

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

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

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

\_\_\_\_\_ А.І. Кузьменко

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**на тему:**

**«ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАШИНОБУДІВНОГО  
ОБЛАДНАННЯ ЗА НАПРЯМОМ  
ІТАЛІЯ-УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ»**

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

Керівник: \_\_\_\_\_  
(підпис)

завідувач кафедри транспортних технологій  
та міжнародної логістики, к. т. н., доцент  
**Кузьменко Альбіна Ігорівна**

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис)

доцент кафедри транспортних технологій та  
міжнародної логістики, к. т. н., доцент  
**Халіпова Наталія Володимирівна**

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  
Гладкову Микиті Андрійовичу**

1. Тема роботи: Проектування вантажних перевезень машинобудівного обладнання за напрямом Італія-Україна в умовах воєнного часу.

Керівник роботи: Кузьменко Альбіна Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики

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

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

3. Вихідні дані до роботи

3.1. Статистичні дані щодо вантажних перевезень машинобудівного обладнання за 2022-2024 роки.

3.2 Таблиця – Відстань між складами та отримувачами, кількість запасів та потреб

	1 Київ	2 Вінниця	3 Львів	Запаси, шт
1 Флоренція	2098	1873	1557	34
2 Болонья	1983	1758	1442	12
3 Турин	2227	2211	1686	14
Потреби, шт	17	16	17	

4. Зміст роботи (перелік питань для розробки)

- 4.1. Описати основні відомості щодо компанії вантажовідправника
- 4.2. Розробити міжнародний маршрут перевезення вантажу
- 4.3. Скласти графік руху та режим роботи водія
- 4.4. Скласти план вантажного місця в кузові автомобіля
- 4.5. Обрати дві найбільш доцільні моделі автотранспорту та порівняти їх технічні характеристики
- 4.6. Розробити маркування вантажу
- 4.7. Розробити оптимальний маршрут розвезення вантажу на основі транспортної задачі
- 4.8. Розрахувати техніко-економічні показники обраного маршруту перевезення
- 4.9. Проаналізувати отримані результати та написати висновки

5. Перелік графічного матеріалу

- 5.1. Аналіз стану сучасного стану міжнародних вантажних перевезень машинобудівного обладнання до України
- 5.2. Розробка маршрутів розвезення вантажу споживачам на підставі методів розв'язання транспортної задачі
- 5.3. Моделювання міжнародного маршруту розвезення товару
- 5.4. Вибір транспортного засобу для перевезення вантажу

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

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Визначення теми кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ)	протягом I семестру	-
	Складання змісту роботи, оформлення та затвердження завдання	до 05.12.2024 р.	2%
	Опрацювання літературних джерел, нормативних документів	до 19.01.2025 р.	5%
	Збір та обробка статистичних і звітних даних	до 21.02.2025 р.	10%
	Написання вступу та розділу 1. Аналіз статистичних даних щодо вантажних перевезень машинобудівного обладнання за 2022-2024 роки.	до 02.03.2025 р.	20%
	Написання розділу 2. Розробити міжнародний маршрут перевезення вантажу	до 30.03.2025 р.	40%
	Написання розділу 3. Розробити оптимальний маршрут розвезення вантажу на основі транспортної задачі	до 13.04.2025 р.	60%
	Написання розділу 4. Розрахувати техніко-економічні показники обраного маршруту перевезення	до 04.05.2025 р.	80%
	Формування висновків, оформлення пояснювальної записки	до 25.05.2025 р.	90%
	Оформлення графічної частини	до 30.05.2025 р.	95%
	Подання на кафедру електронного варіанту роботи	до 05 червня 2025 р.	-
	Перевірка КРБ на відсутність плагіату	06 червня 2025 р.	-
	Подання на кафедру кваліфікаційної роботи	до 10 червня 2025 р.	100%
	Отримання Висновку кафедри про допуск КРБ до захисту	10 червня 2025 р.	-
	Отримання Рецензії на КРБ	до 13.06.2025 р.	-
	Підготовка тексту доповіді і демонстраційного матеріалу	до 15.06.2025 р.	-
	Захист кваліфікаційних робіт бакалаврів	з 16.06.2025 р. по 22.06.2025 р.	-

Здобувач освіти

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**М. А. Гладков**  
(прізвище та ініціали)

**А. І. Кузьменко**  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

*Гладков М. А.* Проектування вантажних перевезень машинобудівного обладнання за напрямом Італія-Україна в умовах воєнного часу.

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

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена організації вантажних перевезень машинобудівного обладнання за напрямом Італія-Україна в умовах воєнного часу. Було проаналізовано статистичні дані щодо кількості перевезено вантажу за сотанні роки. Було розглянута методика пошуку маршрутів на основі транспортної задачі. У результаті чого було обрано маршрут міжнародного перевезення, для якого розроблено режим руху та роботи водія, обрано транспортний засіб. Друга частина присвячена розрахунку техніко-економічних показників міжнародного маршруту перевезення.

## THE SUMMARY

*Gladkov M. A.* Design of freight transportation of machine-building equipment in the direction of Italy-Ukraine in wartime.

Qualification work for the bachelor's degree in specialty 275 «Transport Technologies». University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The bachelor's thesis is devoted to the organization of freight transportation of engineering equipment in the direction of Italy-Ukraine in wartime. The author analyzed statistical data on the amount of cargo transported over the hundreds of years. The methodology for finding routes based on the transportation problem was considered. As a result, an international transportation route was selected, for which a mode of movement and driver's work was developed, and a vehicle was selected. The second part is devoted to the calculation of technical and economic indicators of the international transportation route.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАШИНОБУДІВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДО УКРАЇНИ	9
2 РОЗРОБКА МАРШРУТІВ РОЗВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ СПОЖИВАЧАМ НА ПІДСТАВІ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ	17
2.1    Постановка задачі	17
2.2    Розрахунок маршрутів розвезення вантажу споживачам на основі транспортної задачі	17
3    МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ РОЗВЕЗЕННЯ ТОВАРУ	28
3.1    Розробка схеми міжнародного маршруту	28
3.2    Визначення транспортного засобу для перевезення вантажу	32
3.3    Розміщення вантажних місць у кузові автомобіля та розробка маркування	37
4 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МАРШРУТУ	42
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51
Додаток А	54

					<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування вантажних перевезень машинобудівного обладнання за напрямом Італія-Україна в умовах воєнного часу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Гладков М.А.</i>						6	
<i>Перевір.</i>								
<i>Реценз.</i>	<i>Халіпова Н.В.</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>							

## ВСТУП

У сучасних умовах трансформації європейської логістики, викликаній повномасштабною війною на території України, зростає значення ефективної організації міжнародних перевезень стратегічно важливої продукції. Однією з ключових категорій такого вантажу є машинобудівне обладнання, необхідне для підтримки виробничих потужностей, інфраструктурної відбудови та технологічного розвитку держави.

Військові ризики, збої в ланцюгах постачання, зміни митної політики та обмеження на транзит вимагають пошуку нових логістичних рішень для доставки обладнання з країн Європейського Союзу, зокрема з Італії — одного з провідних постачальників технологічної продукції до України. За таких обставин важливо не лише зберегти наявні канали постачання, а й забезпечити їхню гнучкість, надійність і відповідність сучасним умовам.

Метою дослідження є аналіз поточного стану, особливостей і проблем організації міжнародних вантажних перевезень машинобудівного обладнання з Європи до України в умовах воєнного стану, а також розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності логістичного забезпечення цього процесу.

Повномасштабна військова агресія Російської Федерації проти України радикально змінила логістику як всередині країни, так і на міжнародному рівні. Заблоковані морські порти, пошкоджена транспортна інфраструктура, зміщення основних вантажних коридорів, ризики для водіїв і зростання вартості перевезень – усе це створює безпрецедентні виклики для зовнішньоекономічної діяльності України.

Особливо актуальним у цьому контексті є питання організації перевезень машинобудівного обладнання, яке є критично важливим для відновлення промислового потенціалу, стабільної роботи виробництва та реалізації інфраструктурних проєктів. Українські підприємства активно

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				7
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

продовжують свою діяльність навіть в умовах воєнного стану, що вимагає безперервного постачання технічно складної імпоротної продукції з країн Європейського Союзу.

Італія як одна з провідних країн-експортерів обладнання до України зберігає ключову роль у таких поставках. Однак, зміни у прикордонному контролі, військові ризики, логістичні затримки та зростання вартості логістичних послуг потребують нових підходів до планування, оптимізації маршрутів та мінімізації ризиків під час транспортування.

Усе це свідчить про високу практичну й теоретичну значущість дослідження логістичних рішень для перевезення машинобудівного обладнання з Європи до України в умовах війни, що й обумовлює актуальність обраної теми.

Для реалізації поставленої мети у роботі визначено такі завдання:

Дослідити структуру імпорту машинобудівного обладнання в Україну з країн Європейського Союзу.

Проаналізувати вплив воєнних дій на логістичну інфраструктуру та маршрути доставки. Визначити ключові проблеми, що виникають під час перевезення великогабаритного та високовартісного обладнання.

Оцінити діюче митне та нормативне регулювання в умовах спрощеного режиму для критичного імпорту.

Сформувати напрями удосконалення логістичних рішень з урахуванням реальних ризиків та обмежень.

Об'єкт КРБ – міжнародні логістичні потоки машинобудівного обладнання.

В роботі застосовано сукупність наукових методів: аналіз статистичних та нормативних джерел, порівняння логістичних маршрутів, системний підхід до вибору транспортних рішень, методи економічного моделювання та експертного оцінювання.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				8
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



# 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАШИНОБУДІВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДО УКРАЇНИ

Машинобудівне обладнання є стратегічно важливою категорією імпорту для України, оскільки забезпечує модернізацію промисловості, розвиток інфраструктури та підтримку виробничих потужностей. Основними постачальниками такого обладнання є країни Європейського Союзу, зокрема Німеччина, Італія, Польща та Франція [1].

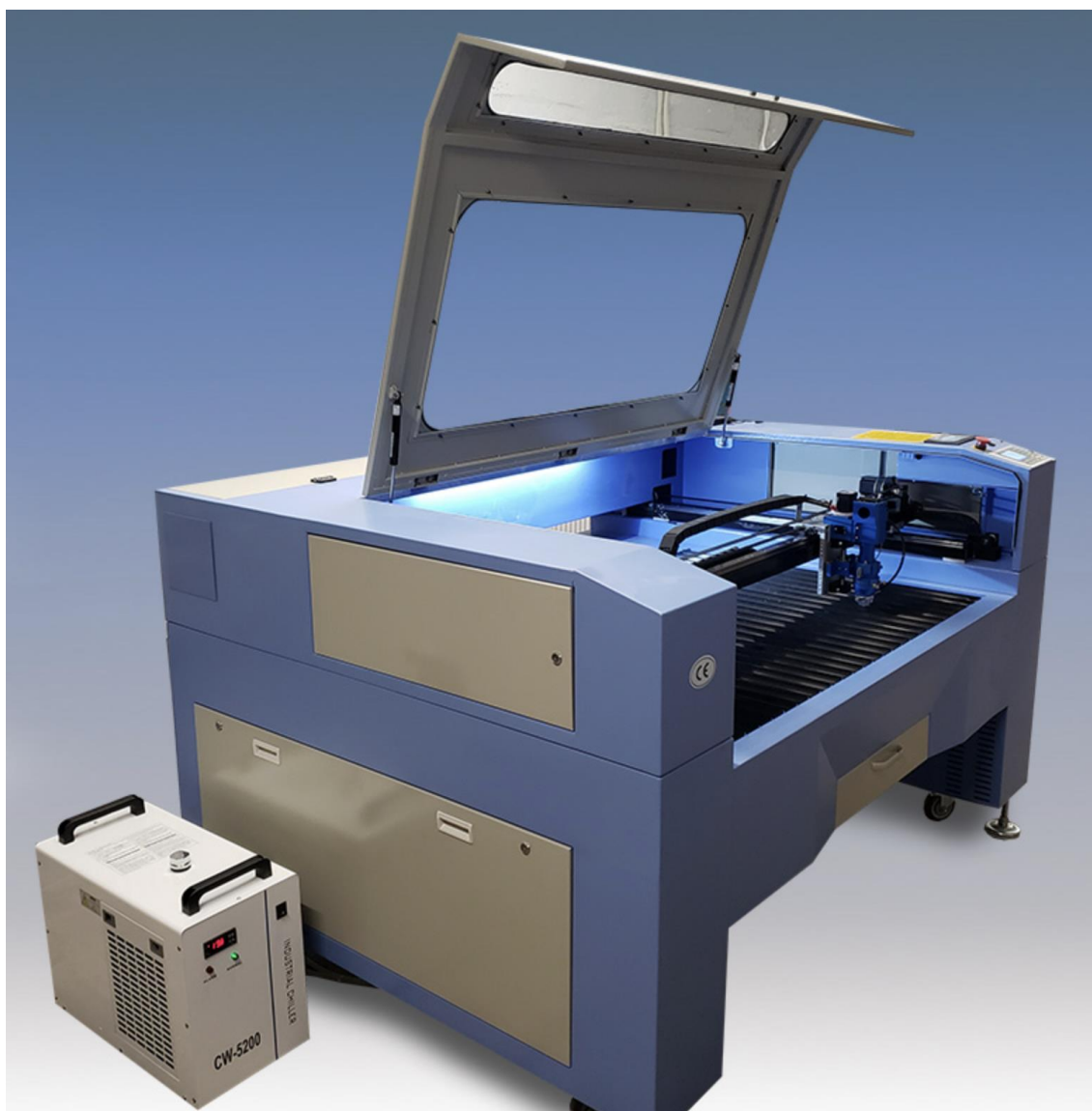


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд вантажу – лазерні різальні верстати [2]

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				9
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Згідно з даними Державної служби статистики України, імпорт машинобудівного обладнання (група УКТ ЗЕД 84–85) у 2020–2022 роках мав наступну динаміку [3]:

Таблиця 1.1 – Імпорт машинобудівного обладнання

Рік	Обсяг імпорту, млн дол. США	Зміна до попереднього року, %
2020	5 091,7	-6,3%
2021	5 881,4	+15,5%
2022	3 378,3	-42,6%

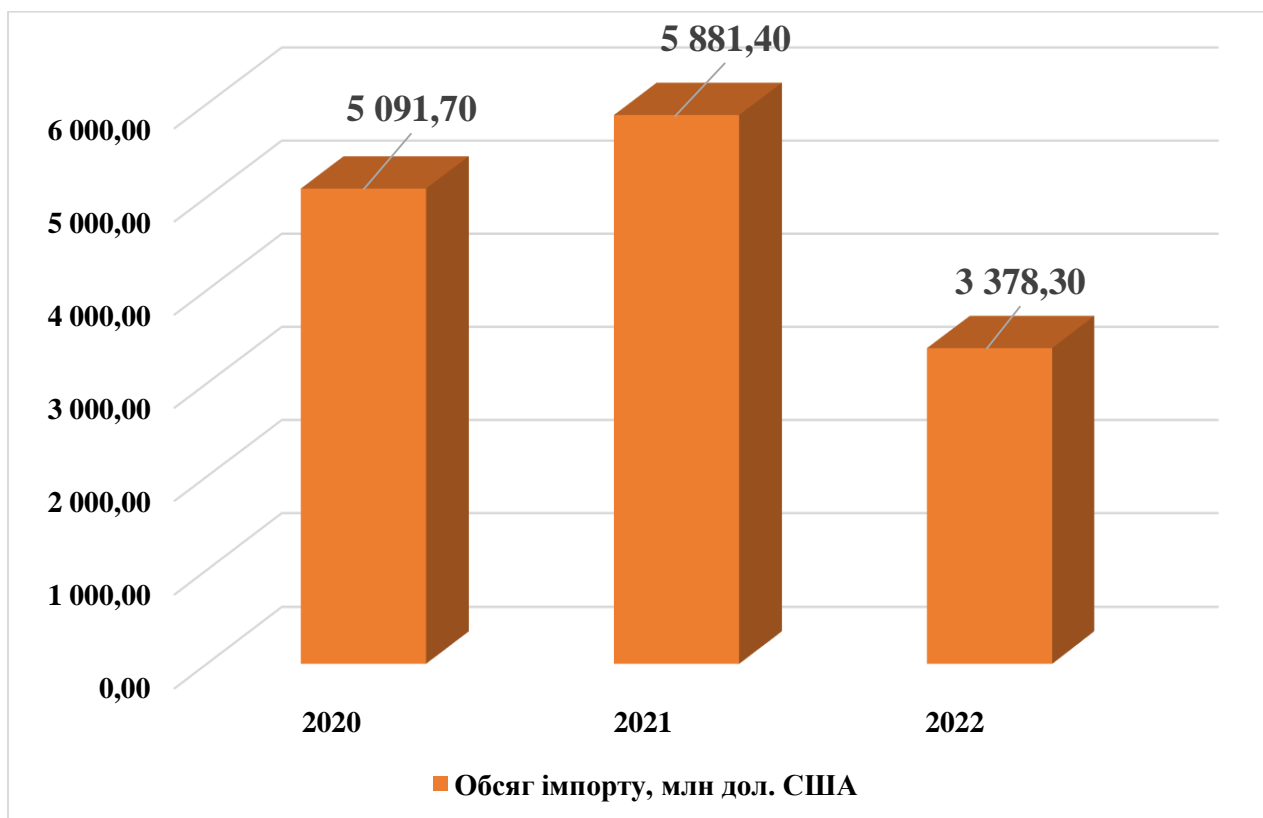


Рисунок 1.2 – Кількість завезеного вантажу у січні 2025 року

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				10
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У 2020 році спостерігалось незначне скорочення імпорту через пандемію COVID-19. У 2021 році відбулося зростання імпорту на 15,5%, що пов'язано з поступовим відновленням економіки ЄС після кризи 2020 року та зростанням попиту. Проте у 2022 році імпорт різко зменшився на 42,6%, до 3 378,3 млн дол. США, що можна пояснити наслідками війни з Росією [6].

Повномасштабна війна, розпочата Росією у 2022 році, суттєво вплинула на логістичні ланцюги постачання машинобудівного обладнання до України. Основні проблеми включають [5]:

- Пошкодження транспортної інфраструктури: руйнування доріг, мостів та залізничних колій у східних та південних регіонах ускладнили доставку вантажів.
- Блокування морських портів: окупація та блокада портів на Чорному та Азовському морях призвели до зменшення морських перевезень.
- Зміна маршрутів: перенаправлення вантажопотоків через західні кордони, зокрема через Польщу, Словаччину та Румунію, спричинило перевантаження прикордонних пунктів пропуску [4].
- Зростання логістичних витрат: збільшення вартості перевезень через підвищений попит на альтернативні маршрути та ризики, пов'язані з воєнними діями.

Ці фактори призвели до зниження обсягів імпорту машинобудівного обладнання та ускладнили процеси його доставки до кінцевих споживачів в Україні [5].

Основними країнами-постачальниками машинобудівного обладнання до України залишаються:

- Німеччина: лідер за обсягами постачань, зокрема високотехнологічного обладнання для промисловості.
- Італія: постачає обладнання для харчової промисловості, текстильної та легкої промисловості.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				11
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

- Польща: активно експортує до України обладнання для сільського господарства та деревообробки.
- Франція: постачає енергетичне обладнання та техніку для будівництва [6].

Зміни в геополітичній ситуації та логістичних маршрутах вплинули на частку кожної з цих країн у загальному обсязі імпорту.

Аналіз динаміки імпорту машинобудівного обладнання до України за 2020–2022 роки свідчить про значний вплив зовнішніх факторів, таких як пандемія COVID-19 та воєнний стан, на обсяги та структуру поставок. Зокрема, у 2022 році відбулося різке зниження імпорту на 42,6% порівняно з попереднім роком. Основними проблемами залишаються пошкодження інфраструктури, блокування морських портів та зростання логістичних витрат. Для стабілізації ситуації необхідно розробити нові логістичні маршрути, адаптовані до сучасних умов, та забезпечити підтримку з боку держави та міжнародних партнерів [4].

У 2024 році український ринок металопродукції для машинобудування продемонстрував зростання на 25–30% порівняно з попереднім роком. Основними видами продукції залишаються круг (80%), шестигранний профіль (10%) і квадрат/полоса (по 5%). Особливо активним було зростання продажів каліброваного прокату з легованих сталей — на 45%. Попит зумовлений модернізацією підприємств, яка частково фінансується державою та міжнародними грантами [3].

Обсяг ринку в 2024 році склав приблизно 140–145 тис. тонн, з яких 85 тис. тонн — імпорт, а решта — внутрішнє виробництво. Імпорт переважає через обмеженість українських виробників. Основним логістичним бар'єром є відсутність роботи морських портів, що змушує підприємства використовувати європейські логістичні канали з вищою вартістю доставки.

Ключовим драйвером розвитку залишається оборонно-промисловий комплекс (ОПК), який оновлює виробництво та обладнання. Зокрема,

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				12
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

розвиваються спільні виробництва з міжнародними партнерами, впроваджуються сучасні автоматизовані верстати з Європи, Японії та Південної Кореї [2].

У той же час інші галузі машинобудування — залізничне, гірничо-шахтне, гідравлічне — демонструють повільніше відновлення або стагнацію.

Єдиним українським спеціалізованим заводом з випуску спецсталей для машинобудування є підприємство з повним циклом (в т.ч. електрошлаковий переплав). Через труднощі з релокацією і мобілізацією кадрів внутрішнє виробництво залишається вразливим, що посилює потребу в імпорті [7].

Основними постачальниками простих сталей є Туреччина, складних — ЄС (Польща, Німеччина, Румунія, Чехія) та Китай, де зосереджено до 90% підприємств зі спецпереплавами.

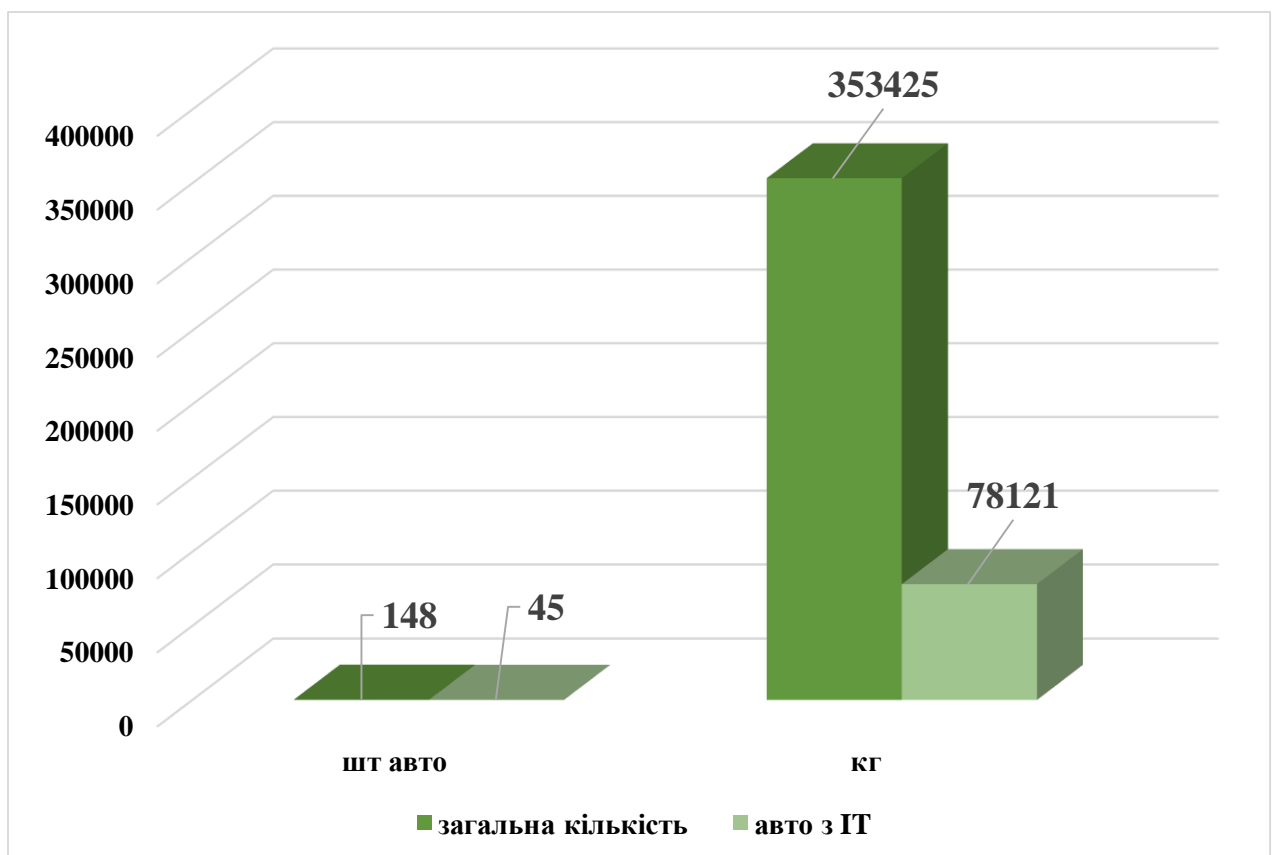


Рисунок 1.3 – Кількість завезеного вантажу у січні 2025 року

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				13
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У 2025 році очікується додаткове зростання продажів на 15%. Потенціал українського машинобудування оцінюється на рівні \$35 млрд на рік, однак наразі реалізовується лише \$14 млрд. Величезні перспективи існують у сферах відбудови інфраструктури, вагоно- та енергетичного машинобудування, а також у сільськогосподарській техніці, яка все активніше просувається на міжнародні ринки [7].

Надалі проаналізуємо статистичні дані щодо завезеного вантажу (лазерні різальні верстати) у січні та лютому 2025 року. Даний вантаж має код УКТЗЕД 8456 [4].

У січні 2025 року з усієї кількості 697491 автомобілів було завезено 148 автомобілями з вантажем – машинобудівне обладнання, що складає 353425 кг бруто. З Італії було відправлено 45 авто, загальною вагою 78123 кг або 22,3% від загальної кількості завезено обладнання у січні [4].

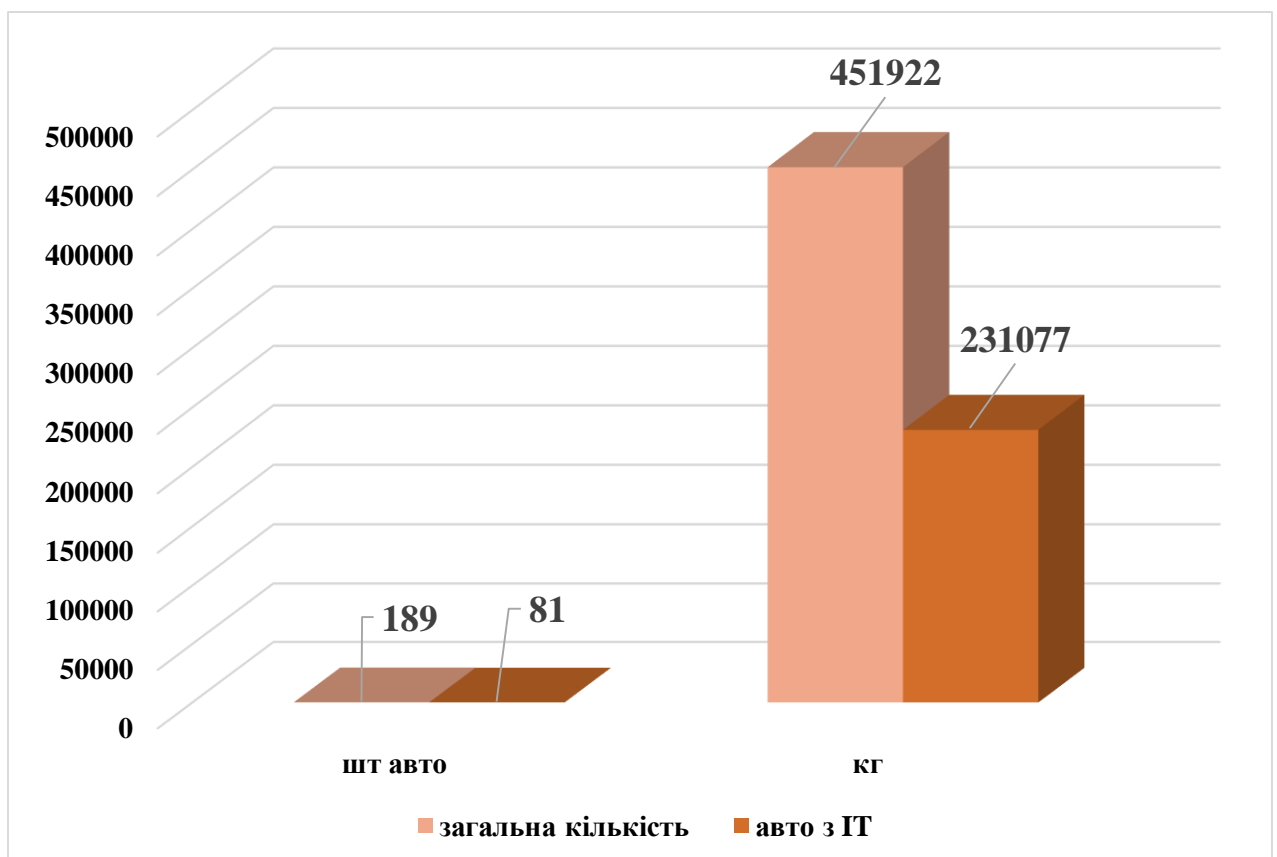


Рисунок 1.4 – Кількість завезеного вантажу (загальна кількість) у січні та лютому 2025 року

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				14
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У січні 2025 року з усієї кількості 697491 автомобілів було завезено 148 автомобілями з вантажем – машинобудівне обладнання, що складає 353425 кг брутто. З Італії було відправлено 45 авто, загальною вагою 78123 кг або 22,3% від загальної кількості завезено обладнання у січні [4].

У лютому 2025 року з усієї кількості 651072 автомобілів було завезено 189 автомобілями з вантажем – обладнання, що складає 451922 кг брутто. З Італії було відправлено 81 авто, загальною вагою 231077 кг або 51% від загальної кількості завезено обладнання у лютому [2].

Виконаємо порівняльний аналіз двох місяців.

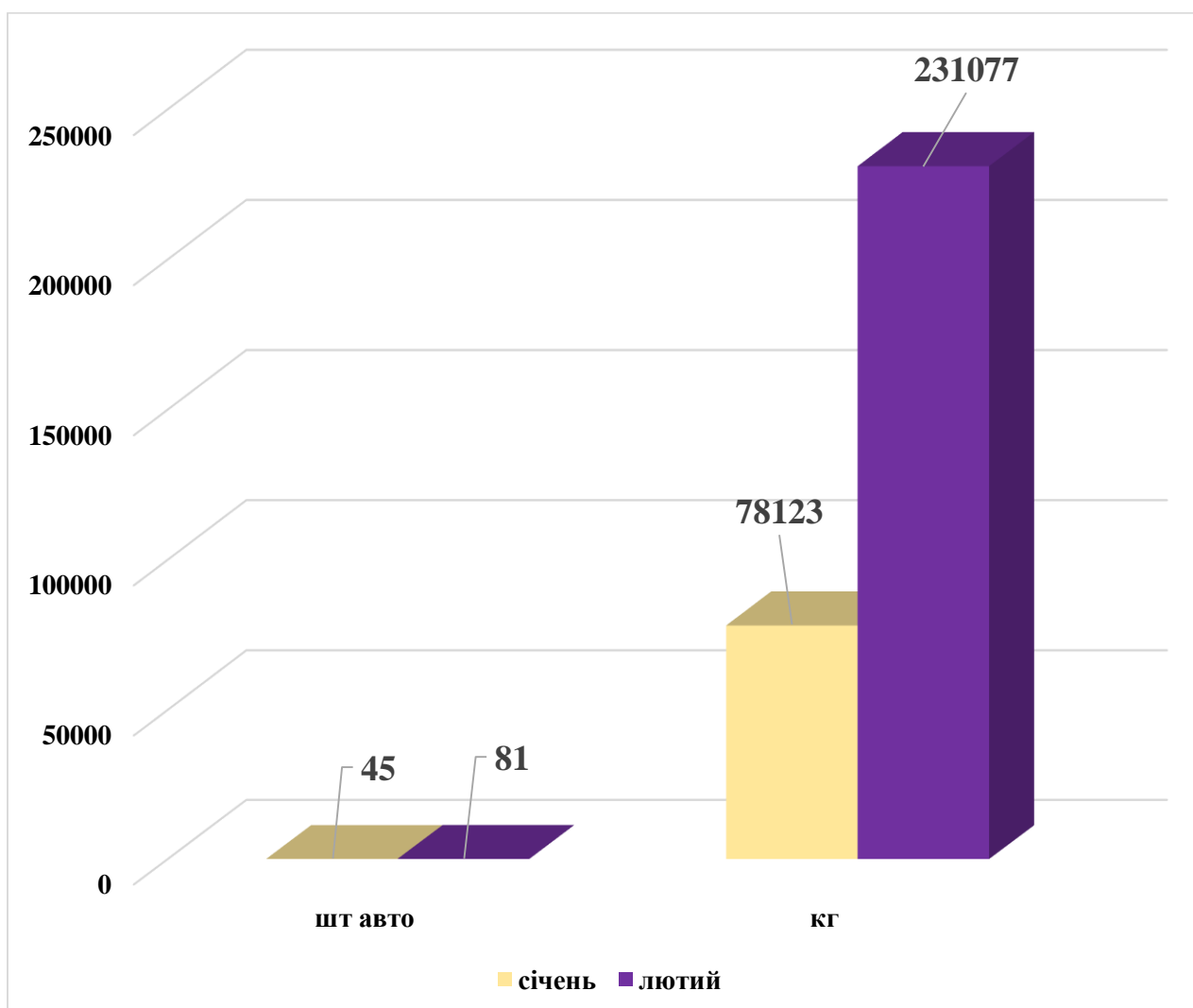


Рисунок 1.5 – Кількість завезеного вантажу у січні та лютому 2025 року (з Італії)

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				15
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

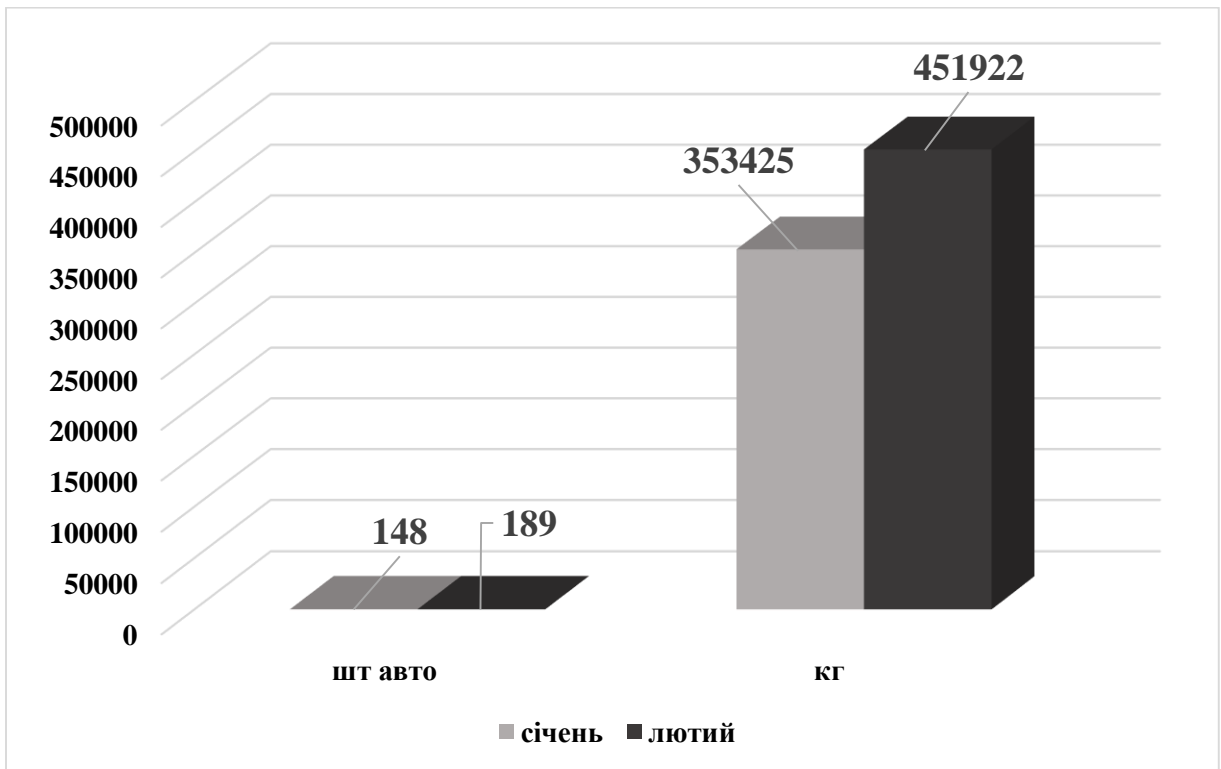


Рисунок 1.6 – Кількість завезеного вантажу у січні та лютому 2025 року з Італії

Отже, ринок металопродукції для машинобудування в Україні демонструє стійке відновлення попри складні економічні та безпекові умови, спричинені повномасштабною війною. Зростання на 25–30% у 2024 році свідчить про активізацію виробництва, насамперед у оборонно-промисловому секторі, який став головним рушієм попиту на високоякісну сталь.

Водночас зберігаються значні логістичні й інфраструктурні виклики: обмежений доступ до портів, дороговартісна автомобільна доставка, проблеми з кадрами та мобілізацією. Внутрішнє виробництво, хоч і частково задовольняє потреби, поступається імпорту за обсягами та технологічним рівнем. Україна потребує стратегічних рішень щодо розвитку власної металургійної бази для машинобудування, стимулювання модернізації підприємств та розширення логістичних маршрутів. Перспективи подальшого зростання є значними, особливо в контексті післявоєнної відбудови, розвитку інфраструктури та посилення експортного потенціалу галузі.

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				16
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



## **2 РОЗРОБКА МАРШРУТІВ РОЗВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ СПОЖИВАЧАМ НА ПІДСТАВІ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ**

### **2.1 Постановка задачі**

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра розглядається завдання з організації вантажного перевезення машинобудівного обладнання з Італії до України в умовах воєнного стану, а також розробці оптимального маршруту розвезення вантажу між одержувачами за на основі транспортної задачі.

Для цього необхідно вирішити наступні завдання:

- Проаналізувати сучасний стан вантажних автомобільних перевезень машинобудівного обладнання з Європи до України за останні роки.
- Описати основні відомості щодо компанії вантажовідправника.
- Розробити міжнародний маршрут перевезення вантажу
- Скласти графік руху та режим роботи водія.
- Скласти план вантажного місця в кузові автомобіля.
- Обрати дві найбільш доцільні моделі автотранспорту та порівняти їх технічні характеристики.
- Розробити маршрутування вантажу.
- Розробити оптимальний маршрут розвезення вантажу на основі транспортної задачі.
- Розрахувати техніко-економічні показники обраного маршруту перевезення.
- Проаналізувати отримані результати та написати висновки.

### **2.2 Розрахунок маршрутів розвезення вантажу споживачам на основі транспортної задачі**

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра буде розглянута задача з пошуку маршрутів доставки вантажу від 3 складів Італії до 3 отримувачів, що

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				17
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

розташовані в Україні. Для цього необхідно скласти таблицю 2.1, де зобразимо відстань, записати та потреби між складами Італії та отримувачами України

Таблиця 2.1 – Відстань між складами та отримувачами, кількість запасів та потреб

	1 Київ	2 Вінниця	3 Львів	Запаси, шт
1 Флоренція	2098	1873	1557	34
2 Болонья	1983	1758	1442	12
3 Турин	2227	2211	1686	14
Потреби, шт	17	16	17	

Математична модель транспортної задачі [8-10]:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij}, \quad (2.1)$$

за умов:

$$\sum x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.2)$$

$$\sum x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Запишемо економіко-математичну модель для даної задачі

Змінні

$x_{11}$  - кількість вантажу з 1-го складу до 1-го споживача.

$x_{12}$  - кількість вантажу з 1-го складу до 2-го споживача.

$x_{13}$  - кількість вантажу з 1-го складу до 3-го споживача.

$x_{21}$  - кількість вантажу з 2-го складу до 1-го споживача.

$x_{22}$  - кількість вантажу з 2-го складу до 2-го споживача.

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				18
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

$x_{23}$  - кількість вантажу з 2-го складу до 3-го споживача.

$x_{31}$  - кількість вантажу з 3-го складу до 1-го споживача.

$x_{32}$  - кількість вантажу з 3-го складу до 2-го споживача.

$x_{33}$  - кількість вантажу з 3-го складу до 3-го споживача.

Обмеження за запасами:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 34 \text{ (для 1 бази)}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 12 \text{ (для 2 бази)}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 14 \text{ (для 3 бази)}$$

Обмеження за потребами:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 17 \text{ (для 1-го споживача.)}$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 16 \text{ (для 2-го споживача)}$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 17 \text{ (для 3-го п споживача.)}$$

Фунція мети:

$$2098x_{11} + 1873x_{12} + 1557x_{13} + 1983x_{21} + 1758x_{22} + 1442x_{23} + 2227x_{31} + 2211x_{32} + 1686x_{33} \rightarrow \min$$

З метою складання двоїстого завдання змінні  $x_{ij}$  в умові (2) замінимо на  $u_1, u_2, u_i, \dots, u_m$ , а змінні  $x_{ij}$  в умові (3) на  $v_1, v_2, v_j, \dots, v_n$  [11].

Оскільки кожна змінна  $x_{ij}$  входить в умови (2,3) і цільову функцію (1) по одному разу, то двоїсту задачу стосовно прямої транспортної задачі можна сформулювати так.

Потрібно знайти не від'ємні числа  $u_i$  (за  $i = 1, 2, \dots, m$ ) і  $v_j$  (за  $j = 1, 2, \dots, n$ ), які обертають у максимум цільову функцію [12]:

$$G = \sum a_i u_i + \sum b_j v_j \quad (2.4)$$

за умов:

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				19
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У систему умов (2.5) буде  $m \times n$  нерівностей. За теорією двоїстості для оптимальних планів прямої та двоїстої задачі для всіх  $i, j$  має бути [13]:

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, \text{ если } x_{ij} = 0,$$

$$u_i + v_j = c_{ij}, \text{ если } x_{ij} \geq 0,$$

Ці умови є необхідними й достатніми ознаками оптимальності плану транспортної задачі.

Числа  $u_i$ ,  $v_j$  називаються потенціалами. Причому число  $u_i$  називається потенціалом постачальника, а число  $v_j$  - потенціалом споживача.

За першою теоремою двоїстості в оптимальному розв'язку значення цільових функцій прямої і двоїстих задач збігаються:  $F = G$ .

Математична модель двоїстої задачі:

$U$  - змінні для складів, постачальників;

$V$  - змінні для магазинів, споживачів.

$$U_1 + V_1 \leq 2098$$

$$U_1 + V_2 \leq 1873$$

$$U_1 + V_3 \leq 1557$$

$$U_2 + V_1 \leq 1983$$

$$U_2 + V_2 \leq 1758$$

$$U_2 + V_3 \leq 1442$$

$$U_3 + V_1 \leq 2227$$

$$U_3 + V_2 \leq 2211$$

$$U_3 + V_3 \leq 1686$$

$$G(y) = 17U_1 + 16U_2 + 17U_3 + 34V_1 + 12V_2 + 14V_3 \rightarrow \max$$

Вартість доставки одиниці вантажу з кожного пункту відправлення у відповідні пункти призначення задана матрицею тарифів.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				20
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Таблиця 2.2 – Матриця тарифів

	B1	B2	B3	Запаси
A1	2098	1873	1557	34
A2	1983	1758	1442	12
A3	2227	2211	1686	14
Потреби	17	16	17	

Перевіримо необхідну й достатню умову розв'язності задачі.

$$\sum a = 34 + 12 + 14 = 60$$

$$\sum b = 17 + 16 + 17 = 50$$

Як видно, сумарна потреба вантажу в пунктах призначення менша за запаси вантажу на базах. Отже, модель вихідної транспортної задачі є відкритою. Щоб отримати закриту модель, введемо додаткову (фіктивну) потребу, що дорівнює 10 (60-50). Тарифи перевезення одиниці вантажу до цього споживача вважаємо рівними нулю.

Занесемо вихідні дані в розподільчу таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподільча таблиця

	B1	B2	B3	B4	Запаси
A1	2098	1873	1557	0	34
A2	1983	1758	1442	0	12
A3	2227	2211	1686	0	14
Потреби	17	16	17	10	

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				21
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Виконаємо етап I. Пошук першого опорного плану.

1 Використовуючи метод найменшої вартості, побудуємо перший опорний план транспортної задачі.

Суть методу полягає в тому, що з усієї таблиці вартостей обирають найменшу, і в клітинку, яка їй відповідає, поміщають менше з чисел  $a_i$ , або  $b_j$ .

Потім із розгляду виключають або рядок, що відповідає постачальнику, запаси якого повністю витрачено, або стовпчик, що відповідає споживачеві, потреби якого повністю задоволено, або і рядок, і стовпчик, якщо витрачено запаси постачальника і задоволено потреби споживача.

Із частини таблиці вартостей, що залишилася, знову вибирають найменшу вартість, і процес розподілу запасів продовжують, доки всі запаси не будуть розподілені, а потреби задоволені.

Шуканий елемент дорівнює  $c_{23}=1442$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 12, потреби 17. Оскільки мінімальним є 12, то віднімаємо його.  
 $x_{23} = \min(12,17) = 12$ .

Таблиця 2.4 – Віднімання шуканого елемента

2098	1873	1557	0	34
x	x	<b>1442</b>	x	<b>12 - 12 = 0</b>
2227	2211	1686	0	14
17	16	<b>17 - 12 = 5</b>	10	

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				22
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Шуканий елемент дорівнює  $c_{13}=1557$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 34, потреби 5. Оскільки мінімальним є 5, то віднімаємо його.  
 $x_{13} = \min(34,5) = 5$ .

Таблиця 2.5 – Віднімання шуканого елемента

2098	1873	<b>1557</b>	0	<b>34 - 5 = 29</b>
x	x	1442	x	0
2227	2211	x	0	14
17	16	<b>5 - 5 = 0</b>	10	

Шуканий елемент дорівнює  $c_{12}=1873$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 29, потреби 16. Оскільки мінімальним є 16, то віднімаємо його.  
 $x_{12} = \min(29,16) = 16$ .

Таблиця 2.6 – Віднімання шуканого елемента

2098	<b>1873</b>	1557	0	<b>29 - 16 = 13</b>
x	x	1442	x	0
2227	x	x	0	14
17	<b>16 - 16 = 0</b>	0	10	

Шуканий елемент дорівнює  $c_{11}=2098$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 13, потреби 17. Оскільки мінімальним є 13, то віднімаємо його.

Виконав		Гладков М.А.		<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив		Кузьменко А.І.			23
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

$$x_{11} = \min(13,17) = 13.$$

Таблиця 2.7 – Віднімання шуканого елемента

<b>2098</b>	1873	1557	x	<b>13 - 13 = 0</b>
x	x	1442	x	0
2227	x	x	0	14
<b>17 - 13 = 4</b>	0	0	10	

Шуканий елемент дорівнює  $c_{31}=2227$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 14, потреби 4. Оскільки мінімальним є 4, то віднімаємо його.

$$x_{31} = \min(14,4) = 4.$$

Таблиця 2.8 – Віднімання шуканого елемента

2098	1873	1557	x	0
x	x	1442	x	0
<b>2227</b>	x	x	0	<b>14 - 4 = 10</b>
<b>4 - 4 = 0</b>	0	0	10	

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				24
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



Шуканий елемент дорівнює  $s_{34}=0$ . Для цього елемента запаси дорівнюють 10, потреби 10. Оскільки мінімальним є 10, то віднімаємо його.

$$x_{34} = \min(10,10) = 10.$$

Таблиця 2.9 – Віднімання шуканого елемента

2098	1873	1557	x	0
x	x	1442	x	0
2227	x	x	<b>0</b>	<b>10 - 10 = 0</b>
0	0	0	<b>10 - 10 = 0</b>	

Таблиця 2.10 – Перший опорний план

	B1	B2	B3	B4	Запаси
A1	2098[13]	1873[16]	1557[5]	0	34
A2	1983	1758	1442[12]	0	12
A3	2227[4]	2211	1686	0[10]	14
Потреби	17	16	17	10	

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				25
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У результаті отримано перший опорний план, який є допустимим, оскільки всі вантажі з баз вивезені, потреба споживачів задоволена, а план відповідає системі обмежень транспортної задачі [13].

2. Підрахуємо число зайнятих клітинок таблиці, їх 6, а має бути  $m + n - 1 = 6$ . Отже, опорний план є невиродженим.

Значення цільової функції для цього опорного плану дорівнює:

$$F(x) = 2098 \cdot 13 + 1873 \cdot 16 + 1557 \cdot 5 + 1442 \cdot 12 + 2227 \cdot 4 + 0 \cdot 10 = 91239$$

Виконаємо етап II. Поліпшення опорного плану.

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали  $u_i, v_j$  за зайнятими клітинами таблиці, у яких  $u_i + v_j = c_{ij}$ , вважаючи, що  $u_1 = 0$ .

$$u_1 + v_1 = 2098; 0 + v_1 = 2098; v_1 = 2098$$

$$u_3 + v_1 = 2227; 2098 + u_3 = 2227; u_3 = 129$$

$$u_3 + v_4 = 0; 129 + v_4 = 0; v_4 = -129$$

$$u_1 + v_2 = 1873; 0 + v_2 = 1873; v_2 = 1873$$

$$u_1 + v_3 = 1557; 0 + v_3 = 1557; v_3 = 1557$$

$$u_2 + v_3 = 1442; 1557 + u_2 = 1442; u_2 = -115$$

Таблиця 2.11 – Оптимальний опорний план

	$v_1=2098$	$v_2=1873$	$v_3=1557$	$v_4=-129$
$u_1=0$	2098[13]	1873[16]	1557[5]	0
$u_2=-115$	1983	1758	1442[12]	0
$u_3=129$	2227[4]	2211	1686	0[10]

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				26
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Опорний план є оптимальним, бо всі оцінки вільних клітин задовольняють умову:  $u_i + v_j \leq c_{ij}$ .

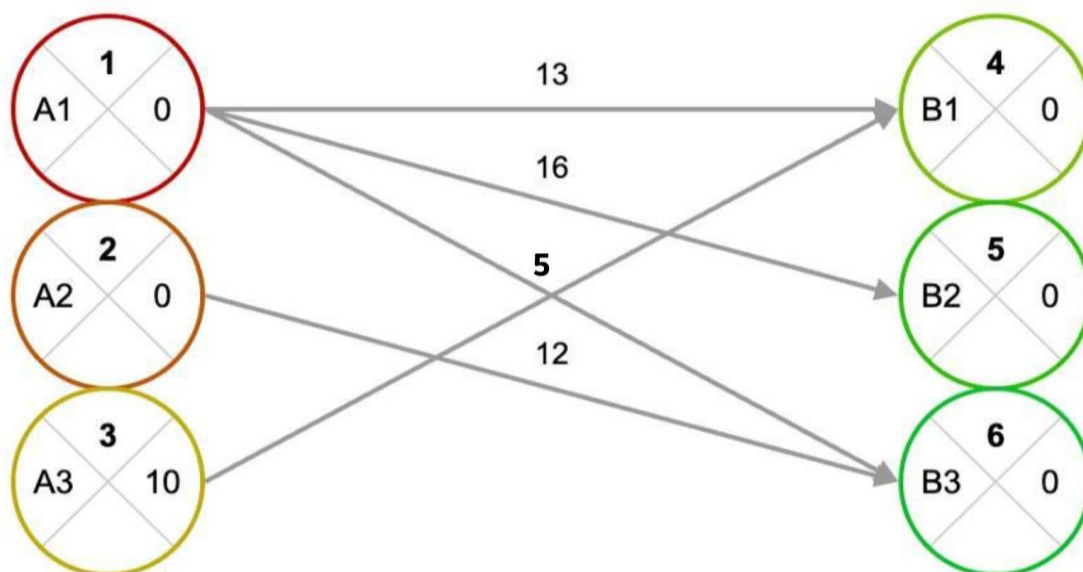


Рисунок 2.1 – Схематичне зображення опорного оптимального плану

Мінімальні витрати складуть:  $F(x) = 2098 \cdot 13 + 1873 \cdot 16 + 1557 \cdot 5 + 1442 \cdot 12 + 2227 \cdot 4 + 0 \cdot 10 = 91239$

Перевіримо оптимальність знайденого плану за першою теоремою двоїстості (в оптимальному розв'язку значення цільових функцій прямого і двоїстих завдань збігаються:  $F = G$ ).

$$G = 0 \cdot 34 - 115 \cdot 12 + 129 \cdot 14 + 2098 \cdot 17 + 1873 \cdot 16 + 1557 \cdot 17 - 129 \cdot 10 = 91239$$

Виконаємо аналіз оптимального плану.

З 1-го складу необхідно вантаж направити до 1-го споживача (13 од.), до 2-го споживача (16 од.), до 3-го споживача (5 од.)

З 2-го складу необхідно весь вантаж направити до 3-го споживача.

З 3-го складу необхідно весь вантаж направити до 1-го споживача.

На 3-му складі залишився незатребуваним вантаж у кількості 10 од.

Оптимальний план є виродженим, оскільки базисна змінна  $x_{34} = 0$ .

Отже, даний розділ був присвячений пошуку оптимального маршруту розвезення вантажу між 3 споживачами та 3 складами.

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				27
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

### 3 МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ РОЗВЕЗЕННЯ ТОВАРУ

#### 3.1 Розробка схеми міжнародного маршруту

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра буде розроблено перевезення машинобудівного обладнання з Італії до України, а саме Болонья – Львів, де вантажовідправником є компанія Cutlite Penta S.p.A [14].

Cutlite Penta S.p.A. – італійська компанія, заснована у 1992 році як підрозділ групи El.En. Group, що спеціалізується на розробці та виробництві високотехнологічних лазерних систем для промислового різання металу та інших матеріалів.

- Рік заснування: 1992
  - Штаб-квартира: Прато, Тоскана, Італія
  - Група: El.En. Group
  - Сфера діяльності: волоконні та CO<sub>2</sub> лазерні системи для різання металу, пластику, дерева та виготовлення штампів (die boards)
  - Кількість працівників: понад 850 у всій групі
  - Виробничі потужності: понад 80 000 м<sup>2</sup>
  - Кількість встановлених машин: понад 5 500 по всьому світу
- Cutlite Penta пропонує широкий спектр лазерних верстатів, зокрема:
- FIBER PLUS: високопродуктивні волоконні лазерні системи з потужністю до 50 кВт, призначені для різання товстих металевих листів.
  - LME: компактні волоконні лазерні верстати з лінійними моторами, що забезпечують високу точність і швидкість різання.
  - TUBE: системи для лазерного різання труб різних форм і розмірів.
  - 3D CUTTING SYSTEMS: п'ятиосьові лазерні системи для тривимірного різання складних форм [14].

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				28
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Компанія також розробляє власне програмне забезпечення, таке як Smart Manager 6 та Smart Composer, для оптимізації процесів різання та управління верстатами.

- Cutlite Penta стала першою компанією в Європі, яка встановила високопотужні лазерні джерела на верстати для різання.
- Компанія активно інвестує в дослідження та розробки, співпрацюючи з провідними виробниками лазерних джерел, такими як IPG Photonics.
- Розробка власних рішень, таких як EVO 3 – автоматизована головка для різання з автофокусом, що забезпечує високу якість та точність обробки [13].

Одним із ключових завдань маршрутизації є підбір маршрутів, що забезпечують максимально ефективне використання пробігу. При цьому беруться до уваги обсяг партії, характер вантажу, вид транспорту, а також місцезнаходження точок завантаження та розвантаження.

Пункт відправлення: Україна, місто Львів.

Пункт призначення: Італія, м. Болонья.

При визначенні маршруту були прийняті до уваги, такі критерії як найменша відстань та мінімальний час маршруту.

Між пунктом відправлення і пунктом призначення є два маршрути:

1. Львів – Будапешт – Любляна – Болонья. Відстань маршруту №1 складає 1480 км

Час, який займає маршрут 16 годин 47 хвилин

2. Львів – Брно – Відень – Болонья. Відстань маршруту №2 складає 1559 км

Час, який займає маршрут 18 годин 15 хвилин.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				29
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

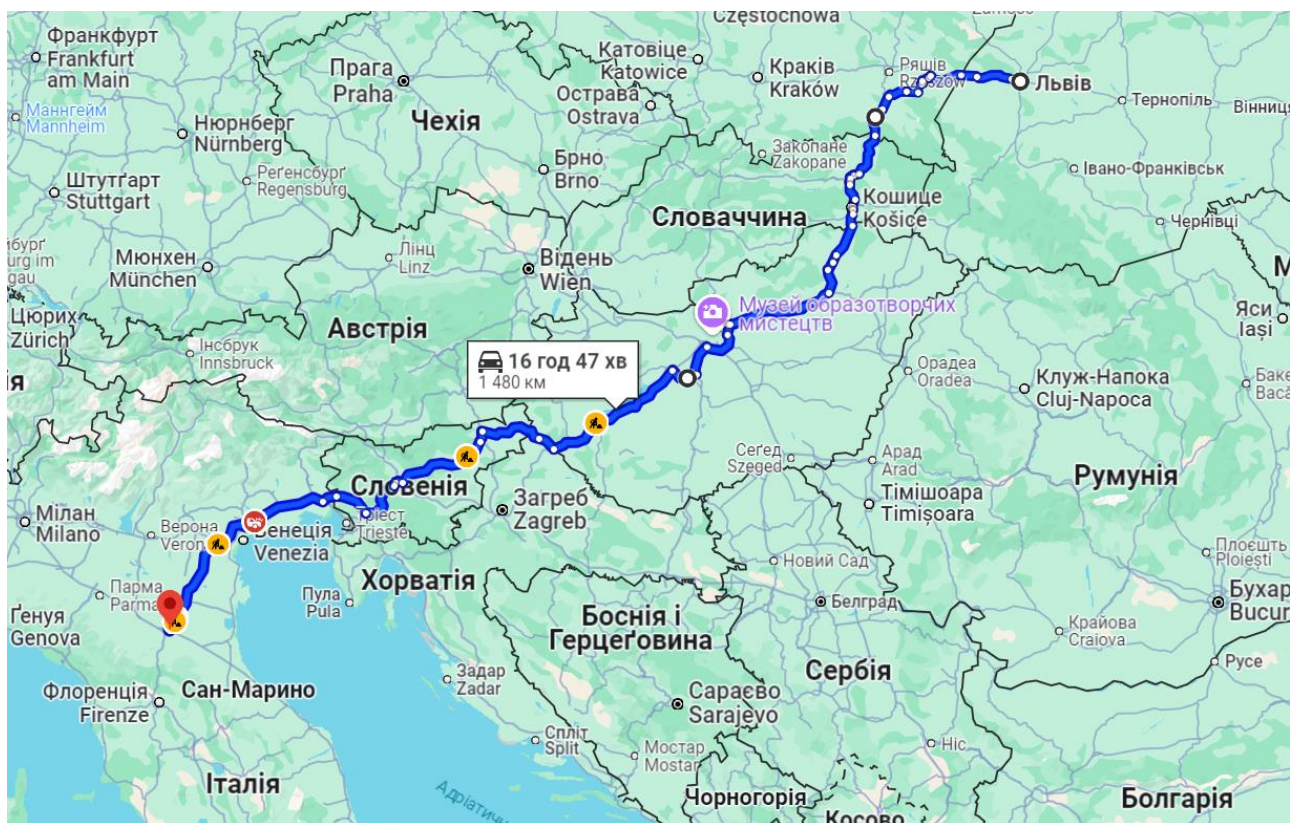


Рисунок 3.1 – Схема маршруту №1 [15]

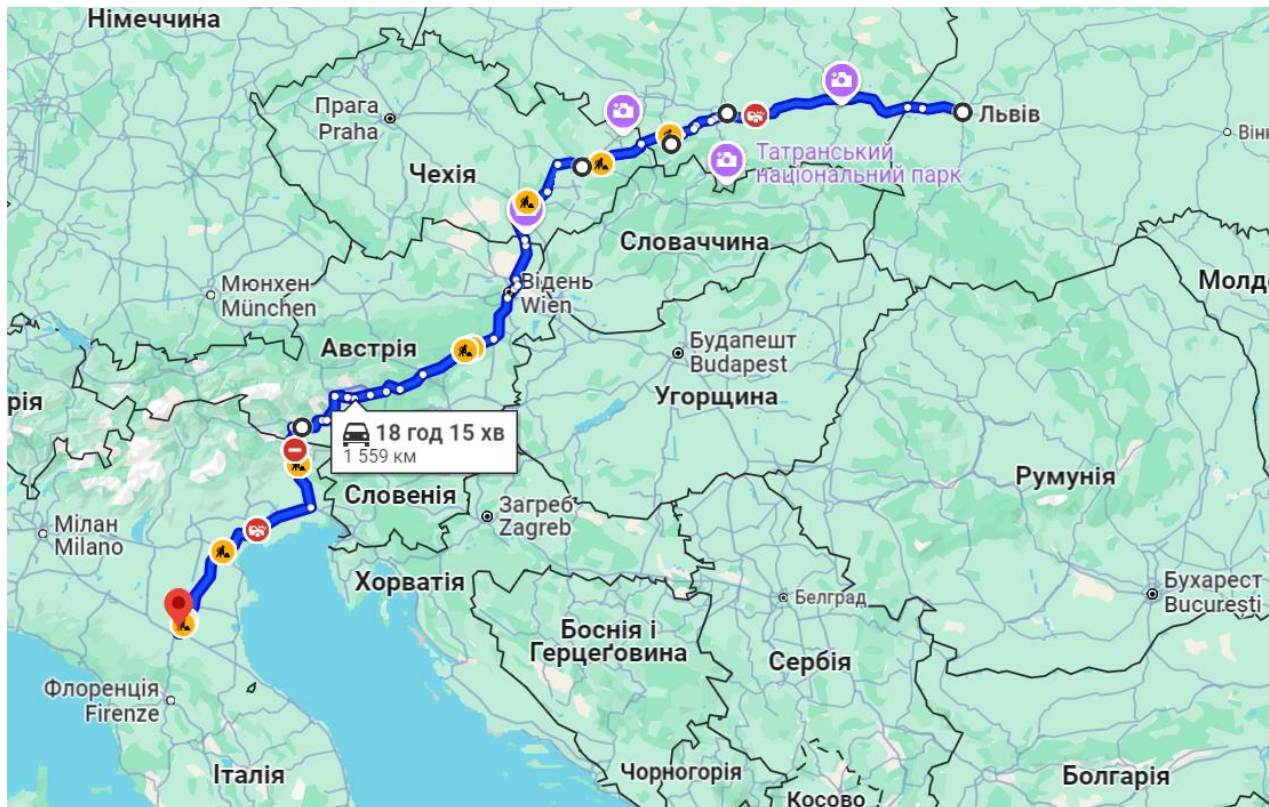


Рисунок 3.2 – Схема маршруту №2 [15]

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				30
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис		Дата

Отже, з вище зазначеного порівняння, можна зробити висновок, що маршрут №1 включає у себе дві характеристики, найменший час та найкоротша відстань (рис. 3.1). Переваги маршруту: мінімальний час на перевезення вантажу, краще дорожнє покриття, відсутність заторів на дорогах, наявність магістралей рівня європейських автомобільних маршрутів категорії б.

Режим роботи водія має враховувати те, що загальна тривалість його робочого часу не повинна перевищувати 40 годин на тиждень: при п'ятиденному робочому тижні — зміна тривалістю 8 годин, при шестиденному — не більше 7 годин на день. Максимальна тривалість однієї зміни становить 13 годин за умови, що час безпосереднього керування транспортом не перевищує 9 годин. У разі міжнародних перевезень допускається збільшення тривалості зміни понад 10 годин, що відображено в таблиці 3.1 [16].

Таблиця 3.1 – Графік руху та режим роботи водія

Час, год, хв.	Тривалість, год, хв.		Пункт знаходження, автошлях	Пробіг, км між пунктами	Технологічна операція
	Операції	Знах. У рейсі			
08:00	00:30	00:30	м. Львів	40	Подача авто на завантаження
08:30	01:00	01:30	м. Львів	0	Завантаження, отримання документів
09:30	04:00	13:30	м. Берегово	250	Рух дорогою М24
13:30	01:00	14:30	м. Берегово		обід та відпочинок
14:30	02:00	16:30	п/п Чоп (Лужанка)	10	митне оформлення на кордоні

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				31
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

## Продовження таблиці 3.1

16:30	04:00	20:30	м. Будапешт	326	Рух дорогою E71
20:30	02:30	23:00	м. Малий Березний	254	Рух до кордону
23:00	01:00	00:00	п/п Летенє (Угорщина)		Перетин кордону
00:00	11:00	11:00	м. Летенє		Сон та відпочинок
11:00	02:30	13:30	м. Любляна	160	Рух дорогою E57
13:30	01:30	15:00	м. Гориція	105	Рух дорогою E57
15:00	02:00	17:00	п/п Гориція (Італія)		Перетин кордону Італії, розмитнення
17:00	03:00	20:00	м. Болонья	325	Рух дорогою E70
20:00	04:00	00:00	м. Болонья	10	Прибуття на місце вивантаження, розвантаження
Всього	40 год			1480	

Отже, загальний час керування рейсу складає 40 годин, з них відведено 18 годин на керування, 12 годин на простій, відпочинок та обід водія і 10 годин на інші технологічні операції. Загальна відстань на маршруті склала 1480 км.

### 3.2 Визначення транспортного засобу для перевезення вантажу

Відповідно до Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом, при перевезенні ЧПУ-верстату, перевізники повинні забезпечити збереження вантажу, що транспортується, не допускаючи його намокання, падіння та вантаж має бути зафіксований [17].

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				32
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



Перевезення вантажу здійснюється тарним способом (дерев'яний ящик) встановлений на палету. Штабелювання вантажу не допустиме через його висоту та за рекомендаціями виробника.

Верстати встановлюються по довжині фури, рівномірно розподіляючи навантаження на осі. Необхідно закріпити вантаж ременями через металеві елементи або спеціальні вушка.

Серед тягачів було вибрано MAN TG 460 A та Mercedes-Benz Actros 1846, їх характеристики були наведені у таблиці. 3.2, а їх зовнішній вигляд – на мал. 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6.



Рисунок 3.3 – Тягач – MAN TG 460 A [18]

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				33
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



Рисунок 3.4 – Тягач – Mercedes-Benz Actros 1846 [19]

Таблиця 3.2. – Порівняльна характеристика автомобілів

Технічна характеристика	MAN	Mercedes-Benz
Модель	TG 460 A	Actros 1846
Тип кузова	Тягач	Тягач
ЕКО/клас	4	4,5
Шини	305/70R22,5	315/80R22,5
Потужність (к.с)	460	456
Двигун	D2876 LF	OM501LA
Об'єм двигуна (см <sup>3</sup> )	12 816	11 946
Витрата палива (л/100 км)	36,7	33
Тара вантажопідйомність (т)	28	28
Тип палива	Дизель	Дизель
Можливе завантаження піддонів	33	33

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				34
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

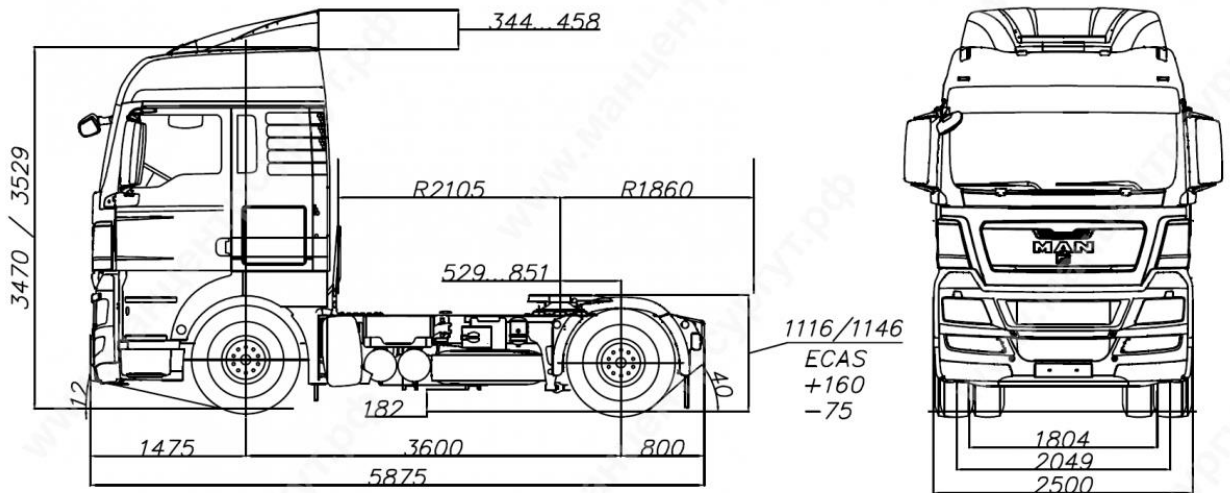


Рисунок 3.5 – Габаритні розміри MAN TG 460 A [18]

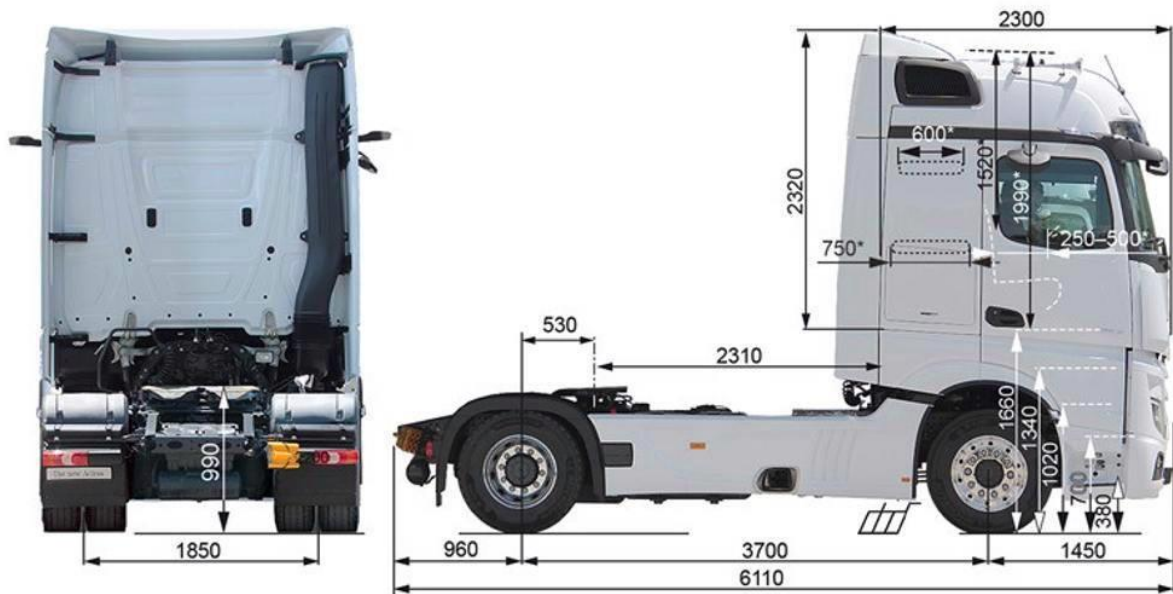


Рисунок 3.6 – Габаритні розміри Mercedes-Benz Actros 1846 [19]

Робимо розрахунки для вибору вантажівки за питомими витратами палива у літрах на 1 км шляху за формулою [13]:

$$q_m = \frac{q_n \cdot H_0}{100 \cdot q_n \cdot \gamma \cdot \beta_c} + \frac{H_e}{100} \quad (3.1)$$

$q_n$  – вантажопід'ємність автомобіля у тоннах;

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				35
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис		Дата

$\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопід'ємності (фактична/номінальна вантажопідйомність);

$H_0$ - основна витрата палива у літрах на 1 км;

$H_e$ - додаткова витрата палива – експлуатаційні витрати палива не пов'язані з перевезенням вантажу (2,5 літра);

$\beta_c$ - коефіцієнт використання пробігу (0,5 години).

Питома витрати палива для першого автомобіля:

$$q_{m1} = \frac{28 \cdot 33}{100 \cdot 28 \cdot 0,89 \cdot 0,5} + \frac{2,5}{100} = 0,7665$$

Питома витрати палива для другого автомобіля:

$$q_{m2} = \frac{28 \cdot 36,7}{100 \cdot 28 \cdot 0,89 \cdot 0,5} + \frac{2,5}{100} = 0,8497$$

Порівнюючи два автомобіля можна зробити висновок, що тягачі мають майже схожі технічні характеристики. Перший автомобіль є більш доступний, ремонтноздатний, особливо для власників з досвідом в обслуговуванні вантажівок. Другий тягач більш дорожчий, він має надійну трансмісію, більше технічних опцій та просунута система круїз-контролю.

Обираємо другий варіант, а саме Mercedes-Benz Actros 1846. Основними перевагами тягача Mercedes-Benz Actros 1846 є потужний та надійний двигун, що забезпечує впевнене пересування навіть з повним навантаженням. Добре продумана система пального та трансмісія приводить до зменшення витрат на пальне, це відповідає нормам Євро 4 та Євро 5.

Невід'ємною частиною переваг є комфорт для водія. Кабіна зі спальним місцем, комфортне крісло, круїз-контроль, кондиціонер, забезпечать зручне керування авто в далеких рейсах.

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				36
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

### 3.3 Розміщення вантажних місць у кузові автомобіля та розробка маркування

ЧПУ-верстат із CO<sub>2</sub>-лазером – це високотехнологічне обладнання, призначене для точного різання, гравіювання та маркування різноманітних матеріалів. У таких лазерах джерелом випромінювання є газова суміш, головним компонентом якої зазвичай виступає вуглекислий газ [14].

Приблизна вага такого обладнання:

Основний верстат (лазерна установка):

- вага може коливатись від 450 до 570 кг, залежно від розміру робочого поля (наприклад, 1000×600 мм або 1400×900 мм) та наявності металевго корпусу.

Охолоджувач CW-5200:

- близько 25–30 кг (без рідини).

Разом орієнтовна загальна вага комплекту – до 600 кг.

Зазвичай для упакування використовується палетна упаковка з дерев'яною обрешіткою, або дерев'яний ящик з амортизацією.

Вантажне місце №1

Назва вантажу: Лазерний верстат CO<sub>2</sub> з охолоджувачем CW-5200

Тип упаковки: Дерев'яний ящик на палеті (1 місце)

Кількість місць: 1

Габарити (Д×Ш×В): 1500 × 1150 × 1600 мм

Брутто-вага: 600 кг

Нето-вага: 560 кг

Об'єм: ~2,37 м<sup>3</sup>

Параметри стандартної фури (єврофура):

Вантажопідйомність: 20–22 т

Внутрішні габарити: ~13,6 м × 2,45 м × 2,7 м

Корисний об'єм: ~90–92 м<sup>3</sup>

Макс. кількість палет (європалет 120×80): 33 шт

Виконав	Гладков М.А.			<b>КРБ 275 05 ПЗ</b>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				37
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Зробимо розрахунок встановлення та розміщення вантажу у причепі.

За об'ємом:

$$V = \frac{92\text{м}^3}{2,37\text{м}^3} \approx 38,8 \text{ ящиків}$$

За вагою:

$$m = \frac{20000 \text{ кг}}{600 \text{ кг}} \approx 33,3 \text{ ящика}$$

За площею фури:

$$S = 13,6 \cdot 2,45 = 33,3 \text{ м}^2$$

Кожна коробка займає:  $1,5\text{м} \cdot 1,15\text{м} \approx 1,90 \text{ м}^2$

$$\frac{33,3}{1,90} \approx 17 \text{ ящиків по площі в один шар}$$

Верстати не рекомендується ставити один на один, та за висотою це буде не можливим, тому виходить 17 ящиків на вантажівку. Зобразимо схематично розміщення коробок у фурі на рисунках 3.5.

Причіп МАЗ-975830, вантажопідйомністю 28 тонн. Важливо зазначити, що при завантаженні було враховано рівномірний розподіл вантажу для стійкості транспортного засобу. При закріпленні вантажу було застосовано ремені, щоб уникнути зсуву вантажу під час повороту та гальмування.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				38
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

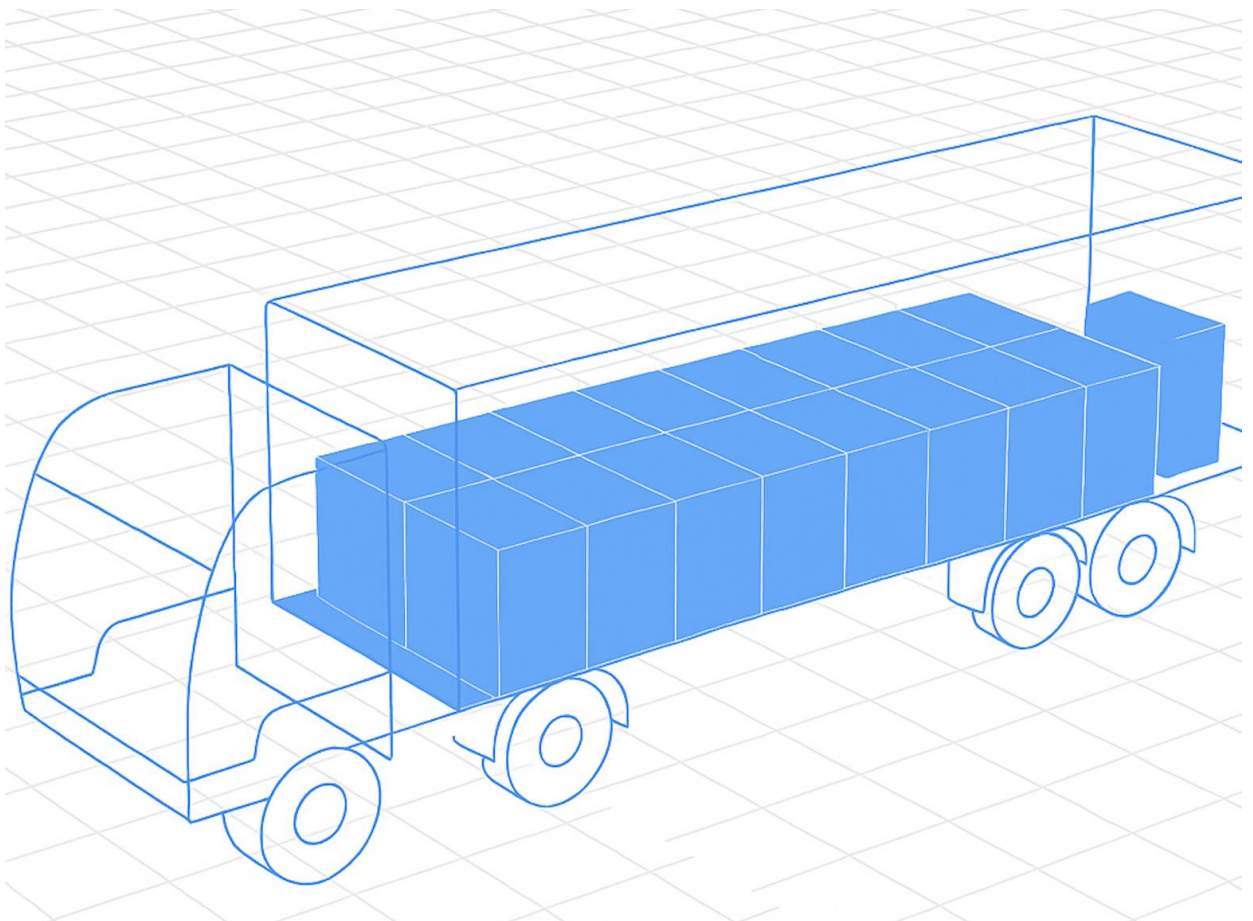


Рисунок 3.7 – Схема розміщення вантажних місць у напівпричипі (вид збоку) [20]

При транспортуванні лазерного версату необхідно врахувати умови зберігання:

- 1) Дотримуватися правильної вертикальної позиції транспортного пакування, для цього використовують знак вертикального транспортування.
- 2) Заборонено штабелювання, через габаритні характеристики та за рекомендацією виробника.
- 4) Вантаж транспортується в коробках, тому потрібно забезпечити укриття від вологи.

Щоб дотриматись цих вимог необхідно нанести маркування вантажу, щоб правильно транспортувати та зберігати вантаж (рис 3.7)

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				39
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

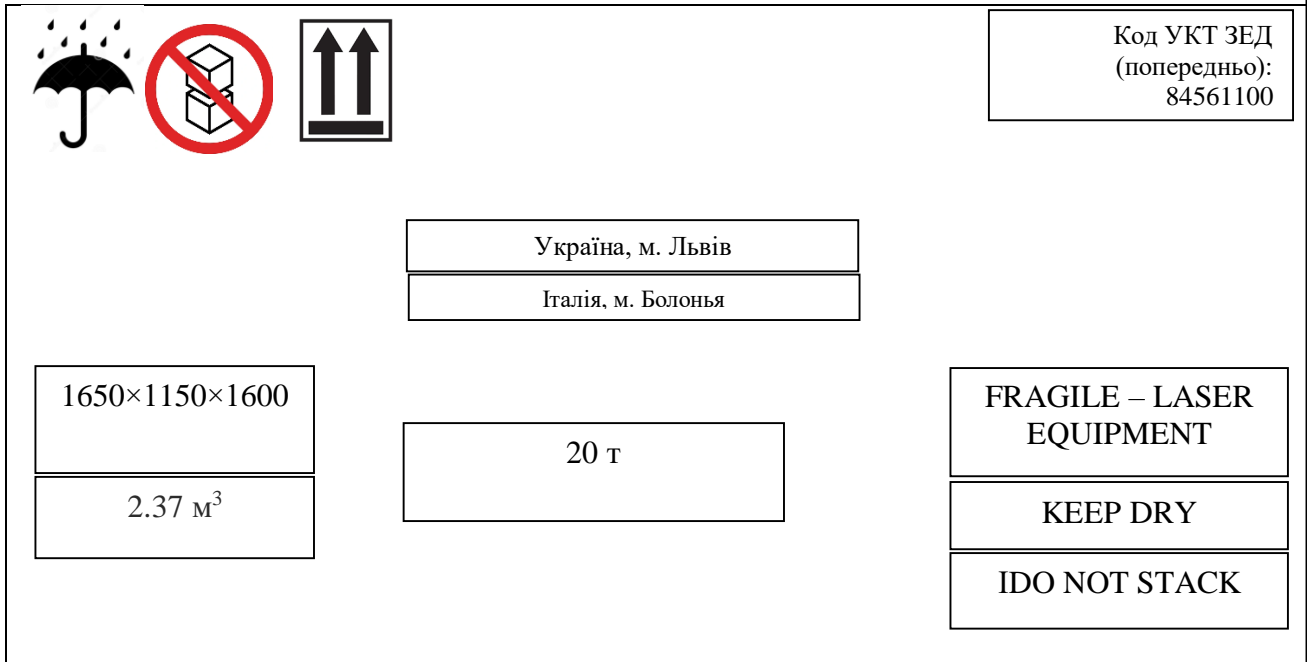


Рисунок 3.8 – Маркування вантажу [Розроблено автором]

Маркування застосовується для того, що надати необхідну додаткову інформацію про вантаж, що стосується транспортування, зберігання тощо. Відповідно до чинного законодавства кожне вантажне місце завчасно повинні мати спеціальне транспортне маркування, щодо вантажу, відповідно до міждержавного стандарту ГОСТ 14192-96 «Маркування вантажів» [21].

У третьому розділі було проведено порівняння двох вантажних транспортних засобів, за результатами якого обґрунтовано доцільність використання тягача Mercedes-Benz Actros 1846. Вибір цієї моделі пояснюється її вищим екологічним класом, а також більш сучасною конструкцією. Автомобіль краще відповідає встановленим вимогам і може безперешкодно експлуатуватися на території країн Європейського Союзу, на відміну від транспортних засобів із нижчим екологічним стандартом.

Також був обраний оптимальний маршрут перевезення Львів (Україна) – Болонья (Італія), загальною протяжністю 1480 км. Маршрут проходить якісними дорогами, що відповідають стандартам ЄС.

Розраховано час обігу автомобіля та побудовано графік руху. З аналізу графіку видно, що навантаження на водія залишається в межах допустимих

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				40
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



норм та відповідає вимогам трудового законодавства. Водій має передбачений час для відпочинку, перерв, а також зобов'язаний здійснювати регулярну перевірку технічного стану транспортного засобу під час рейсу. Загальний час керування рейсу – 40 годин, з них відведено 18 годин на керування, 12 годин на простій, відпочинок та обід водія і 10 годин – інші технологічні операції. Загальна відстань на маршруті склала 1480 км. Було розроблене маркування згідно вимог перевезення лазерних верстатів, з урахуванням особливості пакування та рекомендацій виробника.

Отже, у даному розділі було розроблено графік руху та режим роботи водія для перевезення вантажу. Загальний час маршруту становить 55 годин, з яких 26 годин витрачено безпосередньо на рух транспорту. На відпочинок, обід та сон між змінами припадає 28 годин. Решту часу займають допоміжні операції, такі як завантаження, митне оформлення та розмитнення. Це свідчить про раціональне планування перевезення з урахуванням необхідних технологічних пауз.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				41
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

#### 4 РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ЗАПРОПОНОВАНОГО МАРШРУТУ

Фонд заробітної плати одного водія складає [12]:

$$\text{ФЗП} = T \cdot C \cdot \text{КД} \quad (4.1)$$

де  $T$  – години роботи (згідно попередніх розрахунків);

$C$  – погодинна тарифна ставка, грн (приймаємо 170 грн);

$\text{КД}$  – інтегральний коефіцієнт доплат і надбавок до основної заробітної плати ( $\text{КД} = 1,5$ ).

$$\text{ФЗП} = 40 \cdot 170 \cdot 1,5 = 10200 \text{ грн.}$$

1. Відрахування по оплаті праці :

$$\text{Ссз} = \text{ФЗП} \cdot \text{Нсз}/100 \quad (4.2)$$

де  $\text{Нсз}$  – норматив відрахувань по оплаті праці.

$$\text{Ссз} = 10200 \cdot 0,53 = 5406 \text{ грн.}$$

Збір на єдиний соціальний внесок складає 22%. Прибутковий податок – 15%. Збір на обов'язкове соціальне страхування від нещасного випадку – 14,5%. Військовий збір – 1,5%. Таким чином, норматив відрахувань по оплаті праці складатиме 53%.

2. Витрати на автомобільне паливо:

$$\text{Сп} = (\text{НЛan}/100 \cdot L + \text{Нw}/100 \cdot W) \cdot \text{Цл} \quad (4.3)$$

$$\text{Сп} = (0,41 \cdot (1480) + 0,013 \cdot 19536) \cdot 70 = 60198 \text{ (грн.)}$$

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				42
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

де,  $C_d$  – ціна одного літра пального;  
 $L$  – загальний пробіг за період у км згідно визначеного маршруту;  
 $N_{L_{ан}}$  – лінійна базова норма витрат палива на 100 км пробігу автомобіля  
(23л);

$N_w$  – додаткова питома норма витрати палива на 100 ткм(приймається 1,3 л/100км).

$W$  –транспортна робота (т-км), яка визначається:

$$W = q \cdot \gamma \cdot L_v = 22 * 0,6 * 1480 = 19536 \text{ т} * \text{км} \quad (4.4)$$

де  $L_v$  – пробіг автомобіля з вантажем, км;

$q$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  – коефіцієнт завантаження (0,5-0,9).

Для спрощення рахунків приймаємо загальну ціну за бензин як середню між ціною в Україні – 70 грн.

Результати розрахунків витрат палива представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати палива

Відстань,км	Вага вантажу, т	Транспортна робота, т*км	Витрати на пальне, грн
1480	10200	19536	60198

### 3. Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали.

$$C_{мас} = C_p * U_{мас}/100 \quad (4.5)$$

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

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				43
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

$$C_{\text{мас}} = 60198 * 0,15 = 9029 \text{ грн.}$$

4. Витрати на сервісне обслуговування:

$$C_{\text{то}} = \frac{C\$}{100000} * L_{\text{м}}, \$ \quad (4.6)$$

де C\$ - витрати на сервісне технічне обслуговування автомобіля, \$ ;

L<sub>м</sub> – довжина обігового рейсу, км.

$$C_{\text{то}} = \frac{5000}{100000} * 1480 = 74(\text{дол.}) \text{ або } 3071 \text{ грн}$$

6. Витрати на автомобільні шини.

$$C_{\text{ш}} = \frac{L_{\text{м}}}{1000} * \frac{N_{\text{ш}}}{100} * C_{\text{ш}} * n_{\text{ш}}, \text{ грн.} \quad (4.7)$$

де N<sub>ш</sub> – норматив відрахувань на відновлення шин, у відсотках від балансової вартості шин (1,89%);

C<sub>ш</sub> – ціна однієї шини, (5000 грн);

n<sub>ш</sub> – кількість шин (без запасної), встановлених на одиниці рухомого складу.

$$C_{\text{ш}} = 1480/1000 * 1,89/100 * 5000 * 4 = 560 \text{ (грн.)}$$

7. Амортизація рухомого складу:

$$A = C_{\text{авт}}/T, \text{ грн.,} \quad (4.8)$$

де C<sub>авт</sub> – ціна одного автомобіля (приймається 1.500.000 грн.);

T – строк корисного використання (10 років).

$$A_{\text{річн}} = 1500000/10 = 150000 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{доб}} = 150000/365 = 411 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{оберт}} = A_{\text{доб}} * T_{\text{об}}, \text{ грн} \quad (4.9)$$

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				44
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

де  $T_{об}$  – часобігового рейсу (приймаємо за 1,7 доби).

$$\text{Аоберт} = 411 * 1,7 = 699 \text{ (грн.)}$$

7. Витрати пов'язані з виконанням міжнародних дорожніх перевезень. Витрати, пов'язані з оформленням обігового рейсу при міжнародних дорожніх перевезеннях, у даній роботі показані в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Міжнародні витрати

Книжка МДП	250 грн
Страховий збір	70 грн на 1 карнет + 800 грн (2 місяця)
Шляховий збір	3600 грн
Екологічний збір	800 грн
Миття автомобіля	2400 грн
Всього	7920 грн.

8. Загальногосподарські витрати:

$$\text{Сгосп} = (\text{ФЗП} + \text{Ссз} + \text{Сп} + \text{Смас} + \text{Сш} + \text{Сто} + \text{А} + \text{Ср}) * \text{Угосп}/100 \quad (4.10)$$

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

$$\begin{aligned} \text{Сгосп} &= (\text{ФЗП} + \text{Ссз} + \text{Сп} + \text{Смас} + \text{Сш} + \text{Сто} + \text{А} + \text{Ср}) * \text{Угосп}/100 \\ &= 183186 * 15 / 100 = 27478 \text{ (грн.)}. \end{aligned}$$

Усі витрати перераховані і зведені в таблицю 4.3

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				45
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Таблиця 4.3 – Статті витрати обраного маршруту

№ з/п	Статті витрати	Значення , грн.
1	Оплата праці водіїв	10200
2	Відрахування по оплаті праці	5406
3	Витрати на автомобільне паливо	60198
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	9029
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	3071
6	Витрати на автомобільні шини	560
7	Амортизація рухомого складу	699
8	Витрати , пов'язані з виконанням міжнародних перевезень	7920
9	Загальногосподарські витрати	14562
	Загальні витрати	97083

9. Собівартість 1 км пробігу.

$$S_{1\text{км}} = C/L_m \quad (4.11)$$

де С – загальні витрати на експлуатацію.

$$S_{1\text{км}} = 97083/1480 = 66 \text{ (грн.)}$$

10. Собівартість  $1_{\text{Т-км}}$  пробігу.

$$S_{1\text{Т-км}} = S_{1\text{км}}/q_{\gamma\beta} \quad (4.12)$$

$$S_{1\text{Т-км}} = 66/(22 * 0,6 * 0,5) = 10 \text{ (грн.)}$$

11. Розрахункові тарифи на  $1_{\text{км}}$  та  $1_{\text{Т-км}}$  транспортної роботи визначаються відповідно за формулами:

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				46
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

$$T_{км} = S1_{км} * (1 + Нп/100) * (1 + Нпдв/100), \quad (4.13)$$

$$Tт * км = S1_{км} * (1 + Нп/100) * (1 + Нпдв/100), \quad (4.14)$$

де  $H_{п}$  ,  $H_{пдв}$  – відповідно норма витрат та ставка податку на доданувартість, % (приймається відповідно 15 и 20 %).

$$T_{км} = 66 * 1,15 * 1,2 = 91 \text{ (грн.)}$$

$$Tт * км = 10 * 1,15 * 1,2 = 13,8 \text{ (грн.)}$$

Отже, загальна вартість для маршруту відстанню 1480 км складає 97083 грн, а час доставки при нормальній роботі кордонів 40 годин.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				47
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра було досліджено актуальне питання з організації вантажного перевезення машинобудівного обладнання з Італії до України в умовах воєнного стану, а також розробці оптимального маршруту розвезення вантажу між одержувачами на основі транспортної задачі.

Робота складається з 4-ох розділів. У першому розділі було проаналізовано статистичні дані щодо вантажних перевезень обладнання з Італії до України.

Проведений аналіз сучасного стану міжнародних вантажних перевезень машинобудівного обладнання до України свідчить про стратегічну важливість цієї товарної категорії для національної економіки. Основними постачальниками залишаються країни Європейського Союзу — Німеччина, Італія, Польща та Франція.

Попри зовнішні виклики, зокрема пандемію COVID-19 та повномасштабну війну, ринок демонструє тенденцію до відновлення та зростання, особливо в оборонно-промисловому комплексі.

Статистичні дані за 2020–2022 роки показують коливання обсягів імпорту під впливом глобальних і регіональних факторів. Значне падіння імпорту у 2022 році (–42,6%) стало наслідком порушення логістичних ланцюгів, блокування портів, пошкодження інфраструктури та зростання вартості перевезень.

У 2024–2025 роках зафіксовано зростання попиту на металопродукцію та верстати для машинобудування, що зумовлено модернізацією підприємств і державною підтримкою виробництва. При цьому зберігається значна залежність від імпорту, зокрема з Італії, яка за лютий 2025 року забезпечила понад 50% ваги завезеного машинобудівного обладнання.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				48
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата



Таким чином, подальше зміцнення логістичних маршрутів, зниження транспортних витрат, розвиток внутрішнього виробництва та посилення міжнародної співпраці є ключовими чинниками для стабільного розвитку ринку машинобудівного обладнання в Україні.

Другий розділ був присвячений огляду дослідження у сфері транспортної задачі. Транспортна задача – оптимізаційна задача лінійного програмування для мінімізації витрат на перевезення вантажу. Її мета полягає у тому, щоб визначити оптимальний розподіл вантажів між постачальниками і споживачами при мінімальних транспортних витратах.

1. Вхідні дані
  - Обсяги вантажу в пунктах відправлення;
  - Потреби у пунктах призначення;
  - Вартість перевезення між пунктами.
2. Застосування в логістиці:
  - Планування поставок;
  - Оптимізація маршруту;
  - Зниження логістичних витрат.

Як результат було встановлено, що оптимальним планом є наступний:

З 1-го складу необхідно вантаж направити до 1-го споживача (13 од.), до 2-го споживача (16 од.), до 3-го споживача (5 од.)

З 2-го складу необхідно весь вантаж направити до 3-го споживача.

З 3-го складу необхідно весь вантаж направити до 1-го споживача.

На 3-му складі залишився незатребуваним вантаж у кількості 10 од.

У третьому розділі була увага присвячена розробці міжнародного маршруту Болонья-Львів. У даному розділі побудовано маршрут розвезення обладнання на основі транспортної задачі, що забезпечує мінімізацію витрат на перевезення. Розроблено маркування вантажу відповідно до міжнародних стандартів, що сприяє ідентифікації і збереженню продукції.

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів	Кузьменко А.І.				49
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

У четвертому розділі було проведено розрахунок техніко-економічних показників, включаючи витрати на паливо, оплату праці та супутні витрати. Отримані результати свідчать про ефективність обраного логістичного рішення, що дозволяє забезпечити своєчасне та безпечне постачання обладнання кінцевому споживачу. Отже, загальна вартість для маршруту відстанню 1480 км складає 97083 грн, а час доставки при нормальній роботі кордонів 40 годин.

Виконав		Гладков М.А.		<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірів		Кузьменко А.І.			50
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна митна служба України: веб-сайт. URL: <https://customs.gov.ua/> (дата звернення 15.03.2024)

2. Лазерні різальні верстати и: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?sca\\_esv=4e34229536f2650b&sxsrf=AE3TifOsGAegGWYRhgeyvC9UtJWfkIVyWg:1748603441617&q=%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96+%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96+%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8&udm=2&fbs=AIjпHyXXa-jR7m04g-bjvdj4k5-9STjQ1x0ouqRWQhbG4Qbe1z1TG963yBpfCnK7zd4aRISM6uVcYO8uOK\\_TKkHZrO0D71zrq3jYDwTP4j5WKByWPZ13O5r3OrvJJIJ0Pj5MRXK3Xs5WHUiP\\_gb08kvv6i4ZKHP8CSxLI3hxVO1w6SZ2Q\\_jiqLQJtNUgo54i3xBuCEs8ouCqe\\_CGrl-BZ6NTmVdRSrN1mOfLPjKvCzoYimP9giZMjFJzoxJdDYeqFGOmrEBOM9C1uOnC6hYcwiyBRsnFXWtGg&sa=X&ved=2ahUKEwiAjPa3h8uNAxVggv0HHZSlFuQQtKgLegQIDxAB&biw=1470&bih=831&dpr=2#vhid=iTMi00p3XnG-5M&vssid=mosaic](https://www.google.com/search?sca_esv=4e34229536f2650b&sxsrf=AE3TifOsGAegGWYRhgeyvC9UtJWfkIVyWg:1748603441617&q=%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96+%D1%80%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96+%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8&udm=2&fbs=AIjпHyXXa-jR7m04g-bjvdj4k5-9STjQ1x0ouqRWQhbG4Qbe1z1TG963yBpfCnK7zd4aRISM6uVcYO8uOK_TKkHZrO0D71zrq3jYDwTP4j5WKByWPZ13O5r3OrvJJIJ0Pj5MRXK3Xs5WHUiP_gb08kvv6i4ZKHP8CSxLI3hxVO1w6SZ2Q_jiqLQJtNUgo54i3xBuCEs8ouCqe_CGrl-BZ6NTmVdRSrN1mOfLPjKvCzoYimP9giZMjFJzoxJdDYeqFGOmrEBOM9C1uOnC6hYcwiyBRsnFXWtGg&sa=X&ved=2ahUKEwiAjPa3h8uNAxVggv0HHZSlFuQQtKgLegQIDxAB&biw=1470&bih=831&dpr=2#vhid=iTMi00p3XnG-5M&vssid=mosaic) (дата звернення 15.03.2024)

3. Державна служба статистики України.: веб-сайт. URL: <https://stat.gov.ua/>

4. Інститут економіки та прогнозування НАН України.: веб-сайт. URL: [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/46469/2/GEJ\\_2024v89n4\\_Don\\_O-](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/46469/2/GEJ_2024v89n4_Don_O-PA)

5. Галицький економічний вісник, № 4 (89), 2024: веб-сайт. URL: <https://www.galicyan.com.ua/>

6. Інституційний репозитарій ТНТУ імені Івана Пулюя: веб-сайт. URL: <https://www.tntu.edu.ua/>

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				51
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

Analysis\_of\_the\_product\_structure\_190-201.pdf?utm\_source=chatgpt.com" \t

"

7. Український ринок металопродукції для машинобудування зріс на 5-30% у 2024 році: веб-сайт. URL: <https://gmk.center/opinion/ukrainskij-rynok-h>

h

8. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. Київ: Слово, 2009. 272 с.

k

9. Вільковський Є.К., О.О. Бакуліч Вантажознавство: Підручник. Львів: «Інтелект-Захід», 2005. 222 с.

l

10. Калініченко О.П. Організація перевезень вантажів [Конспект лекцій]: /О.П.Калініченко- Харків: 2006.110с.

р

11. Коваленко В.М., Щуріхін В.К., Машика Н. Б. Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - Київ: Літера ЛТД, 2006. 304 с.

р

12. Кунда Н.Т. Організація міжнародних перевезень: Підручник. Київ: Слово, 2010. 464 с.

u

13. Маліченко В.І. Автомобільні перевезення: [Методичні рекомендації та навчальний матеріал] / В.І.Маліченко - Рівне 2013.144с.

т

14. С

и

15. Гугл карти: веб-сайт. URL: <https://www.google.com.ua/maps> (дата звернення 18.02.2025)

и

16. Правила тривалості водіння і відпочинку: веб-сайт. URL: <https://www.ela.europa.eu/sites/default/files/2023->

е

т

д

о

а

с

і

д

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

н

а

Виконав	Гладков М.А.			КРБ 275 05 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				52
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

20. Goodloading.: веб-сайт. URL: <https://www.goodloading.com> (дата звернення 02.11.2023)

21. Маркування вантажів: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2&oq=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEwNjVqMGoxNagCCLACAfEFb4E9jc](https://www.google.com/search?q=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2&oq=%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%96%D0%B2&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTEwNjVqMGoxNagCCLACAfEFb4E9jc)

К  
4  
D  
R  
o  
&  
s  
o  
u  
r  
c  
e  
i  
d  
=  
c  
h  
r  
o  
m  
e

Виконав	Гладков М.А.			<i>КРБ 275 05 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				53
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис		Дата

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

**ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА  
на тему:  
«ПРОЄКТУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
МАШИНОБУДІВНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА НАПРЯМОМ  
ІТАЛІЯ-УКРАЇНА В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ»**

**студента групи Т21-1  
ГЛАДКОВА МИКИТИ АНДРІЙОВИЧА**

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

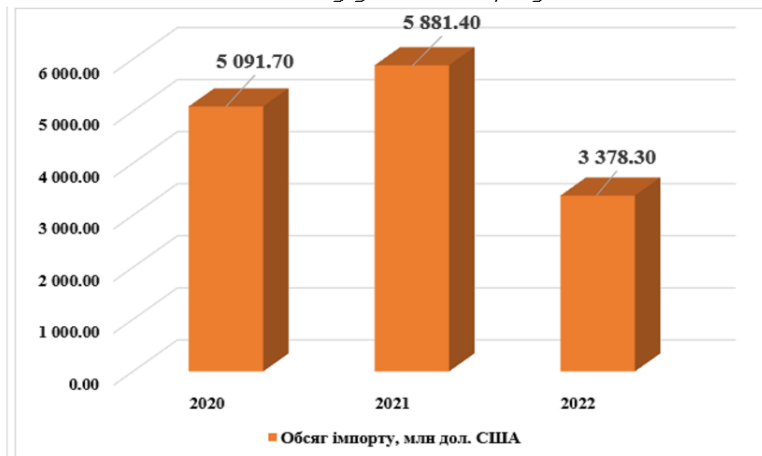
Керівник дипломного проекту  
бакалавра:  
Завідувач кафедри транспортних  
технологій та міжнародної логістики,  
кандидат технічних наук, доцент  
**Кузьменко Альбіна Ігорівна**

---

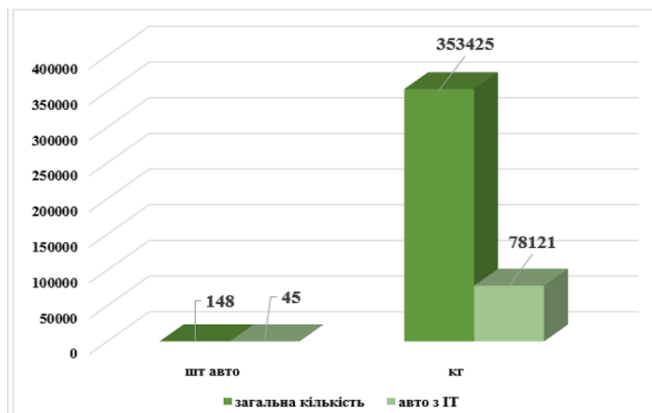
Графічний аркуш №01

# АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МАШИНОБУДІВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДО УКРАЇНИ

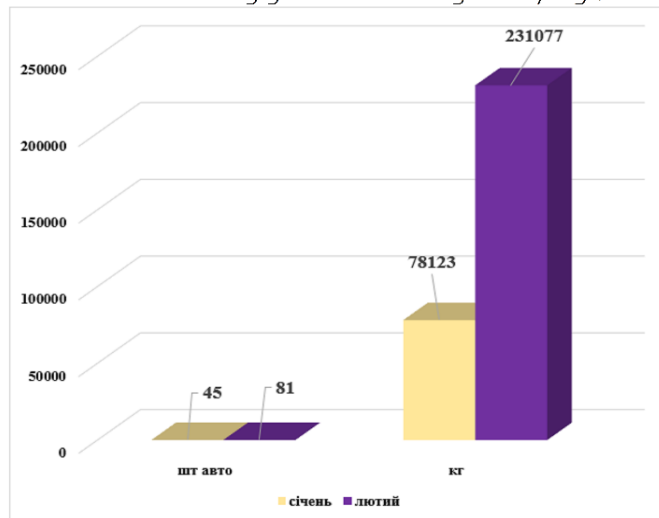
Кількість завезеного вантажу у січні 2025 року



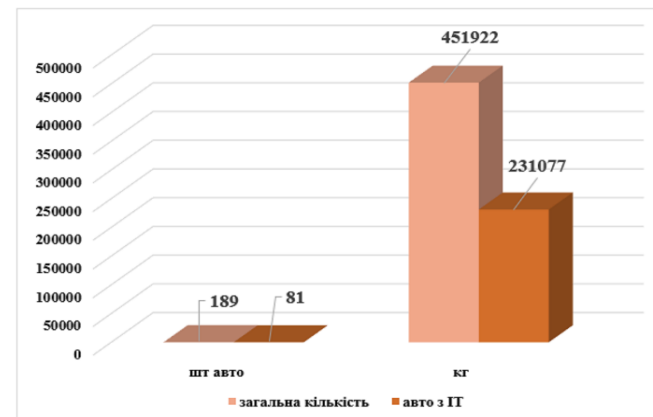
Кількість завезеного вантажу у січні 2025 року I



Кількість завезеного вантажу у січні та лютому 2025 року (з Італії)



Кількість завезеного вантажу (загальна кількість) у січні та лютому 2025 року



Завантажено: 10.01.2025 10:00:00  
 Створено: 10.01.2025 10:00:00  
 Версія: 1.0  
 Автор: [немає]

КРБ 275 05 ГЧ				Лист	11
Дата звіту	Квартал	Рік	Вид	Розроблено	11
10.01.2025	1 квартал 2025	2025	Аналітичний	11	
Група	Служба	Департамент	Ділянка	11	
УМНС	ІТ	ІТ	ІТ	11	
УМНС	ІТ	ІТ	ІТ	11	

Графічний аркуш №2

# РОЗРОБКА МАРШРУТІВ РОЗВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ СПОЖИВАЧАМ НА ПІДСТАВІ МЕТОДІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ

Відстань між складами та отримувачами, кількість запасів та потреб

	1 Київ	2 Вінниця	3 Львів	Запаси, шт
1 Флоренція	2098	1873	1557	34
2 Болонья	1983	1758	1442	12
3 Турин	2227	2211	1686	14
Потреби, шт	17	16	17	

Математична модель транспортної задачі:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij},$$

за умов:

$$\sum x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n,$$

$$x_{ij} \geq 0$$

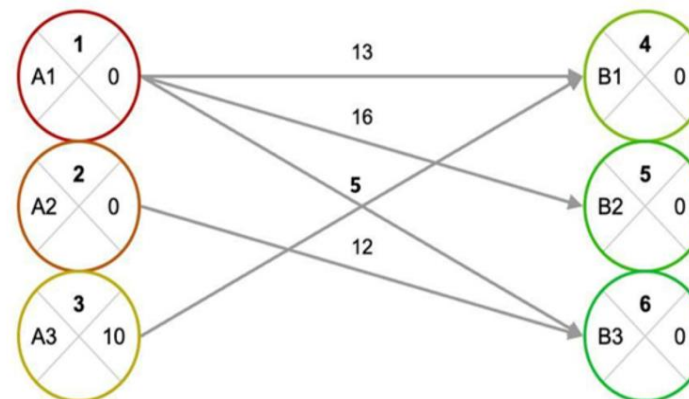
Матриця тарифів

	B1	B2	B3	Запаси
A1	2098	1873	1557	34
A2	1983	1758	1442	12
A3	2227	2211	1686	14
Потреби	17	16	17	

Оптимальний опорний план

	$v_1=2098$	$v_2=1873$	$v_3=1557$	$v_4=-129$
$u_1=0$	2098[13]	1873[16]	1557[5]	0
$u_2=-115$	1983	1758	1442[12]	0
$u_3=129$	2227[4]	2211	1686	0[10]

Схематичне зображення опорного оптимального плану



КРБ 275 05 ГЧ

				КРБ 275 05 ГЧ			
№ п/п	Ім'я	П.І.Ф.	Група	Результативне виконання завдання	Дата	Підпис	Інформація
1				Розроблено алгоритми перевезення вантажів з урахуванням обмежень за ресурсами			11
2				Визначено оптимальний маршрут перевезення вантажів з урахуванням обмежень за ресурсами			7
				УМФ, гр. Т21-1			



Графічний аркуш №3

# МОДЕЛЮВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МАРШРУТУ РОЗВЕЗЕННЯ ТОВАРУ

Схема маршруту №1

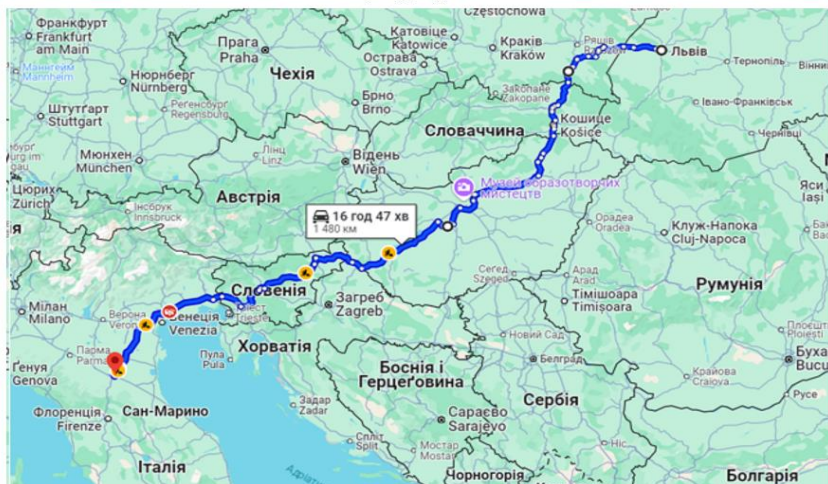
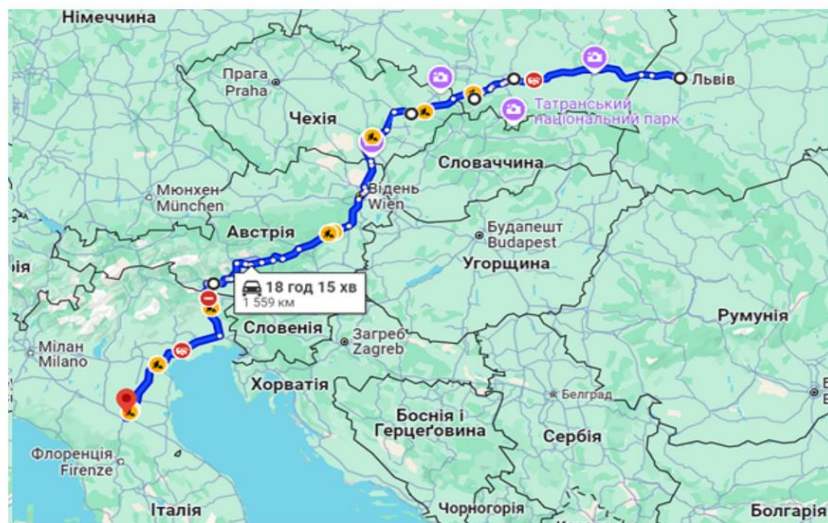


Схема маршруту №2



Графік руху та режим роботи водія

Час, год.	Тривалість, год, хв.		Пункт знаходження, автошлях	Пробіг, км між пунктами	Технологічна операція
	Операції	Знах. У рейсі			
08:00	00:30	00:30	м. Львів	40	Подача авто на завантаження
08:30	01:00	01:30	м. Львів	0	Завантаження, отримання документів
09:30	04:00	13:30	м. Берегово	250	Рух дорогою М24
13:30	01:00	14:30	м. Берегово		обд та відпочинок
14:30	02:00	16:30	п/п Чоп (Лужанка)	10	митне оформлення на кордоні
16:30	04:00	20:30	м. Будапешт	326	Рух дорогою E71
20:30	02:30	23:00	м. Малпії Березиній	254	Рух до кордону
23:00	01:00	00:00	п/п Летецьє (Угорщина)		Перетин кордону
00:00	11:00	11:00	м. Летецьє		Сон та відпочинок
11:00	02:30	13:30	м. Любляна	160	Рух дорогою E57
13:30	01:30	15:00	м. Горіція	105	Рух дорогою E57
15:00	02:00	17:00	п/п Горіція (Італія)		Перетин кордону Італії, розмитнення
17:00	03:00	20:00	м. Болонья	325	Рух дорогою E70
20:00	04:00	00:00	м. Болонья	10	Прибуття на місце вивантаження, розвантаження
Всього	40 год			1480	

Статті витрати обраного маршруту

№ з/п	Статті витрати	Значення, грн.
1	Оплата праці водія	10200
2	Відрахування по оплаті праці	5406
3	Витрати на автомобільне паливо	60198
4	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	9029
5	Витрати на сервісне технічне обслуговування	3071
6	Витрати на автомобільні шини	560
7	Амортизація рухомого складу	699
8	Витрати, пов'язані з виконанням міжнародних перевезень	7920
9	Завислі неоскаржені витрати	14562
	Загальні витрати	97083

Міжнародні витрати

Книжка МДП	250 грн
Страховий збір	70 грн на 1 карнет + 800 грн (2 місяця)
Шляховий збір	3600 грн
Екологічний збір	800 грн
Миття автомобіля	2400 грн
<b>Всього</b>	<b>7920 грн.</b>

Лист 11  
Лист 12  
Лист 13  
Лист 14  
Лист 15  
Лист 16  
Лист 17  
Лист 18  
Лист 19  
Лист 20

				КРБ 275 05 ГЧ			
№ з/п	Вид витрати	Лист	Колонка	Вид витрати	Лист	Колонка	Вид витрати
1	Витрати на автомобільне паливо	1	1	Витрати на автомобільне паливо	1	1	11
2	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	1	1	Витрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	1	1	1
3	Витрати на сервісне технічне обслуговування	1	1	Витрати на сервісне технічне обслуговування	1	1	1
4	Витрати на автомобільні шини	1	1	Витрати на автомобільні шини	1	1	1
5	Витрати на експлуатацію автомобіля	1	1	Витрати на експлуатацію автомобіля	1	1	1
6	Витрати на амортизацію рухомого складу	1	1	Витрати на амортизацію рухомого складу	1	1	1
7	Витрати на зарплату водія	1	1	Витрати на зарплату водія	1	1	1
8	Витрати на зарплату помічника водія	1	1	Витрати на зарплату помічника водія	1	1	1
9	Витрати на зарплату інших працівників	1	1	Витрати на зарплату інших працівників	1	1	1
10	Витрати на зарплату інших працівників	1	1	Витрати на зарплату інших працівників	1	1	1

УМФ, зр. Т21-1

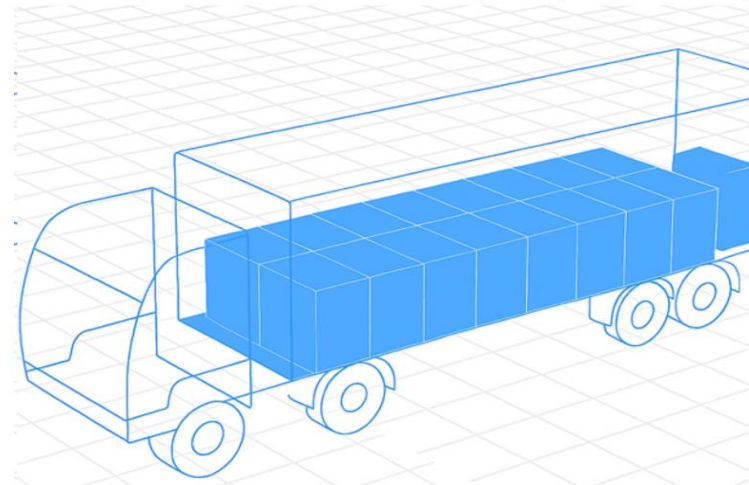
Графічний аркуш №4

# ВИБІР ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ

Порівняльна характеристика автомобілів

Технічна характеристика	MAN	Mercedes-Benz
Модель	TG 460 A	Actors 1846
Тип кузова	Тягач	Тягач
ЕКО/клас	4	4,5
Шини	305/70R22,5	315/80R22,5
Потужність (к.с)	460	456
Двигун	D2876 LF	OM501LA
Об'єм двигуна (см³)	12 816	11 946
Витрата палива (л/100 км)	36,7	33
Тара вантажопідйомність (т)	28	28
Тип палива	Дизель	Дизель
Можливе завантаження піддонів	33	33

Схема розміщення вантажних місць у напівпричепі (вид збоку)



Маркування вантажу

Код УКТ ЗЕД  
(попередньо):  
84561100

Україна, м. Львів

Італія, м. Болонья

1650×1150×1600

20 т

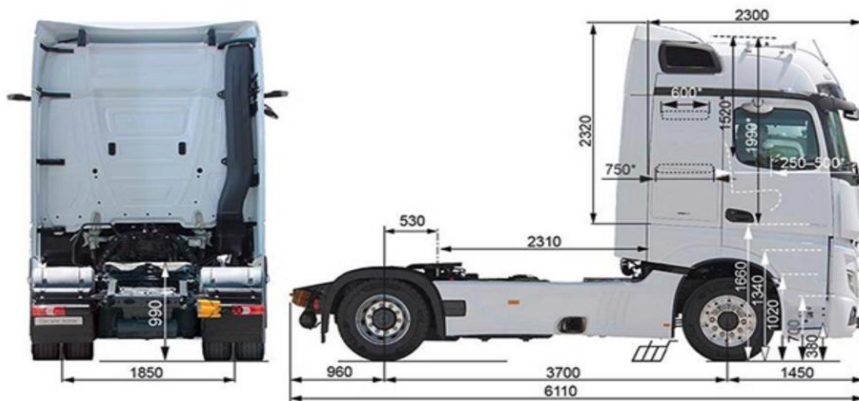
FRAGILE – LASER  
EQUIPMENT

2,37 м³

KEEP DRY

DO NOT STACK

Габаритні розміри Mercedes-Benz Actors 1846



КРБ 275 05 ГЧ			
Вид вантажу	Класифікація	Код	Класифікація
Вантаж	Лазерні прилади	8456	1100
Група	Спеціальні АБ		71
Класифікація	Вантажні АБ		1
Класифікація	Спеціальні АБ		
Класифікація	Лазерні АБ		

УМСФ, зр. Т21-1