

**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 ОРГАНІЗАЦІЇ ЗМІШАНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ
КОНТЕЙНЕРІВ LAUDE»**

Виконала: студентка групи Т23-1м
спеціальності 275 Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)
Вітер Уляна Олександрівна

Керівник: _____
(підпис)

кандидат технічних наук, доцент
Кузьменко Альбіна Ігорівна

Рецензент _____
(підпис)

УМСФ, доцент кафедри
транспортних технологій та
міжнародної логістики,
кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник
Шаповалов Олексій Вікторович

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
ВІТЕР УЛЯНИ ОЛЕКСАНДРІВНИ

1. Тема роботи: Підвищення ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра: Кузьменко Альбіна Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент.

Затверджено наказом ректора УМСФ від “11” листопада 2024 р. № 949кс.

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

3. Вихідні дані для розрахунку системи масового обслуговування:
 $k = 0,833$; $k_1 = 1,513$; $T_{\max} = 32$ хвил.

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

4.1 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни.

4.2 Аналіз наукових праць, присвячених організації процесів перевалки вантажів на терміналах

4.3 Постанова завдання та визначення розрахункових параметрів

4.4 Побудова фізичної та математичної моделі процесів перевантаження контейнерів на терміналі

4.5 Моделювання процесу обслуговування на вантажному терміналі автомобілів з контейнерами Laude

4.6 Розрахунок контейнерної площадки і кількості засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів

4.7 Розрахунок економічного ефекту від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude

5. Перелік графічних матеріалів:

5.1 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни

5.2 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни

5.3 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни

5.4 Постановка завдання та визначення розрахункових параметрів

5.5 Характеристика вантажного терміналу міста Тернопіль, як об'єкту моделювання

5.6 Моделювання роботи вантажного терміналу, як системи масового обслуговування

5.7 Графік взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на вантажному терміналі

5.8 Основні показники процесу перевезення контейнерів Laude

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

Студент

(підпис)

(Вітер У. О.)

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

(підпис)

(Кузьменко А. І.)

АНОТАЦІЯ

Viter U. O. Підвищення ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude.

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 пошуку шляхів підвищення організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude. В роботі виконано аналіз статистичних даних та наукових праць з організації перевезень вантажів у змішаному сполученні. Побудовано математичну моделі процесу обслуговування на вантажному терміналі автомобілів з контейнерами Laude. Надано загальну характеристику методу моделювання та виконано відповідні дослідження. Розраховано контейнерну площадку і кількість засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів. Визначено економічний ефект від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude.

THE SUMMARY

Viter U. O. Improving the efficiency of the organisation of mixed transportation through the use of innovative Laude containers.

Master's qualification work for the Master's degree in the specialty 275 Transport Technologies (in Road Transport). University of Customs and Finance, Dnipro, 2025.

The master's thesis is devoted to finding ways to improve the organisation of multimodal transportation through the use of innovative Laude containers. The paper analyses statistical data and scientific works on the organisation of cargo transportation in mixed traffic. A mathematical model of the service process at the cargo terminal of cars with Laude containers has been built. A general description of the modelling method is provided and relevant studies are performed. The container site and the number of mechanisation means for loading and unloading containers are calculated. The economic effect of cargo transportation in innovative Laude containers has been determined.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Підвищення ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude». 82 с., 26 рис., 9 табл., 32 джерела, 4 додатки на 14 стор.

Мета роботи: розв'язання складної проблеми у галузі транспортних технологій, присвяченої підвищенню ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude на підставі проведення досліджень, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

Об'єкт дослідження – змішані автомобільно-залізничні перевезення.

Предмет дослідження – міжнародні перевезення контейнерів у змішаному автомобільно-залізничному сполученні.

Методи дослідження: методи математичної статистики, метод Монте-Карло, теорія систем масового обслуговування.

У процесі написання кваліфікаційної роботи магістра були виконані наступні **завдання:** виконано аналіз статистичних даних та наукових праць з організації перевезень вантажів у змішаному сполученні; побудовано математичну моделі процесу обслуговування на вантажному терміналі автомобілів з контейнерами Laude; надано загальну характеристику методу моделювання та виконано відповідні дослідження; розраховано контейнерну площадку і кількість засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів; визначено економічний ефект від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude.

Ключові слова: КОНТЕЙНЕРИ LAUDE; ЗМІШАНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ; МЕТОД МОНТЕ-КАРЛО; ТЕОРІЯ СИСТЕМ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У ЗМІШАНОМУ СПОЛУЧЕННІ	11
1.1 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни	11
1.2 Аналіз наукових праць, присвячених організації процесів перевалки вантажів на терміналах	23
2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ АВТОМОБІЛІВ З КОНТЕЙНЕРАМИ LAUDE	25
2.1 Постановка завдання та визначення розрахункових параметрів	25
2.2 Побудова фізичної та математичної моделі процесів перевантаження контейнерів на терміналі	29
3. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ АВТОМОБІЛІВ З КОНТЕЙНЕРАМИ LAUDE	41
3.1 Загальна характеристика методу моделювання	41
3.2 Проведення відповідних досліджень	43
4. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕРМІНАЛУ	55
4.1 Розрахунок контейнерної площадки і кількості засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів	55
4.2 Розрахунок економічного ефекту від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude	59
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А. Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра	69

					<i>КРМ</i>	<i>275</i>	<i>04</i>	<i>ПЗ</i>
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Вітер Ч.О.</i>				ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗМІШАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ КОНТЕЙНЕРІВ LAUDE	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>						6	82
<i>Реценз.</i>	<i>Шаповалов О.В.</i>					УМСФ, ГР. Т23-1м		
<i>Н. контр.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Кузьменко А.І.</i>							

Додаток Б. Власне технічне забезпечення компанії Laude Smart Intermodal	70
Додаток В. Графік взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на вантажному терміналі	72
Додаток Г. Графічні матеріали	74

Виконав	Вітер У.О.			<i>КРМ 275 04 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

ВСТУП

Повномасштабна війна і пов'язані з нею ризики спричинили суттєві зміни пріоритетів у розвитку логістики в Україні. Найважливішим пріоритетом стало забезпечення безпеки логістичних маршрутів та інфраструктури. Логістичні ланцюги повинні бути гнучкими та готовими швидко адаптуватися до змін у геополітичній ситуації та мапі бойових дій, що можуть впливати на маршрути, ресурси та інфраструктуру [1].

Війна може призвести до перегляду ланцюгів постачання та локалізації виробництва для зменшення залежності від зовнішніх постачальників і забезпечення стійкості у воєнних умовах. Компанії повинні мати ефективні плани екстреного реагування на воєнні дії, включно з евакуацією персоналу, перенесенням складів та інших виробничих об'єктів у безпечніші зони.

Використання цифрових технологій для відстеження та контролю за переміщенням товарів, маршрутами доставки й управлінням запасами стає ще більш важливим у період війни [1].

Україна намагається активно працювати над спрощенням і покращенням митного законодавства з метою залучення інвестицій, підтримки експорту та збільшення прозорості й ефективності митного контролю.

Ось деякі перспективи, які хотілось би побачити в найближчому майбутньому [1]:

1. Автоматизація митних процедур. Запровадження сучасних інформаційних технологій (таких як електронне декларування та ін.) може допомогти спростити процеси митного оформлення, зменшити адміністративні бар'єри та збільшити швидкість пропуску товарів через кордон.

2. Гармонізація з міжнародними стандартами. Україна працює над гармонізацією свого митного законодавства з міжнародними стандартами, зокрема з правилами Всесвітньої торгової організації та Європейського Союзу. Це сприятиме спрощенню торгівлі та залученню іноземних інвесторів.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

3. Митні преференції та спрощення процедур. Уряд України може укладати з іншими державами двосторонні та багатосторонні угоди, впроваджувати спеціальні митні режими та преференції для підтримки міжнародної торгівлі, такі як митні зони або зони вільної торгівлі, а також спрощені процедури для сертифікації та митного оформлення товарів.

4. Боротьба з корупцією та виявленням порушень. Запровадження механізмів контролю та внутрішнього аудиту в митних органах може допомогти уникнути корупційних схем і забезпечити дотримання митних правил і процедур.

5. Розвиток інфраструктури на митницях. Інвестування в модернізацію та розвиток інфраструктури на митницях, таких як будівництво сучасних митних постів і складських приміщень, може покращити умови роботи для митників і прискорити процеси митного оформлення.

Початок повномасштабної війни на території України спричинив також швидке руйнування лівової частини складів, замороження будівництва нових логістичних хабів та вимушене переформатування вже існуючих [2].

Компанії намагались врятувати та якомога швидше перевезти повністю або частково власну продукцію на безпечну територію. Як наслідок – виникнення дисбалансу попиту й пропозиції, у тому числі й на складські переміщення, а також ускладнення проведення експортно-імпортних операцій. Найбільш перспективними напрямками для розширення кількості логістичних хабів є Київ, Київська, Львівська та Одеська області. Насамперед це пов'язано з географічним розташуванням територій та їх економічним потенціалом [2].

Планується, що до 2030 року Одеса стане центром логістичної системи у торгівлі з Азійським регіоном та Європейськими країнами, особливо з західними. У той же час Львів стане основним каналом переміщення товарів у двосторонній торгівлі зі східноєвропейськими країнами, особливо з Польщею. Нарощування логістичного складського потенціалу поблизу західного кордону стане каталізатором розвитку залізничної інфраструктури. Зокрема, очікується

Виконав	Вітер У.О.			<i>КРМ 275 04 ПЗ</i>	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

розширення стику європейських та українських колій, здебільшого для забезпечення поставок сільськогосподарської продукції [2].

Таким чином, тематика даної кваліфікаційної роботи магістра є актуальною, адже вона спрямована на пошук шляхів підвищення ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude. Для досягнення мети роботи пропонується дослідити залізничний вузол у м. Тернопіль, як можливий логістичний хаб на перетині автомобільних та залізничних шляхів під час організації міжнародних контейнерних перевезень.

Результати кваліфікаційної роботи магістра пройшли апробацію на XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Innovations in modern education: European and global context» [3], що відбулася з 25 по 27 листопада 2024 р. у м Краків (Польща). Відповідний сертифікат міститься у Додатку А.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

1 АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ТА НАУКОВИХ ПРАЦЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У ЗМІШАНОМУ СПОЛУЧЕННІ

1.1 Аналіз статистичних даних по міжнародних вантажних перевезеннях під час війни

Транспортне сполучення між містами та країнами під час повномасштабного вторгнення РФ в Україну зазнало ключових змін, що вплинули на всю логістичну систему, географію зовнішньої торгівлі та ринкові відносини між партнерами [4].

За даними Державної митної служби України, торговельний баланс збільшився у 2023 році на 78 % відносно 2022 року до \$27,3 млрд, при цьому експорт товарів з України скоротився на 18 % (див. рис. 1.1 та 1.2). Найбільшого зниження обсягів зазнали експорт чорних металів і виробів з них (-37%) та залізорудної сировини (-39%). Поставки зернових також знизилися на 9 % відносно попереднього року. Дані показники демонструють як ситуацію з виробництвом у країні, так і логістичні можливості, що впливають на формування поставок продукції, у тому числі міжнародних перевезень [4].

Експорт товарів з України, в залежності від виду продукції та напрямків, завжди потребував вирішення логістичних питань. Висока вартість автомобільних перевезень, необхідність перевантаження, нестача рухомого складу чи необхідних типів вагонів для залізничних перевезень, ризики морського фрахту — усі ці фактори посилили своє значення під час повномасштабного вторгнення [4].

За підсумками 2023 року вантажообіг морських портів України зріс на 21 % від минулорічного показника та склав 66 млн тонн. При цьому наприкінці року обсяги мали позитивну динаміку росту, що сприяє оптимістичним прогнозам на 2024 рік (див. рис. 1.3). Однак досягнення довоєнних показників все ще є захмарними планами, у першу чергу через безпекову ситуацію в портах та на морі [4].

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

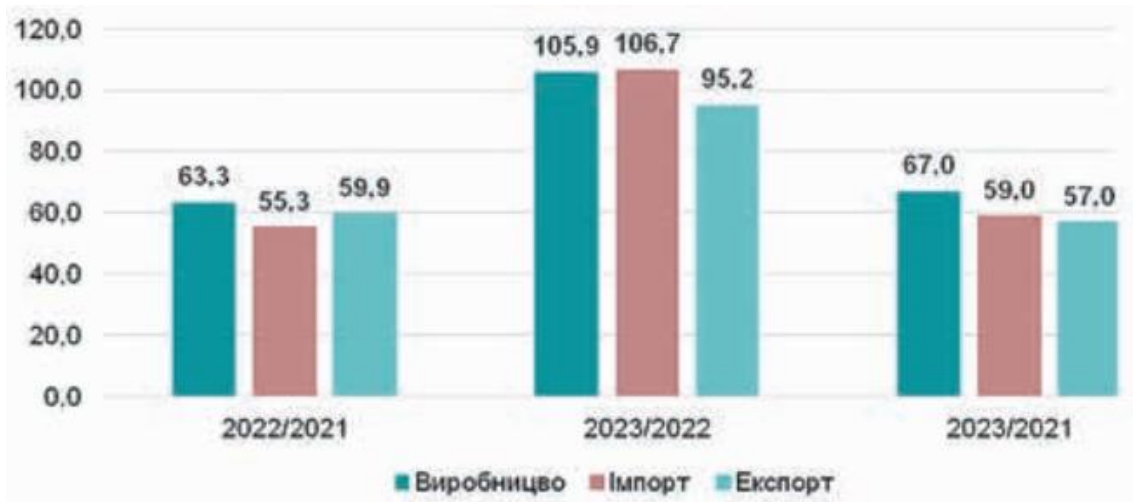


Рисунок 1.1 – Індекси промислового виробництва, імпорту та експорту товарів в Україні [4]



Рисунок 1.2 – Структура ринку перевезень [4]



Рисунок 1.3 – Перевалка вантажів в Українських портах у 2019-2023 рр., млн. тонн [4]

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Доставка товарів до портових терміналів лягла на плечі автомобільного та залізничного транспорту. Проте і в цьому випадку бізнес стикнувся з перешкодами блокування кордонів із боку європейських сусідів по автомобільним шляхам та недостатніми можливостями залізниці, зокрема через потребу в перевантаженнях товарів через різницю в коліях в Україні та Європі.

Загалом залізничні перевезення не мали суттєвих змін протягом першого року повномасштабного вторгнення, оскільки залізниця спрацювала у звичних обсягах. Просідання ж показників у першій половині 2023 року вдалось компенсувати лише після відновлення роботи морських портів, коли в жовтні-грудні залізниця наростила обсяги перевезень до рекордних об'ємів за період військового вторгнення. Загально за 2023 рік залізничним транспортом було перевезено 148 млн тонн вантажів. Наразі залізничні перевезення демонструють зростаючу динаміку. За чотири місяці поточного року цим видом транспорту перевезено близько 60 млн тонн вантажів [4].

З них експортні перевезення склали 30,4 млн тонн (зростання на 48,8% від показників минулого року). І цей напрямок є перспективним для подальшого розвитку [4].

З метою спрощення залізничного сполучення між Україною та країнами Європи у 2024 році розпочато будівництво європейських колій на декількох ділянках залізничної дороги. Один із проєктів фінансується програмою Connecting Europe Facility та передбачає будівництво від станції Чоп до перону залізничного вокзалу Ужгород. Проєкт спрямований на пасажирські перевезення, проте відкриє додаткові можливості і для вантажного транспортування. Інший проєкт — будівництво ділянки евроколії Мостиська-Скнилів від кордону з Польщею до Львова, планується реалізувати за підтримки Агентства США з міжнародного розвитку (USAID). Також розглядаються інші проєкти розширення потужностей прикордонної інфраструктури у Львівській і Чернівецькій областях [4].

Загальна площа складів в Україні в 2022 році становила близько 2,6 млн м². Розміщення складських приміщень у цей період найбільше відбувалось у

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Київській області. У економічно привабливому столичному регіоні було сконцентровано 60,8% площ ринку логістики в Україні [2].

На початку широкомасштабної війни активні бойові дії розгорнулись на Варшавському, Броварському та Житомирському логістичних напрямках з загальною площею складів понад 290 000 м². Через це виникла необхідність у перевезенні продукції на безпечні території. Загалом в регіоні було пошкоджено та знищено понад 440 тис. м² великих складів та складських приміщень, таких як Komodor Logistics Park та Mirazh 1. За оцінками, сума втрат від руйнування складських приміщень по всій Україні складає близько 1 млрд доларів США [2].

Через невизначеність в Київському регіоні, компанії оперативно шукали можливості перебазування своєї діяльності у західні регіони України, переважно у Львівську, Тернопільську та Закарпатську області. Оператори надавали перевагу хабам Cross-docking з великою пропускнуою потужністю. Проте, західні області повністю не змогли задовольнити надмірний попит, що спричинило дефіцит складського простору. В результаті, така ситуація стала поштовхом для потужних інвестицій у об'єкти ринку логістики.

Задля забезпечення попиту ринку також було створено два великі логістичні комплекси PORT та Sparrow Park Lviv сумарною площею 63 000 м². Реагуючи на попит, компанія-засновник Alterra Group вже в процесі будівництва новітнього логістичного комплексу PORT 2.0 (див. рис. 1.4 – 1.6). Проектом передбачено, зокрема, окреме приміщення під укриття у разі повітряної тривоги на 350 осіб. При введенні в експлуатацію цього логістичного центру, ринок нерухомості Львова збільшиться щонайменше на 25% та буде становити до 700 000 м² [2].

Попри інтенсивне будівництво логістичних центрів, на відстані 5 км від митного пункту «Яготин–Дорогуськ» заплановане також і зведення великих терміналів для зберігання сільськогосподарської продукції, призначеної для експорту: кукурудзи, соняшнику, пшениці та різних видів ягід. Термінали проектується під використання новітніх енергоощадних технологій.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Безпосередня приближеність регіону до європейського ринку стимулює національних виробників створювати нові експортні канали збуту. Так, експортноорієнтованим індустріальним парком було розроблено і комплекс NOVO у м. Нововолинськ площею 20 000 м². NOVO має влучне розташування, 20 хв від Польщі, та працює переважно з харчовою промисловістю та логістикою [2].

Назва логістичного центру	Плановане відкриття	Місце розташування	Девелопер	Площа, м ²
M10 Lviv Industrial Park	IV квартал 2023 року	Львів	Dragon Capital	140 000
Бізнес-хаб Proştir.	I квартал 2024 року	с. Зимна Вода, Львівська область	Alterra Group	11 000
Логістичний комплекс PORT 2.0	-	Львів	Alterra Group	30 000
Логістичні термінали	I квартал 2025 року	Волинь. Митниця "Ягодин - Дорогуськ"	-	280 000
E40 Industrial Park	-	с. Колонщина Житомирська траса, 27-й кілометр	Dragon Capital	200 000
Логістичний комплекс Олександрівський	Друга черга— Жовтень 2023 рік Третя черга – березень 2024 року	с. Чубинське	Alfa Development Group	Друга черга – 12 600 Третя черга – 40 700
Логістичний комплекс ZAMMLER	IV квартал 2025 – I квартал 2026 року	м. Бровари	ZAMMLER	59 400

Рисунок 1.4 – Великі логістичні центри України у стані будівництва [2]



Рисунок 1.5 – Кількість складських приміщень у Києві та області, млн. кв. м [2]

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

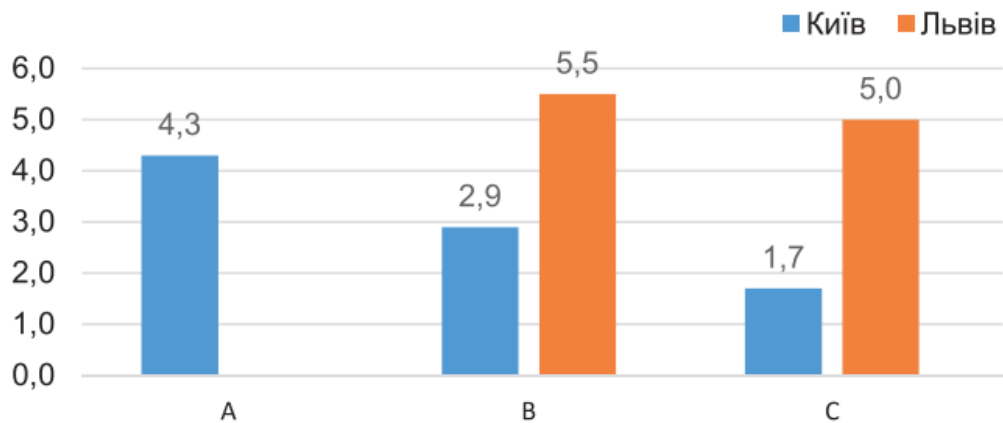


Рисунок 1.6 – Орендна ставка на різноформатні складські приміщення у Києві та Львові станом на II квартал 2023 року, дол. США [2]

Вдале географічне розташування України дає можливість транспортувати вантажі морськими шляхами в понад 120 країн світу [5].

Даний вид вантажних перевезень відмінно підходить для будь-яких видів товарів, при цьому забезпечуючи високу економічність. Морське транспортування товару дає можливість перевозити як великі партії так і одиночні вантажі. До війни 75% зовнішнього вантажообігу припадало саме на морські порти, проте, вторгнення країни агресора і блокування нею морських портів вплинула на загальні обсяги торгівлі. Так, внаслідок закриття судноплавства в Азовському морі та з нього, мало місце велике скупчення суден, які чекали на прохід через Керченську протоку. Враховуючи те, що 70% українського експорту здійснюється морським транспортом, затори збільшуються постійно [5]. Частина ж Чорного та Азовського морів є небезпечними або непрохідними.

Негативно впливають на ситуацію й ті ракетні удари по судах, арешти судів та перекриття шляхів для комерційного судноплавства», що мали місце. За час дії «Зернової угоди» у 2022 році послуги вантажних перевезень були надані в 40 країн світу [5].

Якщо до 24 лютого 2022 року кожного місяця морські порти в середньому експортували 5 млн. т. збіжжя, то у березні цього ж року цифра впала до 200 тис. т, тобто у 25 разів менше. Зокрема, якщо у 2021 році Україна експортувала 118,1

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

млн. т. товарів та імпортувала 24 млн. т [5], то у 2022 році ці частки становили 47,8 млн. т та 6,2 млн. т відповідно (рис. 1.7).

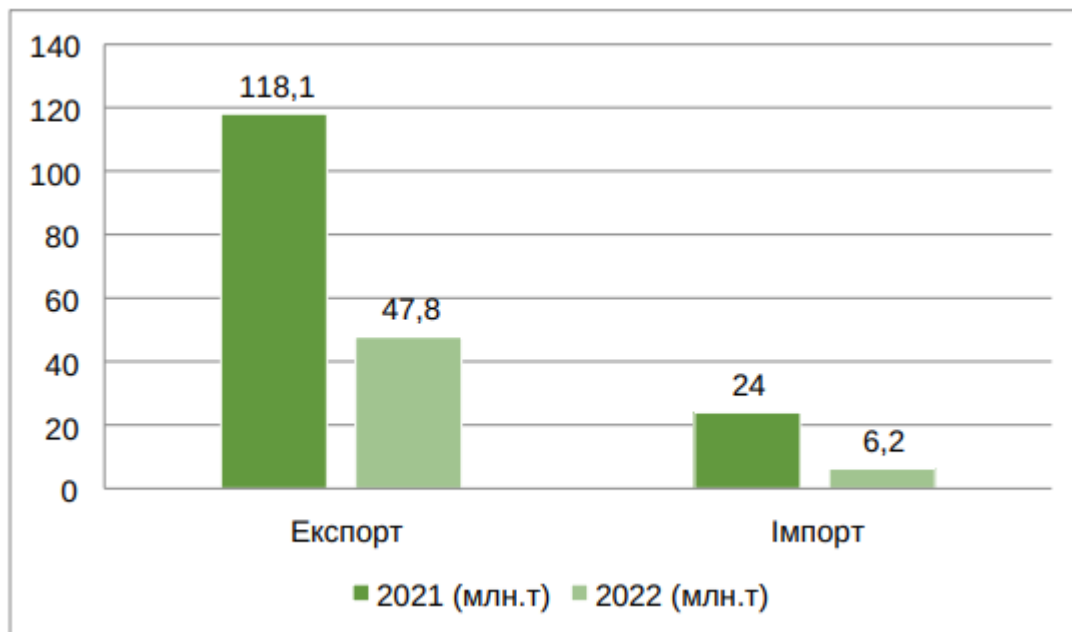


Рисунок 1.7 – Порівняльна діаграма зовнішньоекономічної діяльності морськими вантажоперевезеннями [5]

Окрім вище наведених портів, працюють Миколаївський та Ольвія, які на даний час надають лише послуги обслуговування залізничного та автомобільного рухомого складу.

У мирний час на три невеликі річкові порти – Усть-Дунайський, Ізмаїльський, Ренійський які знаходяться у гирлі р. Дунай припадало приблизно 5% експортної продукції. Наразі вони повноцінно працюють, збільшуючи свій потенціал [5]. Протягом 2022 року кожний з вищенаведених річкових портів наростив вантажоперевезення. Зокрема, порт Усть-Дунайський збільшив обіг вантажів у 12 разів, порт Рені – в 5 разів, порт Ізмаїл – в 2 рази (рис. 1.8).

Досліджуючи ринок зовнішньоекономічних послуг вантажних перевезень, лідером експорту в 2022 році став залізничний транспорт, друге місце посів морський, третє – автомобільний. Як уже нами зазначалося, велика відповідальність та навантаження, в умовах війни, припали на наземний транспорт, а саме, залізницю та автомобілі. За обсягами імпорту, перше місце

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

посів залізничний транспорт, друге – автомобільний, третє – морський, так як він не мав можливості імпортувати товари, працював в основному на експорт [5].

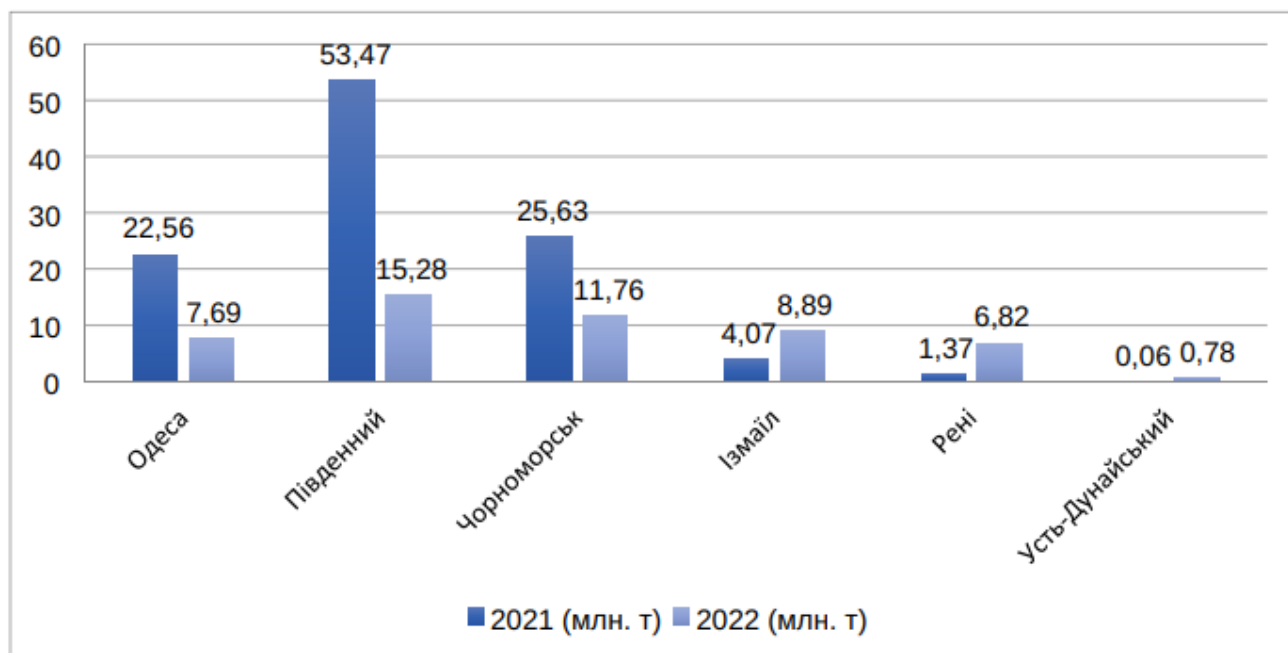


Рисунок 1.8 – Показники вантажних перевезень морськими та річковими портами [5]

Окрім зовнішньоекономічної діяльності, автомобільний та залізничний транспорт активно надають послуги внутрішніх вантажних перевезень всього необхідного для потреб населення країни, будівельні матеріали для відбудови, а також здійснюють постачання гуманітарної та військової допомоги.

Залізничні перевезення в Україні є і залишаються основною ланкою вантажного транспортно-логістичного комплексу, які щорічно транспортують велику частину вантажів [5].

Через повномасштабне вторгнення ворога на територію України, обсяг вантажних перевезень залізничним транспортом відносно 2021 року зменшився до 150,6 млн. т, тобто на 52,1% (рис. 1.9). Дані рис. 1.9 показують, що кількість всіх видів перевезень товарів, які були здійснені залізничним транспортом впали. У 2022 році кількість внутрішніх перевезень зменшилась на 49,2% порівнюючи з 2021 роком, експорт зменшився на 47,2%, імпорт – на 69,5%,

транзит – 76,5%. Відчутно також впали перевезення даним видом транспорту залізних та марганцевих руд, мінбудматеріалів, чорних металів (рис. 1.10).



Рисунок 1.9 – Порівняння видів послуг вантажоперевезень залізничним транспортом [5]

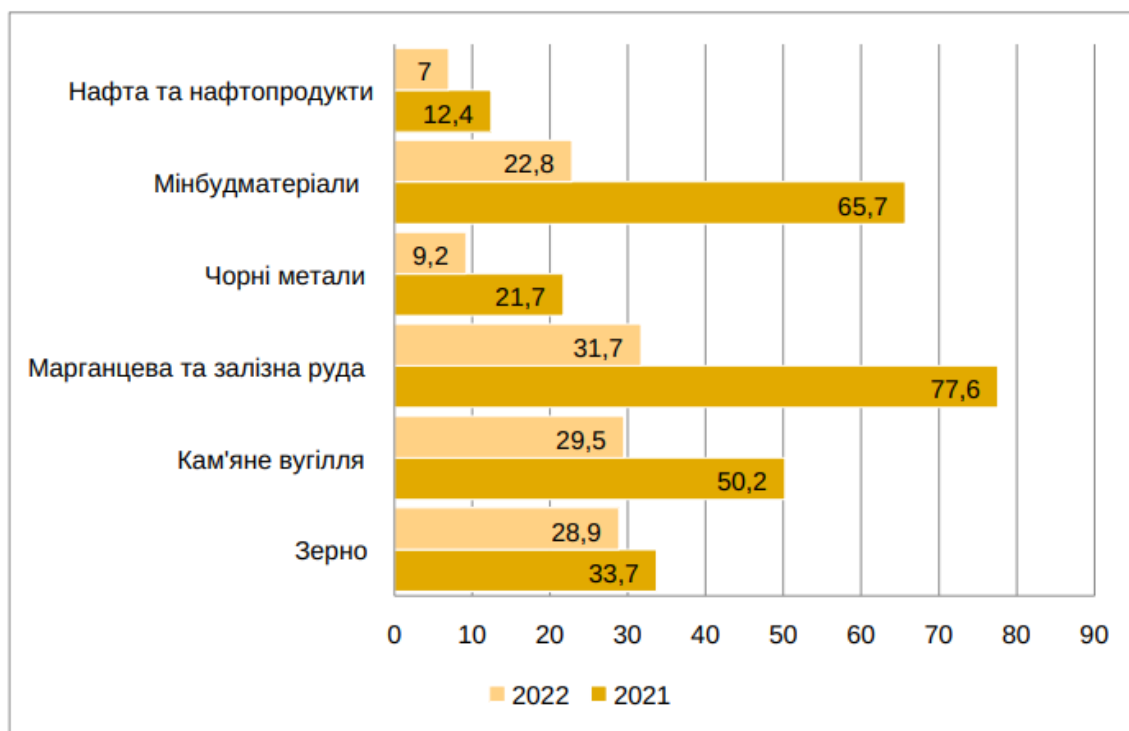


Рисунок 1.10 – Кількість вантажних перевезень за певними видами товарів залізничним транспортом у 2021 та 2022 роках [5]

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З рисунку 1.10 видно, що зменшуються перевезення усіх видів товарів, а саме транспортування нафти та нафтопродуктів зменшилась на 43,5%, чорних металів – на 57,6%, марганцевих, залізних руд – на 59,1%, мінбудматеріалів, кам'яного вугілля та зерна відповідно на 65,3%, 41,2% та 14,2% [5].

Зменшення кількості вантажних перевезень, безоплатне перевезення внутрішньо переміщених осіб, військових та гуманітарних вантажів, а також різке зростання ціни на паливо та ракетні удари по цивільній енергетичній інфраструктурі призвели до вимушеного підвищення тарифів на послуги вантажних перевезень (рис. 1.11).

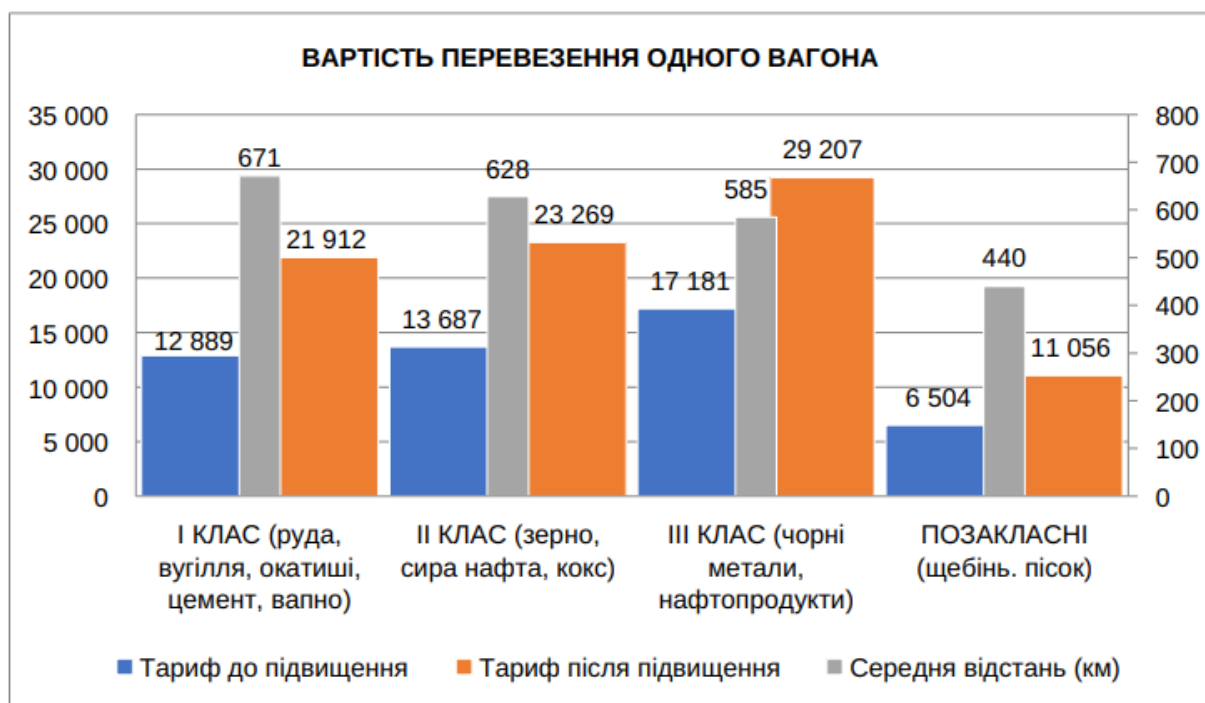


Рисунок 1.11 – Зміна вартості перевезення одного вагона після підвищення тарифів, грн. [5]

Автомобільний транспорт займає одну з головних ланок зовнішньої діяльності українського експорту та імпорту Проте, у 2022 році внаслідок повномасштабного вторгнення рф на територію України, загострилась проблема з нестачею транспортних засобів в галузі автомобільних вантажоперевезень, які були знищені, викрадені, а також залишені на окупованих територіях. Через мобілізацію до лав Збройних Сил України виникла потреба у водіях [5].

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Збільшення кількості вантажних перевезень стало наслідком прийнятих Урядом України рішень та підписання угоди. Зокрема, у 2022 році відбулися певні зміни. 6 квітня 2022 року Міністерство інфраструктури спростило отримання ліцензій на основні види автомобільних перевезень (рис. 1.12).

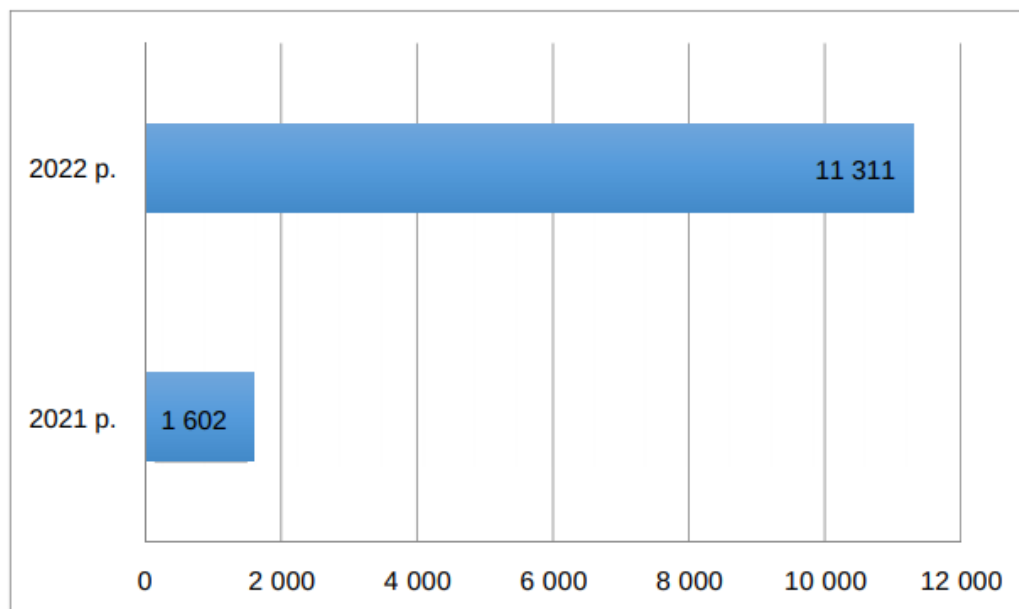


Рисунок 1.12 – Видано ліцензій на міжнародні перевезення вантажів вантажними автомобілями [5]

Узагальнюючи вищевикладене, зовнішню діяльність різними видами транспортних засобів узагальнено на рис. 1.13 та рис. 1.14, з яких можна зробити висновок про важливість вантажних перевезень залізничним транспортом.

Аналіз послуг вантажних перевезень в умовах повномасштабної війни показав, що економіка країни залежить від її зовнішньоекономічної діяльності. Наслідком блокування портів та закриття повітряного простору України, стало вимушене та швидке переорієнтування вантажних перевезень на наземний транспорт [5].

Головною перевагою автомобільного транспорту в умовах війни є швидке переорієнтування в галузі перевезення вантажів. Аналіз статистичних даних щодо послуг вантажних перевезень показав різку зміну структури

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

транспортування вантажів. Найкращим варіантом для транспортної мережі України є покращення транспортного сполучення з Європейським Союзом.

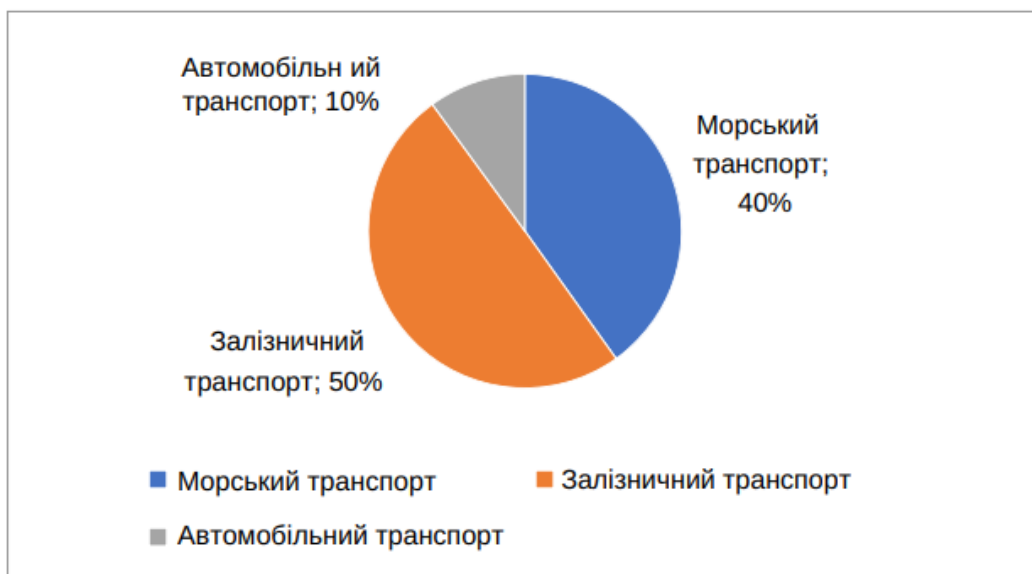


Рисунок 1.13 – Частка видів транспорту в загальному обсязі вантажних перевезень, спрямованих на експорт у 2022 році [5]

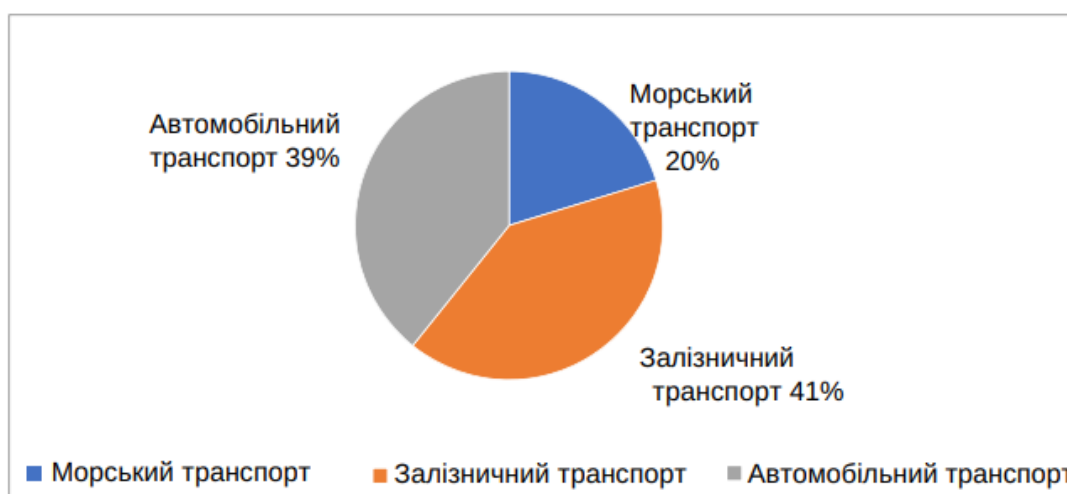


Рисунок 1.14 – Частка видів транспорту в загальному обсязі вантажних перевезень, спрямованих на імпорт у 2022 році [5]

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

виробничих ресурсів термінального комплексу. що дозволить досягти скорочення часу переробки вантажу і обумовлює економію матеріальних. складських і енергетичних ресурсів.

Концепція транспортно-логістичного центру пристойно представлена Кентом Бентценом в роботі [9] як центр в певній галузі, в якому всі види діяльності, пов'язані з транспортом, логістикою та розподілом товарів - як для національного, так і міжнародного транзиту, здійснюються різними операторами на комерційній основі. Оператори можуть бути як власниками, так орендувати будівлі і споруди, що були побудовані на території центру. Логістичний центр також повинен бути оснащений усіма комунальними спорудами для здійснення своєї діяльності.

Науковець Окландер М. А. в роботі [10] стверджує, що якість транспортно-логістичного обслуговування може бути охарактеризована за такими критеріями: своєчасність здійснення перевезення (транспортування повинно бути розпочатим без затримок і виконаним в установленій термін); повнота перевезень (транспортування має бути здійснено для всього обсягу вантажу); збереження вантажу (процес транспортування не повинен призвести до втрат та зниження якості вантажу); економічність транспортування (забезпечення замовнику мінімізацію витрат на транспортування вантажів).

Черніховою О. С. в статті [11] визначено сутність логістичного управління транспортними вузлами у формуванні та просуванні вантажопотоків та розглянуто вплив роботи транспортного вузла на ефективне функціонування інтермодальних перевезень, терміналів, складів, інформаційних потоків.

Отже, в результаті аналізу наукових праць встановлено, що транспортний вузол відіграє важливу роль у перевізному процесі, поєднуючи та розподіляючи транспортні потоки. Його можна розглядати як один із елементів логістичної системи. Логістичне управління транспортним вузлом передбачає комплексну взаємодію технічних, технологічних, інформаційних, комерційних та правових чинників [11], направлених на найбільш ефективне функціонування.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ АВТОМОБІЛІВ З КОНТЕЙНЕРАМИ LAUDE

2.1 Постановка завдання та визначення розрахункових параметрів

У даній кваліфікаційній роботі магістра розглядаються можливі шляхи підвищення ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude.

Laude Smart Intermodal – це європейський лідер за кількістю контейнерів для інтермодальних наземних перевезень. Розмір парку контейнерів компанії наступний: понад 12 000 спеціальних запатентованих контейнерів власності Laude; понад 3000 вагонів з двома різними колісними базами (1520 мм і 1435 мм); 5 власних локомотивів вищого класу. Компанія планує здійснювати подальші інвестиції в залізничний рухомий склад, контейнери, автомобільні тягачі та причепа, а також збільшувати присутність на ринку транспорту України [12]. Польська логістична компанія Laude Smart Intermodal з Торуня контролює третину ринку контейнерних залізничних перевезень в Україні та готує масштабне розширення діяльності. Попри воєнні ризики, компанія розробляє власні інноваційні контейнери та планує будівництво нового терміналу. Компанія працює в Україні з 2013 року, має офіси в Запоріжжі, Дніпрі та Вінниці (див. рис. 2.1). Україна генерує 20–40% доходів компанії [13].

У 2022 році компанія втратила близько 500 контейнерів і 250 платформ у Маріуполі після захоплення росіянами Азовсталі. Зараз у неї 1500 платформ і 3500 контейнерів в Україні, частину з них перемістили з росії, частину — орендували в країнах Балтії [13]. Компанія Laude належить одному з найбільших імпортерів сталі з України в ЄС товариству ATS S.A. Laude активно працює на міжнародних ринках через свої компанії, з'єднуючи східні та західні транспортні шляхи через Польщу. Діяльність компанії протягом останніх 15 років здійснювалася в Україні, Казахстані, Молдові (раніше в рф). Компанія співпрацює з підрядниками з Туреччини, Китаю, Індії.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Рисунок 2.1 – Схема розташування офісів компанії Laude Smart Intermodal SA в Європі [14]

Протягом останніх років активно інвестує в розвиток Laude у Німеччині [14]. Компанія Laude Smart Intermodal SA створила новий контейнер великої місткості (див. рис. 2.2 та 2.3), який призначають для використання на Новому Шовковому шляху.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд нового контейнеру Laude [15]

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Внутрішній об'єм інноваційного контейнера на 25-30% більший, ніж у стандартному сорокафутовому контейнері. Зараз між Європою та Китаєм використовується 200 нових великих контейнерів. У наступному році їх кількість планують збільшити до тисячі [15]. Нові контейнери Laude не потребують використання інших залізничних платформ.

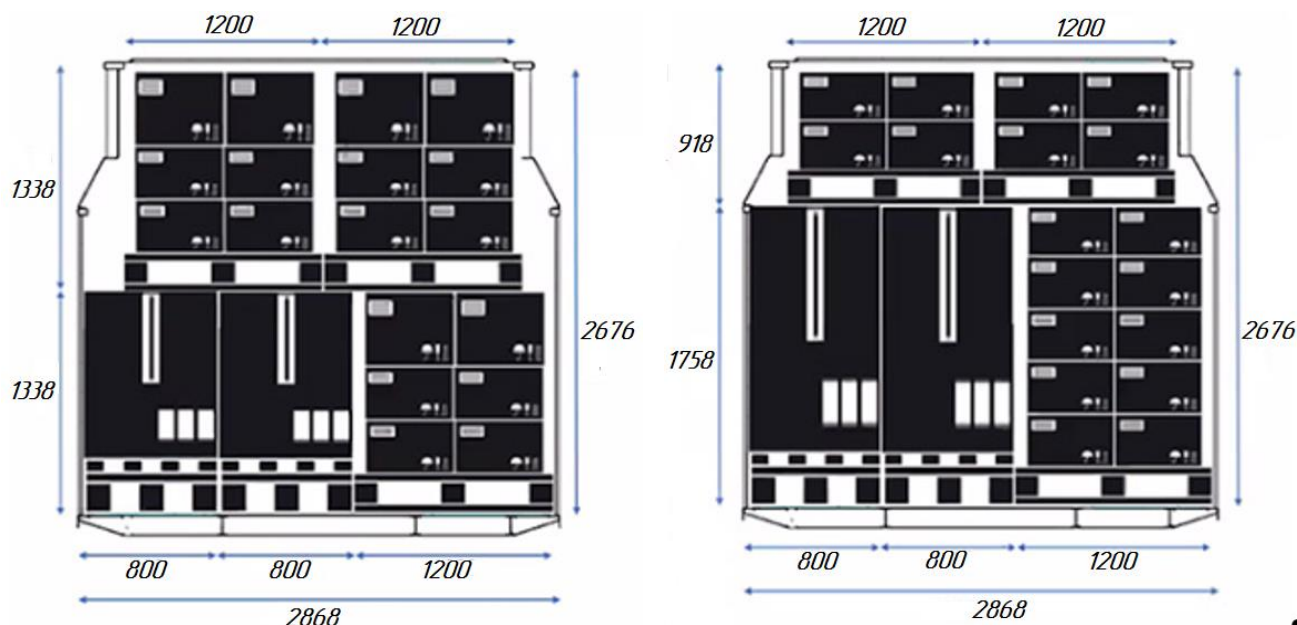


Рисунок 2.3 – Габаритні розміри нового контейнеру Laude [15]

Як видно з рисунку 2.3, вантажний модуль має дещо розширену нижню та звужену верхню частину. З новими контейнерами Laude також легко справляється звичайна навантажувальна техніка. Взагалі, конструкція не вимагає жодних додаткових обмежень. Однак через дещо іншу форму контейнеру можна інакше розташувати вантаж усередині, що дає можливість перевозити більший об'єм та більшу вагу (29,5 т корисного навантаження). Треба також зважити на те, що контейнер виявився трохи важчим від стандартного (6950 кг) [15].

Компанія Laude Smart Intermodal SA має свій парк автомобілів, локомотивів, перевантажувальну техніку та термінали (див. додаток Б.) За перші шість місяців 2024 року поїзди Laude Smart Intermodal перевезли понад 53 000 TEU в Україні, що стало значним кроком до розвитку інтермодальних перевезень в регіоні [16].

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Перевізник надає послуги переважно з використанням власних 40-футових платформ та встановлених на них спеціалізованих контейнерів, пристосованих для різних типів вантажів. У найближчому майбутньому на українських шляхах також дебютують танк-контейнери, що дозволяють перевозити такі речовини, як нафта, бензин, газ та цемент. Компанія з Торуня випустила низку інноваційних рішень. Першими були контейнери HTCOIL з підлогою, що складається, для перевезення сталі в рулонах, потім контейнери для перевезення сталі та 20-футові контейнери HTSYP зі збільшеним до 43м³ об'ємом, призначені для перевезення сипучих матеріалів або палетованих вантажів. Тепер до них додалися танк-контейнери - контейнери-цистерни з номінальним об'ємом 52,3 м³, в яких корисний об'єм становить 85% від номінального [16].

Таким чином, постає завдання довести контейнери компанії Laude від філій у містах Київ, Вінниця, Дніпро та Запоріжжя до перевантажувального терміналу, який знаходиться у м. Тернопіль (див. рис. 2.4), для подальшого транспортування контейнерів за маршрутом Тернопіль-Замостя-Гданськ залізницею. З метою підвищення ефективності змішаного перевезення дослідити роботу терміналу за допомогою методів теорії масового обслуговування.

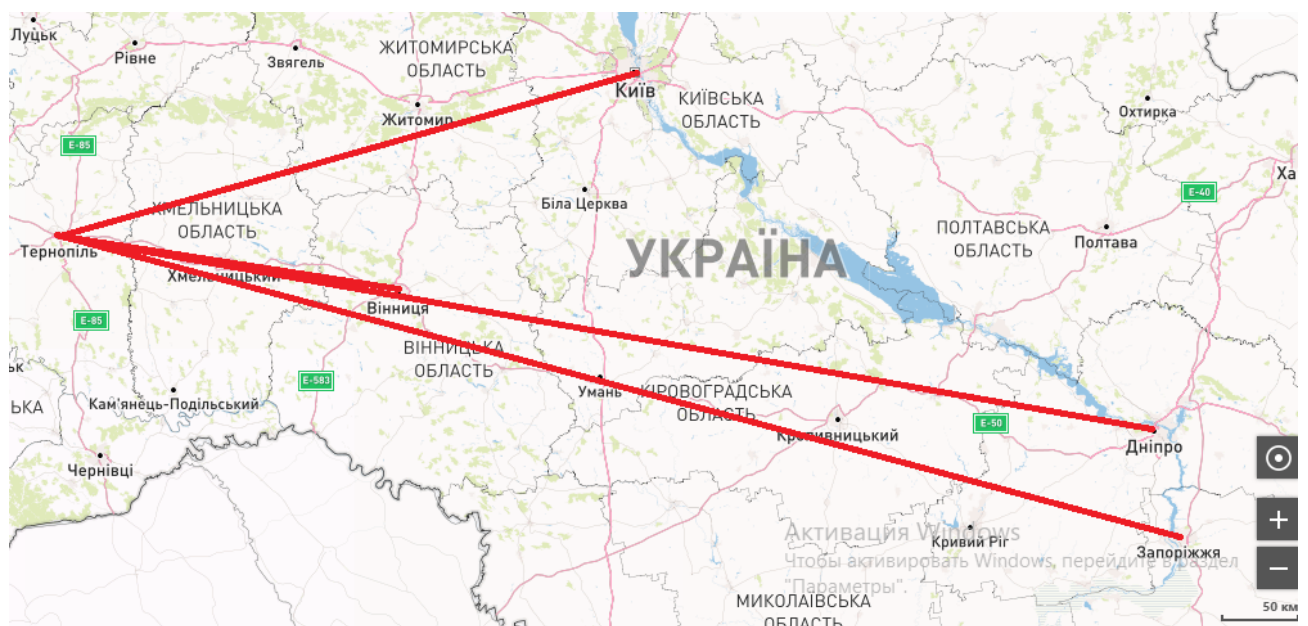


Рисунок 2.4 – Схема доставки контейнерів автомобільним транспортом з філій у Києві, Вінниці, Дніпрі та Запоріжжі до терміналу у місті Тернопіль [17]

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Від станції Тернопіль контейнери прямують до логістичного перевантажувального терміналу Замость (Пюцца), що розташований на стику широкої колії залізничної лінії LHS (1520) і стандартної колії (1435 мм) [18]. Термінал спеціалізується на перевалці вантажів і контейнерів, які перевозяться через польсько-український кордон Хрубешов- Ізов, і віддалений від нього на 60 км. Далі до Гданська контейнери доставляються польським залізничним транспортом.

2.2 Побудова фізичної та математичної моделі процесів перевантаження контейнерів на терміналі

З точки зору розвитку українських компаній, які експортують свою продукцію в інші країни залізничним транспортом, термінал на широкій колії в Замості має вирішальне значення. Поїзд Laude Smart Intermodal перевозить морські контейнери за маршрутом Тернопіль-Замостя-Гданськ. Досі поїзд курсував раз на тиждень, але незабаром планується запуснути другий потяг, що дасть змогу збільшити частоту перевезень і задовольнити зростаючий попит [16].

Основними партнерами в цьому проєкті є Українська залізниця та Західний контейнерний термінал – сучасний контейнерний логістичний комплекс, створений у 2017 році та розташований у географічному центрі Західної України – місті Тернополі (див. рис. 2.5).

Залізнична станція Тернопіль-Вантажний підпорядкована Тернопільській дирекції Львівська залізниця [20] та відкрита для наступних комерційних операцій (див. табл. 2.1). Таким чином, термінал в Тернополі являє собою пункт взаємодії різних видів транспорту. Його робота при цьому полягає в узгодженості операцій на різних видах транспорту, що беруть участь у загальному перевізному процесі вантажів. Аналіз практики й дослідження перевізного процесу показують, що взаємодія різних видів транспорту залежить від багатьох умов економічного, технічного, технологічного, організаційного й управлінського характеру [21].

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 – Розміщення вантажного терміналу на схемі залізничної станції Тернопіль-Вантажний [19]

В умовах війни потрібні нові розробки по проблемі взаємодії наземних видів транспорту з урахуванням умов невизначеності формування ринку транспортних послуг. Виникає необхідність у підвищенні ефективності організації технологічної взаємодії універсальних наземних видів транспорту в пунктах перевалки вантажів за рахунок мінімізації загального терміну доставки вантажів. Наприклад, у дослідженні [21] об'єктом виступає процес організації технологічної взаємодії видів універсального наземного транспорту в пунктах перевалки вантажів, а предметом дослідження – вплив тривалості виконання

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

операцій технологічної взаємодії видів транспорту в пунктах перевалки вантажів на загальний термін доставки вантажів.

Таблиця 2.1 – Комерційні операції, що виконуються на станції Тернопіль-Вантажний [20]

Параграф	Комерційні операції
1	Прийом та видача вантажів, що допускаються до зберігання на відкритих майданчиках місць загального користування станцій.
10н	Прийом та видача великотоннажних 10, 20, 30, 40, 45 - футових контейнерів масою брутто до 30,48 тонн включно на під'їзних шляхах (шляхах незагального користування)
3	Прийом та видача вантажів на під'їзних коліях (шляхах незагального користування) і місцях незагального користування
8	Прийом та видача великотоннажних 20 футових контейнерів масою брутто до 24 тонн включно на станціях.
8н	Прийом та видача великотоннажних 20 футових контейнерів масою брутто до 24тонн включно на під'їзних шляхах (шляхах незагального користування).
Г	Прийом та видача вантажобагажу підприємств, організацій і установ.
М	Продаж квитків у міжнародному сполученні.
П	Продаж квитків на всі пасажирські поїзди. Прийому та видачі багажу.

Моделювання технологічного процесу взаємодії універсальних наземних видів транспорту можливо проводити з використанням наступних методологій: марківських ланцюгів (опис реального процесу за допомогою марківських ланцюгів дозволяє визначити ймовірність всіх можливих станів); сітьового планування (передбачає здійснення технологічного процесу в найкоротший строк і з мінімальними витратами) – з урахуванням недоліків та переваг останніх [21].

Під час перевалки контейнерів на терміналі виникають окремі затримки [22]: тривалий відстій великої кількості автомобілів на неорганізованих

Виконав	Вітер У.О.					Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ 275 04 ПЗ	

стоянках, затримки при переміщенні вантажу між секціями терміналу, порушення графіка сумісної роботи автомобільного та залізничного транспорту, а все це приводить до зростання правопорушень, забруднення навколишнього середовища, скорочення пропускнуєї спроможності автомобільних доріг та значних втрат часу при обробці вантажів. Таким чином, постає проблема скорочення часу знаходження автомобілів на терміналі на підставці методів теорії систем масового обслуговування. Спочатку складається функціонально-логічна структура терміналу при взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на терміналі у м. Тернопіль, що показана на рисунку 2.6.

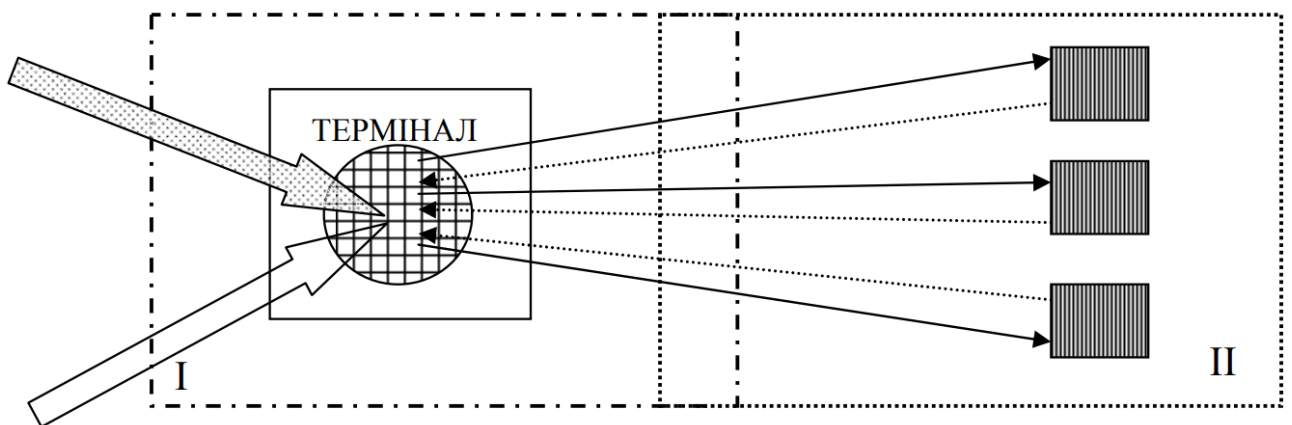

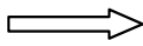






Рисунок 2.6 – Функціонально-логічна структура терміналу при взаємодії автомобільного та залізничного транспорту [22]:

-  – рух вантажу з магістрального залізничного транспорту (контейнери);
-  – рух вантажу з магістрального залізничного транспорту (дрібнопартійні);
-  – місце взаємодії залізничного та автомобільного транспорту;
- I** – підсистема функціонування терміналу;
- II** – підсистема зовнішньої взаємодії терміналу з вантажовласниками;
-  – вантажовласники;
-  – вихідні потоки;
-  – вхідні потоки.

Аналіз роботи терміналу можна проводити за допомогою різних методів, але найбільш ефективним є побудова моделі. За допомогою моделювання можна без значних матеріальних та трудових витрат у малий термін проаналізувати

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

роботу терміналу, зробити висновки, обґрунтувати управлінські рішення та внести корективи у роботу.

Функціонування терміналу за участю автомобільного та залізничного транспорту можна представити як сукупність взаємодії фаз: залізничний транспорт, експедиція прийому, зона зберігання, зона комплектації та упаковки та зона навантаження. Структурно-логічна схема переробки вантажопотоків на терміналі за участю автомобільного та залізничного транспорту представлена на рис. 2.7.

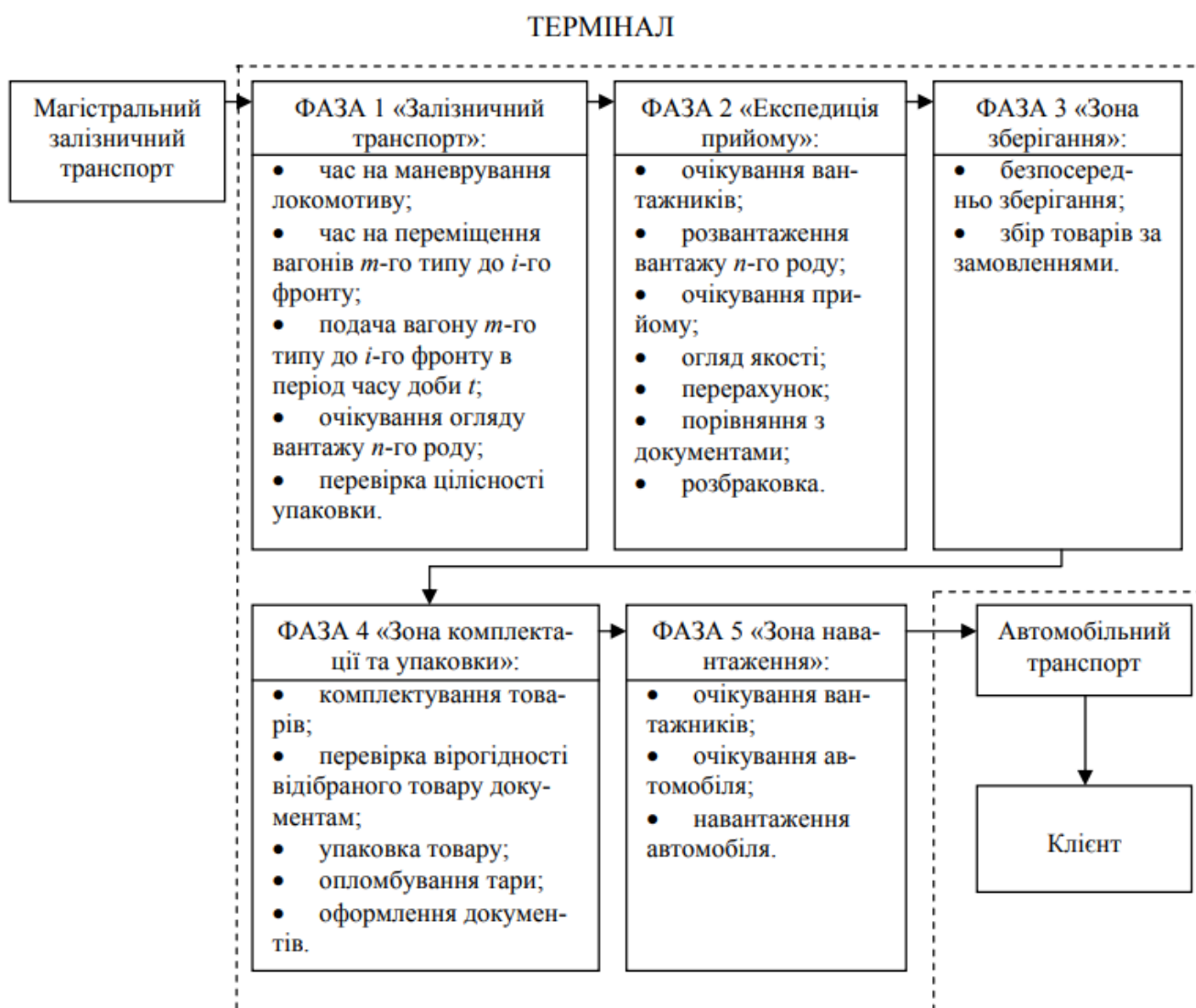


Рисунок 2.7 – Структурно-логічна схема переробки вантажопотоків на терміналі за участю автомобільного та залізничного транспорту [22]

У фазі 1 здійснюються наступні операції: маневрування локомотива, переміщення групи вагонів до фронту, подача вагону безпосередньо до фронту, перевірка цілісності упаковки.

У фазі 2 – розвантаження вантажу, перерахунок, порівняння з документами, розбраковка.

У фазі 3 – безпосередньо зберігання вантажу та збір товарів за замовленнями.

У фазі 4 – комплектація товарів, перевірка відповідності відібраного товару документам, упаковка товару, опломбування тари, оформлення документів.

У фазі 5 – навантаження автомобіля.

Прийнято вважати, що при проходженні вантажів через термінальні системи з ними відбувається ряд технологічних операцій та очікування виконання цих операцій.

Таким чином час знаходження вантажів на терміналі встановлюється за залежністю [22]:

$$t_{\text{знах}_i}^{\phi} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^T + \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^m t_{ij}^{\text{оч}}, \quad (2.1)$$

де t_{ij}^T – час на виконання i -ї технологічної операції в j -й фазі терміналу;

$t_{ij}^{\text{оч}}$ – час очікування виконання i -ї технологічної операції в j -й фазі терміналу;

n – кількість технологічних операцій, які виконуються у фазах;

m – кількість фаз.

Коефіцієнт використання пропускної спроможності первантажувального терміналу розраховується за наступною формулою:

$$K_{\text{г, тз}} = \frac{\Pi_{\phi}}{\Pi_{\text{пр}}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{г, тз}}$ – коефіцієнт використання пропускної спроможності відповідно вагонів та автотранспортних засобів;

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

P_{ϕ} – фактична кількість вагонів та автотранспортних засобів;

$P_{\text{пр}}$ – проектна пропускна спроможність перевантажувального терміналу за обраний період.

У системах масового обслуговування (СМО) розглядаються черги і вирішуються питання з обслуговування ряду (поток) вимог від людей, приладів, подій. Предметом теорії масового обслуговування є встановлення залежності між факторами, що визначають функціональні можливості системи, і ефективністю її функціонування. В більшості випадків всі параметри СМО є випадковими величинами або функціями, тому такі системи відносяться до стохастичних системам.

Основи теорії масового обслуговування були закладені А. К. Ерлангом на початку 20-го століття, який працював у Копенгагенській телефонній компанії. У 1909 році він опублікував працю «Теорія ймовірностей і телефонні переговори», де вирішив ряд задач для систем масового обслуговування з відмовами. Термін "теорія масового обслуговування" був введений О. Я. Хінчиним, який вважається її засновником. Значний внесок у розвиток цієї теорії внесли такі математики, як Б. В. Гніденко, А. М. Колмогоров, О. С. Вентцель [23].

Предметом теорії масового обслуговування є побудова математичних моделей, що пов'язують задані умови роботи СМО (число каналів, їх продуктивність, характер потоку заявок і т.п.) з показниками ефективності СМО, що описують її здатність справлятися з потоком заявок [23].

Вимоги на виконання робіт поступають у випадкові моменти часу, обслуговуючі пристрої задовольняють вимоги (обробляють їх) за випадковий термін. Кількість вимог є статистично оціненою величиною.

Таким чином, СМО має дві головні ознаки: обслуговуючий пристрій і чергу.

Процес роботи СМО є випадковим процесом.

Математичний аналіз роботи СМО істотно спрощується, якщо процес цієї роботи - марківський. Випадковий процес називається марківським або випадковим процесом без наслідку, якщо для будь-якого моменту часу t_0

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

імовірнісні характеристики процесу в майбутньому залежать тільки від його стану в даний момент t_0 і не залежать від того, коли і як система прийшла в цей стан.

СМО розрізняються [23]:

1. За конструкцією обслуговуючого пристрою: одноканальна, багатоканальна.

2. За дисципліною черги. Найбільше розповсюджено правило: перший прийшов - перший обслуговується. Але у СМО розглядаються й інші варіанти обслуговування, наприклад:

- вимоги за пріоритетом;
- відсутність черги (якщо для обслуговування черги немає вільного каналу або якщо СМО зайнята, то вимога не задовольняється і зникає).

При аналізі СМО намагаються одержати такі характеристики:

- середню довжину черги;
- середній термін обслуговування;
- середній час, за який обслуговуючий пристрій не працює.

При дослідженні СМО звичайно вважають, що вхідний потік вимог підпорядковується закону Пуассона, за яким розглядають відносно рідкі події. За законом Пуассона ймовірність появи точно K подій із n за проміжок часу t .

У даній кваліфікаційній роботі магістра приймається, що вантажний термінал на станції Тернопіль – це одноканальна СМО з чергою, на яку не накладені ніякі обмеження (ні по довжині черги, ні за часом очікування). Потік заявок, що поступають в СМО, має інтенсивність, а потік обслуговуванні — інтенсивність μ . Необхідно знайти граничну вірогідність станів і показники ефективності СМО. Система може знаходитися в одному із станів $S_0, S_1, S_2, \dots, S_k$, по числу заявок, що знаходяться в СМО: S_0 — канал вільний; S_1 — канал зайнятий (обслуговує заявку), черги немає; S_2 — канал зайнятий, одна заявка стоїть в черзі; S_k — канал зайнятий, $(k-1)$ заявок стоять в черзі і т.д.

Граф станів СМО представлений на рисунку 2.8.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

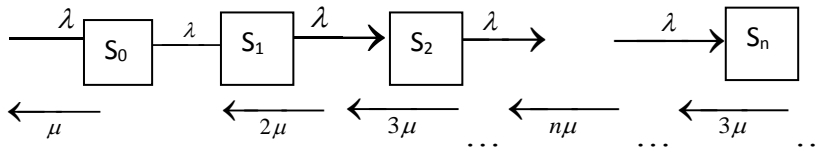


Рисунок 2.8 – Граф станів одноканальної системи масового обслуговування з чергою [23]

Граф станів СМО, зображений на рисунку 2.8, являє собою процес загибелі і розмноження, але з нескінченним числом станів, в якому інтенсивність потоку заявок рівна, а інтенсивність потоку обслуговуванні μ .

Перш ніж записати формули граничної вірогідності, необхідно бути упевненим в їх існуванні, адже у разі, коли час $t \rightarrow \infty$, черга може необмежено зростати. Доведено, що якщо $p < 1$, тобто середнє число заявок, що приходять, менше середнього числа обслужених заявок (у одиницю часу), то гранична вірогідність існує. Якщо $p > 1$, черга росте до безкінечності.

Для визначення граничної вірогідності станів скористаємося формулами для процесу загибелі і розмноження (тут ми допускаємо відому не строгість, оскільки раніше ці формули були одержані для випадку кінцевого числа станів системи). Одержимо:

$$p_0 = \left[1 + \frac{\lambda}{\mu} + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k + \dots \right]^{-1} = (1 + p + p^2 + \dots + p^k + \dots) \quad (2.3)$$

Оскільки гранична вірогідність існує лише при $p < 1$, то геометричний ряд із знаменником $p < 1$, записаний в дужках у формулі (2.3), сходиться до суми, рівної. Тому з урахуванням співвідношень:

$$p_1 = \rho p_0, p_2 = \rho^2 p_0, \dots, p_k = \rho^k p_0, \dots \quad (2.4)$$

Знайдемо граничні ймовірності інших станів:

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

$$p_1 = \rho(1 - \rho), p_2 = \rho^2(1 - \rho), \dots, p_k = \rho^k(1 - \rho), \dots \quad (2.5)$$

Гранична вірогідність p_0, p_1, p_2, p_k утворюють геометричну прогресію, що убиває, із знаменником $p < 1$, отже, вірогідність p_0 найбільша. Це означає, що якщо СМО справляється з потоком заявок (при $p < 1$), то найбільш вірогідною буде відсутність заявок в системі.

Середнє число заявок в системі $L_{сист}$ визначимо по формулі математичного очікування, яка з урахуванням (2.4) прийме вигляд

$$L_{сист} = \sum_{k=1}^{\infty} k p_k = (1 - \rho) \sum_{k=1}^{\infty} k p_k \quad (2.6)$$

(підсумовування від 1 до ∞ , оскільки нульовий член $p_0 = 0$).

Можна показати, що формула (2.6) перетвориться (при $p < 1$) до вигляду

$$L_{сист} = \frac{\rho}{1 - \rho} \quad (2.7)$$

Знайдемо середнє число заявок в черзі $L_{оч}$. Очевидно, що:

$$L_{оч} = L_{сист} - L_{об} \quad (2.8)$$

де $L_{об}$ — середнє число заявок, що знаходяться під обслуговуванням.

Середнє число заявок під обслуговуванням визначимо за формулою математичного очікування числа заявок під обслуговуванням, що приймає значення 0 (якщо канал вільний) або 1 (якщо канал зайнятий):

$$L_{об} = 0 \cdot p_0 + 1(1 - p_0) \quad (2.9)$$

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

тобто середнє число заявок під обслуговуванням рівне вірогідності того, що канал зайнятий:

$$L_{об} = P_{зан} = 1 - p_0 \quad (2.10)$$

За формулою (2.10) визначимо:

$$L_{об} = P_{зан} = \rho \quad (2.11)$$

Тоді отримаємо:

$$L_{оч} = \frac{\rho^2}{1 - \rho} \quad (2.12)$$

Доведено, що при будь-якому характері потоку заявок, при будь-якому розподілі часу обслуговування, при будь-якій дисципліні обслуговування середній час перебування заявки в системі (у черзі) дорівнює середньому числу заявок в системі (у черзі), що ділиться на інтенсивність потоку заявок, тобто:

$$T_{сист} = \frac{1}{\lambda} L_{сист} \quad (2.13)$$

$$T_{оч} = \frac{1}{\lambda} L_{оч} \quad (2.14)$$

Формули (2.12) і (2.13) називаються формулами Літтла. Вони витікають з того, що в граничному, стаціонарному режимі середнє число заявок, що

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

прибувають в систему, рівно середньому числу заявок, що покидають її. Обидва потоки заявок мають одну і ту ж інтенсивність λ .

На підставі формул Літла середній час перебування заявки в системі буде визначатися за формулою:

$$T_{сист} = \frac{\rho}{\lambda(1-\rho)}, \quad (2.15)$$

а середній час перебування заявки в черзі

$$T_{оч} = \frac{\rho^2}{\lambda(1-\rho)}. \quad (2.16)$$

Таким чином, у даній кваліфікаційній роботі магістра застосовуються методи теорії масового обслуговування. приймається, що на вантажному терміналі на станції Тернопіль для обслуговування контейнерів Laude використовується один перевантажувальний механізм (обслуговуючий пристрій). При цьому за вхідний потік приймемо потік автомобілів, які надходять на термінал для подальшої перестановки контейнерів на залізничні вагони, а, отже, в подальшому будемо моделювати одноканальну систему масового обслуговування з чергою.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ АВТОМОБІЛІВ З КОНТЕЙНЕРАМИ LAUDE

3.1 Загальна характеристика методу моделювання

Надходження автомобілів з контейнерами Laude на вантажний термінал станції Тернопіль-Вантажний є випадковим процесом. Тому при реалізації статистичного імітаційного моделювання за опомогою компютерних технологій виникає задача отримання випадкових числових послідовностей із заданими імовірнісними характеристиками.

З цією метою пропонується використовувати метод Монте-Карло – чисельний метод рішення математичних задач за допомогою моделювання випадкових величин з заданими законами розподілу, розроблений в 1949 р. Дж. Нейманом і С. Улама. Сутністю методу Монте-Карло є застосування будь-якого генератора рівномірно розподілених випадкових чисел [24].

Метод Монте-Карло ще називають методом статистичних випробувань. У методі статистичних випробувань дані експериментів виробляються штучно за допомогою генератора випадкових чисел. Генератором може бути колесо рулетки, таблиця, програма або будь-який інший джерело рівномірно розподілених випадкових чисел.

При обчисленнях методом Монте-Карло статистичні результати виходять шляхом повторюваних випробувань. Імовірність того, що ці результати відрізняються від справжніх не більше ніж на задану величину, є функція кількості випробувань.

Метод Монте-Карло є сукупністю формальних процедур, за допомогою яких відтворюються будь випадкові фактори (випадкові події, випадкові величини з довільним розподілом і т.п.) [24].

Вплив випадкових факторів на систему моделюється за допомогою випадкових чисел. У різних завданнях, що зустрічаються при створенні складних

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

систем, можуть використовуватися величини, значення яких визначаються випадковим чином. Прикладами таких величин є [24]:

- випадкові моменти часу, в які надходять замовлення на фірму;
- завантаження виробничих ділянок;
- надходження дзвінків від абонентів мобільної мережі телефонного зв'язку та ін.

У нашому випадку інтервал між автомобілями, що надходять на вантажний термінал – це випадкове число.

Згідно з методом Монте-Карло, диспетчер може моделювати роботу декількох складних систем, керуючих певними різновидами виробничих процесів на терміналі, і вивчати поведінку всієї групи, обробляючи статистичні дані.

Отримання вибірок за методом Монте-Карло є основним принципом імітаційного моделювання систем зі стохастичними (ймовірними) елементами [24]. Створювати і використовувати імітаційні моделі з імовірнісними елементами доцільно лише тоді, коли випадкові чинники повністю описані за допомогою відповідних характеристик (ймовірність, щільність розподілу ймовірностей і т.п.). Ці характеристики вивчаються на базі емпіричних даних, зібраних або при систематизації наявних звітних матеріалів, або в результаті обробки спеціально поставлених експериментів.

Термін «метод Монте-Карло» не є синонімом терміну «імітаційне моделювання», тому що імітаційне моделювання – це більш широке поняття, де метод Монте-Карло є важливим, але далеко не єдиним методичним компонентом імітаційного моделювання [24].

Перевагою методу Монте-Карло є те, що отримана в результаті моделювання інформація за своєю природою аналогічна тій інформації, яку можна було б отримати в процесі дослідження реальної системи, однак обсяг її значно більший, і на її отримання витрачається менше коштів і часу.

Недоліком методу Монте-Карло є те, що він дозволяє визначати шукані величини, усереднені за якимось кінцевим обсягом. До того ж, метод Монте-

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Карло вимагає великого обсягу обчислень (точність розрахунку залежить від кількості підрахованих подій і, відповідно, від кількості змодельованих історій).

3.2 Проведення відповідних досліджень

Як вже зазначалося раніше, вантажний фронт перевалки контейнерів на вантажному терміналі являє собою одноканальну систему масового обслуговування з очікуванням, в яку надходить пуассонівський потік заявок. Час між надходженням двох послідовних заявок розподілений згідно з показниковим законом $f(\tau) = ke^{-k\tau}$, час обслуговування заявок випадковий і розподілений за законом $f_1(t) = k_1e^{-k_1t}$. Змодельуємо методом Монте Карло за період часу $T = T_{max}$ хвилин: середнє число обслужених заявок; середній час обслуговування однієї заявки; ймовірність обслуговування; ймовірність постановки у чергу.

Вхідні дані згідно завдання: $k = 0,833$; $k_1 = 1,513$; $T_{max} = 32$ хвил.

В кваліфікаційній роботі магістра було виконано три випробовування, для кожного з них встановлено час між моментами надходження двох послідовних заявок (результати занесені, відповідно, в таблиці 3.1, 3.3 та 3.5) та визначено тривалості обслуговування заявок (див. таблиці 3.2, 3.4 та 3.6).

Час між моментами надходження двох послідовних заявок розподілено за законом $f(\tau) = 0,833e^{-0,833\tau}$, тому значення τ_i — розраховуємо за формулою:

$$\tau_i = \frac{(-\ln r_i)}{0.833}, \quad (3.1)$$

Результати розрахунків показані в таблиці 3.1.

Випадкові числа r_i генеруємо за допомогою MS Excel, використовуючи функції СЛЧИС і РАНГ.РВ [25]. Функція СЛЧИС значно рідше генерує повтори через те, що проміжки більш широкі (див. рис. 3.1). Для цього необхідно вибрати потрібний діапазон і ввести формулу (СЛЧИС()). Підтвердити цю дію, натиснувши CTRL + ENTER.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

	A	B
1	0,485697918	
2	0,256814891	
3	0,409647484	
4	0,274243583	
5	0,932320216	
6	0,141415347	
7	0,391089867	
8	0,128262612	
9	0,487422289	
10	0,852597382	
11		

Рисунок 3.1 – Випадкові числа, згенеровані засобами MS Excel [25]

Час обслуговування заявок розподілено за законом $f_1(t) = 1,513e^{-1,513t}$, тому значення t_i розрахуємо за формулою:

$$t_i = \frac{(-\ln r_i)}{1.513}, \quad (3.2)$$

Випадкові числа r_i також генеруємо за допомогою MS Excel.

Нехай $T_1 = 0$ — момент надходження першої заявки (див. табл. 3.2). За випадковим числом $r_1 = 0,10$ розрахуємо тривалість часу обслуговування першої заявки (у хв.).

$$t_1 = \frac{(-\ln 0,10)}{1.513} = \frac{2,30}{1.513} \approx 1,52.$$

Момент закінчення обслуговування першої заявки: $T_1 = 0 + 1,52 = 1,52$.

В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю. За випадковим числом $r_2 = 0,69$ розраховуємо час між моментами надходження першої і другої заявки.

$$\tau_2 = \frac{(-\ln 0,69)}{0.833} = \frac{0,37}{0.833} \approx 0,45.$$

Таблиця 3.1 – Розрахунок моментів надходження заявок.

Випробування №1

Номер заявки i	Випадкове число r_i	$-\ln r_i$	Час між двома послідовними заявками $\tau_i = (-\ln r_i) / k$	Момент надходження заявки
1				0
2	0,69	0,37	0,45	0,45
3	0,07	2,66	3,19	3,64
4	0,49	0,71	0,85	4,49
5	0,41	0,89	1,07	5,56
6	0,38	0,97	1,17	6,73
7	0,87	0,14	0,16	6,89
8	0,63	0,46	0,56	7,45
9	0,79	0,24	0,28	7,73
10	0,19	1,66	1,99	9,72
11	0,76	0,27	0,33	10,05
12	0,35	1,05	1,26	11,31
13	0,58	0,54	0,66	11,97
14	0,4	0,92	1,10	13,07
15	0,44	0,82	0,98	14,05
16	0,01	4,61	5,53	19,58
17	0,1	2,30	2,77	22,35
18	0,51	0,67	0,80	23,15
19	0,82	0,20	0,24	23,39
20	0,16	1,83	2,20	25,59
21	0,15	1,90	2,28	27,87
22	0,48	0,73	0,88	28,75
23	0,32	1,14	1,37	30,12
24	0,47	0,76	0,91	31,03
25	0,79	0,24	0,28	31,31
26	0,28	1,27	1,53	32,84
				(Стоп)

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Розрахунок тривалості обслуговування заявок.

Випробування №1

Номер заявки i	Випа- дкове число r_i	$-\ln r_i$	Тривалість обслуговування заявки $t_I = (-\ln r_i) / k_I$	Момент			Лічильник заявок	
				Надход- ження заявки	Початок обслугову- вання	Закінчення обслугову- вання	Обслу- жених	У черзі
1	0,10	2,30	1,52			1,52	1	
2				0,45				1
3	0,09	2,41	1,59	3,64	3,64	5,23	1	
4				4,49				1
5	0,73	0,31	0,21	5,56	5,56	5,77	1	
6	0,25	1,39	0,92	6,73	6,73	7,65	1	
7				6,89				1
8				7,45				1
9	0,33	1,11	0,73	7,73	7,73	8,46	1	
10	0,76	0,27	0,18	9,72	9,72	9,90	1	
11	0,52	0,65	0,43	10,05	10,05	10,48	1	
12	0,01	4,61	3,04	11,31	11,31	14,35	1	
13				11,97				1
14				13,07				1
15				14,05				1
16	0,35	1,05	0,69	19,58	19,58	20,27	1	
17	0,86	0,15	0,10	22,35	22,35	22,45	1	
18	0,34	1,08	0,71	23,15	23,15	23,86	1	
19				23,39				1
20	0,67	0,40	0,26	25,59	25,59	25,85	1	
21	0,35	1,05	0,69	27,87	27,87	28,56	1	
22	0,48	0,73	0,49	28,75	28,75	29,24	1	
23	0,76	0,27	0,18	30,12	30,12	30,30	1	
24	0,80	0,22	0,15	31,03	31,03	31,18	1	
25	0,95	0,05	0,03	31,31	31,31	31,34	1	
			11,94				17,00	8,00

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

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

$$T_2 = T_1 + \tau_2 = 0 + 0,45 = 0,45.$$

У цей момент канал зайнятий обслуговуванням першої заявки ($0,45 < 1,52$), тому друга заявка одержить відмову. В лічильник відмов записуємо одиницю.

За черговим випадковим числом $r_2 = 0,07$ розраховуємо час між моментами надходження другої і третьої заявки.

$$\tau_3 = \frac{(-\ln 0,07)}{0,833} = \frac{2,66}{0,833} \approx 3,19.$$

Друга заявка надійшла в момент $T_2 = 0,45$. Отже третя заявка надійде в момент:

$$T_3 = T_2 + \tau_3 = 0,45 + 3,19 = 3,64.$$

В цей момент канал уже вільний ($3,64 > 1,52$), тому він обслужить третю заявку. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

$T_3 = 3,64$ — момент надходження третьої заявки. За випадковим числом $r_i = 0,09$ розраховуємо тривалість часу обслуговування третьої заявки (у хв.).

$$t_3 = \frac{(-\ln 0,09)}{1,513} = \frac{2,41}{1,513} \approx 1,59.$$

Момент закінчення обслуговування третьої заявки:

$$T_3 = 3,64 + 1,59 = 5,23.$$

За випадковим числом $r_4 = 0,49$ розраховуємо час між моментами надходження третьої і четвертої заявки.

$$\tau_4 = \frac{(-\ln 0,49)}{0,833} = \frac{0,71}{0,833} \approx 0,85.$$

Третя заявка надійшла в момент $T_3 = 3,64$. Отже четверта заявка надійде в момент

$$T_4 = T_3 + \tau_4 = 3,64 + 0,85 = 4,49.$$

У цей момент канал зайнятий обслуговуванням третьої заявки ($4,49 < 5,23$), тому четверта заявка одержить відмову. В лічильник відмов записуємо одиницю.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За черговим випадковим числом $r_5 = 0,41$ розраховуємо час між моментами надходження четвертої і п'ятої заявки:

$$\tau_5 = \frac{(-\ln 0,41)}{0,833} = \frac{0,89}{0,833} \approx 1,07.$$

Четверта заявка надійшла в момент $T_4 = 4,49$. Отже п'ята заявка надійде в момент

$$T_5 = T_4 + \tau_5 = 4,49 + 1,07 = 5,56.$$

В цей момент канал уже вільний ($5,56 > 5,23$), тому він обслужить п'яту заявку. В лічильник обслужених заявок записуємо одиницю.

Подальший розрахунок для проводимо аналогічно, а для випробувань №2 та №3 заповнюємо таблиці 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6.

Кожне випробування закінчується, коли момент надходження заявки

$$T_i \geq T_{max} \quad (3.3)$$

Згідно завдання, максимальний час обслуговування заявки $T_{max} = 32$ хвил.

Так у першому випробуванні (таблиця 3.1) 26-та заявка надійшла в момент $T_{26} = 32,84$, тому цю заявку ми виключили.

У другому випробуванні (таблиця 3.3) 29-та заявка надійшла в момент $T_{29} = 33,87$, тому цю заявку ми теж виключили.

У третьому випробуванні (таблиця 3.6) 29-ту заявку ми теж виключили тому, що вона надійшла в момент $T_{29} = 32,02$.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 3.3 – Розрахунок моментів надходження заявок.

Випробування № 2

Номер заявки i	Випадкове число r_i	$-\ln r_i$	Час між двома послідовними заявками $\tau_i = (-\ln r_i) / k$	Момент надходження заявки
1				0
2	0,31	1,17	1,41	1,41
3	0,24	1,43	1,71	3,12
4	0,96	0,04	0,05	3,17
5	0,47	0,76	0,90	4,07
6	0,10	2,30	2,77	6,84
7	0,02	3,91	4,70	11,54
8	0,29	1,24	1,48	13,02
9	0,53	0,63	0,76	13,78
10	0,68	0,39	0,47	14,25
11	0,70	0,36	0,42	14,67
12	0,32	1,14	1,37	16,04
13	0,30	1,20	1,45	17,49
14	0,75	0,29	0,34	17,83
15	0,75	0,29	0,35	18,18
16	0,46	0,78	0,93	19,11
17	0,11	2,21	2,65	21,76
18	0,66	0,42	0,50	22,26
19	0,44	0,82	0,98	23,24
20	0,98	0,02	0,03	23,27
21	0,83	0,19	0,22	23,49
22	0,52	0,65	0,79	24,28
23	0,07	2,66	3,19	27,47
24	0,98	0,02	0,02	27,49
25	0,48	0,73	0,89	28,38
26	0,27	1,31	1,57	29,95
27	0,59	0,53	0,63	30,58
28	0,38	0,97	1,16	31,74
29	0,17	1,77	2,13	33,87
				(Стоп)

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Розрахунок тривалості обслуговування заявок.

Випробування № 2

Номер заявки i	Випадкове число r_i	$-\ln r_i$	Тривалість обслуговування заявки $t_I = (-\ln r_i) / k_I$	Момент			Лічильник	
				Надходження заявки	Початок обслуговування	Закінчення обслуговування	Обслу- жених	У черзі
1	0,91	0,09	0,06			0,06	1	
2	0,17	1,77	1,17	1,41	1,41	2,58	1	
3	0,37	0,99	0,66	3,12	3,12	3,78	1	
4				3,17				1
5	0,54	0,62	0,41	4,07	4,07	4,48	1	
6	0,20	1,61	1,06	6,84	6,84	7,90	1	
7	0,48	0,73	0,49	11,54	11,54	12,03	1	
8	0,05	3,00	1,98	13,02	13,02	15,00	1	
9				13,78				1
10				14,25				1
11				14,67				1
12	0,64	0,45	0,29	16,04	16,04	16,33	1	
13	0,89	0,12	0,08	17,49	17,49	17,57	1	
14	0,47	0,76	0,50	17,83	17,83	18,33	1	
15				18,18				1
16	0,42	0,87	0,57	19,11	19,11	19,68	1	
17	0,96	0,04	0,03	21,76	21,76	21,79	1	
18	0,24	1,43	0,94	22,26	22,26	23,20	1	
19	0,80	0,22	0,15	23,24	23,24	23,39	1	
20				23,27				1
21	0,52	0,65	0,43	23,49	23,49	23,92	1	
22	0,40	0,92	0,61	24,28	24,28	24,89	1	
23	0,37	0,99	0,66	27,47	27,47	28,13	1	
24				27,49				1
25	0,20	1,61	1,06	28,38	28,38	29,44	1	0
26	0,63	0,46	0,31	29,95	29,95	30,26	1	0
27	0,61	0,49	0,33	30,58	30,58	30,91	1	0
28	0,04	3,22	2,13	31,74	31,74	33,87	1	0
			13,91				21,00	7,00

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

Таблиця 3.5 – Розрахунок моментів надходження заявок.

Випробування № 3

Номер заявки i	Випадкове число r_i	$-\ln r_i$	Час між двома послідовними заявками $\tau_i = (-\ln r_i) / k$	Момент надходження заявки
1				0
2	0,15	1,90	2,28	2,28
3	0,39	0,94	1,13	3,41
4	0,09	2,41	2,89	6,30
5	0,97	0,03	0,04	6,34
6	0,33	1,11	1,33	7,67
7	0,34	1,08	1,29	8,96
8	0,4	0,92	1,10	10,06
9	0,54	0,62	0,74	10,80
10	0,17	1,77	2,13	12,93
11	0,84	0,17	0,21	13,14
12	0,56	0,58	0,69	13,83
13	0,11	2,21	2,65	16,48
14	0,8	0,22	0,27	16,75
15	0,99	0,01	0,01	16,76
16	0,33	1,11	1,33	18,09
17	0,71	0,34	0,42	18,51
18	0,43	0,84	1,01	19,52
19	0,05	3,00	3,59	23,11
20	0,33	1,11	1,34	24,45
21	0,51	0,67	0,80	25,25
22	0,29	1,24	1,49	26,74
23	0,69	0,37	0,45	27,19
24	0,56	0,58	0,69	27,88
25	0,12	2,12	2,55	30,43
26	0,71	0,34	0,41	30,84
27	0,92	0,08	0,10	30,94
28	0,55	0,60	0,72	31,66
29	0,74	0,30	0,36	32,02
				(Стоп)

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Розрахунок тривалості обслуговування заявок.

Випробування № 3

Номер заявки i	Випадкове число r_i	$-\ln r_i$	Тривалість обслуговування заявки $t_I = (-\ln r_i) / k_I$	Момент			Лічильник	
				Надходження заявки	Початок обслуговування	Закінчення обслуговування	Обслугованих	У черзі
1	0,02	3,91	2,59			2,59	1	
2				2,28				1
3	0,08	2,53	1,67	3,41	3,41	5,08	1	
4	0,42	0,87	0,57	6,30	6,30	6,87	1	
5				6,34				1
6	0,26	1,35	0,89	7,67	7,67	8,56	1	
7	0,89	0,12	0,08	8,96	8,96	9,04	1	
8	0,53	0,63	0,42	10,06	10,06	10,48	1	
9	0,19	1,66	1,10	10,80	10,80	11,90	1	
10	0,64	0,45	0,29	12,93	12,93	13,22	1	
11				13,14				1
12	0,50	0,69	0,46	13,83	13,83	14,29	1	
13	0,93	0,07	0,05	16,48	16,48	16,53	1	
14	0,03	3,51	2,32	16,75	16,75	19,07	1	
15				16,76				1
16				18,09				1
17				18,51				1
18	0,23	1,47	0,97	19,52	19,52	20,49	1	
19	0,2	1,61	1,06	23,11	23,11	24,17	1	
20	0,90	0,11	0,07	24,45	24,45	24,52	1	
21	0,25	1,39	0,92	25,25	25,25	26,17	1	
22	0,60	0,51	0,34	26,74	26,74	27,08	1	
23	0,15	1,90	1,25	27,19	27,19	28,44	1	
24				27,88				1
25	0,95	0,05	0,03	30,43	30,43	30,46	1	
26	0,33	1,11	0,73	30,84	30,84	31,57	1	
27				30,94				1
28	0,47	0,76	0,50	31,66	31,66	32,16		1
			16,31				20,00	8,00

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		

В таблиці 3.7 наведені результати трьох випробувань.

Таблиця 3.7 – Результати випробувань

Номер випробування i	Надійшло заявок $N_{j\text{пос}}$	Обслужено заявок $N_{j\text{об}}$	Тривалість обслуговування $t_{j\text{об}}$	Середній час обслуговування $\bar{t}_{j\text{об}} = \frac{t_{j\text{об}}}{N_{j\text{об}}}$	Ймовірність обслуговування $P_{j\text{об}} = \frac{N_{j\text{об}}}{N_{j\text{пос}}}$	Ймовірність постановки в чергу $P_{j\text{від}} = 1 - P_{j\text{об}}$
1	25	17,00	11,94	0,70	0,68	0,32
2	28	21,00	13,91	0,66	0,75	0,25
3	28	20,00	16,31	0,82	0,71	0,29
Σ	81	58		2,18	2,14	

Користуючись даними таблиці 3.7 можна знайти шукані величини.

- а) середнє число обслужених за 32 хв. заявок $N_{cp} = 58 / 3 = 19,33$;
- б) середній час обслуговування однієї заявки $t_{cp} = 2.17 / 3 = 0,73$ год.;
- в) ймовірність обслуговування $P_{обсл} = 2,11 / 3 = 0,71$;
- г) ймовірність постановки у чергу $P_{від.} = 1 - 0,7 = 0,29$.

За отриманими результатами для більш наочного їх представлення побудовані порівняльні діаграми для трьох випробувань (див. рис. 3.2).

З отриманих результатів можемо зробити висновок, що при заданих вхідних даних приблизно 71% заявок буде відразу обслужена, а 29% стануть у чергу. Отже, можна зробити висновок, що для того, щоб позбутися черги необхідно мати додатковий канал обслуговування. Більш витратним варіантом буде придбання компанією Laude Smart Intermodal SA ще одного перевантажувального механізму. Дешевший варіант передбачає залучення вільного перевантажувального механізму з інших вантажних фронтів терміналу на залізничній станції Тернопіль. Остаточне рішення повинно прийматися на підставі ретельного техніко-економічного аналізу.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

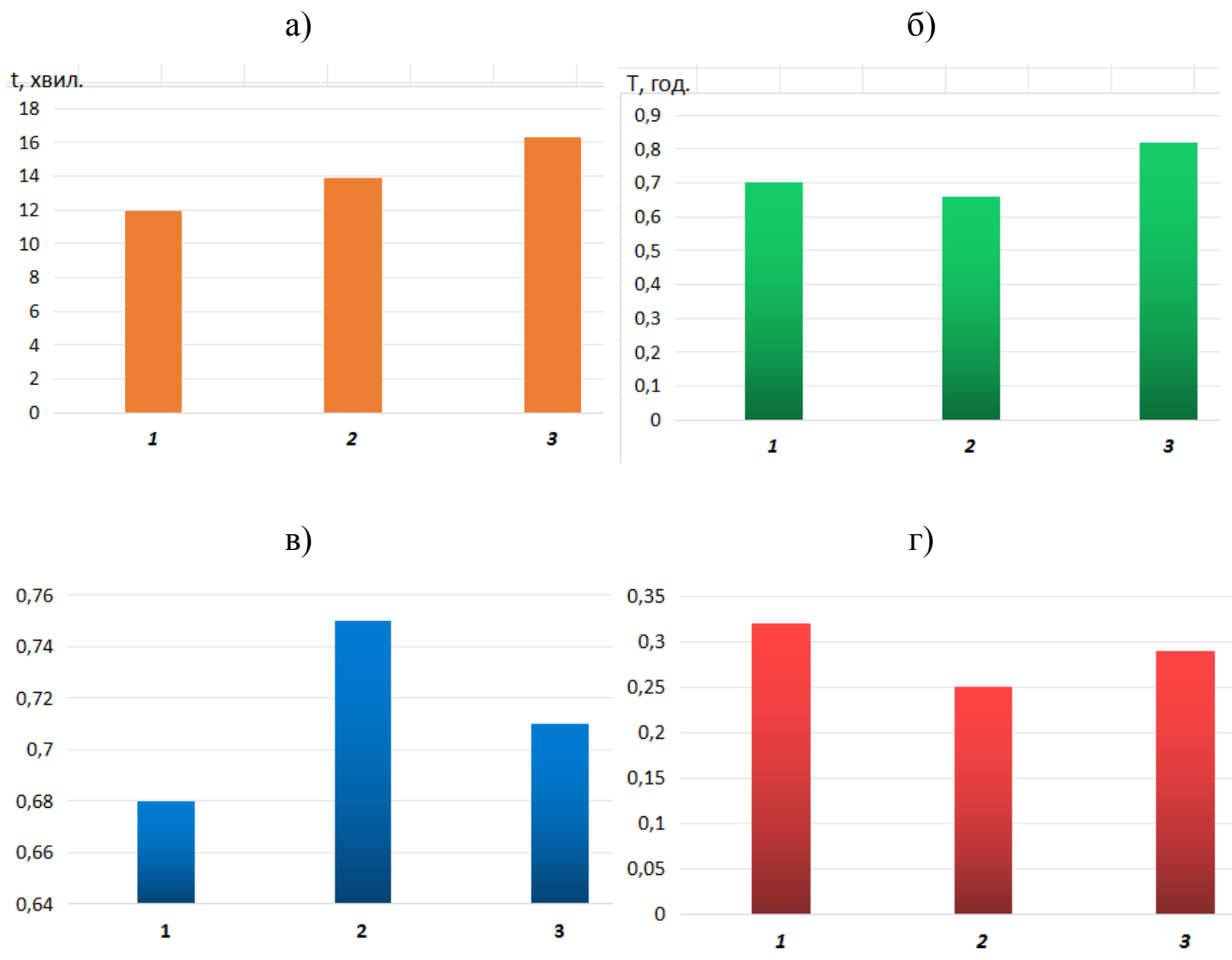


Рисунок 3.2 – Результати випробувань №1, №2 та №3: а – тривалість обслуговування, хвил.; б – середній час обслуговування, год.; в – ймовірність обслуговування; г – ймовірність постановки в чергу

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕРМІНАЛУ

4.1 Розрахунок контейнерної площадки і кількості засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів

Розміри та місткість контейнерної площадки на вантажному терміналі станції Тернопіль, де перевалюються контейнери компанії Laude, повинні відповідати типовим будівельним розмірам, обсягу переробки контейнерів, засобами механізації тощо [26-30]. Графік взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на вантажному терміналі показана у додатку В. Місткість контейнерної площадки повинна бути достатньою для встановлення контейнерів при згущенні навантаження-розвантаження до 1.3 – 1.5 добового об'єму роботи, з урахуванням, що проміжного зберігання потребують не більше 55% контейнерів.

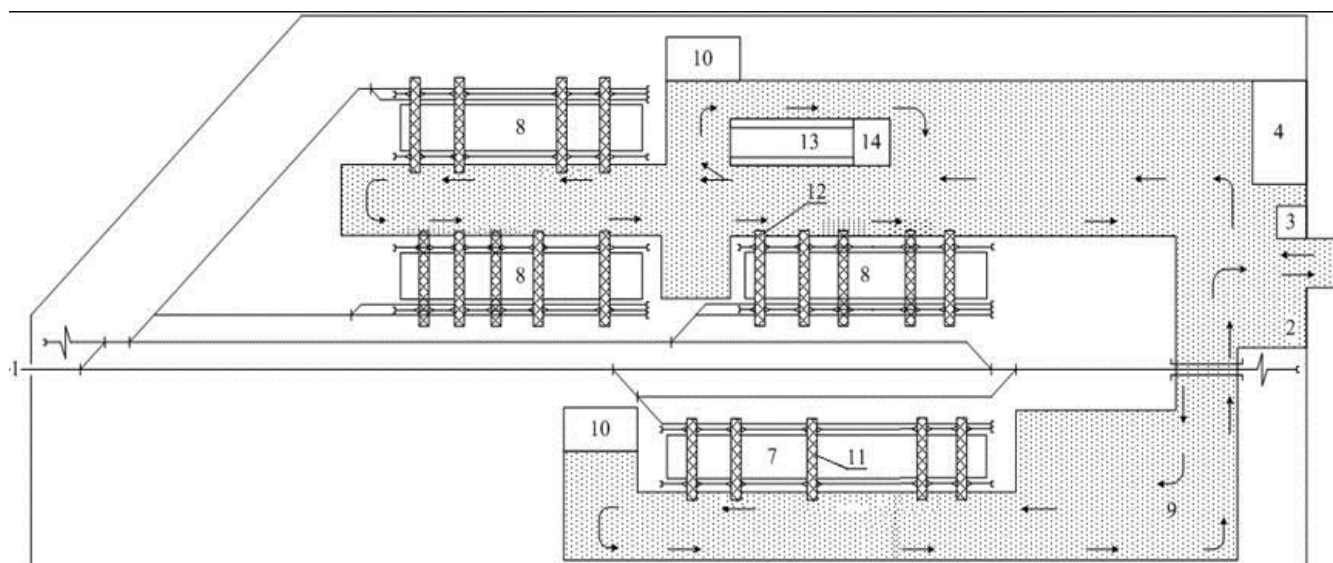


Рисунок 4.1 – Схема контейнерної площадки на вантажному терміналі [31]

На рисунку 4.1 цифрами позначено: 1- залізничні колія; 2 – автошляхи; 3 – автомобільні ваги; 4 – приміщення прийомо-здавальників; 7 – склад металовиробів; 8 – склад контейнерів; 9 – майданчик для очікування автомобілів;

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 – приміщення вантажників; 11 – козловий кран; 12 – мостовий кран; 13 – приміщення митниці; 14 – службова будівля.

Розраховуємо час зберігання контейнерів на площадці приймаємо: за за від правленням – 1 добу, за прибуттям – 1.5 доби.

Місткість контейнерної площадки визначається за формулою [31]:

$$E = a[k_1 \cdot \Pi_0^{np} \cdot t_3^{np} + k_2 \cdot \Pi_0^{eid} \cdot t_3^{eid}] + 0.03(\Pi_0^{np} + \Pi_0^{eid}) \cdot t_p, \quad (4.1)$$

де E – місткість контейнерної площадки, конт./місць:

a – коефіцієнт згущення подачі вагонів на навантаження з урахуванням нерівномірності праці при заданій вантажопереробки;

k_1 – коефіцієнт, який враховує зменшення місткості площадки при безпосередньому перевантаженні контейнерів з автомобілів у вагони-контейнеровози;

k_2 – коефіцієнт, який враховує зменшення місткості площадки при безпосередньому перевантаженні контейнерів з вагонів-контейнеровозів у автомобіль;

Π_0^{np} – середньодобове розвантаження контейнерів;

Π_0^{eid} – середньодобове навантаження контейнерів;

t_3^{np} – розрахунковий термін зберігання контейнерів після розвантаження (у добах);

t_3^{eid} – розрахунковий термін зберігання контейнерів до навантаження (у добах);

t_p – розрахунковий термін знаходження зіпсованих контейнерів у ремонті (1 доба);

0.03 – коефіцієнт, який враховує додаткову місткість контейнерної площадки для встановлення зіпсованих контейнерів, які потребують ремонту.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За умови того, що $\Pi_{np} = \Pi_{відн}$, то місткість контейнерної площадки розраховуємо за формулою:

$$E = 3.45 \cdot \Pi_{відн}, \quad (4.2)$$

$$E = 3.45 \cdot 216 = 745.2 \approx 746 \text{ [конт./місць]}$$

Визначаємо площу контейнерної площадки за формулою:

$$F = E \cdot \Delta F (1 + k), \text{ [м}^2\text{]} \quad (4.3)$$

де F – площа контейнерної площадки, м²;

E – місткість контейнерної площадки, конт./місць;

ΔF – площа, яку займає один контейнер, м²;

k – коефіцієнт, який враховує додаткову площу на проходи і проїзди.

$$F = 746 \cdot 2.78 \cdot (1 + 0.7) = 3525.5 \text{ [м}^2\text{]}$$

Контейнерна площадка обладнується двоконсольним козловим краном типу, тому ширина площадки визначається за формулою:

$$B = L_{np} - b_k - 2b_з, \text{ [м]} \quad (4.4)$$

де B – ширина контейнерної площадки, м;

L_{np} – проліт козлового крана згідно технічної характеристики, м;

b_k – ширина колії крана, м;

$b_з$ – зазор безпеки від крайнього контейнера до опори, м;

$$B = 16 - 1.1 - 2 \cdot 0.7 = 13.5, \text{ [м]}.$$

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

На основі отриманих розрахунків визначаємо довжину контейнерної площадки за формулою:

$$L = \frac{F}{B}, \quad [м] \quad (4.5)$$

де L – довжина контейнерної площадки, м;

F – площа контейнерної площадки, м²;

B – ширина контейнерної площадки, м.

$$L = \frac{3525.5}{13.5} = 261 \quad [м]$$

Для того щоб визначити необхідну кількість кранів розрахуємо витрати машино-годин для виконання усіх операцій в продовж доби:

$$T_{заг} = \frac{П_{\delta}^{np} \cdot (1 + \kappa_1) + П_{\delta}^{vid} \cdot (1 + \kappa_2)}{П}, \quad [маш / год] \quad (4.6)$$

де $П_{\delta}^{np}$ – середньодобове розвантаження місцевих контейнерів;

$П_{\delta}^{vid}$ – середньодобове навантаження місцевих контейнерів;

κ_1 – коефіцієнт складочності по прибуттю;

κ_2 – коефіцієнт складочності по відправленню;

$П$ – продуктивність крану, приймаємо 23 конт./год.

$$T_{заг} = \frac{216 \cdot (1 + 0.6) + 216 \cdot (1 + 0.7)}{23} = 31, \quad [маш / год]$$

На основі отриманих розрахунків визначаємо кількість кранів для навантаження і розвантаження контейнерів:

$$N = \frac{T_{заг}}{22}, \quad [кран] \quad (4.7)$$

де N – кількість потрібних кранів;

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРМ 275 04 ПЗ

22 – час роботи крана впродовж доби.

$$N = \frac{32}{22} = 1.4 \approx 2 \quad [\text{крана}]$$

Отже, необхідно мати два крани.

4.2 Розрахунок економічного ефекту від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude

Економічний ефект пропонується розрахувати як різницю між собівартістю перевезення вантажів у звичайних контейнерах, та у контейнерах, розроблених компанією Laude, які, як вже говорилося раніше, можуть бути завантажені на 25-30% більше, ніж звичайні контейнери. Собівартість перевезення контейнерів визначається за формулою [32]:

$$C = [(A_i^{\text{ВАН}} + A_i^{\text{ПОР}} + A_T^{\text{ВАН}} + A_T^{\text{ПОР}} + A_B^{\text{ВАН}} + A_B^{\text{ПОР}} + A_K \times n_{\text{конт}}^{\text{зм}}) + (B_i^x + B_T^x + B_e^x) \times (1 + \alpha) + (D_i + D_T) \times (P_K + q_K) \times n_{\text{конт}}^{\text{зм}}] \times L / n_{\text{конт}}^{\text{зм}}, \quad (4.8)$$

A_K – контейнерна складова;

B_i^x – інфраструктурна складова, пов'язана з перевезенням контейнера;

B_T^x – локомотивна складова, пов'язана з перевезенням контейнера;

B_e^x – вагонна складова, пов'язана з перевезенням контейнера;

$n_{\text{конт}}^{\text{зм}}$ – кількість навантажених контейнерів, од.;

– завантаження одного контейнера, т; – вага тари одного контейнера. При визначенні собівартості перевезення контейнерів залізниць у вагонах парку залізниць власними локомотивами до локомотивної складової B_T включаються лише витрати на маневрову роботу, складова D_T не враховується. При визначенні собівартості перевезення власних контейнерів у вагонах парку залізниць локомотивами залізниць не враховуються складові для [32]:

завантаженого контейнера - $A_i^{\text{ПОР}}$, $A_T^{\text{ПОР}}$, $A_B^{\text{ПОР}}$, A_K ;

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порожнього контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, A_K , P_K .

При визначенні собівартості перевезення власних контейнерів у власних вагонах локомотивами залізниць не враховуються α та складові для [32]:

завантаженого контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, $A_B^{ВАН}$, A_K , B_B , B_ϵ^X ;

порожнього контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, $A_B^{ВАН}$, A_K , B_B , B_ϵ^X , P_K .

При визначенні собівартості перевезення власних контейнерів у вагонах парку залізниць власними локомотивами до локомотивної складової B_T включаються лише витрати на маневрову роботу, не враховуються складові для [32]:

завантаженого контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, A_K , B_T^X ;

порожнього контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, A_K , B_T^X , D_T , P_K .

При визначенні собівартості перевезення власних контейнерів власним рухомим складом до локомотивної складової B_T включаються лише витрати на маневрову роботу, не враховуються α та складові для [32]:

завантаженого контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, $A_B^{ВАН}$, A_K , B_T^X , B_B , B_ϵ^X , D_T ;

порожнього контейнера - $A_i^{ПОР}$, $A_T^{ПОР}$, $A_B^{ПОР}$, A_K , B_T^X , B_B , B_ϵ^X , D_T .

Групування витрат від реалізації послуг з вантажних перевезень за складовими структури тарифів здійснюється відповідно до стандартів бухгалтерського обліку, затверджених Мінфіном України, та галузевої інструкції

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

з визначення собівартості вантажних перевезень залізничним транспортом України в тарифних цілях.

Розрахунки кожної складової собівартості перевезень здійснюються в розрізі економічних елементів [32]. Результати розрахунків наведені в таблиці 4.1 та на рисунку 4.2.

Таблиця 4.1 – Порівняння собівартості перевезення вантажів звичайним контейнером та інноваційним контейнером Laude

Показник	Звичайний контейнер	Контейнер Laude
Контейнерна складова, у.о.	5078	5926
Інфраструктурна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	3654	2874
Локомотивна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	4113	3987
Вагонна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	2178	1769
Кількість навантажених контейнерів, од.	60	60
Завантаження одного контейнера, т	20	29,5
Вага тари одного контейнера, т	2	6,95
Собівартість перевезення контейнерів, у.о./ 1 км	15,02	14,56

Основними перевагами контейнерних перевезень є :

- збереження вантажів під час транспортування від відправника до одержувача різними видами транспорту. При змішаних сполученнях контейнер відіграє роль ланки, що поєднує діяльність різних видів транспорту;
- висока продуктивність вантажно-розвантажувальних робіт;
- зменшення потреби в складських площах та ризик дорожньо-транспортних пригод;
- забезпечення найбільшої екологічної чистоти транспортної продукції, що

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

гарантується контейнерами.

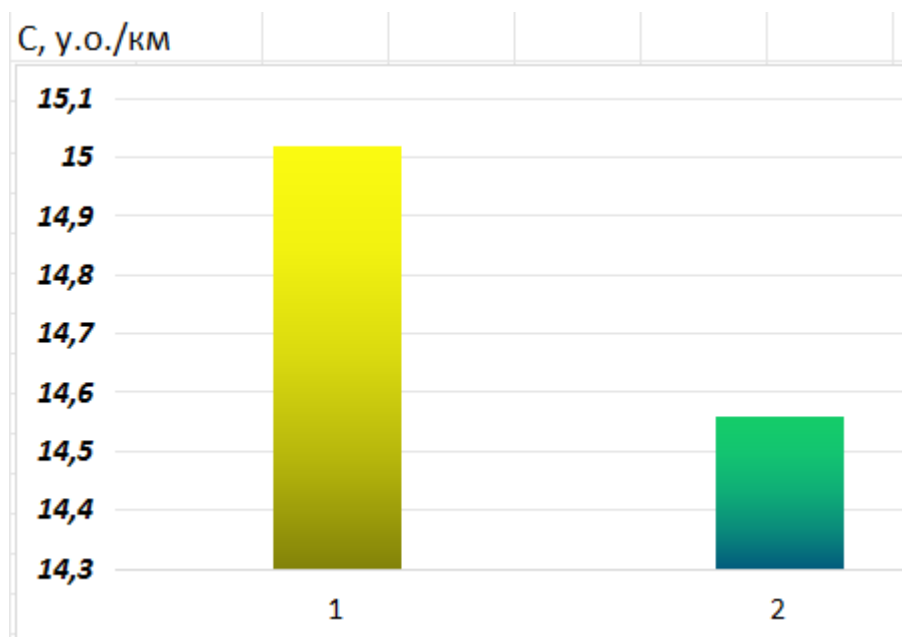


Рисунок 4.2 – Порівняння собівартості доставки вантажів звичайними контейнерами (1), та інноваційними контейнерами Laude (2)

Обсяги контейнерних перевезень з використанням залізничного і автомобільного транспорту постійно збільшуються. Контейнерні перевезення є найбільш ефективним видом доставки вантажів, який використовується не тільки у внутрішньому, а й міжнародному сполученні.

Таким чином, можна стверджувати, що застосування контейнерів Laude є ефективним, та дозволяє заощаджувати до 20% коштів під час організації автомобільно-залізничних міжнародних перевезень.

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ВИСНОВКИ

Обсяги контейнерних перевезень з використанням залізничного і автомобільного транспорту постійно збільшуються. Контейнерні перевезення є найбільш ефективним видом доставки вантажів, який використовується не тільки у внутрішньому, а й міжнародному сполученні. Це обумовлює актуальність даного дослідження.

Метою кваліфікаційної роботи магістра було розв'язання складної проблеми у галузі транспортних технологій, присвяченої підвищенню ефективності організації змішаних перевезень за рахунок використання інноваційних контейнерів Laude на підставі проведення досліджень, які характеризуються невизначеністю умов і вимог.

1. В першому розділі роботи виконано аналіз статистичних даних та наукових праць з організації перевезень вантажів у змішаному сполученні. Встановлено, що автомобільний транспорт займає одну з головних ланок зовнішньої діяльності українського експорту та імпорту Проте, у 2022 році внаслідок повномасштабного вторгнення рф на територію України, загострилась проблема з нестачею транспортних засобів в галузі автомобільних вантажоперевезень, які були знищені, викрадені, а також залишені на окупованих територіях. Через мобілізацію до лав Збройних Сил України виникла потреба у водіях.

2. Другий розділ присвячений побудові математичної моделі процесу обслуговування на вантажному терміналі автомобілів з контейнерами Laude. Спочатку виконана постановка завдання та визначені розрахункові параметри. Побудована фізична та математична моделі процесів перевантаження вантажів на терміналі. Польська логістична компанія Laude Smart Intermodal з Торуня контролює третину ринку контейнерних залізничних перевезень в Україні та готує масштабне розширення діяльності. Основним завданням кваліфікаційної роботи магістра є організація перевезення контейнерів компанії Laude від філій у містах Київ, Вінниця, Дніпро та Запоріжжя до перевантажувального терміналу,

Виконав	Вітер У.О.				КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.					63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

який знаходиться у м. Тернопіль, для подальшого транспортування контейнерів за маршрутом Тернопіль-Замостя-Гданськ залізницею. З метою підвищення ефективності змішаного перевезення необхідно дослідити роботу терміналу за допомогою методів теорії масового обслуговування.

3. У третьому розділі виконане моделювання процесу обслуговування на вантажному терміналі автомобілів з контейнерами Laude. У першу чергу надана загальна характеристика методу моделювання, а саме методу Монте-Карло. Наступним кроком проведені відповідні дослідження, що складаються з трьох випробувань. З отриманих результатів можемо зробити висновок, що при заданих вхідних даних приблизно 71% заявок буде відразу обслужена, а 29% стануть у чергу. Отже, можна зробити висновок, що для того, щоб позбутися черги необхідно мати додатковий канал обслуговування.

4. Четвертий розділ містить розрахунки показників роботи перевантажувального терміналу, що складаються з розрахунку контейнерної площадки і кількості засобів механізації для навантаження і розвантаження контейнерів, а також з визначення економічного ефекту від перевезення вантажів в інноваційних контейнерах Laude. Економічний ефект пропонується розрахувати як різницю між собівартістю перевезення вантажів у звичайних контейнерах, та у контейнерах, розроблених компанією Laude, які можуть бути завантажені на 25-30% більше, ніж звичайні контейнери. Встановлено, що застосування контейнерів Laude є ефективним, та дозволяє заощаджувати до 20% коштів під час організації автомобільно-залізничних міжнародних перевезень

Таким чином, можна стверджувати, що застосування контейнерів Laude є ефективним, та дозволяє заощаджувати до 20% коштів під час організації автомобільно-залізничних міжнародних перевезень

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кутвицький Д. Логістика в умовах воєнного стану: виклики та стратегії мережі магазинів Wine Bureau. *Сучасні рішення в логістиці та дистрибуції*. 2024. с. 40-45. URL: <https://trademaster.ua/im/zhurnal/7092726.pdf>

2. Соколов О. Переформатування логістичних центрів України. *Сучасні рішення в логістиці та дистрибуції*. 2023. С. 10-13. URL: <https://trademaster.ua/im/zhurnal/2778712.pdf>

3. Кузьменко А. І., Монат І. О., Вітер У. О. Перспективи використання контейнерів Laude в Україні. *Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Antwerp, Brussels*. Рр. 298-302. URL: <https://eu-conf.com/en/events/development-of-theories-and-methods-of-education-of-past-years/>

4. Шкурко Ю. Ринок вантажних перевезень. Логістичні виклики та зміни. *Сучасні рішення в логістиці та дистрибуції*. 2024. с. 8-10. URL: <https://trademaster.ua/im/zhurnal/7092726.pdf>

5. Томчук О. Ф., Головченко Я. О. Аналітична оцінка послуг вантажних перевезень в умовах воєнного стану. *Облік і оподаткування. Економіка та суспільство*. Вип. 53. 2023. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-53-90>

6. Крук Ю. Ю. Методи адаптивного управління діяльністю оператора портового терміналу. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 - Транспортні технології). Одеський національний морський університет, Одеса, 2017. 179 с. URL: https://onmu.org.ua/spec_rada/Kruk/dis.pdf

7. Данько, М. І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.22.01. Харківська національна академія міського господарства. 2005. 40 с.

8. Підвищення ефективності функціонування термінальної системи в умовах ресурсозереження. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnostifunktsionirovaniya-terminalnoy-sistemy-v-usloviyahresursosberezheniya>

Виконав	Вітер У.О.								Арк.	
Перевірив	Кузьменко А.І.					КРМ	275	04	ПЗ	65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

9. Bentzen, K., Bentzen, L., Kapetanovic, E. H., Heikkilä, L. (2005). Case study on strategic business and commercial aspects of the networks of ports, logistics centres and other operators. *Centre for Maritime Studies, University of Turku, Finland*, 12-18.

10. Окландер М. А. Маркетинг та логістика в підприємстві : монографія. Одеса: АП НТтаЕІ, 1996. 104 с. URL: <https://oklander.info/?p=101>

11. Черніхова О. С. Функціонування транспортно-логістичних вузлів. *Національна економіка. Інтелект XXI № 2, 2020. С. 121-125. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2020-2.23>*

12. Laude Smart Intermodal – це передові рішення для сучасної логістики та надійний партнер у сфері інтермодальних перевезень та логістики. URL: <https://trademaster.ua/articles/313784>

13. Незважаючи на військові ризики, польський перевізник готує масштабне розширення в Україні. URL: <https://consolline.com.ua/pro-kompaniyu/>

14. Польський логістичний оператор Laude стверджує, що закрив бізнес у рф і переніс активи в Україну. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/08/14/703216/>

15. Компанія Laude Smart Intermodal SA створила новий контейнер великої місткості для Нового Шовкового шляху. URL: <https://logisticpoint.net/tl/uz/laude-stvoryla-novuj-kontejner/>

16. Laude Smart Intermodal нарощує інтермодальні перевезення в Україні. URL: <https://logist.fm/news/laude-smart-intermodal-naroshchuie-intermodalni-perevezennya-v-ukrayini>

17. ГуглКарти. URL: <https://maps.visicom.ua/c/27.49878,50.39101,7?lang=uk>

18. Перевантажувальний термінал Замость. URL: <https://laude.pl/ru/kat2,7.html#!prettyPhoto>

19. Візіком-карти. Залізнична платформа Тернопіль-вантажний. URL: <https://maps.visicom.ua/c/25.5786,49.57386,16?lang=uk>

20. Залізнична станція Тернопіль-Вантажний (360004). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/railway-stations/360004>

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

21. Нефьодов М. А., Пономарьова Н. В. Організація технологічної взаємодії видів транспорту в пунктах перевалки вантажів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. Вип. 3/4 (57), 2012. С. 53-56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-tehnologichnoyi-vzaemodiyi-vidiv-transportu-v-punktah-perevalki-vantazhiv>

22. Столяр Т. В., Питченко М. В. Математична модель взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на терміналі. *Автомобільний транспорт*. Вип. 26, 2010 с. 109-114. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/2f206f83-7c47-4240-9741-66e5a9fbc027/content>

23. Математичне та імітаційне моделювання СМО із застосуванням середовища Matlab. 196 с. URL: https://org2.knuba.edu.ua/pluginfile.php/37972/mod_resource/content/2/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B5%20%D1%82%D0%B0%20%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B5%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%A1%D0%9C%D0%9E%20%D1%96%D0%B7%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%BC%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B0%20Matlab.pdf

24. Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/de7cd488-c9a3-433a-b6ce-a5dacff9e9dd/content>

25. Створюємо випадкові числа в Excel. URL: <https://nbookpart.com.ua/heneruemo-vypadkovi-chysla-v-excel/>

26. Бакулін О. О., Вільковський Є. К. Вантажознавство: вантажі, правила. Львів, 2005. 224с.

Виконав	Вітер У.О.								Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.								67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

KPM 275 04 ПЗ

27. Кальченко А. Г. Основи логістики: Навчальний посібник. К.: Товариство “Знання”, 1999. 135 с.

28. Яцківський Л. Ю., Зеркалов Д. В. Транспортне забезпечення виробництва : навчальний посібник. К.: Арістей, 2007. 456 с.

29. Крячко К. В., Кулешов В. В., Берестова Т. Т. Взаємодія видів транспорту : Конспект лекцій. Ч. 1. Харків: УкрДАЗТ, 2009. 102 с.

30. Березовий М. І., Болвановська Т. В., Малашкін В. В., Боричева С. В., Стехін П. І., Перепічко М. Є. Взаємодія видів транспорту : навчальний посібник. Дніпро: УДУНТ, 2023. 204 с.

31. Мороз М. М., Загорянський В. Г. Проектування транспортно-технологічних систем вантажних перевезень : навчальний посібник. Кременчук: КрНУ, 2021. 205 с. URL: https://docment.kdч.edч.ча/info_zав/275_907.pdf

32. Про затвердження Методики розрахунку тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом. Наказ Міністерство інфраструктури України № 418 від 20.06.2013. Чинний. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1082-13#Text>

Виконав	Вітер У.О.			КРМ 275 04 ПЗ	Арк.
Перевірив	Кузьменко А.І.				68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис		Дата

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

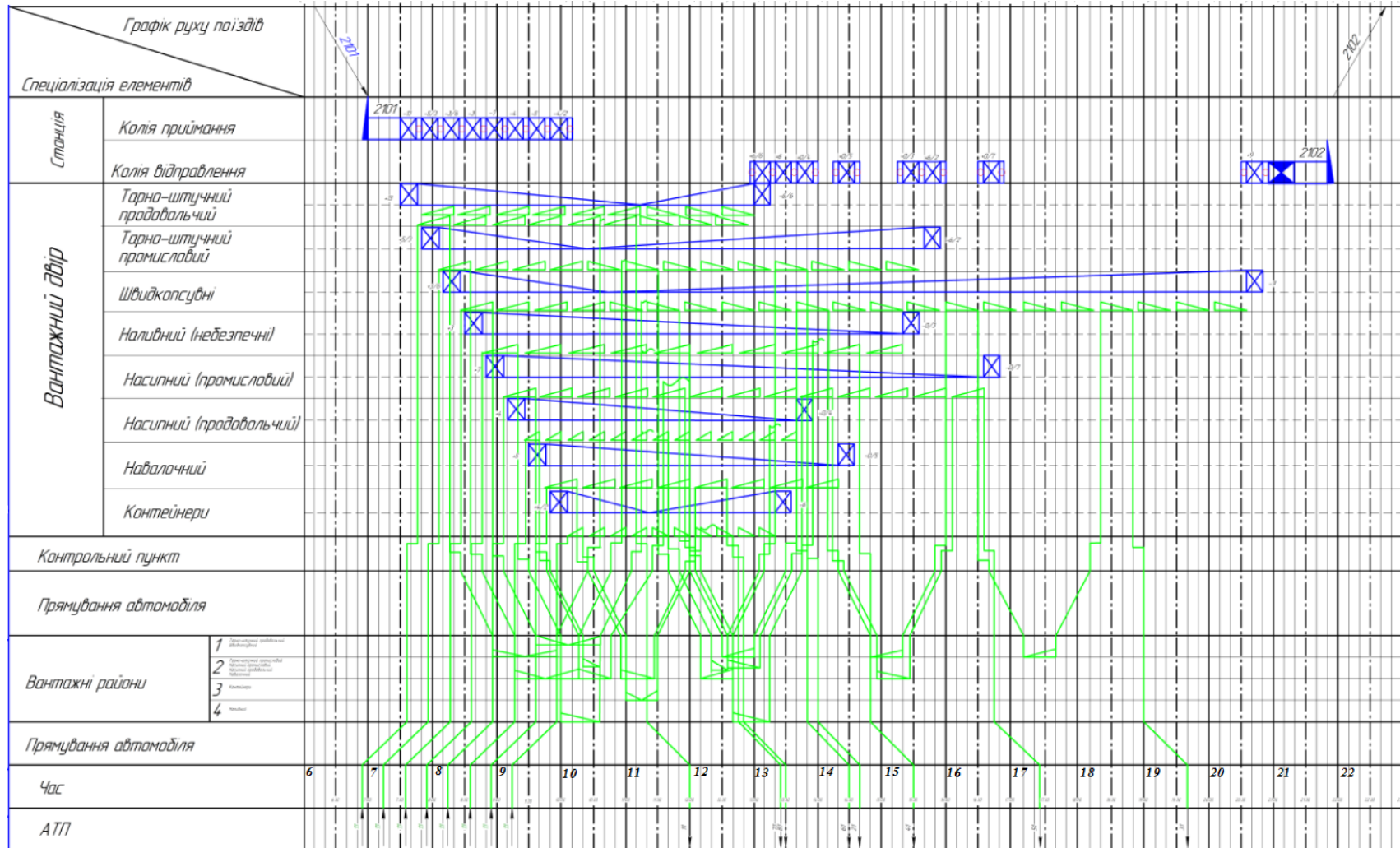


ВЛАСНЕ ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМПАНІЇ LAUDE SMART INTERMODAL





ГРАФІК ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ



Умовні позначення до графіку взаємодії автомобільного та залізничного транспорту на вантажному терміналі:



– приймання та відправлення поїздів



– зайнятість стрілкової горловини, придуттям або відправленням поїзда



– простій поїзда на колії приймання



– прямування відчипу вагонів зі станції на вантажний двір та зворотньо



– холостий рейс



– завантаження або розвантаження вагонів



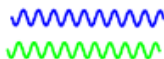
– навантаження або розвантаження автомобілів



– простій автомобіля на КПП



– приймання та відправлення автомобілів



– очікування наступної операції



– закінчення формування поїзда по відправленню

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ МИТНОЇ СПРАВИ ТА ФІНАНСІВ

ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

на тему:

**«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗМІШАНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ
КОНТЕЙНЕРІВ LAUDE»**

студентки групи Т23-1м
ВІТЕР УЛЯНИ ОЛЕКСАНДРІВНИ

Спеціальність 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

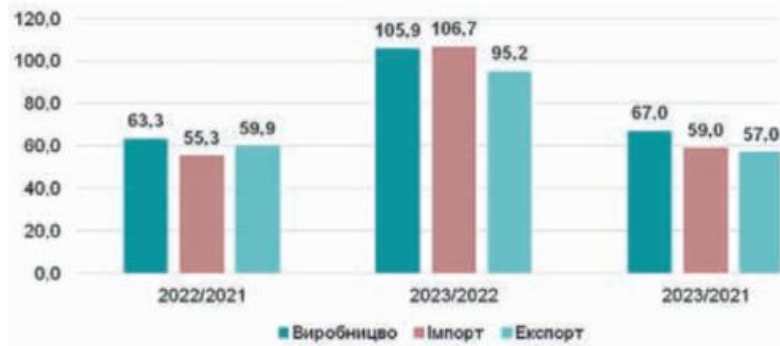
Керівник кваліфікаційної роботи магістра:
кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри транспортних технологій
та міжнародної логістики
А. І. Кузьменко

(підпис)

Дніпро
2025

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПО МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПІД ЧАС ВІЙНИ. ЧАСТИНА 1.

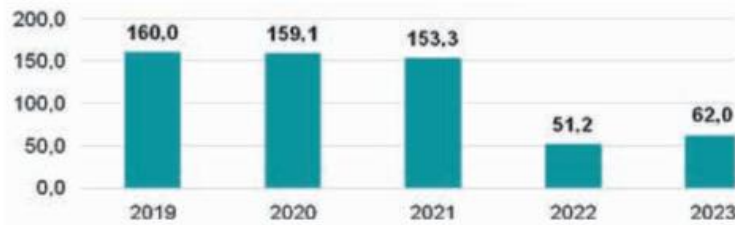
Індекси промислового виробництва, імпорту та експорту товарів в Україні



Структура ринку перевезень



Перевалка вантажів в Українських портах у 2019–2023 рр., млн. тонн



Кількість складських приміщень у Києві та області, млн. кв. м



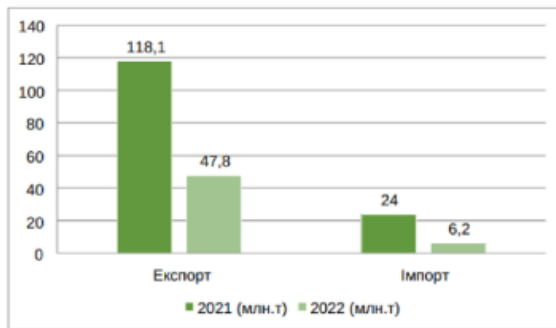
Великі логістичні центри України у стані будівництва

Назва логістичного центру	Плановане відкриття	Місце розташування	Девелопер	Площа, м²
M10 Lviv Industrial Park	IV квартал 2023 року	Львів	Dragon Capital	140 000
Бізнес-хаб Prostr.	I квартал 2024 року	с. Зимна Вода, Львівська область	Alterra Group	11 000
Логістичний комплекс PORT 2.0	-	Львів	Alterra Group	30 000
Логістичні термінали	I квартал 2025 року	Волинь, Митиця "Ягоди - Дорогуськ"	-	280 000
E40 Industrial Park	-	с. Колонщина Житомирська траса, 27-й кілометр	Dragon Capital	200 000
Логістичний комплекс Олександрівський	Друга черга – Жовтень 2023 рік Третя черга – березень 2024 року	с. Чубинське	Alfa Development Group	Друга черга – 12 600 Третя черга – 40 700
Логістичний комплекс ZAMMLER	IV квартал 2025 – I квартал 2026 року	м. Бровари	ZAMMLER	59 400

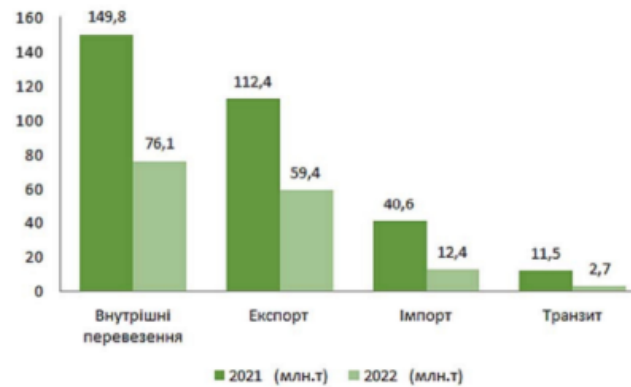
				КРМ 275 04 Г4			
№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.
Розроб.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Проек.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Констру.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Архіт.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Техніч.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Механіч.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Електр.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Теплотехн.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Гідротехн.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Хіміч.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Біологіч.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Інше	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
				Підприємство		1,250	
				до редакції		8	
				№ докум.		УМС Ф. зр. 123-Ів	
				Формат А1			

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПО МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПІД ЧАС ВІЙНИ. ЧАСТИНА 2

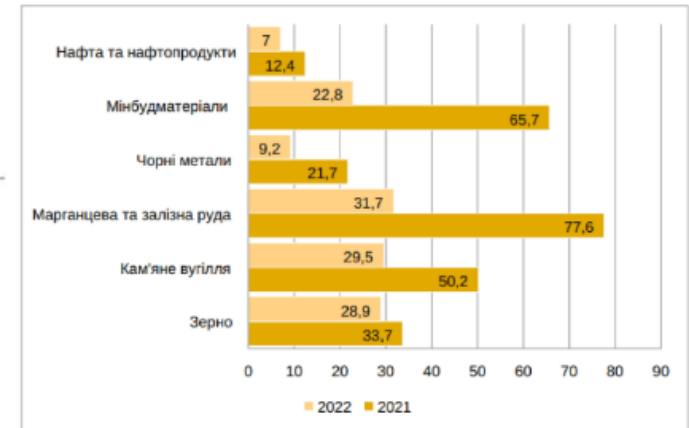
Порівняльна діаграма зовнішньоекономічної діяльності у галузі морських вантажоперебезень



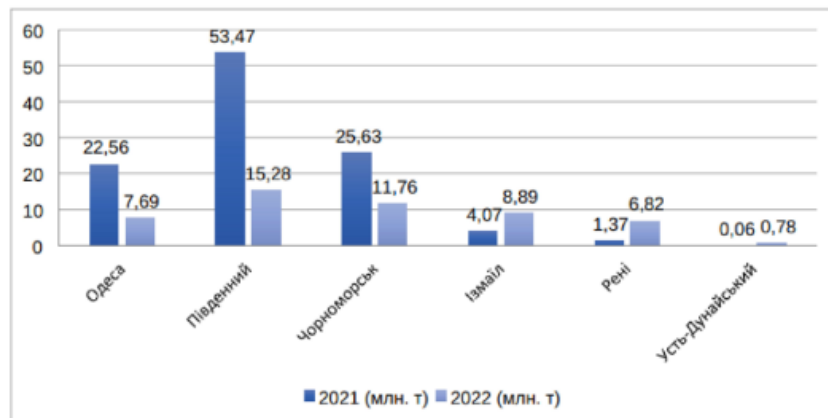
Порівняння видів послуг вантажоперебезень залізничним транспортом



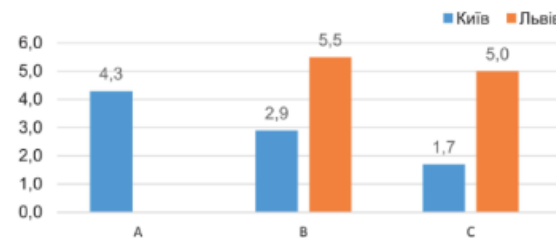
Кількість вантажних перевезень за певними видами товарів залізничним транспортом у 2021 та 2022 роках



Показники вантажних перевезень морськими та річковими портами



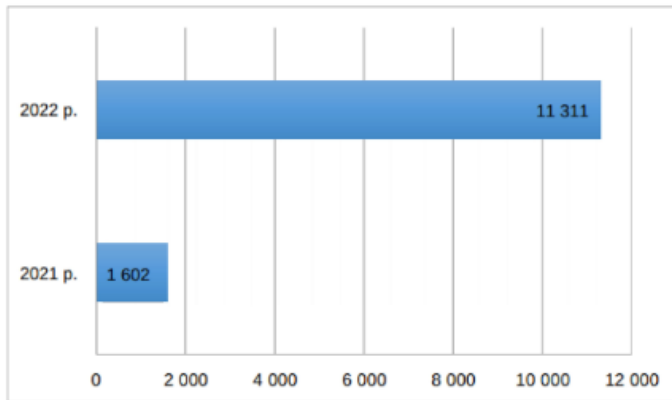
Орендна ставка на різноформатні складські приміщення у Києві та Львові станом на II квартал 2023 року, дол. США



КРМ 275 04 ГЧ			
Лист	Рік	Лист	Рік
1	2023	1	2023
Підвищення ефективності діяльності зовнішньоекономічної діяльності підприємств у зв'язку з війною			
			1,250
			2
			УМЦФ зр. 123-Ім

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ ПО МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПІД ЧАС ВІЙНИ. ЧАСТИНА 3.

Видано ліцензії на міжнародні перевезення вантажів вантажними автомобілями



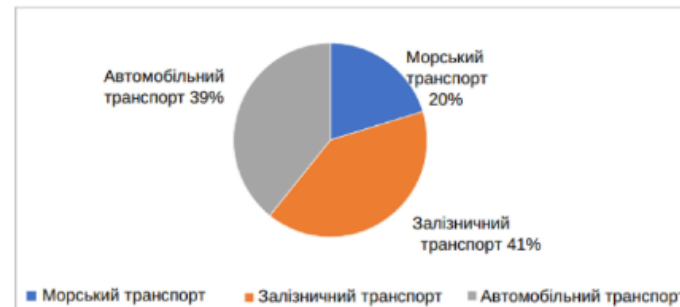
Зміна вартості перевезення одного вагона після підвищення тарифів, грн.



Частка видів транспорту в загальному обсязі вантажних перевезень, спрямованих на експорт у 2022 році



Частка видів транспорту в загальному обсязі вантажних перевезень, спрямованих на імпорт у 2022 році



КРМ 275 04 ГЧ				Лист	Листів	Всього
№	Дат.	№ докум.	Лист	Листів		
1	2022	Впер				1250
2	2022	Корекція				
3	2022	Внесок				
4	2022	Внесок				
5	2022	Внесок				
6	2022	Внесок				
7	2022	Внесок				
8	2022	Внесок				
УМЦ Ф. ар. 723-Ім						

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ

Схема доставки контейнерів автомобільним транспортом з філій у Києві, Вінниці, Дніпрі та Запоріжжі до терміналу у місті Тернопіль

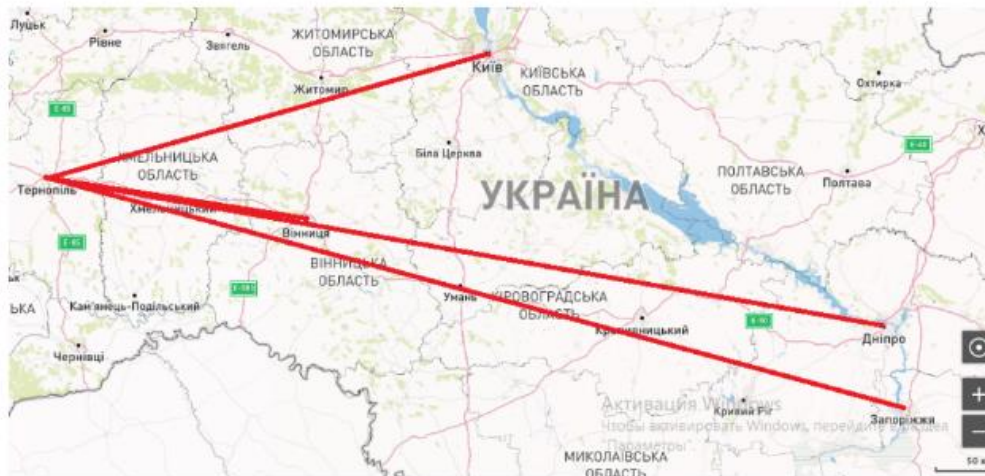
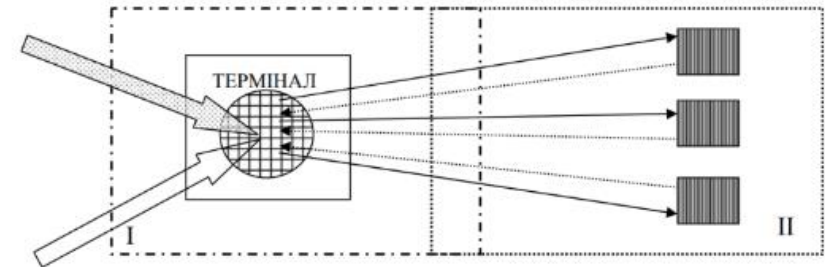


Схема розташування офісів компанії Laude Smart Intermodal SA в Європі



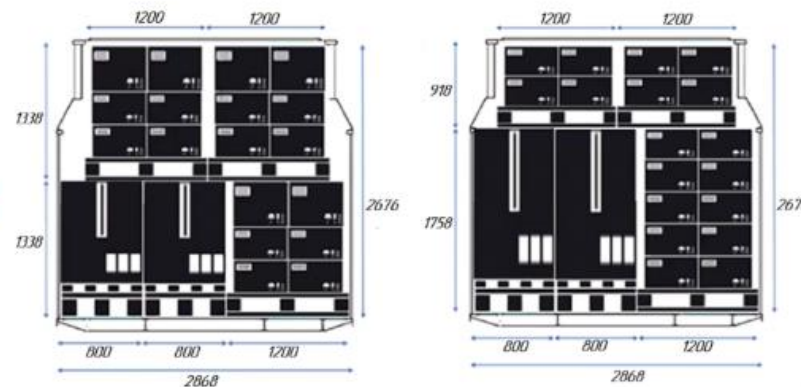
Функціонально-логічна структура терміналу при взаємодії автомобільного та залізничного транспорту



Умовні позначення:

- рух вантажу з магістрального залізничного транспорту (контейнери);
- рух вантажу з магістрального залізничного транспорту (дрібнопартійні);
- місце взаємодії залізничного та автомобільного транспорту;
- I** - підсистема функціонування терміналу;
- II** - підсистема зовнішньої взаємодії терміналу з вантажовласниками;
- вантажовласники;
- вихідні потоки;
- вхідні потоки.

Габаритні розміри нового контейнеру Laude

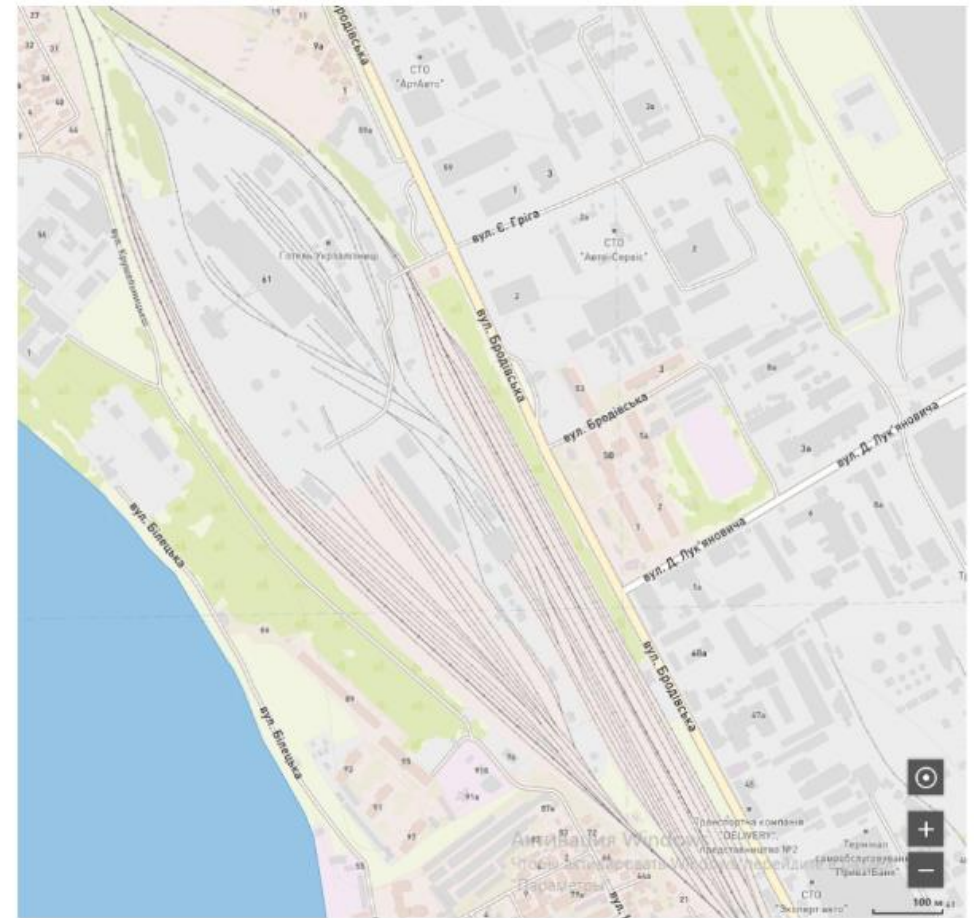
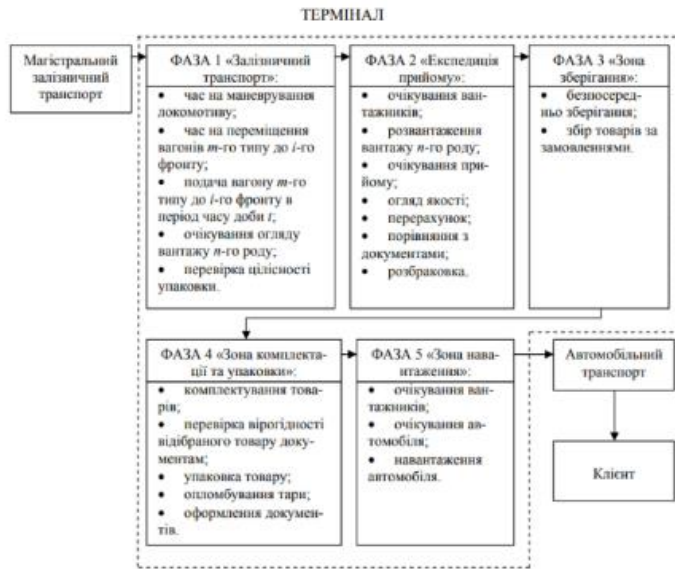


КРМ 275 04 ГЧ				Лист	Масштаб	Масштаб
Вид	Стор.	№ докум.	Дата	Виконав	Перевіряв	1:250
Розроб.	Затв.	Корект.		Корект.		
Технар.						
Рисув.						
Провер.						
Затв.						
Питання про деталі організації технічного перевезення за рахунок використання мобільних контейнерів Laude				Лист 1 з 1, стор. 8		
УМЦФ, зр. Т23-1м				Формат А1		

ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛУ МІСТА ТЕРНОПІЛЬ, ЯК ОБ'ЄКТУ МОДЕЛЮВАННЯ

Структурно-логічна схема переробки вантажопотоків на терміналі за участю автомобільного та залізничного транспорту

Розміщення вантажного терміналу на схемі залізничної станції Тернопіль-Вантажний



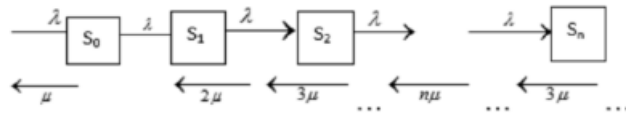
Параграф	Комерційні операції
1	Прийом та видача вантажів, що допускаються до зберігання на відкритих майданчиках місць загального користування станцій.
10н	Прийом та видача великотоннажних 10, 20, 30, 40, 45 - футових контейнерів масою бруто до 30,48 тонн включно на під'їзних шляхах (шляхах незагального користування)
3	Прийом та видача вантажів на під'їзних коліях (шляхах незагального користування) і місцях незагального користування
8	Прийом та видача великотоннажних 20 футових контейнерів масою бруто до 24 тонн включно на станціях.
8н	Прийом та видача великотоннажних 20 футових контейнерів масою бруто до 24тонн включно на під'їзних шляхах (шляхах незагального користування).
Г	Прийом та видача вантажобагажу підприємств, організацій і установ.
М	Продаж квитків у міжнародному сполученні.
П	Продаж квитків на всі пасажирські поїзди. Прийому та видачі багажу.

Комерційні операції, що виконуються на станції Тернопіль-Вантажний

				КРМ 275 04 ГЧ			
Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.
Лінійний	Вантажний	Вантажний	Вантажний	Вантажний	Вантажний	Вантажний	Вантажний
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	Контроль
Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.
				1,250			
				4МФ зр. 123-Ім			

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛУ, ЯК СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Граф станів одноканальної системи масового обслуговування з чергою



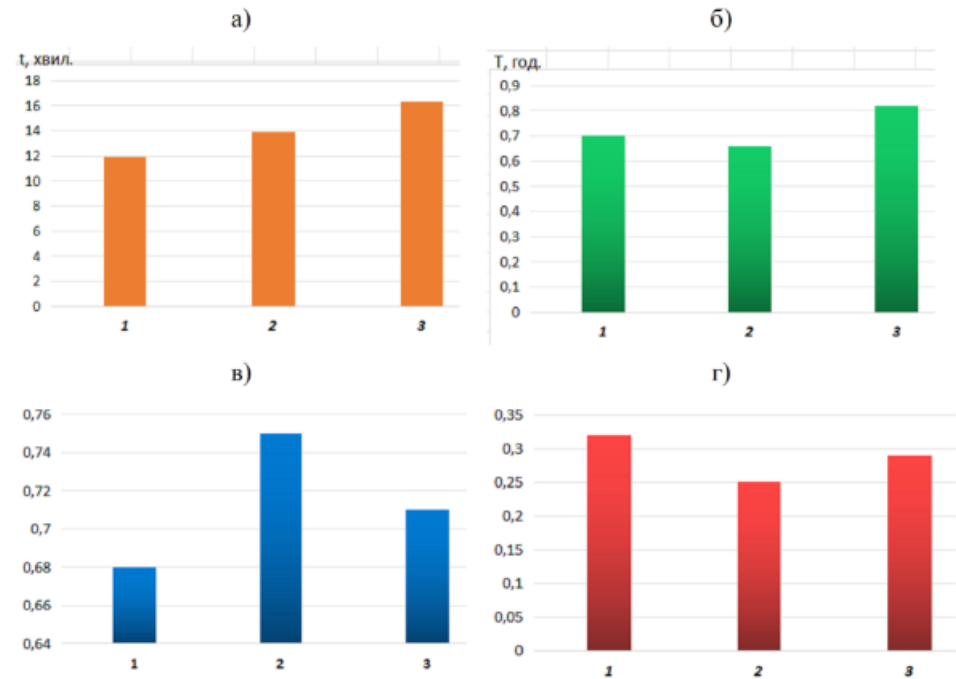
Розрахунок тривалості обслуговування заявок

Номер заявки i	Випадкове число r _i	-lnr _i	Тривалість обслуговування заявки t _i = (-lnr _i) / k _i	Момент			Лічильник заявок	
				Надійшло заявки	Початок обслуговування	Закінчення обслуговування	Обслу-ження	У черзі
1	0,10	2,30	1,52			1,52	1	
2				0,45				1
3	0,09	2,41	1,59	3,64	3,64	5,23	1	
4				4,49				1
5	0,73	0,31	0,21	5,56	5,56	5,77	1	
6	0,25	1,39	0,92	6,73	6,73	7,65	1	
7				6,89				1
8				7,45				1
9	0,33	1,11	0,73	7,73	7,73	8,46	1	
10	0,76	0,27	0,18	9,72	9,72	9,90	1	
11	0,52	0,65	0,43	10,05	10,05	10,48	1	
12	0,01	4,61	3,04	11,31	11,31	14,35	1	
13				11,97				1
14				13,07				1
15				14,05				1
16	0,35	1,05	0,69	19,58	19,58	20,27	1	
17	0,86	0,15	0,10	22,35	22,35	22,45	1	
18	0,34	1,08	0,71	23,15	23,15	23,86	1	
19				23,39				1
20	0,67	0,40	0,26	25,59	25,59	25,85	1	
21	0,35	1,05	0,69	27,87	27,87	28,56	1	
22	0,48	0,73	0,49	28,75	28,75	29,24	1	
23	0,76	0,27	0,18	30,12	30,12	30,30	1	
24	0,80	0,22	0,15	31,03	31,03	31,18	1	
25	0,95	0,05	0,03	31,31	31,31	31,34	1	
			11,94				17,00	8,00

Результати випробувань

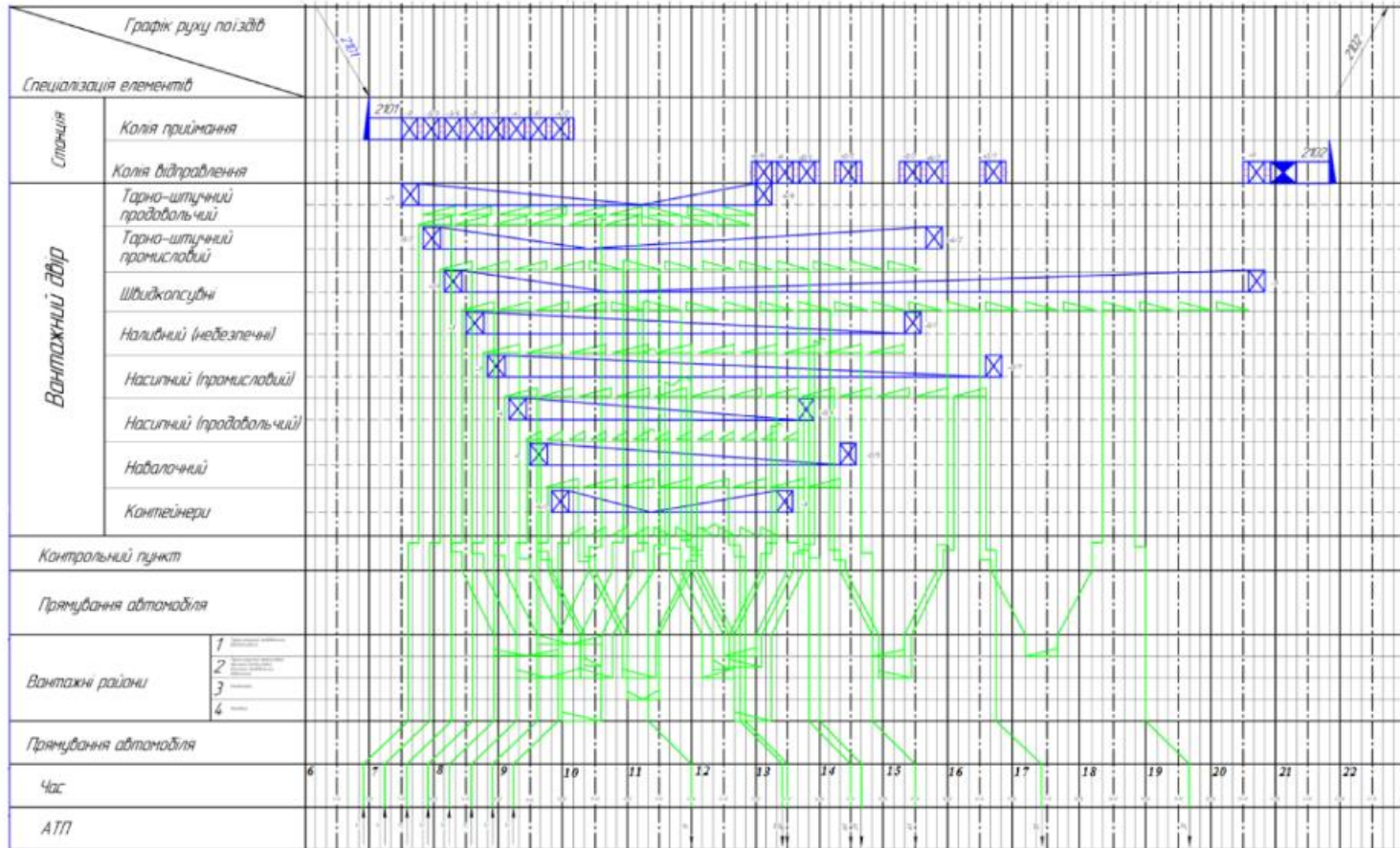
Номер випробування i	Надійшло заявок N _{j пос}	Обслу-жено заявок N _{j об}	Тривалість обслуговування t _{j об}	Середній час обслуговування $\bar{t}_{j об} = \frac{t_{j об}}{N_{j об}}$	Ймовірність обслуговування P _{j об} = $\frac{N_{j об}}{N_{j пос}}$	Ймовірність постановки в чергу P _{j від} = 1 - P _{j об}
1	25	17,00	11,94	0,70	0,68	0,32
2	28	21,00	13,91	0,66	0,75	0,25
3	28	20,00	16,31	0,82	0,71	0,29
Σ	81	58		2,18	2,14	

Результати випробувань №1, №2 та №3

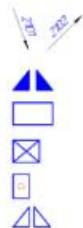


а - тривалість обслуговування, хвил.;
 б - середній час обслуговування, год.;
 в - ймовірність обслуговування;
 г - ймовірність постановки в чергу

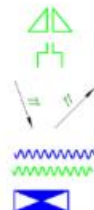
ГРАФІК ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ВАНТАЖНОМУ ТЕРМІНАЛІ



Умовні позначення:



- приймання та відправлення поїздів
- зачіпність стрілкової горловини, придуттям або відправленням поїзда
- простій поїзда на колії приймання
- прямкування відчепу вагонів зі станції на вантажний двір та зворотньо
- холостий рейс
- завантаження або розвантаження вагонів



- навантаження або розвантаження автомобілів
- простій автомобіля на КПП
- приймання та відправлення автомобілів
- очікування наступної операції
- закінчення формування поїзда по відправлення

				КРМ 275 04 Г4		
№ поїзда	№ вагону	Датум	Зміст	Діст.	Маса	Місцевість
Розраб	Впер	Кількість				1,250
Голова	Місцева					
Водій	Місцева					
Вантаж	Місцева					
Відп.	Місцева					

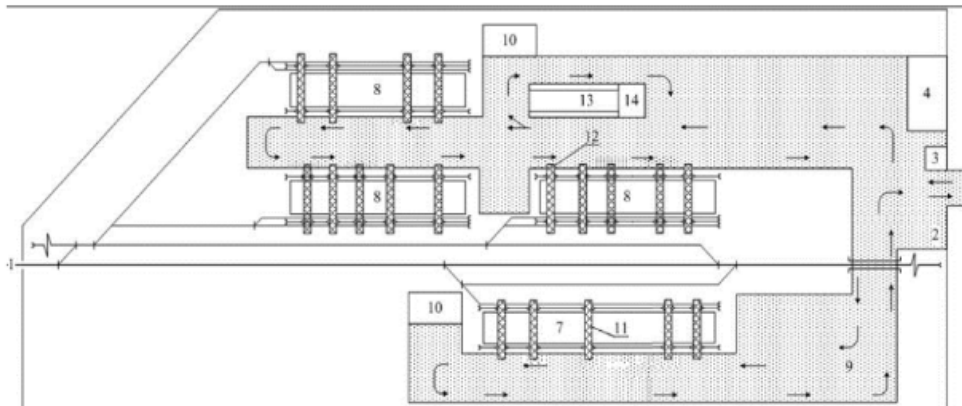
Підвищення ефективності організації завантажувально-розвантажувальних операцій за допомогою використання інформаційних контейнерів ІСІС

Датум: 7.1.2024

УМЦ Ф, зр. Т23-Ім

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ LAUDE

Схема контейнерної площадки на вантажному терміналі



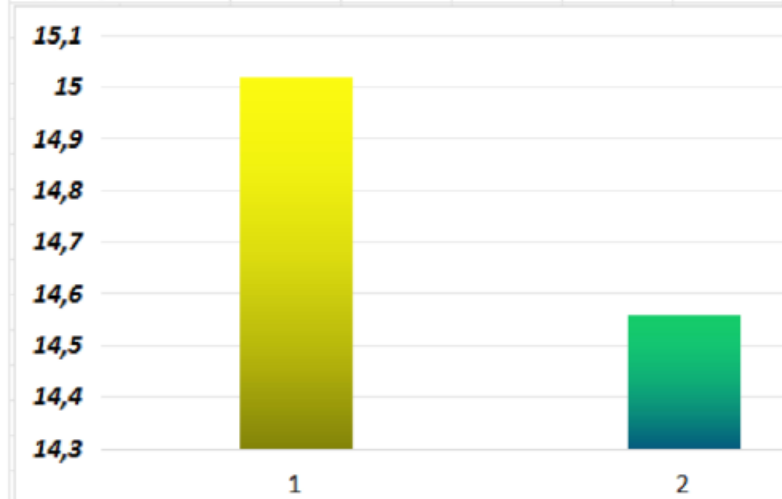
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

- 1 – залізничні колія;
- 2 – автошляхи;
- 3 – автомобільні ваги;
- 4 – приміщення прийома-здавальників;
- 7 – склад металовиробів;
- 8 – склад контейнерів;
- 9 – майданчик для очікування автомобілів;
- 10 – приміщення вантажників;
- 1 – козловий кран;
- 2 – мостовий кран;
- 3 – приміщення митниці;
- 14 – служба будівля.

Порівняння собівартості перевезення вантажів звичайним контейнером та інноваційним контейнером Laude

Показник	Звичайний контейнер	Контейнер Laude
Контейнерна складова, у.о.	5078	5926
Інфраструктурна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	3654	2874
Локомотивна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	4113	3987
Вагонна складова, пов'язана з перевезенням контейнера, у.о.	2178	1769
Кількість навантажених контейнерів, од.	60	60
Завантаження одного контейнера, т	20	29,5
Вага тари одного контейнера, т	2	6,95
Собівартість перевезення контейнерів, у.о./ 1 км	15,02	14,56

С, у.о./км



Порівняння собівартості доставки вантажів звичайними контейнерами (1) та інноваційними контейнерами Laude (2)