

**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 МАГІСТРА
на тему:
«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО
ОБЛАДНАННЯ З ІТАЛІЇ ДО УКРАЇНИ»**

Виконав: студент групи Т23-1м
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Дмитренко Єгор Володимирович

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

Рецензент _____
(підпис)

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

Дніпро
2025

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

Факультет інноваційних технологій
Кафедра транспортних технологій та міжнародної логістики
Ступінь вищої освіти – магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри транспортних
технологій та міжнародної логістики
к.т.н., доц.,

А. І. Кузьменко

(підпис)

«01» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
з підготовки кваліфікаційної роботи магістра
студентки групи Т23-1м
ДМИТРЕНКА ЄГОРА ВОЛОДИМИРОВИЧА

1. Тема роботи: Підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Разгонов Сергій Адамович, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики

Затверджено наказом ректора УМСФ від «11» листопада 2024 р. № 949 кс.

2. Дата подання студентом готової кваліфікаційної роботи магістра на кафедру: «30» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи магістра:

3.1 Маршрут міжнародного перевезення збірного вантажу Італія – Україна

3.2 Таблиця– Вхідні дані для розрахунків

T _{обс} = 10 хв.			
Номер експерименту	1	2	3
λ _{сер}	20	20	20
T _{обс} = 50 хв.			
Номер експерименту	1	2	3
λ _{сер}	20	20	20

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, потрібних для опрацювання):

4.1 Виконати аналіз статистичних даних та наукових праць з організації контейнерних перевезень.

4.2 Виконати постановку завдання. Розробити маршрут доставки контейнерів у змішаному автомобільно-залізничному сполученні.

4.3 Розробити фізичну та математичну моделі процесу міжнародних контейнерних перевезень у змішаному сполученні.

4.4 Дослідити часові параметри роботи пункту взаємодії, як системи масового обслуговування.

4.5 Проаналізувати результати проведених досліджень та обрати найкращий варіант технології перевалки контейнерів.

4.6 Розрахувати техніко-економічні показники для міжнародних контейнерних перевезень у змішаному сполученні.

4.7 Узагальнити результати та зробити висновки.

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1 Аналіз статистичних даних з організації вантажних перевезень з Італії до України

5.2 Аналіз експортно-імпортних операцій за 2023 рік

5.3 Транспортна характеристика вантажу та адреси розташування постачальників

5.4 Побудова фізичної та математичної моделі

5.5 Пошук оптимального збірного маршруту вантажу в Італії за допомогою задачі Комівояжера

5.6 Маршрут перевезення вантажу за обраним напрямком

5.7 Дослідження роботи пункту пропуску як системи масового обслуговування

5.8 Аналіз одержаних результатів та шляхи підвищення ефективності перевезення

6. Дата видачі завдання: «30» вересня 2024 р.

Студент

(підпис)

(Дмитренко Є. В.)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

(підпис)

(Разгонов С. А.)

АНОТАЦІЯ

Дмитренко Є. В. Підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України.

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

Кваліфікаційна робота магістра присвячена удосконаленню транспортно-логістичної схеми доставки вантажу – хлібопекарського обладнання з Італії до країни. Перша частина присвячена пошуку оптимального маршруту збору вантажу за допомогою задачі Комівояжера. У другій частині увага акцентована на розгляді пункту переходу «Ягодин» як системи масового обслуговування. Було розрахована інтенсивність обслуговуваних авто для 10 хв та 50 хв обробки вхідної заявки. Зазначено шляхи удосконалення.

THE SUMMARY

Dmytrenko E. V. Improving the efficiency of bakery equipment delivery from Italy to Ukraine.

Qualification main work for obtaining the degree of «Master» in the specialty 275 Transport technologies (in road transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

Qualification main work is devoted to improving the transport and logistics scheme for delivering cargo - bakery equipment from Italy to the country. The first part is devoted to finding the optimal route for collecting cargo using the tasks of the Traveling Salesman. In the second part, attention is focused on considering the «Yagodyn» crossing point as a mass service system. The intensity of serviced cars was calculated for 10 minutes and 50 minutes of processing an incoming application. Ways of improvement are written.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України» 75 с., 28 рис., 22 табл., 25 джерела, 1 додатків на 9 стор.

Метою даної роботи є розробка проєкту організації вантажних перевезень хлібопекарського обладнання в умовах міжнародного сполучення із застосуванням автомобільного транспорту. Це передбачає створенню оптимального збірної маршруту доставки, спрямованого на забезпечення ефективності логістичних процесів. Окрему увагу необхідно приділити моделюванню роботи прикордонного пункту пропуску «Ягодин» як системи масового обслуговування, щоб оцінити продуктивність та запропонувати шляхи оптимізації для зменшення часу простою транспортних засобів.

Об'єкт – вантажні перевезення.

Предметом є міжнародні вантажні перевезення з використанням автомобільного виду транспорту.

Методами дослідження є методи математичної статистики, системного аналізу, імітаційне моделювання.

У процесі роботи були виконані наступні завдання:

- наведено аналітичні дані щодо сучасного стану зовнішньоекономічних відносин між Італією та Україною;
- визначено маршрут для перевезення хлібопекарського обладнання у міжнародному автомобільному сполученні та розмахувано його основні характеристики;
- розроблено збірний маршрут за допомогою методу Комівояжера.
- розраховано показники для автомобільного виду транспорту;
- розраховано показники для залізничного виду транспорту;
- проведено практичні розрахунки щодо визначення показників ефективності роботи митного посту, як системи масового обслуговування.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ, ЗБІРНИЙ МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ЗАДАЧА КОМІВОЯЖЕРА, СИСТЕМА МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ІТАЛІЇ ДО УКРАЇНИ	9
1.1 Аналіз організації вантажних перевезень хлібопекарського обладнання з Італії до України під час війни	9
1.2 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно- логістичних систем вантажних перевезень	20
2 ПОБУДОВА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ	24
2.1 Постановка завдання	24
2.2 Транспортна характеристика вантажу	24
2.3 Побудова фізичної моделі перевізного процесу	31
2.5 Пошук оптимального збірного маршруту вантажу в Італії за допомогою задачі Комівояжера	35
3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПУНКТУ ПРОПУСКА ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	45
3.1 Розробка математичної моделі задачі	45
3.2 Розрахунок параметрів системи масового обслуговування пункту пропуску	47
4 АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ	56
4.1 Аналіз одержаних результатів розрахунку	56
4.2 Шляхи підвищення ефективності вантажних перевезень хлібопекарського обладнання	58
ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
Додаток А	67

					<i>КРМ</i>	<i>275</i>	<i>10</i>	<i>ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Дмитренко Е.В.</i>							<i>5</i>	<i>75</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>						<i>УМСФ, ГР. Т23-1м</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Музикін М.І.</i>								
<i>Н. контр.</i>		<i>Разгонов С.А.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Кузьменко А.І.</i>								

ВСТУП

Хлібопекарська галузь відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки України, а її розвиток значною мірою залежить від ефективності постачання спеціалізованого обладнання. Сучасні хлібопекарські підприємства потребують високотехнологічного устаткування, яке здебільшого імпортується з-за кордону. Проте організація доставки такого обладнання в умовах глобальних логістичних змін, спричинених воєнними діями та економічними обмеженнями, стає значним викликом.

Основними проблемами, що впливають на постачання хлібопекарського обладнання до України, є руйнування логістичної інфраструктури, обмеження міжнародних транспортних шляхів і зростання витрат на транспортування. У цих умовах важливо розробити ефективні транспортно-логістичні схеми, які дозволять мінімізувати час доставки, оптимізувати витрати та забезпечити надійність постачання.

Актуальність дослідження полягає у необхідності підвищення ефективності логістичних процесів, що дозволить українським підприємствам вчасно отримувати необхідне обладнання для безперебійної роботи. Це, своєю чергою, сприятиме зміцненню хлібопекарської галузі, підвищенню якості продукції та задоволенню потреб споживачів.

У роботі буде розглянуто сучасний стан доставки хлібопекарського обладнання, визначено ключові проблеми логістики та запропоновано шляхи їх вирішення, включаючи впровадження цифрових технологій управління постачаннями, оптимізацію маршрутів та використання мультимодальних перевезень.

Метою даної роботи є розробка проекту організації вантажних перевезень хлібопекарського обладнання в умовах міжнародного сполучення із застосуванням автомобільного транспорту. Це передбачає створення оптимального збірного маршруту доставки, спрямованого на забезпечення ефективності логістичних процесів. Окрему увагу необхідно приділити

Виконав	Дмитренко Е.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моделюванню роботи прикордонного пункту пропуску «Ягодин» як системи масового обслуговування, щоб оцінити продуктивність та запропонувати шляхи оптимізації для зменшення часу простою транспортних засобів.

Об'єкт – вантажні перевезення.

Предметом є міжнародні вантажні перевезення з використанням автомобільного виду транспорту.

Методами дослідження є методи математичної статистики, системного аналізу, імітаційне моделювання.

У процесі роботи були виконані наступні завдання:

- наведено аналітичні дані щодо сучасного стану зовнішньоекономічних відносин між Італією та Україною;
- визначено маршрут для перевезення хлібопекарського обладнання у міжнародному автомобільному сполученні та розмахувано його основні характеристики;
- розроблено збірний маршрут за допомогою методу Комівояжера.
- розраховано показники для автомобільного виду транспорту;
- розраховано показники для залізничного виду транспорту;
- проведено практичні розрахунки щодо визначення показників ефективності роботи митного посту, як системи масового обслуговування.

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ІТАЛІЇ ДО УКРАЇНИ

1.1 Аналіз організації вантажних перевезень хлібопекарського обладнання з Італії до України під час війни

Зростання попиту на хлібопекарське обладнання в Україні зумовлене розвитком індустрії харчових продуктів і підвищенням стандартів якості виробництва. Українські виробники часто звертаються до закордонних постачальників, особливо з країн ЄС, таких як Італія, яка славиться своїм обладнанням для випічки хліба. Однак доставка цього обладнання з Італії до України вимагає особливих умов, що включають зниження транспортних витрат, забезпечення збереження обладнання, а також мінімізацію часу транспортування. У даному рефераті буде розглянуто методи підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України.



Рисунок 1.1 – Зображення країн взаємодії на карті [1]

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Розглянемо торговельно-економічне співробітництво між Україною та Італією. Основними показниками двосторонньої торгівлі між Україною та Італією є наступне:

- Італія є шостим торговельним партнером України у світі за обсягом товарообігу (після Китаю, Польщі, Туреччини, Німеччини та Румунії).
- Серед країн ЄС Італія посідає четверте місце за обсягом товарообігу з Україною (після Польщі, Німеччини та Румунії) [2].
- Італія є сьомим найбільшим напрямком для українського експорту у світі (після Польщі, Румунії, Китаю, Туреччини, Німеччини та Іспанії).
(* за даними Держмитслужби України за січень-липень 2023 року)
- Україна займає 48-ме місце серед напрямків італійського експорту.
- Україна є 47-м постачальником продукції до Італії [4].

Опишемо статистичний огляд торговельно-економічних відносин між цими двома країнами.

Згідно з останніми офіційними даними Італійського національного інституту статистики, за підсумками 2023 року обсяг торгівлі товарами між Україною та Італією становив 3462 млн євро, що на 6,3% більше порівняно з попереднім роком. Експорт українських товарів до Італії склав 1710 млн євро, зменшившись на 12%, тоді як імпорт зріс на 33,2% і досягнув 1752 млн євро. Негативне сальдо для України у цей період склало -42 млн євро [2].

За попередніми даними МЗС Італії, за період січень-квітень 2024 року товарообіг між Україною та Італією склав 1372 млн дол. США, що на 15,5% більше порівняно з аналогічним періодом попереднього року. Експорт українських товарів до Італії зріс на 0,2% і склав 697 млн дол. США, а імпорт збільшився на 37,1% до 674 млн дол. США. Позитивне для України сальдо за цей період становило 23 млн дол. США [3].

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 1.1 – Динаміка товарообігу між Україною та Італією у 2014-2023

роках

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн євро	млн євро
Товаро-обіг	3976,9	2956	3250,8	4073,2	4610,4	4493,6	4057,6	6144,8	3258,2	3462
Експорт	2468,3	1979,8	19329,6	2469,8	2628,3	2418,9	1928,9	3469,3	1942,4	1710
Імпорт	1508,6	976,1	1321,2	1603,4	1982	2074,7	2128,7	2675,5	1315,8	1752
Сальдо	+959,7	+1003,7	+608,4	+866,5	+646,3	+344,2	-199,8	+794,8	+626,6	-42

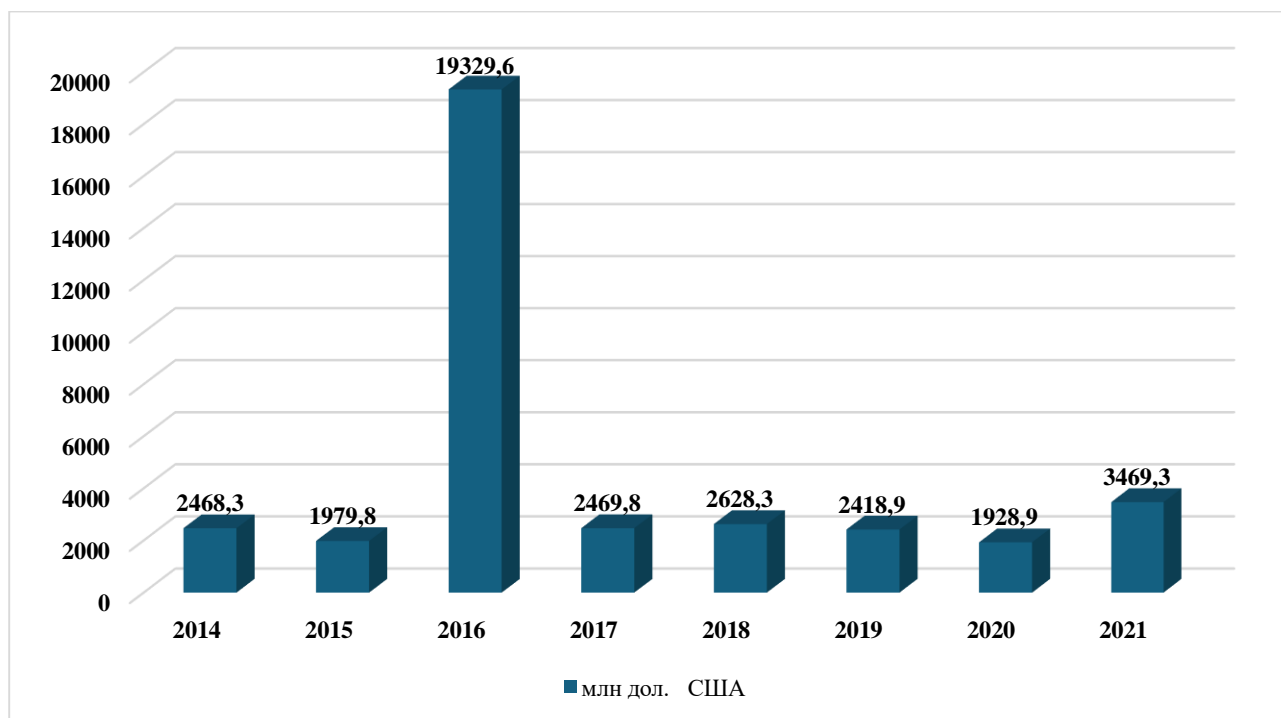


Рисунок 1.2 – Динаміка експорту між Україною та Італією у 2014-2021 рр, млн дол. США [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

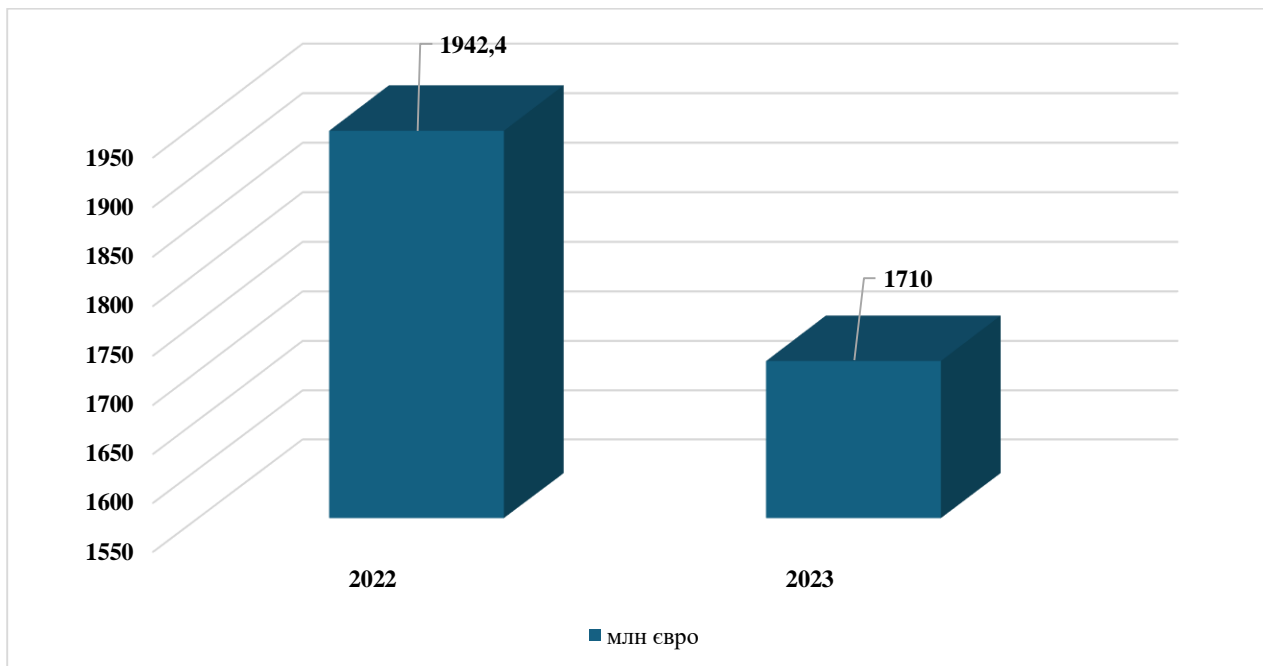


Рисунок 1.3 – Динаміка експорту між Україною та Італією у 2022-2023 рр, млн євро [Розроблено автором]

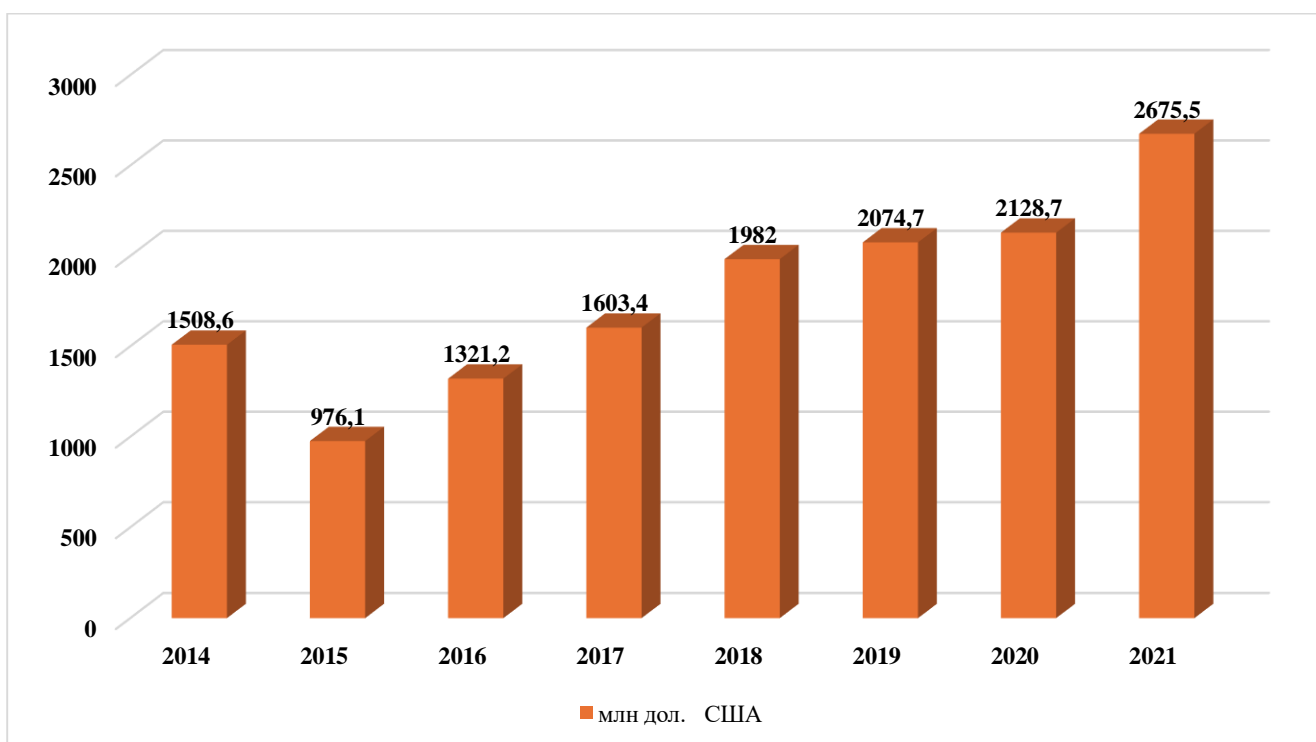


Рисунок 1.4 – Динаміка імпорту між Україною та Італією у 2014-2021 рр, млн дол. США [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

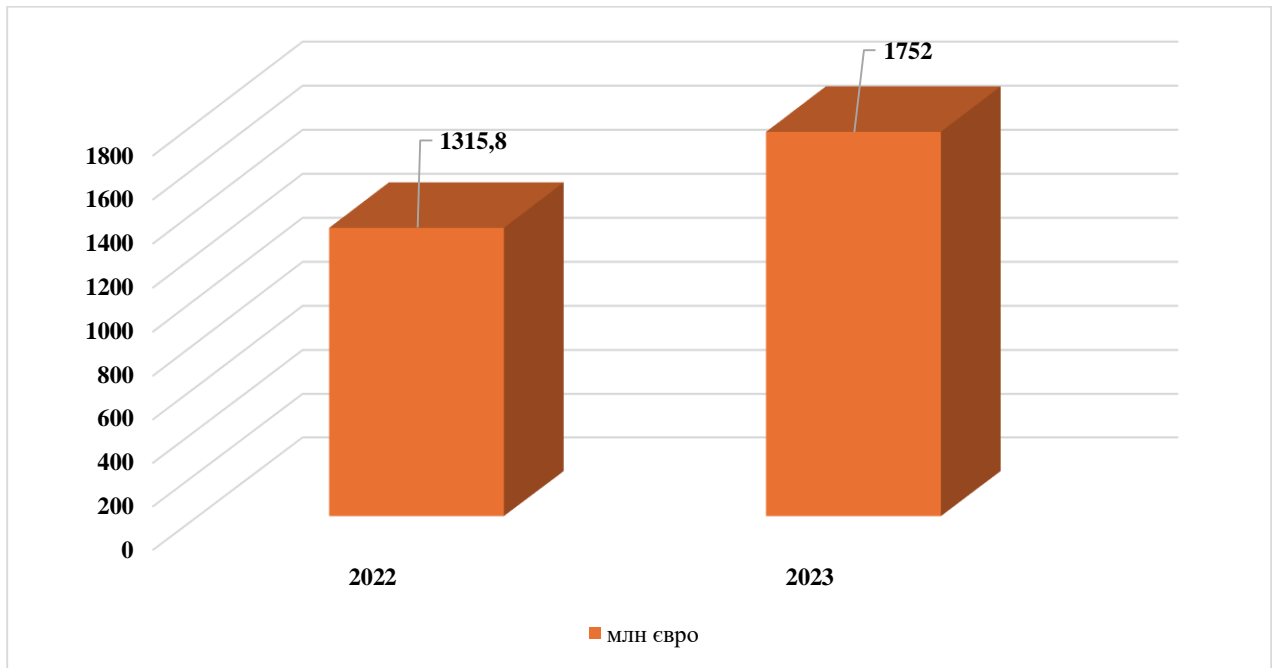


Рисунок 1.5 – Динаміка імпорту між Україною та Італією у 2022-2023 рр, млн євро [Розроблено автором]

Таблиця 1.2 – Динаміка експорту до Італії у 2023 р,

№	Товари	Млн євро	% експорту до Італії
1	Продукція сільського, лісового господарства та рибальства	738	43,1
2	Продукти харчування, напої та тютюнові вироби	409	23,9
3	Недорогоцінні метали та вироби з металу (за винятком машин і обладнання)	266	15,6
4	Продукти видобування корисних копалин з кар'єрів і шахт	98	5,7
5	Текстиль, одяг, шкіра та аксесуари	69	4
6	Деревина та вироби з деревини; папір і друк	68	4
7	Інше	63,3	3,7

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

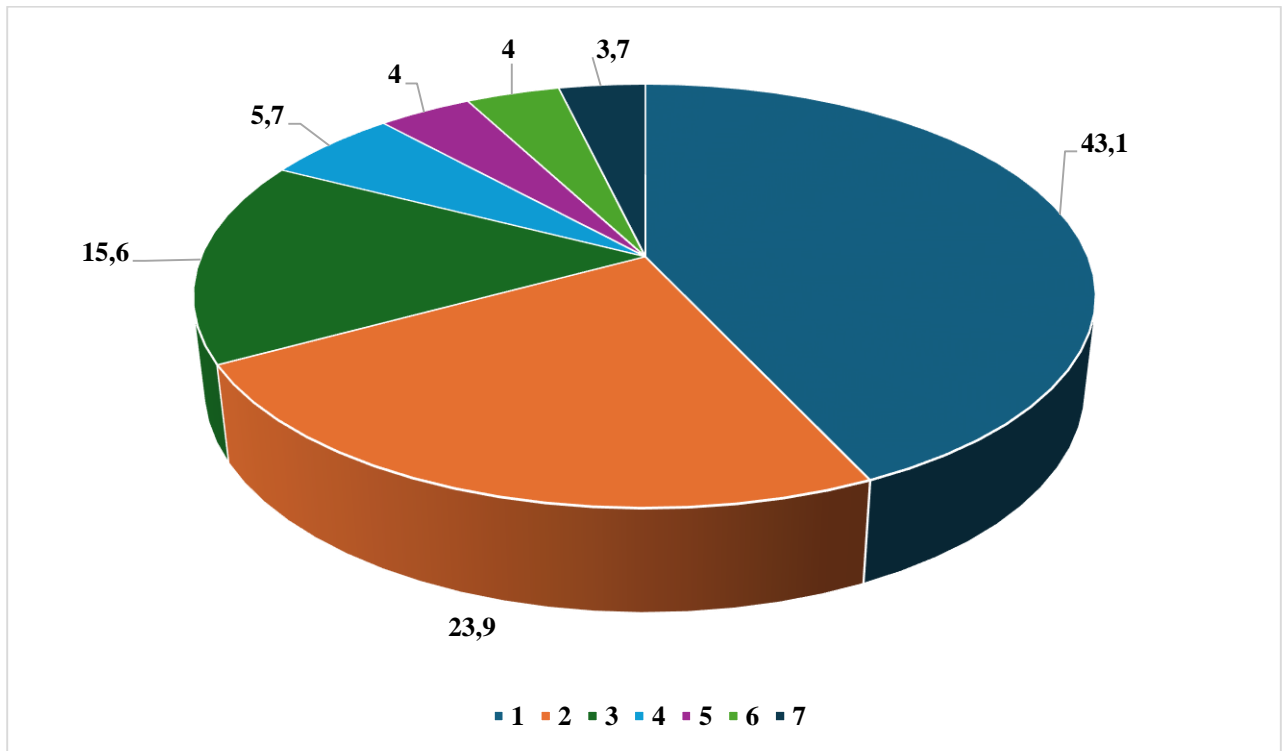


Рисунок 1.6 – Динаміка експорту до Італії у 2023 р, % [Розроблено автором]

Таблиця 1.3 – Динаміка імпорту з Італії у 2023 р,

Товари	Млн євро	% імпорту до Італії
Продукти харчування, напої та тютюнові вироби	342	19,5
Машини та обладнання	409	23,9
Текстиль, одяг, шкіра та аксесуари	199	11,3
Органічні хімічні сполуки	185	10,6
Недорогоцінні метали та вироби з металу (за винятком машин і обладнання)	154	8,8
Електричні прилади	127	7,2
Інше	405,2	18,7

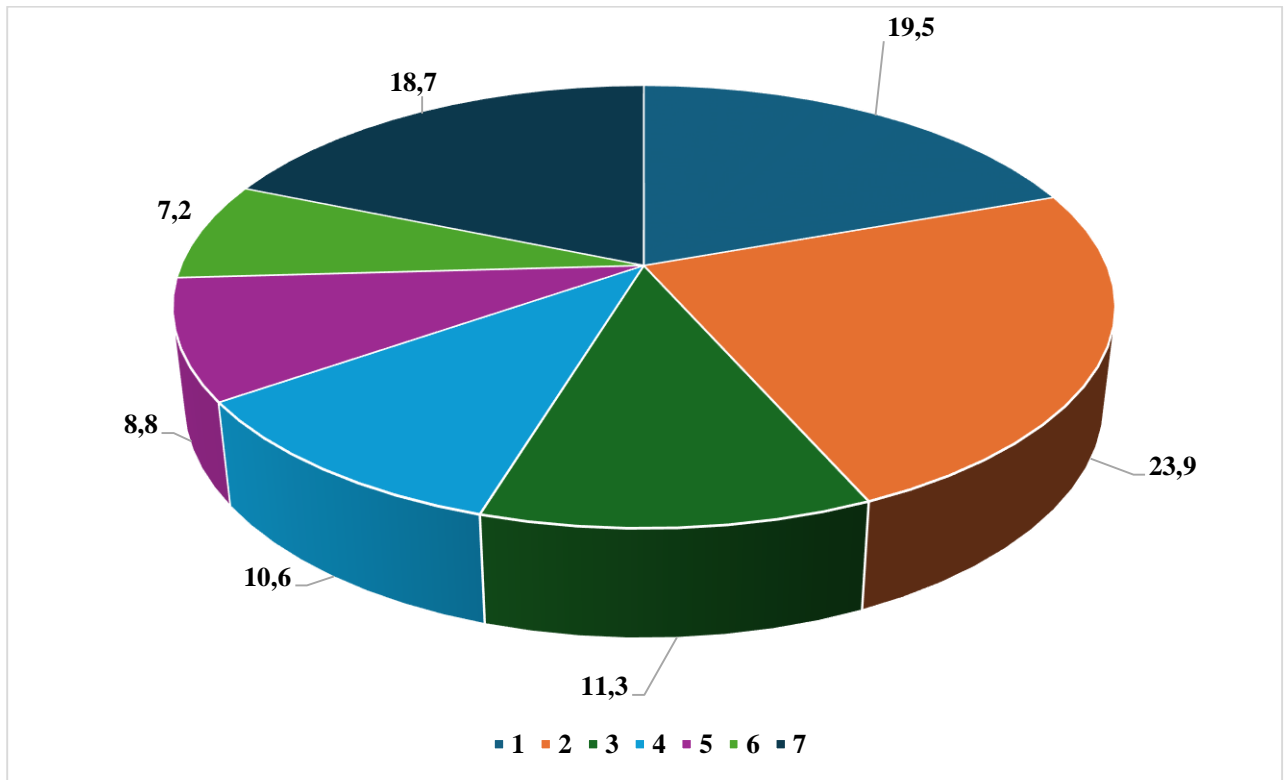


Рисунок 1.7 – Динаміка імпорту з Італії у 2023 р, % [Розроблено автором]

У структурі експорту українських товарів до Італії у січні 2024 року основними позиціями були: зернові культури (26,7%), жири та олії тваринного або рослинного походження (23,9%), чорні метали (11,1%), руди, шлаки та зола деревини (9,0%), залишки і відходи харчової промисловості (7,4%), цукор і кондитерські вироби з цукру (5,4%), вироби з чорних металів (3,3%), деревина і вироби з деревини (3,0%), молоко та молочні продукти, яйця птиці та натуральний мед (1,6%), насіння і плоди олійних рослин (1,0%) [3].

У структурі імпорту італійських товарів до України в січні 2024 року домінували: ядерні реактори, котли, машини (14,7%), фармацевтична продукція (7,6%), електричні машини (6,7%), тютюн і промислові замітники тютюну (5,5%), мінеральне паливо, нафта і продукти її переробки (5,0%), алкогольні і безалкогольні напої та оцет (5,1%), пластмаси і полімерні матеріали (4,5%), чорні метали (4,5%), ефірні олії (3,9%), вироби з чорних металів (2,4%), готові продукти із зерна (2,1%), прилади та апарати оптичні і фотографічні (1,9%) [4].

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

У 2022 році обсяг двосторонньої торгівлі послугами склав 93,3 млн дол. США, що на 37,8% менше порівняно з попереднім роком. Експорт послуг з України до Італії становив 76,5 млн дол. США, що на 28,1% менше, ніж у попередньому році, а імпорту послуг з Італії до України склав 16,8 млн дол. США, що на 62,2% менше. Позитивне сальдо для України в цьому періоді склало 59,7 млн дол. США [4].

Основними статтями експорту українських послуг до Італії були: транспортні послуги (37,1%), телекомунікаційні, комп'ютерні та інформаційні послуги (26,9%), послуги з переробки матеріальних ресурсів (20,9%), ділові послуги (11,8%), роялті та інші послуги, пов'язані з інтелектуальною власністю (11,4%).

У загальному обсязі імпорту послуг з Італії найбільшу частку становили: транспортні послуги (27,4%), послуги, пов'язані з подорожами (25,5%), ділові послуги (16,4%) та страхові послуги (11,1%).

Опишемо перспективи зростання українського експорту та розвитку торговельно-економічної співпраці. Італія – восьма за величиною економіка світу і четверта в Європі, з великим і різноманітним внутрішнім ринком та ВВП на душу населення понад 34 тис. доларів США [3].

Завдяки вигідному географічному положенню Італія є стратегічними воротами для 500 мільйонів споживачів у Європейському Союзі, а також для 270 мільйонів споживачів у Північній Африці та на Близькому Сході.

За статистичними даними МЗС Італії, загальний обсяг зовнішньої торгівлі Італії у 2023 році досягнув 1 218,036 млрд євро, що на 5,3% менше порівняно з 2022 роком. При цьому обсяг експорту залишився на рівні 626,204 млрд євро (такий самий показник, як у 2022 році), тоді як імпорту скоротився на 10,4% і склав 591,831 млрд євро. Позитивне сальдо Італії за цей період становило 34,373 млрд євро [3].

Основні категорії італійського імпорту включають корисні копалини, транспортні засоби, недорогі метали та вироби з них (крім машин і

Виконав		Дмитренко Е.В.		КРМ 275 10 ПЗ			Арк.
Перевірив		Разганов С.А.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

обладнання), хімічні речовини, продукти харчування, напої та тютюнові вироби [4].

За підсумками 2023 року Італія посіла 11-те місце у світовому рейтингу експортерів та 6-те місце серед імпортерів. Найбільшими ринками для італійського експорту були: Німеччина (74,652 млрд євро, 11,9%), США (67,266 млрд євро, 10,7%), Франція (63,359 млрд євро, 10,1%), Іспанія (32,962 млрд євро, 5,3%) та Швейцарія (30,527 млрд євро, 4,9%). Імпортні поставки Італії надходили переважно з Німеччини (89,685 млрд євро, 15,2%), Китаю (47,589 млрд євро, 8,0%), Франції (46,537 млрд євро, 7,9%), Нідерландів (36,405 млрд євро, 6,2%) та Іспанії (32,757 млрд євро, 5,5%) [4].

У даній кваліфікаційній роботі магістра буде розглянуто організація перевезення хлібопекарського обладнання. Для цього опишемо основні поняття та статистичні відомості.

Хлібопекарське обладнання – це сукупність технічних засобів, машин і пристроїв, призначених для автоматизації, механізації та оптимізації виробничих процесів у хлібопекарській промисловості. Це обладнання використовується для виробництва хлібобулочних виробів, починаючи від підготовки сировини до випікання та пакування готової продукції [5].

Основні види хлібопекарського обладнання:

1. Обладнання для підготовки сировини:
 - Дозатори для сипучих і рідких компонентів.
 - Просіювачі для борошна.
 - Міксери та змішувачі для інгредієнтів.
2. Обладнання для замісу тіста:
 - Тістомісильні машини (спіральні, планетарні).
 - Тістоділителі та тістоформувальні машини.
3. Обладнання для ферментації та вистоювання:
 - Камери вистоювання.
 - Автоматизовані системи для контролю температури та вологості.
4. Печі для випікання:

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.	
Перевірив	Разганов С.А.					КРМ	275	10	ПЗ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

- Ротаційні печі.
 - Конвекційні печі.
 - Тунельні печі.
5. Обладнання для охолодження та пакування:
- Охолоджувачі.
 - Лінії для нарізання та пакування хліба.
6. Додаткове обладнання:
- Транспортери для переміщення продукції.
 - Обладнання для нанесення начинки або декору [5].

Основні характеристики:

- Продуктивність – кількість продукції, яку можна виготовити за одиницю часу.
- Енергоефективність – витрати енергії на виробництво.
- Автоматизація – рівень залучення ручної праці.
- Матеріали виготовлення – зазвичай це нержавіюча сталь для забезпечення гігієнічності.

Хлібопекарське обладнання широко використовується як у великих хлібозаводах, так і в невеликих пекарнях, адаптуючись до обсягів виробництва та специфіки продукції [5].

Розглянемо статистичні дані щодо імпорту хлібопекарського обладнання з Італії за січень та лютий 2024 року. Код УКТЗЕД для даного виду товару є 8438101000.

Загальна кількість транспортних засобів складає 75 шт загальною вагою брутто 194500 кг, з яких з Італії було завезено 23 авто, а вага вантажу складає 88125 кг брутто товару.

У лютому 2024 року було завезено 88 автомобілями, а вага 181161 кг брутто, з яких з Італії було завезено 34 автомобілями, а вага вантажу склала 69383 кг [2].

Складемо порівняльні діаграми для наочності.

Виконав	Дмитренко Е.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

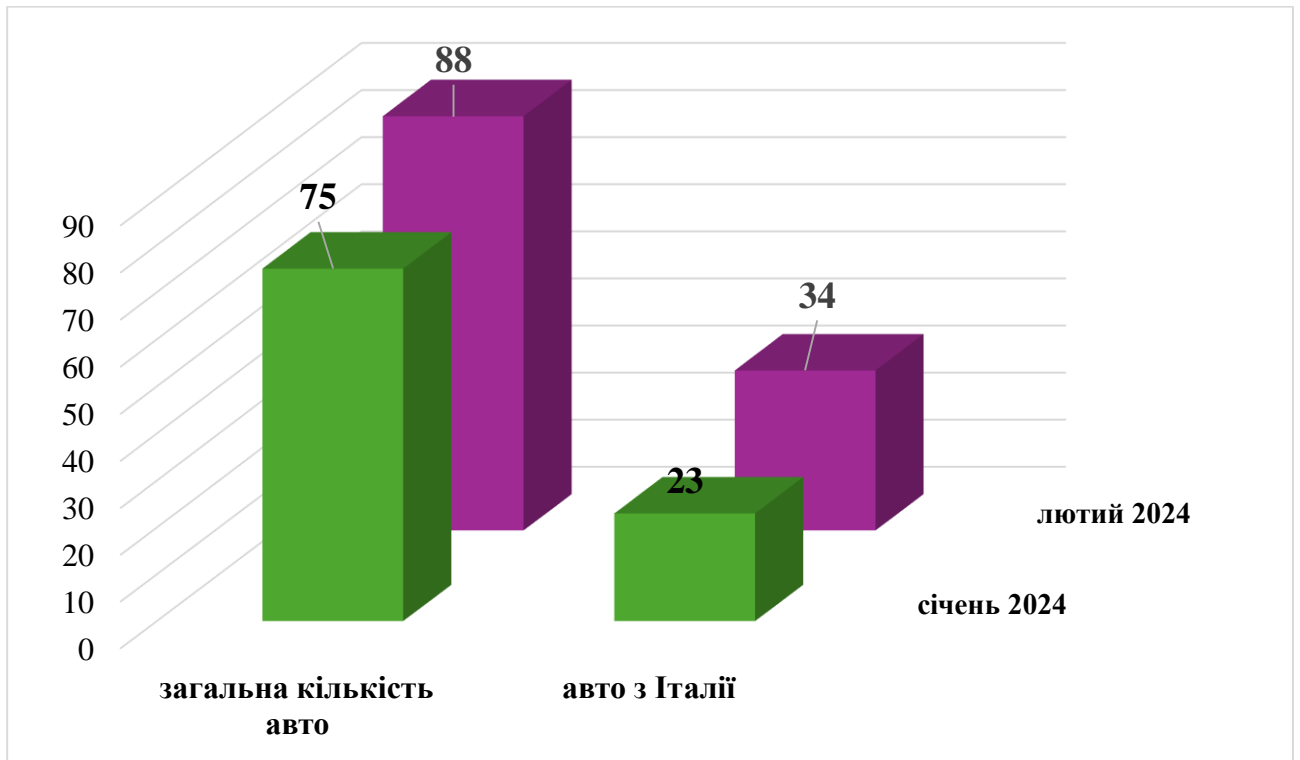


Рисунок 1.8 – Порівняльна діаграма щодо кількості автомобілів, які завезли хлібопекарське обладнання з усіх країн та Італії у січні-лютому 2024 року, шт [Розроблено автором]

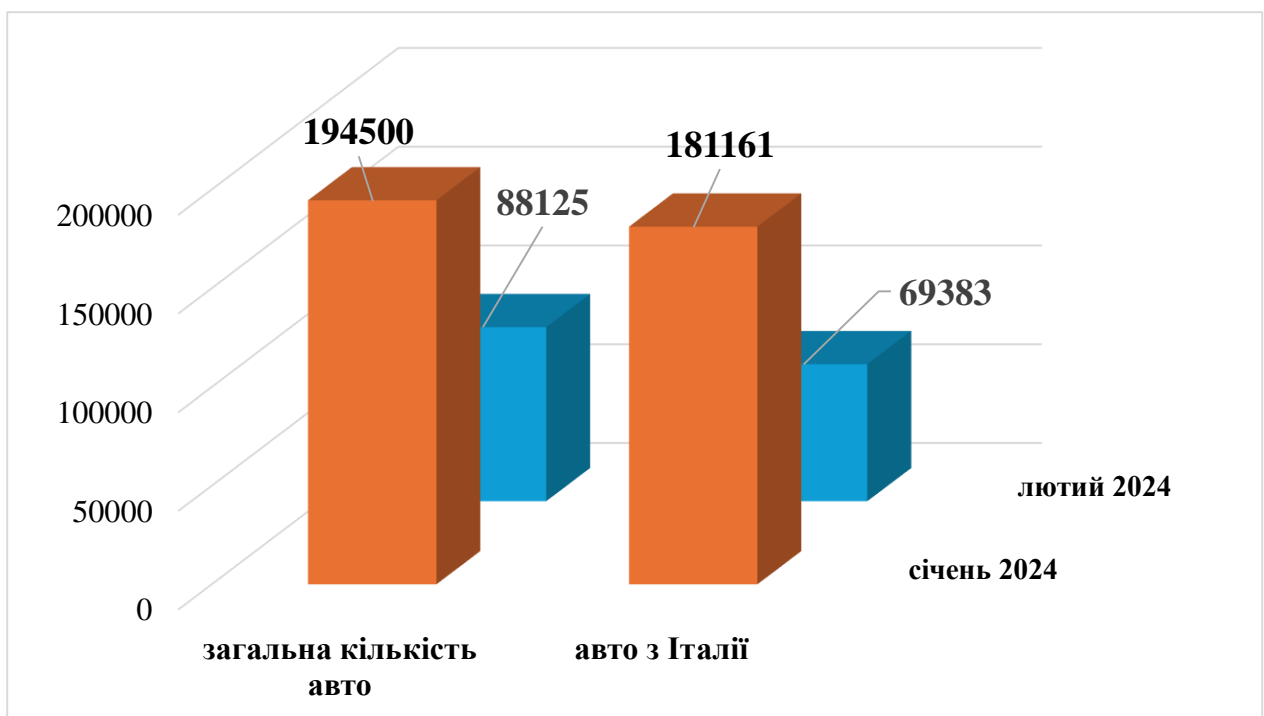


Рисунок 1.9 – Порівняльна діаграма щодо кількості ваги бруто, які завезли хлібопекарське обладнання з усіх країн та Італії у січні-лютому 2024 року, шт [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Хоча у лютому було більше автомобілів, проте вага бруто менше, ніж у січні 2024 року. Це можна пояснити тим, що габарити вантажу можуть бути різні і для цього для перевезення використовують 2т, 5т,10т та 20т типи вантажних автомобілів [3].

1.2 Аналіз наукових праць, присвячених удосконаленню транспортно-логістичних систем вантажних перевезень

У даному підрозділі кваліфікаційної роботи магістра опишемо основний перелік відомих науковців, які працювали над дослідженням транспортно-логістичних систем, зокрема в контексті міжнародних перевезень, включаючи напрямок між Італією та Україною:

Беляєва В., Птиця Г. Робота: «Вимоги до організації доставки вантажів у міжнародному сполученні»

- Мета: Аналіз сучасного стану транспортної інфраструктури України та пропозиції щодо її інтеграції в міжнародні логістичні коридори [8].

Гусаренко К.О., Чернецька-Білецька Н. Б.

- Робота: «Удосконалення роботи транспортних підприємств за рахунок використання автоматизованих систем» [9]

- Мета: Оцінка впливу транспортної системи на економічну інтеграцію з ЄС [9].

Вітлінський В. В., Скіцько В. І.

- Робота: «Цифрові технології в транспортній логістиці»

- Мета: Дослідження впливу блокчейн-технологій та IoT на підвищення ефективності логістики [13].

2. Сидоренко Василь Андрійович

- Робота: «Екологічні аспекти транспортних перевезень між Україною та країнами ЄС»

- Мета: Розробка рекомендацій для зниження впливу транспорту на навколишнє середовище [11].

3. Барановська Тетяна Григорівна

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ	275	10	ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- Робота: «Оптимізація міжнародних маршрутів перевезення товарів»
- Мета: Пошук шляхів мінімізації витрат та часу доставки для експорту та імпорту товарів [12].

Італійськими дослідниками є:

1. Маркетті Луїджі (Luigi Marchetti)

- Робота: «Європейські транспортні коридори: потенціал для Східної Європи» [6-7]

- Мета: Вивчення ефективності міжнародних транспортних шляхів та інтеграції Італії з країнами Східної Європи, включно з Україною.

2. Бертоліні Сільвіо (Silvio Bertolini)

- Робота: «Розвиток портової інфраструктури Італії для міжнародної логістики» [10]

- Мета: Визначення шляхів удосконалення логістичних зв'язків через італійські морські порти.

3. Дзанетті Алессандро (Alessandro Zanetti)

- Робота: «Сталий розвиток логістичних систем в ЄС»

- Мета: Оцінка заходів для екологічно сталого розвитку міжнародних перевезень [6-7].

4. Конті Роберто (Roberto Conti)

- Робота: «Економічна ефективність логістики у міжнародній торгівлі»

- Мета: Вивчення методів зниження витрат у логістичних системах для малого та середнього бізнесу.

5. Рігано Паоло (Paolo Rigano)

- Робота: «Цифровізація італійської логістичної системи»

- Мета: Впровадження цифрових платформ для управління перевезеннями.

Перелік міжнародних дослідників є наступні:

1. Маккіннон Алан (Alan McKinnon)

- Робота: «Європейські логістичні коридори: виклики та перспективи»

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ	275	10	ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

- Мета: Аналіз ефективності коридорів TEN-T і їх ролі в міжнародних перевезеннях [16].

2. Родріг Жан-Поль (Jean-Paul Rodrigue) [14]

- Робота: «Мультиmodalьні перевезення та їх глобальні виклики»

- Мета: Вивчення ролі мультиmodalьних транспортних систем у забезпеченні ефективності глобальної торгівлі.

Надалі опишемо основні проблеми в процесі доставки вантажів

1. Високі транспортні витрати. Перевезення великогабаритного і важкого обладнання є витратним процесом, особливо в умовах міждержавного транспорту.

2. Митні бар'єри та регулювання. Процес митного оформлення між ЄС та Україною може займати значний час та створювати додаткові витрати.

3. Ризики пошкодження обладнання. У процесі транспортування дороге обладнання може піддаватись механічним пошкодженням, що потребує дотримання особливих умов зберігання та пакування.

4. Час доставки. Затримки в логістиці можуть впливати на строк введення обладнання в експлуатацію, що, у свою чергу, відображається на продуктивності підприємств.

Методами підвищення ефективності доставки є наступні:

1. Оптимізація логістичних маршрутів. Планування ефективних маршрутів та вибір найшвидших шляхів із мінімальною кількістю зупинок може скоротити час доставки. Один з ефективних варіантів – використання комбінованих перевезень (морський і залізничний транспорт).

2. Аутсорсинг логістичних послуг. Співпраця з міжнародними логістичними компаніями, які мають досвід у транспортуванні промислового обладнання, дозволяє знизити витрати та скоротити ризики. Такі компанії можуть допомогти з митним оформленням і організацією зберігання вантажів на проміжних складах.

3. Використання пакування високої якості. Для забезпечення збереження хлібопекарського обладнання важливо використовувати якісні

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

матеріали для пакування, такі як дерев'яні каркаси, м'які прокладки і вологостійкі покриття. Це дозволяє мінімізувати пошкодження під час транспортування.

4. Страхування вантажу. Страхування обладнання під час транспортування є важливим інструментом захисту інвестицій компаній, особливо для великих партій дорогого обладнання. Це дозволяє уникнути фінансових втрат у разі пошкодження або втрати обладнання.

5. Автоматизація документообігу. Використання цифрових платформ для обміну митною та транспортною документацією значно скорочує час оформлення документів. Це дозволяє знизити затримки на митниці та забезпечити безперервність логістичного ланцюга.

6. Моніторинг у режимі реального часу. Встановлення GPS-трекерів та систем моніторингу дозволяє відстежувати переміщення вантажів і реагувати на можливі затримки або інші проблеми в режимі реального часу.

Очікувані результати від підвищення ефективності

Впровадження зазначених методів може принести такі результати:

- Скорочення витрат на транспортування за рахунок оптимізації маршрутів і вибору ефективних логістичних партнерів.
- Зменшення часу доставки, що дозволить швидше вводити обладнання в експлуатацію.
- Покращення взаємодії з партнерами, завдяки чіткій системі документообігу та швидкому реагуванню на потенційні проблеми.

Отже, підвищенням ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України є важливим завданням, яке сприяє розвитку харчової промисловості в Україні. Використання сучасних логістичних рішень, автоматизація документообігу та впровадження надійних пакувальних та страхових заходів дозволяють зменшити витрати і ризики, а також підвищити загальну продуктивність українських підприємств. У довгостроковій перспективі ці заходи сприятимуть збільшенню конкурентоспроможності української харчової промисловості на міжнародному ринку.

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2 ПОБУДОВА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

2.1 Постановка завдання

У даній кваліфікаційній роботі магістра розглядається завдання з організації перевезення вантажу (хлібопекарського обладнання) у міжнародному сполученні Італія – Україна з використанням автомобільного виду транспорту та розрахунку часу простою автомобілів на пункті пропуску.

У процесі роботи виконані наступні завдання:

- аналіз даних щодо сучасного стану зовнішньоекономічних відносин між Італією та Україною;
- визначення маршруту для перевезення хлібопекарського обладнання у міжнародному автомобільному сполученні та розмахувано його основні характеристики;
- розроблено збірний маршрут за допомогою методу Комівояжера по збору вантажу територією Італії.
- розраховано показники для автомобільного виду транспорту;
- проведено практичні розрахунки щодо визначення показників ефективності роботи митного пункту пропуску на кордоні, як системи масового обслуговування.
- Проаналізовано отримані результати та написано висновки

2.2 Транспортна характеристика вантажу

У даній кваліфікаційній роботі магістра буде розглянуто організацію перевезення хлібопекарського обладнання між Італією та Україною. Опишемо транспортні характеристики вантажу.

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 10 ПЗ

Таблиця 2.1 – Загальний опис вантажу та постачальників для перевезення

№	Назва виробника	Назва товару	Габарити та вага
1	Imperia & Monferrina S.p.a.	Машина для млинців Imperia LA MONFERRINA C1	Ширина 420 мм Висота 490 мм Глибина 1000 мм Вага (нетто) 40 кг вага брутто 50 кг
2	MACPAN Srl	Тісторозкатної Машина MAC. PAN MK500B	Ширина 1810 мм Глубина 640 мм Висота 860 мм Вага (без пакування) 115 кг, 130 кг з пакуванням
3	Zmatic	Тісторозкатка ел. Zmatik SHE50075	Вага (нетто), кг 205 Ширина 1200 Глибина 1100 Висота 1800 Вага 225 кг
4	Sottoriva	Тістомісильна машина Sottoriva EVO 130	Габарити (ДхШхВ), мм: 952x1800x1470 Вага, кг: 1150 вага брутто 1300 кг

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд тісторозкатної машина МАС. PAN MK500В [17]



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд машина для млинців Imperia LA MONFERRINA C1 [18]

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд тісторозкатка Zmatik SHE50075 [19]



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд тістомісильної машина Sottoriva EVO 130 [20]

Виконав	Дмитренко Є.В.									Арк.
Перевірив	Разганов С.А.									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

KPM 275 10 ПЗ

Транспортні характеристики вантажу хлібопекарського обладнання залежать від його типу, розміру, ваги, умов транспортування, а також специфіки обладнання. Основні характеристики:

1. Габаритні параметри

- Розміри:
 - Обладнання може бути малогабаритним (наприклад, тістоміси або печі для невеликих пекарень) або великогабаритним (індустріальні конвеєрні лінії).
 - Типові розміри: від 1 до 5 метрів у довжину, ширину та висоту (залежно від обладнання).
- Пакування:
 - Часто транспортується в розібраному вигляді для зменшення розмірів і полегшення навантаження.
 - Використовується дерев'яна тара, металеві каркаси або картонні коробки з амортизувальними вставками.

2. Вага

- Маса:
 - Малогабаритне обладнання: 50–300 кг.
 - Великі агрегати: до 10–15 тонн.
- Для транспортування важких елементів потрібне спеціальне обладнання, як-от крани або навантажувачі.

3. Типи вантажу

- Вантаж:
 - Належать до промислового обладнання.
 - Часто класифікується вантаж, що вимагає обережного транспортування.

4. Специфіка перевезення

- Вимоги до транспортування:
 - Обладнання чутливе до механічних пошкоджень, тому потрібна надійна фіксація.

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							КРМ 275 10 ПЗ	28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Уникнення вібрацій та ударів.
- Захист від вологи (обладнання часто транспортується з використанням термозбіжної плівки чи герметичної упаковки).

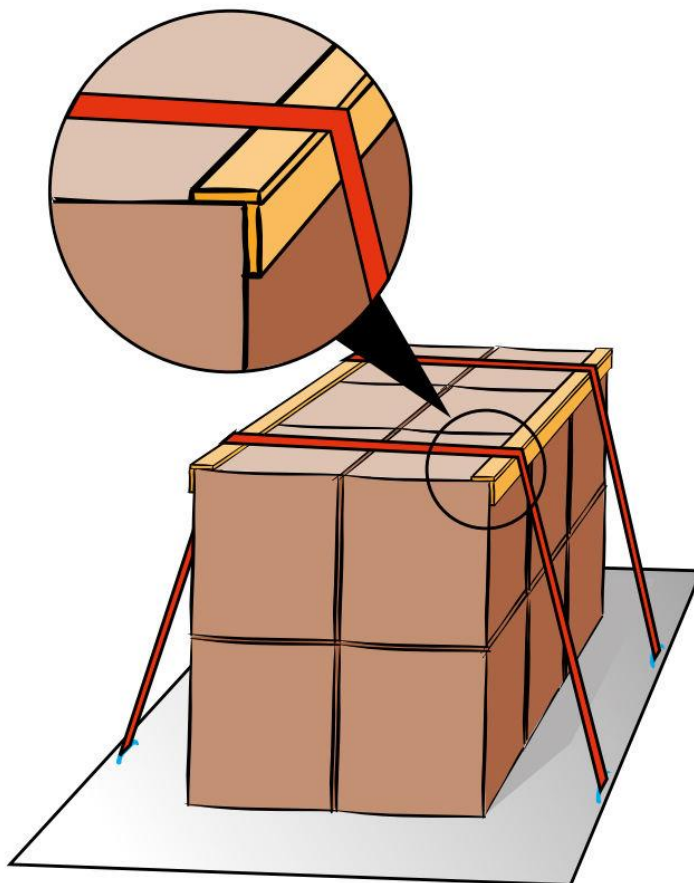


Рисунок 2.5 – Фіксація обладнання [21]

- Температурний режим:
 - Не потребує спеціального температурного режиму, але рекомендується уникати різких перепадів температур.
- Транспортування:
 - Використовуються вантажівки, залізничні платформи, морські контейнери або авіап перевезення для термінових замовлень.

5. Ризики транспортування

- Пошкодження під час розвантажувально-навантажувальних робіт.
- Вплив вологи, корозія деталей.

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- Можливість втрати дрібних деталей при транспортуванні в розібраному вигляді.

6. Типи транспорту

- Автомобільний транспорт:
 - Найпоширеніший для доставки на короткі та середні відстані.
 - Використовуються вантажівки із захистом від зовнішніх впливів.
- Залізничний транспорт:
 - Ефективний для великих партій або габаритного обладнання.
 - Використовуються криті вагони або платформи.
- Морський транспорт:
 - Для міжнародних перевезень.
 - Транспортується в контейнерах або на палубах (для великогабаритних вантажів).
- Авіаційний транспорт:
 - Використовується для термінового постачання дрібногабаритного обладнання.



Рисунок 2.6 – Приклад маркування вантажу хлібопекарського обладнання

Виконав	Дмитренко Є.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Маркування

- Обладнання має бути чітко марковане:
 - Інструкції щодо перевезення («Крихке», «Верх/низ»).
 - Ідентифікаційні знаки виробника та кінцевого одержувача.
 - Вказівки для складування та навантаження.

На рисунку 2.6 зображено приклад маркування вантажу хлібопекарського обладнання. На пакуванні чітко вказані основні позначки: «Fragile» (крихке), «This Side Up» (ця сторона вгору), напрямки стрілок, інформація про вагу, розміри та інструкції щодо поводження.

Дотримання цих характеристик та вимог забезпечує збереження обладнання під час транспортування та своєчасну доставку. Для детального планування транспортування можна звернутися до транспортних компаній, які спеціалізуються на промислових вантажах.

2.3 Побудова фізичної моделі перевізного процесу

Для того, щоб побудувати фізичну модель даного процесу необхідно внести дані адрес розташування постачальників та нанести на карту.

Створимо таблицю 2.2, де зазначимо адреси розташування постачальників.

Таблиця 2.2 – Адреси розташування постачальників

№	Назва	Адреса
1	Imperia & Monferrina S.p.a.	Via Vittime di Piazza Fontana, 48 10024 Moncalieri (TO) – Italy
2	MACPAN Srl	Via dell’Astronautica, 2 36016 Thiene (VI) ITALY P.IVA/VAT IT04480000241 CODICE SDI SUBM7ØN
3	Zmatic	Via dell’Artigianato, IV Strada, n.6, 35020 Candiana (PD), Italy
4	Sottoriva	Via Vittorio Veneto, 63 36035 Marano Vicentino (Vicenza) Italia

Виконав	Дмитренко Е.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

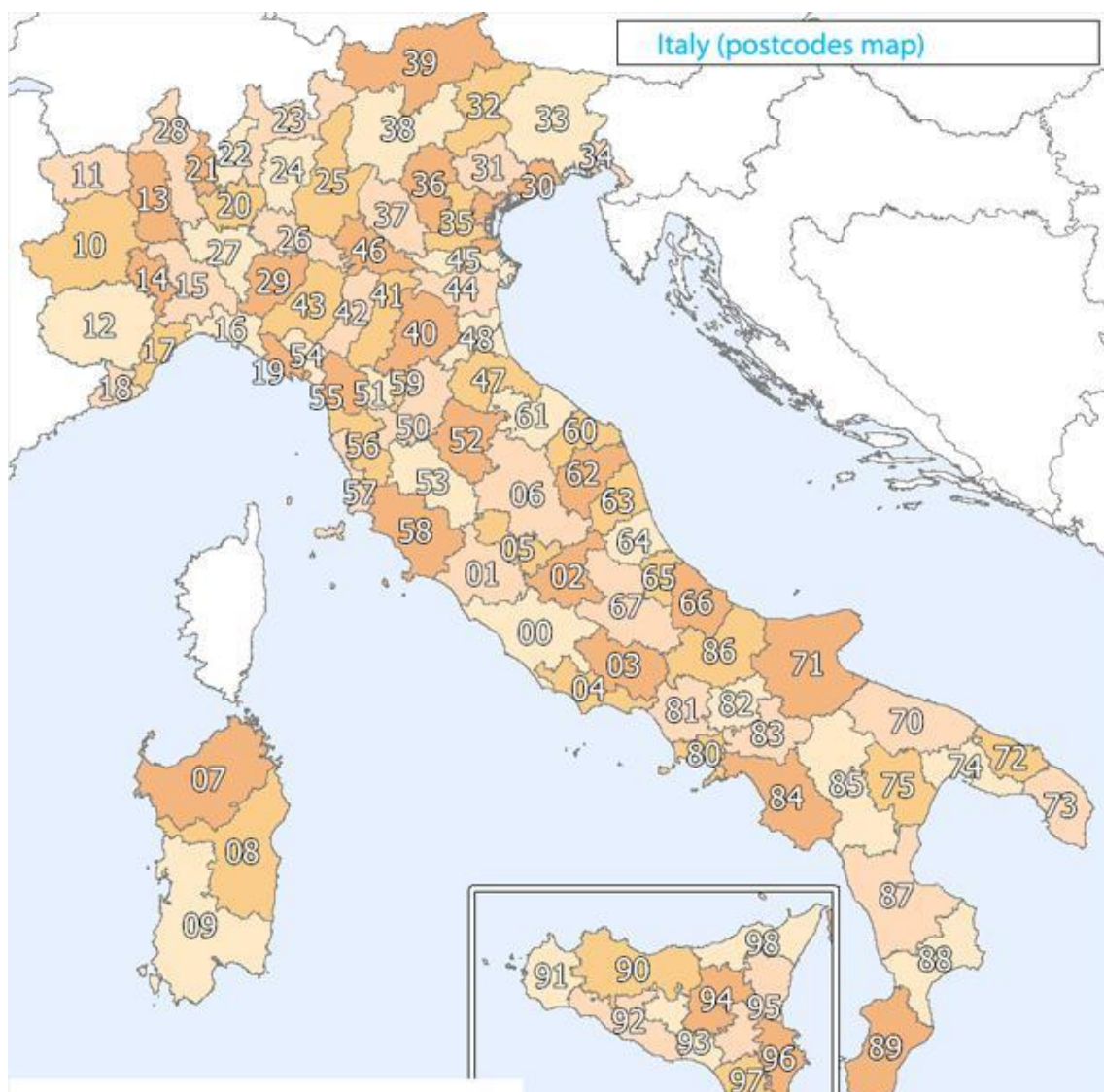


Рисунок 2.7 – Карта Італії по квадратах з індексами [22]

Таблиця 2.3 – Матриця найкоротших відстаней між постачальниками обладнання

Відстань, км	1	2	3	4
1	X	378	411	374
2	378	X	105	5
3	411	105	X	95
4	374	5	95	X

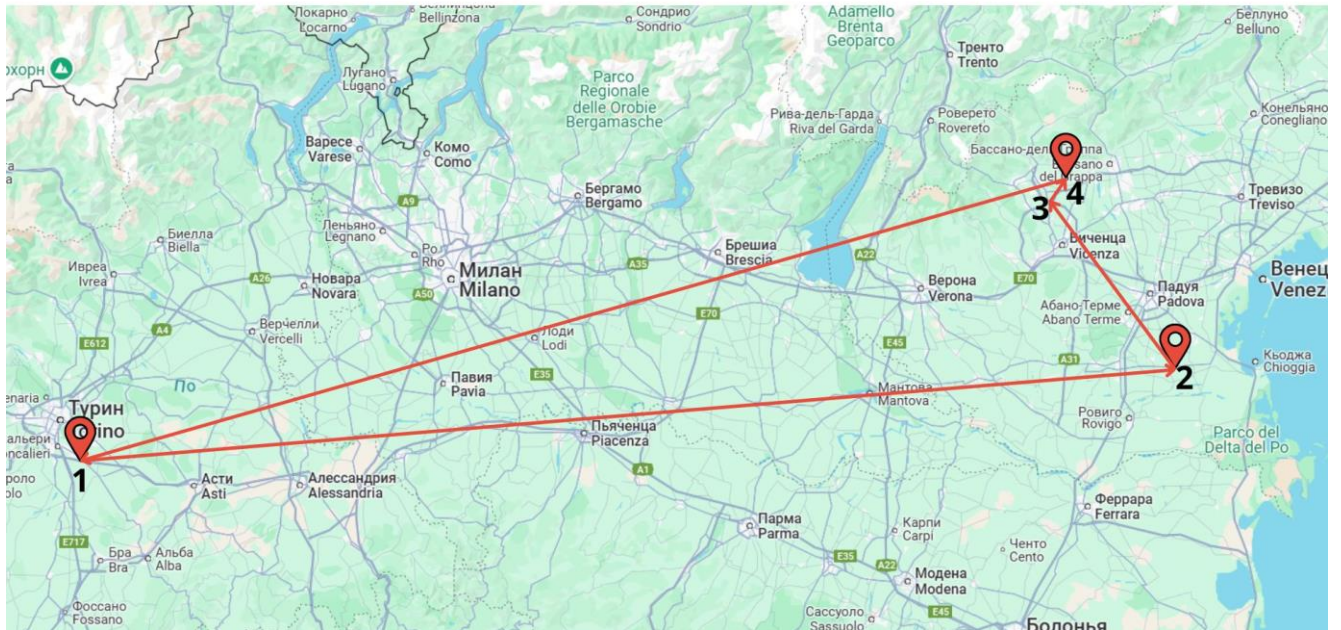


Рисунок 2.8 – Розташування місць завантаження на карті Італії [23]

2.4 Розробка математичної моделі

Математична постановка задачі комівояжера має наступний вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 (i = \overline{1, n}), \quad (2.2)$$

– обмеження на одноразовий виїзд з міста.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 (j = \overline{1, n}), \quad (2.3)$$

– обмеження на одноразовий в'їзд в місто.

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

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (2.2) і (2.3), 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:

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1; j = \overline{1, n}; i \neq j, \quad (2.4)$$

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому місті, можна знайти такі u_i та u_j , які задовільняють нерівність (2.2). 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 (2.7), отримаємо:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + nx_{ij} = -1 + nx_{ij} \leq n - 1, \quad (2.5)$$

Зауважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень i та j при $x_{ij} = 0$. Якщо ж $x_{ij} = 1$, то нерівність (2.3) виконується як строга рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1, \quad (2.6)$$

Тобто, якщо комівояжер пересувається з i -го в j -те місто, то нерівність (2.6) фіксує порядкові номери цих міст.

Отже математична постановка задачі Комівояжера полягає у мінімізації функції (2.1) при обмеженнях (2.2), (2.3) і (2.4) [25].

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.5 Пошук оптимального збірного маршруту вантажу в Італії за допомогою задачі Комівояжера

Візьмемо як довільний маршрут:

$$X_0 = (1,2); (2,3); (3,4); (4,1)$$

$$\text{Тоді } F(X_0) = 378 + 105 + 95 + 374 = 952$$

Для визначення нижньої межі множини скористаємося операцією редукції або приведення матриці по рядках, для чого необхідно в кожному рядку матриці D знайти мінімальний елемент.

$$d_i = \min(j) d_{ij} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.4 – Матриця приведення по рядках, для чого необхідно в кожному рядку матриці D знайти мінімальний елемент.

ij	1	2	3	4	d_i
1	M	378	411	374	374
2	378	M	105	5	5
3	411	105	M	95	95
4	374	5	95	M	5

Потім віднімаємо d_i з елементів рядка, що розглядається. У зв'язку з цим у новоствореній матриці в кожному рядку буде як мінімум один нуль.

Таблиця 2.5 – Віднімання d_i з елементів рядка, що розглядається

ij	1	2	3	4
1	M	4	37	0
2	373	M	100	0
3	316	10	M	0
4	369	0	90	M

Таку ж операцію редукції проводимо по стовпцях, для чого в кожному стовпці знаходимо мінімальний елемент:

$$d_j = \min(i) d_{ij} \quad (2.2)$$

Таблиця 2.6 – Операція редукції

i j	1	2	3	4
1	M	4	37	0
2	373	M	100	0
3	316	10	M	0
4	369	0	90	M
d_j	316	0	37	0

Після віднімання мінімальних елементів отримуємо повністю редуковану матрицю, де величини d_i і d_j називають константами приведення.

Таблиця 2.7 – Віднімання мінімальних елементів

i j	1	2	3	4
1	M	4	0	0
2	57	M	63	0
3	0	10	M	0
4	53	0	53	M

Сума констант приведення визначає нижню межу H:

$$H = \sum d_i + \sum d_j$$

$$H = 374 + 5 + 95 + 5 + 316 + 0 + 37 + 0 = 832$$

Елементи матриці d_{ij} відповідають відстані від пункту i до j.

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Оскільки в матриці n міст, D є матрицею $n \times n$ з невід'ємними елементами $d_{ij} \geq 0$.

Кожен допустимий маршрут є циклом, яким комівояжер відвідує місто лише один раз і повертається у вихідне місто.

Довжина маршруту визначається виразом:

$$F(M_k) = \sum d_{ij}$$

Причому кожен рядок та стовпець входять у маршрут лише один раз із елементом d_{ij} .

Виконаємо крок №1. Визначаємо ребро розгалуження і розіб'ємо всі множини маршрутів щодо цього ребра на два підмножини (i,j) і (i^*,j^*) .

З цією метою для всіх клітин матриці з нульовими елементами замінюємо по черзі нулі на M (нескінченність) і визначаємо для них суму констант приведення, що утворилися, вони наведені в дужках.

Таблиця 2.8 – Матриця приведення

$i \ j$	1	2	3	4	d_i
1	M	4	0(53)	0(0)	0
2	57	M	63	0(57)	57
3	0(53)	10	M	0(0)	0
4	53	0(57)	53	M	53
d_j	53	4	53	0	0

$d(1,3) = 0 + 53 = 53$; $d(1,4) = 0 + 0 = 0$; $d(2,4) = 57 + 0 = 57$; $d(3,1) = 0 + 53 = 53$; $d(3,4) = 0 + 0 = 0$; $d(4,2) = 53 + 4 = 57$;

Найбільша сума констант приведення дорівнює $(57 + 0) = 57$ для ребра $(2,4)$, отже, безліч розбивається на два підмножини $(2,4)$ та $(2^*,4^*)$.

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Виняток ребра (2,4) проводимо шляхом заміни елемента $d_{24} = 0$ на M , після чого здійснюємо чергове приведення матриці відстаней для підмножини $(2^*, 4^*)$, що утворилося, в результаті отримаємо редуковану матрицю.

Таблиця 2.9 – Редукована матриця

$i \ j$	1	2	3	4	d_i
1	M	4	0	0	0
2	57	M	63	M	57
3	0	10	M	0	0
4	53	0	53	M	0
d_j	0	0	0	0	57

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини:

$$H(2^*, 4^*) = 832 + 57 = 889$$

Включення ребра (2,4) проводиться шляхом виключення всіх елементів 2-го рядка і 4-го стовпця, в якому елемент d_{42} замінюємо на M , для виключення утворення циклу негамільтона.

У результаті отримаємо іншу скорочену матрицю (3 x 3), яка підлягає операції наведення.

Після операції приведення скорочена матриця матиме вигляд:

Таблиця 2.10 – Скорочена матриця

$i \ j$	1	2	3	d_i
1	M	4	0	0
3	0	10	M	0
4	53	M	53	53
d_j	0	4	0	57

Сума констант приведення скороченої матриці:

$$\sum d_i + \sum d_j = 57$$

Нижня межа підмножини (2,4) дорівнює:

$$H(2,4) = 832 + 57 = 889 \leq 889$$

Оскільки нижні межі підмножини (2,4) і підмножини (2*,4*) рівні, то ребро (2,4) включаємо маршрут з новим кордоном $H=889$.

Виконаємо крок №2. Визначимо ребро розгалуження.

Таблиця 2.11 – Визначення ребра розгалуження

i j	1	2	3	d_i
1	M	0(6)	0(0)	0
3	0(6)	6	M	6
4	0(0)	M	0(0)	0
d_j	0	6	0	0

$d(1,2) = 0 + 6 = 6$; $d(1,3) = 0 + 0 = 0$; $d(3,1) = 6 + 0 = 6$; $d(4,1) = 0 + 0 = 0$;
 $d(4,3) = 0 + 0 = 0$; $\max: d(1,2)=6$.

Вилучення ребра (1,2): $d_{12}=M$.

Таблиця 2.12 – Вилучення ребра (1,2)

i j	1	2	3	d_i
1	M	M	0	0
3	0	6	M	0
4	0	M	0	0
d_j	0	6	0	6

$$H(1^*, 2^*) = 889 + 6 = 895$$

Включеніє ребра (1,2): $d_{21}=M$.

Таблиця 2.13 – Включеніє ребра (1,2)

$i \ j$	1	3	d_i
3	0	M	0
4	0	0	0
d_j	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(1,2) = 889 + 0 = 889 \leq 895$$

Ребро (1,2) включаємо маршрут з новим кордоном $H=889$.

Відповідно до цієї матриці включаємо в гамільтонів маршрут ребра (3,1) та (4,3).

У результаті по дереву гілкувань гамільтонів цикл утворюють ребра: 1-3-4-2

Довжина маршруту дорівнює $F(M_k) = 511$ км, а час на збір, завантаження та митне оформлення вантажів та відпочинок водія складає 36 годин.

Отриманий маршрут перевезення збірного вантажу

5. Via Vittime di Piazza Fontana, 48, 10024 Moncalieri (TO) – Italy
6. Via dell'Artigianato, IV Strada, n.6, 35020 Candiana (PD), Italy
7. Via Vittorio Veneto, 63, 36035 Marano Vicentino (Vicenza) Italia
8. Via dell'Aeronautica, 2, 36016 Thiene (VI) ITALY

Для наочності складемо дерево розв'язання задачі на рисунку 2.

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

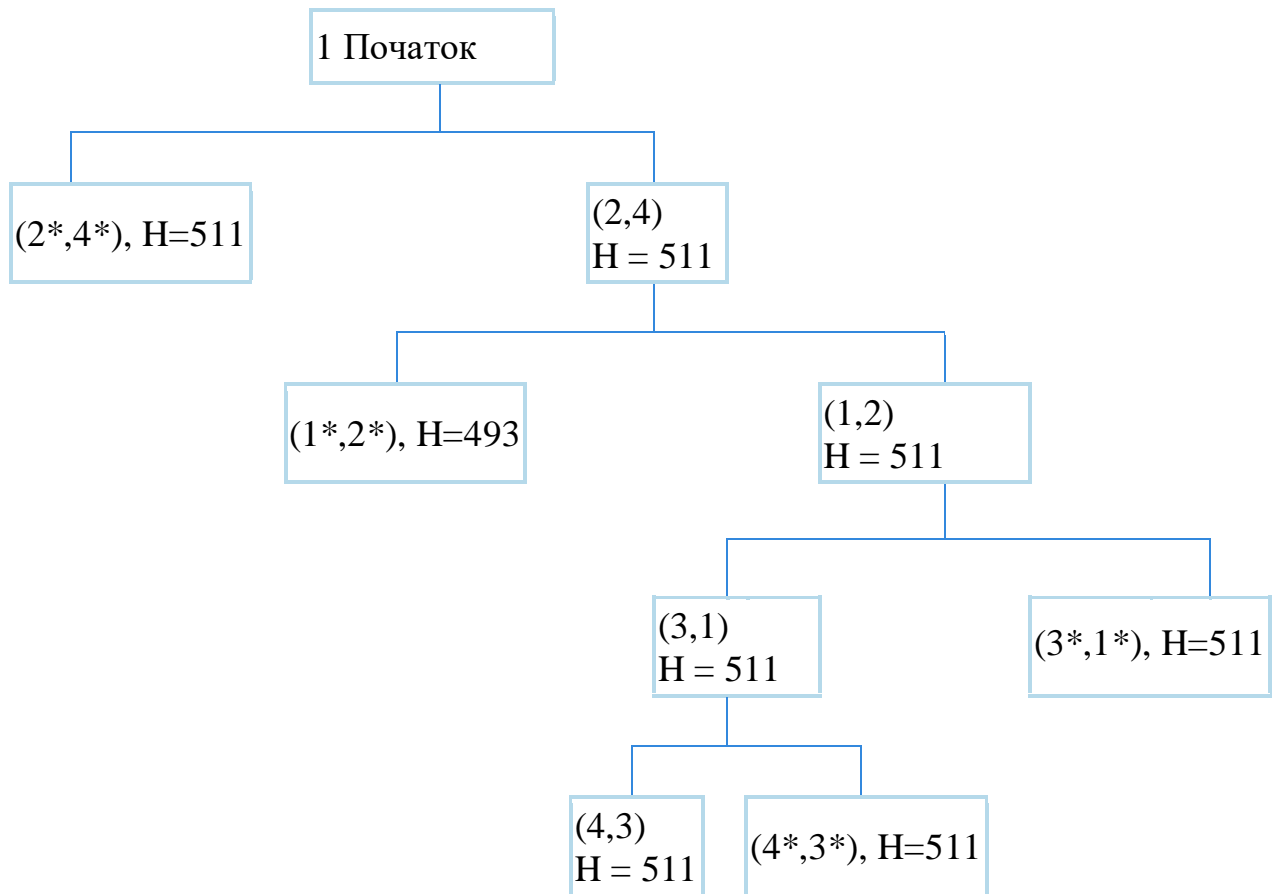


Рисунок 2.10 – Дерево розв’язання задачі [Розроблено автором]

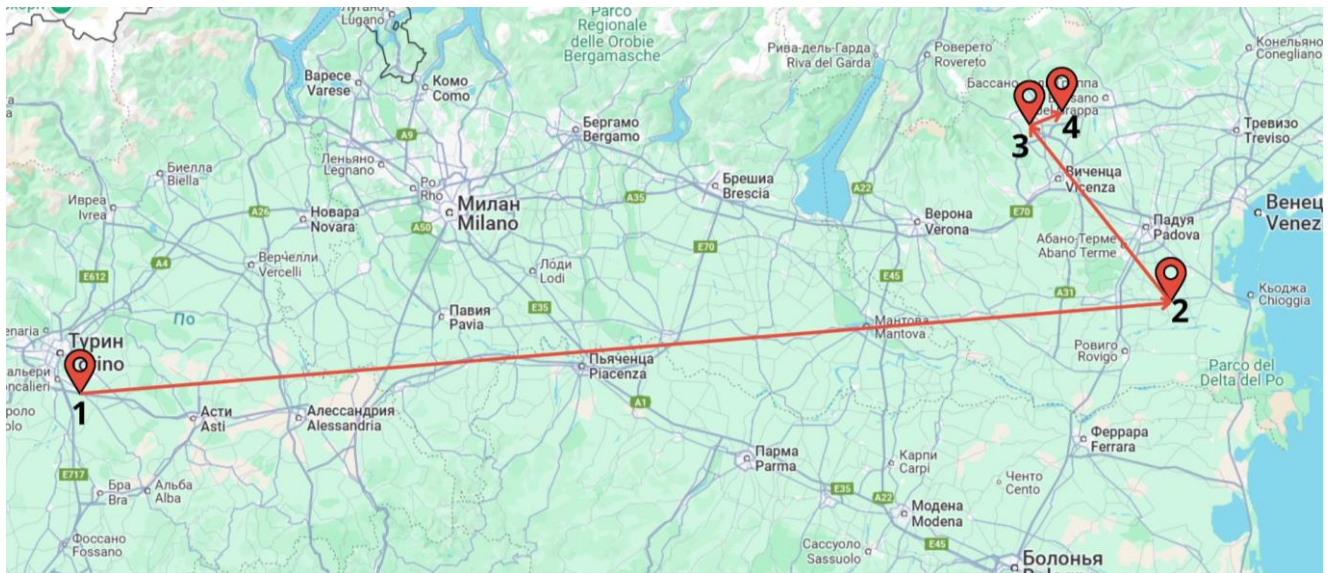


Рисунок 2.9 – Отриманий маршрут перевезення збірного вантажу [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ	275	10	ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

У даній кваліфікаційній роботі магістра розробимо маршрут міжнародного перевезення збірного вантажу у фурі 20 т з Італії до м. Луцьк через пункт переходу «Ягодин».

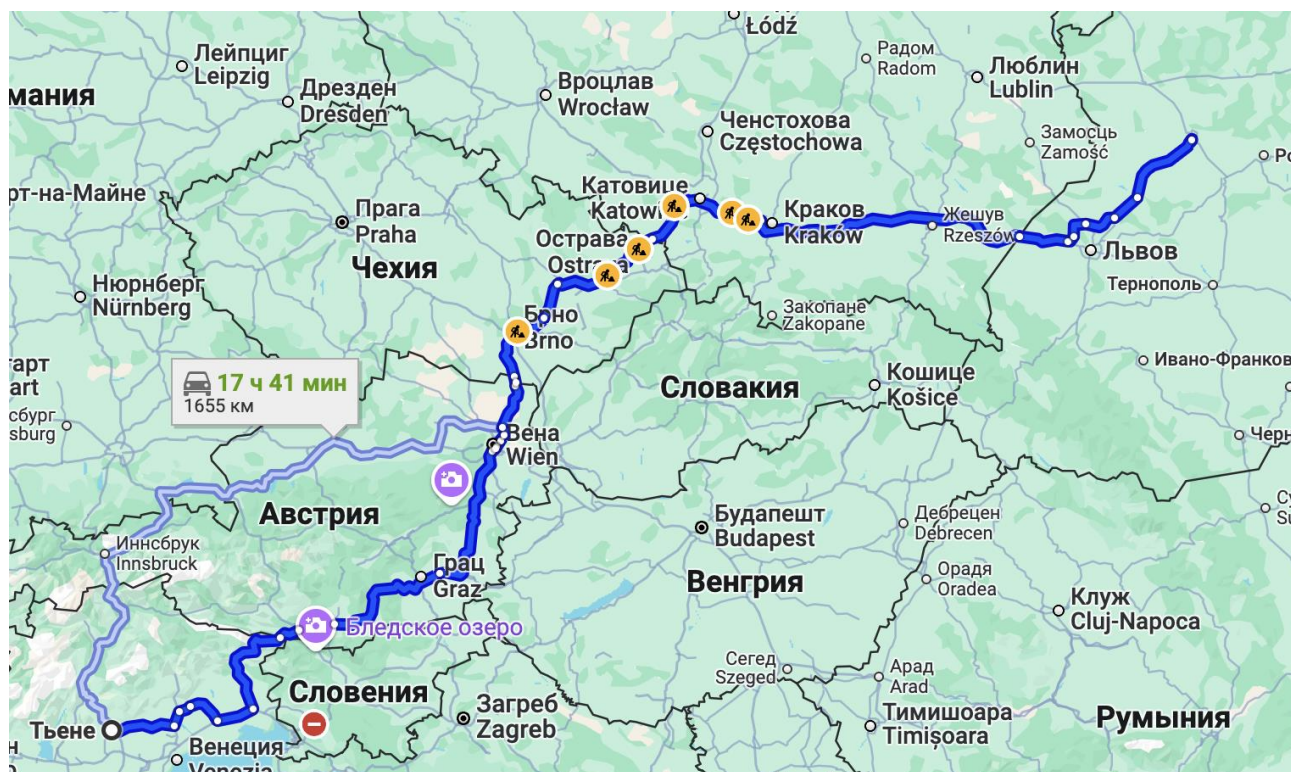


Рисунок 2.10 – Маршрут перевезення вантажу за обраним напрямком [23]

Загальний час прямування за маршрутом «мінімального часу» дорівнює «мінімальній відстані» і складає 1655 км.

Далі необхідно буде скласти маршрут та графік роботи водія відповідно до Положення про робочий час і час відпочинку водіїв автотранспортних засобів [24]. Для цього розглянемо таблицю 2.13.

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ	275	10	ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.							42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 2.13 – Графік руху транспорту та режим роботи водія

Час, год, хв.	Тривалість, год, хв.		Пункт знаходження, автошлях		у рейсі	Технологічна операція
	Операції	Знах. Ур.				
08:00	00:30	00:30	м. Тієне	30	30	Подача авто на завантаження
08:30	01:00	01:30	м. Тієне		30	Завантаження, отримання документів
09:30	04:00	05:30	м.Клагенфунт	307	337	м.Клагенфунт
13:30	01:00	06:30	м.Клагенфунт			Відпочинок та обід
14:30	04:30	11:00	м. Відень	311	648	
19:00	13:00	00:00	м. Відень			простій 13 годин
08:00	04:30	04:30	м. Катовіце	356	1004	Рух до м. Катовіце
12:30	01:00	05:30	м. Катовіце			Відпочинок та обід
13:30	04:30	10:00	м. Люблін	395	1399	
18:00	13:00	23:00	м. Люблін			простій 13 годин
07:00	01:30	00:30	м. Ягодин	101	1500	рух до кордону з Україною
08:30	01:00:00	01:30	м. Ягодин			митне оформлення
09:30	02:00	03:30	м. Луцьк	135	1635	рух до місяця розмитнення
11:30	04:00	07:30	м. Луцьк			розмитнення + відпочинок водія
15:30	00:30	08:00	м. Луцьк	50	1685	рух до місяця вивантаження
16:00	02:00	10:00	м. Луцьк			вивантаження
		58:00		1685,00	1685	00:00

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Тобто, після останньої точки час на керування до м. Луцьк, Україна складає 58 годин, з яких 22 складає керування, 8 годин технічні операції, 28 годин на відпочинок, обід та простій між змінами.

Отже, загальний час рейсу Італія – Україна з урахуванням всіх простоїв, митних формальностей, навантажувально-розвантажувальних робіт, часу на керування склав 94 години, а загальна відстань 2196 км.

Виконав	Дмитренко Є.В.			<i>КРМ 275 10 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПУНКТУ ПРОПУСКА ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

3.1 Розробка математичної моделі задачі

Вантажні перевезення можуть бути організовані різними способами. Це може бути пряма доставка одним видом транспорту, комбіноване сполучення (застосування двох або більше видів транспорту для зменшення витрат чи прискорення доставки) або використання кількох видів транспорту, якщо географічні умови унеможливають транспортування лише одним видом.

У межах цієї кваліфікаційної роботи магістра буде досліджено організацію автомобільного перевезення вантажів. Початковим етапом роботи стане побудова математичної моделі станції «Ягодин», розглянутої як систему масового обслуговування.

Розглянемо n -канальну систему масового обслуговування з очікуванням і обмеженою довжиною черги. На вхід системи поступають вхідні потоки заявок різного пріоритету з різною інтенсивністю $\lambda^{(i)}$ та інтенсивністю обслуговування $\mu^{(i)}$. Тобто, в середньому безперервно зайнятий канал буде видавати $\lambda^{(i)} / \mu^{(i)}$ опрацьованих запитів в одиницю часу. Запит, що надійшов в момент, коли всі канали зайняті становиться у чергу. Для спрощення вважатимемо, що кожний клас запитів має власну чергу довжиною m . Введемо позначення: $\rho = \lambda / \mu$.

Стан системи для одного класу запитів будемо нумерувати відповідно до числа запитів, що зв'язані з системою: S_0 – канали вільні; S_1 – 1 зайнятий один канал, усі інші вільні; S_k – зайняті k каналів, інші вільні; S_n – зайняті всі n каналів, черги немає; S_{n+m} – зайняті n каналів, місць в черзі немає. Графосимволічне представлення такої системи зображено на рис. 3.1

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

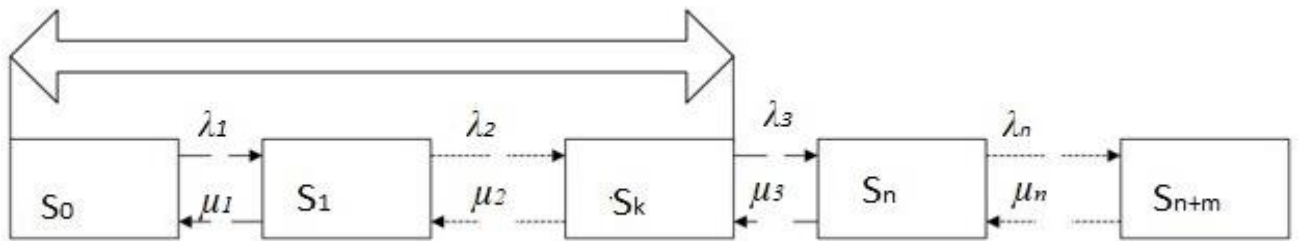


Рисунок 3.1 – Графосимволічне представлення багатоканальної системи масового обслуговування з очікуванням для одного класу запитів [14]

Тривалість часу між двома послідовними заявками з номерами $i-1$ та i розраховуємо за формулою

$$t_i = -\left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln R_i \cdot 60 = -\frac{\ln R_i}{\lambda} \cdot 60 \text{ або } t_i = -60 \cdot \lambda \cdot (\ln R_i), \text{ хв} \quad (3.1)$$

де R_i – рівномірно розподілене випадкове число, λ – інтенсивність надходження заявок до системи.

Моменти надходження транспортних засобів обчислюємо за формулою

$$T_i = T_{i-1} + t_i \quad (3.2)$$

де T_{i-1} – попередній час прибуття транспортних засобів,
 t_i – поточний інтервал між прибуттям транспортних засобів.

Таким чином, у цьому розділі було розглянуто ключові аспекти перевізного процесу автомобільним транспортом, зокрема побудову графіка руху та визначення режиму роботи водія. Також було виконано обчислення оптимального маршруту та розроблено математичну модель процесу обслуговування автомобілів на залізничній станції «Ягодин».

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.2 Розрахунок параметрів системи масового обслуговування пункту пропуску

Автомобільний пункт пропуску «Ягодин» для вантажних транспортних засобів у напрямку в'їзду в Україну є чотирьохканальною системою масового обслуговування з очікуванням, у яку надходить Пуассонівський потік заявок. Час між надходженнями двох послідовних заявок розподілений згідно з показниковим законом $f(t)=ke^{-kt}$. Тривалість обслуговування кожної заявки рівна Δt хвилин. Знайдемо методом Монте-Карло математичне очікування α^* числа обслужених заявок за час T , середній час очікування транспортних засобів на обслуговування (митний контроль) та середній час очікування системи.

У даній кваліфікаційній роботі магістра буде проведено розрахунки для наступних вхідних даних, наведених у таблиці 3.1. Дані експерименти будуть виконані для часу митного обслуговування 1 авто 10 хв (з відхиленням ± 2 хв), та 50 хв (з відхиленням $\pm 1,25$ хв). Така різнобіжність була обрана, через те, що через відключення електроенергії впливає на якість прийняття автомобілів. Тривалість очікування завантаження автомобіля в секції оберемо регульований метод. З метою подальшого аналізу та пошуку способів удосконалення.

Таблиця 3.1 – Вхідні дані для розрахунків

Т _{обс} = 10 хв.			
Номер експерименту	1	2	3
$\lambda_{сер}$	20	20	20
Т _{обс} = 50 хв.			
Номер експерименту	1	2	3
$\lambda_{сер}$	20	20	20

Інтенсивність надходження заявок λ до системи приймаємо виходячи з проектної пропускної спроможності існуючої в митному посту «Ягодин», що складає $\lambda_{сер}=20$ авто/год.

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ			Арк.
Перевірив	Разганов С.А.						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Рівномірно розподілені випадкові числа генеруються за допомогою програми «Аналіз даних» MS Excel в інтервалі від 0 до 1. Необхідно виконати для розрахунку значення R та часу прибуття рис. 3.2 та 3.3 відповідно.

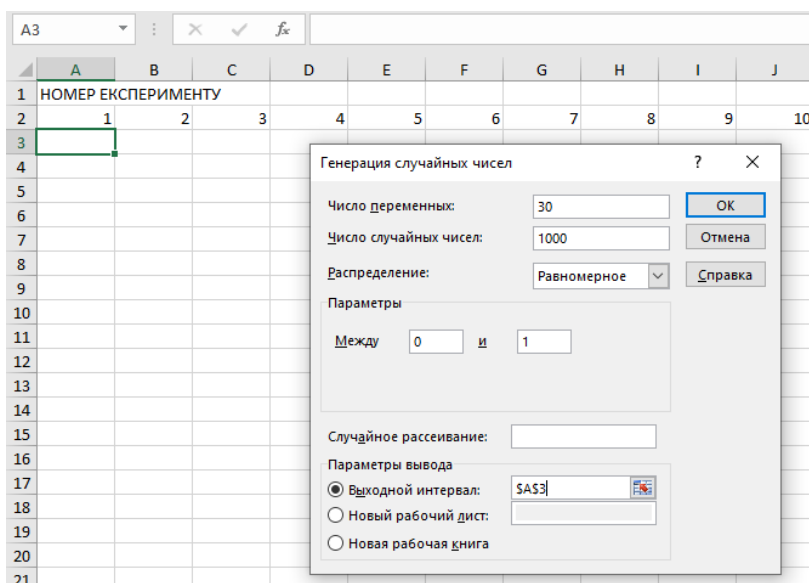


Рисунок 3.2 – Генерація випадкових значень для R за рівномірним розподілом [Скріншот з розрахунку в середовищі MS Excel]

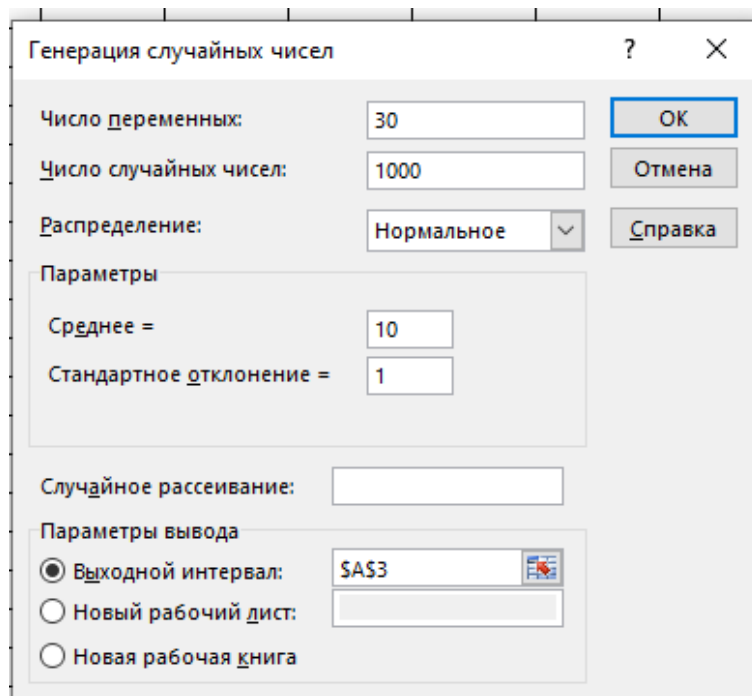


Рисунок 3.3 – Генерація випадкових значень для часу прибуття за нормальним розподілом [Скріншот з розрахунку в середовищі MS Excel]

Виконав	Дмитренко Е.В.			<i>KPM 275 10 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Надалі отриманні значення будемо використовувати для подальших розрахунків.

1. Для початку розрахунків необхідно буде ввести рівномірне розподілене випадкове число R_i та тривалість митного контролю, хв, які ми отримали з генератора випадкових чисел.

2. λ для нашого випадку дорівнює 20. Це кількість фактичних авто, яку митний пост може обслуговувати за годину.

3. Інтервал між прибуттям, хв. Розраховуємо за формулою D5:
 $-60/17 * LN(C5)$

4. Моменти прибуття транспортних засобів розраховуються за наступною формулою: $F5 = F4 + D5$

5. Надалі розглянемо алгоритм регулювання вхідних заявок авто для 4 каналів. Так як ми починаємо розрахунок з 00:00 год, то логічним є те, що перша заявка буде відправлена в 1 канал, друга в другий, третя в третій, четверта в четвертий, адже черг та простоїв авто та каналів немає. Розглянемо направлення 5 авто, який прибув на митний пост в 10,73 хв (рис. 4.5). Наведемо детальні формули:

- Тривалість очікування обслуговування автомобілем в каналі, хв. $J9 = \text{ЕСЛИ}(((N8 <> 0) * I(M8 > 0)); M8; 0)$. У нашому випадку дорівнює 0, так як авто прибуває пізніше часу закінчення обслуговування попереднього авто.

- Час закінчення обслуговування, хв. $K8 = \text{ЕСЛИ}((N8 > 0); L8; L4)$, тобто сума часу початку обслуговування та самого часу обслуговування.

- час закінчення обслуговування з урахуванням тривалістю очікування, хв: $L8 = F8 + J8 + N8$, тобто сума часу прибуття, часу митного контролю та часу очікування.

- Простій каналу, хв.: $M8 = L4 - F8$, тобто різниця між часом закінчення обслуговування попередньої заявки та часом приходу наступної.

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

KPM 275 10 ПЗ

- Номер заявки на обслуговуванні: N8=ЕСЛИ((L4=\$AD8);\$B8;0).

Дана функція необхідна, щоб ми могли бачити, яка заявка прибуває до даного каналу.

№ заявки		Раніше розраховане випадкове число R.		Інтервал між прибуттями, хв.		Час прибуття, хв.		Регулювання		Привласність митного контролю, хв.		Привласність митного контролю, хв.		Привласність обслуговування автомобіля в каналі, хв.		Час закінчення обслуговування з урахуванням тривалості очікування, хв.		Простий каналу, хв.		Час закінчення обслуговування з урахуванням тривалості очікування, хв.		Простий каналу, хв.		Час закінчення обслуговування з урахуванням тривалості очікування, хв.		Простий каналу, хв.		Час закінчення обслуговування з урахуванням тривалості очікування, хв.		Простий каналу, хв.		Час закінчення обслуговування з урахуванням тривалості очікування, хв.		Простий каналу, хв.					
1	0,3972				0,000	1	9,97318																																
2	0,76473	0,847	0	0,847		2	11,4817																																
3	0,11908	6,720	0	7,567		3	9,78528																																
4	0,62236	1,498	0	9,064		4	9,47603																																
5	0,58879	1,673	0	10,737		5	8,50655																																
6	0,36122	3,216	0	13,953		6	10,9847																																
7	0,34126	3,395	0	17,348		7	12,3471																																
8	0,17307	5,539	0	22,887		8	8,80644																																
9	0,85376	0,499	0	23,386		9	10,3525																																
10	0,99258	0,024	0	23,410		10	11,7682																																
11	0,18439	5,339	0	28,749		11	10,6634																																
12	0,12882	6,472	0	35,220		12	10,1888																																
13	0,33943	3,412	0	38,632		13	9,3206																																
14	0,67272	1,252	0	39,884		14	7,66711																																

Рисунок 3.4 – Розрахунок показників для 5го авто [Скріншот з розрахунку в середовищі MS Excel]

Тобто, ми бачимо, що 5 авто прибуло на митний термінал №1 у 10,73 хв, час очікування авто склав 0 хв, простій терміналу – 2 хв, тривалість митного контролю склала 8,50 хв, а отже час закінчення обслуговування склав у 19 хв.

Усі аналогічні розрахунки проводяться для наступних заявок для кожного з 4 митних каналів обслуговування.

Розрахунки проводяться за моменту закінчення доби, тобто остання заявка має прибути та бути обслугована до 1440 хв (24*60=1440хв).

З отриманих результатів ми бачимо, що останньою заявкою, яку митний пост зможе обробити буде авто № 438: час прибуття – 1427,46 хв доби, час митного оформлення – 10,51 хв, час закінчення обслуговування – 1439 хв доби, термінал обслуговування склав №4. (рис.4.6 та 4.7)

Виконав		Дмитренко Е.В.		КРМ 275 10 ПЗ				Арк.
Перевірив		Разганов С.А.						50
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис	Дата			

№ заявки	Результат розрахунку платежів за мисом К	Інтервал між прибуттями, хв.	Час прибуття, хв.	Результативний	Тривалість митного контролю, хв.	Тривалість митного контролю, хв.	Модельовання обслуговування автомобіля в пункті пропуску																			
							1				2				3				4							
							Тривалість обслуговування автомобіля в каналі, хв.	Чис. залічених обслуговувань, хв.	Чис. залічених обслуговувань в уривкуваннях графікості обслуговування, хв.	Проектний канал, хв.	Номер машини на обслуговуванні	Тривалість обслуговування автомобіля в каналі, хв.	Чис. залічених обслуговувань, хв.	Чис. залічених обслуговувань в уривкуваннях графікості обслуговування, хв.	Проектний канал, хв.	Номер машини на обслуговуванні	Тривалість обслуговування автомобіля в каналі, хв.	Чис. залічених обслуговувань, хв.	Чис. залічених обслуговувань в уривкуваннях графікості обслуговування, хв.	Проектний канал, хв.	Номер машини на обслуговуванні					
1	0,3972		0,000	1	9,97318	0	0	10		1																
2	0,76473	0,847	0	0,847	2	11,4817	0								12		2									
3	0,11508	0,720	0	7,267	3	9,78538	0																			
4	0,62236	1,458	0	0,964	4	9,47603	0																			
5	0,58879	1,673	0	10,737	8,30655	0	0	19	19	-1	5	0	12	19	2	0	0	17	19	7	0	0	19	19	8	0
6	0,36122	3,216	0	13,953	10,9847	0	0	19	25	5	0	0	25	25	-2	6	0	17	25	3	0	0	19	25	5	0
7	0,34126	3,395	0	17,348	12,2471	0	0	19	30	2	0	0	25	30	8	0	0	30	30	0	7	0	19	30	11	0
8	0,17307	5,539	0	22,887	8,89644	0	0	19	32	-4	0	0	25	32	2	0	0	30	32	7	0	0	32	32	-4	8
9	0,85376	0,499	0	23,386	10,3525	0	0	34	34	-4	9	0	25	34	2	0	0	30	34	6	0	0	32	34	8	0
10	0,99258	0,024	0	23,410	11,7682	0	0	34	35	10	0	2	37	37	2	10	0	30	35	6	0	0	32	35	8	0
11	0,18439	5,339	0	28,749	10,6534	0	0	34	39	5	0	0	37	39	8	0	1	40	40	1	11	0	32	39	3	0
12	0,12882	6,472	0	35,220	10,1888	0	0	34	45	-1	0	0	37	45	1	0	0	40	45	5	0	0	45	45	-7	12
13	0,33943	3,412	0	38,632	9,37206	0	0	48	48	-5	13	0	37	48	-2	0	0	40	48	2	0	0	45	48	7	0
14	0,67272	1,252	0	39,884	7,66711	0	0	48	48	8	0	0	48	48	-3	14	0	40	48	0	0	0	45	48	6	0

Рисунок 3.5 – Початок обслуговування авто на митному посту з 00:00 годин доби для 1 каналу [Скріншот з розрахунку в середовищі MS Excel]

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
7	420	0,291274	0,084	0	1,209	2,29	1,172088	0	0	1387	1,299	-2	0	0	1386	1,399	-3	0	0	1399	1,399	-7	427	0	1396	1,399	6	0	0	0
8	427	0,23011	4,640	0	1,389	1,64	9,856495	0	0	1387	1,399	-2	0	0	1405	1,405	-11	428	0	1399	1,405	-2	0	0	1396	1,405	-2	0	0	0
9	428	0,074679	8,193	0	1,397	1,57	7,88135	0	0	1387	1,405	-10	0	0	1405	1,405	-11	428	0	1399	1,405	-2	0	0	1396	1,405	-2	0	0	0
10	429	0,438185	2,606	0	1,399	9,63	9,599022	0	0	1410	1,410	-13	429	0	1405	1,410	5	0	0	1399	1,410	-1	0	0	1396	1,410	-4	0	0	
11	430	0,132206	6,390	0	1,406	3,53	10,86712	0	0	1410	1,417	3	0	0	1405	1,417	-1	0	0	1399	1,417	-7	0	0	1417	1,417	-11	430	0	0
12	431	0,688154	2,397	0	1,408	3,49	10,53833	0	0	1410	1,419	1	0	0	1405	1,419	-4	0	0	1419	1,419	-10	431	0	1417	1,419	8	0	0	0
13	432	0,177709	5,456	0	1,414	2,05	9,750221	0	0	1410	1,424	-5	0	0	1424	1,424	-9	432	0	1419	1,424	5	0	0	1417	1,424	3	0	0	
14	433	0,879635	0,405	0	1,414	6,10	8,83908	0	0	1423	1,423	-5	433	0	1424	1,423	9	0	0	1419	1,423	5	0	0	1417	1,423	3	0	0	
15	434	0,236122	4,558	0	1,419	1,68	9,519853	0	0	1423	1,429	4	0	0	1424	1,429	5	0	0	1419	1,429	0	0	0	1429	1,429	-2	434	0	
16	435	0,311473	3,884	0	1,422	5,51	10,207052	0	0	1423	1,432	1	0	0	1424	1,432	1	0	0	1432	1,432	-4	435	0	1429	1,432	6	0	0	
17	436	0,939911	0,209	0	1,423	0,61	9,956804	0	0	1433	1,433	0	436	0	1424	1,433	1	0	0	1432	1,433	9	0	0	1429	1,433	6	0	0	
18	437	0,718422	1,053	0	1,424	11,4	9,05204	0	0	1433	1,433	9	0	0	1433	1,433	0	437	0	1432	1,433	8	0	0	1429	1,433	5	0	0	
19	438	0,245838	3,353	0	1,427	4,67	10,51177	0	0	1433	1,438	6	0	0	1433	1,438	6	0	0	1432	1,438	5	0	0	1439	1,438	1	438	0	
20	439	0,679138	1,277	0	1,428	3,44	11,76694	0	0	1433	1,441	5	0	0	1433	1,441	4	0	0	1444	1,444	3	439	0	1439	1,441	10	0	0	
21	440	0,181066	5,397	0	1,434	1,41	9,382558	0	0	1433	1,444	-1	0	0	1444	1,444	-1	440	0	1444	1,444	10	0	0	1439	1,444	5	0	0	
22	441	0,954833	0,146	0	1,434	2,87	9,702648	0	0	1444	1,444	-1	441	0	1444	1,444	9	0	0	1444	1,444	10	0	0	1439	1,444	5	0	0	
23	442	0,846797	0,523	0	1,434	8,12	9,371697	0	0	1444	1,444	9	0	0	1444	1,444	9	0	0	1444	1,444	9	0	0	1449	1,449	4	442	0	
24	443	0,134886	5,169	0	1,439	9,81	10,14527	0	0	1444	1,450	4	0	0	1454	1,454	4	443	0	1444	1,450	4	0	0	1449	1,450	9	0	0	
25	444	0,288736	3,923	0	1,443	9,04	8,883691	0	0	1444	1,453	0	0	0	1454	1,453	10	0	0	1453	1,453	0	444	0	1449	1,453	5	0	0	
26	445	0,663167	1,297	0	1,445	2,01	11,41653	0	0	1457	1,457	-1	445	0	1454	1,457	8	0	0	1453	1,457	8	0	0	1449	1,457	3	0	0	
27	446	0,119134	6,719	0	1,451	3,20	8,650924	0	0	1457	1,461	5	0	0	1454	1,461	2	0	0	1453	1,461	1	0	0	1461	1,461	-3	446	0	

Рисунок 3.6 – Кінець обслуговування авто на митному посту до 00:00 наступної доби для 1 каналу (Скріншот з розрахунку в середовищі MS Excel)

Надалі необхідно розрахувати характеристику простоїв каналів та характеристика очікування обслуговування транспортним засобом, хв. Дані розрахунки необхідні для подальшого аналізу ефективності системи. Розпишемо метод розрахунку для 1 авто.

Таким чином у комірку AF8 введемо формулу: =ЕСЛИ((M8<0)*И(N8<>0);M8;0) – пошук простою каналів.

Таким чином у комірку AJ8 введемо формулу: =ЕСЛИ((M8>0)*И(N8<>0);M8;0) – очікування обслуговування транспортним засобом.

Усі розрахунки для інших авто проводяться за аналогією. Таким чином будемо мати наступні результати у таблиці 3.2.

Виконав		Дмитренко Е.В.								Арк.	
Перевірив		Разганов С.А.				КРМ		275		10 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.		Підпис	Дата					51	

Таблиця 3.2 – Характеристика простоїв каналів та очікування обслуговування транспортним засобом

№ заявки	Характеристика простоїв каналів, хв.				Характеристика очікування обслуговування транспортним засобом, хв.			
5	-0,76	0	0	0	0	0	0	0
6	0	-1,62	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0,004	0
8	0	0	0	-4,34	0	0	0	0
9	-4,14	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1,52	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0,95	0
12	0	0	0	-3,43	0	0	0	0
13	-4,89	0	0	0	0	0	0	0
...								
434	0	0	0	-1,94	0	0	0	0
435	0	0	-3,54	0	0	0	0	0
436	0	0	0	0	0,38	0	0	0
437	0	-0,15	0	0	0	0	0	0
438	0	0	0	0	0	0	0	1,22

Надалі необхідно буде розрахувати характеристику системи

Після цього складемо таблицю 3.3 характеристику ефективності системи №1, тобто розрахуємо час простою кожного каналу, середній та максимальний часи очікування, середні значення кожного з показників.

Щоб знайти час простою 1 каналу у комірку AP5 введемо формулу: =ABS(СУММ(AF6:AF431))/AT5 (беручи до уваги попередні розрахунки характеристики простоїв для 1 каналу табл. 3.2).

Виконав		Дмитренко Е.В.		КРМ 275 10 ПЗ				Арк.
Перевірив		Разганов С.А.						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Середнє значення часу простою є комірка AP9:

$$=(AP5+AP6+AP7+AP8)/AR2$$

Для розрахунку середнього часу очікування 1 каналу в комірці AP10 введемо формулу: =CPЗНАЧ(AJ6:AJ439) (беремо результати характеристики очікування обслуговування транспортним засобом з таблиці 3.2).

Середнє значення середнього часу очікування є комірці AP14 введемо формулу: =(AP10+AP11+AP12+AP13)/AR2.

Щоб розрахувати час максимального очікування для 1 каналу в AP15 введемо: =МАКС(AJ6:AJ439)

Середнє значення максимального часу очікування є комірці AP19, де введемо формулу: =МАКС(AJ8:AM439).

Аналогічно проводимо розрахунки для 2, 3 та 4 каналу. Отримаємо рис. 4.9 результати ефективності системи для чотирьох каналів.

Таблиця 3.3 – Характеристика ефективності системи

Показник	Тривалість	Розмірність
t простою каналу 1	343,42	хв/добу
t простою каналу 2	345,41	хв/добу
t простою каналу 3	323,53	хв/добу
t простою каналу 4	314,53	хв/добу
t простою середнє	331,72	хв/добу
t очікування сер 1	0,90	хв
t очікування сер 2	0,85	хв
t очікування сер 3	0,84	хв
t очікування сер 4	0,79	хв
t очікування сер	0,85	хв
t очікування макс 1	23	хв
t очікування макс 2	21	хв
t очікування макс 3	23	хв
t очікування макс 4	23	хв
t очікування макс	23	хв

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таким чином, для часу обслуговування 10 хв/авто при інтенсивності надходження заявок $\lambda=20$ отримаємо наступні результати:

Кількість обслугованих заявок : 438 авто/добу.

Одержана інтенсивність λ : 18,25 авто/год

Середній час простою: 331,72 хв/добу

Середній час очікування авто: 0,85 хв.

Максимальний час максимальний: 23хв.

Надалі проведемо ще 2 розрахунки для отримання найбільш точних даних.

Процес вирішення кожної задачі є аналогічним до вищезазначених. Загальну таблиці 3.4 результатів наведемо нижче.

Таблиця 3.4 – Загальні розрахунки ефективності системи при $\lambda_{сер}=20$ авто/год, $T_{обс}=10$ хв.

$T_{обс}=10$ хв.	$\lambda_{сер}$	20		
№ експерименту	1	2	3	середнє
t простою середнє, хв/добу	331,72	315,84	290,43	312,66
t очікування сер, хв	0,85	0,66	1,15	0,89
t очікування макс,хв	23	20	28	23,67
Кількість обслугованих авто	438	447	456	447
Розрахована λ	18,25	18,63	19,12	18,67

Надалі проведемо аналогічні розрахунки для системи обслуговування для часу митного оформлення, що дорівнює 50 хв.

Інтенсивності надходження заявок для даної системи будуть аналогічними, тобто початкова задана $\lambda=20$ авто/год.

Отримані результати зобразимо в табл. 3.5.

Виконав	Дмитренко Е.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Загальні розрахунки ефективності системи при $\lambda=20$ авто/год

$T_{\text{обс}}=50$ хв.	$\lambda_{\text{сер}}$	20		
№ експерименту	1	2	3	середнє
t простою середнє, хв/добу	0	0	0	0
t очікування сер, хв	121,86	134,3	129,65	128,6
t очікування макс, хв	955	1086	1012	1017,67
Кількість обслугованих авто	112	113	112	112,3
Розрахована λ	4,66	4,7	4,66	4,67

Отже, у цьому розділі було проведено розрахунок параметрів системи масового обслуговування залізничного пункту пропуску «Ягодин» для вантажних транспортних засобів. Розглянута система є чотирьохканальною з очікуванням, у яку надходить потік заявок, що підкоряється Пуассонівському закону. Використовуючи метод Монте-Карло, визначено математичне очікування кількості обслугованих заявок за певний період часу, а також середній час очікування транспортних засобів на обслуговування та загальний час перебування в системі.

Для аналізу використовувалися експериментальні дані, що враховують вплив змін тривалості митного обслуговування залежно від умов роботи, зокрема через можливі перебої в електропостачанні. Проведені розрахунки дозволяють оцінити ефективність роботи системи за різних сценаріїв і слугуватимуть базою для пошуку шляхів її оптимізації.

Отримані результати стануть основою для подальшого аналізу системи з метою удосконалення процесів обслуговування та зменшення часу очікування.

Виконав	Дмитренко Є.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4 АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

4.1 Аналіз одержаних результатів розрахунку

Складемо таблицю, де порівняємо отримані результати з двох досліджень (час митного оформлення 10 та 50 хвилин)

Таблиця 4.1 – Порівняльний аналіз отриманих результатів з двох досліджень (час митного оформлення 10 та 50 хвилин)

λ , авто/год	20	
Показник	10 хв.	50 хв.
t очікування макс, хв	24	1017,67
Кількість обслугованих авто	447	113
Розрахована λ , авто/год	18,67	4,67



Рисунок 4.1 – Порівняльна діаграма 2 систем за часом максимального очікування [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Є.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

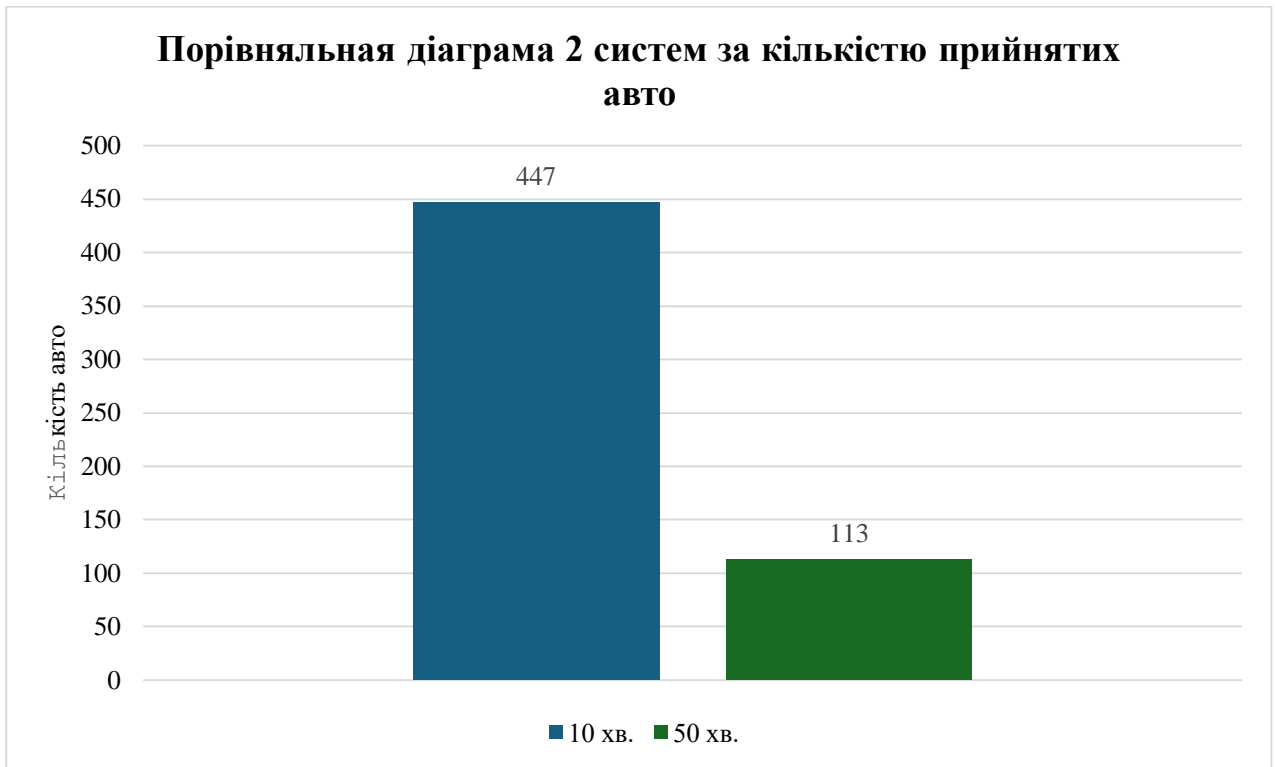


Рисунок 4.2 – Порівняльна діаграма 2 систем за кількістю прийнятих авто за добу [Розроблено автором]

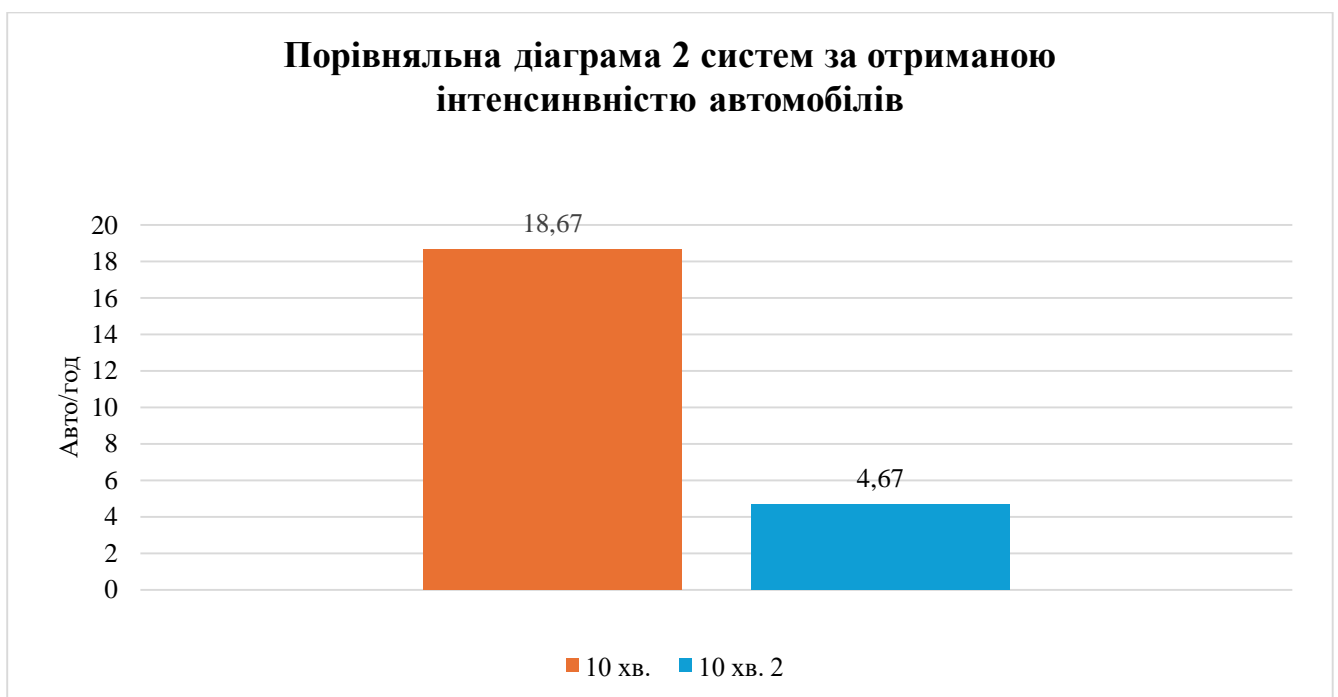


Рисунок 4.3 – Порівняльна діаграма 2 систем за інтенсивністю прийнятих авто за 1 годину [Розроблено автором]

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					КРМ	275	10	ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					57

Як показують результати, кількість автомобілів, які можна обслуговувати за добу, зменшується з 447 до 113, тобто у 3,91 раза, що є критичним показником у цій ситуації. Максимальний час очікування обслуговування зріс із 24 хвилин до 1017,67 хвилин, що призводить до утворення кілометрових черг на кордонах. Такі затримки безпосередньо впливають на інтенсивність обслуговування: за 10 хвилин часу оформлення обробляється 18,67 авто/год, тоді як при 50 хвилинах – лише 4,67 авто/год. Це означає, що за одну годину кількість обслугованих автомобілів зменшується на 13,8 авто.

У цьому розділі було проведено аналіз роботи митного пункту пропуску «Ягодин». Теоретичні розрахунки охоплювали дослідження ефективності двох систем масового обслуговування з 4 каналами, результати яких представлено у вигляді порівняльних таблиць і діаграм.

Практичні розрахунки включали моделювання двох систем масового обслуговування за різних умов: у першій середній час митного оформлення на одне авто складав 10 хвилин, у другій – 50 хвилин, що було зумовлено страйками на польсько-українському кордоні. Метод Монте-Карло було застосовано для оцінки характеристик ефективності системи, таких як середній час простою системи, середній і максимальний час очікування автомобілів у черзі, кількість обслугованих авто та інтенсивність надходження заявок за годину.

4.2 Шляхи підвищення ефективності вантажних перевезень хлібопекарського обладнання

Для підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання до України доцільно впровадити низку організаційних, технологічних та логістичних заходів, спрямованих на оптимізацію транспортних процесів:

1. Оптимізація логістичних маршрутів

Аналіз існуючих маршрутів доставки дозволяє виявити шляхи їх оптимізації з урахуванням мінімізації витрат на транспортування, скорочення термінів доставки та зменшення ризиків, пов'язаних із геополітичною ситуацією.

Виконав		Дмитренко Е.В.		КРМ 275 10 ПЗ			Арк.
Перевірив		Разганов С.А.					58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Вибір маршрутів, які враховують швидкість, вартість і надійність, є критично важливим для забезпечення безперервності постачання.

2. Розвиток мультимодальних перевезень

Поєднання автомобільного, залізничного та морського транспорту сприяє підвищенню гнучкості логістичних операцій. Використання мультимодальних транспортних вузлів дозволяє знизити витрати на транспортування та уникнути затримок на окремих етапах.

3. Використання цифрових технологій у логістиці

Запровадження систем управління транспортом (TMS) та відстеження вантажів у режимі реального часу дозволяє покращити контроль за процесами доставки, забезпечити прозорість операцій та швидко реагувати на непередбачувані ситуації.

4. Покращення умов митного оформлення

Скорочення часу митного обслуговування через автоматизацію процесів, використання попередніх декларацій та співпраці з митними органами сприятиме зменшенню затримок на кордоні.

5. Удосконалення пакування та завантаження

Оптимізація способів пакування хлібопекарського обладнання з урахуванням його габаритів і ваги дозволить раціонально використовувати вантажні простори, зменшивши витрати на транспортування.

6. Партнерство з надійними перевізниками

Вибір транспортних компаній, які мають досвід перевезення спеціалізованого обладнання, гарантує дотримання стандартів безпеки й своєчасність доставки.

Реалізація цих заходів забезпечить покращення логістичних процесів, зниження витрат, скорочення термінів доставки та підвищення конкурентоспроможності учасників ринку. Ефективна доставка хлібопекарського обладнання сприятиме розвитку харчової промисловості України та задоволенню потреб у сучасних технологіях виробництва хлібобулочних виробів.

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота магістра присвячена актуальній темі щодо підвищення ефективності доставки хлібопекарського обладнання з Італії до України.

У першому розділі було проаналізовано статистичні дані щодо перевезення вантажів з Італії до України за останні роки. Згідно з останніми офіційними даними Італійського національного інституту статистики, за підсумками 2023 року обсяг торгівлі товарами між Україною та Італією становив 3462 млн євро, що на 6,3% більше порівняно з попереднім роком. Експорт українських товарів до Італії склав 1710 млн євро, зменшившись на 12%, тоді як імпорт зріс на 33,2% і досягнув 1752 млн євро. Негативне сальдо для України у цей період склало -42 млн євро.

За попередніми даними МЗС Італії, за період січень-квітень 2024 року товарообіг між Україною та Італією склав 1372 млн дол. США, що на 15,5% більше порівняно з аналогічним періодом попереднього року. Експорт українських товарів до Італії зріс на 0,2% і склав 697 млн дол. США, а імпорт збільшився на 37,1% до 674 млн дол. США. Позитивне для України сальдо за цей період становило 23 млн дол. США.

У структурі імпорту італійських товарів до України в січні 2024 року домінували: ядерні реактори, котли, машини (14,7%), фармацевтична продукція (7,6%), електричні машини (6,7%), тютюн і промислові замітники тютюну (5,5%), мінеральне паливо, нафта і продукти її переробки (5,0%), алкогольні і безалкогольні напої та оцет (5,1%), пластмаси і полімерні матеріали (4,5%), чорні метали (4,5%), ефірні олії (3,9%), вироби з чорних металів (2,4%), готові продукти із зерна (2,1%), прилади та апарати оптичні і фотографічні (1,9%).

Також було розглянуто статистичні дані щодо імпорту хлібопекарського обладнання з Італії за січень та лютий 2024 року. Код УКТЗЕД для даного виду товару є 8438101000. Загальна кількість транспортних засобів складає 75 шт

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

загальною вагою брутто 194500 кг, з яких з Італії було завезено 23 авто, а вага вантажу складає 88125 кг брутто товару.

У лютому 2024 року було завезено 88 автомобілями, а вага 181161 кг брутто, з яких з Італії було завезено 34 автомобілями, а вага вантажу склала 69383 кг.

Було складено порівняльні діаграми для наочності. Хоча у лютому було більше автомобілів, проте вага брутто менше, ніж у січні 2024 року. Це можна пояснити тим, що габарити вантажу можуть бути різні і для цього для перевезення використовують 2т, 5т,10т та 20т типи вантажних автомобілів.

Друга частина даного розділу була присвячена аналізу наукових робіт, щодо організації перевезення вантажів та способу удосконалення. У другому розділі було описано транспортні характеристики вантажу. Згідно вхідних даних ми маємо 4 постачальника та 4 види товару, які у подальшому необхідно буде забрати з усіх точок та відвести до України:

- Imperia & Monferrina S.p.a.- Машина для млинців Imperia LA MONFERRINA C1
- MACPAN Srl- Тісторозкатна машина MAC. PAN MK500B
- Zmatic Тісторозкатка ел. Zmatik SHE50075
- Sottoriva - Тістомісильна машина Sottoriva EVO 130.

Транспортні характеристики вантажу хлібопекарського обладнання залежать від його типу, розміру, ваги, умов транспортування, а також специфіки обладнання. Було зазначено основні характеристики:

1. Габаритні параметри
2. Вага
3. Типи вантажу
4. Специфіка перевезення
5. Ризики транспортування
6. Типи транспорту
7. Маркування

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Також було побудовано фізичну модель та виконано пошук оптимального збірного маршруту вантажу в Італії за допомогою задачі Комівояжера. як результат було визначено, що довжина маршруту дорівнює $F(M_k) = 511$ км, а час на збір, завантаження та митне оформлення вантажів та відпочинок водія складає 36 годин.

Отриманий маршрут перевезення збірного вантажу наступний

9. Via Vittime di Piazza Fontana, 48, 10024 Moncalieri (TO) – Italy

10. Via dell'Artigianato, IV Strada, n.6, 35020 Candiana (PD), Italy

11. Via Vittorio Veneto, 63, 36035 Marano Vicentino (Vicenza) Italia

Via dell'Astronautica, 2, 36016 Thiene (VI) ITALY

Було створено дерево розв'язку, маршрут на карті, режим роботи водія. Тобто, після останньої точки час на керування до м. Луцьк, Україна складає 58 годин, з яких 22 складає керування, 8 годин технічні операції, 28 годин на відпочинок, обід та простій між змінами.

Отже, загальний час рейсу Італія – Україна з урахуванням всіх простоїв, митних формальностей, навантажувально-розвантажувальних робіт, часу на керування склав 94 години, а загальна відстань 2196 км.

У третьому розділі було проведено дослідження роботи пункту пропуску «Ягодин» як системи масового обслуговування. Автомобільний пункт пропуску «Ягодин» для вантажних транспортних засобів у напрямку в'їзду в Україну є чотирьохканальною системою масового обслуговування з очікуванням, у яку надходить Пуассонівський потік заявок. Час між надходженнями двох послідовних заявок розподілений згідно з показниковим законом $f(t)=ke^{-kt}$. Тривалість обслуговування кожної заявки рівна Δt хвилин. Було знайдео методом Монте-Карло математичне очікування α^* числа обслужених заявок за час T , середній час очікування транспортних засобів на обслуговування (митний контроль) та середній час очікування системи.

Дані експерименти були виконані для часу митного обслуговування 1 авто 10 хв (з відхиленням ± 2 хв). та 50 хв (з відхиленням $\pm 1,25$ хв). Така різнобіжність була обрана, через те, що через відключення електроенергії

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

впливає на якість прийняття автомобілів. Тривалість очікування завантаження автомобіля в секції обрано регульований метод.

Використовуючи метод Монте-Карло, було визначено математичне очікування кількості обслужених заявок за певний період часу, а також середній час очікування транспортних засобів на обслуговування та загальний час перебування в системі.

У четвертому розділі було проведено аналіз отриманих результатів та зазначено шляхи удосконалення перевізного процесу. Як показали результати, кількість автомобілів, які можна обслуговувати за добу, зменшується з 447 до 113, тобто у 3,91 раза, що є критичним показником у цій ситуації. Максимальний час очікування обслуговування зростає із 24 хвилин до 1017,67 хвилин, що призводить до утворення кілометрових черг на кордонах. Такі затримки безпосередньо впливають на інтенсивність обслуговування: за 10 хвилин часу оформлення обробляється 18,67 авто/год, тоді як при 50 хвилинах – лише 4,67 авто/год. Це означає, що за одну годину кількість обслужених автомобілів зменшується на 13,8 авто.

Усі результати представлено у вигляді порівняльних таблиць і діаграм. Практичні розрахунки включали моделювання двох систем масового обслуговування за різних умов: у першій середній час митного оформлення на одне авто складав 10 хвилин, у другій – 50 хвилин, що було зумовлено страйками на польсько-українському кордоні. Метод Монте-Карло було застосовано для оцінки характеристик ефективності системи, таких як середній час простою системи, середній і максимальний час очікування автомобілів у черзі, кількість обслужених авто та інтенсивність надходження заявок за годину.

Дана робота може стати корисною для широкого кола фахівців, включаючи логістів, митних брокерів, науковців, підприємців та студентів.

Виконав	Дмитренко Е.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карта Європи: веб-сайт. URL:
https://www.google.com/search?sca_esv=0377dd877f38a67e&sxsrf=ADLYWILDH5iE_AJNp51NJABPhH3re45Avw:1733609844080&q=%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%8F+%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0&udm=2&fbs=AEQNm0COVew0Xq0UkewHF0CzaajTQeYHwxqt160wahuMjpsIFV0iUy4WtmsJtPmxB3BCvh1bAwd9hOHfIT88KdWIK6F43OP1Plam5LjqYsXWxryCPTCy7M7mQQCpsnA-qPdYDRak5D_1X5JRp385_RJ3LSm3cG0DOa4-9ROM0o0C08PncOn7d1giYwCvXilfjMho1pfXRCASNfpNfEKwAQQuJx2Exc5m1IF0SwiUWflqbYp0Se_KdUGwqC7atXN5xoMMZMuSwkL8&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwiW0b3315aKAxUEHxAIHYthFNkQtKgLegQIGhAB&biw=1470&bih=831&dpr=2#vhid=0DLkWgJO8mbFQM&vssid=mosaic
2. Державна служба статистики України. веб-сайт. URL:
<https://www.ukrstat.gov.ua>
3. Державна митна служба України: веб-сайт. URL:
<https://customs.gov.ua/>
4. Торгово-економічне та інвестиційне співробітництво України з Італійською Республікою: веб-сайт. URL:
<https://italy.mfa.gov.ua/spivrobotnictvo/3155-trade/torgovelno-ekonomichne-spirobotnictvo-mizh-ukrayinoyu-ta-italiyeyu>
5. Технологічне обладнання галузі (хлібопекарське виробництво) :: веб-сайт. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/items/4dc94dce-db72-4c36-8e9e-1296a2b8bee9>
6. Scopus: веб-сайт. URL: <https://www.scopus.com/home.uri>
7. Trans-European Transport Network: веб-сайт. URL:
https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en

Виконав	Дмитренко Е.В.			КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

8. Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ: веб-сайт. URL: <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/07/conf-23-05-24-tezy1.pdf>

9. Логістичне управління та безпека руху на транспорті: веб-сайт. URL: https://filelibsnu.at.ua/conference/sbornik_lubrt_2021.pdf

10. Тези доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті» (Дніпро, 15.12-16.12.2020) Д.: ДНУЗТ, 2020, стор. 56

11. Тези доповідей Міжнародної наукової конференції «Інноваційні технології, моделі управління кібербезпекою ІТМК-2022» (Дніпро, 11.04-14.04.2022). Дніпро: УМСФ, 2022, стор. 43-44

12. Буркинський Б.В., Нікішина О.В, Лисюк М.Л. Методологічні засади формування ефективної логістики товарних ринків : монографія; Національна академія наук України, Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень. - Одеса : ІПРЕЕД НАНУ, 2020. 199 с.

13. Вітлінський В. В., Скіцько В. І. Ризик-менеджмент ланцюгів постачання в умовах цифрової економіки. Бізнес Інформ. 2018. № 4. С. 384-392

5. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепції, методологія, компетентність: монографія. Київ: Сік Груп Україна, 2017. 516 с.

14. Крикавський, Є. В. Логістика та управління ланцюгами поставок : підручник / Є. В. Крикавський, О. А. Похильченко, М. Фертч . Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020 . 848 с.

15. Jean-Paul Rodrigue: веб-сайт. URL: <https://sites.hofstra.edu/jean-paul-rodrigue/>

16. Alan McKinnon: веб-сайт. URL: <https://www.alanmckinnon.co.uk/>

17. MAC. PAN: веб-сайт. URL: <https://macpan.com/en/>

18. Imperia LA MONFERRINA: веб-сайт. URL: <https://imperiamonferrina.com/contacts-service/>

19. Zmatik: веб-сайт. URL: <https://www.zmatik.com/contatti/>

20. Sottoriva: веб-сайт. URL: <https://www.sottoriva.com/eng/>

Виконав	Дмитренко Є.В.								Арк.
Перевірив	Разганов С.А.								65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

21. Фіксація обладнання : веб-сайт. URL:

https://www.google.com/search?q=%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%83+%D0%B2+%D0%BA%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%96+&sca_esv=c171b4dd1493d69a&udm=2&biw=1470&bih=831&sxsrf=ADLYWIL1cPOUpISgeS8Zu_rEoC_WoXyGJw%3A1731767868165&ei=PK44Z7fkCa__wPAPsLu0oQs&ved=0ahUKEwi38vWEiuGJAxWvPxAIHbAdLbQQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE+%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%B6%D1%83+%D0%B2+%D0%BA%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%96+&gs_l=lp=EgNpbWciKNGE0L7RgtC-INCy0LDQvdGC0LDQttGDINCyINC60YPQt9C-0LLRliAyBBAjGCdIkBFQsg9Ysg9wAngAkAEAmAGtAaABrQGqAQMwLjG4AQPIAQD4AQGYAgGgArMBmAMAiAYBkgcDMC4xoAf2Aw&scient=img#imgsrc=t-UN-J7XqVWMnM&imgdii=GvWwUy2O-MV-7M

22. Карта Італії по квадратам з індексами: веб-сайт. URL:

<https://vzt.com.ua/upload/images/Italy.JPG>

23. Гугл-карти: веб-сайт. URL: <https://www.google.com/maps/>

24. Режим праці та відпочинку водія. URL:

https://www.ela.europa.eu/sites/default/files/202208/Driving_and_Resting_Times_Ukrainian.pdf

25. Задача комівояжера. Математична постановка

задачі. www.mathros.net.ua - Сайт для студентів спеціальності інформатика.

URL: <https://www.mathros.net.ua/zadacha-komivojazhera-matematychna-postanovka-zadachi.html>

Виконав	Дмитренко Є.В.				КРМ 275 10 ПЗ	Арк.
Перевірив	Разганов С.А.					66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

на тему:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ
ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ З ІТАЛІЇ ДО УКРАЇНИ»**

студента групи Т23-1м

ДМИТРЕНКА ЄГОРА ВОЛОДИМИРОВИЧА

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

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:
кандидат технічних наук, доцент
Разгонов Сергій Адамович

(підпис)

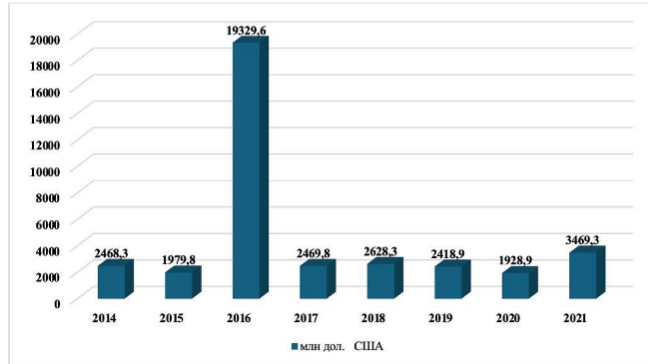
Дніпро
2025

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З ІТАЛІЇ ДО УКРАЇНИ

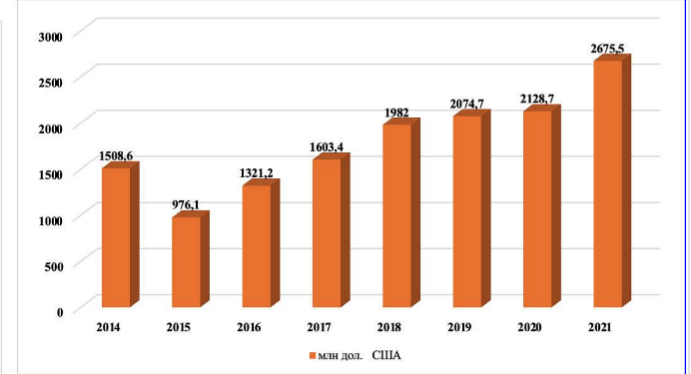
Зображення країн взаємодії на карті



Динаміка експорту між Україною та Італією у 2014–2021 рр, млн дол. США



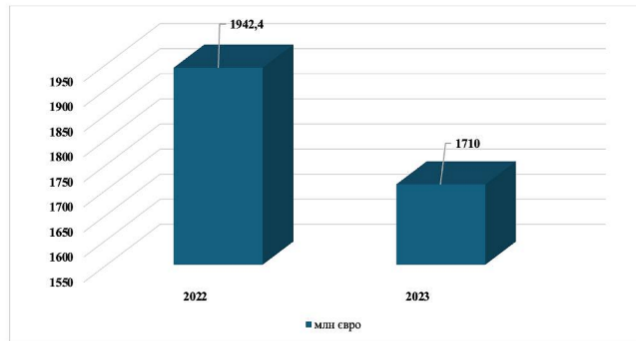
Динаміка імпорту між Україною та Італією у 2014–2021 рр, млн дол. США



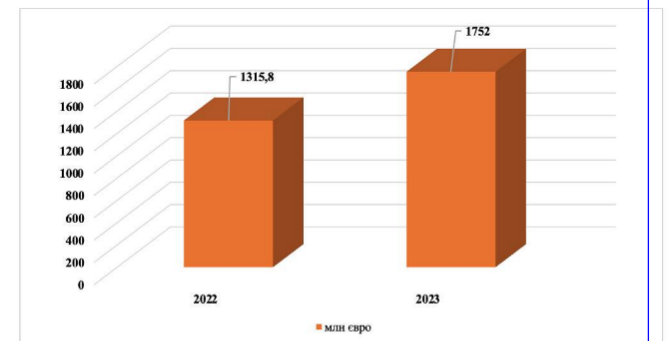
Динаміка товародігу між Україною та Італією у 2014–2023 роках

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн дол. США	млн євро	млн євро
Товарообіг	3976,9	2956	3250,8	4073,2	4610,4	4493,6	4057,6	6144,8	3258,2	3462
Експорт	2468,3	1979,8	19329,6	2469,8	2628,3	2418,9	1928,9	3469,3	1942,4	1710
Імпорт	1508,6	976,1	1321,2	1603,4	1982	2074,7	2128,7	2675,5	1315,8	1752
Сальдо	+959,7	+1003,7	+608,4	+866,5	+646,3	+344,2	-199,8	+794,8	+626,6	-42

Динаміка експорту між Україною та Італією у 2022–2023 рр, млн євро



Динаміка імпорту між Україною та Італією у 2022–2023 рр, млн євро



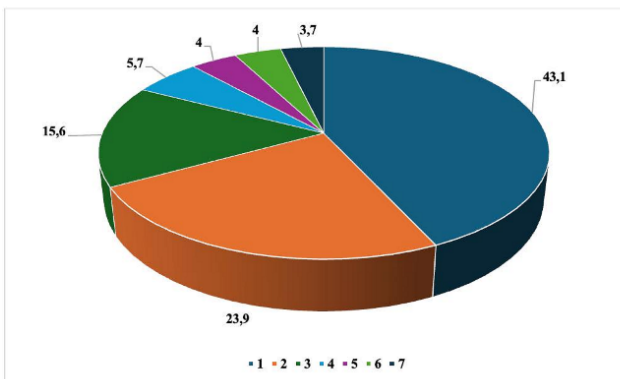
Імпорт: 1315,8 / 1752
 Експорт: 1942,4 / 1710
 Товарообіг: 3258,2 / 3462
 Сальдо: +626,6 / -42

АНАЛІЗ ЕКСПОРТНО-ІМПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ ЗА 2023 РІК

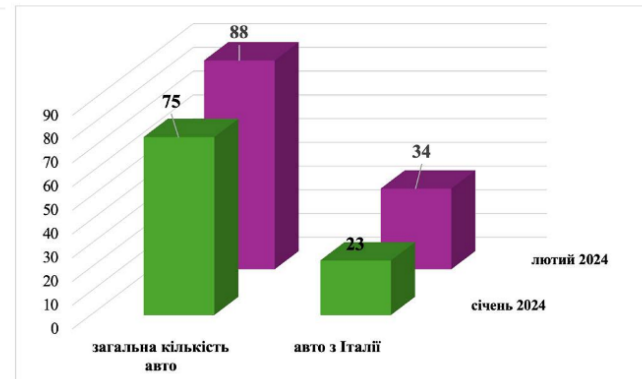
Динаміка експорту до Італії у 2023 р

№	Товари	Млн євро	% експорту до Італії
1	Продукція сільського, лісового господарства та рибальства	738	43,1
2	Продукти харчування, напої та тютюнові вироби	409	23,9
3	Недорогоцінні метали та вироби з металу (за винятком машин і обладнання)	266	15,6
4	Продукти видобування корисних копалин з кар'єрів і шахт	98	5,7
5	Текстиль, одяг, шкіра та аксесуари	69	4
6	Деревина та вироби з деревини; папір і друк	68	4
7	Інше	63,3	3,7

Динаміка експорту до Італії у 2023 р, %



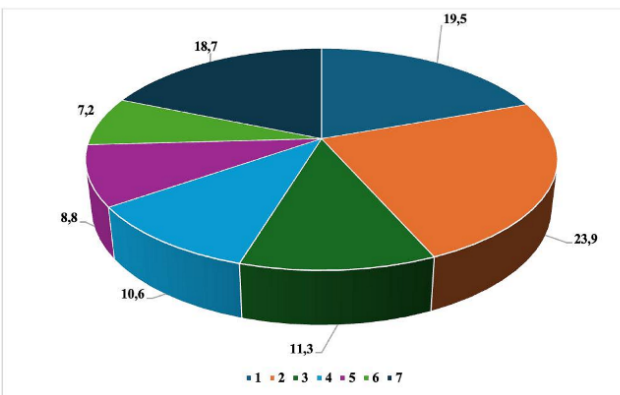
Порівняльна діаграма щодо кількості автомобілів, які завезли хлібопекарське обладнання з усіх країн та Італії у січні-лютому 2024 року, шт



Динаміка імпорту з Італії у 2023 р

Товари	Млн євро	% імпорту до Італії
Продукти харчування, напої та тютюнові вироби	342	19,5
Машини та обладнання	409	23,9
Текстиль, одяг, шкіра та аксесуари	199	11,3
Органічні хімічні сполуки	185	10,6
Недорогоцінні метали та вироби з металу (за винятком машин і обладнання)	154	8,8
Електричні прилади	127	7,2
Інше	405,2	18,7

Динаміка імпорту з Італії у 2023 р, %



Порівняльна діаграма щодо кількості ваги брутто, які завезли хлібопекарське обладнання з усіх країн та Італії у січні-лютому 2024 року, шт



Лист 1/1
Лист 2/2
Лист 3/3
Лист 4/4
Лист 5/5
Лист 6/6
Лист 7/7
Лист 8/8
Лист 9/9
Лист 10/10

КРМ 275 10 ГЧ				Лист	Фоліо	Масштаб
Дата	№ документації	Вид	Стор.			
Лист	Фоліо	Масштаб	Стор.			11
Місце				Лист 2/1 Лист 8/8		
Місце				УМФ, ар. Т23-14		

ПОБУДОВА ФІЗИЧНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Математична постановка задачі комівояжера має наступний вигляд:

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

при обмеженнях:

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

– обмеження на одноразовий виїзд з міста.

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

– обмеження на одноразовий в'їзд в місто.

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

Якщо в моделі задачі обмежитися лише умовами (2.2) і (2.3), то вона буде еквівалентною задачі про призначення, план якої не обов'язково повинен бути циклічним. Тоді, 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:

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

Покажемо, що в довільному циклі, який починається в першому місті, можна знайти такі u_i та u_j , які задовільняють нерівність (2.2). Нехай на k -му кроці комівояжер переїжджає 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 (2.7), отримаємо:

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

Зуважимо, що дана нерівність виконується для будь-яких значень i та j при $x_{ij} = 0$. Якщо ж $x_{ij} = 1$, то нерівність (2.3) виконується як строга рівність:

$$u_i - u_j + nx_{ij} = k - (k + 1) + n = n - 1.$$

Тобто, якщо комівояжер пересувається з i -го в j -те місто, то нерівність (2.6) фіксує порядкові номери цих міст.

Отже математична постановка задачі Комівояжера полягає у мінімізації функції (2.1) при обмеженнях (2.2), (2.3) і (2.4) [25].

Матриця найкоротших відстаней між постачальниками обладнання

Відстань, км	1	2	3	4
1	X	378	411	374
2	378	X	105	5
3	411	105	X	95
4	374	5	95	X

Розташування місць завантаження на карті Італії



				КРМ 275 10 ГЧ			
№ завдання	№ варіанту	Результат	Дата	Підписання екзаменаційної комісії			
Розробник	Розробник	Розробник	Розробник	Зав. к.	Заст. к.	Заст. к.	??
Модератор	Розробник СА	Розробник СА	Розробник СА	Зав. к.	Заст. к.	Заст. к.	??
Заб.	Розробник СА	Розробник СА	Розробник СА	УМЦФ, зр. Т23-1м			

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10

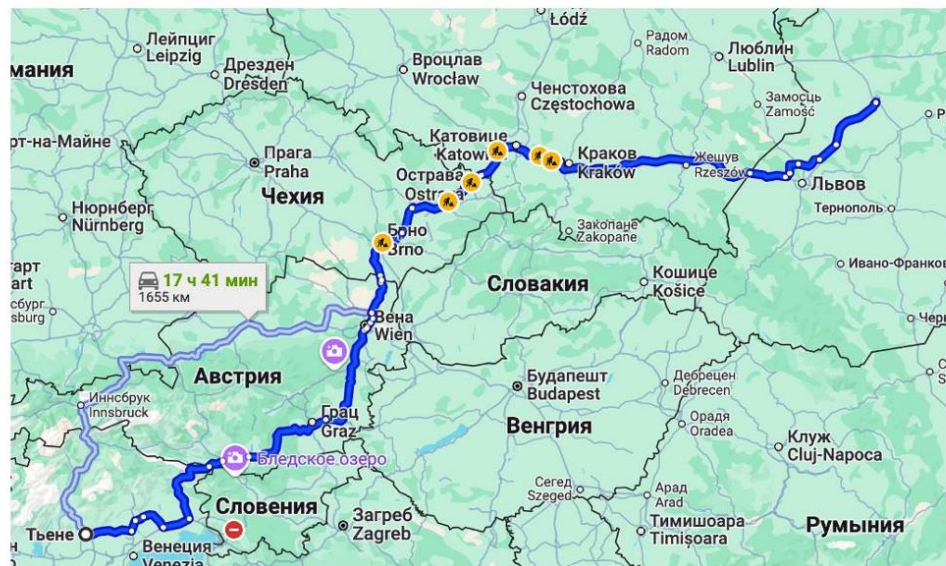
Графічний аркуш №6

МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖУ ЗА ОБРАНИМ НАПРЯМКОМ

Графік руху транспорту та режим роботи водія

Маршрут перевезення вантажу

Час, год, хв.	Тривалість, год, хв.		Пункт знаходження, автошлях	у рейсі		Технологічна операція
	Операції	Знах. Ур.				
08:00	00:30	00:30	м. Тісне	30	30	Подача авто на завантаження
08:30	01:00	01:30	м. Тісне		30	Завантаження, отримання документів
09:30	04:00	05:30	м.Клагенфунт	307	337	м.Клагенфунт
13:30	01:00	06:30	м.Клагенфунт			Відпочинок та обід
14:30	04:30	11:00	м. Відень	311	648	
19:00	13:00	00:00	м. Відень			простій 13 годин
08:00	04:30	04:30	м. Катовіце	356	1004	Рух до м. Катовіце
12:30	01:00	05:30	м. Катовіце			Відпочинок та обід
13:30	04:30	10:00	м. Люблін	395	1399	
18:00	13:00	23:00	м. Люблін			простій 13 годин
07:00	01:30	00:30	м. Ягодин	101	1500	рух до кордону з Україною
08:30	01:00:00	01:30	м. Ягодин			митне оформлення
09:30	02:00	03:30	м. Луцьк	135	1635	рух до місяця розмитнення
11:30	04:00	07:30	м. Луцьк			розмитнення + відпочинок водія
15:30	00:30	08:00	м. Луцьк	50	1685	рух до місяця вивантаження
16:00	02:00	10:00	м. Луцьк			вивантаження
		58:00		1685,00	1685	00:00

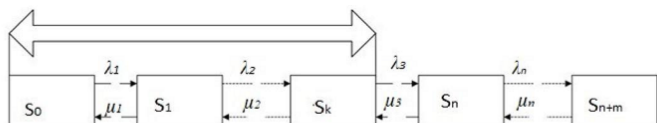


Лист № 1
 Лист № 2
 Лист № 3
 Лист № 4
 Лист № 5
 Лист № 6
 Лист № 7
 Лист № 8
 Лист № 9
 Лист № 10
 Лист № 11
 Лист № 12
 Лист № 13
 Лист № 14
 Лист № 15
 Лист № 16
 Лист № 17
 Лист № 18
 Лист № 19
 Лист № 20

				КРМ 275 10 ГЧ			
№ п/п	№ авто	№ водія	№ авто	№ водія	№ авто	№ водія	№ авто
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПУНКТУ ПРОПУСКА ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Графосимволічне представлення багатоканальної системи масового обслуговування з очікуванням для одного класу запитів



Вхідні дані для розрахунків

$T_{обс} = 10$ хв.			
Номер експерименту	1	2	3
$\lambda_{сер}$	20	20	20
$T_{обс} = 50$ хв.			
Номер експерименту	1	2	3
$\lambda_{сер}$	20	20	20

Розрахунок показників для 5го авто

Початок обслуговування авто на митному посту з 00:00 годин доби для 1 каналу

Кінець обслуговування авто на митному посту до 00:00 наступної доби для 1 каналу

Характеристика простоїв каналів та очікування обслуговування транспортним засобом

№ заявки	Характеристика простоїв каналів, хв.				Характеристика очікування обслуговування транспортним засобом, хв.			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_n	μ_1	μ_2	μ_3	μ_n
5	-0,76	0	0	0	0	0	0	0
6	0	-1,62	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0,004	0
8	0	0	0	-4,34	0	0	0	0
9	-4,14	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1,52	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0,95	0
12	0	0	0	-3,43	0	0	0	0
13	-4,89	0	0	0	0	0	0	0
...								
434	0	0	0	-1,94	0	0	0	0
435	0	0	-3,54	0	0	0	0	0
436	0	0	0	0	0,38	0	0	0
437	0	-0,15	0	0	0	0	0	0
438	0	0	0	0	0	0	0	1,22

Загальні розрахунки ефективності системи при $\lambda_{сер}=20$ авто/год, $T_{обс}=10$ хв.

$T_{обс}=10$ хв.	$\lambda_{сер}$			середнє
№ експерименту	1	2	3	
t простою середнє, хв/добу	331,72	315,84	290,43	312,66
t очікування сер., хв.	0,85	0,66	1,15	0,89
t очікування макс. хв.	23	20	28	23,67
Кількість обслугованих авто	438	447	456	447
Розрахована λ	18,25	18,63	19,12	18,67

Характеристика ефективності системи

Показник	Тривалість	Розмірність
t простою каналу 1	343,42	хв/добу
t простою каналу 2	345,41	хв/добу
t простою каналу 3	323,53	хв/добу
t простою каналу 4	314,53	хв/добу
t простою середнє	331,72	хв/добу
t очікування сер. 1	0,90	хв.
t очікування сер. 2	0,85	хв.
t очікування сер. 3	0,84	хв.
t очікування сер. 4	0,79	хв.
t очікування сер.	0,85	хв.
t очікування макс. 1	23	хв.
t очікування макс. 2	21	хв.
t очікування макс. 3	23	хв.
t очікування макс. 4	23	хв.
t очікування макс.	23	хв.

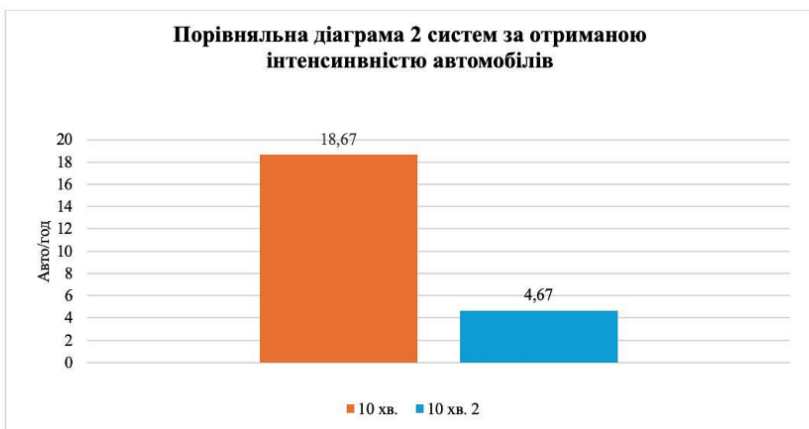
Загальні розрахунки ефективності системи при $\lambda=20$ авто/год

$T_{обс}=50$ хв.	$\lambda_{сер}$			середнє
№ експерименту	1	2	3	
t простою середнє, хв/добу	0	0	0	0
t очікування сер., хв.	121,86	134,3	129,65	128,6
t очікування макс. хв.	955	1086	1012	1017,67
Кількість обслугованих авто	112	113	112	112,3
Розрахована λ	4,66	4,7	4,66	4,67

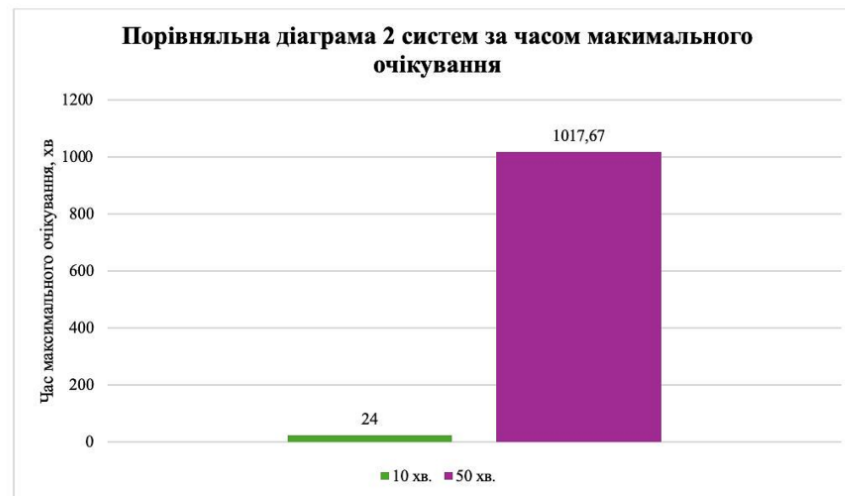
Лист 10 з 10

АНАЛІЗ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

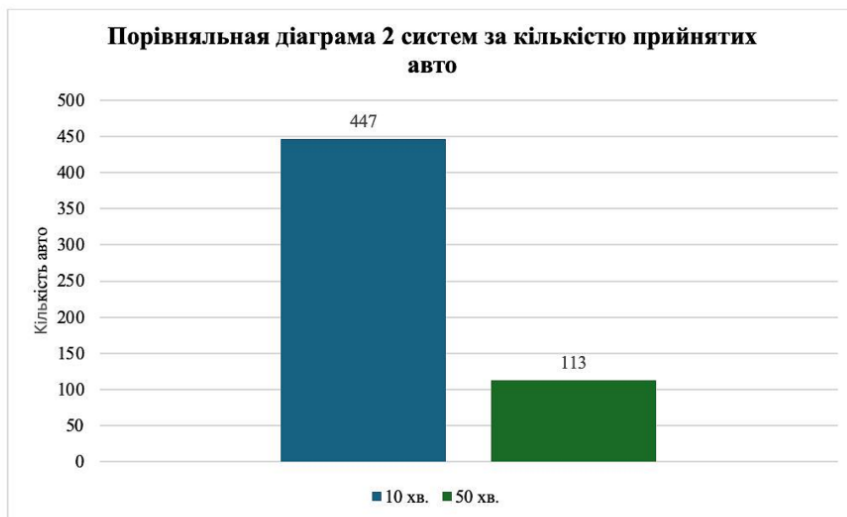
Порівняльна діаграма 2 систем за інтенсивністю прийнятих авто за 1 годину



Порівняльна діаграма 2 систем за часом максимального очікування



Порівняльна діаграма 2 систем за кількістю прийнятих авто за добу



Порівняльний аналіз отриманих результатів з двох досліджень (час митного оформлення 10 та 50 хвилин)

<u>λ, авто/год</u>	20	
Показник	10 хв.	50 хв.
<u>t очікування макс, хв</u>	24	1017,67
<u>Кількість обслугованих авто</u>	447	113
<u>Розрахована λ, авто/год</u>	18,67	4,67

		КРМ 275 10 ГЧ	
Ім'я	Підрозділ	Ділячка	Місяць
Розробник	Відомство	Розробник	Рік
Перевірив	Відомство	Відомство	Місяць
Відомство	Відомство	Відомство	Рік
		ЧМЛФ, гр. Т23-1м	

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10