

**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:
«ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МОДУЛІВ LED ПАНЕЛЕЙ ЗА
НАПРЯМОМ УКРАЇНА - ЄВРОПА»**

Виконала: студентка групи **T21-3**
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Фесенко Кирило Русланович

Керівник: _____
(підпис)

доктор технічних наук, професор
Сохацький Анатолій Валентинович

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
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**

ФЕСЕНКУ КИРИЛУ РУСЛАНОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Організація перевезень модулів LED панелей за напрямом
Україна - Європа.

Керівник роботи: Сохацький Анатолій Валентинович, доктор технічних наук,
професор

(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 Вид перевезень: міжнародний

3.2 Маршрут перевізного процесу: Дніпро (Україна) – Пловдив (Румунія).

3.3 Тип вантажу: LED панелі.

3.4 Загальна кількість : LED панелей: 160000 штук за календарний рік.

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

4.1 Проаналізувати стан міжнародних вантажних перевезень автомобільним
транспортом

4.2 Вибрати та обґрунтувати вид транспорту для виконання вантажних перевезень.

4.3 Виконати проектування перевізного процесу LED панелей в країни Європи з України

4.4 Розробити оптимальні маршрути міжнародних вантажних перевезень.

4.5. Розрахувати техніко-економічні характеристики перевізного процесу.

4.6 Промоделювати функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування методом Монте-Карло

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Уточнення 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 стану міжнародних вантажних перевезень автомобільним транспортом	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Організацію перевезень LED панелей в країни Європи	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Розробити оптимальні маршрути міжнародних вантажних перевезень та розрахувати техніко-економічні характеристики	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Промоделювати функціонування митного підрозділу як системи масового обслуговування	до 04.05.2025 р.	80%
	Формування висновків, оформлення пояснювальної записки	до 25.05.2025 р.	90%
	Оформлення графічної частини	до 30.05.2025 р.	95%
	Подання на кафедрі електронного варіанту роботи	до 05 червня 2025 р.	-
	Перевірка КРБ на відсутність плагіату	06 червня 2025 р.	-
	Подання на кафедрі 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)

Керівник роботи

_____ (підпис)

К. Р. Фесенко
(прізвище та ініціали)

А. В. Сохацький
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Фесенко К.Р. Організація перевезень модулів LED панелей за напрямом Україна - Європа

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 актуальному питанню організації перевезень модулів LED панелей. У даній роботі виконано організацію перевезень LED панелей, яка включає огляд характеристики вантажу, вибір тари, формування вантажного місця, розробку маршруту, визначення часу доставки. Розраховано техніко-економічні показники доставки вантажу. Виконано моделювання функціонування митного підрозділу як систему масового обслуговування методом Монте-Карло.

THE SUMMARY

Fesenko K.R. Organization of transportation of LED panel modules in the direction of Ukraine - Europe

Bachelor's qualification work for obtaining the degree of "bachelor" in the specialty 275 Transport technologies (in road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

Bachelor's qualification work is devoted to the topical issue of organizing transportation of LED panel modules. In this work, the organization of transportation of LED panels was carried out, which includes a review of cargo characteristics, selection of containers, formation of a cargo space, development of a route, determination of delivery time. The technical and economic indicators of cargo delivery were calculated. The functioning of the customs department as a mass service system was simulated.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	8
1.1 Міжнародні перевезення радіоелектронної продукції	8
1.2 Аналіз методів розв’язування задач з удосконалення вантажних автомобільних міжнародних перевезень	16
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ LED ПАНЕЛЕЙ В КРАЇНИ ЄВРОПИ	21
2.1 Постановка завдання	21
2.2 Характеристика вантажу, вибір тари, формування вантажного місця	21
2.3 Особливості транспортних засобів для перевезення електронного обладнання	28
3 РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	32
3.1 Розгляд ймовірних маршрутів доставки	32
3.2 Розробка маршруту перевезення автомобільним транспортом	34
3.3 Формування розвізного маршруту до складів	40
3.4 Визначення техніко-економічних показників доставки вантажу автомобільним транспортом	44
4 МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	51
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А. Графічні матеріали	67

					<i>КРБ</i>	<i>275</i>	<i>14</i>	<i>ПЗ</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Організація перевезень модулів LED панелей за напрямом Україна – Європа</i>			<i>Літ.</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Фесенко К.Р.</i>						<i>Арк.</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сахацький А.В.</i>						6
<i>Реценз.</i>		<i>Леснікова І.Ю.</i>						<i>Аркушів</i>
<i>Н. контр.</i>		<i>Сахацький А.В.</i>						71
<i>Затверд.</i>		<i>Кузьменко А.І.</i>			<i>УМСФ, ГР. Т21-3</i>			

ВСТУП

Сучасний ринок LED панелей стрімко розвивається, і їхнє використання поширюється в різних сферах – від рекламної індустрії до освітлення міських просторів та виробничих об'єктів. Україна є активним експортером LED продукції, а напрямок перевезень до країн Європи набуває особливого значення у контексті міжнародної торгівлі.

Ефективна організація логістики відіграє ключову роль у забезпеченні безперебійного постачання модулів LED панелей, оптимізації витрат та мінімізації ризиків пошкодження вантажу під час транспортування. У роботі розглядаються основні аспекти планування та управління перевезеннями, вибір транспортних засобів та митно-правові особливості міжнародних поставок.

Мета дослідження – аналіз існуючих логістичних моделей та розробка ефективних рішень для організації перевезень модулів LED панелей на маршруті Україна – Європа з урахуванням економічних і технічних факторів.

У ході дослідження будуть розглянуті різні особливості пакування та маркування вантажу, а також вплив інноваційних технологій на процес міжнародних перевезень.

Результати роботи можуть бути корисними для компаній, що займаються експортом LED продукції, транспортно-логістичних операторів та інших учасників міжнародного ринку вантажоперевезень.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

1 АНАЛІЗ СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1 Міжнародні перевезення радіоелектронної продукції

Дані охоплюють експорт напівпровідникові прилади та електричні лампи.

Умовно їх можна поділити на дві основні групи:

- Напівпровідникові прилади (коди 8541 та 8542)
- Електричні лампи розжарення або газорозрядні (коди 8539)

Лідер за вагою – категорія "Діоди, транзистори та аналогічні напівпровідникові прилади" (код 854140), яка має 495,7 тис. тонн. Це понад 90% загальної маси всіх товарів у списку. Це може свідчити про високий попит на напівпровідникові пристрої, які використовуються в електроніці, енергетиці та автомобільній промисловості.

Світлодіодна продукція (LED) має значну вагу:

- 8,8 тис. тонн (код 854143)
- 6,5 тис. тонн (код 853950)
- 2,1 тис. тонн (код 853952).

Це вказує на зростаючий ринок світлодіодного освітлення, яке поступово витісняє традиційні джерела світла.

Лампи розжарення та газорозрядні лампи ще не втратили актуальності:

- 6,3 тис. тонн (код 853922)
- 1,8 тис. тонн (код 853931)

Однак їхній обсяг значно менший, ніж у світлодіодних аналогів.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

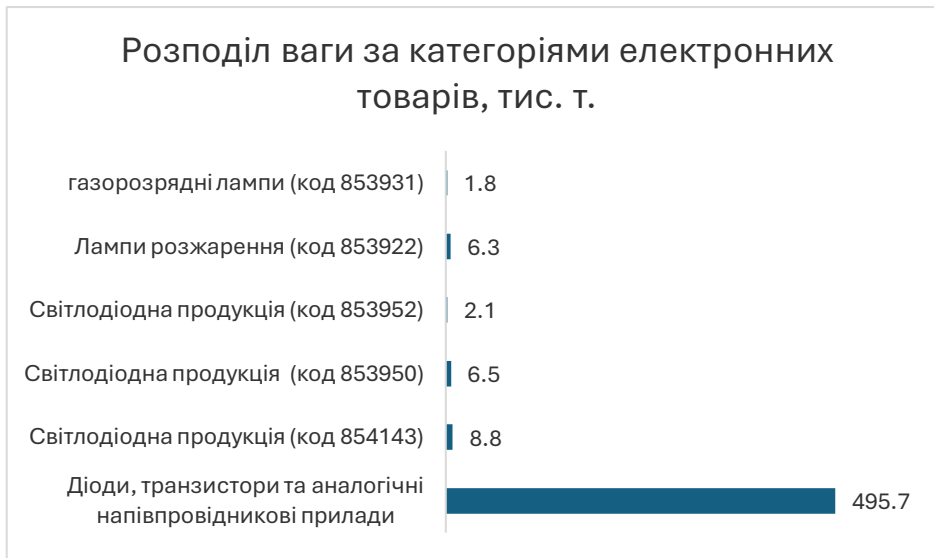


Рисунок 1.1 – Розподіл ваги за категоріями електронних товарів

Деякі категорії мають дуже малу вагу, наприклад, дугові лампи (11 тис. кг) та п'єзоелектричні кристали (196 тис. кг). Це спеціалізовані товари, які мають вузьке застосування.

Аналіз імпорту/експорту LED-приладів: Країни-партнери та їхній вплив на ринок.

Китай є абсолютним лідером у постачанні LED-приладів, що підтверджується величезним обсягом – 493,4 млн кг. Це більше 95% від загального обсягу постачань.

- Китайська електронна промисловість розвивається стрімкими темпами завдяки низьким виробничим витратам, високому рівню автоматизації та державній підтримці галузі.
- Переважна більшість світових брендів LED-освітлення використовують китайські заводи для виробництва своєї продукції, навіть якщо мають штаб-квартири в Європі чи США.
- Китай також є найбільшим постачальником напівпровідників і компонентів для світлодіодної продукції, що робить його ключовою ланкою світового ланцюга поставок LED-технологій.

Польща посідає друге місце з обсягом 9,3 млн кг, що значно менше, ніж у Китаю, але все ж найбільше серед європейських країн.

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 14 ПЗ

- Польща є великим виробничим та логістичним центром у Європі.
- Багато європейських компаній використовують польські склади та заводи для подальшого постачання LED-продукції до інших країн ЄС.
- Польща також спеціалізується на реекспорті китайської продукції після переробки або перепакуння.

З обсягом 5,1 млн кг, Туреччина є важливим партнером у виробництві LED-пристроїв.

- Туреччина має розвинену електронну промисловість і водночас отримує значні поставки комплектуючих з Китаю.
- Частина турецької продукції, ймовірно, експортується в країни Європи та Близького Сходу.
- Туреччина також є ключовим транзитним хабом, зокрема для поставок у країни СНД.

Азійські технологічні хаби: Малайзія, В'єтнам, Таїланд.

Ці країни займають важливі місця у світовому ланцюгу виробництва LED-продукції:

- Малайзія (3,9 млн кг) – одна з лідерів у сфері виробництва напівпровідників і LED-компонентів.
- В'єтнам (1,7 млн кг) – активно нарощує виробництво електроніки через дешеву робочу силу та інвестиції від міжнародних компаній.
- Таїланд (1,1 млн кг) – має кілька великих заводів з виробництва LED-освітлення та світлодіодних модулів.

Ці країни переважно працюють на експорт, обслуговуючи ринки США, Європи та інших регіонів.

Хоча США є одним із провідних розробників технологій, обсяг поставок (1,1 млн кг) свідчить про залежність від імпорту дешевих LED-пристроїв.

- Багато американських компаній замовляють виробництво в Китаї або країнах Азії, щоб скоротити витрати.
- Водночас у США розвинене виробництво високоякісних світлодіодних систем для промислових і наукових цілей.

Основні тенденції у перевезеннях LED-продукції

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				10
					КРБ	275	14	ПЗ

Імпорт LED-виробів здійснюється різними видами транспорту, проте найбільші обсяги перевезень спостерігаються у морському та автомобільному секторах.

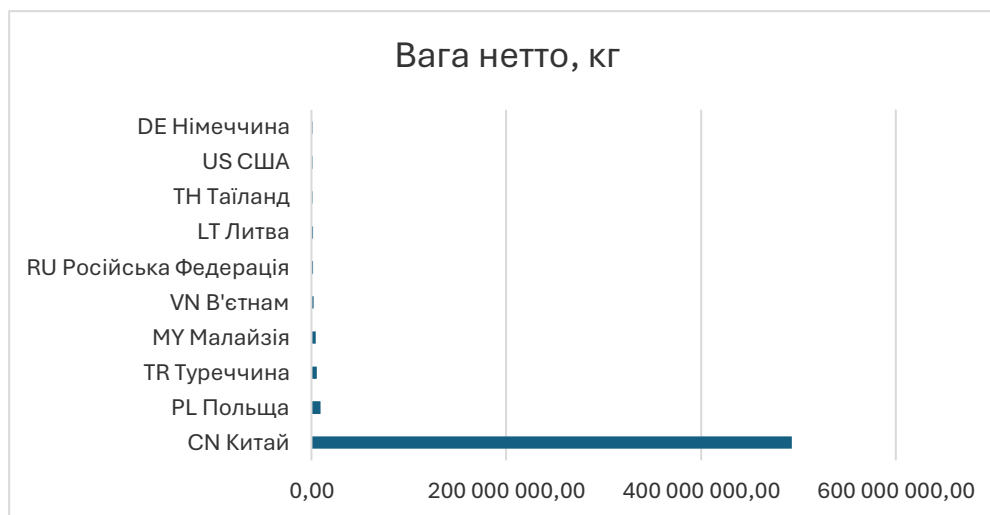


Рисунок 1.2 – Країни партнери перевезення LED панелей за вагою

1. Морський транспорт – лідер за обсягами (\$2,39 млрд, 79.8%)

Морський транспорт є основним способом перевезення LED-продукції, забезпечуючи майже 80% усього імпорту.

- Велика частка LED-продукції надходить із Китаю, а для доставки великих партій товарів на далекі відстані морський транспорт є найекономічнішим варіантом.

- Світлодіодна продукція порівняно легка, але займає значний об'єм (особливо світильники, панелі, ліхтарі). Це робить морське контейнерне перевезення найзручнішим рішенням для масового імпорту.

- Основні порти відправлення – Китай, Малайзія, В'єтнам, Туреччина.

2. Автомобільний транспорт – основний для регіональних перевезень (\$599 млн, 20%)

Автомобільний транспорт є другою за значимістю категорією, забезпечуючи 20% імпорту.

- Найбільше використовується у Європі та сусідніх країнах для швидкого постачання продукції з Польщі, Туреччини, Литви та Німеччини.

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сахацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

○ Перевага: короткі відстані та можливість швидкої доставки у потрібний регіон без додаткових перевантажень.

○ Основні ринки:

▪ Європейські країни (постачання з Польщі, Німеччини, Литви).

▪ Росія, Білорусь, Казахстан (імпорт через сухопутні шляхи).

▪ Туреччина (автомобільний транзит через кордони).

3. Повітряний транспорт – дорогий, але швидкий (\$62,5 млн, 2.1%)

Повітряний транспорт відіграє меншу роль у загальному обсязі перевезень, але важливий для швидкої доставки цінних товарів.

• Використовується для експрес-доставки LED-компонентів та преміальної продукції.

• Часто застосовується для постачання високотехнологічного обладнання або обмежених партій специфічних світлодіодних систем.

• Основні напрямки – США, Європа, великі технологічні хаби.

• Мінус – висока вартість перевезення обмежує його використання для масових поставок.

4. Невизначений транспорт (\$44,7 млн, 1.5%)

До цієї категорії можуть входити змішані або неідентифіковані перевезення.

• Це можуть бути комбіновані перевезення (море + залізниця, море + авто і т.д.), які реєструються без точного визначення основного способу доставки.

□ Найбільший обсяг експорту (за вартістю) здійснюється автомобільним транспортом, на який припадає 68 913 817.86 USD, що значно перевищує експорт за іншими видами транспорту.

□ Повітряний транспорт займає друге місце з експортом 15 859 401.12 USD.

□ Морський транспорт і поштове відправлення також мають помітні обсяги експорту з вартостями 2 866 277.33 USD і 2 670 727.33 USD відповідно.

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

□ Найменші обсяги експорту належать транспортним засобам, що переміщуються своїм ходом як товар (137 823.27 USD), залізничному транспорту (53 360.00 USD) та невизначеному транспорту (23 881.93 USD).

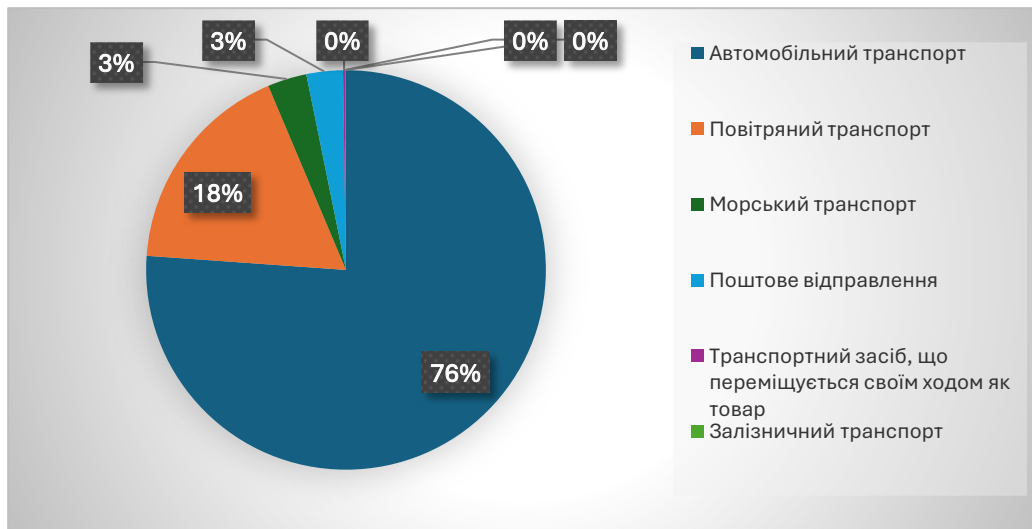


Рисунок 1.3 – Вид транспорту, яким перевозяться LED-панелі

Динаміка імпорту LED-панелей (2017–2023): основні етапи

◇ 2017–2019: період активного зростання

У 2017 році імпорт LED-панелей становив \$181 млн, але вже за два роки ця цифра збільшилася у понад 7 разів, досягнувши рекордних \$1,31 млрд у 2019 році. Це зростання було викликане кількома ключовими факторами: Бум енергоефективності: уряди та бізнеси активно переходили на LED-технології для зниження енергоспоживання. Технологічні прориви: розвиток LED-освітлення зробив його дешевшим, доступнішим і ефективнішим. Зростання будівельного ринку: активне будівництво комерційних та житлових об'єктів збільшило попит на LED-освітлення. Китай як основний постачальник: масове виробництво в Китаї зробило ціни на LED-панелі більш конкурентними.

2020–2021: різкий спад через пандемію

Починаючи з 2020 року, ринок зазнав суттєвого падіння. Імпорт зменшився майже в чотири рази – з \$1,31 млрд у 2019 році до \$345 млн у 2020

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				13

році. 2021 рік не показав відновлення: імпорт залишився практично на тому ж рівні – \$346 млн.

Основні причини цього спаду: COVID-19 і логістичні проблеми: через пандемію виникли проблеми з постачанням товарів, затримки та підвищення вартості транспортування. Зменшення будівництва: через кризу багато компаній скоротили інвестиції у нові проекти, що знизило попит на освітлення. Перенасичення ринку: після пікового імпорту у 2019 році багато компаній накопичили запаси продукції, що зменшило потребу в нових закупівлях.

2022 рік показав подальше зниження імпорту – \$132,3 млн, що на 62% менше, ніж у 2021 році. У 2023 році імпорт скоротився ще більше – до \$118,2 млн.

Чому це сталося?

- ✘ Насиченість ринку: попередні закупівлі створили надлишок продукції, який ще не встиг реалізуватися.
- ✘ Зростання внутрішнього виробництва: деякі країни почали розвивати власне виробництво LED-панелей, щоб зменшити залежність від імпорту.
- ✘ Політичні та економічні фактори: глобальна нестабільність, санкції та нові торгові обмеження вплинули на зменшення поставок.
- ✘ Поява нових технологій: на зміну традиційним LED-панелям приходять більш сучасні рішення, такі як OLED і microLED, що впливає на попит.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.				14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

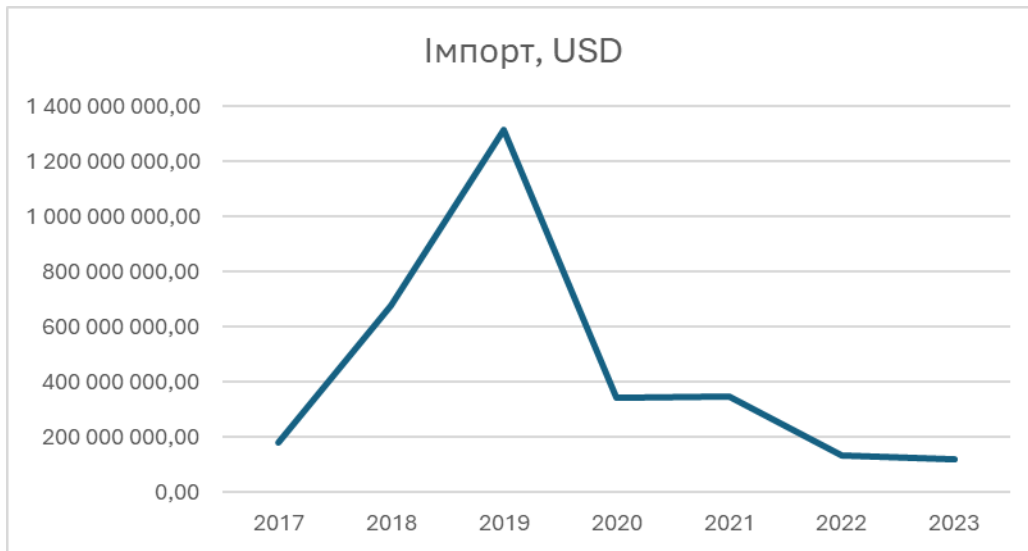


Рисунок 1.4 – Імпорт ЛЕД товарів в Україну

Одним із великих гравців ринку в Україні є компанія Tomate. Компанія Tomate розпочала свій шлях у 2018 році зі створення перших ЛЕД екранів для обмінників та біжучих рядків. Того ж року вони відкрили невелике виробництво в Дніпрі.

У 2019 році компанія встановила стійких постачальників в Китаї та розпочала виробництво повноцінних кольорових екранів, розширивши штат співробітників.

Пандемія 2020 року змусила компанію адаптуватися, і вони активно розширили свою діяльність, формуючи команди монтажників по всій Україні.

У 2021 році Tomate відкрила офіси та виробництва в Одесі та Києві, значно збільшивши штат завдяки новим контрактам з великими компаніями.

Зіткнувшись з нападом у 2022 році, Tomate долучилася до надання допомоги армії та забезпечення ресурсами і технічною підтримкою.

У 2023 році компанія активно відновлюється, підтримуючи армію та відновлення країни, паралельно розширюючи клієнтську базу і залучаючи нових партнерів.

Статистика компанії Tomate

По Україні:

Відправки відбуваються раз на три дні. У середньому за одну відправку відправляється від 60 до 70 коробок модулів, вагою від 1200 до 1400 кг, що

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.							15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

становить від 2400 до 2800 одиниць модулів. Середній місячний обсяг вантажу складає від 24000 до 28000 кг, від 1200 до 1400 коробок, тобто від 48000 до 56000 одиниць модулів.

Розподіл по містах виглядає наступним чином:

- Київ: 45%
- Одеса, Львів: по 10%
- Дніпро, Харків, Івано-Франківськ: по 7%
- Інші міста: 14%

По експорту:

Відправки здійснюються раз на сім днів. У середньому за одну відправку відправляється від 120 до 150 коробок модулів, вагою від 2400 до 3000 кг, що становить від 4800 до 6000 одиниць модулів. Середній місячний обсяг вантажу складає від 9600 до 12000 кг, від 480 до 600 коробок, тобто від 19200 до 24000 одиниць модулів.

Розподіл по країнах виглядає наступним чином:

- Молдова: 36%
- Румунія, Болгарія: по 10%
- Польща, Сербія, Угорщина: по 8%

Грошовий еквівалент:

Усього існує 10 видів модулів з однаковими розмірами та вагою. Вони відрізняються за призначенням (вуличні, внутрішні) та розміром пікселя (від P2 – 2 мм до P8 – 8 мм). Роздрібна ціна приблизно становить 24 долари за одиницю для найбільш популярного модуля P5 (вуличного).

1.2 Аналіз методів розв’язування задач з удосконалення вантажних автомобільних міжнародних перевезень

В наступний час одним з головних шляхів підвищення якості і ефективності роботи автотранспортних засобів є вибір варіантів використання автомобільного транспорту, який включає в себе цілий ряд задач. При розв’язанні кожної з котрих, починаючи з отримання замовлення на виконання перевезень, із множини варіантів повинен вибратися оптимальний, тобто

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

найкращий. Залежно від виду розрахункової задачі обирається конкретний показник, для якого необхідно знайти найкраще значення. Наприклад, мінімальний пробіг транспортних засобів. Такий показник називається критерієм оптимальності і є функцією (F) незалежних параметрів вхідних даних задачі.

$$F = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1.1)$$

де F - незалежних параметрів вхідних даних;

x_1, x_2, \dots, x_n - заданий вибір значень параметрів.

Зменшення або збільшення критерію оптимальності визначається необхідністю виконання різних вимог Замовника, шляховими умовами, технічними параметрами автотранспортних засобів і так далі. Показники, характеристики, призначення яких накладені обмеження, є також функціями незалежних параметрів і називаються функціями обмежень, які можуть задаватися в наступному вигляді для дискретних (R_i) або лінійних (R_j):

$$\begin{aligned} R_i &= R_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \\ R_j &= R_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0; x_k \leq 0 \end{aligned} \quad (1.2)$$

де R_i – дискретне обмеження (змінні можуть набувати лише певних значень);

R_j – лінійне обмеження.

При розв'язанні задач оптимізації необхідно визначити і обґрунтувати критерії оптимальності та визначити показники і характеристики, які приймаються у якості обмежень (R_i, R_j). Сукупність формул, яка дозволяє для заданого вибору значень параметрів x_1, x_2, \dots, x_n розрахувати значення функції обмежень і критерію оптимальності, називається математичною моделлю. Широке використання методів оптимізації на автомобільному транспорті пов'язано з розвитком обчислювальної техніки, яка дозволяє знаходити

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				17

оптимальні рішення в оперативному режимі з урахуванням швидкозмінної обстановки. Використання дієвої оптимальної планування перевезень полягає в тому, що всі задачі перевізного процесу є задачами з екстремумом, причому визначення найкращого рішення називається умовами обмеженості заданих ресурсів. Таким чином, вибір оптимального варіанту – черговий закономірний етап більш високої організації планування і управління автомобільним транспортом. Специфічні властивості задач планування перевізного процесу, особливо задач оперативного планування, які викликали необхідність застосування математичного апарату, наступні:

Більшість таких задач є багатоваріантними. Різноманітність типів транспортних засобів, велика кількість пунктів їх розміщення, пунктів навантаження і розвантаження призводять до великої кількості можливих варіантів доставки вантажів. Задачі характеризуються обмеженістю часу на обробку вхідної інформації. Хоча і має місце попереднє надходження первинної інформації за декаду, за місяць і кожену добу, і навіть кожену хвилину приходить скоригована інформація, не врахування якої може призвести до викривлення реальної ситуації та отримання непотрібних для практики результатів. Наявність великої кількості суттєвих обмежень, неврахування яких може призвести до неприпустимих варіантів доставки вантажів.

До цих обмежень відносять наступні:

Обмеження по часу роботи транспортних засобів на лінії.

Обмеження часу простоювання під навантаженням/розвантаженням.

Обмеження пропускної здатності вантажовідправників і вантажоодержувачів.

Обмеження залежності між типом рухомого складу і видом вантажу.

Різна періодичність рішення.

Спроби рішення задач маршрутизації на будь-який плановий період, крім змінно-добового, виявилися безплідними. Період рішення задачі оптимізації вантажопотоків багато в чому залежить від рівня організації, від технологічних властивостей вантажу тощо. При плануванні перевізного процесу кількість пунктів розвантаження набагато перевищує кількість пунктів навантаження. Це

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				18

вимагає проведення спеціальних досліджень і попередніх заходів, пов'язаних з об'єднанням пунктів споживання вантажів, що призводить з одного боку до зниження трудомісткості розрахунків із застосуванням обчислювальної техніки, а з другого боку збільшує витрати на обробку інформації і призводить до певних відділень від оптимальних результатів. Залежно від задачі, яка розв'язується у практиці планування перевезень, для отримання оптимальних рішень застосовують різні математичні методи. У зв'язку з тим, що в якості критерію оптимальності використовують економічні показники, такі методи часто носять назву економіко-математичних. Класифікація основних методів, які застосовуються при оптимальному плануванні перевезень, наведена на рисунку.

Лінійне програмування - це математична дисципліна, за допомогою якої виконуються аналіз і рішення екстремальних задач з лінійними розв'язками та обмеженнями. Під терміном програмування розуміють термін планування, тобто розуміється складання плану оптимального рішення задачі. Таким чином, економічний зміст задач лінійного програмування - це пошук найкращих засобів використання наявних ресурсів, коли умови задачі відтворюються системою лінійних рівнянь, які мають невідомі тільки першого ступеня. Для будь-яких задач лінійного програмування притаманні наступні три умови: наявність системи взаємопов'язаних факторів, суворе визначення критерію оптимальності, точне формування умов, які обмежують використання наявних ресурсів у математичній формі. Загальна задача лінійного програмування складається з максимізації або мінімізації цільової функції.

У лінійному програмуванні є різні методи рішення відповідних планово-економічних задач. Якщо маються всього дві змінні, може бути використано графічний метод рішення. На практиці для рішення багатьох задач використовують спеціальні евристичні алгоритми. До математичного програмування також відносяться методи нелінійного програмування. Відповідні задачі в цьому випадку визначаються нелінійними рівняннями. Властивість нелінійності полягає в тому, що внаслідок взаємодії двох факторів результат не дорівнює простому алгебраїчному добутку їх дій. Функція приймає

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сахацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

екстремальні значення в точках, де значення її першої похідної дорівнює нулю, тобто необхідна умова мінімуму або максимуму функції.

Деякі задачі планування вантажних перевезень пов'язані з прийняттям ряду послідовних і поетапних рішень. Для рішення таких задач використовуються методи динамічного програмування, в основі яких лежить сукупність прийомів, які дозволяють знаходити оптимальні рішення на основі обчислення наслідків кожного прийнятого рішення і напрацювання оптимальних стратегій для наступних рішень. Крім методів математичного програмування, у вирішенні планово-економічних задач знаходять застосування методи, створені в прикладній математиці. Ці методи базуються на теорії ймовірностей, математичної статистики і теорії масового обслуговування. При побудові стохастичних моделей виходять із ймовірнісного трактування економічного процесу і його параметрів. При цьому кожній величині, що входить у модель, приписується не одне конкретне значення, а вказується ймовірнісний закон розподілу значень цієї величини і характеристики цього розподілу, такі як математичне очікування, дисперсія тощо.

Транспортні моделі, описані у підручнику [4], є фундаментальними для вирішення задач логістики та розподілу ресурсів. Суть цих моделей полягає у визначенні оптимального способу транспортування товарів з кількох джерел до кількох пунктів призначення при мінімальних витратах. Модель формалізується у вигляді математичної задачі лінійного програмування, де використовуються вхідні дані про вартість перевезення між кожною парою джерело-пункт призначення, а також обсяги постачання і попиту.

Задача вважається збалансованою, якщо загальний обсяг постачання дорівнює загальному попиту. Для початку розв'язання необхідно знайти початкове базисне рішення, яке може бути побудоване за допомогою одного з трьох методів: північно-західного кута, найменшої вартості або методу Фогеля. Після цього рішення перевіряється на оптимальність за допомогою методу потенціалів. Якщо поточне рішення не є оптимальним, вносяться корективи, які поступово знижують загальні витрати на перевезення.

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ LED ПАНЕЛЕЙ В КРАЇНИ ЄВРОПИ

2.1 Постановка завдання

У цій кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно спроектувати перевізний процес модулів LED-панелей на маршруті Україна – Європа. Завданням дослідження є аналіз існуючих логістичних схем транспортування, розробка ефективних стратегій перевезень доставки з урахуванням економічних, технічних і правових аспектів. Особлива увага приділяється вибору транспортних засобів, методам пакування та маркування вантажу, а також митно-правовим процедурам, що регулюють міжнародні перевезення. У роботі досліджуються питання мінімізації ризиків пошкодження вантажу, скорочення витрат на логістику та впровадження інноваційних технологій для підвищення ефективності поставок. Також необхідно розробити оптимальний розвізний маршрут у м. Пловдив. Для цього перевезення обрати від перевізного процесу, згідно ІНКОТЕРМС-2020 (Франко завод). Результати роботи можуть бути використані транспортно-логістичними компаніями, експортерами LED продукції та іншими учасниками міжнародного ринку перевезень, що дозволить покращити якість і надійність логістичних операцій у цьому напрямку.

2.2 Характеристика вантажу, вибір тари, формування вантажного місця

Світлодіодні (LED) панелі є важливим компонентом сучасних освітлювальних систем завдяки їх енергоефективності, довгому терміну служби та високій якості світла [5]. Транспортна характеристика LED панелей має велике значення для забезпечення їх безпечного та ефективного перевезення. Ось більш детальна характеристика:

Вага та розміри

- Вага: LED панелі зазвичай мають відносно невелику вагу. Залежно від розмірів та конструкції, вага панелі може варіюватися від кількох кілограмів до декількох десятків кілограмів.

- Розміри: Найпоширеніші розміри LED панелей включають:

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.	
Перевірив	Сахацький А.В.					КРБ	275	14	ПЗ	21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- 600×600 мм
- 300×1200 мм
- 600×1200 мм Інші розміри також можуть бути доступні в залежності

від конкретних потреб та застосування.

Упаковка

- **Захист від пошкоджень:** ЛЕД панелі повинні бути упаковані в міцні коробки, що забезпечують захист від механічних пошкоджень. Важливо використовувати амортизуючі матеріали, такі як пінопласт або пухирчаста плівка, щоб уникнути пошкоджень під час транспортування.
- **Захист від вологи та пилу:** Пакувальний матеріал повинен забезпечувати захист від вологи та пилу, щоб зберегти панелі в належному стані.

Тип транспорту

- **Морський транспорт:**
 - Найбільш економічний для перевезення великих партій ЛЕД панелей.
 - Підходить для міжнародних перевезень.
 - Можливо тривале час транспортування, тому важливо забезпечити належний захист від впливу навколишнього середовища.
- **Автомобільний транспорт:**
 - Ідеальний для внутрішніх перевезень.
 - Зручний для доставки від складу до кінцевого споживача.
 - Забезпечує гнучкість і швидкість доставки.
- **Повітряний транспорт:**
 - Використовується для термінових поставок або доставки в важкодоступні регіони.
 - Дорожчий варіант транспортування, але забезпечує найшвидшу доставку.
- **Залізничний транспорт:**
 - Ефективний для перевезень на великі відстані всередині країни або між сусідніми країнами.

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.								22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 14 ПЗ

- Забезпечує стабільні умови транспортування.

Умови транспортування

- Температурний режим: ЛЕД панелі повинні транспортуватися в умовах, що запобігають екстремальним температурним коливанням. Рекомендована температура під час транспортування - від 0 до 40°C [6].
- Вологість: Важливо підтримувати стабільну вологість під час перевезення, щоб уникнути конденсації та пошкодження панелей.
- Захист від механічних пошкоджень: ЛЕД панелі повинні бути надійно закріплені всередині транспортного засобу, щоб запобігти їх руху та пошкодженням під час транспортування.

Маркування

- Інформація про вміст: Кожна упаковка повинна мати чітке маркування з інформацією про вміст, включаючи модель, розміри та технічні характеристики панелі.
- Умови зберігання та транспортування: На упаковці повинна бути інформація про умови зберігання та транспортування, такі як рекомендована температура та вологість.
- Ідентифікаційні коди: Використання штрих-кодів або QR-кодів для спрощення обробки вантажу та відстеження.

Вибір правильної тари для перевезення світлодіодних (ЛЕД) панелей має важливе значення для забезпечення їхньої безпеки та збереження під час транспортування. Ось кілька основних рекомендацій, які допоможуть вибрати оптимальну тару для цієї мети:

1. Вибір матеріалу тари

- Картон: Міцні картонні коробки є популярним вибором для транспортування ЛЕД панелей. Вони забезпечують достатній захист від механічних пошкоджень і можуть бути легко утилізовані після використання.
- Пластик: Пластикові контейнери мають вищий рівень захисту від вологи і можуть використовуватися багаторазово. Вони підходять для тривалого зберігання і транспортування в умовах підвищеної вологості.

Виконав	Фесенко К.Р.					Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ 275 14 ПЗ	23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Дерево:** Дерев'яні ящики забезпечують максимальний захист від механічних пошкоджень, але вони можуть бути важчими та дорожчими в порівнянні з картонними або пластиковими варіантами.

2. Амортизація

- **Пінопласт:** Використання пінопласту або схожих матеріалів забезпечує амортизацію та захист від ударів. Пінопластові вставки можуть бути виготовлені за розмірами панелей, що забезпечує їх надійне кріплення.

- **Пухирчаста плівка:** Пухирчаста плівка допомагає зменшити ризик пошкодження під час транспортування. Вона може бути використана для обгортання кожної окремої панелі.

3. Захист від вологи та пилу

- **Вологозахисні пакети:** Використання вологозахисних пакетів або плівки забезпечує додатковий захист від вологи під час транспортування.

- **Герметичні контейнери:** Вибір герметичних контейнерів допоможе захистити панелі від пилу та вологи, що є особливо важливим при міжнародних перевезеннях або тривалому зберіганні.

4. Маркування та ідентифікація

- **Штрих-коди та QR-коди:** Використання штрих-кодів або QR-кодів на упаковці полегшує процес обробки вантажу та дозволяє швидко ідентифікувати вміст кожної упаковки.

- **Інформаційні етикетки:** На кожній упаковці повинні бути розміщені етикетки з інформацією про вміст, умови зберігання та транспортування, а також контактні дані відправника та одержувача.

5. Вибір розміру тари

- **Індивідуальна упаковка:** Для захисту кожної окремої LED панелі варто використовувати індивідуальні коробки з амортизаційними вставками.

- **Групова упаковка:** Для великих партій LED панелей доцільно використовувати групову упаковку, яка забезпечує захист декількох панелей одночасно. Важливо забезпечити надійну амортизацію між панелями, щоб уникнути їхнього зіткнення під час транспортування.

6. Врахування умов транспортування

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сахацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- Температурний режим: Обираючи тару, слід враховувати умови транспортування. Для перевезення ЛЕД панелей в умовах екстремальних температур слід використовувати теплоізоляційні матеріали.

- Стійкість до механічних пошкоджень: Тара повинна бути достатньо міцною, щоб витримати механічні навантаження під час транспортування.

Особливості автомобільних транспортних засобів для перевезення ЛЕД панелей

Для забезпечення безпеки та збереження світлодіодних (ЛЕД) панелей під час транспортування автомобільним транспортом, важливо враховувати низку особливостей та вимог до транспортних засобів. Ось деякі ключові моменти, які слід враховувати:

Типи транспортних засобів

- Фургони та вантажні автомобілі:
 - Фургони та вантажні автомобілі є найпоширенішими транспортними засобами для перевезення ЛЕД панелей.
 - Вони забезпечують достатньо місця для розміщення панелей та можуть бути оснащені відповідним обладнанням для кріплення вантажу.
- Рефрижератори:
 - Якщо ЛЕД панелі потребують транспортування в умовах контролю температури, можна використовувати рефрижератори.
 - Це особливо актуально для панелей, чутливих до екстремальних температурних коливань.

Оборудование для кріплення вантажу

- Кріпильні системи:
 - Використання кріпильних систем, таких як ремені, стрічки та стяжки, допомагає забезпечити надійну фіксацію ЛЕД панелей під час транспортування.
 - Це запобігає їхньому зміщенню та пошкодженню під час руху транспортного засобу.
- Піддонні системи:

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.								25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- ЛЕД панелі можуть бути розміщені на піддонах для полегшення їхнього завантаження та розвантаження.

- Піддони повинні бути міцними та забезпечувати стабільну опору для панелей.

Захист від погодних умов

- Закриті кузови:

- Використання закритих кузовів або тентів допомагає захистити ЛЕД панелі від впливу погодних умов, таких як дощ, сніг або сильний вітер.

- Це забезпечує збереження панелей у сухому та чистому стані.

- Упаковка:

- Додаткова упаковка з водонепроникних матеріалів допомагає захистити панелі від вологи та пилу під час транспортування.

Температурний режим

- Контроль температури:

- Для деяких типів ЛЕД панелей важливо підтримувати стабільну температуру під час транспортування.

- Використання транспортних засобів з системами контролю температури (наприклад, рефрижераторів) допоможе уникнути екстремальних температурних коливань.

- Ізоляція:

- Використання ізоляційних матеріалів у вантажному відділенні допомагає підтримувати необхідний температурний режим.

Облік навантаження

- Розподіл ваги:

- Важливо рівномірно розподілити вагу ЛЕД панелей у вантажному відділенні, щоб уникнути перевантаження окремих частин транспортного засобу.

- Це допомагає зберегти стабільність транспортного засобу та запобігти пошкодженням панелей.

- Максимальна вантажопідйомність:

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- Враховуйте максимальну вантажопідйомність транспортного засобу, щоб уникнути перевантаження та можливих аварійних ситуацій.

Маркування та ідентифікація

- Чітке маркування:
 - Всі упаковки з ЛЕД панелями повинні мати чітке маркування, що вказує на їх вміст, умови зберігання та транспортування.
 - Це допомагає уникнути помилок під час обробки вантажу та полегшує ідентифікацію товару.
- Ідентифікаційні коди:
 - Використання штрих-кодів або QR-кодів полегшує процес відстеження вантажу та забезпечує точне облік під час транспортування.

Розробимо схему завантаження транспортного засобу. До перевезення надано 60 коробок розмірами 800*400*400мм, маса однієї коробки 20 кг. Схему завантаження наведено на рис.2.1.

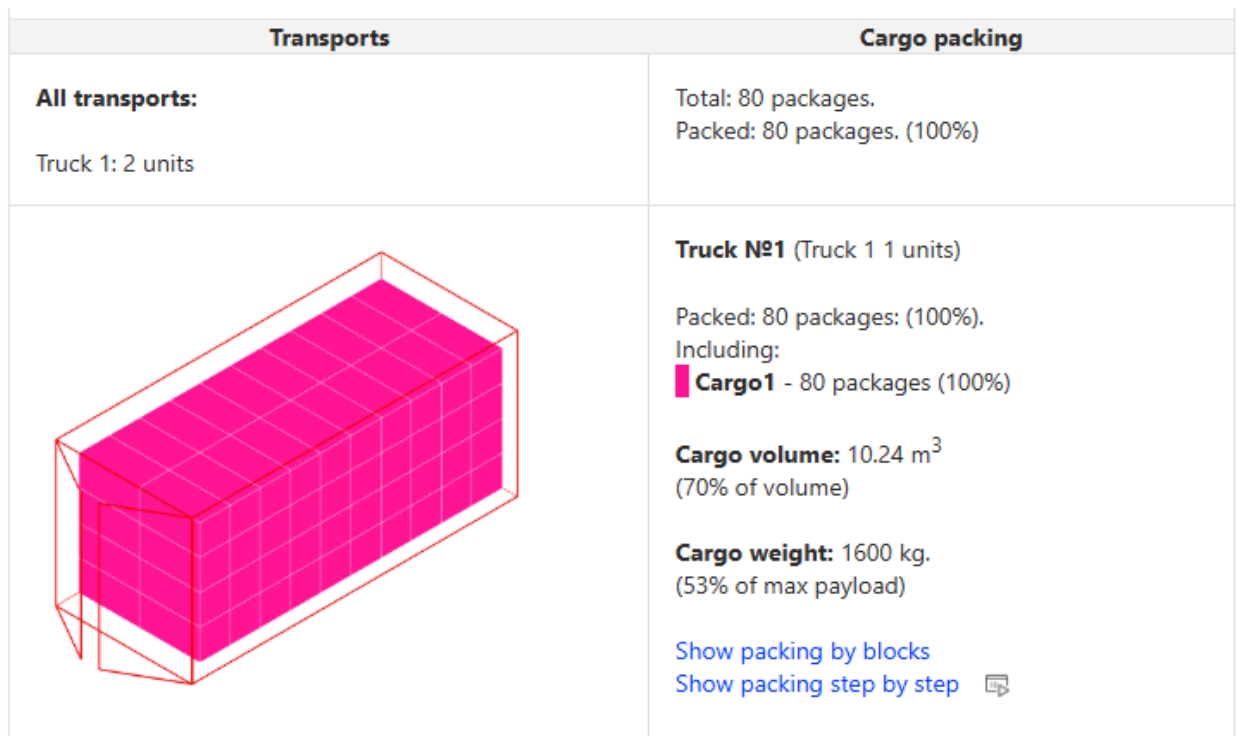


Рисунок 2.1 – Схема завантаження [7]

З аналізу представленої схеми завантаження видно, що транспортний засіб було повністю заповнено вантажем у кількості 80 пакетів, що складає 100% від

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

запланованого об'єму вантажу. Вантаж було розміщено в одному автомобілі з двох доступних, отже, весь обсяг вдалося ефективно вмістити в одну транспортну одиницю. Це свідчить про раціональне використання ресурсів, адже другий автомобіль залишився вільним і його не довелося залучати до перевезення, що знижує витрати на паливо, оплату водія та інші супутні витрати.

Об'єм вантажу становить 10,24 кубічних метри, що відповідає 70% загального об'єму вантажного відсіку. Це досить ефективне використання простору, враховуючи, що при перевезенні коробок або упакованих предметів часто залишаються порожнини, які складно заповнити. У даному випадку вантаж розташовано рівномірно, щільно, з максимальною оптимізацією простору в межах висоти, ширини та довжини кузова.

Загальна вага вантажу склала 1600 кілограмів, що дорівнює 53% максимально допустимого навантаження для даного транспортного засобу. Це означає, що існує ще значний запас по масі, тому в разі потреби можливо додатково завантажити ще частину вантажу, не перевищуючи технічні обмеження. Такий показник свідчить про те, що вантаж є відносно легким по відношенню до свого об'єму. Інакше кажучи, маємо справу з малощільним вантажем, для якого важливішим є розміщення в просторі, ніж його вага.

2.3 Особливості транспортних засобів для перевезення електронного обладнання

Особливості транспортних засобів для перевезення електронного обладнання визначаються високими вимогами до безпеки, стабільності кліматичних умов та захисту від вібрацій, пилу й електромагнітного випромінювання. Електроніка є чутливою до зовнішніх впливів, тому під час її транспортування слід використовувати спеціалізовані транспортні засоби, що відповідають ряду технічних та санітарних вимог.

Насамперед, транспорт має бути обладнаний системами клімат-контролю. Це дозволяє підтримувати стабільну температуру та вологість повітря, що

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

критично важливо для збереження працездатності електронного обладнання, особливо в умовах змінного клімату чи тривалих поїздок. Надмірна вологість або перегрів можуть призвести до окислення контактів, пошкодження плат і втрати даних.

Не менш важливою є система амортизації. Багато сучасних вантажівок для перевезення техніки оснащуються пневмопідвіскою, яка мінімізує вібрації під час руху. Також використовуються спеціальні кріплення, амортизуючі матеріали та контейнери, що забезпечують фіксацію вантажу і додатковий захист під час транспортування.

Особливу увагу приділяють питанням захисту від пилу, забруднень та електростатичних розрядів. Для цього внутрішній простір транспортного засобу часто має антистатичне покриття або спеціальні мати. Крім того, деякі транспортні засоби обладнані фільтраційними системами для очищення повітря.

Ще один аспект — електробезпека. Оскільки обладнання може бути енергонезалежним або мати власні джерела живлення, важливо, щоб транспорт відповідав усім нормам з електробезпеки. Це особливо актуально при перевезенні дорогої серверної, медичної чи телекомунікаційної техніки.

З точки зору логістики, вантажі з електронікою часто перевозяться з дотриманням принципу «від дверей до дверей» із супроводом фахівця або охоронця. Це знижує ризик втрат та полегшує контроль за умовами транспортування. Часто перевезення супроводжується системами GPS-моніторингу та онлайн-контролю за станом вантажу.

Таким чином, транспортні засоби для перевезення електронного обладнання мають низку спеціалізованих особливостей, які забезпечують збереження та працездатність чутливої техніки під час доставки до кінцевого споживача.

Якщо розглядати перевезення по маршруту Дніпро – Пловдив, що охоплює понад 1300 кілометрів і проходить через Україну, Молдову, Румунію та Болгарію, вибір транспортного засобу набуває особливої ваги. Це складний, тривалий маршрут, який включає не лише великі відстані, а й перетин декількох кордонів, проїзд різними дорожніми покриттями, включаючи гірські ділянки та

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.	
Перевірив	Сахацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ	29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

регіони з нестабільною інфраструктурою. В таких умовах важливу роль відіграє комфорт водія, стабільність роботи техніки та надійність самого автомобіля. Для порівняння оберемо два транспортних засоби Mercedes-Benz Sprinter та Renault Master.

Порівняння технічних характеристик наведено в табл 2.1.

Таблиця 2.1 - Порівняння технічних характеристик автомобілів [8],[9]

Характеристика	Mercedes-Benz Sprinter	Renault Master
Тип приводу	Задній / Повний / Передній	Передній / Задній
Двигуни	2.0 л / 2.1 л (дизель)	2.3 л (дизель)
Потужність двигуна	114–190 к.с.	110–180 к.с.
КПП	6-ст. МКПП / 9-ст. АКПП	6-ст. МКПП / 6-ст. АКПП
Вантажопідйомність	до 3 000 кг	до 2 254 кг
Об'єм вантажного відсіку	до 17 м ³	до 17 м ³
Середня витрата пального	~7,5–9,5 л/100 км	~7,0–9,0 л/100 км
Безпека	ESP, Crosswind Assist, камери	ESC, Hill Start Assist
Ціна (орієнтовна)	Вища (від €35 000)	Нижча (від €27 000)
Підвіска	Комфортна, адаптивна	Жорсткіша, практична

Mercedes-Benz Sprinter у цьому контексті виглядає як більш привабливий варіант, особливо якщо йдеться про перевезення чутливого вантажу, наприклад електронного або медичного обладнання. Цей автомобіль відомий високим рівнем комфорту, добре продуманою системою підвіски та сучасними технологіями, які роблять поїздку не лише зручною, але й безпечною. Завдяки адаптивній системі стабілізації, камер відеогляду та можливості повного приводу, він добре відчувається навіть на складних дорогах, особливо у

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

випадках, коли погодні умови залишають бажати кращого. Для тривалих маршрутів з нерівномірним дорожнім покриттям це вагома перевага.

Renault Master, у свою чергу, позиціонується як більш економічний варіант. Його основна перевага — у низьких витратах на обслуговування та експлуатацію. Це надійний та простий у використанні автомобіль, з доступними запчастинами та невибагливим дизельним двигуном. Однак його простота має і свої обмеження: менш комфортна підвіска, скромніший рівень шумо- та віброізоляції, і не така висока стійкість на складних ділянках дороги, особливо з огляду на передній привід, який не завжди забезпечує найкращу керованість у складних умовах.

Таким чином, якщо основною метою є надійне транспортування чутливого обладнання з мінімальним ризиком пошкоджень, краще обрати Mercedes-Benz Sprinter. Цей варіант особливо виправданий у випадках, коли перевезення є регулярними або включають доставку високовартісного вантажу.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

3 РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Розгляд ймовірних маршрутів доставки

Розглянемо три альтернативні маршрути автомобільної доставки вантажу з України до Болгарії, кожен з яких має свої особливості за тривалістю, відстанню та географією проходження. Усі маршрути пролягають через Молдову та Румунію, але мають різні підходи до перетину цих країн.

Перший маршрут, загальною довжиною 1424 км, займає приблизно 19 годин 38 хвилин. Хоча це найдовший варіант за відстанню, він може бути вигіднішим у плані дорожніх умов, кращої інфраструктури або менш завантажених пунктів перетину кордону. Цей маршрут проходить через центральну частину Молдови, зокрема Кишинів, і далі через північну Румунію, де дорога сполучається з напрямком на Плоєшті та Софію (рис. 3.1).

Другий маршрут, навпаки, найкоротший — 1381 км, однак займає трохи більше часу: 19 годин 50 хвилин. Це може свідчити про те, що хоча відстань менша, дорожнє покриття або прикордонні процедури можуть затримувати рух. Цей варіант проходить ближче до південного заходу Одещини, з використанням прикордонного переходу поблизу Галаца, де можливий поромний перехід через Дунай. Це може бути зручно, але також додає непередбачуваності (рис. 3.2).

Третій маршрут, довжиною 1389 км, займає 19 годин 45 хвилин і пролягає ближче до узбережжя Чорного моря, проходячи поблизу Бургаса. Такий варіант може бути цікавим для тих, хто хоче поєднати дорогу з туристичними враженнями, однак слід мати на увазі, що трафік уздовж узбережжя в сезон може бути щільним.

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 14 ПЗ

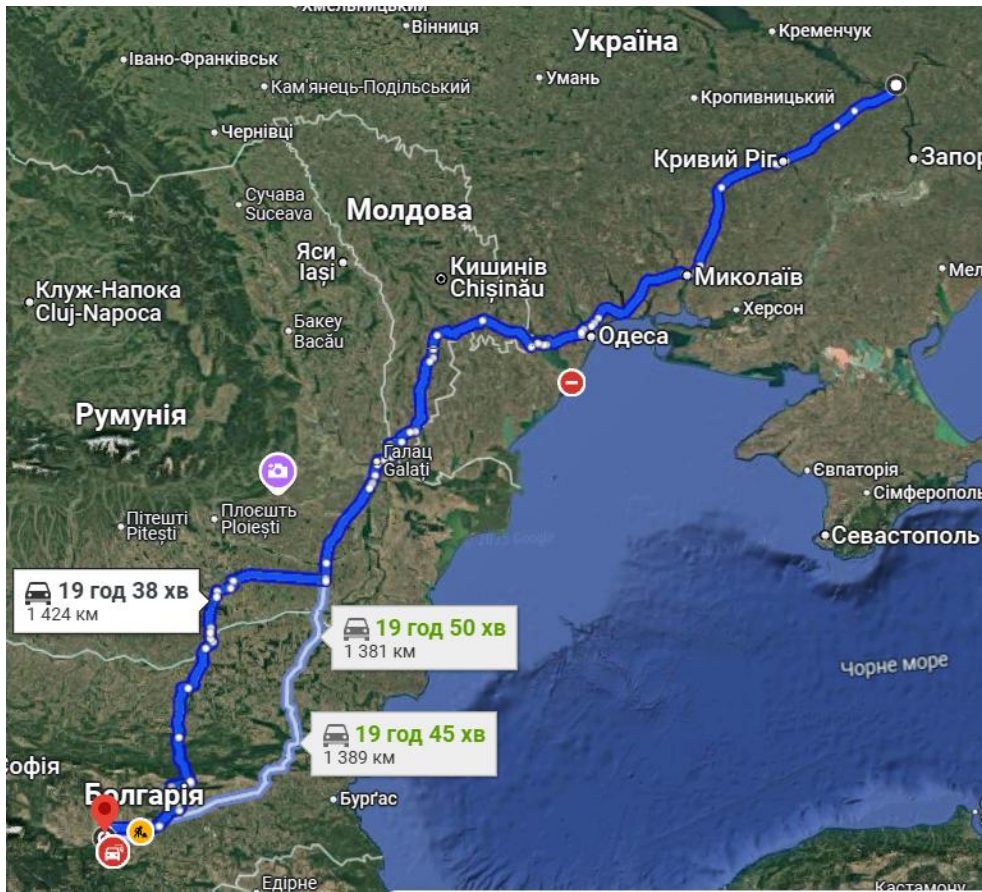


Рисунок 3.1 – Маршрут за критерієм мінімального часу [10]

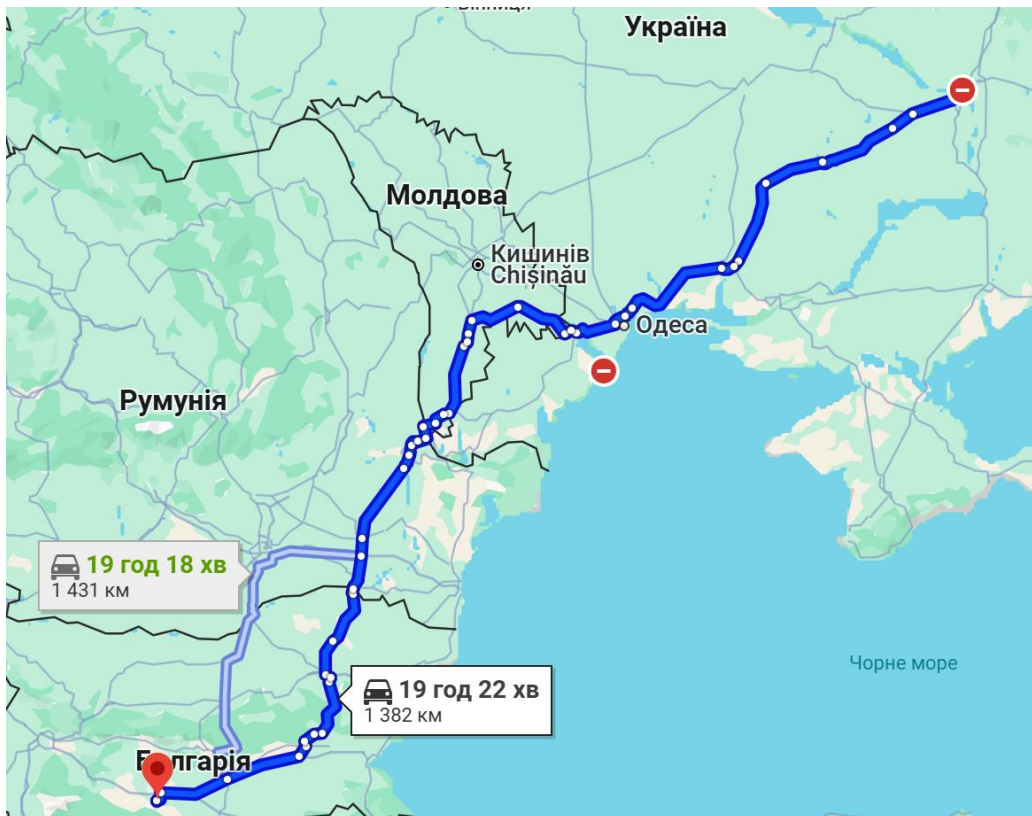


Рисунок 3.2 – Маршрут за критерієм мінімальної відстані [10]

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

3.2 Розробка маршруту перевезення автомобільним транспортом

Оберемо для здійснення перевезення маршрут за критерієм мінімальної відстані. Маршрут номер два, який позначений як найкоротший серед представлених — 1381 км, займає приблизно 19 годин 50 хвилин. Попри те, що це найменша відстань, час у дорозі майже не відрізняється від інших маршрутів. Це означає, що швидкість руху на цьому маршруті, обмежується якістю доріг (рис. 3.3), особливостями прикордонного перетину, або дорожньою інфраструктурою.

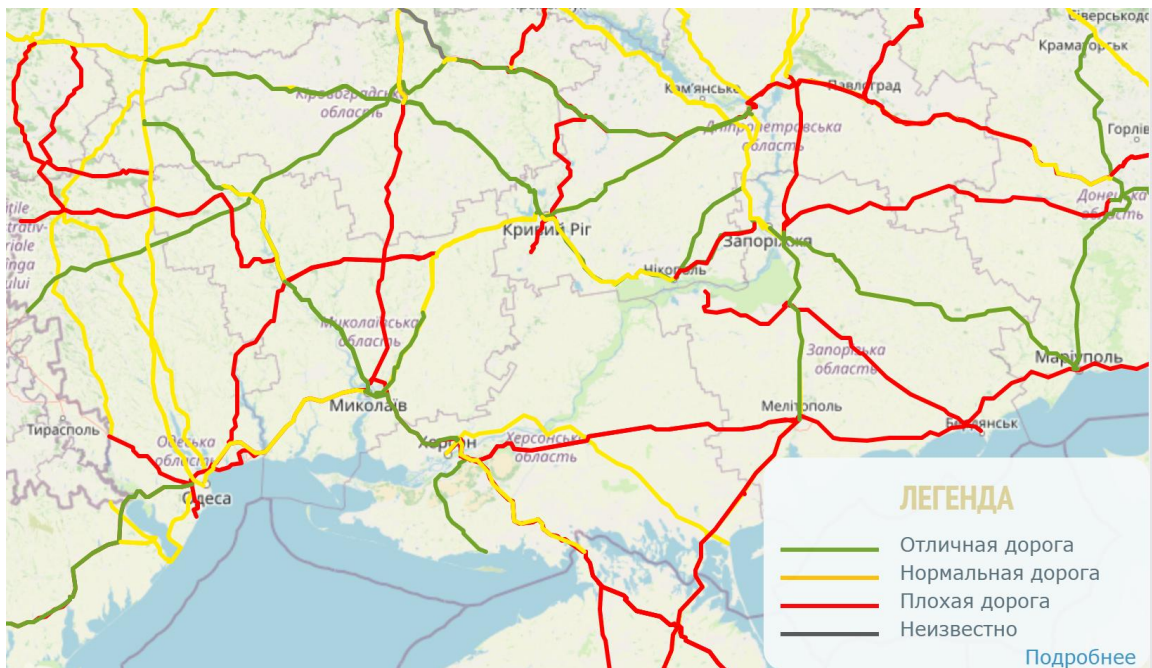


Рисунок 3.3 – Карта стану доріг [11]

Починається маршрут у східній частині України (у м. Дніпро), проходить через Кривий Ріг, Миколаїв, Одесу, далі через територію південної Молдови, включаючи райони поблизу Кагула, і переходить у Румунію в районі міста Галац. Саме на цьому відрізку маршруту часто використовується переправа через річку Дунай — або міст, або пором. Це може бути як перевагою (коротший шлях), так і потенційною перешкодою, оскільки поромна переправа залежить від розкладу, погодних умов і черг.

Після перетину Дунайського кордону маршрут пролягає через східну частину Румунії, далі йде на південь, минаючи міста як Бреїла чи Бузеу, і

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.	
Перевірив	Сохацький А.В.					КРБ	275	14	ПЗ	34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

входить на територію Болгарії в напрямку Русе — одне з основних прикордонних міст. Далі маршрут продовжується вглиб Болгарії, в напрямку м. Пловдив.

Загалом цей маршрут має кілька важливих особливостей. По-перше, він має потенціал бути найекономнішим з точки зору витрати пального — менша відстань дозволяє скоротити витрати на паливо. По-друге, цей шлях дозволяє уникнути перевантажених трас центральної Румунії, які можуть бути більш завантажені через внутрішній трафік. Однак він також проходить через менше розвинені прикордонні пункти, де час на оформлення документів може бути непередбачуваним.

Додаткову увагу слід звернути на стан доріг у південній частині Одещини та південній Молдові — в деяких районах дорожнє покриття не завжди задовільне. Ще один важливий момент — міждержавні переходи в цій частині можуть мати менше пропускних потужностей, особливо в сезон літніх відпусток.

Технологічний процес доставки вантажу автомобільним транспортом, складається з наступних елементів:

- подача транспортного засобу під завантаження;
- завантаження транспортного засобу;
- оформлення товаросупроводжувальної документації на перевезення вантажу;
- митне оформлення вантажу (для міжнародних перевезень і внутрішніх перевезень вантажів під митним контролем);
- перевезення вантажу по території України (для внутрішніх перевезень, експортних та імпортних перевезень, перевезень між третіми країнами з транзитом через територію України);
- зупинки транспортного засобу для відпочинку водія (екіпажу) від керування при виконанні перевезень вантажу;
- виконання процедур, пов'язаних з перетином державних кордонів (для міжнародних перевезень);

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.	
Перевірив	Сахацький А.В.					КРБ	275	14	ПЗ	35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- перевезення вантажу по території іноземних держав (для міжнародних перевезень);
- митна очистка вантажу (для міжнародних перевезень і внутрішніх перевезень вантажів під митним контролем);
- розкредитація товаросупроводжувальної документації на перевезення вантажу;
- вивантаження транспортного засобу.

Оптимальним терміном Інкотермс для перевезення LED-панелей автомобільним транспортом з Дніпра до Пловдива обрано EXW (Ex Works) – Франко завод. Франко завод означає, що продавець виконав свої зобов'язання, коли надав товар у розпорядження покупця на своєму підприємстві або в іншому зазначеному місці (наприклад, на заводі чи складі).

Продавець не відповідає за навантаження товару на транспортний засіб і митне очищення для експорту. Всі витрати та ризики, пов'язані з транспортуванням товару, покладаються на покупця. Це один із найменш обтяжливих для продавця варіантів поставки, оскільки він не зобов'язаний організовувати перевезення чи оформлення митних документів.

Розрахуємо час обороту і побудуємо графіки руху автомобіля при перевезенні обраного вантажу наскрізним методом з призначенням одного і двох водіїв на автомобіль.

Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 7 червня 2010 року №340 (зі змінами) встановлені основні нормативи часу на робочий час та відпочинок водіїв [12].

До часу, що витрачається на підготовку транспортних операцій відносяться:

- Час проведення медичного огляду водія;
- Час проведення контролю та підготовки роботи транспортного засобу.

До часу транспортного процесу відносять:

- Час керування транспортним засобом;

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

- Час обов'язкової перерви;
- Час стоянки транспортного засобу під вантажними операціями;
- Час охорони транспортного засобу з вантажем або без нього під час стоянки на кінцевих або проміжних пунктах при здійсненні міжнародних перевезень;
 - Час проведення робіт з усуненням технічних несправностей транспортного засобу на маршруті;
 - Час простою не з вини водія.

Тривалість роботи водія не може перевищувати 40 годин на тиждень (якщо 5 робочих днів – 8 годин зміна, 6 робочих днів – не більше 7 годин). Якщо впродовж зміни, то тривалість зміни не більше 13 годин, при умові, що час керування не перевищують 9 годин.

При міжнародних перевезеннях тривалість зміни може перевищувати 10 годин, якщо більше то повинно бути два водія.

Якщо перевезення на одному транспортному засобі здійснюється двома водіями, то час на охорону зараховується в робочий час лише одному.

Час перерв і відпочинку.

Після періоду керування транспортним засобом протягом чотирьох годин водій повинен зробити перерву на 45 хвилин, яка може бути розділена на 15 та 30 хвилин.

Перерва для харчування від 45 хвилин, але не повинна перевищувати двох годин. Надається через 3 години після початку роботи, але не пізніше ніж через 3,5 години.

У разі роботи більше ніж 8 годин, водію може надаватися дві перерви на харчування, загальною тривалістю не більше двох годин. Протягом кожних 24 годин водій повинен мати період безперервного відпочинку тривалістю не менше 11 послідовних годин (може бути скорочен до 9 годин).

У зв'язку з тим, що дальність мого перевезення перевищує 500 км, а саме 2542 км, обраний мною вантаж повинні супроводжувати два водії.

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				37

Спільна робоча зміна двох водіїв становить 30 годин, включаючи і їзду, і навантаження-розвантаження, і відпочинок. При цьому 9 годин на відпочинок. Відповідно працюють тільки 21 годину, і не важливо – їхали або стояли. У 21 годину, відведена для роботи обом водіям, дозволяється керувати автомобілем 18 годин, тобто по 9 годин за кермом на кожного, при цьому максимальний період за кермом без перерви - 4,5 години. При роботі 2-х водіїв витримувати паузу не обов'язково.

Виходячи зі схеми перевезення час обороту можна визначити з урахуванням наступних елементів:

$$t_{про} = t_{1(n-3)} + t_{2(n)} + t_{3(n)} + t_{4(дм1)} + t_{3(p)} + t_{4(дм2)} + t_{5(ок)} + t_{6(он)} + t_{7(на / добу)} + t_{8(ео)} \quad (3.1)$$

де t_1 - час на підготовку до рейсу (на медогляд водія виділяється 5 хв, на отримання документів, контрольний огляд автомобіля водієм, технічний огляд перед виходом на лінію і по поверненню з лінії - 18 хв), год;

t_2 - час на нульовий пробіг (подача рухомого складу до місця навантаження), год.

t_3 - час на вантажні роботи в пунктах відправлення і розвантажувальні в пунктах призначення (1,85 год), год;

t_4 - час руху на маршруті, год;

t_5 - час на короткочасні зупинки, год;

t_6 - час на відпочинок і харчування, год;

t_7 - час на щоденний (Міжзмінний) відпочинок, год;

t_8 - час на щоденне обслуговування рухомого складу, год [13].

Для розрахунків також скористаємося даними з таблиці 3.2.

$$t_{про} = 0,3 + 0,5 + 1,85 + 19,26 + 4 + 3 + 8 + 0,3 = 37,21 год$$

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.2 – Нормативи трудомісткості щоденного обслуговування рухомого складу [13]

Рухомий склад	Основний параметр (вантажопід'ємність, т)	Трудомісткість ЕО, чол/год
Вантажні автомобілі загальнотранспортного призначення	До 1,0	0,2
	1,0 – 3,0	0,3 – 0,55
	3,0 – 5,0	0,4 – 0,6
	5,0 – 8,0	0,45 – 0,6
	8,0 і більше	0,5
Причепи	Одновісні до 3,0	0,1
	Двовісні до 8,0	0,2 – 0,3
	8,0 і більше	0,3 – 0,4
Напівпричепи	8,0 і більше	0,2 – 0,3

Тепер покажемо режим роботи водія і графік руху автомобіля (див. таблицю 3.3).

Таблиця 3.3 – Режим роботи водія

Пункт відправлення	Дата відправлення	Час відправлення	Пункт прибуття	Дата прибуття	Час прибуття	Пробіг, км	Час роботи водія, год	Вид робіт
Дніпро	21.04.2025	8:00	Баштанка	21.04.2025	11:26	274	3:26	У
Перезміна водіїв (10 хв)								П
Баштанка	21.04.2025	11:33	Паланка	21.04.2025	14:43	253	3:10	У
Митне оформлення. Україна-Молдова. (40 хв) Перезміна водіїв (10 хв)								
Паланка	21.04.2025	15:33	Джуржул ешти	21.04.2024	19:08	286	3:35	У
Митне оформлення. Молдова-Румунія. (40 хв) Перезміна водіїв (10 хв)								П
Джуржуле	21.04.2024	19:58	Сілістра	21.04.2024	22:13	179	2:15	У
Виконав	Фесенко К.Р.				КРБ 275 14 ПЗ			Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

ШТИ								
Митне оформлення. Румунія-Болгарія. (40 хв). Щоденний відпочинок 8 год								П
Сілістра	22.04.2024	7:00	Стара Загора	22.04.2024	10:50	307	3:50	У
Перезміна водіїв. 10 хв								П
Стара Загора	22.04.2024	11:00	Пловдив	23.04.2024	12:13	97	1:13	У

3.3 Формування розвізного маршруту до складів

Основна ідея задачі комівояжера полягає у наступному: комівояжер повинен проїхати n міст. Для того, щоб зменшити витрати, він повинен побудувати маршрут таким чином, щоб побувати в кожному місті по одному разу і повернутися у початкове.

Математична постановка задачі комівояжера має наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 (i = \overline{1, n}), \quad (3.3)$$

– обмеження на одноразовий виїзд з міста.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 (j = \overline{1, n}), \quad (3.4)$$

– обмеження на одноразовий вїзд в місто.

де c_{ij} – матриця відстаней між усіма містами $i, j = \overline{1, n}$.

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ	275	14	ПЗ

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (3.3) і (3.4), то вона буде еквівалентною задачі про призначення, план якої не обов'язково повинен бути циклічним. Тобто, маршрут комівояжера може розпастися на декілька незв'язних між собою циклів, тоді як насправді він повинен складатися з одного циклу. Щоб забезпечити цю вимогу введемо наступне обмеження:

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1; j = \overline{1, n}; i \neq j, \quad (3.5)$$

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому місті, можна знайти такі u_i та u_j , які задовільняють нерівність (3.5). Нехай на k -му кроці комівояжер переїздить з міста i в місто j . І припустимо, що $u_i = k$. Далі, на $k+1$ -му кроці комівояжер буде вирушати з j -го міста в наступному напрямку, тоді $u_j = k + 1$. Якщо підставити дані величини в (3.5), отримаємо:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + nx_{ij} = -1 + nx_{ij} \leq n - 1, \quad (3.6)$$

Зауважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень i та j при $x_{ij} = 0$. Якщо ж $x_{ij} = 1$, то нерівність (3.6) виконується як строга рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1, \quad (3.7)$$

Тобто, якщо комівояжер пересувається з i -го в j -те місто, то нерівність (3.7) фіксує порядкові номери цих міст.

Отже математична постановка задачі комівояжера полягає у мінімізації функції (3.2) при обмеженнях (3.3), (3.4) і (3.5) [14].

Схема розміщення складів у м. Пловдив наведена на рис. 2.6.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 3.4 – Схема розміщення складів в м. Пловдив [10]

За допомогою розрахуємо відстані між точками. Отримані дані записуємо в табл. 3.4 (матрицю відстаней).

Таблиця 3.4 - Матриця відстаней, км

	1	2	3	4	5
1	0.00	6.5	4.84	6.4	8.1
2	6.5	0.00	2.1	6.8	6.6
3	4.85	2.1	0.00	4.6	5
4	6.4	6.8	4.6	0.00	1.9
5	8.1	6.6	5	1.9	0.00

Виконав		Фесенко К.Р.						Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.		КРБ 275 14 ПЗ				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

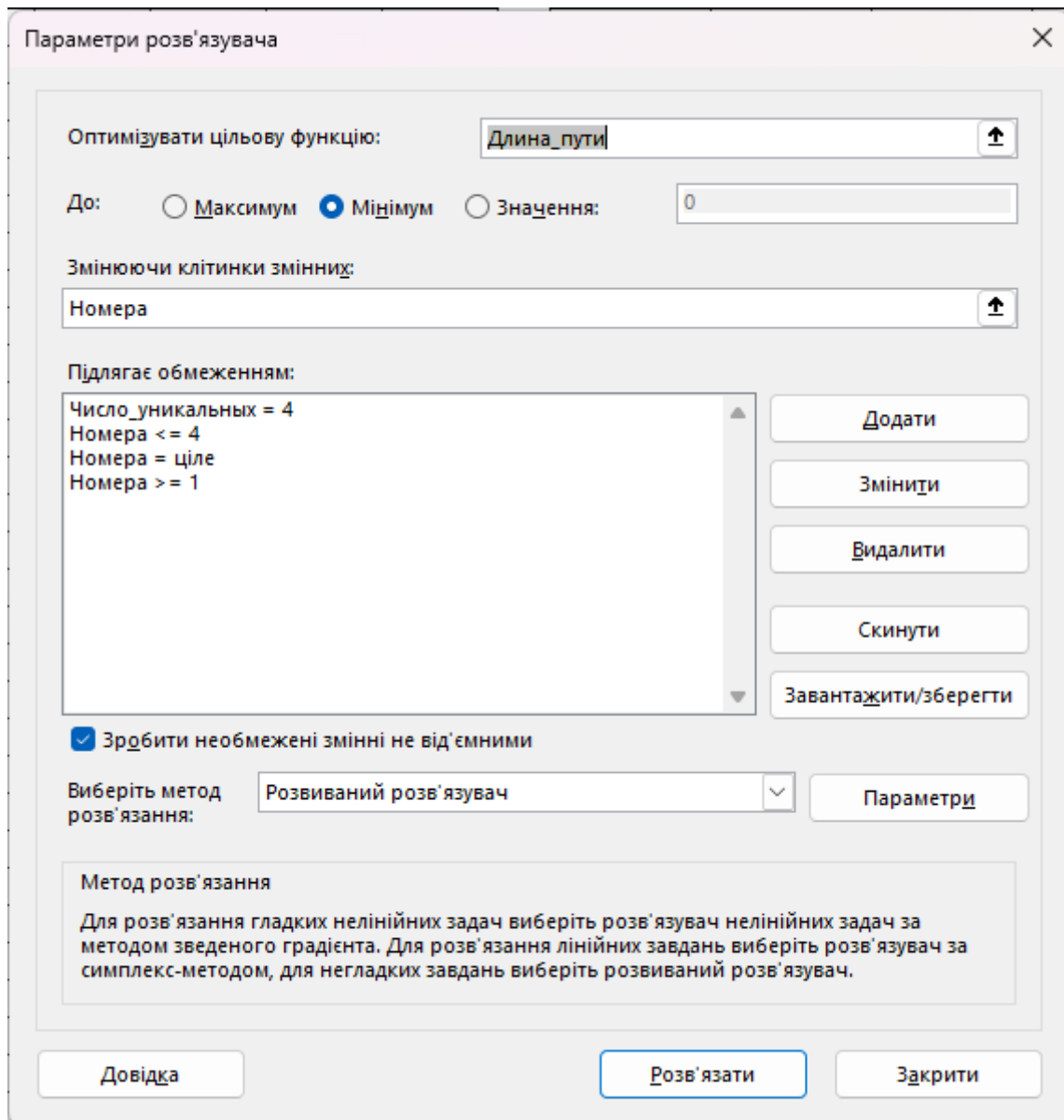


Рисунок 3.5 – Вікно «Розв’язувач» в середовищі Excel

Склад	Послідовність	Відстань
Склад0	0	
Склад2	2	4.8
Склад1	1	2.1
Склад4	4	6.6
Склад3	3	1.9
Склад0	0	6.4
Загальна відстань		21.8

Рисунок 3.6 – Результат розрахунку

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				43

Отже, за результатами розрахунку отримали, що оптимальним є маршрут 1-3-2-5-4-1, (рис. 2.15) загальний пробіг складає 21.8 км, відповідно до попередніх розрахунків, де вартість 1 км пробігу складає 40.03 грн, впливає, що вартість доставки по місту буде складати 872,65 грн.

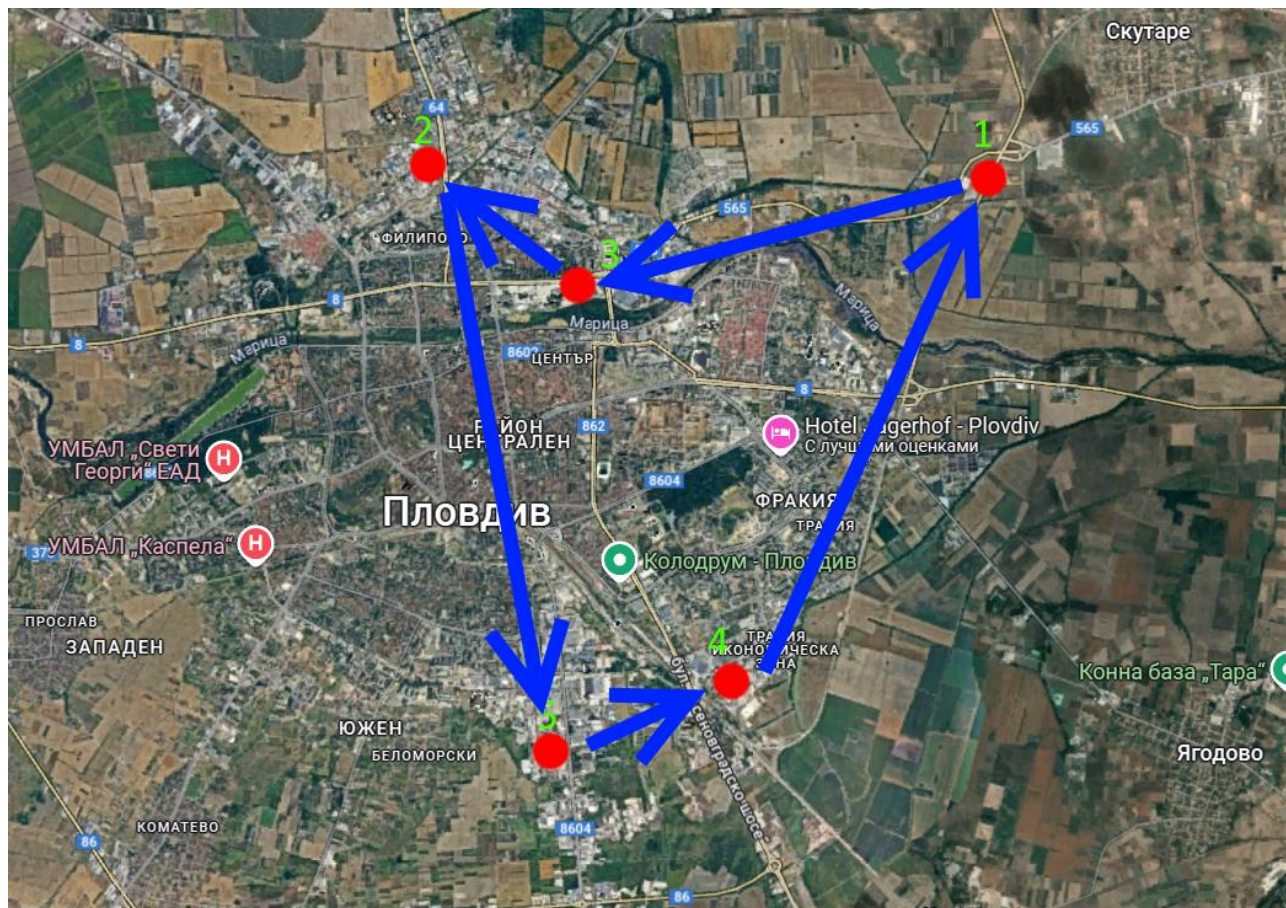


Рисунок 3.7 – Схема розвезення

3.4 Визначення техніко-економічних показників доставки вантажу автомобільним транспортом

Далі виконується розрахунок економічних показників. У кваліфікаційній роботі бакалавра пропонується застосовувати погодинно-преміальну систему оплати праці.

Фонд заробітної плати водія:

$$\Phi ЗП_{\text{в}} = T \cdot C \cdot K_{\text{Д}} \quad (3.1)$$

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				44

де T – години роботи (згідно попередніх розрахунків);

C – погодинна тарифна ставка, грн (приймаємо 80 грн);

K_d – інтегральний коефіцієнт доплат і надбавок до основної заробітної плати ($K_d = 1,5$)

Фонд заробітної плати інших працівників.

Розглянемо кількість працівників, їх графік роботи у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Штатна чисельність працівників автотранспортного підприємства

№з/п	Посада	Режим роботи	Заробітна плата за місяць (після відрахувань податків), грн	Кількість працівників, шт
1.	Директор	9:00-18:00 Пн-пт	20000	1
2.	Бухгалтер	9:00-18:00 Пн-пт	16000	2
3.	Диспетчер	Цілодобово, щоденно	14000	5
4.	Майстри з технічного огляду та ремонту	8:00-20:00 щоденно	13000	4
5.	Прибиральники	9:00-18:00 щоденно	6000	2
6.	Охорона	Цілодобово, щоденно	12000	5

Таким чином загальні витрати на утримання допоміжного персоналу за місяць складуть: $\Phi ЗП_{\text{доп.м}} = 246000$ грн.

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$W = q \cdot \gamma \cdot L_B \quad (3.5)$$

де L_B – пробіг автомобіля з вантажем по даній країні, км;

q – вантажопідйомність автомобіля, т;

γ – коефіцієнт завантаження (0,5-0,9).

При розрахунку витрат на автомобільне паливо враховувались існуючі обмеження на ввезення пального на територію країн при виконанні міжнародних автомобільних перевезень вантажів.

3. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали.

$$C_{мас} = C_{II} \cdot \frac{Y_{мас}}{100} \quad (3.6)$$

де $Y_{мас}$ – відсоток витрат на мастильні та інші експлуатаційні матеріали від витрат на автомобільне паливо, % (приймаємо 15%).

4. Витрати на сервісне обслуговування.

$$C_{то} = \frac{C_{\$}}{100000} \cdot L_M \quad (3.7)$$

де $C_{\$}$ – витрати на сервісне технічне обслуговування автомобіля, \$;

L_M – довжина обігового рейсу, км.

Сервісне технічне обслуговування доцільно виконувати на спеціалізованих станціях. Окрім цього, однією з умов фірм-постачальників автомобільної техніки є забезпечення власника автомобіля фірмовим технічним обслуговуванням на вказаних постачальником станціях. Тільки при дотриманні даної умови, а також при суворому виконанні правил експлуатації техніки, постачальник надає певні гарантії. Тому витрати на сервісне обслуговування автомобілів європейського виробництва визначаються на основі розцінок

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.				КРБ	275	14	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				47

спеціалізованих станцій. У більшості випадків вартість річного сервісного обслуговування складає 800-1300 \$ в залежності від марки автомобіля (відповідає пробігу 30-100 тис. км).

5. Витрати на автомобільні шини.

$$C_{ш} = \frac{L_M}{1000} \cdot \frac{H_{ш}}{100} \cdot C_{ш} \cdot n_{ш} \quad (3.8)$$

де $H_{ш}$ – норматив відрхувань на відновлення шин, у відсотках від балансової вартості шин (1,89%);

$C_{ш}$ – ціна однієї шини, (10000 грн);

$n_{ш}$ – кількість шин (без запасної), встановлених на одиниці рухомого складу.

6. Амортизація рухомого складу.

Розраховується амортизація за допомогою прямолінійного методу. За таким методом річна сума амортизації визначається діленням вартості, яка амортизується на строк корисного використання об'єкта основних засобів. У кваліфікаційній роботі бакалавра прийнято строк корисного використання – 10 років.

$$A = \frac{C_{авт}}{T} \quad (3.9)$$

де $C_{авт}$ – ціна одного автомобіля (приймається 672000 тис. грн.);

T – строк корисного використання (10 років).

За формулами 4.9-4.10 знайдемо спочатку амортизацію за рік, потім за добу, а вже тоді – за один оберт. Час оберту беремо з урахування часу простоїв на кордоні.

Добова амортизація:

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$A_{\text{доб}} = \frac{A}{365} \quad (3.10)$$

де 365 – кількість календарних днів у році.

Амортизація на один оберт:

$$A_{\text{оберт}} = A_{\text{доб}} \cdot T_{\text{об}} \quad (3.11)$$

де $T_{\text{об}}$ – час обігового рейсу (згідно попередніх розрахунків – 1,37 доби).

7. Загальногосподарські витрати.

Суму загальногосподарських витрат визначають як відсоток від прямих витрат:

$$C_{\text{госп}} = \frac{(\PhiЗП + C_{\text{сз}} + C_n + C_{\text{мас}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{то}} + A + C_p) \cdot Y_{\text{госп}}}{100} \quad (3.12)$$

де $Y_{\text{госп}}$ – відсоток загальногосподарських витрат від прямих витрат, % (приймаємо $Y_{\text{госп}} = 15\%$).

8. Собівартість 1 км пробігу.

$$S_{1\text{км}} = \frac{C}{L_m} \quad (3.13)$$

де C – загальні витрати на експлуатацію.

9. Собівартість 1т-км пробігу.

$$S_{1\text{т-км}} = \frac{S_{1\text{км}}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} \quad (3.14)$$

10. Розрахункові тарифи на 1км та 1 т-км транспортної роботи визначаються відповідно за формулами:

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$T_{км} = S_{1км} \cdot \left(1 + \frac{H_{П}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right) \quad (3.15)$$

$$T_{т-км} = S_{1т-км} \cdot \left(1 + \frac{H_{П}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{ПДВ}}{100}\right) \quad (3.16)$$

де H_n , $H_{пдв}$ – відповідно норма витрат та ставка податку на додану вартість, % (приймається відповідно 15 и 20 %) [14].

Результати розрахунків наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахунок техніко-економічних показників доставки вантажу

№ з/п	Статті витрат	Вартість, грн
1	Оплата праці	11134.40
2	Відрахування по оплаті праці	4676.45
3	Витрати на автомобільне паливо	9223.24
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	1383.49
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	583.38
6	Витрати на автомобільні шини	1260.10
7	Амортизація рухомого складу	644.38
8	Витрати на міжнародне перевезення	7045.00
9	Загальногосподарські витрати	4335.82
10	Загальні витрати	40286.25
11	Собівартість 1км пробігу	29.00
12	Розрахунковий тариф на 1 км	40.03

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

4 МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Розглянемо митний пост «Паланка», як багатоканальну систему масового обслуговування з чергами, в яку надходить пуассонівський потік заявок (див. рис. 4.1).

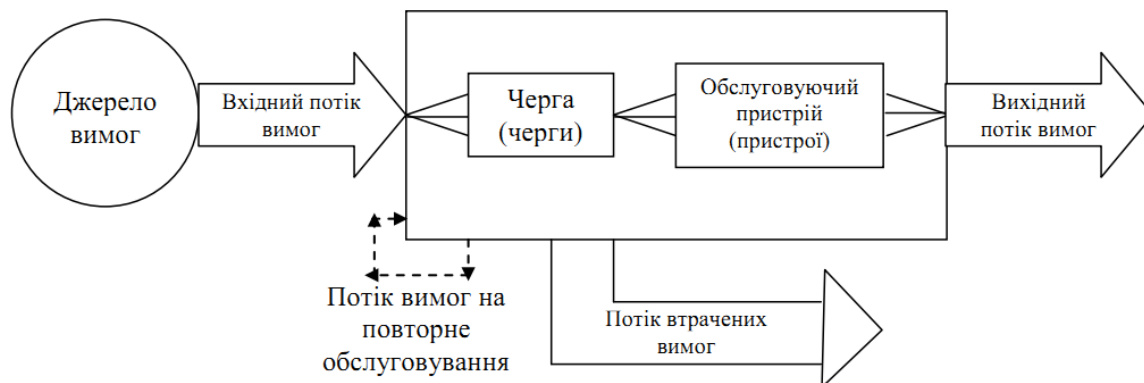


Рисунок 4.1 – Структурна схема митного складу, як системи масового обслуговування

З характеристики митного складу витікає, що на виїзд для вантажних автомобілів працюють 3 місця навантаження. Отже, доцільно буде розглянути триканальну систему масового обслуговування. Час між знаходженням двох послідовних заявок розподілений згідно з показниковим законом $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$. Тривалість обслуговування кожної заявки рівна Δt . Пропускна здатність пункту пропуску наведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Пропускна здатність митного складу

Вид транспортних засобів	Потужність (за добу)		Завантаженість, %
	проектна	фактична за 2021 рік	
Вантажні автомобілі (од.)	420	500	

У даній роботі знайдено математичне очікування за допомогою методу Монте-Карло, за умов, що кількість обслужених заявок за час $T=T_{max}$ годин. Для вирішення задачі за заданими вихідними даними (див. табл. 4.2) було виконано шість випробувань [15].

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

λ	Δt	T_{max}
5 авт./год.	0,45 год.	4 години

Розглянемо докладно оформлення випробування №1 (див. табл. 4.3). 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 $T_1+0,45=0+0,45=0,9=27$ хв. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Моменти знаходження наступних заявок знайдемо за формулою:

$$T_i = T_{i-1} + t_i, \quad (4.1)$$

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

Можливі значення t_i розраховуємо за формулою:

$$t_i = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln r_i / 24 = \left(\frac{1}{\lambda}\right) (-\ln r_i) / 24. \quad (4.2)$$

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

Випадкові числа r_i , беремо з генератора випадкових чисел, вбудованому в середовищі Excel. Для знаходження часу між надходженнями першої і другої заявки беремо дане число $r_i=0,71$.

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.								52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 14 ПЗ

$$T_2 = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$$

Перша заявка надійшла в момент $T_1=0$. Отже, друга заявка надійде в момент

$$T_2 = T_1 + 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} = 0 + 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} = 4 \text{ хв. } 54 \text{ с.}$$

У цей момент перший канал ще зайнятий обслуговуванням першої заявки, тому друга заявка надійде у другий канал і буде ним обслужена. В момент закінчення обслуговування другої заявки:

$$T_2 + 27 \text{ хв} = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с} + 27 \text{ хв} = 31 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$$

В лічильник обслужених заявок додаємо одиницю.

Згідно з наступним випадковим числом $r_2 = 0,86$ розраховуємо час t_3 між надходженнями другої та третьої заявки:

Таблиця 4.3 – Випробування №1

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,11	0:26:29	0:32:24	0:59:24			1	
5	0,8	0:02:41	0:35:05		1:02:05		1	
6	0,5	0:08:19	0:43:24			1:10:24	1	
7	0,54	0:07:24	0:50:48					1
8	0,31	0:14:03	1:04:51	1:31:51			1	
9	0,39	0:11:18	1:16:09		1:43:09		1	
10	0,8	0:02:41	1:18:50			1:45:50	1	

Виконав		Фесенко К.Р.		КРБ 275 14 ПЗ				Арк.	
Перевірив		Сахацький А.В.						53	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	0,82	0:02:23	1:21:13					1
12	0,77	0:03:08	1:24:21					1
13	0,32	0:13:40	1:38:01	2:05:01			1	
14	0,01	0:55:16	2:33:17	3:00:17			1	
15	0,72	0:03:57	2:37:13		3:04:13		1	
16	0,56	0:06:57	2:44:11			3:11:11	1	
17	0,82	0:02:23	2:46:34					1
18	0,48	0:08:48	2:55:22					1
19	0,21	0:18:44	3:14:06	3:41:06			1	
20	0,11	0:26:29	3:40:35		4:07:35		1	
21	0,57	0:06:45	3:47:20	4:14:20			1	
22	0,82	0:02:23	3:49:43			4:16:43	1	
24	0,39	0:11:18	4:01:01	стоп				
			Стоп					
					Всього		17	5

$$t_3 = 0,31(-\ln 0,67)/24 = 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.}$$

Друга заявка надійшла в момент $T_2 = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.}$ Тому третя заявка надійде в момент:

$$T_3 = T_2 + 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.} = 4 \text{ хв. } 07 \text{ с.} + 1 \text{ хв. } 49 \text{ с.} = 5 \text{ хв. } 55 \text{ с.}$$

У цей момент перший та другий канал ще зайняті, тому третя заявка надійде в третій канал. Момент закінчення обслуговування третьої заявки:

$$T_3 + 27 \text{ хв.} = 5 \text{ хв. } 55 \text{ с.} + 27 \text{ хв.} = 32 \text{ хв. } 55 \text{ с.}$$

Подальший розрахунок проводиться аналогічно, причому, якщо в момент надходження заявки усі канали зайняті – (момент надходження заявки менше кожного з моментів закінчення обслуговування), то у лічильник черги додаємо одиницю.

Слід відзначити, що обслуговування 24-ї заявки закінчиться в момент $T_{24} = 4 \text{ год. } 01 \text{ хв.} > 4 \text{ год. } 00 \text{ хв.}$, тому ця заявка також стане у чергу.

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.							54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 14 ПЗ

Із першої таблиці, знаходимо, що за 4 год. Всього надійшло 22 заявок; обслужено $x_1 = 17$ заявок.

Виконавши аналогічно ще п'ять випробувань (див. табл. 4.4 – 4.8), одержимо:

$$x_1 = 17, x_2 = 12, x_3 = 5, x_4 = 12, x_5 = 11, x_6 = 16.$$

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

$$a^* = x = (17+12+5+12+11+16) / 6 = 12.$$

Загальні підсумки розрахунків зведені до таблиці 4.9.

Інтенсивність обслуговування знайдемо за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{обсл}} \quad (4.3)$$

Так як $t_{обсл} = 27$ хв. (згідно завдання), то

$$\mu = \frac{1}{0,45} \approx 2,22(\text{хв}^{-1});$$

Таблиця 4.4 – Випробування №2

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,82	0:02:23	0:02:23		0:29:23		1	
3	0,53	0:07:37	0:10:00			0:37:00	1	
4	0,83	0:02:14	0:12:14					1
5	0,45	0:09:35	0:21:49					1
6	0,29	0:14:51	0:36:40	1:03:40			1	

Виконав		Фесенко К.Р.		КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	0,96	0:00:29	0:37:10		1:04:10		1	
8	0,34	0:12:57	0:50:06			1:17:06	1	
9	0,06	0:33:46	1:23:52	1:50:52			1	
10	0,28	0:15:17	1:39:09		2:06:09		1	
11	0,89	0:01:24	1:40:33			2:07:33	1	
12	0,8	0:02:41	1:43:13					1
13	0,83	0:02:14	1:45:27					1
14	0,13	0:24:29	2:09:56	2:36:56			1	
15	0,74	0:03:37	2:13:33		2:40:33		1	
16	0,67	0:04:48	2:18:21			2:45:21	1	
17	0,0000 001	3:13:25	5:31:47	стоп				
			Стоп					
					Всього	12	4	

Таблиця 4.5 – Випробування №3

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслужених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,00000 01	3:13:25	3:13:25	3:40:25			1	
3	0,78	0:02:59	3:16:24		3:43:24		1	
4	0,45	0:09:35	3:25:59			3:52:59	1	
5	0,52	0:07:51	3:33:50					1
6	0,16	0:21:59	3:55:49	4:22:49			1	
7	0,42	0:10:25	4:06:14	стоп				
			Стоп					
						Всього	5	1

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 4.6 – Випробування №4

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслу-жених	відмовлених
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,66	0:04:59	0:04:59		0:31:59		1	
3	0,79	0:02:50	0:07:49			0:34:49	1	
4	0,51	0:08:05	0:15:54					1
5	0,76	0:03:18	0:19:11					1
6	0,62	0:05:44	0:24:55					1
7	0,11	0:26:29	0:51:25	1:18:25			1	
8	0,39	0:11:18	1:02:43		1:29:43		1	
9	0,9	0:01:16	1:03:59			1:30:59	1	
10	0,99	0:00:07	1:04:06					1
11	0,05	0:35:57	1:40:03	2:07:03			1	
12	0,46	0:09:19	1:49:22		2:16:22		1	
13	0,73	0:03:47	1:53:08			2:20:08	1	
14	0,48	0:08:48	2:01:57					1
15	0,001	1:22:54	3:24:50	3:51:50			1	
16	0,51	0:08:05	3:32:55		3:59:55		1	
17	0,76	0:03:18	3:36:13			4:03:13	1	
18	0,49	0:08:34	3:44:46					1
19	0,02	0:46:57	4:31:43	стоп				
			Стоп					
					Всього		12	6

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 14 ПЗ

Таблиця 4.7 – Випробування №5

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслу-жених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,66	0:04:59	0:04:59		0:31:59		1	
3	0,79	0:02:50	0:07:49			0:34:49	1	
4	0,51	0:08:05	0:15:54					1
5	0,76	0:03:18	0:19:11					1
6	0,62	0:05:44	0:24:55					1
7	0,11	0:26:29	0:51:25	1:18:25			1	
8	0,39	0:11:18	1:02:43		1:29:43		1	
9	0,0001	1:50:31	2:53:14	3:20:14			1	
10	0,99	0:00:07	2:53:21		3:20:21		1	
11	0,59	0:06:20	2:59:41			3:26:41	1	
12	0,02	0:46:57	3:46:38	4:13:38			1	
13	0,73	0:03:47	3:50:25		4:17:25		1	
14	0,48	0:08:48	3:59:13			4:26:13	1	
15	0,87	0:01:40	4:00:53	стоп				
			Стоп					
					Всього	11	3	

Таблиця 4.8 – Випробування №6

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	1 канал	2 канал	3 канал	Лічильник заявок	
							обслу-жених	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,8	0:02:41	0:08:36					1
5	0,12	0:25:27	0:34:02	1:01:02			1	

Виконав	Фесенко К.Р.							Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.							58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

КРБ 275 14 ПЗ

6	0,43	0:10:08	0:44:10		1:11:10		1	
7	0,56	0:06:57	0:51:08			1:18:08	1	
8	0,35	0:12:36	1:03:43	1:30:43			1	
9	0,17	0:21:16	1:24:59		1:51:59		1	
10	0,72	0:03:57	1:28:56			1:55:56	1	
11	0,7	0:04:17	1:33:13	2:00:13			1	
12	0,08	0:30:19	2:03:31		2:30:31		1	
13	0,15	0:22:46	2:26:17	2:53:17			1	
14	0,45	0:09:35	2:35:52		3:02:52		1	
15	0,31	0:14:03	2:49:55			3:16:55	1	
16	0,82	0:02:23	2:52:18					1
17	0,23	0:17:38	3:09:56	3:36:56			1	
18	0,74	0:03:37	3:13:33		3:40:33		1	
19	0,01	0:55:16	4:08:49	стоп				
			Стоп					
						Всього	16	2

Таблиця 4.9 – Визначення ймовірності відмов та обслуговування

Номер випробування i	Надійшло заявок	Обслужено заявок	Тривалість обслуговування	Ймовірність обслуговування	Ймовірність відмов
	$N_{j \text{ пост}}$	$N_{j \text{ обл}}$	$t_{j \text{ обл}}$	$P_{\text{job}} = N_{\text{job}}/N_{\text{jnoc}}$	$P_{\text{від}} = 1 - P_{\text{job}}$
1	22	17	27 хв. 00 с.	0,77	0,23
2	16	12	27 хв. 00 с..	0,75	0,25
3	6	5	27 хв. 00 с.	0,83	0,17
4	18	12	27 хв. 00 с.	0,66	0,34
5	14	11	27 хв. 00 с.	0,79	0,21
6	18	16	27 хв. 00 с.	0,89	0,11
Середнє значення	16	12	27 хв. 00 с.	0,75	0,25

Далі у кваліфікаційній роботі бакалавра визначимо інтенсивність завантаження каналу:

Виконав	Фесенко К.Р.					Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				КРБ 275 14 ПЗ	59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}; \quad (4.4)$$

$$\rho = \frac{5}{2,22} = 2,25.$$

Наступним кроком знайдемо граничні ймовірності системи:

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

$$P_i = \frac{\rho^i}{i!} P_0 \quad (4.6)$$

$$p_0 = (1 + 2,25 + \frac{2,25^2}{2!} + \frac{2,25^3}{3!})^{-1} = (1 + 2,25 + 2,531 + 1,898)^{-1} = \frac{1}{7,68} = 0,13.$$

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

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0;$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0;$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0.$$

$$p_1 = \rho^1 \cdot p_0 = 2,25 \cdot 0,13 \approx 0,293;$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2} \cdot p_0 = \frac{2,25^2}{2} \cdot 0,13 \approx 0,329;$$

$$p_3 = \frac{\rho^3}{6} \cdot p_0 = \frac{2,25^3}{6} \cdot 0,13 \approx 0,247.$$

Середня кількість зайнятих каналів:

$$k_{зан} = \frac{\lambda_{эф}}{\mu}, \quad (4.7)$$

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

де λ_{ef} – ефективна інтенсивність, тобто кількість заявок, яка була обслужена. Як видно з отриманих результатів,

$$\lambda_{ef} = 4 \text{ заявки на годину.}$$

$$k_{зан} = \frac{4}{2,22} = 1,8 \approx 2.$$

Аналізуючи отримані числові характеристики даної системи, можна сказати, що вона є нормально завантаженою і каналів, утримання яких було б недоцільним, немає. Ймовірність того, що всі канали будуть вільними, коли прибуде наступна заявка становить всього 13 %. Ймовірність того, що при прибутті заявки буде 1 канал зайнятий і два канали вільні – 29,3%, 2 канали будуть зайняті і 1 вільний – 32,9%. І ймовірність того, що всі канали будуть зайняті, або ймовірність того, що автомобіль, якій надійшов у систему, потрапить в чергу, становить 24,7%. Таким чином, кількість смуг для обслуговування вантажних транспортних засобів на митному складі п/п «Паланка» є достатньою.

○

Виконав		Фесенко К.Р.		КРБ 275 14 ПЗ				Арк.
Перевірив		Сохацький А.В.						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра виконано організацію перевезень модулів LED панелей за напрямом Україна – Європа.

У першому розділі проаналізовано статистичні дані перевезення LED панелей у міжнародному сполученні. Результати аналізу імпорту та експорту LED-приладів демонструють стійкі тенденції на глобальному ринку напівпровідникової та світлодіодної продукції. Високий попит на напівпровідникові пристрої підтверджується значним обсягом їхнього перевезення, а швидке поширення LED-технологій свідчить про поступову заміну традиційних джерел освітлення. Китай залишається ключовим постачальником LED-приладів, забезпечуючи понад 95% світового ринку, що пояснюється низькими виробничими витратами та державною підтримкою галузі. Європейські країни, зокрема Польща та Туреччина, виступають важливими логістичними та реекспортними центрами, а азійські технологічні хаби, такі як Малайзія та В'єтнам, активно нарощують виробничі потужності.

Вплив пандемії COVID-19 та загальної економічної нестабільності призвів до значного спаду імпорту LED-панелей у 2020–2023 роках, однак ринок поступово адаптується до нових умов, включаючи локалізацію виробництва та розвиток інноваційних технологій, таких як OLED і microLED. Українська компанія Tomate успішно розширила свою діяльність у сфері LED-продукції, збільшуючи обсяги поставок як на внутрішньому ринку, так і в країни Європи. Важливими аспектами залишаються ефективна логістика, вибір оптимального транспорту та впровадження сучасних технічних рішень, які визначатимуть подальший розвиток LED-індустрії.

У другому розділі розроблено транспортно-технологічну схему перевезення вантажу. Для забезпечення їхньої безпечної та ефективної доставки необхідно враховувати низку важливих логістичних аспектів, серед яких правильна упаковка, вибір оптимального транспорту та дотримання відповідних умов транспортування.

Виконав	Фесенко К.Р.								Арк.
Перевірив	Сахацький А.В.								62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 275 14 ПЗ

Результати аналізу показали, що автомобільний транспорт є найбільш гнучким варіантом для внутрішніх перевезень, тоді як морський підходить для міжнародних поставок великих партій. Повітряний транспорт залишається найшвидшим, але водночас найдорожчим способом доставки, а залізничний забезпечує стабільність для міжрегіональних перевезень.

Окрім вибору типу транспорту, важливим фактором є використання спеціалізованих транспортних засобів для перевезення електронного обладнання, що забезпечують відповідний температурний режим, захист від вібрацій, пилу та електромагнітного випромінювання. Особливу увагу слід приділяти системам фіксації вантажу та використанню амортизаційних матеріалів, щоб мінімізувати ризики пошкодження LED панелей.

Дослідження транспортних засобів для маршруту Дніпро – Пловдив вказує, що Mercedes-Benz Sprinter є більш ефективним варіантом для перевезення чутливого вантажу завдяки підвищеній стабільності, комфорту та сучасним технологіям безпеки. Renault Master, хоча й є економічно вигіднішим, поступається у стійкості та захисті вантажу на складних дорожніх ділянках.

У третьому розділі після аналізу трьох альтернативних маршрутів доставки вантажу з України до Болгарії був обраний маршрут за критерієм мінімальної відстані. Він має довжину 1381 км і займає приблизно 19 годин 50 хвилин. Хоча це найкоротший маршрут, час у дорозі практично не відрізняється від інших варіантів, що вказує на обмеження, пов'язані з якістю дорожнього покриття, особливостями прикордонного перетину та дорожньою інфраструктурою.

Основними перевагами цього маршруту є економія пального та уникнення перевантажених трас центральної Румунії. Однак маршрут проходить через менш розвинені прикордонні пункти, де час оформлення документів може бути непередбачуваним. Додатково потрібно враховувати можливі труднощі на поромній переправі через Дунай поблизу міста Галац, а також стан доріг у південній Одещині та Молдові.

Технологічний процес доставки вантажу включає всі етапи — від завантаження транспортного засобу до його розвантаження та митного

Виконав		Фесенко К.Р.		КРБ 275 14 ПЗ	Арк. 63
Перевірив		Сохацький А.В.			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

оформлення. Важливою частиною перевезення є дотримання нормативів робочого часу та відпочинку водіїв, що регламентується відповідними наказами. Через значну дальність перевезення необхідно залучати двох водіїв, що дозволяє ефективно розподілити робочі години та періоди відпочинку.

Оптимальним терміном Інкотермс для перевезення LED-панелей автомобільним транспортом з Дніпра до Пловдива обрано DAP (Delivered at Place).

Проведені розрахунки розвізного маршруту та вартості пробігу показали, що оптимальний шлях у межах міста Пловдив має загальний пробіг 21.8 км, а орієнтовна вартість доставки становить 872,65 грн. Також розраховано техніко-економічні показники доставки вантажу за всім маршрутом Дніпро-Пловдив. Загальні витрати склали 40286.25 грн.

У четвертому розділі Митний пост «Паланка» розглядається як багатоканальна система масового обслуговування із чергами. Аналіз числових характеристик цієї системи свідчить про її оптимальне завантаження без необхідності скорочення кількості каналів. Ймовірність того, що всі канали будуть вільними при надходженні наступної заявки, становить лише 13%. Вірогідність ситуації, коли один канал зайнятий, а два залишаються вільними, складає 29,3%, а коли зайняті два канали, а один залишається доступним – 32,9%. Імовірність повної зайнятості всіх каналів, тобто того, що автомобіль, що прибуває, буде змушений чекати в черзі, становить 24,7%. Це свідчить про те, що кількість смуг, виділених для обслуговування вантажних транспортних засобів на цьому митному посту, є достатньою для забезпечення ефективної роботи

Виконав	Фесенко К.Р.			КРБ 275 14 ПЗ	Арк.
Перевірив	Сохацький А.В.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Показники зовнішньої торгівлі України. *BI - Customs UA*. URL: <https://bi.customs.gov.ua/uk/trade/> (дата звернення: 25.05.2025).
2. Про нас. *Tomate ВИРОБНИК СВІТЛОДІОДНИХ ЕКРАНІВ*. URL: <https://www.tomate.com.ua/about-us/>.
3. Рінд Т. Вдосконалення організації перевезень вантажів та структури рухомого складу автотранспортного підприємства "АДА-ТРАНССЕРВІС" місто Кам'янське : Кваліфікац. робота магістра. Вінниця : Вінн. нац. техн. ун-т, 2020. 104 с.
4. Таха Х. А. Введение в исследование операций. 6-те вид. Київ : Вільямс, 2001. 908 с.
5. Що таке і де використовують світлодіодну панель. *СТС*. URL: <https://svet.kharkov.ua/ua/blog/20200318-ua/> (дата звернення: 25.05.2025).
6. Світлодіодні панелі КЕРІВНИЦТВО ПО ЕКСПЛУАТАЦІЇ : електромаркет інтернет-магазин ELMAR Україна. *Електротовари: інтернет-магазин електрики електрообладнання - все для електромонтажу освітлення від Elmar Київ*. URL: <https://elmar.com.ua/tih.dok/tih-dokumentacya-na-svtilniki/svtlododn-panel-kervnictvo-po-ekspluatac.html> (дата звернення: 25.05.2025).
7. Load Calculator App | SeaRates Load Calculator for optimal cargo stuffing in containers, trucks, and more. *SeaRates*. URL: <https://www.searates.com/ua/load-calculator/> (дата звернення: 25.05.2025).
8. Mercedes Benz Sprinter 313 - огляд комерційного авто - Офіційний блог Autoline. *Офіційний блог Autoline - Комерційна техніка | Популярні виробники та моделі, законодавство, спеціальні пропозиції та поради від Autoline*. URL: <https://autoline.ua/blog/mercedes-benz-sprinter-313-ohliad-komertsijnoho-avto/> (дата звернення: 25.05.2025).
9. Технічні характеристики Renault Master | Офіційний імпортер Renault в Україні. *Renault Ukraine | Офіційний імпортер Renault в Україні |*

<i>Купити</i>		<i>Рено</i>		<i>в</i>		<i>Україні.</i>	
<i>Виконав</i>	<i>Фесенко К.Р.</i>						
<i>Перевірив</i>	<i>Сохацький А.В.</i>			<i>КРБ</i>	<i>275</i>	<i>14</i>	<i>ПЗ</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			<i>65</i>

Додаток А. Графічні матеріали

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему:

**«ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МОДУЛІВ LED ПАНЕЛЕЙ ЗА
НАПРЯМОМ УКРАЇНА - ЄВРОПА»**

студентки групи Т21-3

ФЕСЕНКА КИРИЛА РУСЛАНОВИЧА

**Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)**

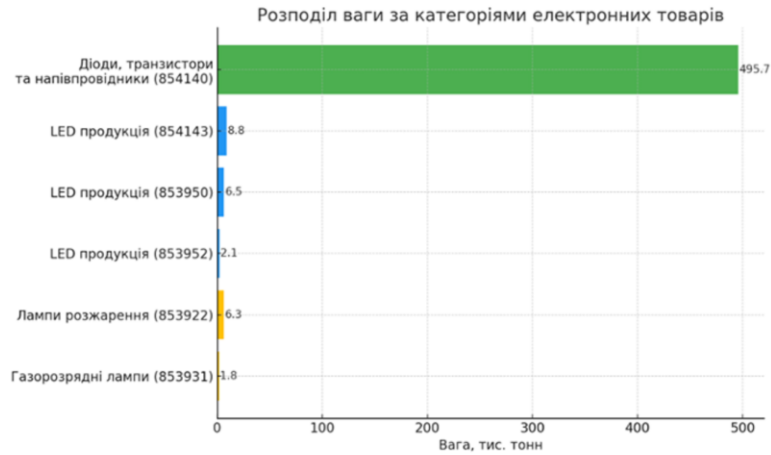
Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра:
доктор технічних наук, професор,
А.В. Сохацький

(підпис)

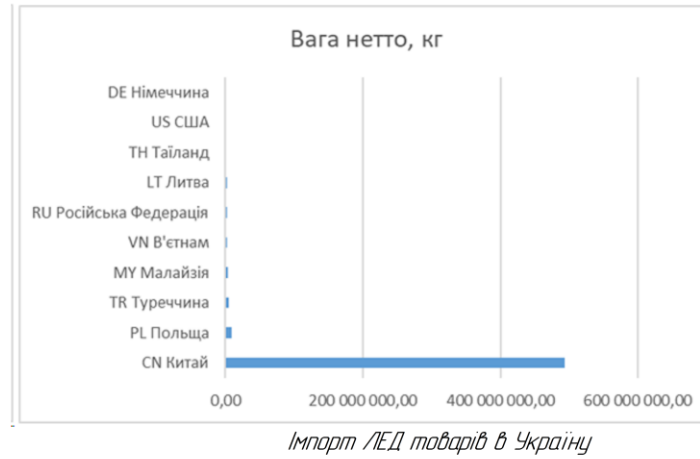
Дніпро
2025

АНАЛІЗ СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

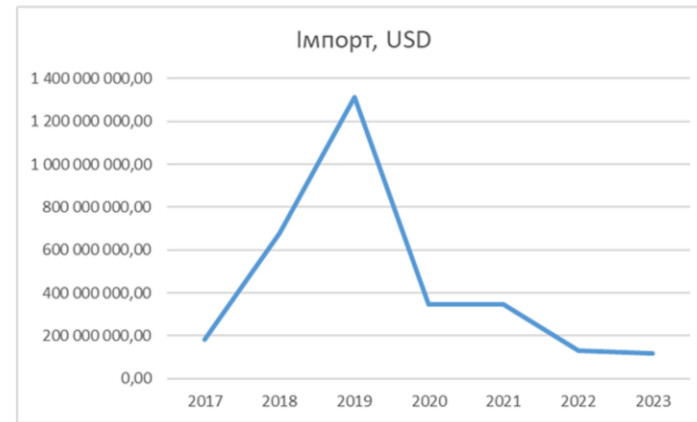
Розподіл ваги за категоріями електронних товарів



Країни партнери перевезення LED панелей за вагою



Вид транспорту, яким перевозяться діоди

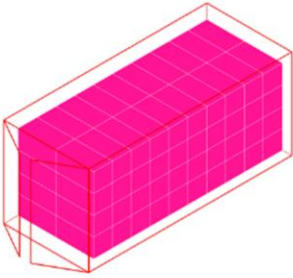


КРБ 275 74 Г4				Дп	Міск	Кісмет
Організація перевезень	Дп	Міск	Кісмет	11		
модуль LED панелей	Дп	Міск	Кісмет	1	1	1
за напрямом Україна-Європа	Дп	Міск	Кісмет	1	1	1
Імпорт	Дп	Міск	Кісмет	1	1	1
Україна	Дп	Міск	Кісмет	1	1	1
Європа	Дп	Міск	Кісмет	1	1	1

УМІФ, ар. Т21-3

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ LED ПАНЕЛЕЙ В КРАЇНИ ЄВРОПИ

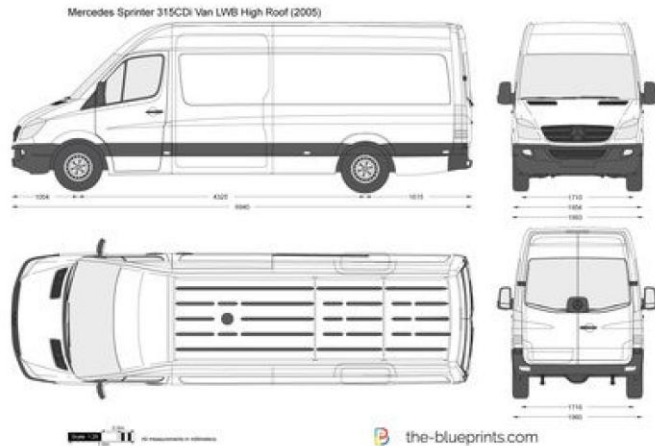
Схема завантаження вантажу у транспортний засіб

Transports	Cargo packing
<p>All transports:</p> <p>Truck 1: 2 units</p>	<p>Total: 80 packages. Packed: 80 packages. (100%)</p>
	<p>Truck №1 (Truck 1 1 units)</p> <p>Packed: 80 packages: (100%). Including: Cargo 1 - 80 packages (100%)</p>
	<p>Cargo volume: 10.24 m³ (70% of volume)</p>
	<p>Cargo weight: 1600 kg. (53% of max payload)</p> <p>Show packing by blocks Show packing step by step</p>

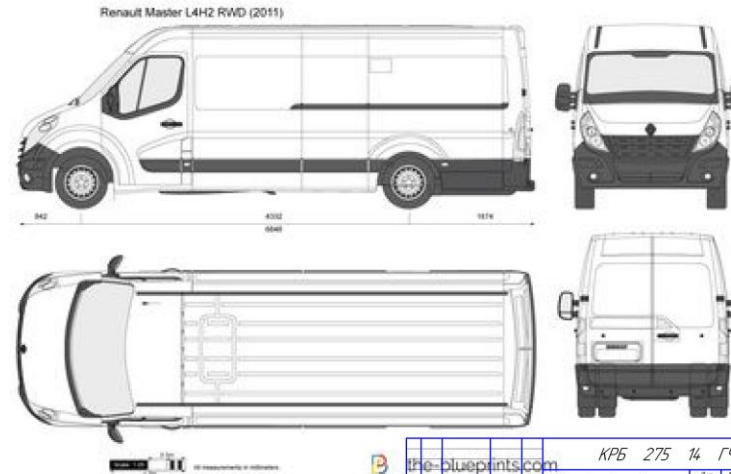
Порівняння технічних характеристик автомобілів

Характеристика	Mercedes-Benz Sprinter	Renault Master
Тип приводу	Задній / Повний / Передній	Передній / Задній
Двигуни	2.0 л / 2.1 л (дизель)	2.3 л (дизель)
Потужність двигуна	114–190 к.с.	110–180 к.с.
КПП	6-ст. МКПП / 9-ст. АКПП	6-ст. МКПП / 6-ст. АКПП
Вантажопідйомність	до 3 000 кг	до 2 254 кг
Об'єм вантажного відсіку	до 17 м ³	до 17 м ³
Середня витрата пального	~7,5–9,5 л/100 км	~7,0–9,0 л/100 км
Безпека	ESP, Crosswind Assist, камери	ESC, Hill Start Assist
Ціна (орієнтовна)	Вища (від €35 000)	Нижча (від €27 000)
Підвіска	Комфортна, адаптивна	Жорсткіша, практична

Креслення автомобіля Mercedes-Benz Sprinter



Креслення автомобіля Renault Master

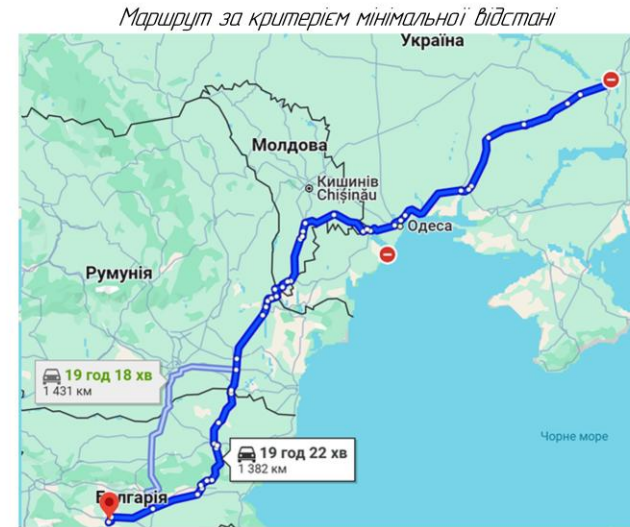


the-blueprints.com				КРБ 275 74 Г4		
Лист	№ докум.	Лист	Всього	Лист	Масштаб	Листов
1	01	1	1	1	1:1	1
Організація перевезень модулів LED панелей за напрямом Україна-Європа				УМФ, ар. Т21-3		
Копіювати				Формат А1		

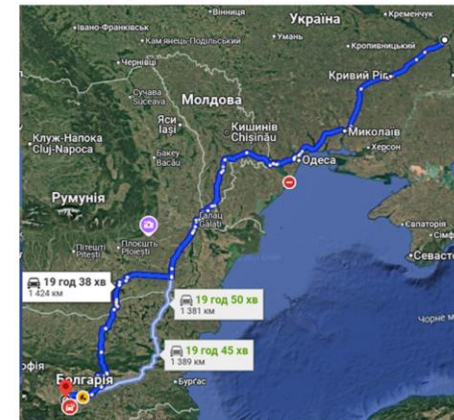
РОЗРОБКА ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Режим роботи водія

Пункт відправлення	Дата відправлення	Час відправлення	Пункт прибуття	Дата прибуття	Час прибуття	Пробіг, км	Час роботи водія, год	Вид робіт
Дніпро	21.04.20	8:00	Баштанка	21.04.20	11:26	274	3:26	У
Перезміна водіїв (10 хв)								
Баштанка	21.04.20	11:33	Паланка	21.04.20	14:43	253	3:10	У
Митне оформлення. Україна-Молдова. (40 хв) Перезміна водіїв (10 хв)								
Паланка	21.04.20	15:33	Джуржуле шти	21.04.20	19:08	286	3:35	У
Митне оформлення. Молдова-Румунія. (40 хв) Перезміна водіїв (10 хв)								
Джуржуле шти	21.04.20	19:58	Сілістра	21.04.20	22:13	179	2:15	У
Митне оформлення. Румунія-Болгарія. (40 хв). Щоденний відпочинок 8 год								
Сілістра	22.04.20	7:00	Стара Загора	22.04.20	10:50	307	3:50	У
Перезміна водіїв. 10 хв								
Стара Загора	22.04.20	11:00	Пловдив	23.04.20	12:13	97	1:13	У



Маршрут за критерієм мінімального часу



Розрахунок техніко-економічних показників доставки вантажу

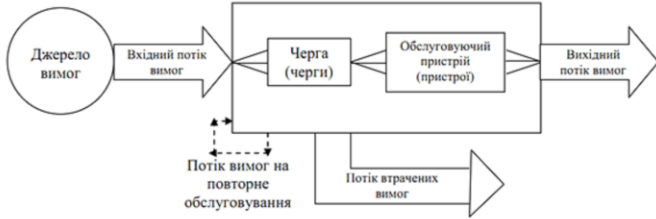
№ з/п	Статті витрат	Вартість, грн
1	Оплата праці	11134.40
2	Відрахування по оплаті праці	4676.45
3	Витрати на автомобільне паливо	9223.24
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	1383.49
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	583.38
6	Витрати на автомобільні шини	1260.10
7	Амортизація рухомого складу	644.38
8	Витрати на міжнародне перевезення	7045.00
9	Загальногосподарські витрати	4335.82
10	Загальні витрати	40286.25
11	Собівартість 1км пробігу	29.00
12	Розрахунковий тариф на 1 км	40.03

				КРБ 275 74 Г4		
Лист	№ докум.	Лист	Конт.	Організація перевезень	Лист	Масштаб
1	1	1	1	модуль LED панелі	1	1:1
				за напрямом Україна-Європа		
				Лист 1 / Листів 1		
				УМФ, ар. Т21-3		

Копіювати Формат А1

МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ МИТНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Структура системи масового обслуговування



Пропускна здатність на митному пості Краковець

Вид транспортних засобів	Потужність (за добу)		Завантаженість, %
	проектна	фактична за 2021 рік	
Легкові автомобілі (од.)	1950	2000	102,6
Автобуси (од.)	45	50	
Вантажні автомобілі (од.)	420	500	

Випробування №1 методом Монте-Карло

Номер заявки	Випадкове число	Час між двома послідовними	Момент надходження заявки	Канали			Лічильник заявок	
				1 канал	2 канал	3 канал	обслугованих	у черзі
1			0:00:00	0:27:00			1	
2	0,71	0:04:07	0:04:07		0:31:07		1	
3	0,86	0:01:49	0:05:55			0:32:55	1	
4	0,11	0:26:29	0:32:24	0:59:24			1	
5	0,8	0:02:41	0:35:05		1:02:05		1	
6	0,5	0:08:19	0:43:24			1:10:24	1	
7	0,54	0:07:24	0:50:48					1
8	0,31	0:14:03	1:04:51	1:31:51			1	
9	0,39	0:11:18	1:16:09		1:43:09		1	
10	0,8	0:02:41	1:18:50			1:45:50	1	
11	0,82	0:02:23	1:21:13					1
12	0,77	0:03:08	1:24:21					1
13	0,32	0:13:40	1:38:01	2:05:01			1	
14	0,01	0:55:16	2:33:17	3:00:17			1	
15	0,72	0:03:57	2:37:13		3:04:13		1	
16	0,56	0:06:57	2:44:11			3:11:11	1	
17	0,82	0:02:23	2:46:34					1
18	0,48	0:08:48	2:55:22					1
19	0,21	0:18:44	3:14:06	3:41:06			1	
20	0,11	0:26:29	3:40:35		4:07:35		1	
21	0,57	0:06:45	3:47:20	4:14:20			1	
22	0,82	0:02:23	3:49:43			4:16:43	1	
24	0,39	0:11:18	4:01:01	стоп				
			Стоп					
						Всього	17	5

Визначення ймовірності відмов та обслуговування

Номер випробування i	Надійшло заявок	Обслужено заявок	Тривалість обслуговування	Ймовірність обслуговування	Ймовірність відмов
	$N_{i\text{пост}}$	$N_{i\text{обсл}}$	$t_{i\text{обсл}}$	$P_{i\text{обсл}} = N_{i\text{обсл}}/N_{i\text{пост}}$	$P_{i\text{від}} = 1 - P_{i\text{обсл}}$
1	22	17	27 хв. 00 с.	0,77	0,23
2	16	12	27 хв. 00 с..	0,75	0,25
3	6	5	27 хв. 00 с.	0,83	0,17
4	18	12	27 хв. 00 с.	0,66	0,34
5	14	11	27 хв. 00 с.	0,79	0,21
6	18	16	27 хв. 00 с.	0,89	0,11
Середнє значення	16	12	27 хв. 00 с.	0,75	0,25

Ймовірність того, що всі канали будуть вільними, коли приділе наступна заявка становить всього 13%. Ймовірність того, що при придутті заявки буде 1 канал зайнятий і два канали вільні – 29,3%, 2 канали будуть зайняті і 1 вільний – 32,9%, і ймовірність того, що всі канали будуть зайняті, або ймовірність того, що автомобіль, який надійшов у систему, потрапить в чергу, становить 24,7%. Таким чином, кількість смуг для обслуговування вантажних транспортних засобів на митному пості "Краковець" є достатньою.

				КРБ 275 ГЧ		
№	Авт.	№	Вид	Організація перевезень	Авт.	Місце
1	Авт.	1	Авт.	модуль LED панелей	11	
2	Авт.	2	Авт.	за напрямом Україна-Європа	4	4
3	Авт.	3	Авт.			
4	Авт.	4	Авт.			
				УМФ, ар Т21-3		