

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

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

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

_____ А. І. Кузьменко
(підпис)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
на тему:
«РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ
УКРАЇНОЮ ТА РУМУНІЄЮ»**

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

Рискаль Іван Андрійович

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук
Музикін Михайло Ігорович

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**

РИСКАЛЮ ІВАНУ АНДРІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка схеми автобусних перевезень між Україною та Румунією.

Керівник роботи: Разгонов Сергій Адамович, кандидат технічних наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

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

3. Вихідні дані до роботи

3.1 Вихідні дані для розрахунку системи масового обслуговування

Показник	Значення
Інтенсивність прибуття, λ	2,5 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	45 хв
Середнє відхилення, σ	10 хв
Кількість каналів обслуговування, c	2
Час моделювання	12 год

3.2 Маршрут перевезення: м. Чернівці (Україна) – м. Бухарест (Румунія).

3.3 Відстань маршруту – 525 кілометри.

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

4.1 Загальна характеристика та тенденції розвитку міжнародних автобусних перевезень

4.2 Проектування маршруту та техніко-технологічний аналіз організації перевезень

4.3 Моделювання простою автобусів на митному пункті пропуску на основі системи масового обслуговування

4.4 Комплексний аналіз отриманих часових та економічних показників на маршруті

5. Перелік графічного матеріалу

5.1 Загальна характеристика та тенденції розвитку міжнародних автобусних перевезень

5.2 Проектування маршруту та техніко-технологічний аналіз організації перевезень

5.3 Моделювання простою автобусів на митному пункті пропуску на основі системи масового обслуговування

5.4 Комплексний аналіз отриманих часових та економічних показників на 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. Загальна характеристика та тенденції розвитку міжнародних автобусних перевезень	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Проектування маршруту та техніко-технологічний аналіз організації перевезень	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Моделювання простою автобусів на митному пункті пропуску на основі системи масового обслуговування	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Комплексний аналіз отриманих часових та економічних показників на 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)

І.А. Рискаль
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

С.А. Разгонов
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Рискаль І.А. Розробка схеми автобусних перевезень між Україною та Румунією.

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 проектуванню міжнародних пасажирських нерегулярних автобусних перевезень за напрямом Україна – Румунія. Проаналізовано загальну характеристику та тенденції розвитку міжнародних автобусних перевезень. Запроектовано маршрут та проведено техніко-технологічний аналіз організації перевезень. Змодельовано час простою автобусів на прикордонному пункті пропуску за допомогою методу системи масового обслуговування. Проведено комплексний аналіз отриманих часових та економічних показників на маршруті.

THE SUMMARY

Ryskal I.A. Development of a bus transportation scheme between Ukraine and Romania.

Bachelor's qualification work for obtaining educational degree “Bachelor” in the specialty 275 Transport Technologies (in automobile transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The bachelor's thesis is devoted to the design of international passenger irregular bus transportation in the direction of Ukraine - Romania. The general characteristics and development trends of international bus transportation are analyzed. The route is designed and a technical and technological analysis of the organization of transportation is carried out.

Bus downtime at the border checkpoint is modeled using the queuing system method. A comprehensive analysis of time and economic indicators on the route was carried out.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	9
2.ПРОЄКТУВАННЯ МАРШРУТУ ТА ТЕХНІКО- ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	17
2.1Постановка завдання	17
2.2Аналіз та прогнозування пасажирського потоку на вибраному напрямку	18
2.3Складання маршрутної схеми	21
2.4Обґрунтований вибір транспортного засобу для міжнародних перевезень	24
2.5Розрахунок тривалості рейсу	29
3. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОЮ АВТОБУСІВ НА МИТНОМУ ПУНКТІ ПРОПУСКУ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	32
4. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ ЧАСОВИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА МАРШРУТІ	43
4.1Розрахунок техніко-експлуатаційних показників	43
4.2Розрахунок економічної ефективності маршруту	51
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
Додаток А. Графічні матеріали	66

					КРБ 275 19 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
Розроб.	Рискаль І.А.				РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА РУМУНІЄЮ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.	Разгонов С.А.						6	
Реценз.	Музикін М.І.					УМСФ, ГР. Т21-1		
Н. контр.	Разгонов С.А.							
Затверд.	Разгонов С.А.							

ВСТУП

Розвиток автобусного сполучення між Україною та Румунією становить важливу складову міжнародного пасажирського транспорту. Завдяки сприятливому географічному положенню обох держав, активним економічним контактам і культурній взаємодії, зростає потреба у вдосконаленні транспортних маршрутів. У зв'язку зі стабільним підвищенням попиту на перетин кордонів автобусним транспортом, забезпечення якісного, безпечного й ефективного перевезення пасажирів є пріоритетом для компаній-перевізників [1].

У цьому контексті дана кваліфікаційна робота присвячена проектуванню та моделюванню організаційної схеми автобусного сполучення між Україною та Румунією. Головною метою дослідження є вивчення поточного стану міжнародних пасажирських перевезень, виявлення основних труднощів у цій сфері та формування практичних рішень для їх подолання. Особливий акцент зроблено на таких аспектах, як безпечність, комфорт і пунктуальність, що мають першочергове значення при побудові ефективної логістики міжнародних маршрутів.

Для досягнення поставленої мети в рамках роботи заплановано виконання кількох ключових завдань. Насамперед – аналіз наявних маршрутів автобусного транспорту, дослідження напрямків руху пасажирів і динаміки попиту. Наступним етапом стане оцінка технічного стану та експлуатаційних можливостей транспортних засобів, які використовуються у міжнародних перевезеннях. Також буде проведено огляд нормативної бази, що регламентує автобусне сполучення за кордоном, із метою дотримання чинних міжнародних та національних вимог..

Окрему увагу приділено розробці практичних рекомендацій щодо оптимізації маршрутної мережі та графіків руху автобусів. Це включає вибір доцільних зупинок, організацію місць для перепочинку водіїв і пасажирів, а

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

також забезпечення необхідного рівня обслуговування на всьому маршруті прямування.

Безпека перевезень розглядається як невід’ємна складова проєктування, зокрема шляхом контролю технічної справності автобусів, дотримання правил дорожнього руху та підвищення відповідальності водіїв через систематичні інструктажі.

Таким чином, результатом даного дослідження стане обґрунтування ефективної моделі організації міжнародного автобусного сполучення між Україною та Румунією, яка відповідатиме сучасним вимогам до безпеки, якості сервісу та надійності, а також сприятиме інтеграції українських перевізників у європейський транспортний простір.

Ця кваліфікаційна робота бакалавра присвячена проєктуванню міжнародного маршруту для перевезення пасажирів з м. Чернівці (Україна) – м. Бухарест (Румунія).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ
МІЖНАРОДНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У сучасних умовах зростаючої інтеграції європейського транспортного простору важливою складовою розвитку міждержавної інфраструктури є аналіз міжнародних автобусних перевезень пасажирів. Такий аналіз дозволяє виявити ключові тенденції, оцінити ефективність наявних маршрутів, рівень навантаження, ступінь задоволеності попиту та вразливість до зовнішніх впливів [2].

Підґрунтям досліджень у цьому напрямку є аналітичні показники, що відображають не лише загальні обсяги перевезень, але й ефективність використання рухомого складу, географію попиту, зміну структури ринку та рівень транспортної безпеки.

Протягом 2019-2024 років спостерігалися суттєві коливання в обсягах міжнародного автобусного пасажиропотоку. Найгостріше зниження припало на 2020 рік через обмеження, спричинені пандемією COVID-19. Водночас уже з 2021 року галузь демонструвала поступове відновлення, зростаючи за рахунок відкладеного попиту, а у 2022 році – також через евакуаційні перевезення (див. рисунок 1.1).

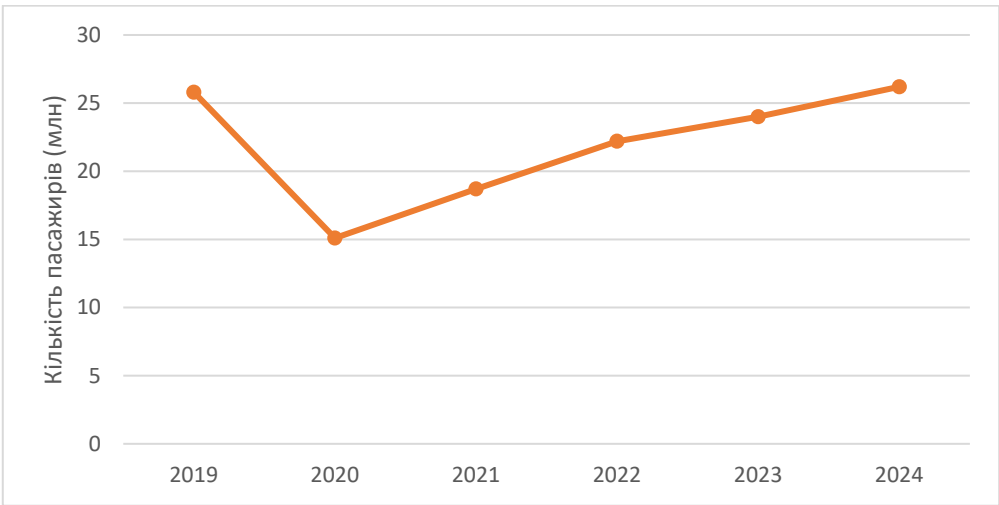


Рисунок 1.1 – Динаміка міжнародних автобусних перевезень пасажирів, 2019–2024 рр., млн осіб [3]

Зміни у пасажиропотоці детально ілюструє таблиця 1.1, яка демонструє не лише обсяги перевезень, але й зміну популярних напрямків (див. таблицю 1.1).

Таблиця 1.1 – Пасажиропотік на міжнародних пасажирських автобусних перевезеннях за 2019-2024 роки [3]

Рік	Кількість пасажирів (млн осіб)	Зміна порівняно з попереднім роком (%)	Найпопулярніші напрямки
2019	25.1	+5.2%	Польща, Угорщина, Румунія, Словаччина, Чехія
2020	15.3	-39.0%	Польща, Угорщина, Румунія
2021	18.7	+22.8%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина
2022	22.4	+19.8%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина, Чехія, Австрія
2023	24.0	+7.1%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина, Чехія, Австрія, Болгарія
2024	26,5	+10,4%	Польща, Румунія, Угорщина, Німеччина, Болгарія

Відзначимо, що Румунія стабільно входить до переліку ключових напрямків, що свідчить про сталі міждержавні потоки. У 2022-2024 рр. особливу роль відігравали транзитні маршрути, пов’язані з переміщенням населення у зв’язку з воєнними діями в Україні.

Забезпечення належного рівня комфорту, гарантування безпеки перевезень, удосконалення маршрутної мережі та раціональне використання транспортних ресурсів – усе це є ключовими напрямками аналізу міжнародних автобусних пасажирських перевезень на основі цифрових індикаторів. Такі дані дозволяють глибше зрозуміти актуальні запити пасажирів і сприяють покращенню якості та доступності транспортних послуг у міжнародному сполученні [4].

Міжнародні перевезення здійснюються за допомогою різних видів транспорту: залізничного, автомобільного, авіаційного та водного. На рисунку 1.2 наведено статистичний розподіл пасажиропотоку за видами транспорту.

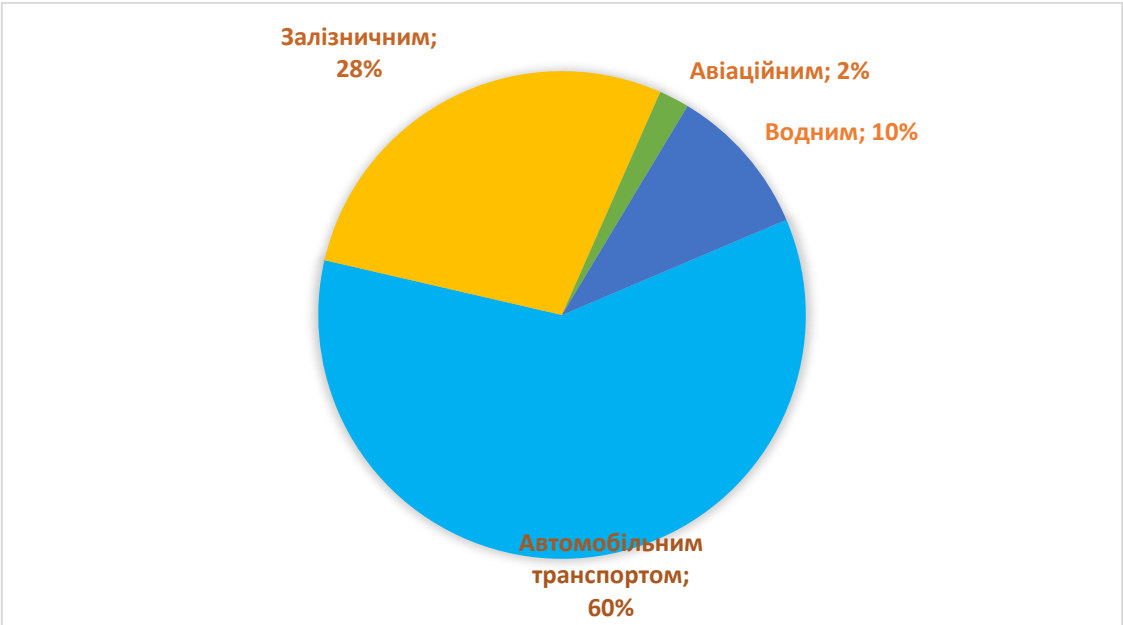


Рисунок 1.2 – Статистика об’єму пасажирських перевезень в Україні за 2024 рік [3]

Однією з недооцінених характеристик автобусного ринку є сезонність перевезень. Влітку фіксується максимальне зростання пасажиропотоку, що пов’язане з відпустками, туристичними турами та сезонними поїздками на роботу за кордон. У періоди міжсезоння, навпаки, частота рейсів скорочується. Включення графіка сезонного розподілу навантаження дозволяє

точніше планувати ресурси перевізника та формувати динамічні графіки (див. рисунок 1.3).

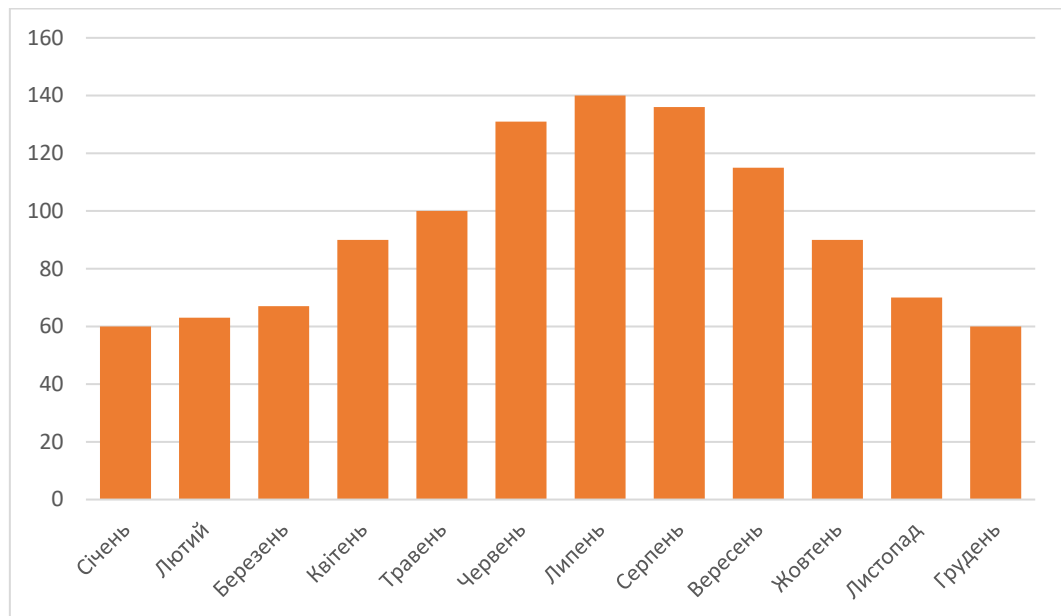


Рисунок 1.3 – Сезонна динаміка попиту на міжнародні перевезення [3]

Об'єктом дослідження в даній роботі виступає аналіз міжнародних пасажирських перевезень автобусами, з урахуванням усіх аспектів, що визначають їхню ефективність, організацію та розвиток. Такі перевезення поділяються на регулярні, маятникові та нерегулярні. Регулярне сполучення базується на опублікованих розкладах, встановлених тарифах і фіксованих маршрутах з визначеними пунктами посадки та висадки. Маятникові перевезення передбачають перевезення груп пасажирів з одного пункту до іншого з наступним поверненням у зазначений час, при цьому частина рейсів може бути без пасажирів. Нерегулярні маршрути здійснюються на запит перевізника та не підпадають під стандартні умови ліцензування [2].

Організація міжнародного туристичного перевезення автобусами відбувається відповідно до міждержавних угод, які визначають вимоги до транспортних засобів, умови перетину кордонів, дозволи та нормативи безпеки. У роботі слід враховувати, що типи автобусів для міжнародних рейсів повинні відповідати технічним та екологічним стандартам ЄС, включаючи

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

вимоги до рівня викидів та оснащення засобами навігації й тахографами (рисунок 1.4) [5].



Рисунок 1.4 – Типи автобусів, що застосовуються у міжнародному сполученні

Міжнародне автобусне сполучення займає помітне місце в транспортній системі, адже характеризується значним обсягом використання техніки, робочої сили та фінансів. Для прикладу, станом на 2010 рік автобусний парк України складав близько 75% у порівнянні з кількістю вантажних автомобілів. У 2019 році на кожен вантажний автомобіль в Україні припадало 0,7 автобуса.

Цей вид перевезень є основою туристичного сектора, а також сприяє розширенню ділових, культурних, спортивних і освітніх зв'язків між державами. Він виконує функцію транспортного коридору між країнами, що забезпечує циркуляцію інформації, персоналу, товарів і капіталу.

У той же час, незважаючи на стратегічну значущість, міжнародним автобусним перевезенням приділяється недостатня увага з боку державних структур у частині нормативного оновлення та цифрової трансформації. Це

знижує темпи модернізації та впровадження інноваційних логістичних рішень у сфері перевезень.

Важливо наголосити, що роль міжнародних автобусних маршрутів зросла в умовах воєнного часу, коли повітряне та залізничне сполучення частково паралізоване, а автобуси стали основним способом виїзду з країни та забезпечення мобільності населення [6]. Крім того, спостерігається зростання інтересу до транскордонних трансферів малого та середнього формату, що не потребують складних ліцензійних процедур.

Основними напрямками автобусного сполучення залишаються регулярні лінії та туристичні поїздки. В умовах розширення економічної співпраці між державами значення автомобільного транспорту зростає, адже він забезпечує гнучкість, доступність та оперативне реагування на зміни ринку. Автобусне сполучення служить ключовою ланкою між державними інституціями, бізнесом і громадянами, виконуючи транспортну функцію між регіонами Європи.

Разом із кількісним зростанням пасажиропотоку спостерігаються і якісні зміни: розширення спектра перевізників, впровадження електронного квитка, об'єднання в єдині системи моніторингу маршрутів. Ці зміни сприяють підвищенню якості послуг, гнучкості планування перевезень і безпеки пасажирів. На рисунку 1.5 можна спостерігати обсяги міжнародних автобусних перевезень з України.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ		Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			
			Дата			

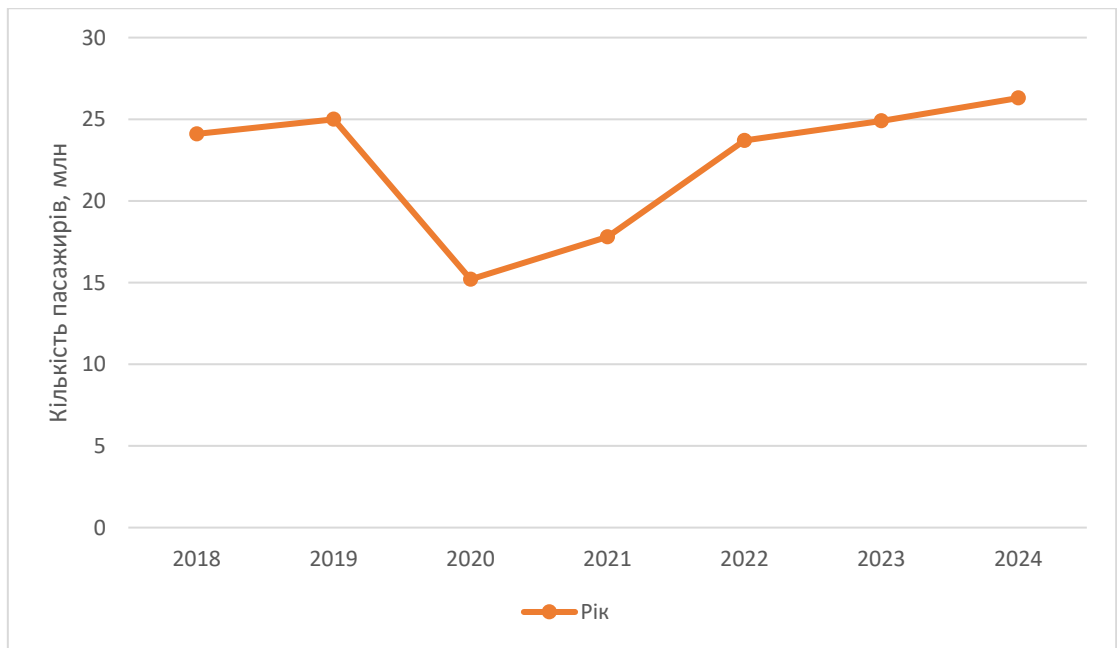


Рисунок 1.5 – Обсяг міжнародних автобусних перевезень пасажирів України за 2018-2024рр., млн осіб [3]

Після зростання у 2018-2019 роках, у 2020 році спостерігалось різке падіння через пандемію COVID-19. Починаючи з 2021 року, галузь демонструє поступове відновлення, зокрема у 2022 році – на фоні масового виїзду населення в умовах війни.

У 2024 році обсяг перевезень сягнув $\approx 26,5$ млн пасажирів, що свідчить про стабілізацію попиту та адаптацію ринку до нових умов. Динаміка вказує на залежність галузі від зовнішніх факторів і її здатність до швидкої трансформації.

Таким чином, ми дійшли висновку, що галузь міжнародних автобусних перевезень є важливою складовою транспортної системи України, особливо в контексті європейської інтеграції та геополітичних викликів. За період 2018-2024 років відзначається значна волатильність обсягів перевезень, зумовлена як пандемією COVID-19, так і повномасштабною війною в Україні. Попри кризові явища, ринок демонструє тенденції до відновлення та адаптації, зокрема через розширення маршрутної мережі, цифровізацію послуг та зміну структури попиту.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Міжнародні автобусні перевезення, особливо в напрямку Україна – Румунія, залишаються актуальними завдяки своїй гнучкості, доступності та здатності забезпечити мобільність населення в умовах обмеженого доступу до інших видів транспорту. Сучасні виклики висувають нові вимоги до перевізників, серед яких – підвищення безпеки, впровадження інноваційних технологій, оновлення автопарку та вдосконалення нормативного регулювання міжнародного сполучення

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ		Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			
			Дата			

2. ПРОЄКТУВАННЯ МАРШРУТУ ТА ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Постановка завдання

Завдання даної кваліфікаційної роботи бакалавра є організація міжнародного перевезення пасажирів за маршрутом Чернівці (Україна) – Бухарест (Румунія). Для реалізації перевезення передбачено використання сучасного автобусного засобу, обладнаного для забезпечення належного рівня комфорту на маршрутах середньої дальності.

Проектований маршрут включає транскордонний перехід через міжнародний автомобільний пункт пропуску Сірет, що є ключовою ділянкою при перетині державного кордону між Україною та Румунією [7]. Загальна довжина маршруту становить 550 км, що охоплює ділянки як на території України, так і в межах Румунії (рисунок 2.1).

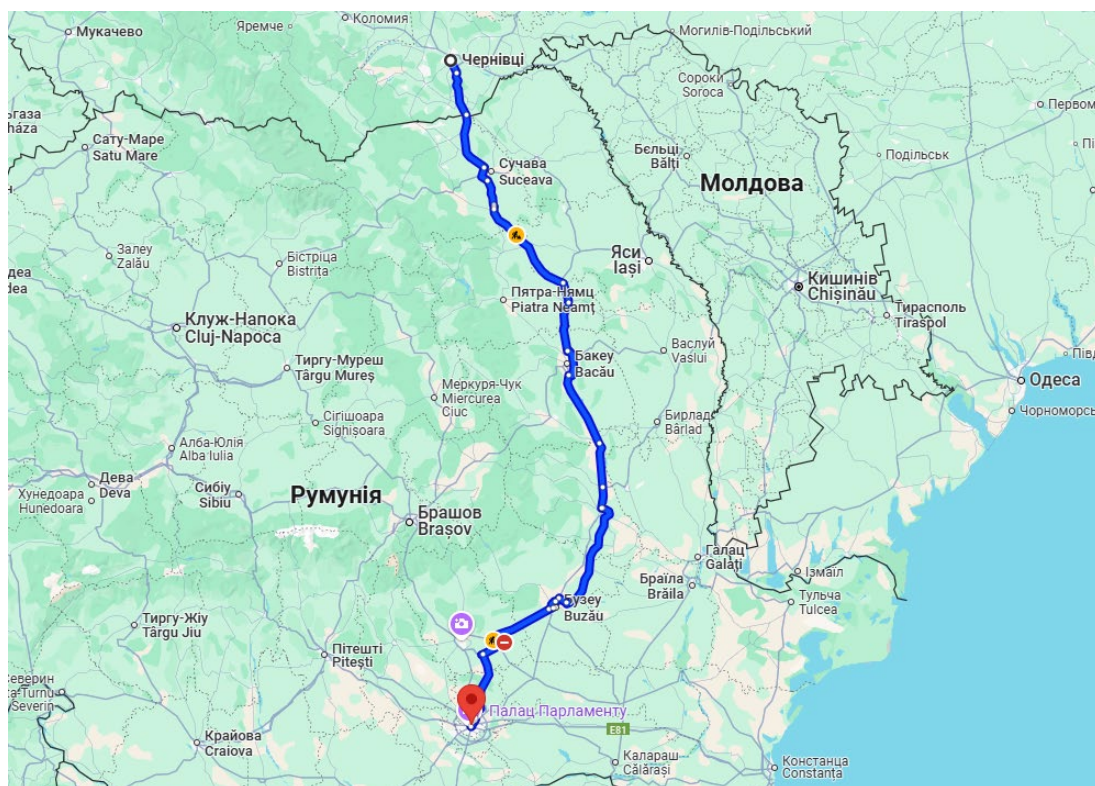


Рисунок 2.1 – Проект маршруту Чернівці (Україна) – Бухарест (Румунія)

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ		Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.					17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Аналіз та прогнозування пасажирського потоку на вибраному напрямку

Після 2021 р. українсько-румунський кордон перетворився на один із найбільш динамічних напрямків Західної України. Цьому сприяють три ключові фактори:

- Трудова міграція. Чернівецька, Івано-Франківська та Тернопільська області мають історично високий рівень виїзду на роботу до країн ЄС, зокрема Румунії. Частка мігрантів у структурі потоків за 2024 р. перевищила 45 %.
- Туризм і транзит. Через аеропорт Отопені (OTP) у Бухаресті зручні пересадки на лоукост-маршрути. За даними опитування USAID ERA (2024 р.), кожен третій поїздки до Румунії здійснює з метою авіаподорожі.
- Інфраструктурні удосконалення. У 2024 р. на пункті пропуску «Порубне – Сірет» запущено систему EU eQueue, що збільшило пропускну спроможність на $\approx 15\%$ і зменшило середній час очікування на 25–30 хв.

Ці чинники забезпечують стабільний приріст загального пасажиропотоку – від 2,12 млн осіб у 2021 р. до 5,50 млн осіб у 2024 р. (див. таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 – Загальний обсяг перетинів кордону «Україна – Румунія» (2021-2024 рр.) [3]

Рік	Кількість пасажирів, млн осіб	Приріст, % до попер. року
2021	2,12	—
2022	4,20	+ 98,7
2023	5,03	+ 19,9
2024*	5,50	+ $\approx 8,0$

* Оцінка на основі звітності ДПСУ за 9 міс. 2024 р.

На рисунку 2.2 наведено графічне зображення цієї тенденції та прогнозу до 2029 р.

Прогноз формували методом експоненційного згладжування, використавши середньорічний темп зростання $g = 15\%$ (2021-2024 рр.) з поступовим зниженням до 7% після 2026 р.

Коригувальні коефіцієнти:

- $k_{infra} = 1,05$ – ефект модернізації КПП;
- $k_{Schengel} = 1,04$ – вступ Румунії до Шенгенської зони (очікувано IV кв. 2025 р.).

Розрахункова формула:

$$S_t = S_0(1 + g)^t \cdot k_{infra} \cdot k_{Schengel}, \quad (2.1)$$

де, S_0 – 5,5 млн осіб (база 2024 року).

Частку потоку, що обирає саме напрямок Чернівці – Бухарест, прийнято $a_t = 1,0 - 1,2\%$ (конкуренція зі залізницею та car-sharing). Тоді кількість потенційних пасажирів:

$$P_t = S_t a_t \cdot 10^6, \quad (2.2)$$

Таблиця 2.2 – Прогнозовані обсяги пасажирів та потреба в рейсах (базовий сценарій)

Рік	S_t , млн	a_t , %	P_t , осіб рік	Середньодобовий потік, осіб	Необхідні рейси/добу*
1	2	3	4	5	6
2025	5,94	1,00	59 400	163	4
2026	6,49	1,05	68 145	187	5
2027	6,99	1,10	76 890	211	5–6

Викона		Рискаль І.А.				КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рік	S_t , млн	α_t , %	P_t , $\frac{\text{осіб}}{\text{рік}}$	Середньодобовий потік, осіб	Необхідні рейси/добу*
1	2	3	4	5	6
2028	7,48	1,15	86 020	236	6
2029	7,98	1,20	95 760	262	7

* Розрахунок виконано для автобуса місткістю 49 місць за коефіцієнта заповнення 0,85.

Вплив експлуатаційних факторів:

1. Час у дорозі. Скорочення чек-тайму на кордоні на 30 хв (після приєднання до Шенгену) знижує загальний час подорожі на $\sim 8\%$. За еластичністю попиту $E_t \approx 0,7$ це може дати додаткові $+5-6\%$ пасажирів.

2. Конкуренція з BlaBlaCar. Частка ridesharing оцінюється у $18-20\%$ від наземного трафіку. Проте автобус виграє за безпекою, багажними можливостями та стабільністю ціни.

3. Сезонність. Літні піки (липень-серпень) можуть збільшувати денний пасажиропотік удвічі порівняно з міжсезонням. Необхідна тимчасова еластична пропозиція (чартерні автобуси або підсадка додаткової зміни водіїв).



Рисунок 2.2 — Динаміка та прогноз транскордонного пасажиропотоку «Україна – Румунія», 2021-2029 рр. (побудовано автором).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ		Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.					20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, маршрут Чернівці – Бухарест демонструє соціально-економічну доцільність та фінансову життєздатність, що робить його перспективним для впровадження регулярного автобусного сполучення вже з 2025 р.

2.3 Складання маршрутної схеми

У межах даної кваліфікаційної роботи бакалавра розглядається проектування міжнародного автобусного перевезення пасажирів за напрямком Чернівці – Бухарест. Для досягнення цілей дослідження сформовано один конкретний маршрут, що слугує прикладом організації перевезення у двосторонньому нерегулярному сполученні. Запропонована схема розроблена з урахуванням актуальних вимог до міжнародного автосполучення, а також може бути використана як основа для моделювання аналогічних рейсів у майбутньому.

Міжнародні автомобільні перевезення пасажирів передбачають перетин щонайменше одного державного кордону. Маршрут Чернівці – Бухарест належить до двосторонніх нерегулярних перевезень: транспортний засіб зареєстрований у країні відправлення (Україні), а кінцевий пункт розташований у Румунії. Відповідно до Конвенції про міжнародні дорожні перевезення пасажирів (Женева, 1973 р.) перевізник мусить отримати дозвіл компетентних органів обох держав, а маршрут має відповідати затвердженій схемі руху [8].

Маршрутна схема проєктованого сполучення формувалася з урахуванням трьох базових критеріїв:

- Найкоротша відстань – мінімізація пробігу, що знижує витрати на паливо й амортизацію;
- Уникнення платних магістралей – зменшення дорожніх зборів, актуально для нерегулярних рейсів;
- Найменший час у дорозі – пріоритет для пасажирів, критичний при транзиті до аеропорту м. Бухарест.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Зважаючи на характер нерегулярного перевезення та високий відсоток авіатранзитних пасажирів, обрано критерій мінімального часу. Оптимальний трек пролягає по міжнародному коридору E85 із перетином кордону в пункті пропуску «Порубне – Сірет» [7]. Далі автобус слідує автошляхами DN2/E85 до м. Фокшань, DN2B до м. Бузеу, DN2 до м. Плоєшті та DN1 до центрального автовокзалу «Filaret» (Бухарест) (див. рисунок 2.3).

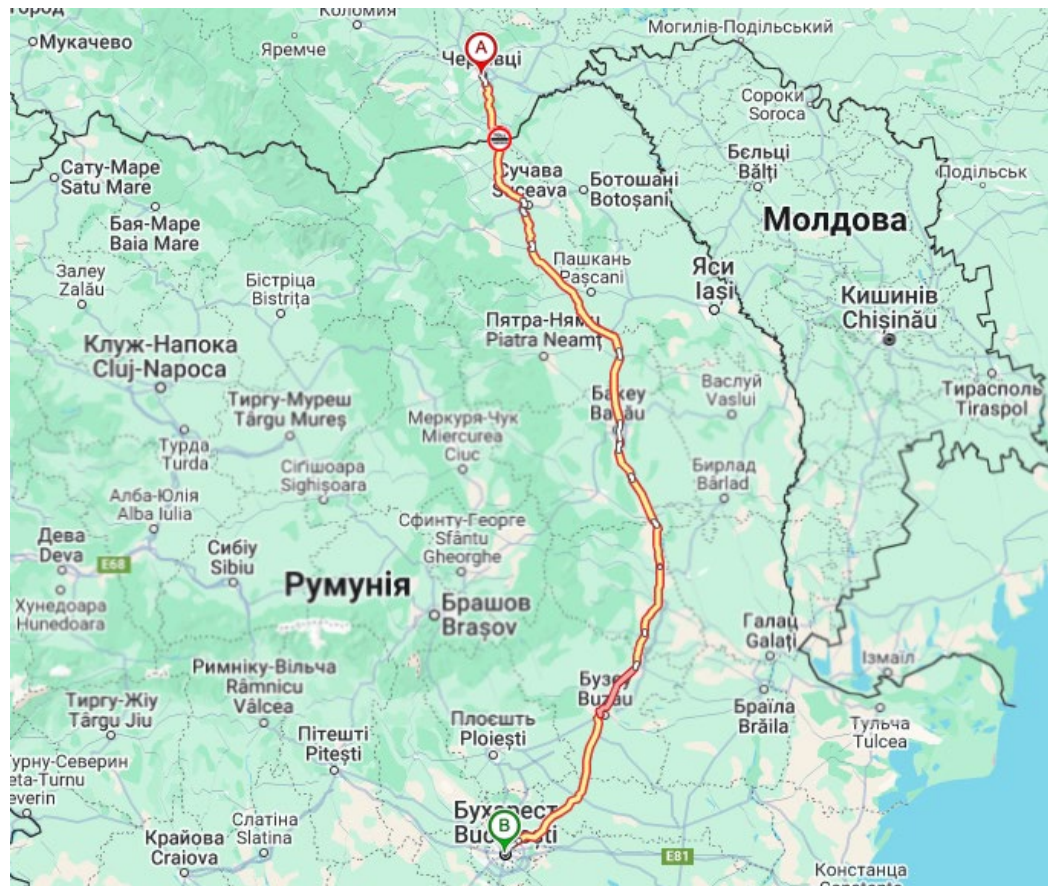


Рисунок 2.3 – Схема маршруту за критерієм мінімального часу, підготовлено автором [9]

Для порівняння було розглянуто альтернативний маршрут, що передбачає рух через м. Радівці та використання автошляху DN17/E58. За результатами попереднього аналізу, даний варіант має більшу протяжність (на ≈ 24 км довший) і орієнтовно на 30–35 хв довший за основний. Крім того, він проходить ділянками зі зниженим рівнем сервісу та підвищеним рельєфним

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

навантаженням, що негативно впливає на експлуатаційні характеристики (див. рисунок 2.4).

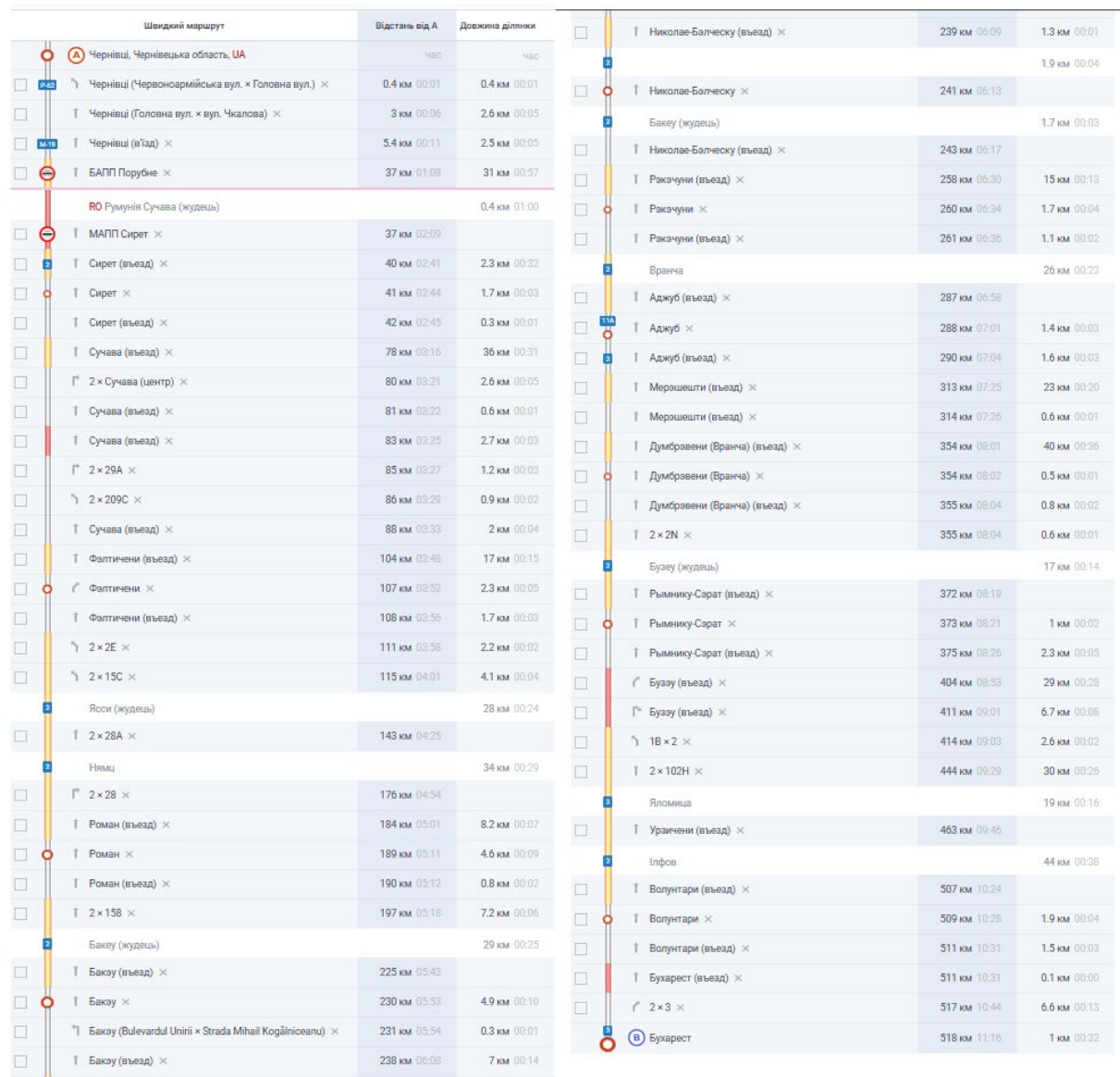


Рисунок 2.4 – Маршрут за критерієм мінімального часу [9]

У подальших розділах ця маршрутна схема буде використана для:

- розрахунку техніко-експлуатаційних показників роботи автобусного транспортного засобу;
- визначення економічної ефективності перевезення;
- формування графіка руху з урахуванням вимог ЄУТР щодо режимів праці та відпочинку водіїв.

Таким чином, обраний маршрут Чернівці – Бухарест через пункт пропуску «Порубне – Сірет» за критерієм мінімального часу забезпечує оптимальні умови для організації ефективного міжнародного пасажирського перевезення.

2.4 Обґрунтований вибір транспортного засобу для міжнародних перевезень

Організація міжнародного нерегулярного перевезення за маршрутом Чернівці – Бухарест потребує ретельного вибору транспортного засобу, здатного забезпечити відповідний рівень комфорту, економічності та безпеки [10]. У межах даного дослідження проведено порівняльний аналіз двох сучасних моделей туристичних автобусів, які активно використовуються в міжнародних перевезеннях: Mercedes-Benz Tourismo [11] та Neoplan Cityliner [12].

Порівняння здійснюється за такими ключовими критеріями:

- пасажировмісність;
- витрати пального;
- комфорт салону;
- системи безпеки;
- вартість експлуатації;
- середня технічна швидкість на міжміських маршрутах.

Обидві моделі мають кілька варіантів довжини кузова та планування салону.

- Mercedes-Benz Tourismo у стандартній двовісній версії вміщує 49–55 пасажирів, у тривісній – до 65 осіб.
- Neoplan Cityliner вміщує 49–53 пасажири (двовісний варіант) та до 63 осіб у подовженій версії.

Таким чином, обидва автобуси здатні забезпечити перевезення однієї туристичної групи без поділу пасажирів. Місткість є співставною та не є вирішальним фактором.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Середня витрата пального для Mercedes-Benz Tourismo становить орієнтовно 24 л/100 км, тоді як для Neoplan Cityliner — 21,5 л/100 км. Для маршруту Чернівці – Бухарест – Чернівці (518 км в обидва кінці) розрахунок кількості пального для одного оберту здійснюється за формулою:

$$Q = \frac{L \cdot q}{100}, \quad (2.1)$$

де: Q — загальна витрата пального на оберт, л;

L — довжина маршруту в обидва кінці, км (у даному випадку 518 км);

q — середня витрата пального, л/100 км.

Для Mercedes-Benz Tourismo:

$$Q_{Tourismo} = \frac{518 \cdot 24}{100} = 124,32 \text{ л.}$$

Для Neoplan Cityliner:

$$Q_{Cityliner} = \frac{518 \cdot 21,5}{100} = 111,37 \text{ л.}$$

Таким чином:

- автобус Tourismo споживає близько 124,32 л дизельного пального на один рейс;
- автобус Cityliner — 111,37 л.

Різниця становить 12,95 л, що еквівалентно $\approx 10,4 \%$ економії на користь Neoplan.

У грошовому еквіваленті (за умовної ціни дизельного пального 53 грн/л) отримаємо:

$$\Delta C = 12,95 \cdot 53 = 686,35 \text{ грн на 1 рейс}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				25
Змн.	Арк.	Не докум.	Підпис	Дата	

За 100 рейсів це становитиме $\approx 68\,635$ грн економії лише за рахунок меншої витрати пального.

Обидві моделі оснащені системами кондиціонування, м'якими туристичними сидіннями, туалетом, мультимедійними екранами, індивідуальними розетками або USB-портами, а також Wi-Fi.

- Tourismo має зручний ергономічний салон, орієнтований на масовий туристичний сегмент, із високою якістю обробки.
- Cityliner позиціонується як автобус преміум-класу, має більш вишуканий дизайн, просторий салон, можливість індивідуальної комплектації (наприклад, кавомашина, розширені опції мультимедіа).

У контексті нерегулярних перевезень для групових поїздок базовий рівень комфорту обох автобусів є цілком достатнім, хоча Cityliner може бути кращим для VIP-клієнтів.

Системи безпеки:

- Обидві моделі оснащені системами ABS, ESP, EBS, ASR, системами допомоги при гальмуванні, асистентами утримання смуги, адаптивним круїз-контролем.
- Tourismo має опції Active Brake Assist 4/5/6, Attention Assist та Front Collision Guard.
- Cityliner пропонує аналогічний набір, включаючи EfficientCruise, Lane Guard, контроль втоми водія, та аварійні системи гальмування.

Таким чином, обидва автобуси відповідають сучасним стандартам безпеки міжнародних перевезень. Переваги є мінімальними й більше залежать від конкретної комплектації.

Максимальна швидкість обох автобусів – до 100 км/год (обмежено нормативами ЄС).

У реальних умовах середня швидкість на маршруті Чернівці – Бухарест із урахуванням зупинок, прикордонного контролю та профілю дороги – приблизно 65–70 км/год.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26

Обидва автобуси здатні динамічно тримати темп на трасах і гірських ділянках, тому за технічною швидкістю вони рівноцінні.

Вартість володіння:

- Mercedes-Benz Tourismo має нижчу вартість закупівлі (приблизно €250–270 тис.) та дешевше обслуговування. Його масовість забезпечує доступність запчастин і розгалужену сервісну мережу.
- Neoplan Cityliner дорожчий (від €280–320 тис.), хоча відзначається кращою економічністю пального. Проте його експлуатація й ремонт можуть бути дорожчими.

Порівняльний аналіз зображено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порівняльний аналіз технічних характеристик

Критерій	Mercedes-Benz Tourismo	Neoplan Cityliner
Пасажировмісність	49–65 місць	49–63 місць
Витрата пального, л/100 км	~24	~21,5
Витрати пального на рейс (518 км)	124,32 л	111,37 л
Салон	Високий стандарт	Преміальний рівень
Системи безпеки	ABS, ESP, ABA 6, Lane Assist	ABS, ESC, EBA, Lane Guard
Орієнтовна вартість нового	€250–270 тис.	€280–320 тис.
Середня технічна швидкість	60–70 км/год	60–70 км/год

На основі зіставлення технічних і експлуатаційних характеристик, Neoplan Cityliner є більш обґрунтованим вибором для організації міжнародного нерегулярного перевезення за маршрутом Чернівці – Бухарест. Його основні переваги:

- нижча витрата пального – економія понад 10 % на кожному рейсі;

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	27

- преміальний рівень комфорту, що особливо важливо для туристичних та транзитних поїздок;
- високий рівень безпеки – відповідність найсучаснішим європейським стандартам;
- сучасний дизайн і іміджевість, що підвищує привабливість перевізника.

Попри дещо вищу ціну придбання, економічна ефективність, технічна досконалість і конкурентні переваги роблять Neoplan Cityliner оптимальним транспортним засобом для реалізації даного проєкту (див. рисунок 2.5, 2.6).



Рисунок 2.5 – Автобус Neoplan Cityliner (вид ззовні) [12]



Рисунок 2.6 – Автобус Neoplan Cityliner (вид всередині) [12]

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ		Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

2.5 Розрахунок тривалості рейсу

Для планування експлуатаційного графіка руху автобуса за маршрутом Чернівці – Бухарест необхідно визначити тривалість одного оберту транспортного засобу в календарному часі. Розрахунок виконується з урахуванням дійсної структури маршруту, швидкісного режиму, часу проходження прикордонного контролю та зупинок, передбачених ЄУТР.

Для визначення календарної тривалості одного оберту автобуса в умовах міжнародного нерегулярного перевезення використовується формула:

$$t_0 = t_{\text{рух1}} + t_{\text{МП}} + t_{\text{рух2}} + t_{\text{відпоч}}, \quad (2.2)$$

де, t_0 – загальна тривалість оберту, год;

$t_{\text{рух1}}$ – час руху на ділянці Чернівці – Порубне, год;

$t_{\text{МП}}$ – час проходження прикордонного контролю (обидві сторони), год;

$t_{\text{рух2}}$ – час руху на ділянці Сірет – Бухарест, год;

$t_{\text{відпоч}}$ – регламентована зупинка для відпочинку водія, год.

Вихідні дані:

- Відстань Чернівці – Порубне: $L_1 = 37$ км
- Відстань Сірет – Бухарест: $L_2 = 480$ км
- Середня технічна швидкість: $V = 70 \frac{\text{км}}{\text{год}}$
- Тривалість прикордонного оформлення:
 - з боку України (Порубне): $t_{\text{укр}} = 0,75$ год (середнє значення)
 - з боку Румунії (Сірет): $t_{\text{рум}} = 0,5$ год (середнє значення)
- Обов’язкова зупинка після 4,5 год руху: $t_{\text{відпоч}} = 0,75$ год.

Розрахунок по ділянках:

1. Чернівці – Порубне:

$$t_{\text{рух1}} = \frac{L_1}{V}, \quad (2.3)$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				29
Змн.	Арк.	Не докум.	Підпис	Дата	

$$t_{\text{пух1}} = \frac{37}{70} = 0,53 \text{ год}$$

2. Прикордонний контроль:

$$t_{\text{МП}} = t_{\text{укр}} + t_{\text{рум}}, \quad (2.4)$$

$$t_{\text{МП}} = 0,75 + 0,5 = 1,25 \text{ год}$$

3. Сірет – Бухарест:

$$t_{\text{пух2}} = \frac{L_2}{V}, \quad (2.5)$$

$$t_{\text{пух2}} = \frac{480}{70} = 6,86 \text{ год}$$

4. Регламентована перерва водія (санітарна, мін. 45 хв):

$$t_{\text{відпоч}} = 0,75 \text{ год.}$$

Повна тривалість маршруту в один бік:

$$t_0 = 0,53 + 1,25 + 6,86 + 0,75 = 9,39 \text{ год}$$

У календарному вираженні:

$$t_0 = \frac{9,39}{24} \approx 0,39 \text{ доби}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Відповідно до норм Європейського регламенту ЄУТР (Регламент (ЄС) № 561/2006), максимальна тривалість керування транспортним засобом протягом однієї доби становить 9 годин, з можливістю двічі на тиждень продовження до 10 годин [13].

Таким чином, запроєктована тривалість маршруту повністю відповідає дозволеним межам добового періоду керування. При дотриманні графіка, проходження КПП (як елемент пасивного відпочинку) та однієї обов'язкової санітарної зупинки, водій може здійснити рейс в один бік без порушення трудового законодавства ЄС.

У випадку повного оберту (туди і назад), тривалість складе:

$$t_{\text{оберт}} = 9,39 \cdot 2 = 18,78 \text{ год} \approx 0,78 \text{ доби}$$

Рейси такого типу потребують організації відпочинку між рейсами, або виконання з двома водіями в складі екіпажу, що дозволяє забезпечити безперервну роботу без порушення норм ЄУТР.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОЮ АВТОБУСІВ НА МИТНОМУ ПУНКТІ ПРОПУСКУ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Процес проходження прикордонного контролю є ключовим етапом у логістиці міжнародних пасажирських перевезень. Наявність черг на митному пункті, обмежена кількість постів для огляду та оформлення, а також часові затримки безпосередньо впливають на загальну тривалість маршруту. Особливої актуальності ця проблема набуває для регулярних і нерегулярних рейсів, графік яких жорстко пов'язаний з розкладом міжнародних перевезень та вимогами до часу керування згідно ЄУТР.

З метою аналізу ефективності функціонування митного пункту пропуску «Порубне – Сірет» проведено моделювання процесу оформлення автобусів на основі системи масового обслуговування (СМО). Система розглядається як багатоканальна з чергою, з випадковим надходженням заявок (автобусів) та змінною тривалістю обслуговування.

Вихідні умови моделі:

- Інтенсивність прибуття автобусів описується пуассонівським потоком із параметром $\lambda = 2,5$ автобуси/год (за результатами аналізу навантаження в періоди пікового пасажиропотоку).
- Тривалість обслуговування (оформлення автобуса) підпорядковується нормальному закону розподілу:
 - математичне сподівання: $t_0 = 45$ хв
 - середньоквадратичне відхилення: $\sigma_0 = 10$ хв

Дані відповідають реальним замірам часу оформлення на КПП «Порубне – Сірет» згідно з відкритими джерелами (затримка на українській стороні 30-60 хв залежно від черг і часу доби).

- Кількість каналів обслуговування (митних постів): $c = 2$ (враховано наявність двох ліній для автобусів на оформлення в напрямку Румунії).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, об'єкт дослідження можна класифікувати як СМО типу $M/G/2$ – тобто систему з пуассонівським входом (М), довільним (нормальним) законом часу обслуговування (G), двома каналами (2) та необмеженою чергою (див. рисунок 3.1) [14].

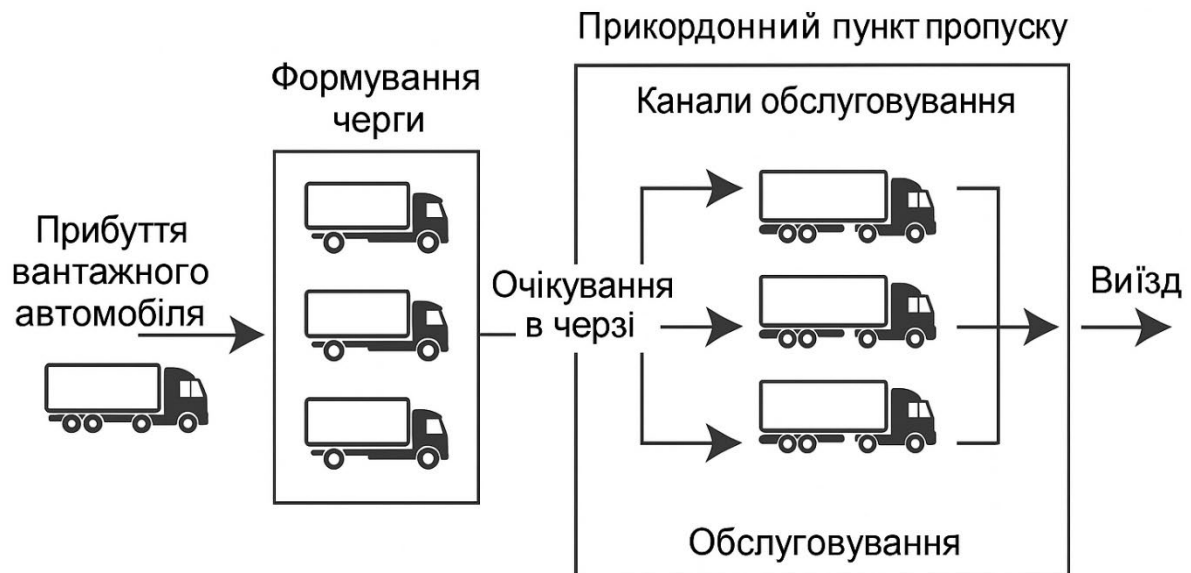


Рисунок 3.1 – Схема пункту пропуску «Порубне – Сірет» як системи масового обслуговування

У рамках моделювання розглянуто основні етапи функціонування системи:

- Прибуття автобуса на територію КПП;
- Формування черги (якщо обидва пости зайняті);
- Очікування звільнення одного з постів;
- Обслуговування (оформлення та контроль);
- Виїзд із зони оформлення.

Для отримання кількісних результатів використовується імітаційне моделювання (наприклад, метод Монте-Карло), що дозволяє обчислити очікувану кількість обслужених автомобілів за фіксований часовий інтервал — добу (12 годин), а також середній час очікування в черзі при різних

навантаженнях системи [15]. Вихідні параметри моделі систем масового обслуговування надано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні параметри моделі СМО (КПП «Порубне – Сірет»)

Показник	Значення
Інтенсивність прибуття, λ	2,5 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	45 хв
Середнє відхилення, σ	10 хв
Кількість каналів обслуговування, c	2
Час моделювання	12 год

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

Моменти знаходження наступних заявок знайдемо за формулою:

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

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

Можливі значення t_1 розраховуємо за формулою:

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

$$t_1 = \left(\frac{1}{2,5}\right) (-\ln \cdot r_i) \cdot \frac{1}{24} = \frac{48+5}{120} (-\ln \cdot r_i) = 0,44(-\ln \cdot r_i)$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Враховуючи, що за умовою завдання $\lambda=2,5$, отримаємо $t_1 = 0,44(-\ln \cdot r_i)$.

Таблиця 3.2 – Випробування №1

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок	
								Обслуговано	У черзі
1 випробування									
1			0:00:00			00:00:00			
2	0,80	00:10:56	0:10:56	0,18	0:46:50	00:57:46		1	
3	0,25	01:06:38	1:17:34	-0,33	0:41:39	01:59:14		1	
4	0,45	00:38:45	1:56:19	0,49	0:49:51		02:46:11	1	
5	0,37	00:48:05	2:44:24	-0,86	0:36:25	03:20:49		1	
6	0,15	01:31:54	4:16:18	0,51	0:50:03	05:06:21		1	
7	0,62	00:23:16	4:39:34	0,48	0:49:45		05:29:20	1	
8	0,14	01:34:57	6:14:31	-0,28	0:42:15	06:56:46		1	
9	0,04	02:37:25	8:51:56	0,11	0:46:05	09:38:01		1	
10	0,71	00:16:10	9:08:06	-0,99	0:35:09		09:43:15	1	
11	0,67	00:18:59	9:27:05	-0,36	0:41:22				1
12	0,47	00:36:02	10:03:08	0,84	0:53:26	10:56:34		1	
13	0,09	01:55:17	11:58:25	-0,87	0:36:20	12:34:45		1	
14	0,74	00:14:43	12:13:08	0,62	0:51:11		13:04:19		
			Стоп			Всього		11	1

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

Викона		Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Перша заявка

Випадкове число: $r_1 = 0,80$

Час надходження заявки: $T^1 = 0:10:56$

Час обслуговування: $t^1 = 0:46:50$

Час завершення обслуговування:

$$T_{end}^1 = T^1 + t^1 = 0:10:56 + 0:46:50 = 0:57:46$$

2. Друга заявка

Час надходження: $T^2 = 1:17:34$

Час обслуговування: $t^2 = 0:41:39$

$$T_{end}^2 = T^2 + t^2 = 1:17:34 + 0:41:39 = 1:57:14$$

3. Третя заявка

Час надходження: $T^3 = 1:56:19$

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

4. Остання заявка

Час надходження: $T^{14} = 12:13:08$

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.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Із першої таблиці, знаходимо, що за 12 год. Надійшло 12 заявок; обслужено $x_1 = 11$ заявок.

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

$$x_1 = 11, x_2 = 14, x_3 = 13.$$

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

$$a = x = (11+14+13) / 3 = 13.$$

Таблиця 3.3 – Випробування №2

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, σ	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок	
								Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12
2 випробування									
1			0:00:00			00:00:00			
2	0,62	00:22:41	0:22:41	-0,58	0:39:13	01:01:54		1	
3	0,22	01:12:24	1:35:05	0,42	0:49:12	02:24:17		1	
4	0,91	00:04:21	1:39:26	0,19	0:46:54		02:26:20	1	
5	0,23	01:09:41	2:49:07	-0,21	0:42:57	03:32:04		1	
6	0,18	01:23:25	4:12:32	0,16	0:46:38	04:59:10		1	
7	0,46	00:37:31	4:50:02	1,00	0:54:58		05:45:01	1	
8	0,99	00:00:21	4:50:23	-0,76	0:37:24				1
9	0,71	00:16:09	5:06:32	0,28	0:47:49	05:54:21		1	
10	0,96	00:02:04	5:08:36	-0,88	0:36:10				1
11	0,41	00:43:04	5:51:40	-0,62	0:38:45		06:30:25	1	
12	0,47	00:35:58	6:27:38	-0,57	0:39:15	07:06:53		1	

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ				Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					37
			Дата					

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	0,73	00:14:49	6:42:27	0,72	0:52:14		07:34:41	1	
14	0,81	00:09:50	6:52:17	0,66	0:51:35				1
15	0,01	03:54:25	10:46:43	0,96	0:54:39	11:41:21		1	
16	0,97	00:01:27	10:48:10	0,04	0:45:22		11:33:32	1	
17	0,53	00:30:13	11:18:23	0,71	0:52:07				1
18	0,80	00:04:30	11:22:53	-0,11	0:43:51				1
19	0,45	00:16:28	11:39:22	-0,90	0:36:03		12:15:24	1	
20	0,48	00:14:46	11:54:08	0,90	0:54:02	12:48:10		1	
21	0,39	00:19:23	12:13:31	0,28	0:47:49				
			Стоп			Всього		14	5

Таблиця 3.4 – Випробування №3

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок	
								Обслуговано	У черзі
1	2	3	4	7	8	9	10	11	12
3 випробування									
1			0:00:00			00:00:00			
2	0,55	00:28:36	0:28:36	-0,09	0:44:03	01:12:39		1	
3	0,51	00:32:34	1:01:10	0,38	0:48:48		01:49:58	1	
4	0,09	01:56:23	2:57:33	0,53	0:50:20	03:47:53		1	
5	0,50	00:33:32	3:31:04	-0,12	0:43:49		04:14:54	1	
6	0,61	00:23:29	3:54:34	-0,95	0:35:27	04:30:01		1	
7	0,91	00:04:46	3:59:19	0,69	0:51:57				1
8	0,96	00:01:54	4:01:13	0,09	0:45:57				1

Викона	Рискаль І.А.		
Перевірів	Разгонов С.А.		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис Дата

КРБ 275 19 ПЗ

Арк.

38

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	0,38	00:46:22	4:47:36	-0,49	0:40:08	05:27:43		1	
10	0,70	00:16:58	5:04:33	-0,08	0:44:14		05:48:47	1	
11	0,72	00:15:47	5:20:20	-0,42	0:40:45				1
12	0,10	01:48:23	7:08:43	-0,33	0:41:40	07:50:23		1	
13	0,59	00:25:42	7:34:25	0,83	0:53:16		08:27:42	1	
14	0,03	02:44:51	10:19:17	0,85	0:53:29	11:12:46		1	
15	0,07	02:05:55	12:25:11	0,58	0:50:48	13:15:59			
			Стоп			Всього		10	3

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

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

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

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

Таблиця 3.5 – Визначення ймовірності попадання у чергу та на обслуговування

Номер випробовування i	Надійшло заявок $N_{j \text{ пост}}$	Обслужено заявок $N_{j \text{ обсл}}$	Тривалість обслуговування $t_{j \text{ обсл}}$	Ймовірність обслуговування $P_{j \text{ об}} = N_{j \text{ об}}/N_{j \text{ пост}}$	Ймовірність попадання у чергу $P_{j \text{ від}} = 1 - P_{j \text{ об}}$
1	2	3	4	5	6
1	12	11	45 хв.	0,92	0,08
2	19	14	45 хв.	0,74	0,26
3	13	10	45 хв.	0,77	0,23

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ				Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.							39
Змн.	Арк.	Не докум.	Підпис					

1	2	3	4	5	6
Середнє значення	15	12	45 хв.	0,81	0,19

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

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

$$\rho = \frac{2,5}{1,33} = 1,88$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

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

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

$$\rho_0 = \left(1 + 1,88 + \frac{1,88^2}{2!}\right) = (1 + 1,88 + 1,77)^{-1} = \frac{1}{5,76} = 0,22$$

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

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

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 1,88 \cdot 0,22 = 0,40$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ			Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				
			Дата				

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

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{1,88^2}{2} \cdot 0,22 = 0,38$$

Опираючись на результати моделювання пропускної здатності пункту перетину кордону «Сірет», що розглядається як система масового обслуговування з двома каналами оформлення, можна дійти таких висновків:

Існує 22% вірогідність того, що на момент прибуття нової вантажівки всі пости будуть вільними, що забезпечить негайне оформлення. У 40% випадків один із каналів уже буде задіяний, тоді як другий залишатиметься доступним для обслуговування. І в 38% ситуацій система буде повністю завантажена, що призведе до утворення черги та необхідності очікування.

Отже, отримані дані свідчать про те, що за поточної інтенсивності руху вантажного транспорту та наявності двох діючих постів, пункт пропуску не має достатнього резерву пропускної спроможності. Перевантаження трапляються в 38%.

Виходячи з цих даних, розрахуємо середній час проходження пропускного пункту для нашого автомобіля:

$P_0 = 0,22$ — імовірність, що всі три канали вільні;

$P_1 = 0,40$ — зайнятий один канал, два вільні;

$P_2 = 0,38$ — усі канали зайняті, транспорт потрапляє в чергу;

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

при P_0 : обслуговування здійснюється без затримки, час – 45 хв;

при P_1 : можливе короткочасне очікування, приймаємо 68 хв;

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

при P_2 : формування черги, час обслуговування подвоюється – 90 хв.

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

$$T_{\text{мит}} = P_0 \cdot t_0 + P_1 \cdot t_0 + P_2 \cdot t_2, \quad (3.9)$$

де:

$$t_0 = 45 \text{ хв.};$$

$$t_1 = 68 \text{ хв.};$$

$$t_2 = 90 \text{ хв.}$$

Підставимо значення:

$$T_{\text{мит}} = 0,22 \cdot 45 + 0,4 \cdot 68 + 0,38 \cdot 90 = 60 \text{ хв.}$$

Таким чином, середній час проходження транспортним засобом пункту пропуску становить: $T_{\text{мит}} = 72 \text{ хв}$ або 1 год. 12 хв.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ			Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис				
			Дата				

4. КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ ЧАСОВИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА МАРШРУТІ

4.1 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників

Визначення тривалості використання пасажирського автомобільного транспорту при нерегулярних перевезеннях за договором фрахтування здійснюється, починаючи від старту перевезення і до його фінального завершення [16]. Для всебічної оцінки експлуатаційних характеристик транспортного засобу використовується комплекс показників, серед яких, згідно з джерелом, виділяють [17]:

- Загальний подоланий шлях – сумарна відстань у кілометрах, пройдена транспортним засобом за період здійснення перевезення.
- Швидкість руху технічна – середня швидкість, що розраховується без урахування будь-яких зупинок чи вимушених затримок, базується на співвідношенні пройденної відстані до часу чистого руху.
- Швидкість руху експлуатаційна – середня швидкість, яка враховує час усіх зупинок та затримок, що виникли на маршруті, розрахована як співвідношення довжини маршруту до загального часу рейсу.
- Години роботи в русі (автомобіле-години в русі) – загальна кількість годин, протягом яких автобус активно рухався за певний період.
- Години роботи загальні (автомобіле-години в роботі) – сукупна тривалість часу, коли автобус був залучений до виконання перевезення (тривалість рейсів), за певний період.
- Дні роботи (автомобіле-дні в роботі) – кількість діб, протягом яких автобус був задіяний у виконанні транспортного завдання за певний період.
- Середній добовий пробіг – усереднена дистанція у кілометрах, яку автобус проїжджає за один день роботи (на один автомобіле-день).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	43

- Час у службі (в наряді) – загальний період, коли транспортний засіб перебуває у готовності до виконання рейсу або виконує його згідно з завданням.
- Обсяг виконаної транспортної роботи – кількісний показник перевезення, що вимірюється у пасажиро-кілометрах, відображає обсяг транспортних послуг.

Важливість цих показників полягає в тому, що вони є ключовими інструментами для аналізу ефективності експлуатації транспортних засобів у сегменті нерегулярних пасажирських перевезень. Їхній аналіз надає можливість точно оцінити продуктивність, економічність та раціональність функціонування автобусного парку, а також виявити можливості для подальшого вдосконалення транспортного процесу.

Для виконання розрахунків техніко-експлуатаційних показників за маршрутом Чернівці – Бухарест, використаємо наступні вихідні дані та припущення, що базуються на проєкті маршруту та умовах виконання рейсу:

- Довжина маршруту ($S_{\text{маршруту}}$): 520 км.
- Нульовий пробіг: 5 км.
- Задана Технічна швидкість руху ($V_{\text{тех}}$): 70 км/год.

Розрахований час руху:

$$t_{\text{рух}} = \frac{S_{\text{маршруту}}}{V_{\text{тех}}}, \quad (4.1)$$

$$t_{\text{рух}} = \frac{520}{70} = 7,43 \text{ год}$$

- Плановий час на проходження митного контролю ($t_{\text{кордон}_\text{план}}$): 2.4 год (1 год 12 хв на кожен пункт).
- Плановий час на обов'язкові зупинки для відпочинку водія ($t_{\text{зуп}}$): 0.75 год (45 хв).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	44

- Розрахований загальний плановий час рейсу:

$$T_{\text{маршруту}} = t_{\text{рух}} + t_{\text{зуп}} + t_{\text{кордон план}}, \quad (4.2)$$

$$T_{\text{маршруту}} = 7,43 + 0,75 + 2,4 = 10,58 \text{ год}$$

- Прийнятий час в наряді за один рейс ($T_{\text{наряду}}$): 11.58 год (включаючи час рейсу та додатковий час).
 - Прийнята частота виконання рейсів: 3 односторонні рейси на тиждень.
 - Прийнята кількість календарних днів задіяння автобуса на один рейс: 2 дні.
 - Прийнята середня кількість перевезених пасажирів за рейс (Q): 40 пас.
- Загальний пробіг за рейс ($S_{\text{заг}}$).

Це сумарна відстань, яку проїжджає автобус за один рейс, включаючи нульовий пробіг.

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{маршруту}} + l_{\text{нульовий}}, \quad (4.3)$$

$$S_{\text{заг}} = 520 \text{ км} + 5 \text{ км} = 525 \text{ км}$$

Таким чином, загальний пробіг одного рейсу Чернівці – Бухарест становить 525 км.

Технічна швидкість руху ($V_{\text{тех}}$).

Характеризує швидкість руху автобуса без урахування будь-яких зупинок та затримок. Це задане значення для даного проєкту.

$$V_{\text{тех}} = 70 \text{ км/год}$$

Експлуатаційна швидкість руху ($V_{\text{експ}}$).

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	45

Основна швидкісна характеристика, що враховує всі витрати часу рейсу, включаючи час руху, зупинки та плановий час на кордоні.

$$V_{\text{експ}} = \frac{S_{\text{маршруту}}}{T_{\text{маршруту}}}, \quad (4.4)$$

де, $T_{\text{маршруту}}$ – загальний плановий час рейсу.

$$V_{\text{експ}} = \frac{520 \text{ км}}{10.58 \text{ год}} \approx 49.15 \text{ км/год}$$

Експлуатаційна швидкість на маршруті становить близько 49.15 км/год. Вона значно нижча за технічну швидкість, що свідчить про суттєві витрати часу на нерухомі операції (зупинки, кордон).

Час у службі (в наряді) за рейс ($T_{\text{наряду}}$).

Це загальна тривалість часу, протягом якого автобус та екіпаж задіяні для виконання одного рейсу, включаючи підготовчий та заключний час. Це прийняте значення на основі проєкту.

$$T_{\text{наряду}} = 11.58 \text{ годин}$$

Автомобіле-години в русі за період ($АГ_{\text{руху}}$).

Сумарний час чистого руху всіх автобусів, задіяних на маршруті, за певний період. Розглянемо період – 1 тиждень.

$$АГ_{\text{руху}} = t_{\text{руху}} \times \text{Кількість рейсів за період}, \quad (4.5)$$

$$АГ_{\text{руху}} = 7.43 \text{ год/рейс} \times 3 \text{ рейси/тиждень}$$

$$\approx 22.29 \text{ автомобіле-годин/тиждень}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Автомобіле-години в роботі за період ($АГ_{роб}$).

Сумарний час залучення автобусів до виконання транспортного завдання (сумарна тривалість рейсів) за певний період. Розглянемо період – 1 тиждень.

$$АГ_{роб} = T_{маршруту} \times \text{Кількість рейсів за період}, \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} АГ_{роб} &= 10.58 \text{ год/рейс} \times 3 \text{ рейси/тиждень} \\ &\approx 31.74 \text{ автомобіле-годин/тиждень} \end{aligned}$$

Дні роботи (автомобіле-дні в роботі) за період ($АД_{роб}$).

Кількість календарних днів, протягом яких автобуси були задіяні у перевезеннях за певний період. Розглянемо період – 1 тиждень. Кожен рейс тривалістю 10.58 годин, ймовірно, охоплює частину двох календарних діб, тому приймемо 2 дні задіяння на один рейс.

$$АД_{роб} = \text{Кількість рейсів за пер.} \times \text{Кількість кал. днів на один рейс}, \quad (4.7)$$

$$АД_{роб} = 3 \text{ рейси/тиждень} \times 2 \text{ дні/рейс} = 6 \text{ автомобіле-днів/тиждень}$$

Сумарний пробіг за період ($S_{період}$).

Загальна відстань, подолана автобусами за певний період, включаючи нульові пробіги. Розглянемо період – 1 тиждень.

$$S_{період} = S_{заг} \times \text{Кількість рейсів за період}, \quad (4.8)$$

$$S_{період} = 525 \text{ км/рейс} \times 3 \text{ рейси/тиждень} = 1575 \text{ км/тиждень}$$

Середньодобовий пробіг ($L_{сер.доб}$).

Викона		Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів		Разгонов С.А.				47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня відстань, яку автобус проїжджає за один день роботи (на один автомобіле-день). Розраховується як сумарний пробіг за період, ділений на кількість автомобіле-днів за той же період. Розглянемо період – 1 тиждень.

$$L_{\text{сер.доб}} = \frac{S_{\text{період}}}{AD_{\text{роб}}}, \quad (4.9)$$

$$L_{\text{сер.доб}} = \frac{1575 \text{ км}}{6 \text{ автомобіле-днів}} = 262.5 \text{ км/автомобіле-день}$$

Сумарний час в наряді за період ($T_{\text{наряду_період}}$).

Загальний час, протягом якого автобуси та екіпажі перебували в наряді за певний період. Розглянемо період – 1 тиждень.

$$T_{\text{наряду_період}} = T_{\text{наряду}} \times \text{Кількість рейсів за період}, \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} T_{\text{наряду_період}} &= 11.58 \text{ год/рейс} \times 3 \text{ рейси/тиждень} \\ &\approx 34.74 \text{ годин/тиждень} \end{aligned}$$

Середня тривалість часу в наряді ($T_{\text{сер.нар}}$).

Використовуючи розрахунки за період (тиждень), визначимо середній час в наряді, що припадає на один автомобіле-день роботи.

$$T_{\text{сер.нар}} = \frac{T_{\text{наряду_період}}}{AD_{\text{роб}}}, \quad (4.11)$$

$$T_{\text{сер.нар}} = \frac{34.74 \text{ годин/тиждень}}{6 \text{ автомобіле-днів/тиждень}} \approx 5.79 \text{ годин/автомобіле-день}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Цей показник свідчить про середнє навантаження на один день роботи автобуса в наряді.

Обсяг виконаної транспортної роботи за рейс ($P_{\text{тр}}$).

Вимірюється у пасажиро-кілометрах і показує обсяг перевезення пасажирів за один рейс.

$$P_{\text{тр}} = Q \times S_{\text{маршруту}}, \quad (4.12)$$

де, Q – середня кількість перевезених пасажирів за рейс.

$$P_{\text{тр}} = 40 \text{ пас} \times 520 \text{ км} = 20800 \text{ пасажиро-кілометрів}$$

Обсяг транспортної роботи за один рейс становить 20800 пасажиро-кілометрів.

Можна також розрахувати обсяг виконаної транспортної роботи за період (наприклад, за тиждень):

$$P_{\text{тр_період}} = P_{\text{тр}} \times \text{Кількість рейсів за період}, \quad (4.13)$$

$$\begin{aligned} P_{\text{тр_період}} &= 20800 \text{ пас-км/рейс} \times 3 \text{ рейси/тиждень} \\ &= 62400 \text{ пасажиро-кілометрів/тиждень} \end{aligned}$$

Таким чином, розраховані техніко-експлуатаційні показники для планованого міжнародного автобусного маршруту Чернівці – Бухарест надають кількісну оцінку його основних робочих характеристик з урахуванням конкретних даних проєкту. Ці значення є фундаментом для оцінки ефективності експлуатації транспортного засобу та аналізу інших аспектів функціонування маршруту.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 4.1 – Зведені техніко-експлуатаційні показники роботи автобуса на маршруті Чернівці – Бухарест

Показник	Позначення	Значення
Довжина маршруту	$S_{\text{маршруту}}$	520 км
Нульовий пробіг	$l_{\text{нульовий}}$	5 км
Загальний пробіг за рейс	$S_{\text{заг}}$	525 км
Технічна швидкість	$V_{\text{тех}}$	70 км/год
Час у русі	$t_{\text{рух}}$	7,43 год
Час на зупинки	$t_{\text{зуп}}$	0,75 год
Час на митницю	$t_{\text{кордон план}}$	2,4 год
Загальний плановий час рейсу	$T_{\text{маршруту}}$	10,58 год
Експлуатаційна швидкість	$V_{\text{експ}}$	49,15 км/год
Час в наряді на один рейс	$T_{\text{наряду}}$	11,58 год
Кількість днів на рейс	—	2 дні
Середня кількість пасажирів	Q	40 пасажирів
Автомобіле-години в русі за тиждень	$AG_{\text{руху}}$	22,29 год
Середньодобовий пробіг	$L_{\text{сер.доб}}$	262,5 км/день
Середній час у наряді на день	$T_{\text{сер.нар}}$	5,79 год/день
Транспортна робота за рейс	$P_{\text{тр}}$	20800 пас км

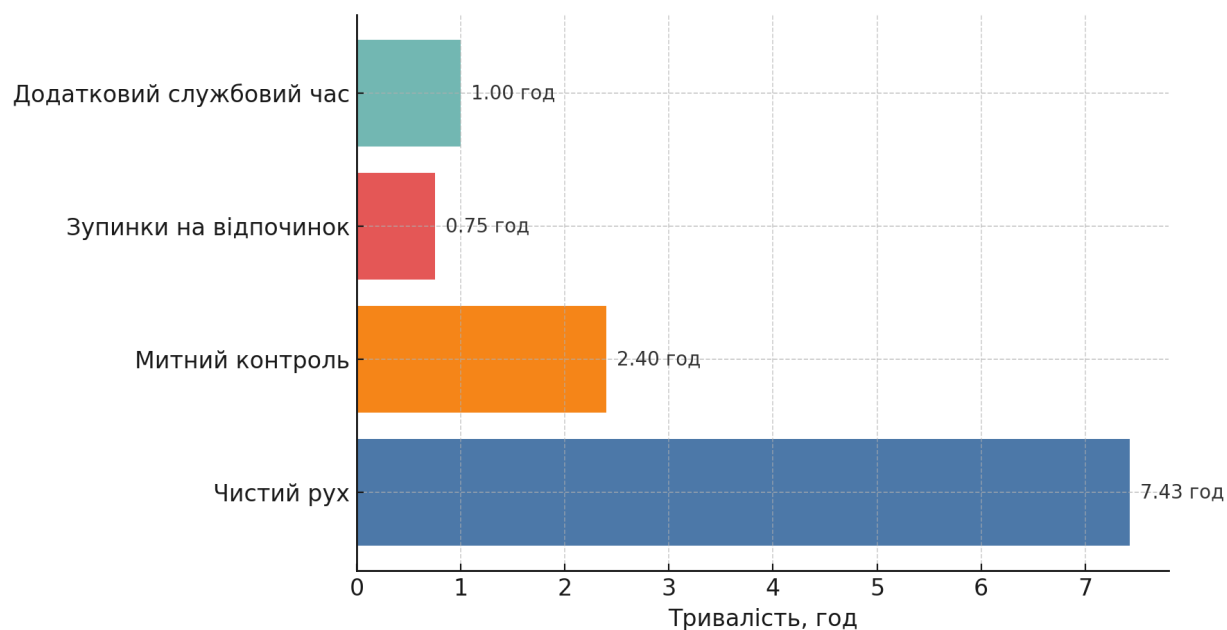


Рисунок 4.1 – Структура часу одного рейсу Чернівці – Бухарест

4.2 Розрахунок економічної ефективності маршруту

Оцінка економічної ефективності функціонування міжнародного пасажирського маршруту є критично важливою для визначення його рентабельності та прийняття управлінських рішень. В умовах нерегулярних перевезень за договором фрахтування, тарифи можуть встановлюватися за різними принципами, найчастіше комбінуючи оплату за час використання транспортного засобу та за кілометр пробігу. При цьому тарифна політика враховує місткість та комфортабельність автобуса, а також специфічні умови міжнародного рейсу.

Економічна ефективність маршруту визначається співвідношенням доходів, отриманих від перевезення, та понесених витрат. Для розрахунку собівартості перевезення пасажирів витрати підприємства, пов'язані з експлуатацією автобуса на маршруті, групуються за основними статтями:

1. Постійні витрати:

- заробітна плата персоналу з організації та здійснення перевезень (зарплата водіїв, керівників, спеціалістів та службовців);
- відрахування до бюджетних та позабюджетних фондів від засобів

оплати праці;

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевішив	Разгонов С.А.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	51

- загальногосподарські або накладні витрати;
- амортизація основних засобів та нематеріальних активів.

2. Змінні витрати:

- технічне обслуговування та поточний ремонт рухомого складу;
- паливо;
- мастильні та інші експлуатаційні матеріали;
- відновлення зносу та ремонт автомобільних шин.

До собівартості перевезень також включаються податки та платежі відповідно до чинного податкового та бюджетного законодавства.

При виконанні міжнародних перевезень додатково в собівартість включаються витрати на:

- оплату стоянки автобуса під час перевезення для забезпечення дотримання режиму праці та відпочинку;
- оплату дорожніх, екологічних, митних зборів на території інших країн;
- оформлення в установленому порядку документів на проїзд через державний кордон;
- оплату отримання дозволів на проїзд територією іноземних країн.

До витрат в іноземній валюті належать:

- витрати на відрядження водіїв;
- оплата зборів і податків при проїзді територіями іноземних країн;
- митні збори;
- витрати на страхування;
- оформлення дозволів на проїзд територіями іноземних країн.

Заробітна плата водіїв визначається за формулою:

$$ЗП_{\text{в}} = \frac{T \cdot k_{\text{кт}} \cdot k_{\text{зп}}}{M_{\text{ф}}} N_{\text{вод}}, \quad (4.14)$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$ЗП_{\text{в}} = \frac{28000 \cdot 3,55 \cdot 2,3}{180} \cdot 1 = 1270 \text{ грн}$$

де T – тарифна ставка першої категорії, що діє в організації, в розрахунках прийняти 28000 грн;

$k_{\text{кт}}$ – тарифний коефіцієнт водія в залежності від габаритної довжини автобуса, в розрахунках прийняти 3,55;

$k_{\text{зп}}$ – коефіцієнт, що враховує премії за виробничі результати роботи та спеціальні види премій, доплат та надбавок до заробітної платні водія, на оплату чергових відпусток та ін, в розрахунках прийняти 2,3;

$N_{\text{вод}}$ – кількість водіїв, що працюють на маршруті;

$M_{\text{ф}}$ – розрахункова середньомісячна норма робочого часу, в розрахунках прийняти 180.

Заробітна плата керівників, спеціалістів та службовців визначається за формулою:

$$ЗП_{\text{к}} = ЗП_{\text{в}} \cdot k_{\text{с}}, \quad (4.15)$$

$$ЗП_{\text{к}} = 1270 \cdot 0,7 \approx 890 \text{ грн}$$

де $k_{\text{с}}$ – коефіцієнт заробітної платні керівників, спеціалістів та службовців, що припадає на 1 ₴ заробітної плати водіїв, в розрахунках прийняти 0,7.

Заробітна платня з організації та здійсненню перевезень за категоріями, що відносяться на 1 годину роботи, визначається за формулою:

$$ЗП = ЗП_{\text{в}} + ЗП_{\text{к}}, \quad (4.16)$$

$$ЗП = 1270 + 890 = 2160 \text{ грн}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Податки та відрахування від коштів на оплату праці визначаються за формулою:

$$O_{cc} = 3П \cdot X, \quad (4.17)$$

$$O_{cc} = 2160 \cdot 36\% = 777,6 \text{ грн}$$

де X – сума нормативів податків та відрахувань від коштів на оплату праці та становить – 36%.

Загальногосподарські витрати без урахування податків, які входять до собівартості, та фонду заробітної платні адміністративно-управлінського персоналу, що входить до загального фонду оплати праці, визначаються у відсотках від заробітної платні водіїв і обчислюються за формулою:

$$S_n = 3П_v \cdot k_{op}, \quad (4.18)$$

$$S_n = 1270 \cdot 0,8 = 1016 \text{ грн}$$

де k_{op} – коефіцієнт, що враховує загальногосподарські витрати, що припадає на 1 ₴ заробітної плати водіїв, в розрахунках прийняти 0,8.

Амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу визначається лінійним способом за формулою:

$$S_a = \frac{B_a \cdot n_{am}}{D_p \cdot 100} \cdot k_a, \quad (4.19)$$

$$S_a = \frac{3\,520\,000 \cdot 3}{365 \cdot 100} \cdot 1 = 289 \text{ грн}$$

де B_a – вартість автобуса, що амортизується, ₴;

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$n_{ам}$ – норма амортизаційних відрахувань, в розрахунках прийняти 3 %;
 D_p – кількість робочих днів на рік, в розрахунках прийняти 365;
 k_a – коефіцієнт коригування норм амортизації рухомого складу в залежності від умов експлуатації, $k_a = 1$.

Собівартість 1 години роботи автобуса на маршруті складає:

$$C_q = \frac{3П + O_{cc} + S_n + S_a}{T_n}, \quad (4.20)$$

$$C_q = \frac{2160 + 777,6 + 1016 + 289}{11,58} = 366,3 \text{ грн}$$

Сумарні постійні витрати складатимуть:

$$S_{пост} = C_q \cdot АЧ_p, \quad (4.21)$$

$$S_{пост} = 366,3 \cdot 10,58 = 3\,876 \text{ грн}$$

Витрати на пальне визначаються виходячи з лінійних норм витрати автомобільного палива на 100 км пробігу та додаткової витрати на годину роботи спеціального обладнання:

$$S_T = S_{T.0} + S_{T.д}, \quad (4.22)$$

$$S_T = R_T \cdot Ц_T, \quad (4.23)$$

$$S_T = 144 \cdot 58 = 8\,374 \text{ грн}$$

де $Ц_T$ – вартість автомобільного палива без урахування податку на додану вартість, ₴.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Витрата автомобільного палива, що безпосередньо витрачається на перевізний процес, визначається за формулою:

$$R_T = \frac{N_L \cdot k_K \cdot L}{100} k_r, \quad (4.24)$$

$$R_T = \frac{25 \cdot 1,1 \cdot 525}{100} = 144 \text{ л.}$$

де N_L – лінійна норма витрати палива, л/100 км;

k_K – коефіцієнт коригування лінійних норм витрати палива в залежності від дорожніх та кліматичних умов;

k_r – коефіцієнт, що враховує внутрішньогаражну витрату палива;

L – пробіг транспортного засобу, км.

Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали розраховуються за формулою:

$$S_{cm} = \frac{S_T \cdot n_{cm}}{100}, \quad (4.25)$$

$$S_{cm} = \frac{8374 \cdot 7}{100} = 586 \text{ грн.}$$

де n_{cm} – норма витрати мастильних та інших експлуатаційних матеріалів на 1 ₴ витрат на паливо, 7%.

Заробітна платня ремонтних та допоміжних працівників визначається за формулою:

$$ЗП_p = \frac{N_{зп} \cdot T \cdot k_n \cdot L}{M_\phi \cdot 1000}, \quad (4.26)$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$ЗП_p = \frac{11 \cdot 18000 \cdot 1 \cdot 542}{180 \cdot 1000} = 596 \text{ грн}$$

де $N_{зп}$ – норма витрат на заробітну платню ремонтних та допоміжних працівників на 1000 км пробігу;

k_H – коригуючий коефіцієнт до норм в залежності від типу рухомого складу, для автобусів $k_H = 1$.

Матеріальні витрати на ремонт та ТО рухомого складу визначається за формулою:

$$S_p = n_p \cdot \frac{L}{1000} \cdot \frac{I_{ц}}{100} \cdot k_H, \quad (4.27)$$

$$S_p = 20000 \cdot \frac{525}{1000} \cdot \frac{45}{100} \cdot 1 = 4770 \text{ грн.}$$

де n_p – норма витрат на запасні частини, вузли, агрегати та матеріали для ТО та ремонту рухомого складу;

$I_{ц}$ – індекс цін виробників промислової продукції виробничо-технічного призначення, в розрахунках прийняти $I_{ц} = 45 \%$.

Витрати на ремонт та відновлення автомобільних шин визначається за формулою:

$$S_{ш} = \frac{Ц_{ш} \cdot n_{ш} \cdot N_{ш}}{100 \cdot 1000} \cdot L, \quad (4.28)$$

$$S_{ш} = \frac{20000 \cdot 6 \cdot 7,5}{100 \cdot 1000} \cdot 525 = 4725 \text{ грн}$$

де $Ц_{ш}$ – вартість автомобільної шини, в розрахунках прийняти $Ц_{ш} = 20000$ грн;

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$n_{\text{ш}}$ – кількість шин, що встановлені на автобусі;

$N_{\text{ш}}$ – норма зносу автомобільних шин, 7,5%.

Змінні витрати за оберт складають:

$$S_{\text{пер}} = S_{\text{т}} + S_{\text{см}} + 3\Pi_{\text{р}} + S_{\text{р}} + S_{\text{ш}}, \quad (4.29)$$

$$S_{\text{пер}} = 8374 + 586 + 596 + 4770 + 4\,725 = 19\,051 \text{ грн}$$

Собівартість 1 км пробігу автобуса складає:

$$C_{\text{км}} = \frac{S_{\text{пер}}}{L}, \quad (4.30)$$

$$C_{\text{км}} = \frac{19\,051}{525} = 36,29 \text{ грн.}$$

Додатково в собівартість перевезень входять:

– витрати, не пов'язані з рейсом (год) $S_{\text{допн}}$;

– витрати, пов'язані з рейсом $S_{\text{допс}}$

Сумарні витрати з урахуванням податків та платежів складають:

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{пост}} + S_{\text{пер}} + N_{\text{сс}} + S_{\text{допс}} + S_{\text{допн}}, \quad (4.31)$$

$$S_{\text{общ}} = 3\,876 + 19\,051 + 10\,000 + 780 + 0 = 33\,707 \text{ грн}$$

$S_{\text{допс}}$ – витрати на отримання дозволу прийняти – 780 грн

$N_{\text{сс}}$ – витрати на обслуговування комфорту пасажирів прийняти – 10000

грн

Для визначення планового прибутку при фрахтуванні пасажирських автомобільних транспортних засобів потрібно враховувати собівартість

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

перевезення, прийняті тарифи, відстань перевезення та тривалість періоду фрахтування. Формула для розрахунку прибутку допомагає оцінити очікуваний фінансовий результат від перевезення з урахуванням заданого рівня рентабельності.

$$\Pi = S_{\text{общ}} \frac{R}{100}, \quad (4.32)$$

$$\Pi = 33\,707 \cdot \frac{25}{100} = 8\,426,75 \text{ грн.}$$

де R – рентабельність перевезення, в розрахунках прийняти 25 %.

Податки та збори, що сплачуються з прибутку, обчислюються відповідно до чинного законодавства:

- платежі, вироблені за загальним нормативом N_{n1} у розмірі 2,5%;
- єдиний платіж в бюджет у розмірі 2% N_{n2} ;

$$N_{n1} = \frac{(S_{\text{общ}} + \Pi) \cdot 2,5}{97,5}, \quad (4.33)$$

$$N_{n1} = \frac{(33\,707 + 8\,426,75) \cdot 2,5}{97,5} = 1080,35 \text{ грн}$$

$$N_{n2} = \frac{(S_{\text{общ}} + \Pi + N_{n1}) \cdot 2}{98}, \quad (4.34)$$

$$N_{n2} = \frac{(33\,707 + 8\,426,75 + 1080,35) \cdot 2}{98} = 881,92 \text{ грн}$$

$$N_n = N_{n1} + N_{n2}, \quad (4.35)$$

$$N_n = 1080,35 + 881,92 = 1\,962,27 \text{ грн}$$

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Вартість перевезення визначається як сума собівартості, прибутку та податків за формулою:

$$D = S_{\text{общ}} + \Pi + N_n, \quad (4.36)$$

$$D = 33\,707 + 8\,426,75 + 1\,962,27 = 44\,096 \text{ грн}$$

Тариф за 1 км пробігу та за 1 год роботи визначається за формулою:

$$T_{\text{км}} = \frac{D}{L_{\text{общ}}}, \quad (4.37)$$

$$T_{\text{км}} = \frac{44\,096}{525} = 83,99 \text{ грн}$$

$$T_{\text{ч}} = \frac{D}{A\text{Ч}_p}, \quad (4.38)$$

$$T_{\text{ч}} = \frac{44\,096}{10,58} = 4\,167,8 \text{ грн}$$

Таблиця 4.2 – Результати розрахунків економічних показників маршруту

№	Найменування характеристики	Величина
1	2	3
1	Заробітна плата водія за день	1270 грн.
2	Заробітна плата керівників	890 грн.
3	Заробітна плата ремонтників	596 грн.
4	Амортизація мікроавтобуса за день	289 грн.
5	Витрати на пальне	8374 грн.
6	Витрати на мастильні матеріали	586 грн.

Викона		Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив		Разгонов С.А.				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проовження таблиці 4.2

1	2	3
7	Витрати на ТО та ремонт	4770 грн.
8	Витрати на шини	4725 грн.
9	Тариф за 1 км пробігу	83,99 грн.
10	Тариф 1 годину роботи	4167,8 грн.

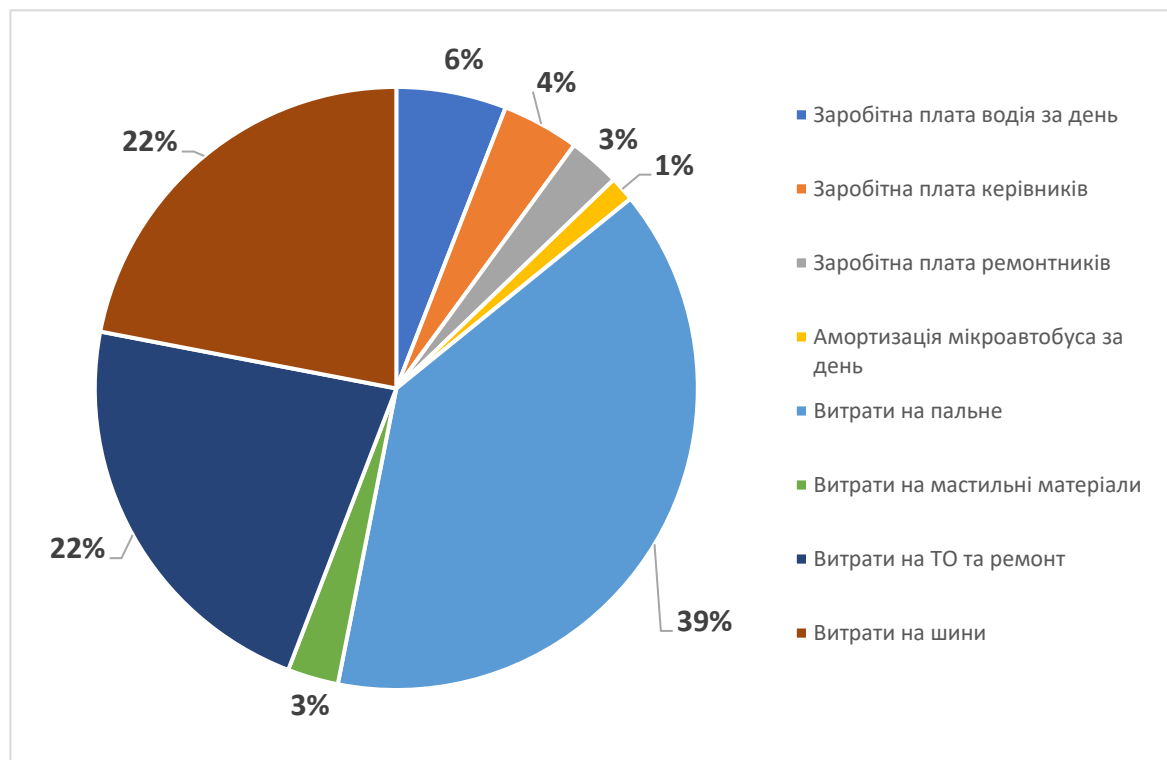


Рисунок 4.2 – Структура витрат на виконання одного рейсу за маршрутом Чернівці – Бухарест

Таким чином, розрахунки, проведені у четвертому розділі, підтвердили ефективність обраної транспортно-логістичної схеми за маршрутом Чернівці – Бухарест. Отримані техніко-експлуатаційні та економічні показники засвідчують доцільність впровадження регулярного автобусного сполучення, що забезпечує оптимальне поєднання витрат, часу в дорозі, продуктивності рухомого складу та рівня обслуговування пасажирів.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено всебічне дослідження процесу організації міжнародного пасажирського перевезення автобусним транспортом за маршрутом Чернівці – Бухарест. Основною метою стало проєктування ефективної логістичної схеми, яка відповідає сучасним вимогам безпеки, економічної доцільності, комфорту та нормативного регулювання в умовах зростаючої мобільності населення.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан міжнародних автобусних перевезень у Європі та Україні, виявлено ключові тенденції та зовнішні впливи – пандемію COVID-19, повномасштабну війну в Україні, сезонність попиту. Значну увагу приділено ролі Румунії як стабільного напрямку виїзного та транзитного пасажиропотоку. Наведено статистику за 2019-2024 роки, що підтверджує зростання обсягів перевезень і актуальність обраного напрямку.

У другому розділі розроблено маршрут міжнародного сполучення, обґрунтовано вибір його конфігурації за критерієм мінімального часу, виконано прогноз пасажиропотоку до 2029 року. Підібрано оптимальний тип транспортного засобу (Neoplan Cityliner) з урахуванням експлуатаційних, економічних та комфортних характеристик.

У третьому розділі здійснено моделювання простою автобусів на прикордонному пункті «Порубне – Сірет» за допомогою системи масового обслуговування. Розраховано ймовірності формування черг та середній час очікування. Отримані результати підтвердили потребу в підвищенні пропускної здатності КПП для забезпечення безперебійного графіка перевезень.

Четвертий розділ охоплює розрахунок техніко-експлуатаційних і економічних показників маршруту. Підтверджено доцільність організації регулярного сполучення за обраним напрямом з точки зору витрат пального, часу в наряді, експлуатаційної швидкості та рентабельності.

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разгонов С.А.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Загалом, результати дослідження доводять, що маршрут Чернівці – Бухарест є перспективним і доцільним для реалізації регулярного автобусного перевезення. Запропонована логістична схема може бути впроваджена на практиці, а використані підходи – масштабовані для інших міжнародних напрямків.

Викона		Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів		Разгонов С.А.				63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дуркот С.С., Дрозд П.В. Міжнародні автобусні перевезення. Актуальні задачі сучасних технологій : матеріали XIII Міжнарод. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів, 11-12 груд. 2024 р. Тернопіль, НТУ ім. І. Пулюя, 2024. С. 248-249.
2. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. та ін. Пасажирські перевезення: підручник, друга частина. Київ: НТУ, 2017. 265 с.
3. Державна служба статистики України: офіційний веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Бегерський Д.Б., Пехоцька А.В. Аналіз основних проблем в сфері пасажирського транспорту і перевезень. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: XV міжнарод. наук.-практ. конф. Житомир, Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. С. 25-26.
5. Про затвердження Порядку організації регулярних, нерегулярних і маятникових перевезень пасажирів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні : Наказ Міністерства транспорту України від 9 лют. 2004 р. №75. URL : <https://ips.ligazakon.net/document/REG9358?an=2>
6. Ринок міжнародних автобусних перевезень в Україні: виклики, можливості, досвід компаній. Kyivstar Business Hub: веб-сайт. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/rinok-mizhnarodnih-avtobusnih-perevezen-v-ukrayini-vikliki-mozhlivosti-dosvid-kompanij>
7. Пункт пропуску «Порубне – Сірет». Державна митна служба України: веб-сайт. URL: <https://customs.gov.ua/posts/2157/>
8. Конвенція про міжнародні автомобільні перевезення пасажирів і багажу : ратиф. Законом України від 8 квіт. 1999 р. №581-XIV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/997_034#Text
9. Маршрут Чернівці-Бухарест. Flagma: веб-сайт. URL: <https://flagma.ua/uk/vidstan-chernovcy-bucuresti/>

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

10. Про затвердження Порядку організації регулярних, нерегулярних і маятникових перевезень пасажирів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні : Наказ Міністерства транспорту України від 9 лют. 2004 р. №75. URL : <https://ips.ligazakon.net/document/REG9358?an=2>

11. Mercedes-Benz Turismo. Вікіпедія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz_Tourismo

12. Neoplan Cityliner. Вікіпедія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Neoplan_Cityliner

13. Про гармонізацію певного соціального законодавства стосовно дорожнього транспорту: Регламент Європейського парламенту і Ради (ЄС) від 15 берез. 2006 р. № 561/2006. URL: <https://iplex360.com.ua/npa.php?doc=1014.9599.0>

14. Толубко В. Б., Беркман Л. Н., Козелков С. В., Гороховський Є. П. Затримка інформації в одно- та багатоканальних системах із пуассонівським і довільним вхідним потоком та довільним часом обслуговування. Зв'язок. №3, 2017. С. 3-7. URL: <https://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/1624/1554>

15. Ермаков С.М., Метод Монте-Карло и смежные вопросы. Издательство «Наука», 1975. 472 с.

16. Стрелко О. Г., Нестеренко Г. І., Макаров В. А. Доцільність організації нерегулярних пасажирських перевезень. Економіко-правові та соціально-технічні напрями еволюції цифрового суспільства: матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. Дніпро: УМСФ, 2022. С. 484-486.

17. Розрахування техніко-економічних показників використання транспортних засобів. Експлуатація машин і обладнання: електронний підручник: веб-сайт. URL: https://evgivanov.github.io/expl_html_book/book/part2/tema2-2.html

Викона	Рискаль І.А.			КРБ 275 19 ПЗ	Арк.
Перевірів	Разгонов С.А.				65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

на тему:

**«РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІЖ УКРАЇНОЮ
ТА РУМУНІЄЮ»**

студента групи Т21-1

РИСКАЛЯ ІВАНА АНДРІЙОВИЧА

Спеціальність 275 «Транспортні технології»

Керівник бакалаврської роботи
Доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

Керівник: _____
(підпис)

Дніпро

2025

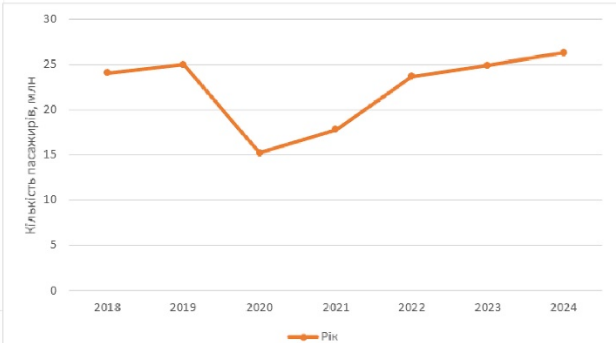
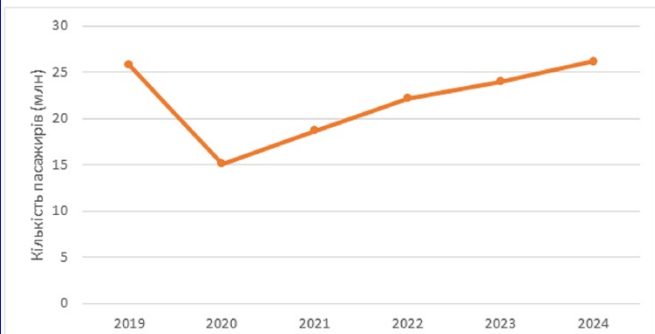
Графічний аркуш №1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНИХ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Пасажиропотік на міжнародних пасажирських автобусних перевезеннях за 2019-2024 роки

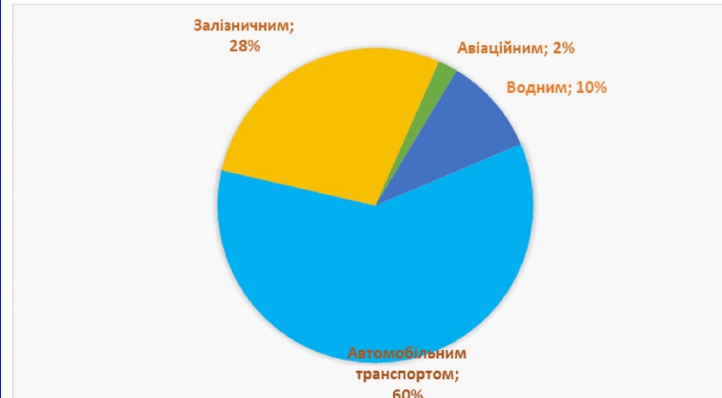
Динаміка міжнародних автобусних перевезень пасажирів, 2019-2024 рр, млн осіб

Обсяг міжнародних автобусних перевезень пасажирів України за 2018-2024рр, млн осіб



Рік	Кількість пасажирів (млн осіб)	Зміна порівняно з попереднім роком (%)	Найпопулярніші напрямки
2019	25.1	+5.2%	Польща, Угорщина, Румунія, Словаччина, Чехія
2020	15.3	-39.0%	Польща, Угорщина, Румунія
2021	18.7	+22.8%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина
2022	22.4	+19.8%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина, Чехія, Австрія
2023	24.0	+7.1%	Польща, Угорщина, Румунія, Німеччина, Словаччина, Чехія, Австрія, Болгарія
2024	26,5	+10,4%	Польща, Румунія, Угорщина, Німеччина, Болгарія

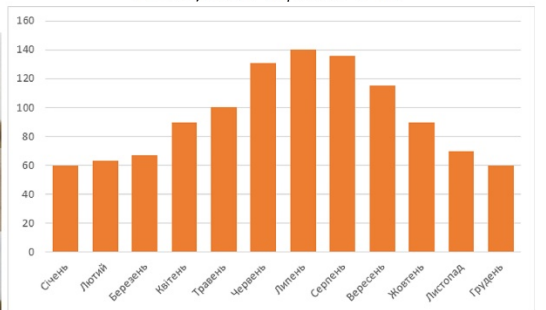
Статистика об'єму пасажирських перевезень в Україні за 2024 рік



Типи автобусів, що застосовуються у міжнародному сполученні



Сезонна динаміка попиту на міжнародні перевезення

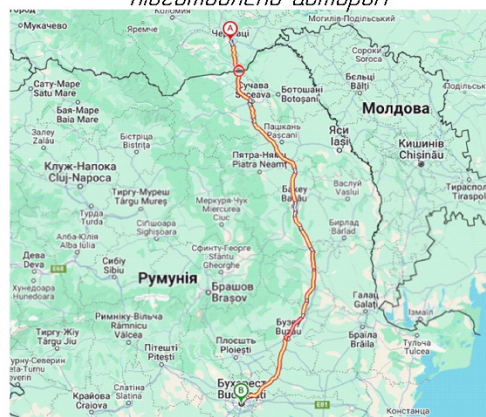
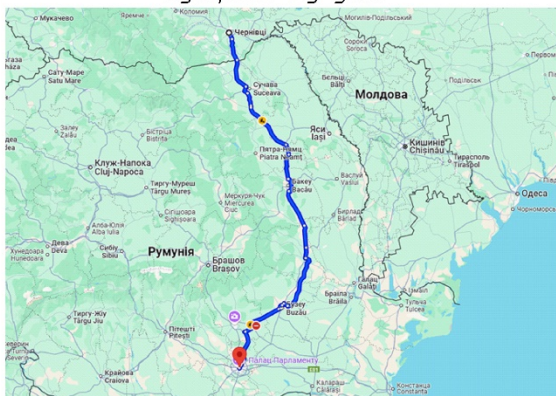


ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТУ ТА ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Проект маршруту Чернівці (Україна) –
Бухарест (Румунія)

*Схема маршруту за критерієм мінімального часу,
підготовлено автором*

Автобус Neoplan Cityliner (буд ззовні)

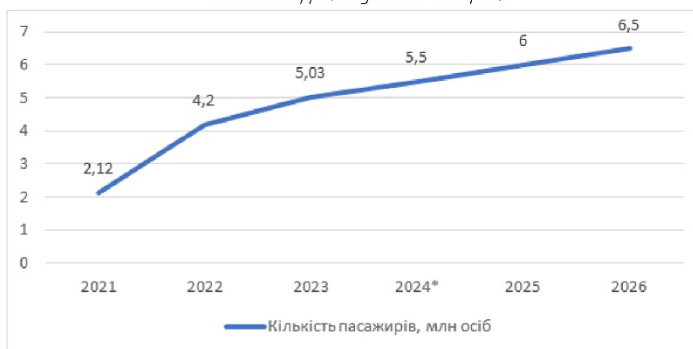


Загальний обсяг перетинів кордону «Україна – Румунія» (2021-2024рр.)

Прогнозовані обсяги пасажирів та потреба
в рейсах (базовий сценарій)

Рік	Кількість пасажирів, млн осіб	Приріст, % до поперед. року
2021	2,12	–
2022	4,20	+ 98,7
2023	5,03	+ 19,9
2024*	5,50	+ ≈ 8,0

Динаміка та прогноз транскордонного пасажиропотоку «Україна – Румунія», 2021-2029рр. (побудовано автором)



Маршрут за критерієм мінімального часу

[illegible]

Рік	S_t , млн	a_t , %	P_t , осіб/рік	Середньодобовий потік, осіб	Необхідні рейси/добу
2025	5,94	1,00	59 400	163	4
2026	6,49	1,05	68 145	187	5
2027	6,99	1,10	76 890	211	5–6
2028	7,48	1,15	86 020	236	6
2029	7,98	1,20	95 760	262	7

Порівняльний аналіз технічних характеристик

Критерій	Mercedes-Benz Tourismo	Neoplan Cityline
Пасажиромістність	49-65 місць	49-63 місць
Витрата пального, л/100 км	~24	~21,5
Витрати пального на рейс (518 км)	124,32 л	111,37 л
Салон	Високий стандарт	Преміальний рівень
Системи безпеки	ABS, ESP, ABA 6, Lane Assist	ABS, ESC, EBA, Lane Guard
Орієнтовна вартість нового	€250–270 тис.	€280–320 тис.
Середня технічна швидкість	60–70 км/год	60–70 км/год

[illegible]

Графічний аркуш №3

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОСТОЮ АВТОБУСІВ НА МИТНОМУ ПУНКТІ ПРОПУСКУ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Випробування №1

Вихідні параметри моделі СМО (КПП «Порубне – Сірет»)

Визначення ймовірності попадання у чергу та на обслуговування

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок
								Обслуговано
								У черзі
1 випробування								
1			0:00:00			00:00:00		
2	0,80	00:10:56	0:10:56	0,18	0:46:50	00:57:46		1
3	0,25	01:06:38	1:17:34	-0,33	0:41:39	01:59:14		1
4	0,45	00:38:45	1:56:19	0,49	0:49:51		02:46:11	1
5	0,37	00:48:05	2:44:24	-0,86	0:36:25	03:20:49		1
6	0,15	01:31:54	4:16:18	0,51	0:50:03	05:06:21		1
7	0,62	00:23:16	4:39:34	0,48	0:49:45		05:29:20	1
8	0,14	01:34:57	6:14:31	-0,28	0:42:15	06:56:46		1
9	0,04	02:37:25	8:51:56	0,11	0:46:05	09:38:01		1
10	0,71	00:16:10	9:08:06	-0,99	0:35:09		09:43:15	1
11	0,67	00:18:59	9:27:05	-0,36	0:41:22			1
12	0,47	00:36:02	10:03:08	0,84	0:53:26	10:56:34		1
13	0,09	01:55:17	11:58:25	-0,87	0:36:20	12:34:45		1
14	0,74	00:14:43	12:13:08	0,62	0:51:11		13:04:19	
			Стоп			Всього		11 1

Показник	Значення
Інтенсивність прибуття, λ	2,5 авт./год
Середній час обслуговування, t_0	45 хв
Середнє відхилення, σ	10 хв
Кількість каналів обслуговування, c	2
Час моделювання	12 год

Випробування №2

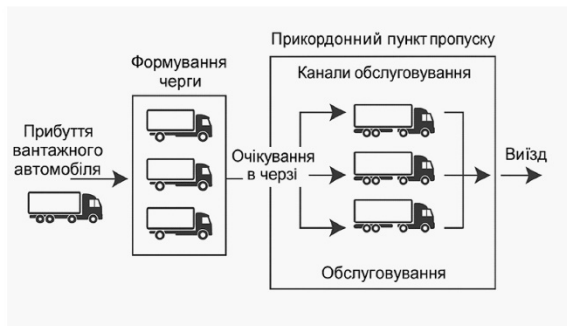
№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок
								Обслуговано
								У черзі
2 випробування								
1			0:00:00			00:00:00		
2	0,62	00:22:41	0:22:41	-0,58	0:39:13	01:01:54		1
3	0,22	01:12:24	1:35:05	0,42	0:49:12	02:24:17		1
4	0,91	00:04:21	1:39:26	0,19	0:46:54		02:26:20	1
5	0,23	01:09:41	2:49:07	-0,21	0:42:57	03:32:04		1
6	0,18	01:23:25	4:12:32	0,16	0:46:38	04:59:10		1
7	0,46	00:37:31	4:50:02	1,00	0:54:58		05:45:01	1
8	0,99	00:00:21	4:50:23	-0,76	0:37:24			1
9	0,71	00:16:09	5:06:32	0,28	0:47:49	05:54:21		1
10	0,96	00:02:04	5:08:36	-0,88	0:36:10			1
11	0,41	00:43:04	5:51:40	-0,62	0:38:45		06:30:25	1
12	0,47	00:35:58	6:27:38	-0,57	0:39:15	07:06:53		1
13	0,73	00:14:49	6:42:27	0,72	0:52:14		07:34:41	1
14	0,81	00:09:50	6:52:17	0,66	0:51:35			1
15	0,01	03:54:25	10:46:43	0,96	0:54:39	11:41:21		1
16	0,97	00:01:27	10:48:10	0,04	0:45:22		11:33:32	1
17	0,53	00:30:13	11:18:23	0,71	0:52:07			1
18	0,80	00:04:30	11:22:53	-0,11	0:43:51			1
19	0,45	00:16:28	11:39:22	-0,90	0:36:03		12:15:24	1
20	0,48	00:14:46	11:54:08	0,90	0:54:02	12:48:10		1
21	0,39	00:19:23	12:13:31	0,28	0:47:49			
			Стоп			Всього		14 5

Номер випробування i	Надійшло заявок $N_{\text{найд}}$	Обслужено заявок $N_{\text{обс}}$	Тривалість обслуговування $t_{\text{обс}}$	Ймовірність обслуговування $P_{\text{обс}} = N_{\text{обс}}/N_{\text{найд}}$	Ймовірність попадання у чергу $P_{\text{чд}} = 1 - P_{\text{обс}}$
1	12	11	45 хв.	0,92	0,08
2	19	14	45 хв.	0,74	0,26
3	13	10	45 хв.	0,77	0,23
Середнє значення	15	12	45 хв.	0,81	0,19

Випробування №3

№ п/п	Рівномірно розподілене випадкове число R_i	Інтервал між прибуттям	Час прибуття	Нормальні відхилення, г	Тривалість обслуговування	1 канал	2 канал	Лічильник заявок
								Обслуговано
								У черзі
3 випробування								
1			0:00:00			00:00:00		
2	0,55	00:28:36	0:28:36	-0,09	0:44:03	01:12:39		1
3	0,51	00:32:34	1:01:10	0,38	0:48:48		01:49:58	1
4	0,09	01:56:23	2:57:33	0,53	0:50:20	03:47:53		1
5	0,50	00:33:32	3:31:04	-0,12	0:43:49		04:14:54	1
6	0,61	00:23:29	3:54:34	-0,95	0:35:27	04:30:01		1
7	0,91	00:04:46	3:59:19	0,69	0:51:57			1
8	0,96	00:01:54	4:01:13	0,09	0:45:57			1
9	0,38	00:46:22	4:47:36	-0,49	0:40:08	05:27:43		1
10	0,70	00:16:58	5:04:33	-0,08	0:44:14		05:48:47	1
11	0,72	00:15:47	5:20:20	-0,42	0:40:45			1
12	0,10	01:48:23	7:08:43	-0,33	0:41:40	07:50:23		1
13	0,59	00:25:42	7:34:25	0,83	0:53:16		08:27:42	1
14	0,03	02:44:51	10:19:17	0,85	0:53:29	11:12:46		1
15	0,07	02:05:55	12:25:11	0,58	0:50:48	13:15:59		
			Стоп			Всього		10 3

Схема пункту пропуску «Порубне – Сірет» як системи масового обслуговування



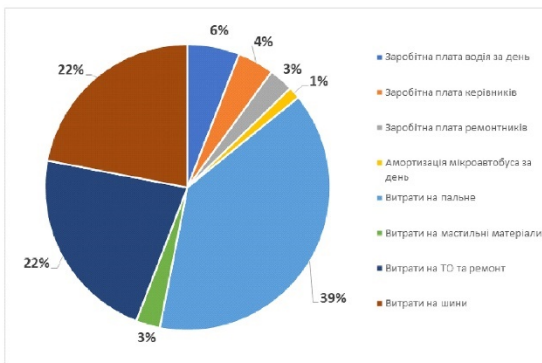
КРБ 275 19 ГЧ			
Вит. лист	В. довід	Лист	Вит.
Розроб	Розроб	Розроб	Розроб
С.П.	С.П.	С.П.	С.П.
У.П.	У.П.	У.П.	У.П.
Р.П.	Р.П.	Р.П.	Р.П.
П.П.	П.П.	П.П.	П.П.
С.П.	С.П.	С.П.	С.П.
РОЗРІЗКА СХЕМИ АВТОБУСНИХ ПЕРЕВІЗІВ МІЖ УКРАЇНОЮ ТА РУМУНІЄЮ			
УМСФ зр. Т21-1			

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ ЧАСОВИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА МАРШРУТІ

Результати розрахунків економічних показників маршруту

№	Найменування характеристики	Величина
1	Заробітна плата водія за день	1270 грн.
2	Заробітна плата керівників	890 грн.
3	Заробітна плата ремонтників	596 грн.
4	Амортизація мікроавтобуса за день	289 грн.
5	Витрати на паливе	8374 грн.
6	Витрати на мастильні матеріали	586 грн.
7	Витрати на ТО та ремонт	4770 грн.
8	Витрати на шини	4725 грн.
9	Тариф за 1 км пробігу	83,99 грн.
10	Тариф 1 годину роботи	4167,8 грн.

Структура витрат на виконання одного рейсу за маршрутом Чернівці – Бухарест



Зведені техніко-експлуатаційні показники роботи автобуса на маршруті Чернівці – Бухарест

Показник	Позначення	Значення
Довжина маршруту	$S_{\text{маршруту}}$	520 км
Нульовий пробіг	$L_{\text{нульовий}}$	5 км
Загальний пробіг за рейс	$S_{\text{заг}}$	525 км
Технічна швидкість	$V_{\text{тех}}$	70 км/год
Час у русі	$t_{\text{рух}}$	7,43 год
Час на зупинки	$t_{\text{зуп}}$	0,75 год
Час на митницю	$t_{\text{кордон план}}$	2,4 год
Загальний плановий час рейсу	$T_{\text{маршруту}}$	10,58 год
Експлуатаційна швидкість	$V_{\text{експ}}$	49,15 км/год
Час в наряді на один рейс	$T_{\text{наряду}}$	11,58 год
Кількість днів на рейс	—	2 дні
Середня кількість пасажирів	Q	40 пасажирів
Автомобіле-години в русі за тиждень	$AG_{\text{руху}}$	22,29 год
Середньодобовий пробіг	$L_{\text{сер,доб}}$	262,5 км/день
Середній час у наряді на день	$T_{\text{сер,нар}}$	5,79 год/день
Транспортна робота за рейс	$P_{\text{тр}}$	20800 пас км

Структура часу одного рейсу Чернівці – Бухарест

