi/refrizheratori-napivprichepi/schmitz-napivprichip-izotermichniy-a8535588.html>

22. Mercedes-Benz Atego 1218. Технічні характеристики та технічні дані (2012-2025). *Lectura* : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-stijke-sasi-mercedes-benz/atego-1218-l-nr-4x2-11723614>

23. MAN TGL 10.220. Технічні характеристики та технічні дані (2012-2025). *Lectura* : веб-сайт. URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/transport/vantazivki-stijke-sasi-man/tgl-10-220-4x2-11723593>

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

25. Соболев И. М. Метод Монте-Карло. Москва: Наука. 1985. 80 с.

Виконав	Кобець К.С.			КРБ 275 12 ПЗ	Арк.
Перевірив	Музикін М.І.				80
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 ЛІКАРСЬКИХ
ЗАСОБІВ У ВНУТРІШНЬОМУ СПОЛУЧЕННІ»

студента групи Т21-1
КОБЕЦА КИРИЛА СЕРГІЙОВИЧА
Спеціальність 275 «Транспортні технології»

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

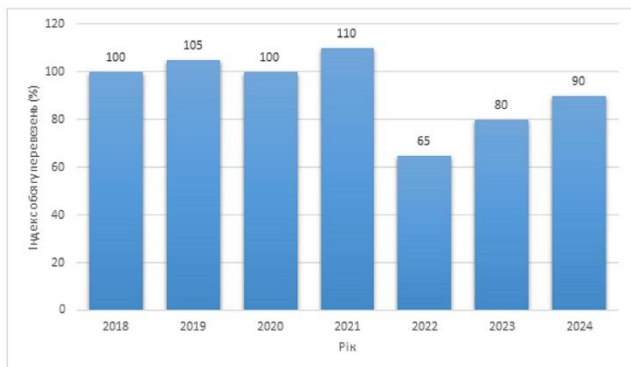
Керівник: _____
(підпис)

Дніпро
2025

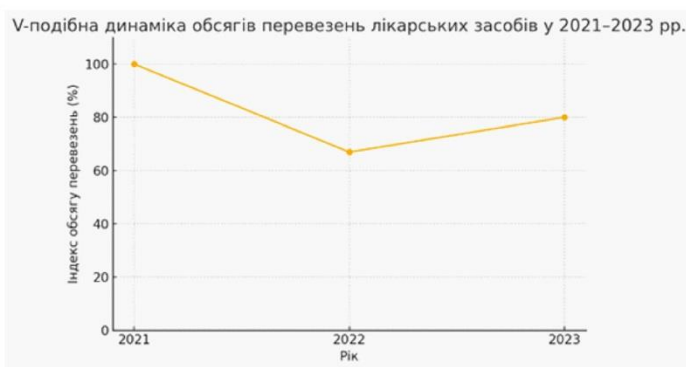
Графічний аркуш №1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ І НАУКОВИХ ДОРОБОК У ЦІЙ ГАЛУЗІ

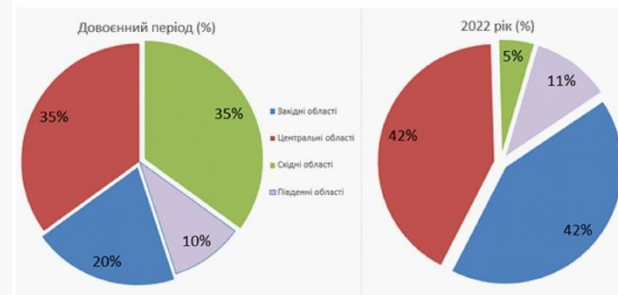
Динаміка обсягів перевезення лікарських засобів в Україні за 2018–2024 рр



Динаміка обсягів перевезення лікарських засобів 2021–2023 рр



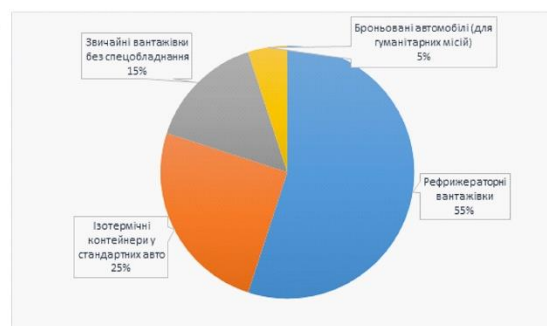
Розподіл обсягів автомобільних перевезень ліків за регіонами України



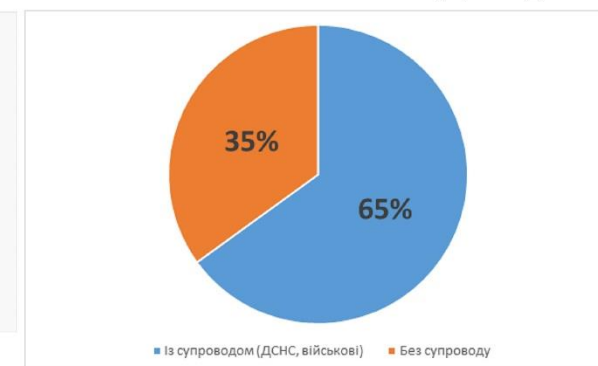
Зміна обсягів перевезень ліків у вибраних регіонах України внаслідок війни (оцінка, 2021 р. = 100%)

Регіон	До війни (2018–2021)	2022 р.	2023 р.
Донецька та Луганська обл. (фронт)	~100% (18–20 тис. т)	1,5–2 т (5–10% майже повна зупинка)	2–3 т (~10–15% гуманітарні поставки)
Харківська обл. (прифронтова)	~100% (12–13 тис. т)	4 т (~30% перебої через бойові дії)	8 т (~60% часткове відновлення після деокупації)
Київ та центр України	~100% (25–27 тис. т)	21–22 т (~80% тимчасовий спад на початку війни)	24 т (~90% майже повне відновлення)
Львівська та західні обл.	~100% (18–20 тис. т)	22 т (~110% зросло навантаження через релокацію постачань)	24 т (~120% подальше зростання ролі регіону)

Розподіл типів транспорту для перевезення ліків у 2022–2023 рр



Розподіл доставки лікарських засобів до прифронтових районів із супроводом (ДСНС, військові) та без супроводу



Обсяг автомобільних перевезень лікарських засобів у воєнний період 2021–2023 рр

Рік	2021 (база)	2022	2023
Індекс обсягу перевезень (2021 = 100)	100% (1,1 млн. тонн)	65–70% (0,7–0,8 млн. тонн)	~80% (0,9 млн. тонн)

[illegible]

Ind. 1 ^o nome	Ind. 2 ^o nome	Ind. 3 ^o nome	Ind. 4 ^o nome
Ind. 1 ^o nome	Ind. 2 ^o nome	Ind. 3 ^o nome	Ind. 4 ^o nome



Ad. H ^o nota	Feito u. data	Exat. ind. N ^o	Ad. H ^o nota	Feito u. data
-------------------------	---------------	---------------------------	-------------------------	---------------

Vaccinazione	Fattori di rischio	Esposizione ambientale	Copertura vaccinale

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

Графічний аркуш №3

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОПОРНОГО СКЛАДУ ЯК СИСТЕМИ
МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Випробування №1

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R _i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість навантаження	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок		
									Обслуговано	У черзі	
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	
1 випробування											
1			0:00:00			00:00:00			1		
2	0,43	00:17:02	0:17:02	0,26	0:14:33	00:31:35			1		
3	0,73	00:06:24	0:23:26	0,33	0:15:18		00:38:44		1		
4	0,79	00:04:48	0:28:14	-0,34	0:08:38			00:36:52	1		
5	0,46	00:15:40	0:43:55	-0,61	0:05:52	00:49:47			1		
6	0,74	00:05:58	0:49:53	1,51	0:27:08	01:17:01			1		
7	0,81	00:04:20	0:54:13	-1,03	0:01:43		00:55:56		1		
8	0,50	00:13:56	1:08:09	-0,25	0:09:27		01:17:36		1		
9	0,65	00:08:34	1:16:42	1,07	0:22:43			01:39:25	1		
10	0,56	00:11:32	1:28:14	0,50	0:17:00	01:45:15			1		
11	0,09	00:47:56	2:16:10	0,32	0:15:14	02:31:24			1		
12	0,80	00:04:30	2:20:40	0,91	0:21:08		02:41:48		1		
13	0,90	00:02:12	2:22:52	0,93	0:21:17			02:44:09	1		
14	0,02	01:20:56	3:43:48	1,00	0:22:01	04:05:48			1		
15	0,70	00:07:04	3:50:51	1,16	0:23:36		04:14:28		1		
16	0,07	00:53:07	4:43:58	-0,11	0:10:52	04:54:51			1		
17	0,22	00:30:07	5:14:06	-0,53	0:06:42	05:20:48			1		
18	0,95	00:00:59	5:15:05	0,38	0:15:47		05:30:51		1		
19	0,44	00:16:26	5:31:31	0,36	0:15:34	05:47:04			1		
20	0,63	00:09:06	5:40:36	0,36	0:15:37		05:56:13		1		
21	0,63	00:09:11	5:49:47	1,01	0:22:07	06:11:54			1		
22	0,20	00:32:35	6:22:22	0,76	0:19:37	06:41:59			1		
23	0,23	00:29:39	6:52:01	-0,40	0:08:02	07:00:03			1		
24	0,68	00:07:36	6:59:36	-0,21	0:09:53		07:09:29		1		
25	0,44	00:16:23	7:16:00	0,64	0:18:26	07:34:26			1		
26	0,97	00:00:41	7:16:41	0,02	0:12:13		07:28:53		1		
27	0,60	00:10:17	7:26:58	1,71	0:29:07		07:56:05		1		
28	0,43	00:16:39	7:43:37	0,91	0:21:09	08:04:46			1		
29	0,67	00:07:58	7:51:36	0,54	0:17:26		08:09:02		1		
30	0,84	00:03:32	7:55:08	2,12	0:33:10				1	1	
31	0,93	00:01:33	7:56:40	0,65	0:18:31		08:15:12		1		
32	0,06	00:54:41	8:51:22	2,78	0:39:48	09:31:10			1		
33	0,45	00:16:01	9:07:22	-0,74	0:04:36		09:11:58		1		
34	0,40	00:18:31	9:25:53	-0,68	0:05:12		09:31:05		1		
35	0,86	00:12:59	9:38:52	-0,16	0:10:24	09:49:16			1		
36	0,62	00:40:00	10:18:52	-0,09	0:11:07	10:29:58			1		
37	0,18	02:22:39	12:41:30	-1,11	0:00:53	12:42:24			1		
СТОП									Всього	34	1

Визначення ймовірності потрапляння
у чергу та на обслуговування

Номер випро- бування i	Надійшло заявок N _п заяв	Обслужено заявок N _{обс}	Тривалість обслуговування t _{обс}	Ймовірність обслуговування P _{обс} = N _{обс} /N _п заяв	Ймовірність потрапляння у чергу P _{зд} = 1 - P _{обс}
1	35	34	12 хв.	0,97	0,03
2	36	35	12 хв.	0,97	0,03
3	35	34	12 хв.	0,97	0,03
Середнє значення	35	34	Згод. 30 хв.	0,97	0,03

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	
									Обслуговувано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
2 випробування										
1			0:00:00			00:00:00				
2	0,30	00:23:59	0:23:59	0,10	0:13:02	00:37:01			1	
3	0,54	00:12:18	0:36:17	0,47	0:16:44		00:53:01		1	
4	0,55	00:12:05	0:48:21	0,62	0:18:13	01:06:34			1	
5	0,91	00:01:56	0:50:18	0,10	0:13:00			01:03:18	1	
6	0,51	00:13:37	1:03:55	-0,19	0:10:04		01:13:58		1	
7	0,87	00:02:40	1:06:35	-0,53	0:06:42	01:13:17			1	
8	0,94	00:01:12	1:07:47	0,52	0:17:11			01:24:58	1	
9	0,09	00:47:53	1:55:40	0,34	0:15:23	02:11:02			1	
10	0,75	00:05:53	2:01:33	-0,30	0:09:01		02:10:33		1	
11	0,69	00:07:30	2:09:02	-0,15	0:10:30			02:19:33	1	
12	0,94	00:01:09	2:10:11	0,95	0:21:28				1	1
13	0,30	00:24:01	2:34:12	0,88	0:20:49	02:55:01			1	
14	0,92	00:01:37	2:35:49	0,23	0:14:19		02:50:08		1	
15	0,22	00:30:36	3:06:25	-0,78	0:04:13	03:10:38			1	
16	0,68	00:07:50	3:14:15	-0,60	0:06:00	03:20:15			1	
17	0,34	00:21:43	3:35:58	0,08	0:12:49	03:48:47			1	
18	0,34	00:21:34	3:57:31	-0,54	0:06:34	04:04:05			1	
19	0,52	00:12:59	4:10:30	0,36	0:15:34	04:26:04			1	
20	0,93	00:01:24	4:11:54	-0,97	0:02:15		04:14:10		1	
21	0,92	00:01:45	4:13:39	-0,61	0:05:54			04:19:33	1	
22	0,69	00:07:34	4:21:13	-0,82	0:03:50		04:25:03		1	
23	0,80	00:04:23	4:25:36	-0,56	0:06:26		04:32:02		1	
24	0,45	00:16:11	4:41:47	-0,34	0:08:38	04:50:25			1	
25	0,13	00:41:20	5:23:07	0,94	0:21:25	05:44:32			1	
26	0,82	00:03:56	5:27:03	0,90	0:20:58		05:48:00		1	
27	0,32	00:22:35	5:49:38	-0,04	0:11:35	06:01:13			1	
28	0,57	00:11:23	6:01:01	0,62	0:18:12		06:19:13		1	
29	0,57	00:11:09	6:12:10	0,60	0:18:00	06:30:10			1	
30	0,07	00:53:36	7:05:45	0,39	0:15:52	07:21:37			1	
31	0,23	00:29:01	7:34:46	0,10	0:12:58	07:47:44			1	
32	0,20	00:31:56	8:06:42	-0,82	0:03:51	08:10:33			1	
33	0,56	00:11:31	8:18:13	0,73	0:19:16	08:37:29			1	
34	0,24	00:28:53	8:47:06	-0,01	0:11:53	08:58:59			1	
35	0,51	00:55:59	9:43:05	0,54	0:17:25	10:00:30			1	
36	0,49	00:59:22	10:42:26	-0,47	0:07:19	10:49:46			1	
37	0,41	01:13:26	11:55:53	0,93	0:21:21	12:17:13			1	
38	0,08	03:35:31	15:31:23	0,15	0:13:31	15:44:54			1	
СТОП							Всього		35	

Вихідні дані для розрахунків

λ	Δt	T _{max}	σ
3 авт./год.	0,2 год.	12 годин	10 хв.

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	0,24	00:28:16	0:28:16	0,25	0:14:28	00:37:01			1	
3	0,98	00:00:19	0:28:35	-0,19	0:10:06		00:53:01		1	
4	0,71	00:06:50	0:35:25	0,94	0:21:24	01:06:34			1	
5	0,55	00:11:47	0:47:13	0,80	0:20:00			01:03:18	1	
6	0,34	00:21:48	1:09:01	0,76	0:19:34		01:13:58		1	
7	0,97	00:00:37	1:09:37	-0,93	0:02:44	01:13:17			1	
8	0,52	00:13:05	1:22:42	-0,88	0:03:10			01:24:58	1	
9	0,62	00:09:32	1:32:14	-0,26	0:09:25	02:11:02			1	
10	0,21	00:31:26	2:03:41	0,48	0:16:50		02:10:33		1	
11	0,93	00:01:25	2:05:05	0,18	0:13:45			02:19:33	1	
12	0,54	00:12:18	2:17:24	0,48	0:16:49				1	1
13	0,33	00:22:02	2:39:26	0,29	0:14:55	02:55:01			1	
14	0,63	00:09:07	2:48:32	0,99	0:21:55		02:50:08		1	
15	0,99	00:00:10	2:48:43	-0,25	0:09:29	03:10:38			1	
16	0,71	00:06:50	2:55:32	0,46	0:16:35	03:20:15			1	
17	0,72	00:06:41	3:02:13	-0,54	0:06:35	03:48:47			1	
18	0,93	00:01:28	3:03:41	0,20	0:14:02	04:04:05			1	
19	0,75	00:05:45	3:09:25	0,77	0:19:40	04:26:04			1	
20	0,77	00:05:07	3:14:33	0,43	0:16:17		04:14:10		1	
21	0,58	00:10:51	3:25:24	0,53	0:17:20			04:19:33	1	
22	0,33	00:22:17	3:47:41	0,73	0:19:19		04:25:03		1	
23	0,33	00:22:00	4:09:41	-0,94	0:02:33		04:32:02		1	
24	0,66	00:08:24	4:18:05	-0,08	0:11:13	04:50:25			1	
25	0,70	00:07:11	4:25:16	-0,76	0:04:23	05:44:32			1	
26	0,41	00:17:58	4:43:14	-0,58	0:06:14		05:48:00		1	
27	0,81	00:04:12	4:47:27	0,26	0:14:36	06:01:13			1	
28	0,68	00:07:48	4:55:15	0,39	0:15:52		06:19:13		1	
29	0,63	00:09:18	5:04:33	0,95	0:21:30	06:30:10			1	
30	0,11	00:44:14	5:48:47	0,28	0:14:46	07:21:37			1	
31	0,31	00:23:27	6:12:14	0,59	0:17:55	07:47:44			1	
32	0,09	00:47:44	6:59:57	0,85	0:20:28	08:10:33			1	
33	0,57	00:11:15	7:11:12	0,89	0:20:53	08:37:29			1	
34	0,72	00:06:26	7:17:38	-0,42	0:07:51	08:58:59			1	
35	0,41	01:14:20	8:31:59	-0,24	0:09:36	10:00:30			1	
36	0,27	01:48:18	10:20:16	-0,42	0:07:46	10:49:46			1	
37	0,00	09:23:35	19:43:52	-1,00	0:02:01	12:17:13			1	
СТОП								Всього	34	1

