

Український державний університет залізничного
транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО
ЛАНЦЮГА ПРИ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ В УМОВАХ
РИЗИКІВ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УФТЛЛ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 221-ОПУТ-Д25
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 _____ Маркіян ІВАНЧО
(підпис)

Керівник: професор, д-р техн. наук
Тетяна БУТЬКО

Рецензент: професор, д-р техн. наук
Денис ЛОМОТЬКО

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Тетяна БУТЬКО

« 23 » лютого 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Іванчо Маркіяна Васильовича

1. Тема роботи Удосконалення функціонування транспортно-логістичного ланцюга при міжнародних вантажних перевезеннях в умовах ризиків керівник Бутько Тетяна Василівна, професор, д-р техн. наук затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень 06/26 від 23.02.2026

2. Строк подання студентом роботи 15.06.2026

3. Вихідні дані до роботи: техніко-експлуатаційна характеристика та схема станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці, схема диспетчерських дільниць. Основні техніко-експлуатаційні показники роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці. Технічна та експлуатаційна характеристики станції «Ч».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ; аналіз вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця»; аналіз експортних перевезень залізної руди та чорних металів; аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці; аналіз ризик-орієнтованих транспортних технологій; техніко-експлуатаційна характеристика і технологія роботи прикордонно-передавальної станції «Ч»; Формування ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні

вантажів в експортних сполученнях; формування інформаційно-керуючою системою управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях; техніко-економічне обґрунтування; висновки; список використаних джерел.

5.Перелік графічного матеріалу: тема магістерської кваліфікаційної роботи; мета і задачі дослідження, об'єкт, предмет дослідження; наукова новизна отриманих результатів; практична значущість; схема станцій та диспетчерських дільниць, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці; динаміки розподілу основних техніко-експлуатаційних показників при перевезенні руди та чорних металів; аналіз динамік кількості вагонів, що прямують в експортному сполученні з розподілом по підприємствам та прикордонно-передавальним станціям; математична модель транспортно-логістичного ланцюга переміщення технологічних маршрутів при експортному перевезенні руди та чорних металів; структурна схема управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях; техніко-економічні обґрунтування; висновки.

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проєктного рішення	Гриценко Н. В., доцент, к.е.н..	25.05.26	05.06.26

7. Дата видачі завдання 12.04.2025.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця»	19.04.2026	
2. Аналіз експортних перевезень залізної руди та чорних металів	21.04.2026	
3. Аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці	27.04.2026	

4. Аналіз ризик-орієнтованих транспортних технологій	30.04.2026	
5. Техніко-експлуатаційна характеристика і технологія роботи прикордонно-передавальної станції «Ч»	05.05.2026	
6. Дослідження основних показників роботи прикордонної станції «Ч»	10.05.2026	
7. Формування ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів в експортних сполученнях	15.05.2026	
8. Формування інформаційно-керуючої системи управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях	19.05.2026	
8. Техніко-економічне обґрунтування	05.06.2026	
Оформлення роботи	10.06.2026	

Здобувач



Маркіян ІВАНЧО

Керівник



Тетяна БУТЬКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе: 122 сторінки тексту, 16 слайдів, 13 таблиць, 45 рисунків.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ, ЕКСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ І МАРГАНЦЕВОЇ РУДИ ТА ЧОРНИХ МЕТАЛІВ, ПРИКОРДОННО-ПЕРЕДАВАЛЬНА СТАНЦІЯ, РИЗИК-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

Об'єктом дослідження є процес просування технологічних маршрутів із залізною та марганцевою рудою і чорними металами від підприємств України в експортному сполученні.

Метою дослідження є підвищення надійності функціонування транспортно-логістичного ланцюга при залізничних міжкордонних перевезеннях на основі формування автоматизованої технології з використанням ризик-менеджменту в процесі транспортування залізної і марганцевої руди та чорних металів.

Роботу присвячено формуванню інтелектуальної ризик-орієнтованої технології управління транспортно-логістичним ланцюгом при перевезенні залізної і марганцевої руди та чорних металів в експортному сполученні до країн ЄС. Робота містить аналіз обсягів перевезень вантажів вищезазначеної номенклатури із України до країн ЄС, а також характеристику станцій навантаження та прикордонно-передавальних станцій. з метою формалізації і подальшої автоматизації управління процесом функціонування транспортно-логістичного ланцюга при експортних перевезеннях залізної і марганцевої руди і чорних металів було сформовано оптимізаційну ризик-орієнтовану модель стохастичного програмування. Фактор ризику носить техногенний та технологічний характер. Цільовою функцією математичної моделі виступає сума питомих експлуатаційних витрат на виконання низки технологічних

операцій в процесі переміщення технологічного маршруту і ризикових складових, що представляють добуток імовірності виникнення техногенного фактору ризику (руйнування залізничної інфраструктури і надання альтернативного маршруту прямування потягу) та технологічного фактору ризику (несвоєчасне виставлення потягу або частини вагонів з прикордонно-передавальної станції АТ УЗ на колію шириною 1435 мм суміжної країни та непопадання на надану нитку графіку по ЄС) та їх наслідків. Імовірність виникнення технологічного фактору ризику оцінена на основі розподілу часу. Дану модель покладено в основу розподіленої системи підтримки прийняття рішень на АРМи оперативного персоналу станції та АРМ єдиного інтермодального оператора при управлінні транспортно-логістичним ланцюгом.

ANNOTATION

This qualification thesis includes: 122 pages of text, 16 slides, 13 tables, and 45 figures.

Keywords: FREIGHT RAIL TRANSPORTATION, TRANSPORT AND LOGISTICS CHAIN, EXPORT TRANSPORTATION OF IRON ORE, MANGANESE ORE, AND FERROUS METALS, BORDER TRANSFER STATION, RISK-ORIENTED TECHNOLOGIES, DISTRIBUTED DECISION SUPPORT SYSTEM.

The object of the research is the process of movement of technological routes carrying iron ore, manganese ore, and ferrous metals from Ukrainian enterprises in export traffic.

The purpose of the research is to improve the reliability of the transport and logistics chain functioning in railway cross-border transportation through the development of an automated technology using risk management in the transportation process of iron ore, manganese ore, and ferrous metals.

The thesis is devoted to the development of an intelligent risk-oriented technology for managing the transport and logistics chain in the export transportation of iron ore, manganese ore, and ferrous metals to EU countries. The work contains an analysis of cargo transportation volumes of the above-mentioned commodities from Ukraine to EU countries, as well as characteristics of loading stations and border transfer stations.

In order to formalize and further automate the management process of the transport and logistics chain functioning in export transportation of iron ore, manganese ore, and ferrous metals, an optimization risk-oriented stochastic programming model was developed. The risk factors are of technogenic and technological nature. The objective function of the mathematical model is represented by the sum of specific operating costs for performing a series of technological operations during the movement of a technological route and risk components, which are represented by the product of the probability of occurrence of a technogenic risk factor (destruction of railway infrastructure and provision of an alternative train route) and a technological risk factor (untimely transfer of a train or part of the wagons from the border transfer station of JSC Ukrainian Railways to the 1435 mm gauge track of a neighboring country and failure to

enter the allocated timetable path within the EU), along with their consequences.

The probability of occurrence of the technological risk factor was estimated based on time distribution analysis. This model formed the basis of a distributed decision support system implemented at automated workstations for station operational personnel and at the workstation of the unified intermodal operator for managing the transport and logistics chain.

Зміст

Вступ	
1. Аналіз вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця».....	9
2. Аналіз експортних перевезень залізної руди та чорних металів.....	12
2.1 Характеристика станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій.....	14
3. Аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці.....	25
4. Аналіз ризик-орієнтованих транспортних технологій.....	50
4.1 Підходи до формування ризик-орієнтованих транспортних технологій...	50
4.2 Аналіз досліджень і публікацій щодо розробки (формування) ризик-орієнтованих транспортних технологій.....	51
5. Техніко-експлуатаційна характеристика і технологія роботи прикордонно-передавальної станції «Ч».....	53
6. Дослідження основних показників роботи прикордонної станції «Ч».....	79
7 Формування ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів в експортних сполученнях.....	83
7.1 Формування оптимізаційної математичної моделі при перевезенні залізної руди та чорних металів.....	83
7.2. Формування процедур надання пріоритету при просуванні вантажених поїздів в експортному сполученні в умовах ризиків.....	92
8. Формування інформаційно-керуючої системи управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях....	95
9. Техніко-економічне обґрунтування.....	99
Висновки.....	112
Список використаних джерел.....	116

					УФТЛЛ 0.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення функціонування транспортно-логістичного ланцюга при міжнародних вантажних перевезеннях в умовах ризиків	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Іванчо М.							
Перевір.	Буцько Т. В.						5	122
Н. контр.	Малахова О. А.					УкрДУЗТ		
Зав.каф.	Буцько Т.В.							

Вступ

Актуальність теми

Залізничний транспорт залишається основним стратегічним перевізником вантажів та пасажирів на транспортному ринку України. Незважаючи на воєнний стан в Україні у 2024 році АТ «Укрзалізниця» перевезла на 23% більше, ніж за аналогічний період 2023 року. Одним із сучасних напрямків підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку вантажних перевезень є забезпечення надійності процесу перевезень, особливо у експортному сполученні. При цьому, надійність таких перевезень розуміється в контексті: збереження вантажів та навколишнього середовища, а також дотримання умов щодо виконання визначеного строку доставки, особливо при кроскордонних перевезеннях.

Як відомо, Україна постачає на міжнародні ринки значні обсяги залізної і марганцевої руди та чорних металів. Основними техногенними порожнинами і заглибленнями в Україні є залізрудні шахти й кар'єри Криворізького басейну.

В умовах воєнного стану під час прямування технологічного маршруту існує ризик руйнування залізничної інфраструктури, тобто виникає техногенний фактор ризику.

Основним критичним елементом в транспортно-логістичному ланцюзі при кроскордонних перевезеннях від підприємств в Україні до вантажоотримувачів в ЄС є своєчасний перетин прикордонно-передавальної станції АТ «Укрзалізниця» колією шириною 1435 мм прикордонної станції країни ЄС у такий час, щоб забезпечити попадання потягу на відповідну нитку графіку, наданого операторською компанією ЄС. Таким чином, виникає технологічний фактор ризику, який може призвести до невикористання нитки графіку руху по країнах ЄС, додатковим вагоно-годинам простою і не дотримання строків доставки.

Виходячи із вищенаведеного, в процесі операційної діяльності відповідного персоналу на залізничному транспорті доцільно спиратися на ризик-орієнтовні технології. Задля зменшення впливу «людського фактору» при управлінні процесом просування технологічних маршрутів залізною і марганцевою рудою та із чорними металами від підприємств в Україні через міжнародні переходи до споживачів у країнах ЄС доцільно сформувати автоматизовану технологію на основі ризик-менеджменту.

Таким чином, представлена магістерська робота є своєчасною і актуальною.

Мета і задачі дослідження

Підвищення надійності функціонування транспортно-логістичного ланцюга при залізничних кроскордонних перевезеннях на основі формування автоматизованої технології з використанням ризик-менеджменту в процесі транспортування залізної і марганцевої руди та чорних металів.

Реалізація цієї мети потребує вирішення наступних задач дослідження:

- проаналізувати загальний обсяг вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця»;
- проаналізувати загальний обсяг експортних перевезень залізної руди та чорних металів;
- провести аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці;
- провести аналіз ризик-орієнтованих транспортних технологій;
- проаналізувати техніко-експлуатаційну характеристику і технологію роботи прикордонно-передавальної станції «Ч»;
- сформувати модель ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів в експортному сполученні;
- проаналізувати існуючі підходи до надання пріоритету поїздам, а також розробити процедури прийняття рішень щодо пріоритетного просування вантажопотоків в умовах невизначеності та обмеженості пропускної

спроможності

- розробити структуру інформаційно-керуючої системи для управління просуванням транспортно-логістичного ланцюга в експортному сполученні;
- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Об’єкт дослідження: процес просування технологічних маршрутів із залізною та марганцевою рудою і чорними металами від підприємств України в експортному сполученні.

Предмет дослідження: процес управління транспортно-логістичним ланцюгом при перевезенні залізної і марганцевої руди та чорних металів в експортному сполученні з урахуванням техногенних і технологічних факторів ризику.

Елементи наукової новизни

- Удосконалено оптимізаційну ризик-орієнтовану математичну модель стохастичного програмування функціонування транспортно-логістичного ланцюга при експортних перевезеннях залізної і марганцевої руди та чорних металів.

– Запропоновано процедуру надання відносного пріоритету при просуванні вантажених поїздів в експортному сполученні в умовах ризиків.

- Запропоновано підходи щодо надання пріоритету при пропуску поїздів у міжнародному сполученні за величиною наслідків.

Практична значущість

Задля автоматизації управління процесом просування технологічних маршрутів із залізною і марганцевою рудами та чорними металами від підприємств через міжнародні переходи до споживачів сформовану оптимізаційну математичну модель стохастичного програмування з використанням ризик-менеджменту доцільно інтегрувати у вигляді системи підтримки прийняття рішень (СППР) на АРМи причетного оперативного і диспетчерського персоналу АТ УЗ та АРМ єдиного інтермодального оператора всього транспортно-логістичного ланцюга.

За результатами магістерської кваліфікаційної роботи було опубліковано

тези: шостої міжнародної науково-практичної конференції ІТТ (інтелектуальні транспортні технології), двадцять другої науково-практичної міжнародної конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика».

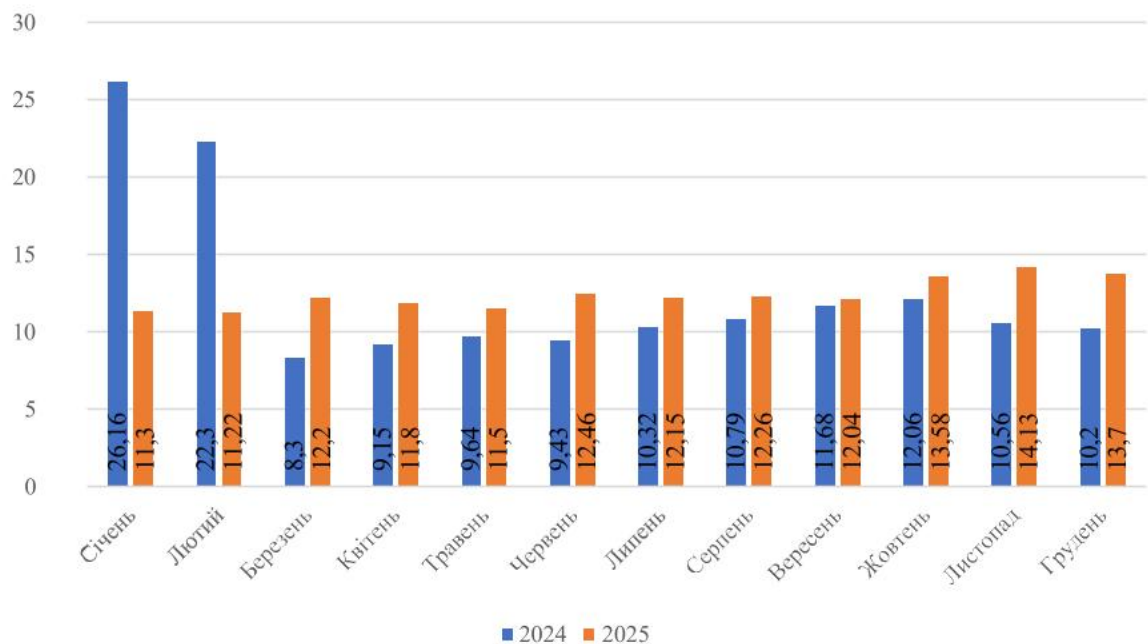
1 . Аналіз вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця»

За підсумками 2024 року загальний обсяг вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця» у всіх видах сполучень склав 148,4 млн тонн вантажів, що на 1,5% менше, ніж у 2024 році (150,6 млн т вантажів). Незважаючи на зменшення загального обсягу вантажних перевезень у 2025 році, з березня по грудень місяць АТ УЗ перевезла на 23% вантажів більше, ніж за аналогічний період 2024 року [1].

Динаміку загального обсягу вантажних перевезень за 2024-2025 рр. по місяцях наведено на рисунку 1.1 та наступні параметри: середнє значення –

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{12} N_i}{12}; \text{ середнє квадратичне відхилення } \delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{12} (\bar{N} - N_i)^2}}{12}; \text{ коефіцієнт}$$

$$\text{нерівномірності} - R_n = \frac{X_{\max}}{\bar{N}} [2].$$



2025 рік: $N = 12,55$ млн т; $\delta = 1,55$ млн т; $R_n = 2,08$; 2023 рік: $N = 12,36$ млн т; $\delta = 0,26$ млн т; $R_n = 1,14$.

Рисунок 1.1 – Динаміка загального обсягу вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця» за 2024-2025 рр. (по місяцях), млн т

У 2024 році, внутрішні вантажні перевезення, попри загальну негативну динаміку, зайняли левову частку в перевезенні за напрямками. Так, у загальній структурі залізничних вантажних перевезень за напрямками, яка наведена на рисунку 1.2, переважають внутрішні вантажні перевезення – 57,0%, далі йдуть експортні перевезення – 38,0% та імпорт – 5,0%.

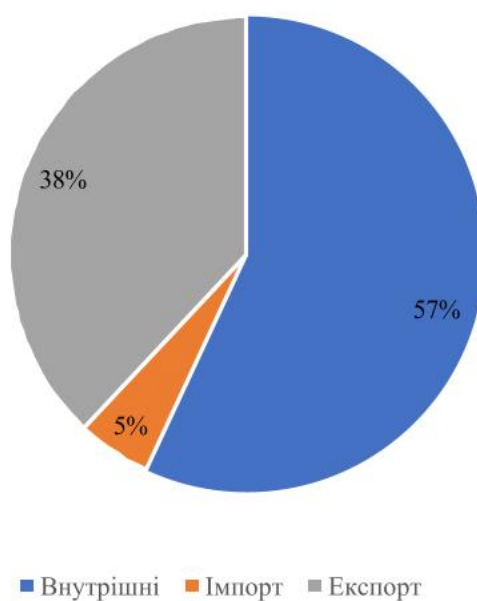
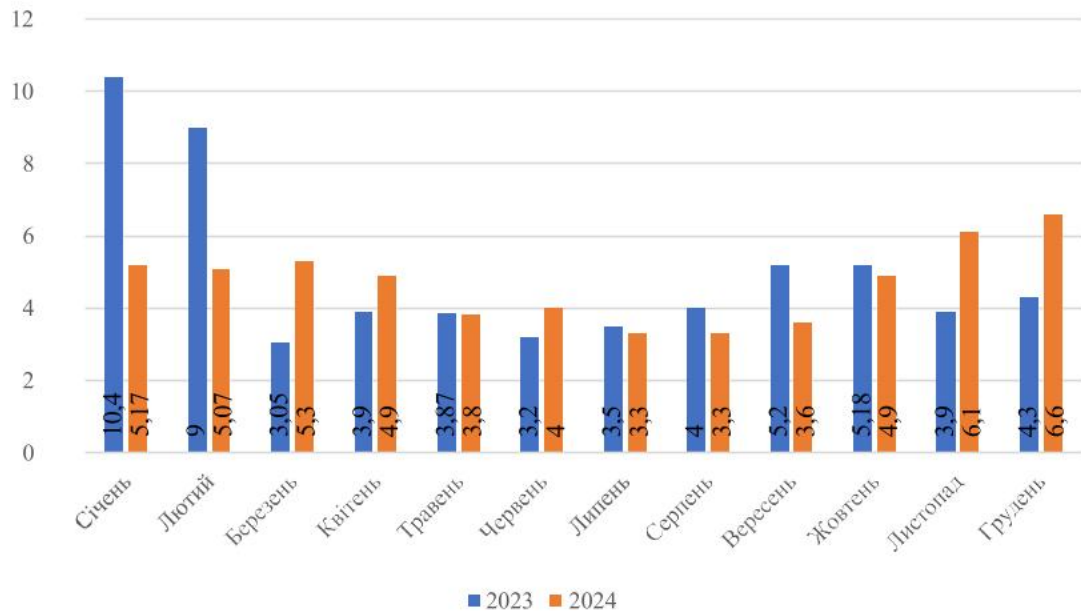


Рисунок 1.2 – Діаграма обсягу перевезень АТ «Укрзалізниця» за напрямками у 2025 р.

У 2024 році обсяг експортних перевезень зменшився до 56 млн тонн. Це на 5,8%, або 3,44 млн тонн менше, ніж у 2025 році – 59,5 млн тонн [3]. На основі наведених даних, на рисунку 1.3 представлена динаміка зміни експортних перевезень за 2024-2025 рр. по місяцях.



2024 рік: $N = 4,96$ млн т; $\delta = 0,64$ млн т; $R_n = 2,10$; 2023 рік: $N = 4,67$ млн т; $\delta = 0,30$ млн т; $R_n = 1,41$.

Рисунок 1.3 – Динаміка експортних перевезень АТ «Укрзалізниця» за 2024-2025 рр. (по місяцях), млн т

Такий результат виник внаслідок зменшення експортних перевезень залізничної сировини, чорних металів, мінеральних будматеріалів, руд кольорових металів та добрив.

Номенклатури вантажів серед лідерів залізничного експорту стали ЗРС – 35,2% (19,7 млн т) та чорні метали – 8,1% (4,54 млн т).

Діаграму загального обсягу експортних перевезень за 2025 р. наведено на рисунку 1.4.

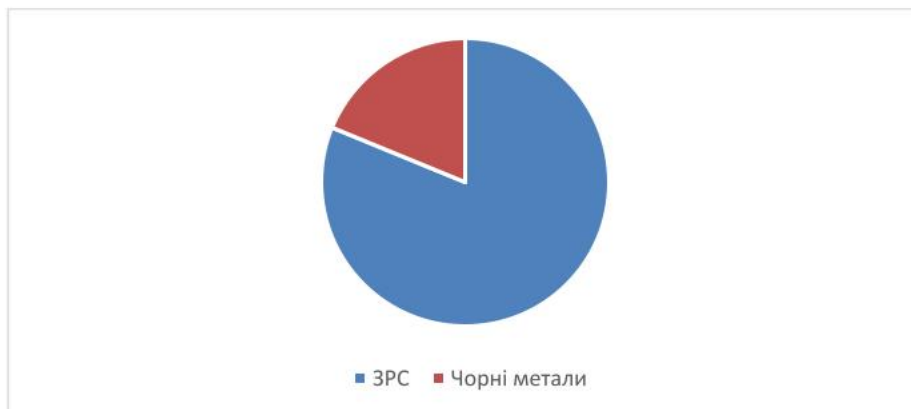
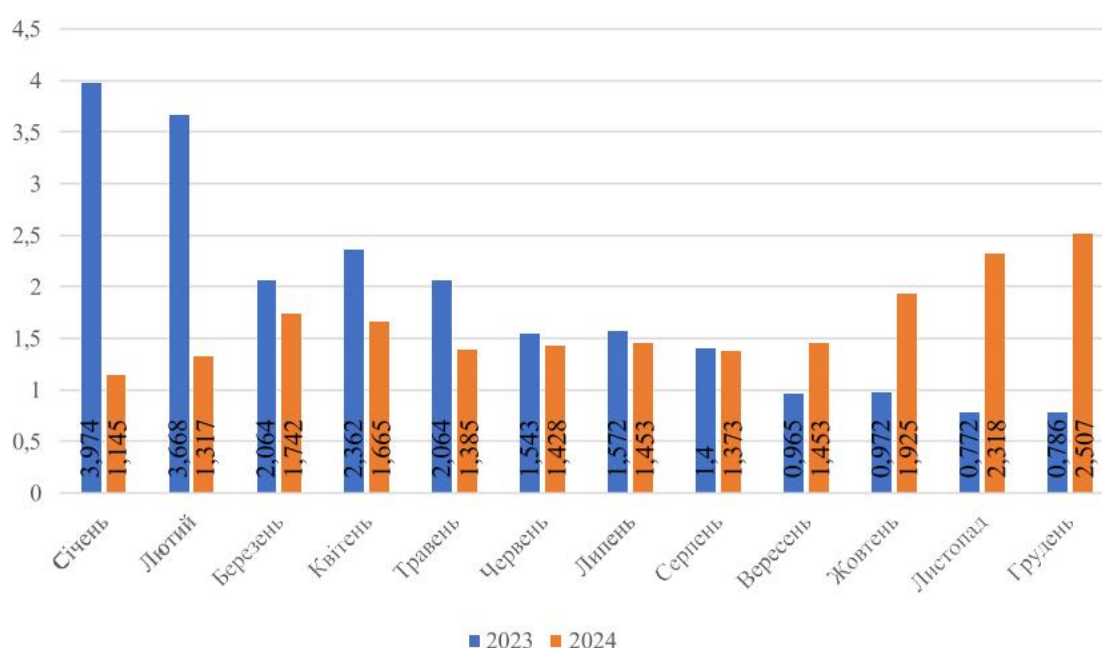


Рисунок 1.4 – Діаграма загального обсягу експортних перевезень за 2025 р., млн т

2. Аналіз експортних перевезень залізної і марганцевої руди та чорних металів

Загалом обсяг експортних перевезень залізної руди у 2025 році зменшився на 11% – до 19,7 млн т, чорних металів – на 17,1%, до 4,54 млн т. Різницю між обсягами експортних перевезень залізної і марганцевої руди за 2024 та 2025 рр. відображено графічно на рисунку 2.1.



2023 рік: $N = 1,85$ тис. т; $\delta = 0,29$ тис. т; $R_n = 2,15$; 2024 рік: $N = 1,64$ тис. т; $\delta = 0,12$ тис. т; $R_n = 1,53$.

Рисунок 2.1 – Динаміка експортних перевезень залізної і марганцевої руди АТ «Укрзалізниця» у 2024-2025 рр. (по місяцях), тис. тонн

Після проведених досліджень щодо запасів залізних руд в Україні, Державна комісія по запасах корисних копалин оцінює запаси залізних руд у 27,4 млрд тонн. 60 з 88 залізрудних родовищ розташовані в Криворізькому басейні, запаси якого становили 18,7 млрд тонн.

За запасами і ресурсами марганцевих руд Україна займає перше місце в Європі та друге місце в світі після Південної Африки. Запаси марганцевих руд в Україні становлять понад 2,5 млрд т. Загалом на Україну припадає близько 10% світового видобутку марганцевих руд [4].

Основна сировинна база марганцевої руди розташована в Нікопольському басейні (Дніпропетровська та Запорізька області). Криворізький залізорудний та Нікопольський марганцеворудний басейни є одними з найбільших у світі.

Одним із найбільших у світі є Криворізький залізорудний басейн. Кривбас охоплює низку родовищ, які простягаються більш ніж 100 км через Дніпропетровську, Кіровоградську та Миколаївську області. Червоні залізники (гематити) – це багаті (з вмістом заліза понад 46%) і високоякісні руди, які майже не мають шкідливих домішок. Вони є найбільш важливими для господарства. Їх видобувають шахтним способом. Залізисті кварцити, тобто бідні руди, мають менший вміст заліза, ніж гематити (від 20%). Вони видобуваються відкритим способом – у кар'єрах. Частіше за все, гірничі розробки досягають глибини понад 1000 м. Залізні руди з високим вмістом металу залягають також у Кременчуцькому (Полтавська область) і Білозерському (Запорізька область) залізорудних районах. Їх видобувають як кар'єрним, так і шахтним способом. Більша кількість бідних руд зосереджено у Керченському басейні в Криму.

Найглибшими техногенними порожнинами і заглибленнями в Україні є залізорудні шахти й кар'єри Криворізького басейну. Видобуток руди у шахтах ведеться з глибини 850 – 1500 м, а в кар'єрах – з глибини 300 м.

В період переддипломної практики було досліджено питання забезпечення транспортних потреб гірничодобувної і переробної промисловості Криворізького і Нікополь – Марганецького басейнів. Забезпеченням потреб цих басейнів займаються станції, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці, які розташована на одній з великих вантажонапружених магістралей напрямку Донбас – Карпати.

2.1. Характеристика станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці

Станції, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці обслуговують населення і підприємства шести міст (Кривий Ріг, Нікополь, Апостолове, Марганець, Покров, Жовті Води) і дев'яти районів (Криворізького, П'ятихатського, Широківського, Криничанського, Софієвського, Солонянського, Апостолівського, Нікопольського, Томаковського) Дніпропетровської області; 1 район (Казанковський) Миколаївської області і 1 район (Нововоронцовський) Херсонської області.

Схему станцій наведено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Схема станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організаційної роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці

Райони тяжіння станції Кривий Ріг багаті корисними копалинами: залізною та марганцевою рудами, є родовища алюмінієвих бокситів, нікелю, бурого вугілля, вогнестійкої глини, граніту, мармуру, вапняку, глини.

У зоні обслуговування станції Кривий Ріг 875 промислових підприємств, організацій, закладів, у тому числі такі великі, як:

- ПАТ «АМКР», до якого входять Ново-Криворізький ГЗК і Коксохімічне виробництво, шахта «Артьом І», і яке примикає до станцій Кривий Ріг-Головний, Кривий Ріг, Новоблочно, Шмакове;
- АТ «Кривбасзалізрудком», яке має у складі 3 залізничних цехи УЗТ;
- сім ГЗК: АТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК»; ПРАТ «ІНГЗК», ПРАТ «ПІВНІГЗК», ПРАТ «ЦГЗК», АТ «МАРГАНЕЦЬКИЙ ГЗК», АТ «ПОКРОВСЬКИЙ ГЗК», ДП «Східний ГЗК»;
- ПРАТ «Кривий Ріг Цемент»;
- АТ «КРИВОРІЗЬКА ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ»;
- АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ»;
- ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ»;
- ПРАТ «СУХА БАЛКА» ;
- ТОВ «Рудомайн».

Основним видом діяльності станцій є вантажна і комерційна робота, 10,9% якої належить ПАТ «АМКР», 78,4% - ГЗК Криворізького і Марганецького басейнів.

Частина рудно-металургійної сировини, яка виробляється на підприємствах Криворіжжя, використовується на місці, при цьому перевезення здійснюються як по внутрішньому колійному розвитку промислових підприємств, так і по дільницям станцій, а частина відправляється за межі області і України. На території станцій розвинута гірничодобувна промисловість, виробництво чорних металів, тому вивіз вантажу переважає над ввозом. Це визиває необхідність підсилки на станції, що підпорядковуються значного числа вагонів, особливо піввагонів у порожньому стані. 97% навантаження і 94%

вивантаження вантажів від загального обсягу по станціям здійснюється на під'їзних коліях промислових підприємств.

На станціях, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці вантажна і комерційна робота здійснюється на 32 станціях на місцях загального і не загального користування. На місцях не загального користування (під'їзних коліях промислових підприємств) здійснюється 95% всієї вантажної роботи дирекції.

Характеристика під'їзних колій станцій, на яких виконується основна вантажна і комерційна робота:

а) ПАТ «АМКР».

Розгорнута довжина під'їзної колії 854,667 км.

Комбінат обслуговують станції Кривий Ріг-Головний, Кривий Ріг, Новоблочна, Шмакове.

У масовій кількості на під'їзній колії вивантажуються: руда, вугілля, флюси, кокс, металобрухт, будівельні матеріали; навантажуються: чавун, чорні метали, концентрат.

Навантаження прокату чорних металів проводиться у Сортопрокатних цехах № 1, 2, 3 мостовими кранами.

Прийомоздавальні операції здійснюються на промислових станціях: Східно-Прийомовідправна, Промислова, Новобункерна.

На промислову станцію Східно-Прийомовідправна вагони подаються (забираються) зі станції Кривий Ріг-Головний поїзним порядком локомотивами залізниці.

На станцію Промислова вагони подаються (забираються) зі станцій маневровим порядком локомотивом залізниці.

До станції Шмакове примикає станція Кірова, яка обслуговує однойменну шахту ПАТ «АМКР».

Основний вантаж – руда залізна.

Подача вагонів на під'їзну колію та повернення вагонів на колії станції

здійснюється локомотивом власника колії.

б) АТ «ПІВДЕННИЙ ГЗК».

Розгорнута довжина під'їзної колії – 335,4 км.

У масовій кількості на під'їзній колії вивантажуються: руда залізна, флюси, пісок, щебінь. Навантажуються – руда залізна.

Прийомоздавальні операції здійснюються на промисловій станції Допоміжна. Вагони подаються (забираються) зі станцій, що підпорядковуються поїзним порядком локомотивами залізниці.

в) ПРАТ «ІНГЗК».

Під'їзна колія примикає до станції Інгулець.

Розгорнута довжина під'їзної колії – 59,8 км.

На під'їзній колії вивантажуються вантажі – шари сталі, паливо, шини, обладнання, масла індустриальні, мінеральні та інші вантажі. Навантаження – руда залізна.

Прийомоздавальні операції здійснюються на станції Промислова, яка належить комбінату. Вагони подаються (забираються) маневровим порядком локомотивом комбінату.

г) ПРАТ «ЦГЗК».

Розгорнута довжина під'їзної колії – 72526,33 м.

Під'їзна колія примикає до станції Грекувата.

Вивантажуються вантажі – глина, паливо, шари сталі, шини, флюси та інші. Навантажуються – руда залізна.

Прийомоздавальні операції здійснюються на станції Грекувата та станції Промислова, яка належить комбінату. Подавання (забирання) здійснюється за сигналами напівавтоматичного блокування локомотивом під'їзної колії.

г) ПРАТ «ПВНГЗК».

Загальна довжина – 268,7 км. Станції примикання – Терни і Рядова.

Навантаження вантажів – руда залізна. Під вивантаження надходять паливо, глина, шари та інші вантажі.

Прийомоздавальні операції проводяться на станціях Терни і Рядова. Подавання (забирання) вагонів під навантаження проводиться локомотивом під'їзної колії.

д) АТ «Кривбасзалізрудком».

Станції примикання – Рокувата, Вечірній Кут, Шмакове та Кривий Ріг-Сортувальний. Навантажують – руду залізну.

Для організації основних виробничих цехів в склад АТ «Кривбасзалізрудком» входять 3 залізничних цеха № 1, 3, 4.

До станції Рокувата примикає станція Рокувата-Промислова, яка об'єднує всю експлуатаційну роботу залізничного цеху № 1. Для виконання навантажувально-розвантажувальних операцій в склад залізничного цеху № 1 входять 2 станції: Північна і Погрузочна, які обслуговують шахти Тернівська і Гвардійська.

Залізничний цех № 3 примикає до станції Вечірній Кут та обслуговує шахти Більшовик та Жовтневу.

Залізничний цех № 4 примикає до станцій Шмакове та Кривий Ріг-Сортувальний.

е) ПРАТ «СУХА БАЛКА».

Станції примикання – Рокувата та Вечірній Кут. Основний вантаж, який навантажується – руда залізна.

До станції Рокувата примикає станція Ювілейна, яка обслуговує однойменну шахту ПРАТ «СУХА БАЛКА».

До станції Вечірній Кут примикає станція Фрунзе, яка обслуговує однойменну шахту ПРАТ «СУХА БАЛКА».

Подача та забирання вагонів здійснюється локомотивом власника під'їзної колії.

є) АТ «НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОД ФЕРОСПЛАВІВ».

Станція примикання – Нікополь.

На під'їзній колії навантажуються феросплави, вивантажуються вантажі: кокс, руда марганцева, флюси.

Прийомоздавальні операції здійснюються на промисловій станції Нікополь-Сортувальний. Подавання та прибирання вагонів здійснюється маневровим порядком локомотивами залізниці.

ж) ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ».

Станція примикання – Нікополь. Основний вантаж, який навантажується, – трубна продукція.

До залізничного цеху підприємства входять 3 станції: Заводська, Центральна і Східна. Прийомоздавальні операції здійснюються на промисловій станції Центральна. Подавання та прибирання вагонів здійснюється маневровим порядком локомотивами залізниці.

з) АТ «МАРГАНЕЦЬКИЙ ГЗК».

Станція примикання – Марганець.

Основний вантаж, що навантажується – марганцевий концентрат.

Подавання та забирання вагонів здійснюється маневровим порядком локомотивом залізниці. Прийомоздавальні операції здійснюються на промисловій станції Обмінна.

и) АТ «ПОКРОВСЬКИЙ ГЗК».

Станція примикання – Чортомлик.

Основний вантаж, що навантажується – агломерат марганцевий, концентрат марганцевий.

Подавання та забирання вагонів виконується за сигналами двостороннього автоматичного блокування без прохідних світлофорів локомотивом власника. Прийомоздавальні операції здійснюються на коліях станції Чортомлик.

і) ТОВ «Рудомайн».

Розгорнута довжина під'їзної колії – 16100,22 м.

Під'їзна колія примикає до станції Мудрьона.

Основний вантаж, що навантажується – руда залізна. Прийомоздавальні операції здійснюються на станції Мудрьона та станції Промислова та Саксагань, які належить комбінату. Подавання (забирання) проводиться локомотивом під'їзної колії.

Взаємовідносини станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці з під'їзними коліями промислових підприємств і організацій регламентуються Статутом залізниць України, Єдиними технологічними процесами роботи під'їзної колії і станції примикання, Договорами про експлуатацію залізничних під'їзних колій, які примикають до станції, і про подачу та забирання вагонів при станції.

Оперативна робота станцій і під'їзних колій щодо подавання та прибирання вагонів планується на основі добового плану, отриманого від станцій, який передбачає розміри навантаження і вивантаження, кількість маршрутів та груп вагонів, час і послідовність обробки поїздів та вагонів. Оперативне планування вантажної роботи станції здійснює начальник станції залізничної або заступник начальника станції залізничної.

Схему диспетчерських дільниць наведено на рисунку 2.3.

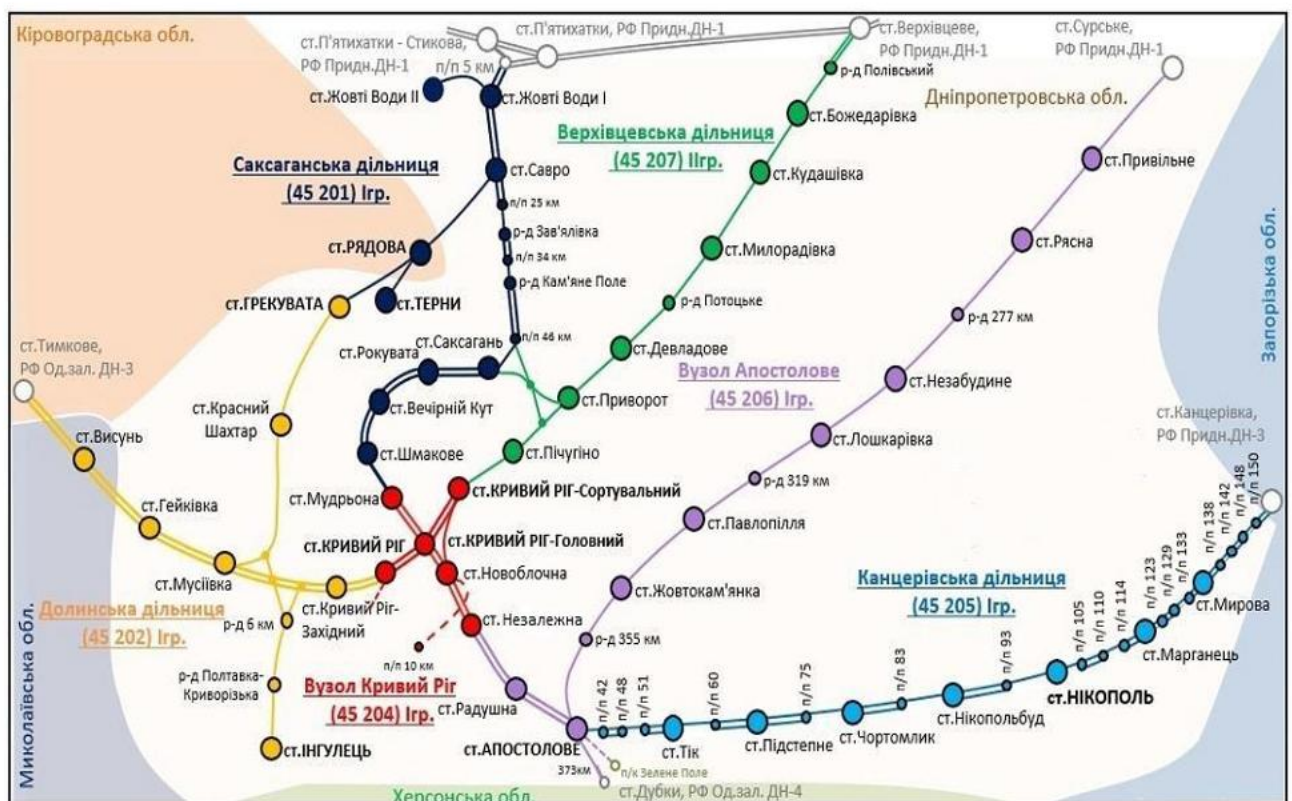


Рисунок 2.3 – Схема диспетчерських дільниць

Основною задачею роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому

регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці і під'їзних колій – є прискорення обігу вагонів за рахунок максимального використання навантажувально-розвантажувальних фронтів і вантажопідйомності вагонів, забезпечення безпеки руху поїздів.

Контроль за технічним та комерційним станом вагонів, які подаються під вантажні операції на під'їзні колії підприємств та їх огляд, здійснюють оглядачі вагонів і прийомоздавальники вантажу та багажу (агенти комерційні) станції сумісно з оглядачами вагонів і прийомоздавальниками під'їзної колії. Технічний та комерційний огляди проводяться паралельно.

Добовий план вантажної роботи під'їзної колії АТ «ПівДГЗК» узгоджується з відповідальною посадовою особою цеху зовнішнього транспорту АТ «ПівДГЗК», на підставі аналізу роботи станції та під'їзної колії за минулу добу, а також виходячи з наявності вантажів і порожніх вагонів та інформації про підхід поїздів.

Після узгодження розмірів навантаження та вивантаження змінно-добовий план доводиться до відома робітників станції.

Про прибуття вантажів старший прийомоздавальник вантажу та багажу станцій повідомляє по телефону відповідальних представників вантажоодержувачів не пізніше двох годин після його прибуття із записом у Книзі форми ГУ-2. Касир товарний (вантажний) або агент комерційний надає вантажовідправнику електронне Повідомлення через АРМ ТВК, після попередньої перевірки ЕПД на правильність нарахувань належних залізниці платежів.

План роботи щодо подавання вагонів під навантаження або вивантаження на під'їзну колію АТ «ПівДГЗК» диспетчер маневровий залізничної станції узгоджує з диспетчером УЗТ АТ «ПівДГЗК».

Обмінні операції з під'їзною колією АТ «ПівДГЗК» здійснюються на станції Допоміжна комбінату. Передача вагонів на під'їзну колію здійснюється вивізними локомотивами серії ВЛ-8 за інтервалами часу, що встановлені діючим Договором на експлуатацію залізничної під'їзної колії.

Під'їзна колія АТ «ПВДГЗК» примикає до станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці спареною стрілкою 2/4 в парній горловині станції. Межею під'їзної колії є знак «Межа під'їзної колії», який встановлено біля вхідного сигналу Ч станції Допоміжна власника колії на відстані 4779 м від стрілки примикання.

Розгорнута довжина під'їзної колії складає 238340 погонних метрів.

Вагони подаються на станцію Допоміжна поїзним порядком, далі вагони пересуваються локомотивом власника під'їзної колії.

На станції Допоміжна виконуються операції по прийманню та відправленню поїздів, розформуванню та формуванню складів, добиранню вагонів по фронтах навантаження та вивантаження, переважуванню та дозуванню навантажених вагонів, добиранню поодиноких вагонів за призначенням.

Колійний розвиток станції Допоміжна складається з 11 приймально-відправних колій.

Схему колійного розвитку станції Допоміжна наведено на рисунку 2.4.

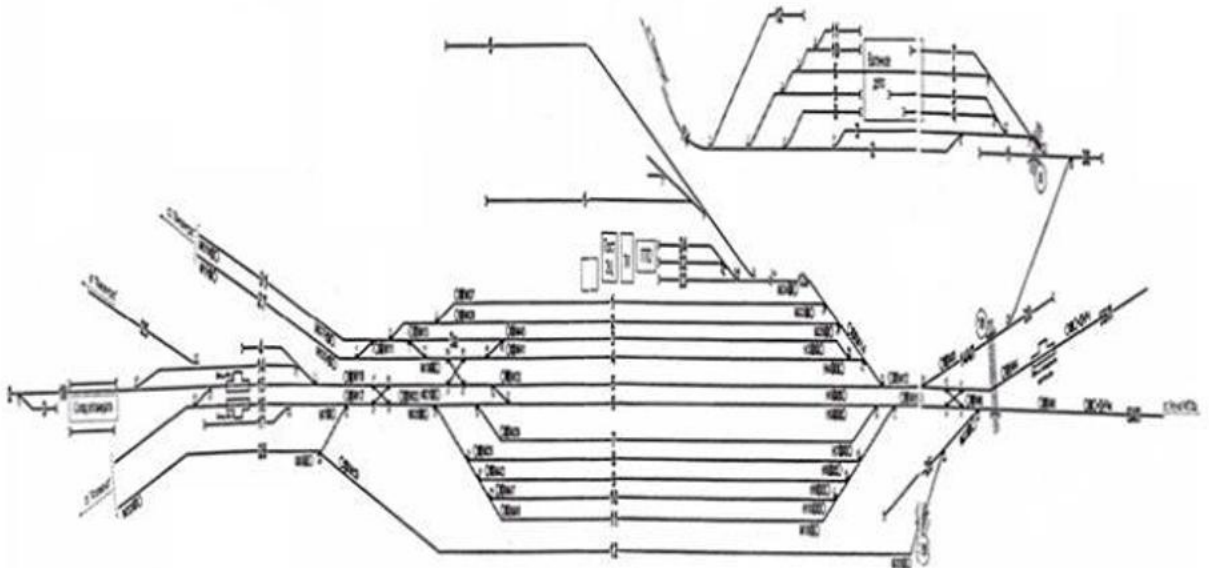


Рисунок 2.4 – Схема колійного розвитку станції Допоміжна

Станція Допоміжна обладнана пристроями електричної централізації з управлінням стрілками та сигналами з пульт-табло чергового по станції, двостороннім парковим зв'язком, радіозв'язком з маневровими локомотивами, міжстанційним зв'язком, поїзним диспетчерським зв'язком та телефонним зв'язком міської АТС. Колії станції електрифіковані, з напругою в електромережі 1650 В, яку можна переключити на напругу 3300 В для локомотивів залізниці.

Максимальна кількість вагонів у кожній передачі, яка здається на АТ «ПВДГЗК», встановлена – 240 вісей для хоперів і 228 вісей для піввагонів.

З під'їзної колії вагони повертаються на станцію:

– навантажені маршрути – цілими складами, сформованими згідно з Правилами технічної експлуатації залізничного транспорту України і планом формування поїздів, через інтервал часу – 1,5 год.;

– інші вагони – за повідомленнями по мірі готовності у кількості, не менше 40 вісей.

Характеристика вантажних фронтів комбінату зазначена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика фронтів навантаження-вивантаження АТ «ПВДГЗК»

№ з/п	Найменування фронту	Назва вантажу	Регламентовані перерви в роботі год /доб	Тип механізму, вантажо-підйомність	Розмір фронту, ваг		Термін виконання вантажних операцій	Середньодобова переробна спроможність
					максимальної подачі	одночасного навантаження (вивантаження)		
1	2	3	4	5	6	7	9	10
НАВАНТАЖЕННЯ								
1	Естакада колії №19	агломерат	2	рудно-грейферні крани-перевантажувачі	20	2	0,08 год.	352

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	вагова №1 (конвеєр №75, колія №11)	кон- центрат	2	реверсивні стрічкові конвеєри	20	1	9,8 хв.	114
3	вагова №2 (конвеєр №76, колія №10)		2		20	1	9,8 хв.	114
4	вагова №3 (конвеєр №119, колія №38)		2		9	1	8,1 хв.	123
5	вагова №4 (конвеєр №68, колія №11)		2		20	1	9,8 хв.	120
ВИВАНТАЖЕННЯ								
6	колії № 12,13 станції Концентрат	руда	2	приймальні бункери	6	3	0,32 год.	94
7	естакада колії №15 станції Концентрат	вапняк (флюси)	2	естакада	12	6	0,32 год.	188

Дозувальний майданчик з краном на залізничному русі ємністю грейфера 1,5 м³ розташований на колії № 17, яка примикає до парної горловини станції Допоміжна через стрілку № 15.

Для відновлення сипучості вантажів на залізничних коліях № 1, 2, 3 станції Концентрат знаходиться гараж розморожування для розморожування сипучих вантажів у зимовий період, який має 3 секції місткістю по 10 вагонів.

Для проведення профілактики проти змерзання вантажу улаштовані зрошувальні пристрої, які розташовані:

- №1 – у районі вагонних ваг №1 навантаження концентрату біля колії № 11 станції Концентрат;
- №2 – у районі вагонних ваг №2 навантаження концентрату біля колії № 10 станції Концентрат;
- №3 – у районі вагонних ваг №3 навантаження концентрату біля колії № 38 станції Концентрат.

3. Аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації робіт станцій регіональної філії Придніпровської залізниці

У даному підрозділі проводиться детальний аналіз динаміки кількісних показників експлуатаційної роботи станцій. Аналіз проводиться на основі даних спостережень за роботою станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці протягом 2024 – 2025 рр. На основі спостережень, на рисунку 3.1 наведено діаграму обсягу відправлення вантажів по станціям за 2024-2025 рр.

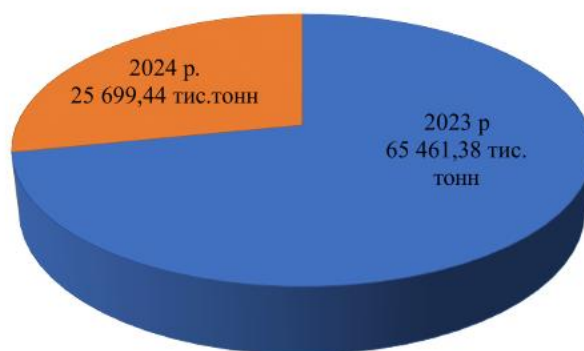


Рисунок 3.1 – Діаграма розподілу обсягу відправлення вантажів по станціям за 2024-2025 рр.

Обсяг відправлення вантажів для станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці визначається як сума відправлення вантажів усіма станціями (в тис. тонн). Обсяг відправлення вантажів цими станціями у 2025 році зменшено на 39761,94 тис. тонн, що становить 60,7%. Отже, у 2025

році обсяг відправлення вантажів виконано тільки на 39,3% до 2024 року. Основною причиною зменшення обсягу відправлення вантажів у 2025 році є завищення плану відправлення вантажів, який задається цими станціями та невиконання заданого цими станціями плану навантаження вантажів. Порівняння показників планів відправлення вантажів наведено в таблиці 3.1 та порівняння показників планів навантаження в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Показники планів відправлення вантажів та їх виконання по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці за 2024- 2025 рр.

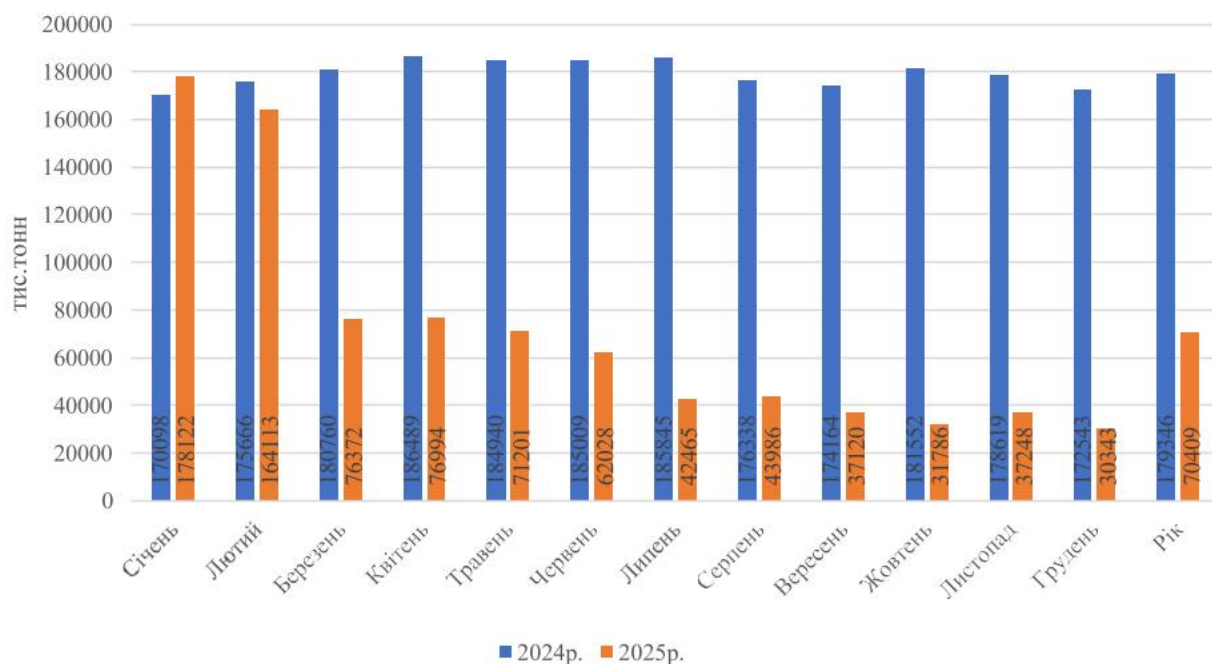
2023 р.			2024 р.		
План відправлення вантажів, тис. тонн	Відправлено, тис. тонн	% виконання до плану	План відправлення вантажів, тис. тонн	Відправлено, тис. тонн	% виконання до плану
65400,00	65461,38	100,1	66136,00	25699,44	38,9

Аналіз цих показників доводить, що у 2024 році план відправлення вантажів було виконано на 100,1%, а у 2025 році план відправлення вантажів було завищено цими станціями що спричинило виконання тільки на 38,9%.

Таблиця 3.2 – Показники планів навантаження вантажів та їх виконання по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці

2024 р.			2025 р.		
План навантаження вантажів, тис. тонн	Навантажено, тис. тонн	% виконання до плану	План навантаження вантажів, тис. тонн	Навантажено, тис. тонн	% виконання до плану
65343,6	65461,4	100,2	28372,20	25699,44	90,5

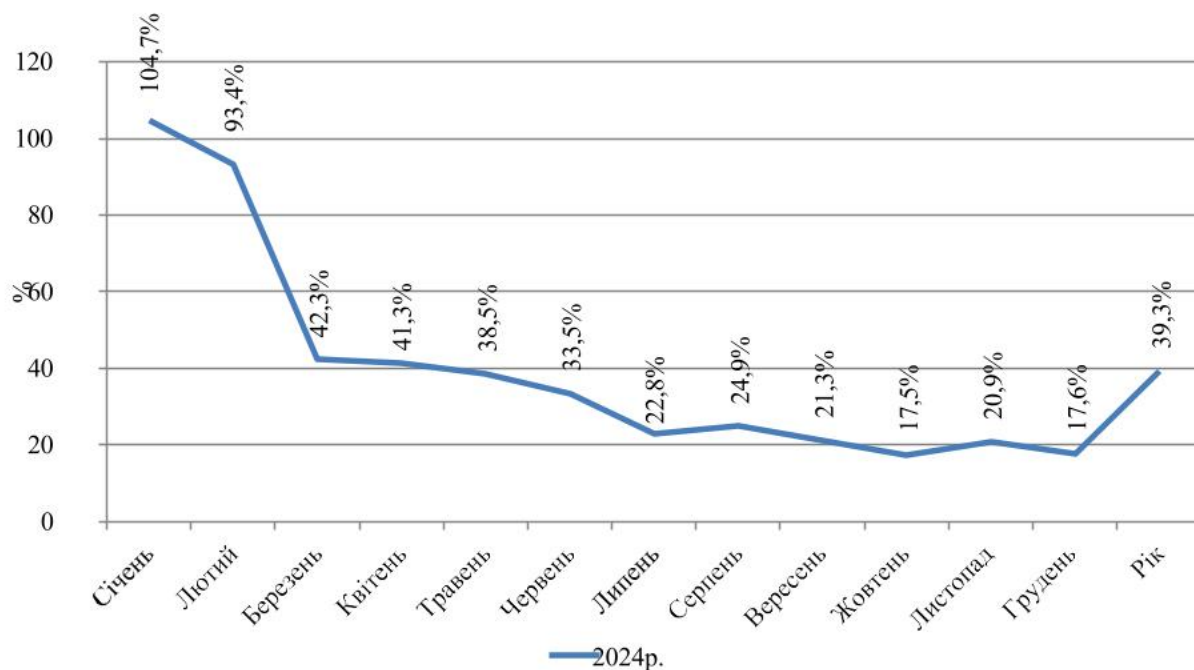
Аналіз цих показників доводить, що у 2024 році план навантаження вантажів було виконано на 100,2%, а у 2025 році план навантаження виконано на 90,5%. Динаміку розподілу обсягу навантаження вантажів в середньому за добу по станціям наведено на рисунку 3.2.



2023 рік – $\bar{N} = 179\,335$ тис.т.; $\delta = 1548,50$ тис.т; $R_n = 1,04$; 2024 рік – $\bar{N} = 70\,982$ тис.т., $\delta = 13772,02$ тис.т; $R_n = 2,51$

Рисунок 3.2 – Динаміка розподілу обсягу навантаження вантажів в середньому за добу по станціям за 2024-2025 рр., тис. тонн

Динаміку відношення навантаження вантажів в середньому за добу у 2024 році до 2025 року по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці наведено на рисунку 3.3.



$$\bar{N} = 40\%; \delta = 8,05\%; R_n = 2,62$$

Рисунок 3.3 – Динаміка відношення навантаження вантажів в середньому за добу у 2024 році до 2025 року по станціям

Загальні обсяги навантаження вантажів за номенклатурою вантажів по станціям наведено в таблиці 3.3.

На основі аналізу таблиці 3.3 по станціям найбільше навантажувалось за період 2023-2024 рр.: руда залізна і марганцева – 1 137 867 вагонів (85%) та чорні метали – 107 219 вагонів (8%). Інші 7% припадають на інші вантажі, а саме: промислова сировина – 16 065 вагонів, цемент – 13 919 вагонів, гранульовані шлаки – 12 735 вагонів, вантажі у контейнерах – 9 976 вагонів, зерно – 8 247 вагонів, кокс – 7 421 вагонів, будівельні вантажі – 6 509 вагонів та інші. Найбільше у 2024 році збільшився обсяг навантаження – нафти (2024 р.– 67 ваг., 2025 р.– 294 ваг.), жмиху (2024 р.– 85 ваг., 2025 р.– 270 ваг.) та збірних вантажів (2024 р.– 388 ваг., 2025 р.– 768 ваг.), а найменше у 2025 році зменшився обсяг – вантажів у контейнерах (2024 р.– 8 408 ваг., 2025 р.– 1 568 ваг.), що становить 18,65% до 2025 року. На підставі вищезазначених даних наведено в таблиці 3.3 обсяг навантаження вантажів за номенклатурою вантажів по станціям, що

підпорядковуюються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці.

Таблиця 3.3 – Загальні обсяги навантаження вантажів за номенклатурою вантажів по станціям

Найменування вантажу	2022 р.				2023 р.				% виконання до мин. року			
	Абсолютна кількість		В серед. за добу		Абсолютна кількість		В серед. за добу		Абсолютна кількість		В серед. за добу	
	Вагони	Тонни	Вагони	Тонни	Вагони	Тонни	Вагони	Тонни	Вагони	Тонни	Вагони	Тонни
КОКС	5581	217043	15,3	595	1840	71419	5	195	32,97	32,91	32,68	32,77
НАФТА І НАФТОПРОДУКТИ	67	3553	0,2	10	294	16483	0,8	45	438,81	463,92	400,00	450,00
ФЛЮСИ	447	31120	1,2	85	143	9340	0,4	26	31,99	30,01	33,33	30,59
РУДА ЗАЛІЗНА І МАРГАНЦЕВА	814946	56451338	2232,7	154661	322921	22374983	884,7	61301	39,62	39,64	39,62	39,64
ЧОРНІ МЕТАЛИ	78724	5187146	215,7	14211	28495	1871403	78,1	5127	36,20	36,08	36,21	36,08
МЕТИЗИ	904	5650	2,5	15	788	6060	2,2	17	87,17	107,26	88,00	113,33
БРУХТ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ	2146	102607	5,9	281	1182	58971	3,2	162	55,08	57,47	54,24	57,65
ХІМІЧНІ І МІНЕРАЛЬНІ ДОБ	1255	78708	3,4	216	399	24156	1,1	69	31,79	31,96	32,35	31,94
ХІМКАТИ І СОДА	2600	161930	7,1	444	763	46252	2,1	127	29,35	28,56	29,58	28,60
БУДІВЕЛЬНІ ВАНТАЖІ	5108	341872	14	937	1401	88887	3,8	244	27,43	26,00	27,14	26,04
ПРОМИСЛОВА СИРОВИНА	10362	691667	28,4	1895	5703	368868	15,6	1011	55,04	53,33	54,93	53,35
ГРАНУЛЬОВАНІ ІШЛАКИ	8790	587239	24,1	1609	3945	263945	10,8	724	44,88	44,95	44,81	45,00
ЦЕМЕНТ	11232	773002	30,8	2116	2687	187804	7,4	515	23,92	24,30	24,03	24,34
ЗЕРНО	5084	336018	13,9	921	3163	193299	8,7	530	62,21	57,53	62,59	57,55
ЖМІХИ	85	5080	0,2	14	270	14824	0,7	41	317,65	291,81	350,00	292,86
ВАНТАЖІ В КОНТЕЙНЕРАХ	8408	478306	23	1311	1568	88179	4,3	238	18,65	18,44	18,70	18,15
РЕШТА ТА ЗБІРНІ ВАНТАЖІ	388	9162	1,1	25	768	13567	2,1	37	197,94	148,08	190,91	148,00
Всього	956127	65461441	2619,5	179346	376330	25699440	1031	70409	36,36	39,26	39,36	39,26

У 2025 році значно зменшився обсяг навантаження по руді залізній і марганцевій та чорним металам. Так обсяг навантаження руди залізної до 2024 року у вагонах виконано тільки на 39,62%, а чорних металів на 36,20%. Причиною цього стало призупинення видобутку та виробництва на деякий час на підприємствах ПРАТ «ІНГЗК» та ПРАТ «ПІВНГЗК», значного зменшення по інших підприємствах реалізації товарної продукції в тому числі через зниження попиту на сировину і продукцію, внаслідок змін кон'юнктури ринку спричинених воєнним станом в Україні з 24 лютого 2022 року, не підтвердження вантажо-одержувачами електронних заявок в АС «МЕСПЛАН» в повному обсязі та не надання вантажу відправниками. Також обсяг навантаження руди залізної та чорних металів зменшився через конвенційні заборони призначенням на Донецьку залізницю та в експортному сполученні.

Діаграму обсягу навантаження вантажів по номенклатурі вантажів по станціям у вагонах за 2024-2025 рр. наведено на рисунку 3.4.

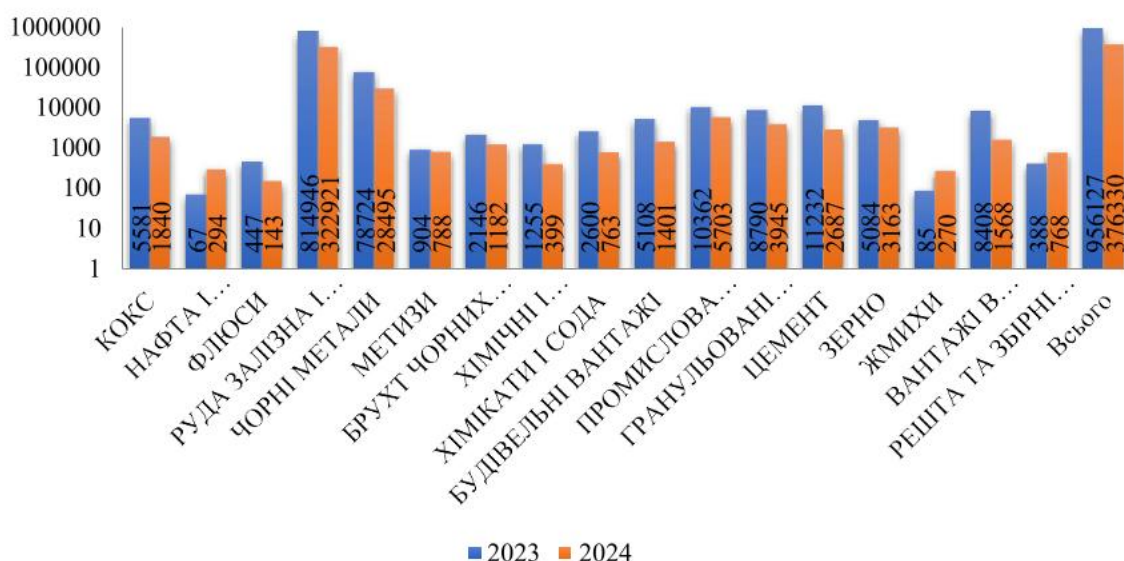


Рисунок 3.4 – Діаграма обсягу навантаження вантажів по номенклатурі вантажів по станціям у вагонах за 2024-2025 рр.

Динаміку розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по станціям наведено на рисунку 3.5.

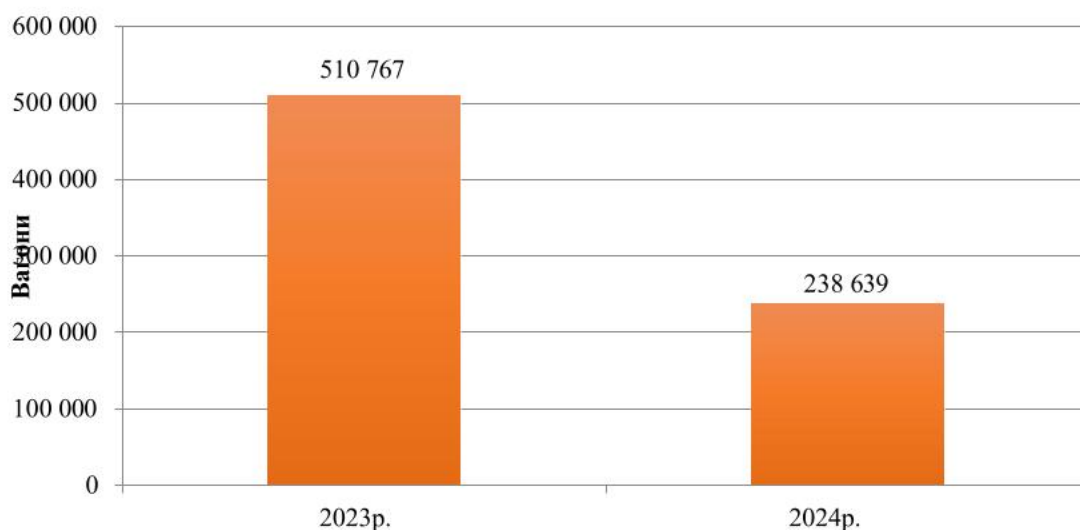
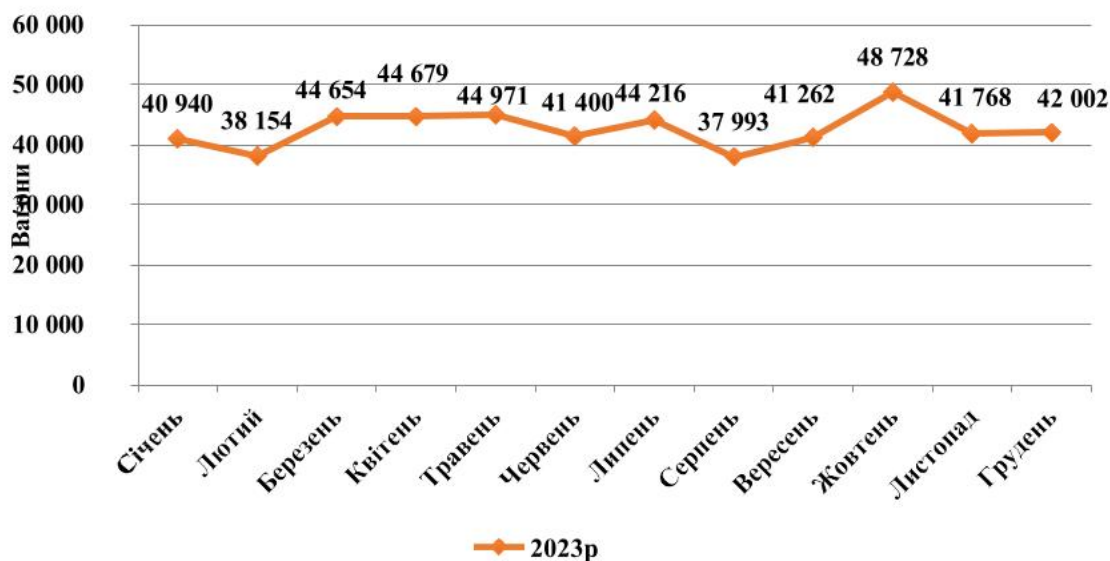


Рисунок 3.5 – Динаміка розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по станціям за 2024-2025 рр.

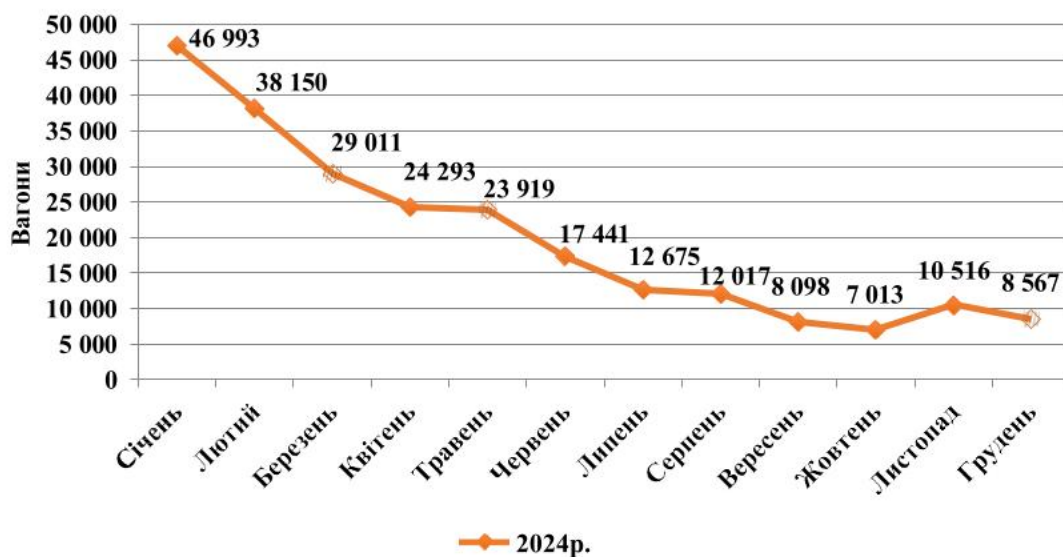
Динаміку розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по місяцях за 2024 рік наведено на рисунку 3.6.



$$\bar{N} = 42\,564 \text{ ваг.}; \delta = 843,02 \text{ ваг.}; R_H = 1,64$$

Рисунок 3.6 – Динаміка розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по місяцях за 2024 р.

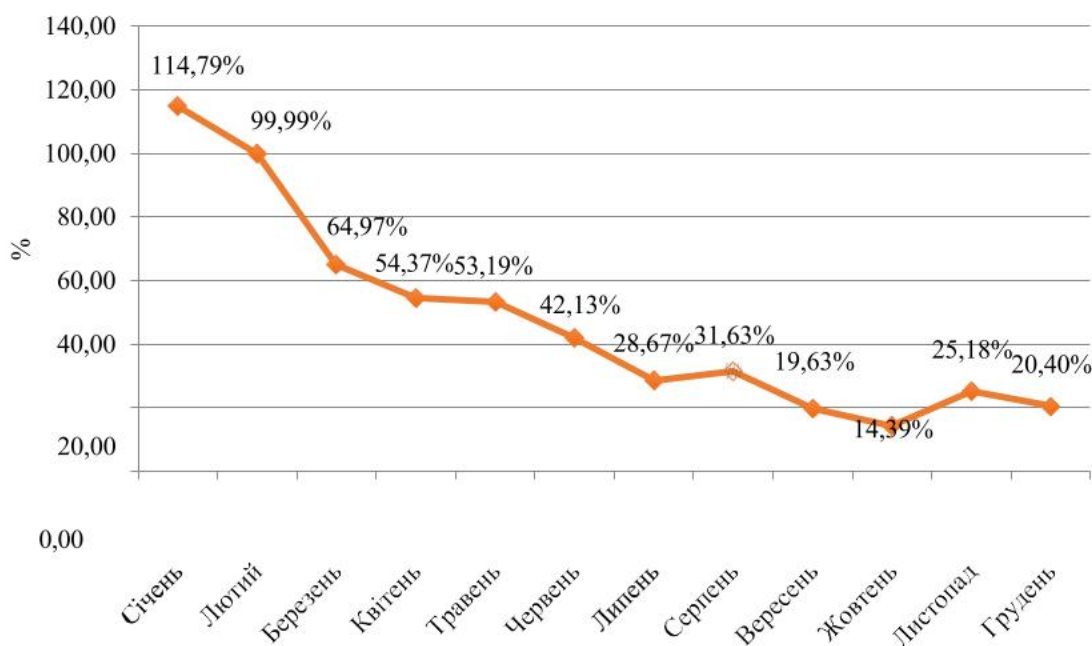
Динаміку розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по місяцях за 2025 р. наведено на рисунку 3.7.



$$\bar{N} = 19\,891 \text{ ваг.}; \delta = 3562,73 \text{ ваг.}; R_H = 2,36$$

Рисунок 3.7 – Динаміка розподілу обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні по місяцях за 2025 р.

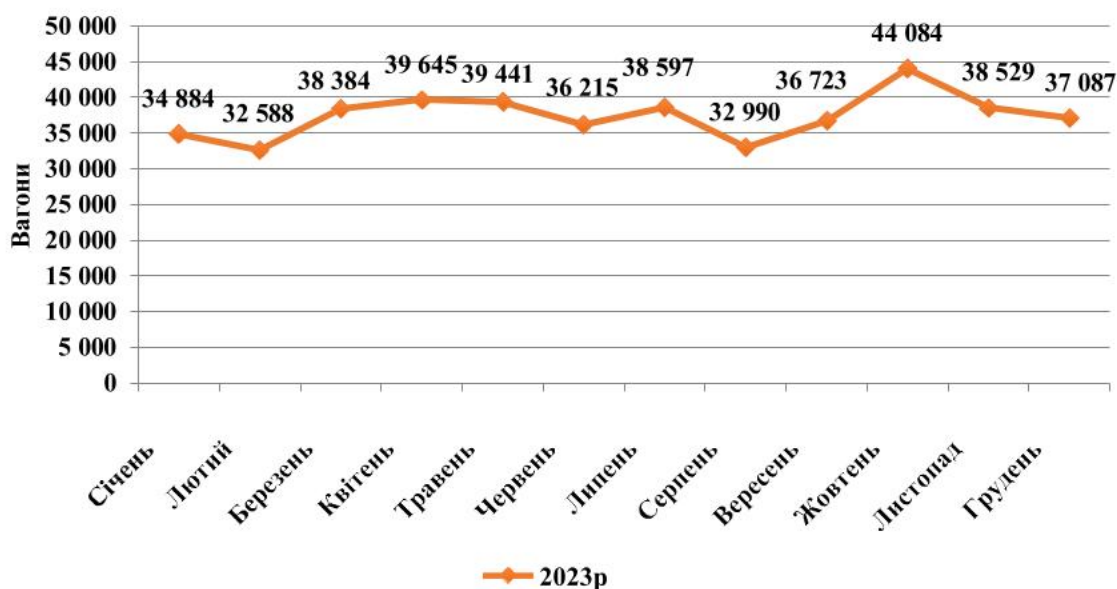
Порівнюючи динаміки розподілу обсягу перевезення вантажів в експортному сполученні, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці, які наведені на рисунку 3.6 та рисунку 3.7 за 2024 рік спостерігається тенденція зменшення кількості вагонів в експортному сполученні. Динаміку відношення обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні у 2024 році до 2025 року по станціям наведено на рисунку 3.8.



$$\bar{N} = 47,45\%; \delta = 8,90\%; R_H = 2,45$$

Рисунок 3.8 – Динаміка відношення обсягу перевезення вантажів у експортному сполученні у 2024 році до 2025 року

Динаміки розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою у експортному сполученні по місяцях за 2024–2025 рр. наведено на рисунку 3.9 та рисунку 3.10.



$$\bar{N} = 37\,431 \text{ ваг.}; \delta = 867,79 \text{ ваг.}; R_H = 1,18$$

Рисунок 3.9 – Динаміка розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою у експортному сполученні по місяцях за 2024 р.



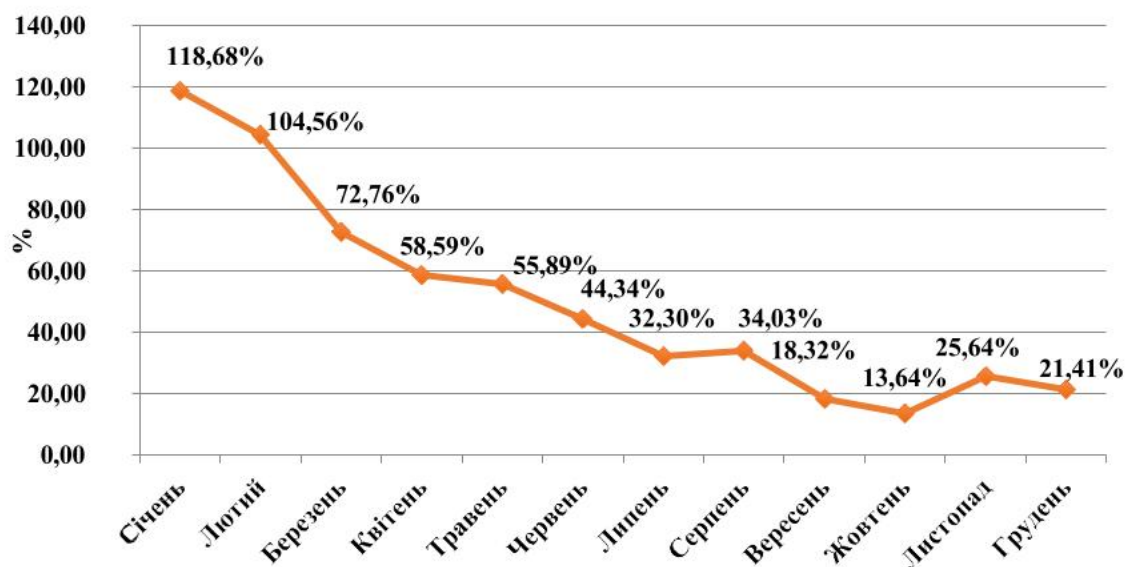
$$\bar{N} = 18\,249 \text{ ваг.}; \delta = 3190,48 \text{ ваг.}; R_H = 2,27$$

Рисунок 3.10 – Динаміка розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою у експортному сполученні по місяцях за 2025 р.

Порівнюючи динаміки розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою в експортному сполученні по місяцях – рисунок 3.9 та рисунок

3.10 за 2025 рік спостерігається тенденція зменшення кількості вагонів. Динаміку

відсоткового відношення кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою у експортному сполученні по місяцях у 2024 році до 2025 року наведено на рисунку 3.11.



$$\bar{N} = 50,01\%; \delta = 9,38\%; R_H = 2,37$$

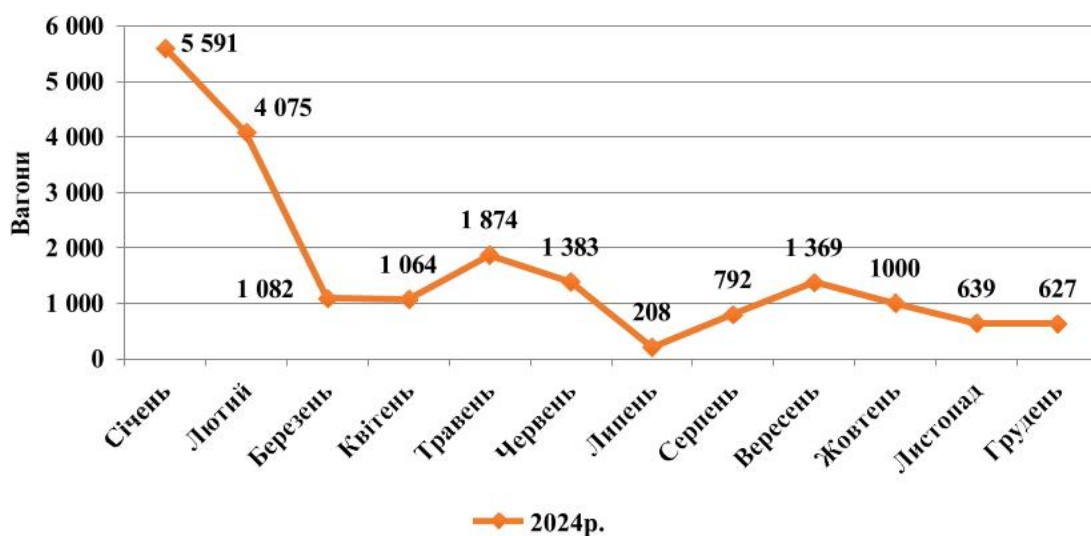
Рисунок 3.11 – Динаміка відношення кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою у експортному сполученні по станціям у 2024 році до 2025 року

Динаміку розподілу кількості вагонів з чорними металами у експортному сполученні по станціям по місяцях за 2024–2025 рр. наведено на рисунку та рисунку 3.12.



$$\bar{N} = 5\,133 \text{ ваг}; \delta = 220,20 \text{ ваг}; R_H = 1,22$$

Рисунок 3.12 – Динаміка розподілу кількості вагонів з чорними металами у експортному сполученні по станціям по місяцях за 2024 р.



$$\bar{N} = 1\,642 \text{ ваг}; \delta = 437,67 \text{ ваг}; R_H = 3,40$$

Рисунок 3.13 – Динаміка розподілу кількості вагонів з чорними металами у експортному сполученні по станціям по місяцях за 2025 р.

Порівнюючи динаміки розподілу кількості вагонів з чорними металами в експортному сполученні по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії

Придніпровської залізниці – рисунок 3.12 та рисунок 3.13 – за 2024 рік спостерігається тенденція зменшення кількості вагонів.

Динаміку кількості вагонів з чорними металами у експортному сполученні по станціям у 2024 році до 2025 року наведено на рисунку 3.14.



$$\bar{N} = 30,68 \% ; \delta = 7,16 \% ; R_n = 3,00$$

Рисунок 3.14 – Динаміка відношення кількості вагонів з чорними металами у експортному сполученні по станціям у 2024 р. до 2025 р.

На основі аналізу вищезазначених даних загальні обсяги перевезення вантажів в експортному сполученні по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці становлять 749 406 вагонів, що становить 56,24% від обсягу усіх перевезень за 2024-2025рр. Руди залізної відправлено в експортному сполученні – 668 156 вагонів, що становить 89,15% та чорних металів 10,85% від загального обсягу перевезення вантажів в експортному сполученні. Обсяг перевезення вантажів у експортному сполученні у 2025 році виконано на 46,72% до 2025 року, причиною цього стало зменшення обсягу навантаження вантажів, призупинення видобутку та виробництва підприємствах, значне зменшення по підприємствах реалізації товарної продукції в тому числі

через зниження попиту на сировину і продукцію, внаслідок змін кон'юнктури ринку.

У даному розділі проводиться детальний аналіз динаміки розподілу кількості вагонів, що надійшли з підприємств по яких найбільше здійснюється навантаження та відправлення, в тому числі в експортному сполученні по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці. Аналіз проводиться на основі даних спостережень за роботою станцій протягом 2024 – 2025 рр. Навантаження руди залізної в експортному сполученні здійснюється на підприємствах:

- ПРАТ «ЦГЗК» на під'їзних коліях станції Грекувата;
- АТ «Кривбасзалізрудком» на під'їзних коліях станцій Вечірній Кут, Рокувата, Шмакове;
- ПРАТ «ПІВНГЗК» на під'їзних коліях станцій Рядова, Терни;
- ПРАТ «ІНГЗК» на під'їзних коліях станції Інгулець;
- ПРАТ «СУХА БАЛКА» на під'їзних коліях станцій Рокувата, Вечірній Кут.

Найбільше навантаження чорних металів в експортному сполученні здійснюється на під'їзних коліях станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці, Кривий Ріг-Головний комбінат ПАТ «АМКР».

Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою, по підприємствах та під'їзних коліях станції, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці за період 2024-2025 рр. наведено на рисунку 3.15.

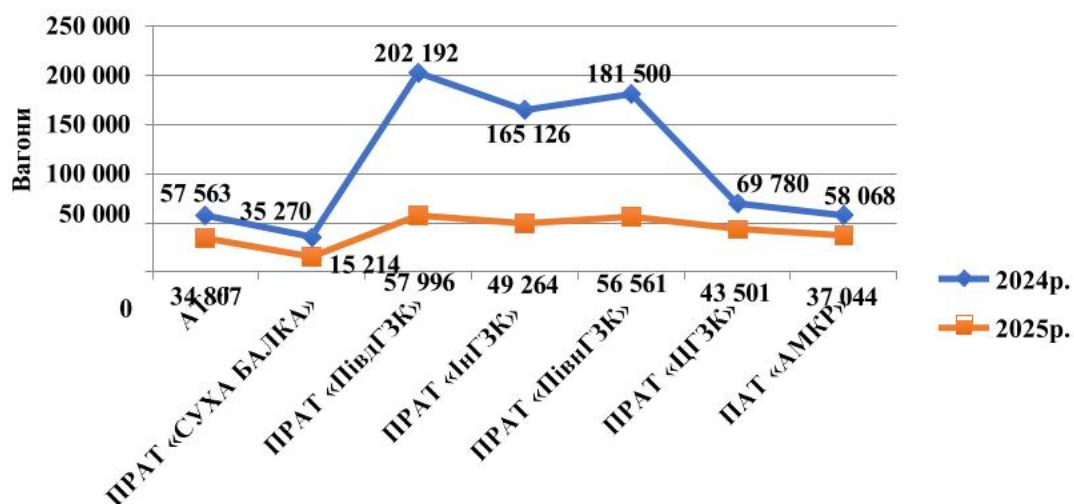


Рисунок 3.15 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по підприємствах та під'їзних коліях станцій за період 2024-2025 рр.

Діаграма відношення кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по підприємствах та під'їзних коліях станцій у 2024 році до 2025 року по ст. Кривий Ріг наведено на рисунку 3.16.

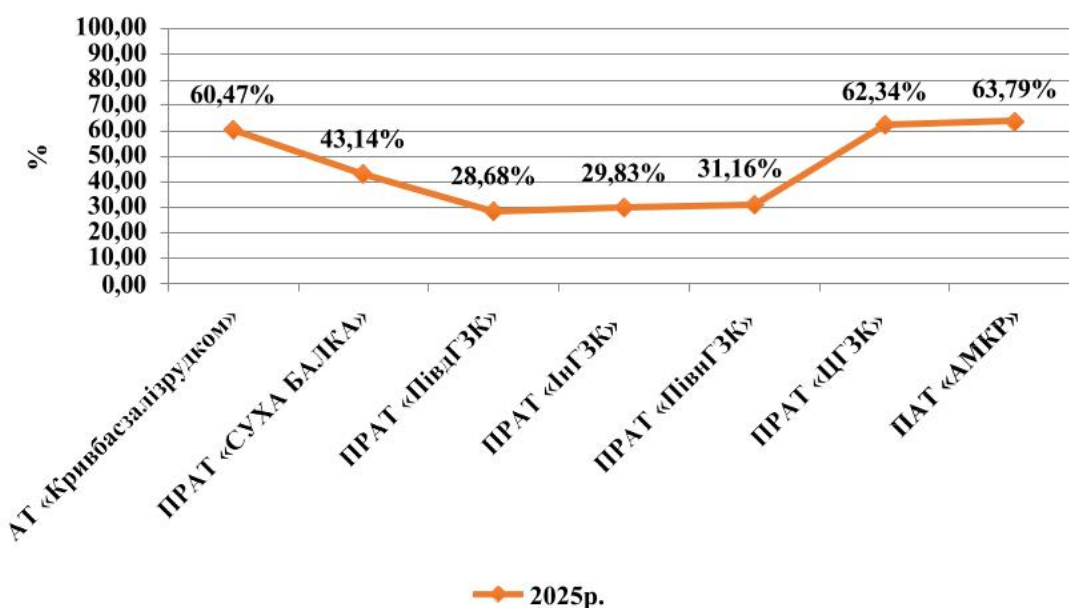


Рисунок 3.16 – Діаграма відношення кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по підприємствах та під'їзних коліях станцій у 2024 р. до 2025 р. по станціям

Динаміка розподілу кількості вагонів з чорними металами по підприємству ПАТ «АМКР» за період 2024-2025 рр. наведено на рисунку 3.17.

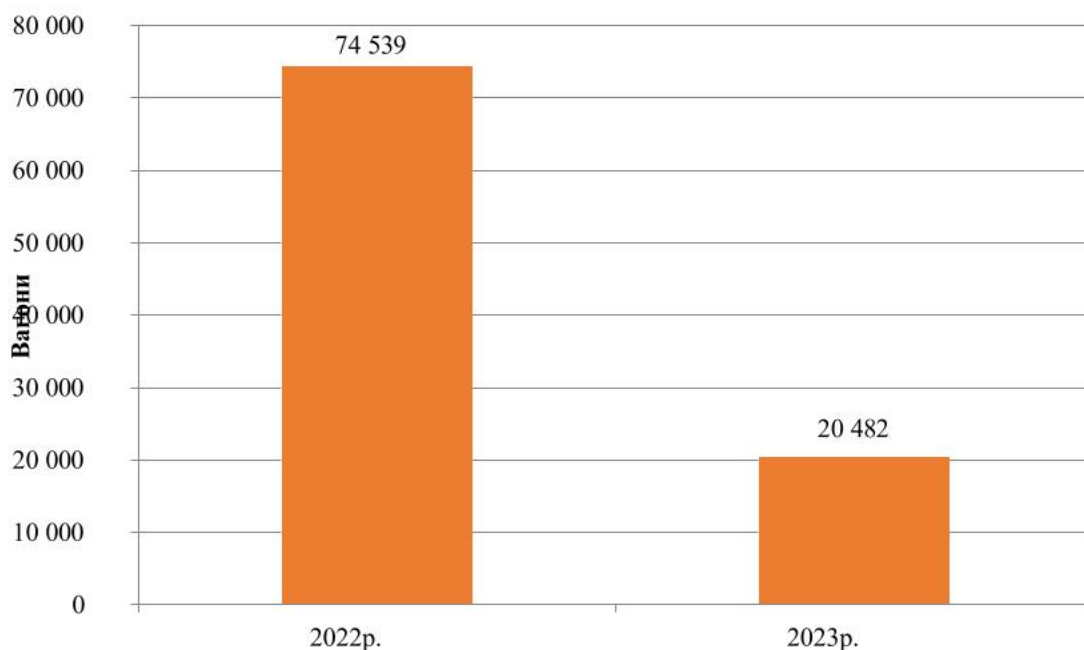


Рисунок 3.17 – Динаміка розподілу кількості вагонів з чорними металами по підприємству ПАТ «АМКР» за період 2024-2025 рр.

На основі аналізу динаміки розподілу кількості вагонів з чорними металами по підприємству ПАТ «АМКР» зроблено висновок, що у 2025 році складає 27,48% до 2025 року.

Діаграму розподілу відправлення кількості вагонів по прикордонно-передавальних станціях призначення наведено станом на 2024 р. наведено на рисунку 3.18.

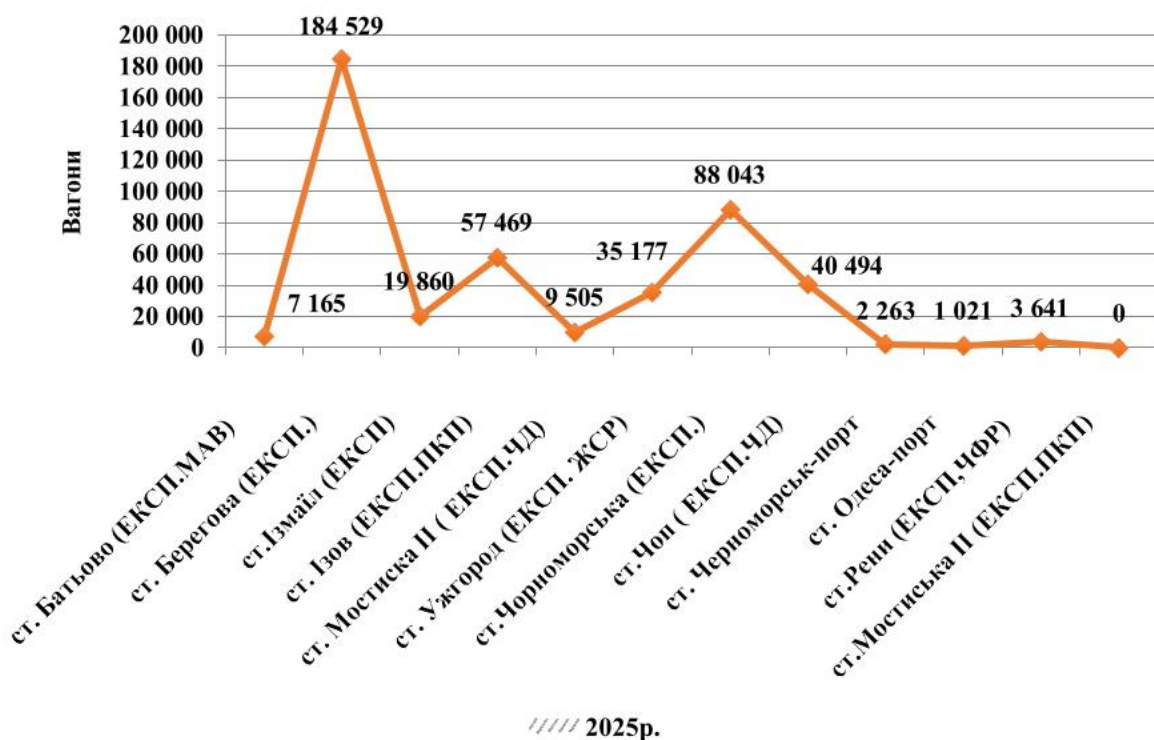


Рисунок 3.18 – Діаграма розподілу відправлення кількості вагонів по прикордонно-передавальних станціях призначення станом на 2025 р.

В таблиці 3.4 наведено загальна кількість вагонів відправлення по прикордонно-передавальних станціях призначення по місяцях за 2025 р.

Таблиця 3.4 – Загальна кількість вагонів відправлення по прикордонно-передавальних станціях призначення по місяцях за 2025 р.

Станція призначення	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
ст. Батьово (ЕКСП.МAB)	262	357	625	514	786	208	676	559	643	738	1 296	501
ст. Берегова (ЕКСП.)	12 398	11 782	12 728	13 054	11 411	18 039	18 738	19 227	16 114	20 119	15 705	15 214
ст. Ізмаїл (ЕКСП.)	1 163	1 108	1 570	1 308	1 614	2 374	3 126	1 843	1 424	1 638	1 752	940
ст. Ізов (ЕКСП. ПКП)	5 518	5 106	5 287	4 543	3 310	4 683	4 298	4 860	4 457	5 240	5 644	4 523
ст. Мостиска II (ЕКСП. ЧД)	408	877	649	991	1 032	827	1 295	977	311	318	681	1 139
ст. Ужгород (ЕКСП. ЖСР)	2 287	1 399	2 027	2 712	3 785	3 836	4 989	2 574	2 304	3 347	2 859	3 058
ст. Чорноморська (ЕКСП.)	9 523	9 480	12 776	12 706	12 541	613	0	0	7 743	8 347	7 099	7 215
ст. Чоп (ЕКСП. ЧД)	3 325	2 479	2 722	3 817	3 904	3 829	4 406	2 860	3 093	3 683	2 913	3 463
ст. Черноморськ-порт	0	0	0	0	1 058	785	420	0	0	0	0	0
ст. Одеса-порт	0	0	0	0	0	1 021	0	0	0	0	0	0
ст. Рени (ЕКСП. ЧФР)	0	0	0	0	0	0	530	209	634	654	580	1 034
ст. Мостиська II (ЕКСП. ПКП)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

На основі аналізу таблиці щомісячно у 2025 році найбільша кількість вагонів було відправлено на станцію Берегова (ЕКСП) та станцію Чорноморська

(ЕКСП), проте через конфенційні заборони обсяг відправлення на станцію Черноморська(ЕКСП) було призупинено в липні та серпні. Також спостерігається нестабільність відправок на станцію Рени (ЕКСП.ЧФР) та припортові станції – Черноморськ-порт та Одеса-порт через не узгодженість планів-перевезення вантажовідправниками.

Діаграму розподілу відправлення кількості вагонів по прикордонно-передавальних станціях призначення станом на 2025 р. наведено на рисунку 3.19.

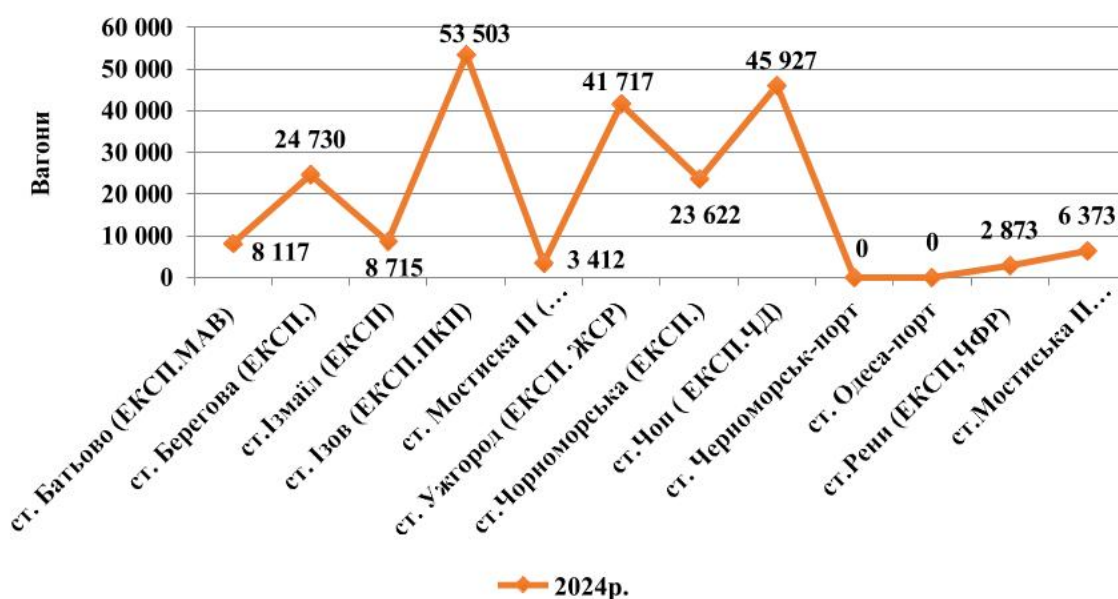


Рисунок 3.19 – Діаграма розподілу відправлення кількості вагонів по прикордонно-передавальних станціях призначення станом на 2025 р.

В таблиці 3.5 наведена загальна кількість вагонів відправлення по прикордонно-передавальних станціях призначення по місяцях за 2025 р.

Таблиця 3.5 – Загальна кількість вагонів відправлення по прикордонним станціям призначення по місяцях за 2025 р.

Станція призначення	Місяць											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
ст. Батьово (ЕКСП.МAB)	888	683	474	693	776	1 528	1 660	1 257	0	0	0	212
ст. Берегова (ЕКСП.)	12 890	11 311	370	0	0	0	0	106	53	0	0	0
ст. Ізмаїл (ЕКСП.)	1 346	1 069	0	2 277	1 589	0	0	53	423	393	848	717
ст. Ізов (ЕКСП. ПКП)	4 240	3 361	11 138	6 946	7 428	5 758	4 825	3 525	1 344	10 388	2 070	1 830
ст. Мостиска II (ЕКСП. ЧД)	488	474	1 054	371	654	371	0	0	0	0	0	0
ст. Ужгород (ЕКСП. ЖСР)	3 670	3 226	9 635	5 051	3 924	3 835	2 278	2 232	1 643	1 810	1 915	2 498
ст. Чорноморська (ЕКСП.)	13 665	9 957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ст. Чоп (ЕКСП. ЧД)	2 747	3 316	5 258	6 196	5 506	3 902	2 326	2 921	3 256	2 772	5 044	2 683
ст. Черноморськ-порт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ст. Одеса-порт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ст. Рени (ЕКСП. ЧФР)	1 030	677	0	583	424	159	0	0	0	0	0	0
ст. Мостиська II (ЕКСП. ПКП)	0	0	0	1 166	1 744	954	1 378	1 131	0	0	0	0

На основі аналізу таблиці 3.5 щомісячно у 2025 році найчастіше було відправлено вагонів на станцію Батьово (ЕКСП.МAB), станцію Ізмаїл (ЕКСП), станцію Ізов (ЕКСП), станцію Ужгород (ЕКСП.ЖСР), станцію Чоп (ЕКСП.ЧД). Також спостерігається нестабільність відправок на станцію Рени (ЕКСП.ЧФР), станцію Мостиска II (ЕКСП.ЧД) та Мостиска II (ЕКСП.ПКП.) через не узгодженість планів-перевезення вантажовідправниками. На інші станції було призупинено відправлення вагонів через конвенційні заборони.

Діаграму відношення відправлення вагонів по прикордонно-передавальних станціях призначення у 2025р. в порівнянні до 2024р. наведено на рисунку 3.20.

На основі аналізу вищезазначених даних розподілу відправлення кількості вагонів в експортному сполученні по станціям, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці за період 2024-2025 рр. здійснювалось через прикордонно-передавальні станції:

- Ізов (ЕКСП.ПКП), Мостиська II (ЕКСП.ПКП) на Польщу;
- Чоп (ЕКСП.ЧД), Мостиська II (ЕКСП.ЧД) на Чехію;
- Ужгород (ЕКСП. ЖСР) на Словаччину;
- Батьово (ЕКСП.МAB) на Угорщину;
- Рени (ЕКСП,ЧФР) на Румунію;
- припортові станції: Ізмаїл (ЕКСП), Одеса-Порт (ЕКСП.), Чорноморська (ЕКСП. для ТИС), Чорноморськ - порт (ЕКСП.) , Берегова (ЕКСП.).

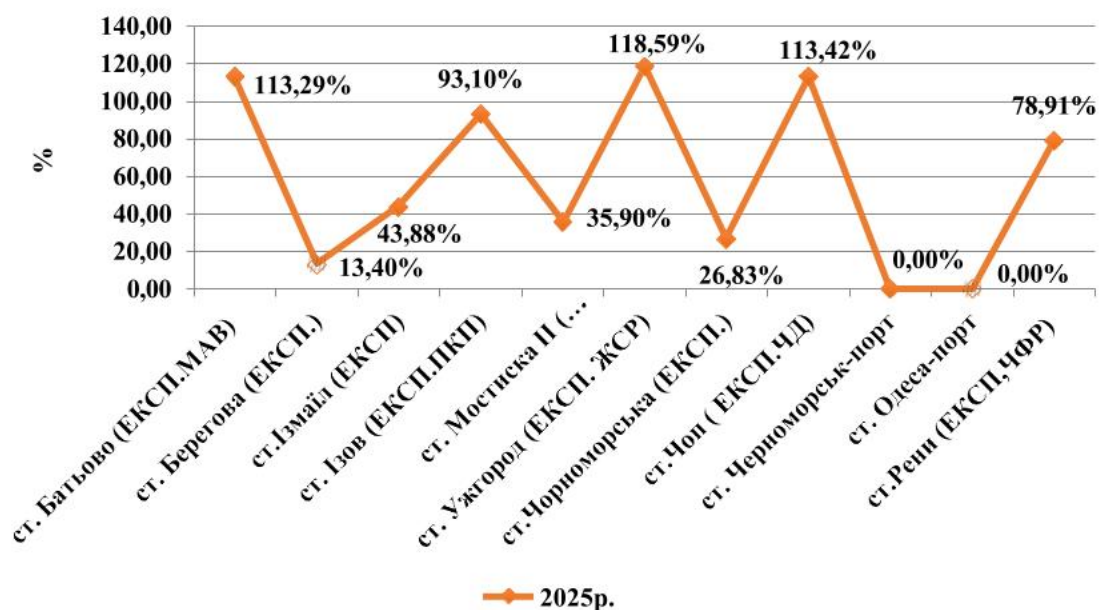


Рисунок 3.20 – Діаграма відношення кількості вагонів відправлених по прикордонно-передавальних станціях призначення у 2025 р. в порівнянні до 2024 р.

Найбільше було відправлено станціями, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці за 2024-2025 рр. в експортному сполученні вагонів на станції: Берегова (ЕКСП.) – 209 259 вагонів (31,32%), Чорноморська (ЕКСП. для ТИС) – 111 665 вагонів (16,71%), Ізов (ЕКСП.ПКП) – 110 972 (16,61%), Чоп (ЕКСП.ЧД) – 86 421 вагонів (12,93%), Ужгород (ЕКСП. ЖСР) – 76 894 вагонів (11,51%), інші прикордонно-передавальні станції становлять – 10,92% від загальної суми відправлення вагонів по станціям в експортному сполученні.

У 2024 р. обсяг відправлення вагонів призначенням на припортові станції становив на станцію Берегова (ЕКСП.) – 184 529 вагонів (88,18%) та станцію Чорноморська (ЕКСП. для ТИС) – 88 043 вагона (78,85%), коли у 2025р. на станцію Берегова (ЕКСП.) – 24 730 вагонів (11,82%), а на станцію Чорноморська (ЕКСП. для ТИС) – 23 622 вагона (21,15%). У 2023 році обсяг відправлення вагонів на станцію Берегова (ЕКСП.) виконано на 13,40 % до 2024 року, а на станцію Чорноморська (ЕКСП. для ТИС) на 26,83% до 2024 року, причиною

цьому стало ведення конвенційні заборон на порти регіональної філії «Одеська залізниця», спричинених воєнним станом в Україні з 24 лютого 2022 року. Проте у 2025 року до 2024р. збільшився обсяг відправлення вагонів на станцію Батьово (ЕКСП.МAB) на 113,29% напрямком на Угорщину; на станцію Ужгород (ЕКСП.ЖСР) на 118,59% напрямком на Словаччину; на станцію Чоп (ЕКСП.ЧД) на 113,42 % напрямком на Чехію, також у 2024 р. з'явилися відправлення на станцію Мостиська II (ЕКСП.ПКП) напрямком на Польщу.

Діаграму розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою, по підприємствах в експортному сполученні за період 2024-2025 рр. наведено на рисунку 3.21.

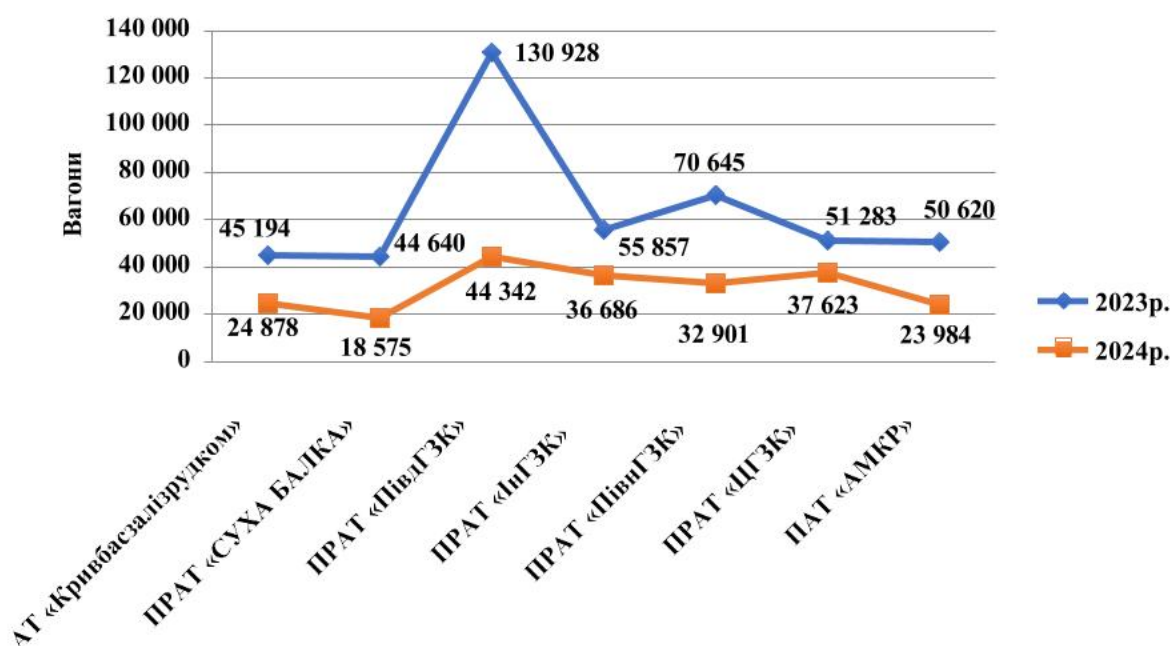


Рисунок 3.21 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по підприємствах в експортному сполученні за період 2024-2025 рр.

Діаграма відношення відправлення вагонів руди залізної і марганцевої по підприємствах в експортному сполученні у 2025 р. до 2024 р. наведено на рисунку.

Діаграми розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях та підприємствах за 2024-2025 рр. наведено на рисунку 3.22.

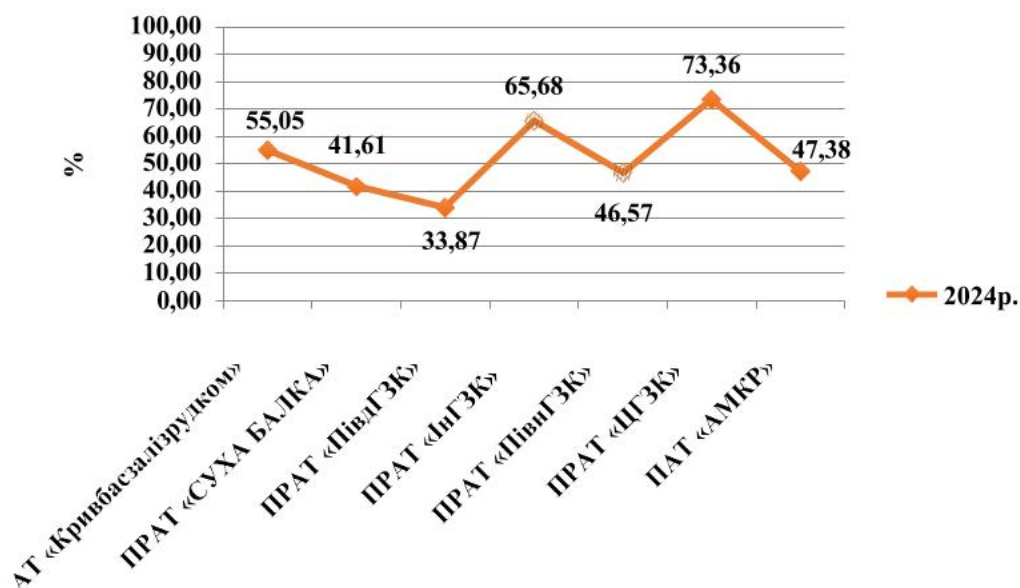


Рисунок 3.22 – Діаграма відношення кількості відправлених вагонів з рудою залізною і марганцевою по підприємствах в експортному сполученні у 2025 р. до 2024 р.

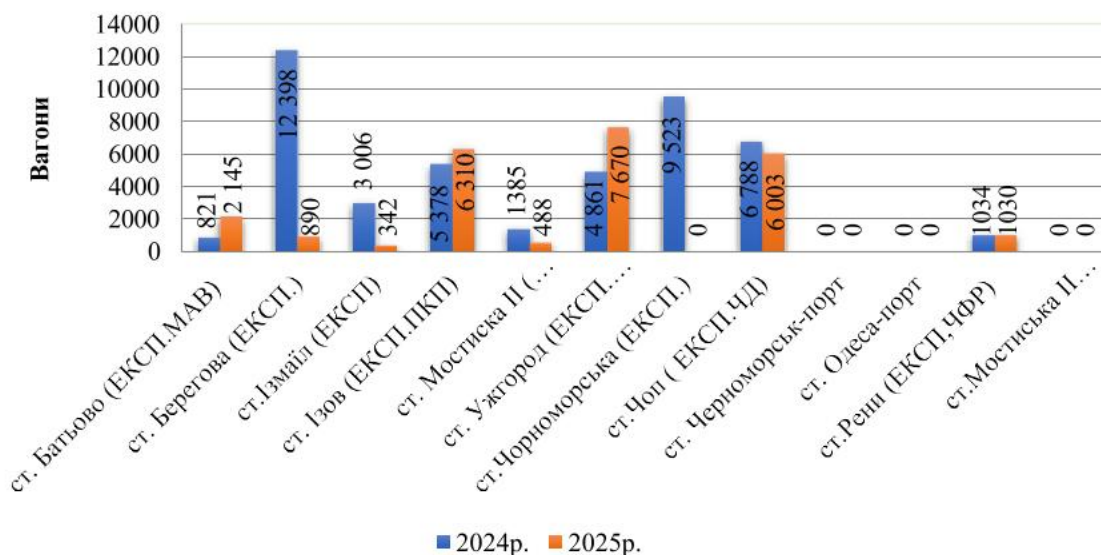


Рисунок 3.23 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству АТ «Кривбасзалірудком» за 2024-2025 рр.

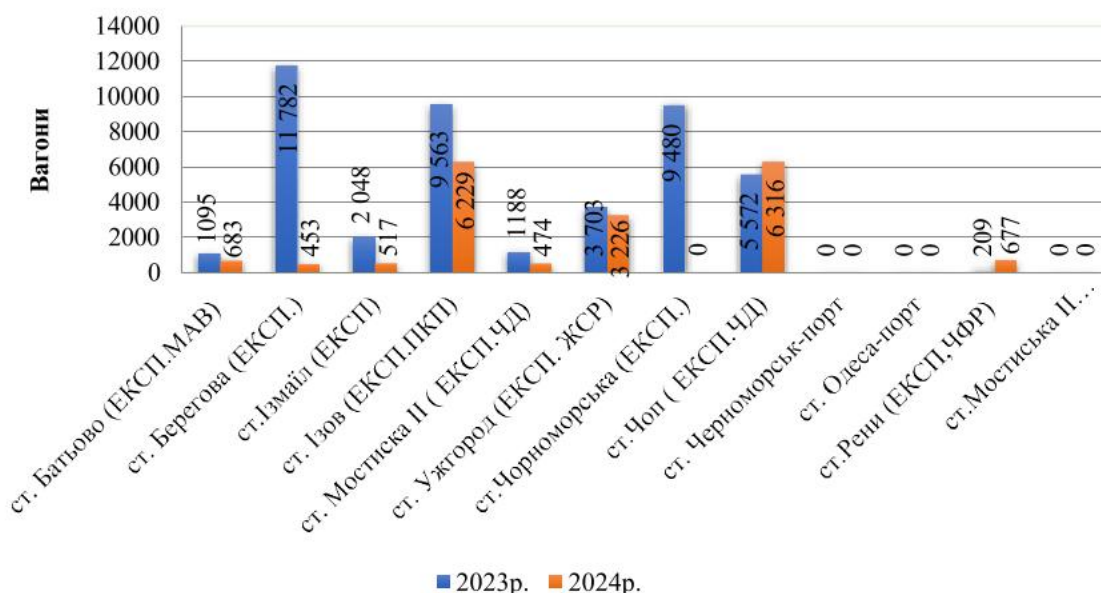


Рисунок 3.24 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПРАТ «СУХА БАЛКА» за 2024-2025 рр.

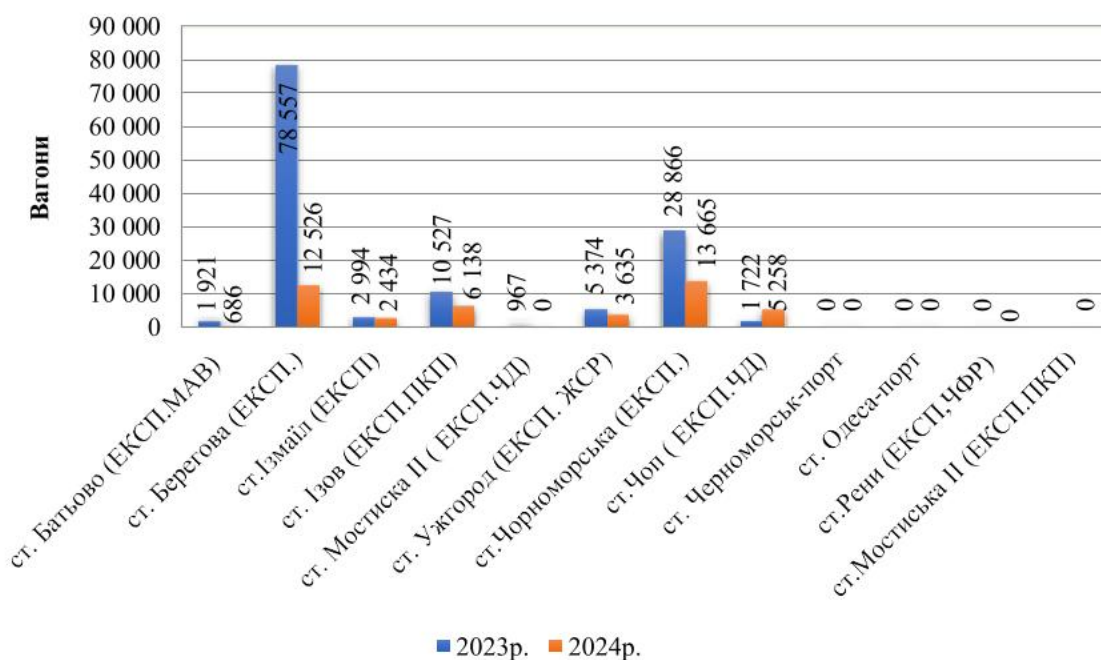


Рисунок 3.25 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПРАТ «ПівдГЗК» за 2024-2025 рр.

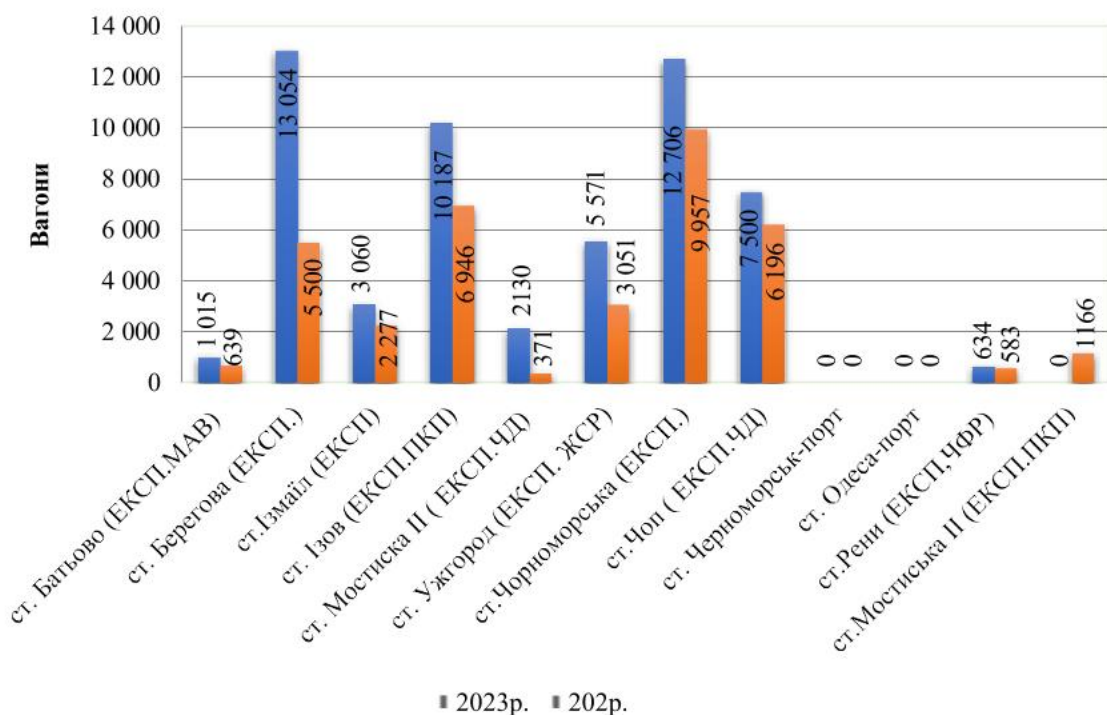


Рисунок 3.26 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПРАТ «ІнГЗК» за 2024-2025 рр.

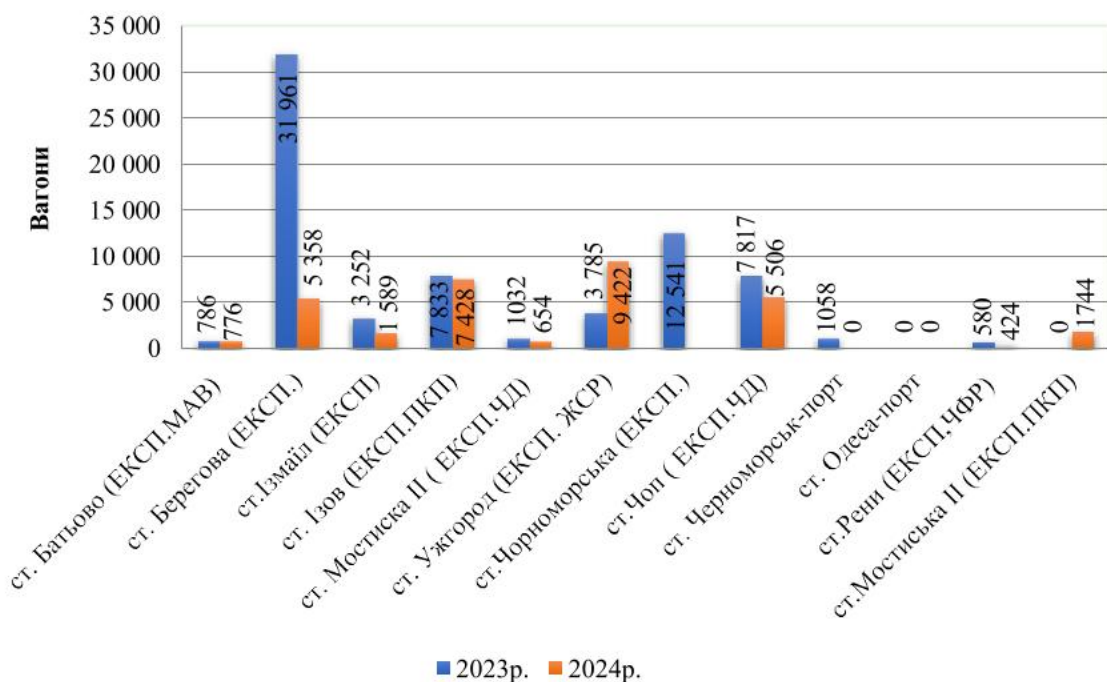


Рисунок 3.27 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПРАТ «ПівнГЗК» за 2024-2025 рр.

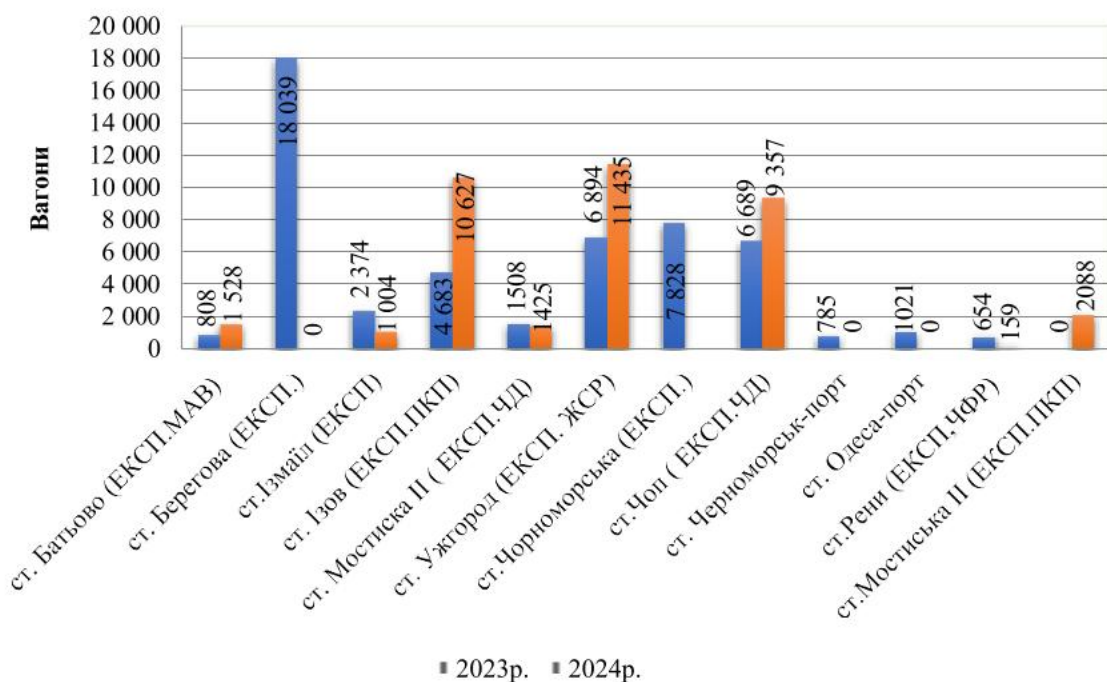


Рисунок 3.28 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПРАТ «ЦГЗК» за 2024-2025 рр.

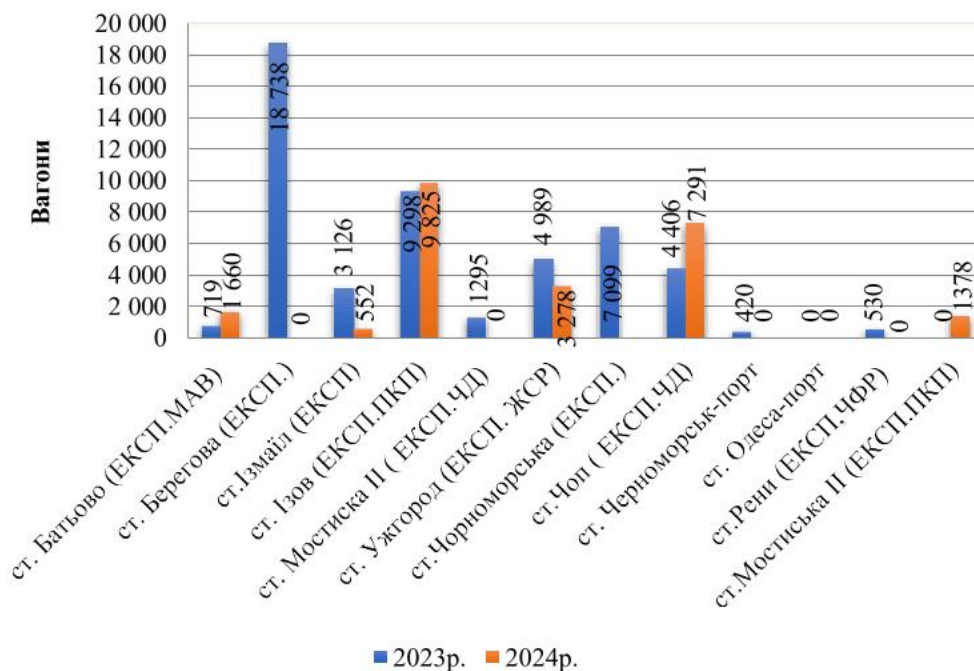


Рисунок 3.29 – Діаграма розподілу кількості вагонів з рудою залізною і марганцевою по прикордонно-передавальних станціях призначення по підприємству ПАТ «АМКР» за 2024-2025 рр.

Наведені динаміки кількості вагонів, що прямують в експортному сполученні (рисунки) свідчать, що у порівнянні з 2024 роком у 2025 році спостерігається стійка тенденція падіння цих обсягів перевезень більш ніж у 2 рази. Так, як основними експортними вантажами є руда залізна і марганцева та чорні метали, то окремо досліджено тенденції зміни їх обсягів по місяцях протягом 2025 року, які свідчать, що кількість вагонів із рудою на кінець 2025 року зменшилась практично у 5 разів, а кількість вагонів із чорними металами у 9 разів у порівнянні із січнем 2025 року.

Як доводить аналіз у 2025 році більша частина експортних вантажів прямувала через західні кордони з країнами ЄС. Загальна кількість таких вагонів у 2025 році становила 160,9 тис. вагонів, що еквівалентно 3094 технологічним маршрутам.

Для надійного і безперешкодного функціонування транспортно-логістичного ланцюга при перевезенні технологічних маршрутів із залізною і марганцевою рудами та чорними металами від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до споживачів у країнах ЄС необхідно ці технологічні маршрути виставити з прикордонно-передавальних станцій АТ УЗ на колію 1435 мм суміжної країни у такий час, щоб встигнути на нитку графіку руху, наданою компанією – перевізником по ЄС. Тобто виникає фактор ризику непопадання на цю нитку графіку, що спричиняє підвищення непродуктивних вагоно-годин простоювання [2, 5, 7]. Щоб запобігти такому ефекту доцільно сформулювати автоматизовану технологію управління транспортно-логістичним ланцюгом на основі ризик-менеджменту [6, 8, 12]

4. Аналіз ризик-орієнтованих транспортних технологій

4.1 Підходи до формування ризик-орієнтованих транспортних технологій

Відповідно до поставленої мети дослідження в роботі запропоновано в напрямку розвитку ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів, який базується на логічному ланцюзі: фактор ризику – подія – економічні наслідки, фактори ризику поділити на техногенні і технологічні. До техногенних факторів ризику доцільно віднести можливе руйнування елементів залізничної інфраструктури, що може призвести до подій (знищення вантажів, елементів залізничної інфраструктури, рухомого складу, зменшення пропускної спроможності, невиконання строків доставки), а наслідками будуть витрати на відновлення залізничної інфраструктури, оточуючого середовища, рухомого складу, непродуктивні простої, штрафи від невиконання строків доставки вантажів. Технологічний фактор ризику представляє можливе невиконання строків проведення сукупності транспортно-логістичних операцій з вантажем в процесі його переміщення, тоді подією буде невиконання строків доставки вантажу, а наслідками – непродуктивні простої рухомого складу і штрафи за невиконання строків доставки.

4.2 Аналіз досліджень і публікацій щодо розробки (формування) ризик-орієнтованих транспортних технологій

Враховуючи, що функціонування транспортної галузі пов'язане із певними ризиками, багато наукових досліджень присвячено розробці ризик-орієнтованих транспортних технологій. Так, в [2] розглядається питання функціонування сортувальної станції (СС) при наявності на ній вагонів з небезпечними вантажами (НВ). Для зменшення наслідків техногенного фактору ризику у випадку, коли один із вагонів з НВ може вибухнути, пропонується розставляти такі вагони на колії, які знаходяться на достатній відстані від інших вагонів з НВ. Процес функціонування СС формалізовано у вигляді оптимізаційної математичної моделі, а результатом рішення є змінно-добовий план роботи СС. В роботі [5] польських вчених з метою збору інформації та подальшого її аналізу для оцінки імовірності загрози та потенційних наслідків пропонується використання хмарної СППР (Cloud DSS). Такий підхід для оцінки ризиків рекомендовано для залізничних транспортних компаній. Публікацію [6] присвячено формуванню автоматизованої технології надання альтернативного маршруту швидкісним пасажирським поїздам у випадку руйнування залізничної інфраструктури. З цією метою сформовано оптимізаційну математичну модель з використанням апарату ризик-менеджменту. За критерій вибору альтернативного маршруту прийнято мінімальне перевищення експлуатаційних витрат при прямуванні швидкісного пасажирського поїзду альтернативним маршрутом у порівнянні зі штатним графіковим перевезенням. Система обмежень відбиває технічні і технологічні умови перевезення. Множина альтернативних маршрутів формується на основі зваженого графу напрямку перевезень з використанням його матриці суміжності. Модель рекомендовано інтегрувати до АСКППУЗ у вигляді СППР. В роботі [7] застосовується ризик-орієнтований підхід для формування складу потягу із небезпечними вантажами (НВ) різних класів та груп сумісності з метою зменшення можливих наслідків в результаті аварійної ситуації. Сформовано комплексний критерій, який залежить від кількості груп вагонів з НВ у складі потяга, що формується на сортувальній

станції; загальної кількості вагонів з НВ; ступеня небезпеки групи, до якої віднесено вагони з НВ; кількості випадків сумісного розташування, вагонів різних груп небезпеки. З використанням цього критерію стає можливим визначати імовірність ризику при постановці у потяг вагонів з НВ. Такий підхід дозволяє сформувати відносно безпечну комбінацію із можливих варіантів при формуванні складу потягів на сортувальній станції.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок щодо доцільності подальшого розвитку ризик-орієнтованих транспортних технологій, особливо в частині організації міжнародних залізничних перевезень.

З цією метою було проаналізовано техніко-експлуатаційну характеристику і технологію роботи прикордонно-передавальної станції «Ч».

5 Техніко-експлуатаційна характеристика і технологія роботи прикордонно-передавальної станції «Ч»

Станція Чоп входить до складу виробничого структурного підрозділу «Ужгородська дирекція залізничних перевезень» регіональної філії «Львівська залізниця». За характером роботи вона є вантажною станцією, за об'єктом роботи – позакласною. Головною особливістю станції Чоп є те, що вона є міждержавною прикордонно - передавальною станцією, яка працює з двома закордонними передавальними станціями різних держав: Словаччини – Чиєра над Тисою та Угорщини – Захонь, як по колії шириною 1520 мм так і по колії шириною 1435 мм.

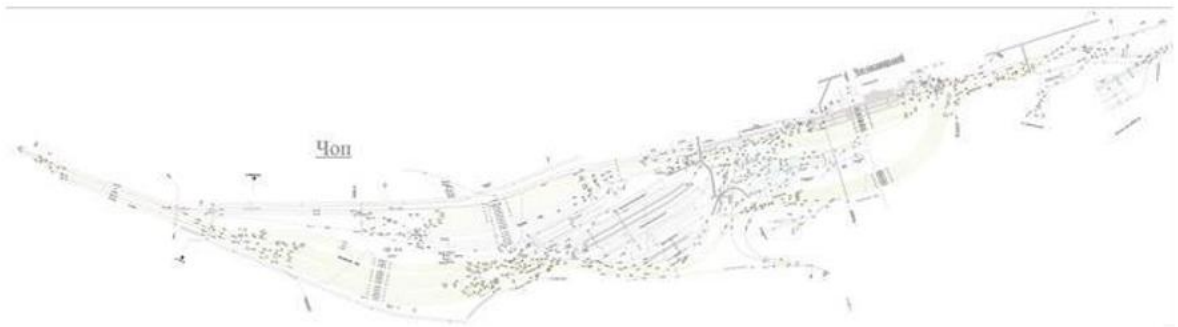


Рисунок 5.1 – Немасштабна схема позакласної міждержавної прикордонної передавальної станції Чоп

Станції Чоп підпорядковані роз'їзди 3 км та 271 км масштабні схеми яких наведені на рисунках 5.2 та 5.3 відповідно.

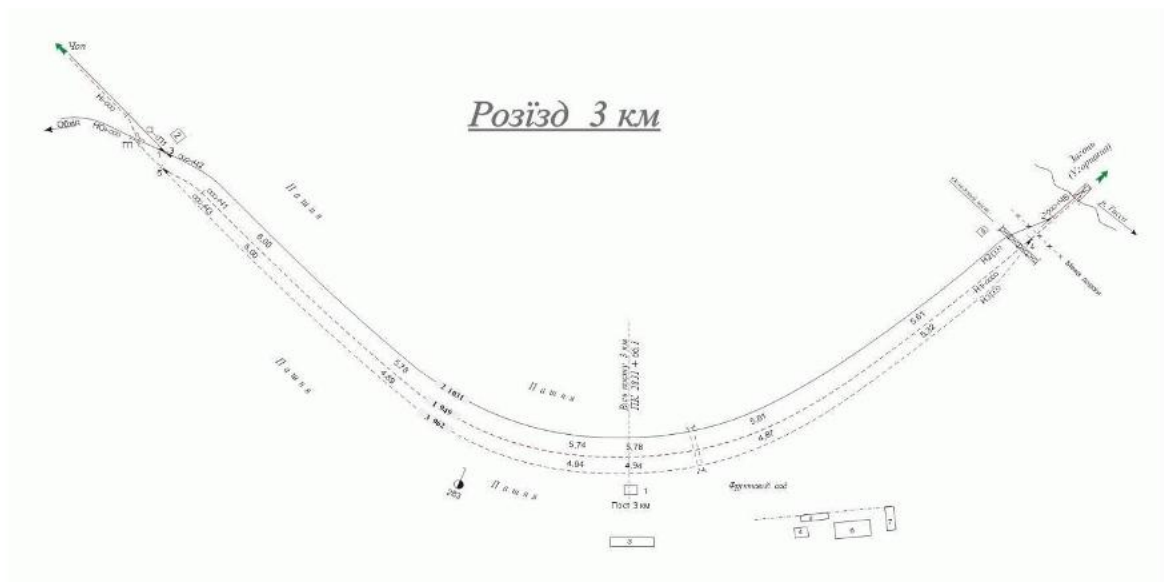


Рисунок 5.2 – Немасштабна схема роз'їзду 3 км

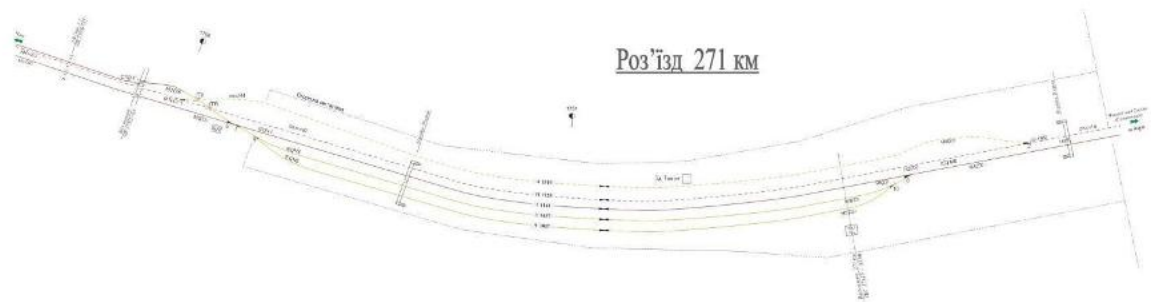


Рисунок 5.3 – Немасштабна схема роз'їзду 271 км

Особливостями технологічного процесу прикордонної передавальної станції
являється виконання наступних операцій:

- митний контроль перевізних документів стосовно наявності ліцензій, інвойсів, дозволів на право ввезення і вивезення вантажів, вантажних митних декларацій;
- декларування і митне оформлення вантажів і контейнерів, митне оформлення поїздів;
- вибіркова перевірка вантажів в складі вантажних поїздів митницею;
- прикордонний контроль вантажних і пасажирських поїздів;

- здійснення екологічного, медично-санітарного, карантинного, ветеринарного, фітосанітарного контролю ;
- візовий і паспортний контроль пасажирів, бригад провідників вагонів, обслуговуючого персоналу поїзда разом з багажем;
- облік переходу поїздів, вагонів, контейнерів по к.1520мм та 1435 мм;
- контроль за недопущенням пропуску через кордон вагонів з протермінованим ремонтом ;
- перевантаження вантажів із вагонів колії 1435 мм в вагони колії 1520 мм;
- контроль за поступленням і здачею вагонів СНД на станції;
- огляд в технічному і комерційному відношенні (цілісність ЗПП, правильність навантаження на відкритому рухомому складі) при прийманні і здаванні поїздів інозалізницями;
- перевірка кількості і номерів транспортних пристроїв, які приймаються і мають бути повернені за кордон;
- складання актів розкриття вагонів на кордоні і актів загальної форми;
- складання актів неприймання вагонів;
- переклад перевізних документів і актів інозалізниць;
- оформлення додаткових дорожніх відомостей;
- нарахування і перевірка правильності нарахування провізних платежів і додаткових зборів;
- перевірка наявності карантинних, ветеринарних, фітосанітарних, свідоцтв, вантажно-митних декларацій;
- облік кількісних і якісних показників по імпорту та експорту;
- особливості роботи в автоматизованих системах управління, в АРМах.

Узагальнена технічна та експлуатаційна характеристика станції наведена у таблицях 5.1. – 5.4.

Таблиця 5.1 – Загальна характеристика станції та підходів до неї

№ з/п	Найменування показника	Значення
1	2	3
1	Код ЄСР	380101
2	Клас станції	Позакласна
3	Параграфи, за якими працює станція	Г, М, П, Т, § 1,3
4	Прилеглі перегони:	
4.1	- у непарному напрямку:	
	кількість головних колій	5
	засоби зв'язку	двостороннє напівавтоблокування, двостороннє автоблокування
	основний вид тяги	Електровозна, тепловозна
4.2	- у парному напрямку:	
	кількість головних колій	8
	засоби зв'язку	двостороннє напівавтоблокування, двостороннє автоблокування
	основний вид тяги	електровозна, тепловозна
5	Сортувальні пристрої:	
5.1	- сортувальна гірка:	
5.1.1	тип гірки	Сортувальний парк. Немеханізована гірка малої потужності колії 1520 мм
		Гірочний парк. Механізована гірка малої потужності (ГАЦ) колії 1435 мм
5.1.2	кількість колій насуву	1 – к. 1520 мм, 1 – к. 1435 мм

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
5.1.3	локомотиви та їх кількість	ЧМЕ-3, 1 лок. по к.1520 мм; ЧМЕ-3, 1 лок. по к.1435 мм;
5.2	витяжні колії, їх номери	№15 к.1520 мм, №57 к.1435 мм
5.2.1	місткість витяжних колій	колія № 15 – 15 умовних вагонів колія № 57 – 62 умовних вагонів
5.2.2	локомотиви та їх кількість	1к.1520 мм, 1к. 1435 мм

Станція Чоп складається з 6 парків:

- Сортивальний парк ;
- парк Перевантаження ;
- парк Промивки;
- Гірочний парк ;
- Пасажирський парк ;
- Ужгородський парк.

СОРТУВАЛЬНИЙ ПАРК призначений для пропуску пасажирських поїздів, для накопичення вагонів по призначеннях плану формування і відправлення парних і непарних вантажних поїздів, формування і розформування парних і непарних вантажних поїздів, прийому імпорту по колії 1520 мм, формування передач із вантажних вагонів, підбирання порожніх вагонів під навантаження, технічного і комерційного огляду вагонів.

Для сортування вагонів у сортувальному парку передбачена немеханізована сортувальна гірка.

У сортувальному парку проводиться комерційний огляд і технічне обслуговування поїздів і вагонів по прибуттю і відправленню, состави до

технічного обслуговування і комерційного огляду пред'являє маневровий диспетчер. Докладно порядок проведення технічного обслуговування і комерційного огляду викладений у п. 2.18 ТРА станції.

Сортувальний парк розбитий на 2 маневрових райони згідно п.3.2 ТРА станції: 6-й - парна сторона сортувального парку, 7-й - непарна сторона сортувального парку.

ПАРК ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ призначений для обробки фронтів перевантаження, формування передач із навантажених і порожніх вагонів.

Парна горловина парку промивки, згідно п. 3.2 ТРА станції віднесена до 6- го маневрового району.

ПАРК ПРОМИВКИ призначений для відстою та екіпірування пасажирських вагонів , вивантаження вугілля для пасажирських вагонів, підготовки критих вагонів.

У парку промивки виділений 6-й маневровий район - з боку парної горловини парку промивки.

ГІРОЧНИЙ ПАРК призначений для розформування составів з гірки, формування подач на фронти парку перевантаження, підформування і формування составів на напрямки Мукачево і Королево, здійснення комерційного і технічного огляду поїздів і вагонів, виміру переставлених цистерн.

У Гірочному парку розташована механізована гірка, що обладнана вагоноуповільнювачами.

У Гірочному парку робиться комерційний і технічний огляд поїздів і вагонів по прибуттю і відправленню, состави до технічного і комерційного огляду пред'являє ДСП поста ЕЦ-3. Докладно порядок проведення технічного і комерційного огляду викладений у п. 2.18 ТРА станції.

Згідно ТРА станції п. 3.2 гірковий парк розбитий на 2 маневрових райони – парна горловина - 4-й маневровий район, непарна горловина – 5-й маневровий район».

ПАСАЖИРСЬКИЙ ПАРК призначений для підформування і формування составів на Словаччину та Угорщину, для прийому і здачі поїздів на Словаччину

та Угорщину, для формування составів пасажирських поїздів, підбирання місцевих вагонів, обробки фронтів парку перевантаження.

У Пасажирському парку робиться комерційний огляд і технічне обслуговування поїздів і вагонів по прибуттю і відправленню, состави до технічного обслуговування і комерційного огляду пред'являє ДСПП МВ-2. Докладно порядок проведення технічного обслуговування і комерційного огляду викладений у п. 2.18 ТРА станції.

Пасажирський парк розбитий на 2 маневрових райони: I-й маневровий район - парна горловина Пасажирського парку, 2-й маневровий район - непарна горловина Пасажирського парку.

УЖГОРОДСЬКИЙ ПАРК призначений для формування і підформування поїздів на Словаччину, прийому і здачі поїздів на Словаччину, технічного і комерційного огляду по прибуттю і відправленню, а також для здачі порожніх вагонів під навантаження, обробки фронтів перевантаження, формування подач із навантажених і порожніх вагонів.

У Ужгородському парку робиться комерційний і технічний огляд поїздів і вагонів по прибуттю і відправленню, состави до технічного і комерційного огляду пред'являє ДСПП Ужгородського парку. Докладно порядок проведення технічного і комерційного огляду викладений у п. 2.18 ТРА станції.

Ужгородський парк складається з одного маневрового району – № 3.

Таблиця 5.2 – Характеристика колійного розвитку

№ з/п	Назва парку	Кількість колій	Номери колій та їх призначення	Місткість в умовних вагонах	Корисна довжина в м
1	2	3	4	5	6
1	Сортувальний парк (колія 1520 мм)	4	II, III, IIIA – головна	45-64	663-955

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
			XІс – головна (колії 1435 мм)	56*	720
		4	1, 16, 17, 18 - приймально - відправна	65-72	944-1046
		8	4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12- приймально - відправна, сортувальна	50-60	744 – 876
		1	1а - з'єднувальна для пропуску одиночних локомотивів, пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	81	1172
		4	16, 5а, 7, 17а - з'єднувальна	2-21	30-306
		1	19 – витяжна	58	838
		1	2г- гіркова, для насування вагонів	5	79
		2	19а, 23 – запобіжна	3-5	42-75
2	Парк Промивки (колія 1520 мм)	2	1п, 2п - відстійні для відстою і екіпірування пасажирських вагонів	10*	261-269

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
		1	3п - відстійна для технічного обслуговування вагонів АРВ, вивантаження вугілля для пасажирських вагонів	9	237
		1	4п – відстійна для підготовки критих вагонів, рефсекцій, відстою пасажирських вагонів	11*	291
		1	11п – запобіжна	1	23
3	Гірочний парк (колія 1435 мм)	1	Хгв – головна для пропускання пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках суміщеної колії 1520мм і 1435 мм	84*	1086
		6	41,42,43,44,45,46 - приймально-відправна, сортувальна	65*-68*	841-877
		7	47,48,49,51,52,53,54 - сортувальна	54*-66*	681-836
		1	57 - витяжна	62*	794
		1	58 - запобіжна	2*	37
		2	59,64 - обвідна	12*-14*	161-202
		1	60 – колія насуву	5*	69
		1	65 - вагова	12*	158
		1	23 – виставна, для відстою вагонів	6*	82

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
4	Гірочний парк (колія 1520 мм)	1	Хг - головна для пропускання пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках суміщеної колії 1520мм і 1435мм	75	1086
		1	15 – витяжна	15	238
5	Пасажирський парк (колія 1520 мм)	2	Ц, Х – головна для приймання і відправлення пасажирських поїздів в обох напрямках	20* - 37	539-559
		2	1, 4 - приймально-відправна для приймання і відправлення пасажирських поїздів в обох напрямках	20*	544-549
		1	5 - приймально-відправна для приймання і відправлення пасажирських поїздів та пропуску вантажних в парному напрямку	20*	543
		1	19 - навантажувально-розвантажувальна, та відстою спеціальних вагонів пасажирського типу	5*	144

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
		1	20 - відстійна для відстою спеціальних вагонів пасажирського типу та розвантажування вагонів	6*	149
		2	22, 54 – виставна для відстою вагонів	2*-7	49-106
		2	55 ,55а - запобіжна	2-3	39-47
		2	36, 5б - з'єднувальна	7	103-106
6	Пасажирський парк (колія 1435 мм)	1	III- головна для приймання і відправлення пасажирських поїздів в обох напрямках і пропуску вантажних парних поїздів	20*	516
		1	1а - приймально-відправна для приймання і відправлення пасажирських поїздів в обох напрямках	20*	549
		6	8, 9, 10, 11, 12, 13 - приймально-відправна для приймання, відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	48*-67*	623-855
		3	6, 7, 35 – виставна для відстою вагонів, локомотивів	5*-8*	65-106

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
		3	18 (не діє), 27, 29 - вितяжна	1*-28*	38-373
		1	21 (не діє) – навантажувально- вивантажувальна	9*	117
		2	33, 38 - з'єднувальна	8*-28*	109-351
7	Ужгород- ський парк (колія 1520 мм)	1	Iу - головна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках, пропуску вантажних поїздів, відстою та екіпіровки	72	1054
		1	ПА – головна для приймання, відправлення, пропуску вантажних поїздів в обох напрямках	22	348
		1	2у - приймально- відправна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках, пропуску вантажних поїздів, відстою та екіпіровки	74	1072

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
		5	3у, 4у, 5у, 6у, 7у - приймально-відправна	64-72	944-1054
		2	8у, 13у - виставна	5-8	81-117
		2	12у, 39 - з'єднувальна	7-30	102-426
		1	11у - витяжна	28	414
8	Парк Переванта- ження (колія 1435 мм)	3	3 (не діє), 4, 8 - навантажувально- вивантажувальна	37*-46*	468-576
		1	20 - з'єднувальна	8*	105
9	Парк Промивки (колія 1435 мм)	1	6п - відстійна для технічного обслуговування вагонів	23	292
10	Парк Перевантаж ення (колія 1520 мм)	1	1 - сортувальна для підготовки порожніх вагонів під завантаження	37	524
		1	2 - навантажувально- вивантажувальні	39	548
		2	5, 6 - навантажувально- вивантажувальна для відстою пасажирських составів	36	506-508
		2	9, 10 - сортувально- вивантажувальна	10-45	142-637
		2	40, 41- відстійна для відстою вагонів	9-26	129-373

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
		1	62 - підвищена	25	351
11	Роз'їзд 271 км (колія 1520 мм)	1	I – головна для приймання і відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	79	1144
		2	3, 5 – приймально-відправні для приймання і відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	72	1042-1044
12	Роз'їзд 271 км (колія 1435 мм)	1	II - головна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	88*	1128
		1	4 - приймально-відправна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	103*	1310
13	Роз'їзд 3 км (колія 1520 мм)	1	2- приймально-відправна для приймання і відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	70	1023

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6
14	Роз'їзд 3 км (колія 1435 мм)	1	I - головна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	74*	978
		1	3- приймально- відправна для приймання і відправлення пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	75*	965

Примітка:

– місткість колій №№ 1п, 2п парку Промивки вказана в 4-вісних пасажирських вагонах;

– місткість колій №№ 1, II, 4, 5, 19, 20, 54 Пасажирського парку (колія 1520мм), колій №№ 1а, III Пасажирського парку (колія 1435мм) вказана в 4- вісних пасажирських вагонах;

– місткість колій №№ 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 21, 27, 29, 33, 35, 38, Пасажирського парку (колія 1435мм), колій №№ 3, 4, 8, 20 парку Перевантаження (колія 1435мм) вказана в 4-вісних умовних вагонах колії 1435мм;

– місткість колій № Хг, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 23 Гірочного парку колії 1435мм вказана в 4-осних умовних вагонах колії 1435мм.

На даний час витяжна колія № 15 експлуатується частково довжиною 200 м, місткістю 13 вагонів.

Колії для приймання, відправлення , пропускання і стоянки поїздів з негабаритними вантажами та вантажами класу небезпеки 1 (ВМ) визначені в ТРА станції Чоп в п. 1.6 (відповідно по парках станції).

На території станції розташовані колії, передані у відання виробничих структурних підрозділів залізниці:

– Сортивальний парк :

- Механізований пункт ремонту вагонів ВЧДЕ-10 (МПРВ) - колії №№ 61, 56, 57, 58, 59 примикає стрілкою №175 до колії № 1 Сортивального парку. Межа – граничні стовпчики стрілки № 175;

- Львівська механізована дистанція навантажувально-розвантажувальних робіт МЧ - Львів (МЧ - Львів) - колії №№ 37, 39 примикає стрілкою №224 до дільниці між стрілками № 226 - № 222 Сортивального парку. Межа – в'їзні ворота.

– Гірочний парк:

- Пункт перестановки вагонів (ЛВЧ-5) - колії №№ 1, 13 примикає стрілкою №404 до 15-ої витяжної колії. Межа – загороджувальний брус, що встановлений в західній горловині за хвостом хрестовини стрілочного перевodu № 352, в східній горловині загороджувальний брус, що встановлений перед початком вістряків стрілочного перевodu № 358;

- Львівська механізована дистанція навантажувально-розвантажувальних робіт МЧ-Львів (МЧ-Львів) - колії №№ 26, 28 примикає стрілкою №406 до з'єднувальної колії Г. Межа – в'їзні ворота.

– Пасажирський, Ужгородський парки:

- Пункт перестановки пасажирських вагонів (ЛВЧ-5) - колії №№1, 4, 5, 6, 13 примикає стрілкою №185 до колії № 1 Пасажирського парку. Межа – загороджувальний брус, що встановлений за хвостом хрестовини стрілочного перевodu № 352;

- Оборотноє депо ТД Чоп - колії №№ 12, 17, 17а, 17б, 20а, 24, 26, 28, 29, 30, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 з непарного боку примикає стрілкою №113 до ходової колії № 5б. З парного боку - примикає стрілкою №124 до ходової

колії № 5Іу. Межа: з непарного боку – граничний стовпчик стрілки № 113; з парного боку - маневровий світлофор № 34;

- Електропідстанція (ЕЧК-8) - колії №№15, 21, 22 примикає стрілкою №97 до виставної колії № 8у Ужгородського парку. Межа – маневровий світлофор М47;

- Вагонне депо (ВЧДЕ-10) - колії №№ 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47. По колії 1435 мм. примикає стрілкою №214 до з'єднувальної колії № 38. По колії 1520 мм. примикає стрілкою №216 до з'єднувальної колії № 39. Межа – граничні стовпчики стрілки № 214 та ГП24;

- Колія відстою пожежного поїзда - колія № 5а примикає стрілками №195 та № 193 до колії № 5х. Межа – ворота з обох боків колії.

Таблиця 5.3 – Характеристика під'їзних колій та місць загального користування

№ з/п	Кількість під'їзних колій	Допустима швидкість руху під'їзними коліями	Фронт навантаження/вивантаження	Хто обслуговує
1	2	3	4	5
1	8	5-15	по колії 1520 мм- 9 -24; По колії 1435мм - 6 -24	власник під'їзної колії

Парки з'єднані між собою наступними внутрішньовузловими з'єднаннями: – Ужгородський і Сортивальний парки сполучені двома коліями:

1с колія - одностороннє автоматичне блокування для непарних пасажирських та вантажних поїздів, маневрових передач колії 1520 мм в обох напрямках;

III Б головна з'єднувальна колія - одностороннє автоматичне блокування для парних пасажирських та вантажних поїздів, маневрових передач колії 1520 мм в обох напрямках;

– Пасажирський і Сортиувальний парки сполучені трьома коліями:

5Г колія – двостороннє автоматичне блокування для вантажних поїздів, маневрових передач колії 1520 мм в обох напрямках;

5х ходова колія - одностороннє автоматичне блокування для непарних вантажних та пасажирських поїздів, маневрових передач в обох напрямках колії 1520 мм;

IX колія - двостороннє автоматичне блокування для пасажирських та вантажних поїздів колії 1520 мм в обох напрямках;

– Сортиувальний і Гірочий парки сполучені двома коліями:

XIГ головна колія(колії 1435 мм) – двостороннє автоматичне блокування без прохідних світлофорів, для пасажирських та вантажних поїздів в обох напрямках;

XIIГ головна колія (колії 1520 мм) - двостороннє автоматичне блокування без прохідних світлофорів, для пасажирських та вантажних поїздів в обох напрямках;

– Пасажирський і Гірочний парки сполучені між собою трьома коліями:

«А» - з'єднувальна колія – двостороннє автоматичне блокування для пасажирських та вантажних поїздів колії 1520 мм в обох напрямках;

«В» - з'єднувальна колії – двостороннє автоматичне блокування, для вантажних та пасажирських поїздів колії 1435 мм в обох напрямках;

«Г» - з'єднувальна колія для вантажних поїздів, маневрових передач колії 1435 мм в обох напрямках;

– Пасажирський і Ужгородський парки сполучені між собою однією колією:

XI - колія – з'єднувальна - двостороннє автоматичне блокування для пасажирських та вантажних поїздів колії 1520 мм в обох напрямках.

- Сортувальний і парк Перевантаження сполучені між собою 3 коліями:
 - 15 з'єднувальна колія (1520 мм)- маневрові передачі в обох напрямках; 16а витяжна колія –маневрові передачі в обох напрямках;
 - 16б витяжна колія - маневрові передачі в обох напрямках;
- Сортувальний парк і парк Промивки сполучені між собою 1 колією
- 13 з'єднувальна колія (1520 мм) – для маневрових передач в обох напрямках.
- Роз'їзд 3 км з'єднаний зі станцією Чоп двома коліями:
 - УІ колія – 1520 мм – двостороннє автоблокування для вантажних поїздів в обох напрямках;
 - УІІІ колія – 14350 мм двостороннє автоблокування для пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках.
- Роз'їзд 3 км з'єднаний зі станцією Захонь однією колією:
 - І колія – суміщена 1520 мм і 1435 мм – напівавтоматичне блокування - для пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках.
- Роз'їзд 271 км з'єднаний зі станцією Чоп двома коліями:
 - ІІ колія – 1520 мм - напівавтоматичне блокування - для вантажних поїздів в обох напрямках;
 - ІУ колія – 1435 мм - напівавтоматичне блокування - для пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках.
- Роз'їзд 271 км з'єднаний зі станцією Чиєрна над Тисою двома коліями:
 - ІІ колія – 1520 мм - напівавтоматичне блокування - для вантажних поїздів в обох напрямках;
 - ІУ колія – 1435 мм - напівавтоматичне блокування - для пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках.
- У Сортувальному парку є немеханізована сортувальна гірка з однією колією насуву, обладнана башмакоскидачами – 4 лівих і 4 правих башмакоскидувача у непарній горловині Сортувального парку на коліях 4 - 12.

Гальмування відчепів, що скочуються, відбувається регулювальниками швидкості руху вагонів за допомогою укладки гальмівних башмаків і скидання їх на башмакоскидувачах.

У Гірчному парку є механізована гірка колії 1435 мм з однією колією насуву, обладнана гірковою автоматичною централізацією - ГАЦ.

Гальмування відчепів, що скочуються, відбувається на 2-х гальмівних позиціях:

- на 1-й гальмівній позиції встановлено 2 вагонних сповільнювачі типу КВ-3 62 МС;
- на 2-й гальмівній позиції встановлено 6 вагонних сповільнювачів типу КВ-3 62 МС.

Викид гальмівних башмаків із під вагонів провадиться на 13 башмакоскидачах - по одному на кожній колії з непарної сторони: 5 лівих і 8 правих.

Управління рухом поїздів і маневровою роботою здійснюється з трьох постів електричної централізації: ЕЦ-1 в центральній частині сортувального парку з розмежуванням районів управління і обов'язків між ДСП-1 ЕЦ-1 і ДСП- 2 ЕЦ-1, докладно – п.2.1 ТРА станції, ЕЦ- 2 в східній частині Пасажирського парку, ЕЦ- 3 в східній частині Гірчного парку.

Засоби зв'язку

Усі пости електричної централізації мають поїзний диспетчерський зв'язок з ДНЦ відповідного кола, поїзний міжстанційний зв'язок з ДСП суміжних станцій, прямий внутрішньостанційний зв'язок з ПТО, ДСПП відповідних парків, ДСЦ Сортувального парку, між ДСП, сигналістами МВ-1,2, МВ-8, оператором поста централізації, черговими по переїздах.

Між ДСП усіх постів централізації встановлений маневровий зв'язок з машиністами маневрових локомотивів, поїзний радіозв'язок з машиністами поїзних локомотивів, у Гірчному і Сортувальному парках – зі складачами поїздів, всі парки оснащені двостороннім парковим зв'язком, в Сортувальному парку для доставки перевізних документів є пневмопошта з МВ-2, товарною

конторою парку перевантаження. Крім цього на всіх робочих місцях є телефонний зв'язок АТС Укрзалізниці.

Пасажирські та вантажні пристрої

Для посадки і висадки пасажирів біля будинку пасажирського вокзалу вздовж 1-ї колії є низька пасажирська платформа довжиною 531 м, між II-III головними коліями - низька пасажирська платформа довжиною 519 м, між 4-5 коліями - низька пасажирська платформа довжиною 513 м, з непарного боку сортувального парку – низька пасажирська платформа на узбіччі колії XIIг довжиною 115 м, на узбіччі колії 1а сортувального парку низька пасажирська платформа довжиною 104 м.

З непарного боку Пасажирського та Ужгородського парків розташований пішохідний міст.

Для вантажно-розвантажувальних робіт в міжколійї 19-21 (к.1520 мм) розташована висока вантажно-розвантажувальна платформа довжиною 155 м, в парку перевантаження (к.1435 мм) на міжколійї 2-3 розташована висока вантажно-розвантажувальна платформа довжиною 461 м, в парку перевантаження (к.1435 мм) на міжколійї 4-5 розташована висока вантажно- розвантажувальна платформа довжиною 480 м, в парку перевантаження з західного боку (к.1520 мм) вздовж 2-ї колії розташована висока вантажно- розвантажувальна платформа довжиною 461 м, в парку перевантаження з західного боку (к.1520 мм) вздовж 5-ї колії розташована висока вантажно- розвантажувальна платформа довжиною 480 м, в парку промивки з західної боку на міжколійї 1-2 розташована висока платформа для екіпірування пасажирських вагонів довжиною 234 м, в парку перевантаження з західного боку (к.1520 мм) на міжколійї 24-25 розташована висока вантажно-розвантажувальна платформа довжиною 300 м (критий склад ангарного типу «Закарпатинтерпорт»).

Службово-технічні приміщення

Таблиця 5.4 – Дані з розміщення споруд та будівель на станції

Назва	Кількість	Район розташування	Ким обслуговується	Примітка
1	2	3	4	5
Пост ЕЦ	1	Роз'їзд 271 км	ДС Чоп	
Пост ЕЦ	1	Роз'їзд 3 км	ДС Чоп	
Оглядова вишка	1	Парна горловина Ужгородського парку	ДС Чоп	
Манєврова вишка №3	1	Парна горловина Ужгородського парку	-	
Стрілочний пост 19	1	Непарна горловина Ужгородського парку	-	
ЕЧК-8	1	Непарна горловина Ужгородського парку	ЕЧК-8	
Оглядова вишка	1	Непарна горловина Ужгородського парку	ДС-Чоп	
Манєврова вишка №2	1	Пасажи́рський парк	-	Не діє
Оглядова вишка	1	Парна горловина Пасажи́рського парку	-	
Пункт прийому передачі вагонів - експорт	1	Пасажи́рський парк	-	
Контора ПЧУ	1	Пасажи́рський парк	ПЧ	
Склад	1	Пасажи́рський парк	ДС Чоп	
Багажне відділення	1	Пасажи́рський парк	Вокзал Чоп	
Приміський вокзал	1	Пасажи́рський парк	Вокзал Чоп, ДС Чоп	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
Пасажи́рський вокзал	1	Пасажи́рський парк	Вокзал Чоп	
Пост ЕЦ-2	1	Пасажи́рський парк	ДС Чоп	
Приміщення службового телеграфу	1	Пасажи́рський парк	ШЧ-10	
Контора ПТО	1	Пасажи́рський парк	ВЧДЕ-10	
Маневрова вишка №1	1	Непарна горловина Пасажи́рського парку	ДС Чоп	
Пункт перестановки вагонів	1	Непарна горловина Пасажи́рського парку	ЛВЧ-5	
Оборотне депо Чоп	1	Непарна горловина Пасажи́рського парку	ТЧ-10	
Оглядова вишка	1	Непарна горловина Пасажи́рського парку	ДС Чоп	
Стрілочний пост 14	1	Західна сторона парку Перевантаження	-	
Склад ангарного типу «МЧ-5»	1	Парк Перевантаження	МЧ	
Приміщення ДСПП парку перевантаження	1	Парна горловина парку Перевантаження	-	Не діє
Вантажна контора парку перевантаження	1	Парна горловина парку Перевантаження	-	
Приміщення сигналіста Гірочного парку	1	Парна горловина Гірочного парку	-	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
Пункт прийому передачі вагонів - імпорт	1	Непарна горловина Гірочного парку	-	Не діє
Пост ЕЦ-3	1	Непарна горловина Гірочного парку	-	
Приміщення регулювальників швидкості руху	1	Непарна горловина Гірочного парку	-	
Приміщення ПТО	1	Непарна горловина Гірочного парку	ВЧДЕ-10	
Приміщення сигналіста сортувального парку	1	Парна горловина Сортувального парку	ДС Чоп	
Приміщення приймальників поїздів	1	Парна горловина Сортувального парку	-	
Пост ЕЦ-1	1	Сортувальний парк	-	
Механізований пункт ремонту вагонів	1	Сортувальний парк	ВЧДЕ-10	
Гірочний пост	1	Непарна горловина Сортувального парку	ДС Чоп	

Характеристика маневрової роботи

Станція Чоп згідно графіку руху і запланованих обсягів перевезень виконує великий обсяг по переробці значного потоку міжнародних вантажів (які перевантажуються по станції Чоп із вагонів колії 1435 мм в вагони колії 1520 мм), транзитного вагонопотоку з заходу на інші станції дирекції під перевантаження, транзитного вагонопотоку з 3-х країн в 3-ті країни (по колії 1435 мм).

Відповідно до плану формування і діючого графіка руху поїздів станція робить:

- пропуск транзитних вантажних поїздів колії 1520 мм без переробки в напрямках: Мукачево, Королево, Ужгород;
- прийом, відправлення й обробку транзитних вантажних поїздів колії 1520 мм і 1435 мм із переробкою на Мукачево, Королево, Ужгород, Захонь і Чієрну над Тиссою;
- прийом поїздів колії 1520 мм і 1435 мм у розформування з усіх напрямків;
- формування поїздів колії 1520 мм (крім ВР) і 1435 мм на відправлення у всі напрямки.

У парному напрямку станція формує:

- маршрути призначенням Львів і далі;
- поїзди з порожніх вагонів по регульовальному завданню;
- поїзди призначенням Батьово, Ужгород по колії 1520 мм;
- Батьово, Мукачево, Есень, Дяково по колії 1435 мм; У

непарному напрямку станція формує :

- поїзди призначенням на Словаччину по колії 1435 і 1520 мм;
- поїзди призначенням на Угорщину по колії 1435 мм.

Станція робить розформування:

- составів, що прибули зі станції Батьово по колії 1520 мм і 1435 мм;
- груп вагонів від збірних поїздів (Мукачево, Ужгород);
- порожніх составів, що прибувають із СР по колії 1520 мм;
- навантажених поїздів, що прибули з ВР по колі 1435 мм;
- навантажених поїздів, що прибули зі СР по колії 1435 мм.

Крім роботи з розформування і формування поїздів станція робить :

- причеплення і відчеплення груп вагонів;
- підбирання і подачу вагонів під перевантаження по колії 1520 мм і 1435 мм;
- подачу вагонів на під'їзні колії і міста загального користування;

- розформування передач колії 1520 мм і 1435 мм після перевантаження;
- подачу і забирання пасажирських і приміських вагонів на колії перестановки.

Характеристика вантажної роботи

На станції роблять такі вантажні операції:

- перевантаження вантажів із вагонів колії 1435 мм у вагони колії 1520 мм і навпаки у критому рухомому складі;
- навантаження і вивантаження повагонних відправлень;
- перевантаження вантажів, перевезених у відкритому рухомому складі;
- навантаження і вивантаження вантажів на під'їзних коліях і місцях загального користування.

6. Дослідження основних показників роботи прикордонної станції «Ч»

З метою оцінки відповідності існуючої інфраструктури прикордонної станції, яка забезпечує передавання вагонів з колії шириною 1520 мм на колію шириною 1435 мм та в зворотньому напрямку та діючої технології її роботи та було проведено дослідження основних техніко-експлуатаційних показників. З цією метою за період переддипломної практики було зібрано репрезентативний статистичний матеріал за 2023 рік щодо основних кількісних і якісних показників роботи станції як по колії шириною 1435 мм так і по колії 1520 мм, та отримано наступні динаміки їх розподілу і оцінено відповідні параметри: середнє значення

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{12} N_i}{12}; \text{ середнє квадратичне відхилення } \delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{12} (\bar{N} - N_i)^2}}{12}; \text{ коефіцієнт}$$

$$R_H = N_{i \max} / \bar{N} [2].$$

Так на рис. 6.1 – 6.4 наведено динаміки розподілу кількості відправлених вагонів (місцевих, транзитних та загальна), кількості прийнятих та зданих поїздів, величини вагоно-годин простою іновагонів (місцевих та транзитних), величини середнього часу простою іновагонів (місцевого, транзитного, загального).

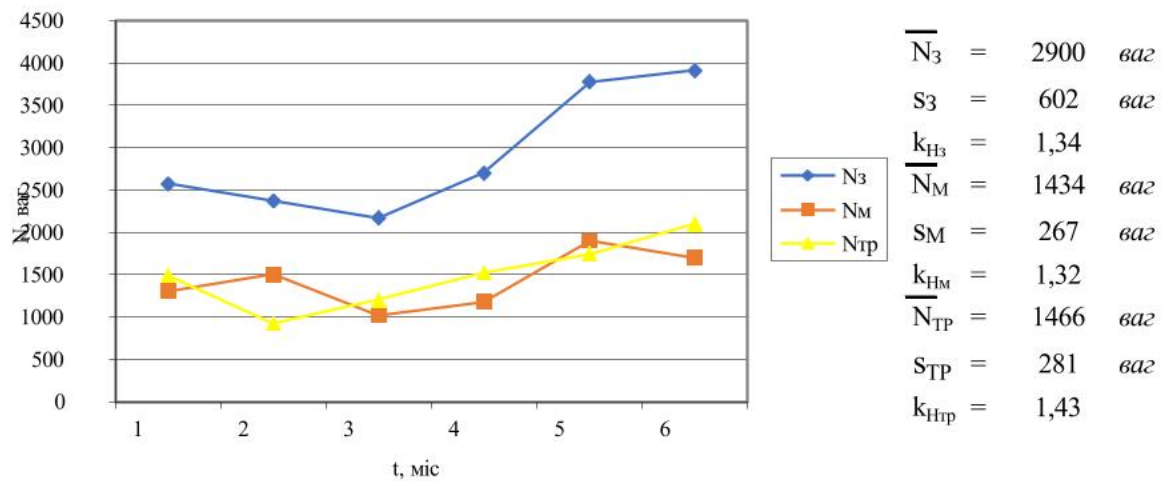


Рисунок 6.1 – Динаміка розподілу кількості відправлених вагонів по колії шириною 1435 мм (N_M – місцеві вагони, N_{TP} – транзитні вагони, N_3 – загальна кількість вагонів)

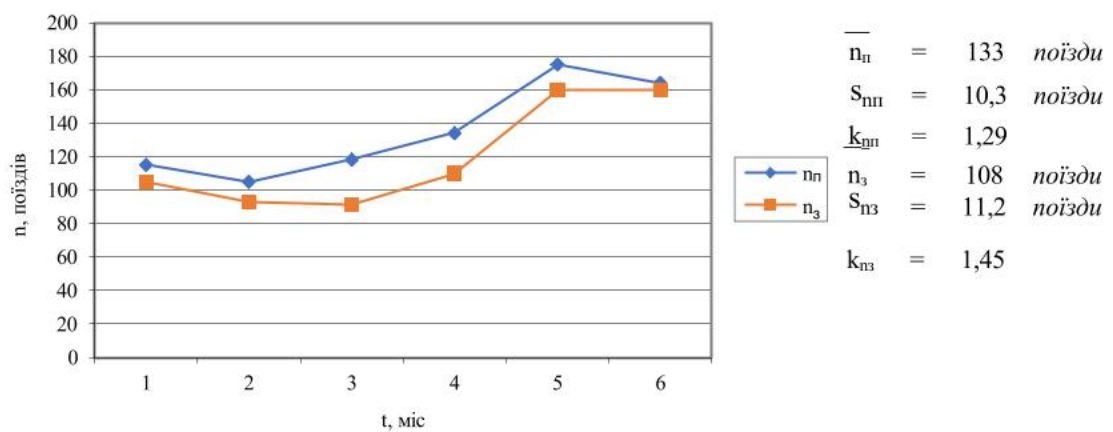


Рисунок 6.2 – Динаміка розподілу кількості прийнятих (n_{np}) та зданих (n_3) поїздів по місяцях 2024 р.

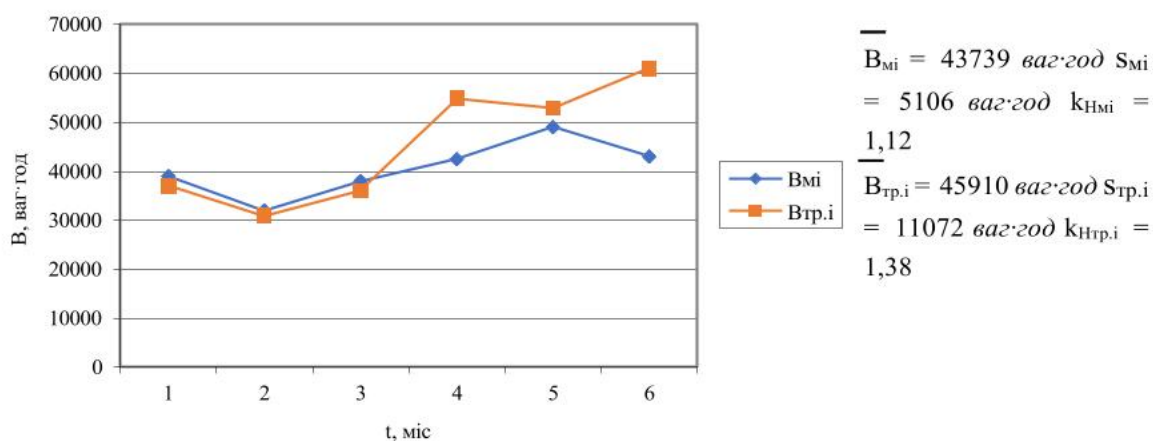


Рисунок 6.3 – Динаміка розподілу вагоно-годин простою місцевих ($B_{мі}$), загального та транзитних ($B_{тр.і}$) іновагонів по місяцях 2024 р.

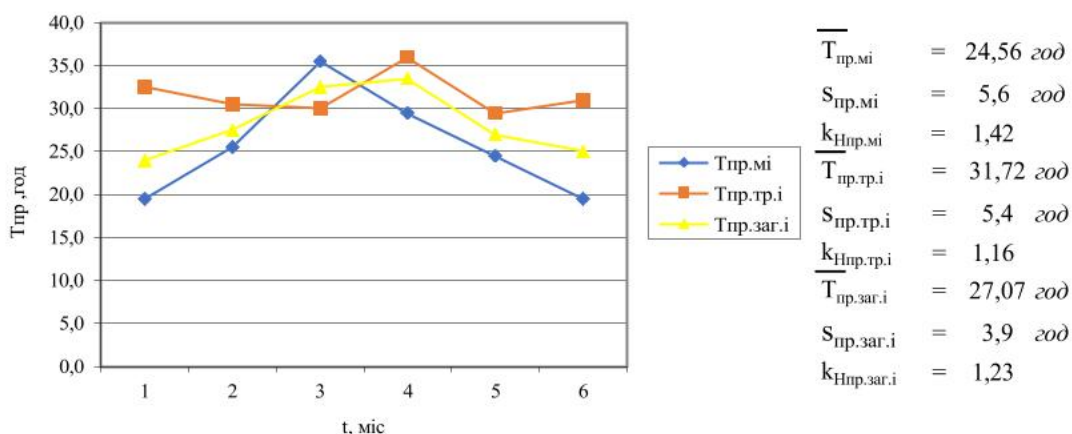


Рисунок 6.4 – Динаміка розподілу часу простою місцевого ($T_{пр.мі}$), транзитного ($T_{пр.тр}$) іновагона та загального простою іновагонів ($T_{пр.заг.і}$) по місяцях 2023 р.

Аналіз наведених динамік свідчить про наступне:

– щодо кількості відправлених вагонів (рис. 6.1) – коефіцієнт нерівномірності для загальної кількості вагонів $k_{H_3} = 1,34$, а для транзитних вагонів $k_{H_T} = 1,43$. Це свідчить про те, що станція Чоп працює у значно нерівномірних умовах. Існуючий тренд свідчить про значне збільшення кількості відправлених вагонів по лініях, що мають ширину колії 1435 мм, тобто про значні збільшення обсягів роботи станції;

– щодо кількості прийнятих і зданих поїздів (рис. 6.2) – коефіцієнти нерівномірності по прийнятих і зданих поїздах відповідно складають $k_{H_{\Pi}} = 1,29$ та $k_{H_3} = 1,45$. Це також свідчить про значну нерівномірність в роботі станції, а існуючі тренди свідчать про значне підвищення обсягів роботи;

– щодо динаміки кількості простою вагоно-годин місцевих та транзитних іновагонів (рис. 6.3) та середнього часу простою цих вагонів (рис. 6.4) – спостерігається тенденція зменшення цих показників для місцевих іновагонів при наявності значних коливань ($k_{H_{\text{ПрМісц}}} = 1,42$). Для транзитних іновагонів на фоні коливань цих показників спостерігається тенденція до їх збільшення.

На підставі даного аналізу можна зробити висновки про доцільність впровадження і удосконалення технології роботи станції на основі вимог інтероперабельності враховуючи, що прикордонна станція «Ч» є складним динамічним хабом, в період воєнного стану для підвищення безпеки її функціонування викликає необхідність розробки та впровадження ризик-орієнтованих технологій при управлінні її роботою.

7. Формування ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів в експортних сполученнях

7.1 Формування оптимізаційної математичної моделі при перевезенні залізної руди та чорних металів

З метою автоматизації управління процесом переміщення залізної і марганцевої руди та чорних металів на основі ризик – орієнтовані технологій від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровська залізниця до споживачів в 12 країнах ЄС було сформовано оптимізаційну математичну модель. При цьому фактор ризику прийнятий як техногенний та технологічний, тобто враховується ризик руйнування залізничної інфраструктури та випадковий характер виконання строків проведення технологічних операцій із вантажем в процесі його переміщення, тоді подією буде невиконання строків доставки вагонів із рудою або чорними металами до споживачів, а наслідками – додаткові економічні витрати.

При формуванні математичної моделі будемо спиратися на системний підхід, тобто всі складові транспортного-логістичного ланцюга від виробника продукції в Україні до споживача в країнах ЄС, об'єднаємо в єдину систему взаємопов'язаних елементів, які можуть належати різним власникам [6].

Цільовою функцією оптимізаційної математичної моделі виступає сума експлуатаційних витрат на виконання низки технологічних операцій і ризикової складової, яка представляє добуток імовірності виникнення ризику та його наслідків. Система обмежень математичної моделі відбиває технічні і технологічні умови проведення технологічних операцій [2, 6, 13]. Враховуючи, що об'єднуючим зв'язком всіх елементів системи в процесі перевезення є матеріальний потік (руда залізна і марганцева, або чорні метали) у якості розмірності цільової функції прийнято грошовий еквівалент,

що приведений до тони відповідного вантажу. Управляючими змінними моделі обрано час t та кількість вагонів n у складі потяга [2].

При формуванні цільової функції математичної моделі використано принцип адитивності, тобто поступового додавання питомих експлуатаційних витрат по кожному елементу транспортно-логістичного ланцюга [2].

Питомі витрати на зберігання вантажу у вагонах при накопиченні на технологічний маршрут на підприємстві:

$$C_1 = \frac{C_x}{2Q_B}, \quad (7.1)$$

де C_x – вартість збереження 1 т вантажу у вагонах за одиницю часу, $[\frac{\text{гр}}{\text{год}}]$;

Q_B – виробнича потужність підприємства, $[\frac{\text{т}}{\text{год}}]$.

Питомі витрати вагоно-годин простою при навантаженні технологічного маршруту:

$$C_2 = \frac{C_B \cdot n}{Q_B}, \quad (7.2)$$

де C_B – грошовий еквівалент однієї години простою вагону, $[\text{гр}/\text{год}]$.

Питомі витрати на переміщення технологічного маршруту на прикордонно-передавальну станцію АТ УЗ:

$$C_3 = \frac{C_{\text{пгуз}} \cdot t_{\text{перуз}}}{q_{\text{ст}} \cdot n}, \quad (7.3)$$

де $C_{\text{пгуз}}$ – вартість поїздо-години, [гр/год];

$t_{\text{перуз}}$ – час прямування поїзду зі станції ДН - Кривий Ріг на прикордонно-передавальну станцію АТУЗ, [год];

$q_{\text{ст}}$ – середнестатнавантаження вагону, [т].

В умовах воєнного стану в Україні існує ймовірність руйнування залізничної інфраструктури, що спричиняє або додаткові поїздо-години простою, або прямування поїзду альтернативним маршрутом до прикордонно-передавальної станції. У цьому випадку можливі додаткові витрати:

$$C_4 = H \cdot (l_{\text{алт.}} - l_{\text{гр}}) \cdot C_{\text{п.км}} \quad (7.4)$$

де:

$l_{\text{алт.}}$ — довжина альтернативного маршруту прямування;

$l_{\text{гр}}$ — довжина графікового маршруту;

$C_{\text{п.км}}$ — вартість поїздо-кілометра по АТ «Укрзалізниця»;

H — імовірність руйнування залізничної інфраструктури.

Враховуючи, що час простою транзитного вагону на прикордонно-передавальній станції підпорядковується закону Ерланга 3-го порядку, існує значна імовірність

$$H' = 1 - \frac{3\lambda^3}{2} \cdot \int_{t_{\text{пр}}}^{t_{\text{кр}}} t^2 \cdot e^{-3\lambda t} dt, \quad (7.5)$$

На основі проведених статистичних досліджень часу виконання технологічних операцій з окремими вагонами по прикордонно-передавальних станціях АТ УЗ було доведено, що цей час є випадковою величиною, який підпорядковується закону розподілу Ерланга 3-го порядку із щільністю:

$$f(t) = E_3(t) = \frac{(3\lambda)^3 t^2}{2} \cdot e^{-3\lambda t} \quad (7.6)$$

де λ – інтенсивність потоку вагонів, що є величиною зворотнього середньому часу простоювання транзитного вагону. Спираючись на попередні дослідження (розділ 6),

$$\lambda = \frac{1}{T_{\text{тр.ваг.}}} = 0,04 \text{ год}^{-1} . \quad (7.7)$$

Така імовірнісна природа часу знаходження вагонів на прикордонно-передавальних станціях пояснюється достатньо широким спектром технологічних операцій, що виконуються, а саме:

- технічний огляд і комерційний огляд;
- митний контроль;
- перевантаження вантажу у вагони габариту 2Т на колії шириною 1435 мм;
- інше.

Враховуючи вищенаведене, питомі витрати, пов’язані із простоюванням вагонів на прикордонно-передавальній станції складуть:

$$C_5 = \frac{C_B (3\lambda)^3}{2} \cdot \int_{t_0}^{t_{\text{кр}}} t^2 e^{-3\lambda t} \cdot dt, \quad (7.8)$$

де $t_{\text{кр}}$ – час, на який технологічний маршрут повинен бути виставлений на колію шириною 1435 мм сусідньої країни ЄС, щоб встигнути потрапити на нитку графіку, наданою операторською компанією.

Частина вагонів не зможе вчасно перетнути кордон і встигнути на надану нитку графіку по ЄС. Цей ефект спричиняє додаткові вагоно-години простою C_6

$$C_6 = H' \cdot C_B \cdot n \quad (7.9)$$

З метою оцінки параметрів T і δ щільності функції розподілу (7.5) в умовах прикордонно-передавальної станції Чоп регіональної філії «Львівська залізниця» були проведені статистичні дослідження щодо середнього часу простоювання місцевого вагону ($T_{\text{пр.м.}}$), транзитного вагону ($T_{\text{пр.тр.}}$), загального простою вагону ($T_{\text{пр.заг.}}$). Динаміки розподілу цих величин та їх параметри наведено на рисунку 7.9 за перше півріччя 2023 року. ($\bar{T}_{\text{пр.}}$ – середній час простою, δ – середньоквадратичне відхилення, $R_{\text{п}} = \frac{T_{\text{пр.мах}}}{T_{\text{пр}}}$ – коефіцієнт нерівномірності).

$$T_{\text{пр.м.}} = 24,56 \text{ год}; \delta_{\text{пр.м.}} = 5,6 \text{ год}; R_{\text{ппр.м.}} = 1,42;$$

$$T_{\text{пр.тр.}} = 31,72 \text{ год}; \delta_{\text{пр.тр.}} = 5,4 \text{ год}; R_{\text{ппр.тр.}} = 1,16;$$

$$T_{\text{пр.заг.}} = 27,07 \text{ год}; \delta_{\text{пр.заг.}} = 3,9 \text{ год}; R_{\text{ппр.заг.}} = 1,23.$$

Типові витрати, пов'язані із перевезенням технологічного маршруту територією країн ЄС до споживача

$$C_7 = \frac{[\text{грош. еквівалент}]}{T}. \quad (7.10)$$

Питомі витрати при вивантаженні технологічного маршруту у вантажоотримувача в ЄС

$$C_8 = \frac{t_{\text{пп}} \cdot C_{\text{лб}}}{l_{\text{ф}} \cdot q_{\text{ст}}}, \quad (7.11)$$

де $t_{\text{пп}}$ – час на подавання – прибирання вагонів до вантажного фронту, [год];

$C_{\text{лб}}$ – вартість 1 години роботи локомотива і локомотивної бригади, [грошовий еквівалент];

l_{ϕ} – довжина вантажного фронту в умовних вагонах.

В такій постановці виникає імовірність

$$H' = 1 - \frac{(3\lambda)^3}{2} \cdot \int_{t_0}^{t_k} t^2 \cdot e^{-3\lambda t} \cdot dt \quad (7.12)$$

того, що частина вагонів не зможе вчасно перетнути кордон і потрапи на надану нитку графіку. Тоді виникають витрати на штрафи за несвоєчасну доставку вантажу C_9

$$C_9 = H' \cdot C_{\text{ш}} \cdot n \quad (7.13)$$

де $C_{\text{ш}}$ -величина штрафів.

Тоді, цільова функція оптимізаційної математичної моделі з урахуванням ризиків має наступний вигляд

$$C(n, t) = \sum_{i=1}^6 C_i(n, t) + H' \cdot (C_7 + C_8 + C_9) \Rightarrow \min, \quad (7.14)$$

де H' – імовірність того, що виникає ризик, при якому технологічний маршрут з рудою або чорними металами невчасно виставлений з прикордонно- передавальної станції і не встигає на надану нитку графіку по країнах ЄС;

C_8 – питомі витрати за нитку графіку по ЄС внаслідок її невикористання;

C_9 – питомі додаткові витрати вагоногодин простоювання внаслідок запізнення на надану нитку графіку по ЄС;

Система обмежень математичної моделі:

$$\begin{cases} r_l \leq r_{nl} \\ t \leq T_{кр} , \\ nq_{ст} \leq P \end{cases} \quad (7.15)$$

де r_l – пропускна спроможність l -ої ділянки АТ УЗ при просуванні технологічного маршруту;

r_{nl} – наявна пропускна спроможність l -ої ділянки;

P – максимальна вагова норма потягу на даному напрямку.

Накладена система обмежень (7.10) враховує технічні і технологічні можливості залізничної інфраструктури і тягового рухомого складу.

Для того, щоб сформований транспортно-логістичний ланцюг у вигляді (7.8) і (7.12) надійно функціонував доцільно виявити найбільш критичні місця в процесі перевезень шляхом аналізу цільової функції (7.12).

Аналіз цільової функції (7.12) доводить, що ця функція має екстремум типу мінімум, при цьому цей мінімум досягається при достатньо великих значеннях аргументу n . Такий аналіз математично доводить доцільність просування

великовагових технологічних маршрутів з рудою або чорними металами через кордони з країнами ЄС.

Основним критичним елементом в транспортно-логістичному ланцюзі при кроскордонних перевезеннях є своєчасне виставлення технологічного маршруту з прикордонно-передавальної станції АТ УЗ на колію шириною 1435 мм прикордонної станції країни ЄС у такий час, щоб забезпечити попадання потягу на відповідну нитку графіку руху, наданою операторською компанією. Саме такий підхід обумовлює надання пріоритету при проходженні технологічних маршрутів (особливо із чорними металами) територією України, включно з пріоритетним виконанням технологічних операцій на прикордонно- передавальній станції АТ УЗ.

Задля автоматизації управління процесом просування технологічних маршрутів із залізною і марганцевою рудами та із чорними металами від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організаційної роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці в Україні через міжнародні переходи до портів країн ЄС сформовану математичну модель з використанням ризик-менеджменту доцільно інтегрувати у вигляді системи підтримки прийняття рішень (СППР) на АРМи причетного оперативного і диспетчерського персоналу АТ УЗ та АРМ єдиного інтермодального оператора всього транспортно-логістичного ланцюга.

Сформовані оптимізації математичної моделі є основою для формування системи підтримки прийняття рішень (СППР), які інтегруються на автоматизовані робочі місця (АРМ) оперативного та диспетчерського персоналу станцій, регіональних центрів управління рухом поїздів та інше. Враховуючи різноманітність технологічних операцій в процесі операційної діяльності персоналу, виникає ціла низка завдань з формалізації цих процесів як за масштабами так і за деталізацією, що базується на ризик-орієнтованих технологіях.

7.2. Формування процедури надання пріоритету при просуванні вантажених поїздів в експортному сполученні в умовах ризиків

Одним із основних напрямків підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку вантажних перевезень є забезпечення відповідного рівня надійності функціонування як залізничної транспортної системи в цілому, так і окремих транспортно-логістичних ланцюгів, особливо в експортному сполученні.

Як довів аналіз, Україна постачає на зовнішні ринки значні обсяги залізної і марганцевої руди та чорних металів. Так, у 2023 р. обсяги залізної і марганцевої руди склали 35,2 %, а чорних металів — 8,1 % від загальних експортних перевезень АТ «Укрзалізниця». Основними техногенними породженнями в Україні є залізорудні шахти і кар'єри Криворізького басейну. Також у цьому регіоні зосереджено металургійні комбінати.

В основному підприємства-споживачі цієї продукції — металургійні комбінати і підприємства, що знаходяться в країнах ЄС. Зокрема, до Чехії і Словаччини постачаються залізні і марганцеві руди, а до Польщі, Румунії та Угорщини — чорні метали. Усі перевезення відбуваються великотоннажними технологічними маршрутами.

Враховуючи, що підприємства-споживачі мають безперервний цикл виробництва, на цей час доцільно організувати надійні транспортно-логістичні ланцюги постачання від кар'єрів і підприємств в Україні (Криворізький басейн) до вантажоотримувачів у країнах ЄС. При цьому надійність функціонування таких транспортно-логістичних ланцюгів розуміється в контексті збереження вантажів і навколишнього середовища, а також дотримання умов щодо виконання визначеного терміну доставки.

Процес функціонування залізничної транспортної системи супроводжується ризиками виникнення різних транспортних подій, особливо в період воєнного стану. Тому функціонування транспортно-логістичних ланцюгів доцільно розглядати з позиції ризик-менеджменту, враховуючи техногенні і

технологічні фактори ризику.

При переміщенні вантажених потягів по транспортно-логістичному ланцюгу в межах АТ «Укрзалізниця» значний вплив має техногенний фактор ризику (порушення функціонування залізничної інфраструктури), що спричиняє додаткові непродуктивні простої потягів або надання їм альтернативного маршруту прямування. Ці події призводять до несвоєчасного надходження потягів до прикордонно-передавальної станції, яка є критичним елементом у структурі транспортно-логістичного ланцюга при кроскордонних перевезеннях.

На таких станціях вагони, окрім технічного і комерційного огляду, проходять митний контроль, фітосанітарний контроль, зважування, візків або перевантаження вантажу у вагони габариту 2Т та інші операції.

Внаслідок цих операцій час простоювання вагонів доцільно вважати випадковою величиною. Як довели статистичні дослідження, цей час підпорядковується законам Ерланга 2-го або 3-го порядку. Тобто існує достатньо значна ймовірність того, що весь технологічний маршрут або значна частина вагонів не зможе вчасно перетнути кордон і встигнути на задану нитку графіку поїздів у країнах ЄС.

Ймовірність виконання цієї умови може бути визначена таким чином:

$$H^I = \begin{cases} 1 - 2\lambda^2 \cdot \int_{t_{\text{пр}}}^{t_{\text{кр}}} t \cdot e^{-2\lambda t} \cdot dt \\ 1 - \frac{3\lambda^3}{2} \cdot \int_{t_{\text{пр}}}^{t_{\text{кр}}} t^2 \cdot e^{-3\lambda t} \cdot dt \end{cases} \quad (7.16)$$

де:

λ — інтенсивність потоку вагонів $\lambda = \frac{1}{t_{\text{тр.ваг.}}}$

$t_{\text{тр.ваг.}}$ — середній час простоювання транзитного вагону;

$t_{\text{пр}}$ — час прибуття поїзда на станцію;

$t_{\text{кр}}$ — час виставлення поїзда на станцію суміжної країни.

Наслідками технологічного фактору ризику будуть витрати:

на непродуктивні простої вагонів — $C_{\text{пр}}(п)$ ($п$ — кількість транзитних вагонів);

за невикористання наданої нитки графіку по ЄС — C_n ;

на штраф за невиконання строку доставки вантажу — $C_{ш}(п)$.

Щоб уникнути таких наслідків, доцільно надавати відносний пріоритет при пропуску і обробці поїздів, що прямують в експортному сполученні, за величиною наслідків у грошовому еквіваленті:

$$C = H \cdot (l_{\text{альт}} - l_{\text{гр}}) \cdot C_{\text{п.км}} + H' \cdot (C_{\text{пр.}(п)} + C_n + C_{ш(п)}) \quad (7.17)$$

де:

$l_{\text{альт}}$ — довжина альтернативного маршруту;

$l_{\text{гр}}$ — довжина штатного (графікового) маршруту;

$C_{\text{п.км}}$ — вартість поїздо-кілометра по АТ «Укрзалізниця»;

H — імовірність руйнування інфраструктури;

H' — імовірність затримки (за законом Ерланга);

$C_{\text{пр}}(п)$ — витрати на простої вагонів;

C_n — витрати за невикористання нитки графіку;

$C_{ш}(п)$ — штрафи за несвоєчасну доставку;

$п$ — кількість вагонів.

8. Формування інформаційно-керуючої системи управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях

Відповідно до розробленої вище моделі, яку покладено в основу формування логістичної транспортної системи, запропоновано її реалізацію у форматі інформаційно-керуючої системи.

На схемі (рисунок 8.1) показано компоненти логістичних процесів транспортування експортних вантажів під керівництвом єдиного інтермодального оператора.

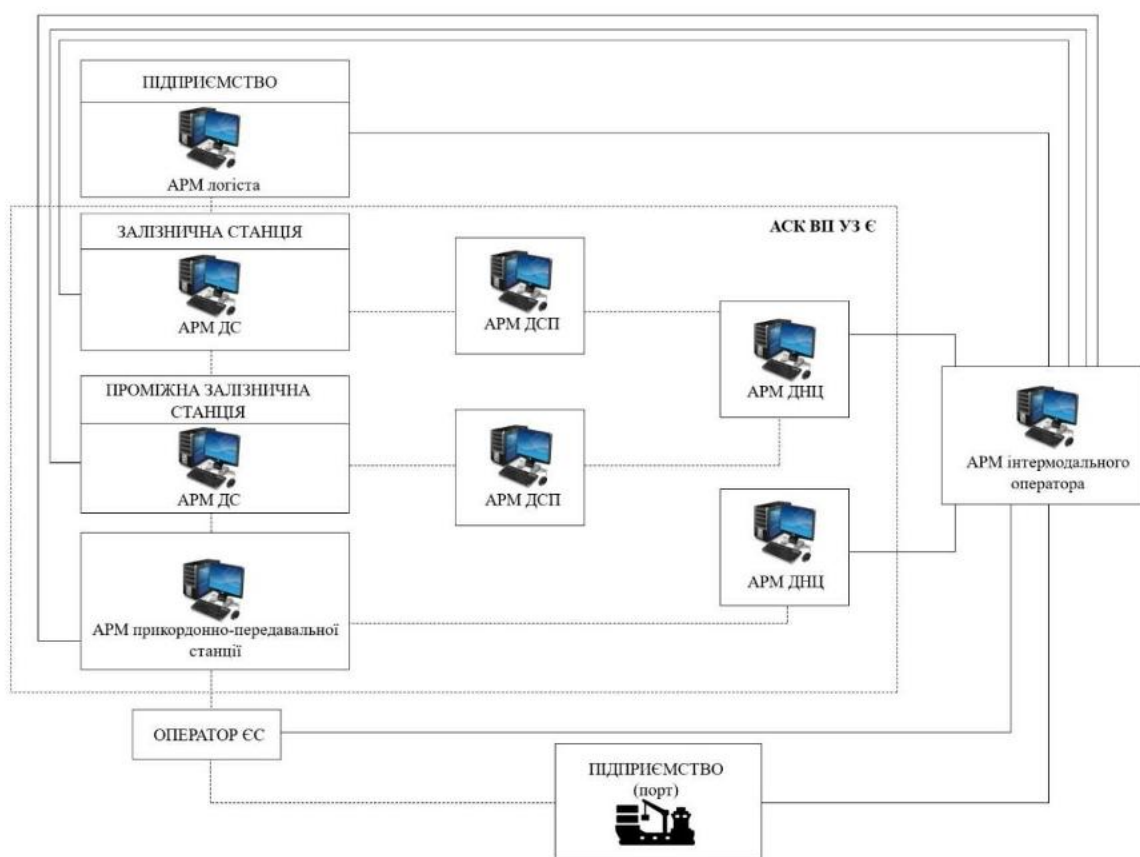


Рисунок 8.1 – Структурна схема управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях

АРМ логіста є центральним елементом управління логістичними процесами на підприємстві. Він відповідає за аналіз потреб клієнтів, планування маршрутів та координацію відправлення вантажів. Цей компонент ІКС є

важливим інструментом для оптимізації логістичних рішень та забезпечення задоволення потреб клієнтів.

АРМ ДС на залізничній станції самостійно керує діяльністю залізничної станції, забезпечуючи виконання роботи відповідно до законодавства та нормативних актів. Він організовує всі аспекти станційної роботи, здійснює планування та контроль, а також бере участь у розробці стратегічних планів і технічних процесів. Начальник координує діяльність підрозділів станції, забезпечуючи безпеку та ефективність перевезень, а також відповідає за розроблення та виконання річних планів розвитку станції. Він також здійснює контроль за дотриманням правил перевезень та утриманням станційної інфраструктури.

АРМ ДСП повинно забезпечити ефективний та безпечний рух поїздів, організацію маневрової роботи та взаємодії між різними працівниками та підрозділами станції. Ця система допоможе автоматизувати процеси моніторингу, керування та аналізу даних, що пов'язані з рухом поїздів, надходженням та відправленням вантажів, технічним обслуговуванням та забезпеченням безпеки на станції. Вона також сприятиме збільшенню ефективності використання інфраструктури станції, підвищенню пропускної спроможності та зниженню часу перетину поїздів, що в свою чергу покращить обслуговування пасажирів та клієнтів вантажних перевезень. Таким чином, робота даного АРМ сприятиме підвищенню продуктивності та ефективності роботи залізничної станції, що є важливим для оптимізації та модернізації залізничної інфраструктури.

АРМ ДНЦ є ключовою для забезпечення ефективного та безпечного руху поїздів. Ця система допомагає координувати та контролювати рух поїздів на станції, видаючи відповідні розпорядження машиністам та іншим працівникам. Вона автоматизує процеси моніторингу руху поїздів, планування маршрутів, приймання та відправлення поїздів, а також координації маневрових операцій. Завдяки цьому, поїзний диспетчер може швидше реагувати на зміни в русі поїздів, уникати заторів та забезпечувати оптимальний розподіл руху на коліях

станції. Крім того, АРМ дозволяє отримувати оперативну інформацію про стан руху поїздів і маневрів, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень та підвищує рівень безпеки на станції. Таким чином, АРМ ДНЦ допомагає оптимізувати роботу залізничної станції, забезпечуючи швидку та ефективну обробку поїздів і зменшуючи ризики виникнення непередбачених ситуацій.

АРМ ДС на проміжній залізничній станції відповідає за координацію транспортування вантажів між різними станціями. Забезпечує перевірку та розподіл вантажів для подальшого транспортування, є важливим для забезпечення ефективного використання транспортної інфраструктури та мінімізації затрат.

АРМ ДСП відіграє ключову роль у координації транспортних операцій із різних видів транспорту, включаючи залізничний, морський та автомобільний. Даний компонент відповідає за планування та розподіл ресурсів, маршрутизацію вантажів та оптимізацію використання транспортної інфраструктури. АРМ ДСП забезпечує вчасне транспортування вантажу від місця відправлення до місця призначення.

АРМ ДНЦ здійснює керування рухом поїздів, включаючи планування та організацію перепуску поїздів, контроль за їх рухом і своєчасне приймання та відправлення на станціях. Він також відповідає за нормальну роботу системи сигналізації та зв'язку, виконання регулювальних завдань, контроль роботи станцій та надання необхідної інформації черговим. Додатково, він веде документацію, реєструє накази та забезпечує своєчасну організацію аварійно- відновлювальних робіт. Ця роль АРМ ДНЦ для ІКС відіграє важливу роль в керуванні рухом поїздів у режимі реального часу, реагуючи на зміни у робочих умовах та униканні можливих проблем або затримок. Таке управління рухом поїздів сприяє оптимізації логістичних процесів, зменшенню часу доставки та підвищенню загальної ефективності системи.

АРМ прикордонно-передавальної станції відповідає за організацію перевезення вантажів через кордон та забезпечення необхідних документів та

дозволів. Він забезпечує надійну та безпечне транспортування вантажів через міжнародні кордони.

Оператор ЄС здійснює контроль та моніторинг транспортних операцій в рамках Європейського союзу. Він надає інформаційну підтримку та консультації з питань логістики та міжнародних перевезень.

Підприємство приймає вантажі залізничним та морським транспортом та забезпечує їхнє розвантаження та подальше розміщення. Підприємство відповідає за організацію ефективної роботи портової інфраструктури та максимізацію використання ресурсів.

АРМ єдиного інтермодального оператора має доступ до кожної ланки ІКС, що забезпечить підвищення ефективності управління, дозволить оптимізувати маршрутизацію вантажів, уникнути затримок та збільшити швидкість доставки. Ця система забезпечить оператора розширеними можливостями моніторингу та аналізу, що дозволить швидше реагувати на зміни в умовах та приймати обґрунтовані рішення з покращення логістичних процесів.

Дана інформаційно-комунікаційна система підпорядковується автоматизованій системі керування АСК ВП УЗ Є, яка координує та оптимізує всі аспекти транспортних операцій. Кожен компонент системи виконує свої функції відповідно до вимог логістичного процесу, забезпечуючи його ефективну і безперебійну роботу.

Застосування інформаційно-комунікаційної системи модульного типу дозволяє оптимізувати транспортні операції, забезпечуючи ефективне управління рухом вантажів та максимізацію використання транспортної інфраструктури. Інтеграція різних компонентів ІКС дозволяє забезпечити неперервність та ефективність логістичних процесів, зменшуючи витрати та підвищуючи задоволення потреб клієнтів.

9. Техніко-економічне обґрунтування

Як доводить аналіз, проведений в дипломній роботі, у 2024 році більша частина експортних вантажів прямувала через західні кордони з країнами ЄС. Загальна кількість таких вагонів у 2023 році становила 160,9 тис. вагонів, що еквівалентно 3094 технологічним маршрутам.

Для надійного і безперешкодного функціонування транспортно-логістичного ланцюга при перевезенні технологічних маршрутів від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до споживачів у країнах ЄС необхідно ці технологічні маршрути виставити з прикордонно-передавальних станцій АТ УЗ на колію 1435 мм суміжної країни у такий час, щоб встигнути на нитку графіку руху, наданою компанією – перевізником по ЄС. Тобто виникає фактор ризику непопадання на цю нитку графіку, що спричиняє підвищення непродуктивних вагоно-годин простоювання. У випадку непопадання додаткові простої вагонів за оптимістичним сценарієм можуть складати 6 годин на один вагон, тобто $6 \cdot 52 = 312$ вагоно-годин для одного технологічного маршруту.

Щоб запобігти ризику не попадання на надану нитку графіку і не спричинити додатковий простій вагонів в роботі сформовано автоматизоване робоче місце управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до вантажоотримувача в ЄС під керівництвом єдиного інтермодального оператора.

Економічний ефект від впровадження запропонованої автоматизованої системи полягає у зменшенні додаткових вагоно-годин простою на прикордонно-передавальній станції, що дозволить зменшити вартість питомих витрат на один вагон.

Запропоновано, що автоматизоване робоче місце буде працювати цілодобово. Обслуговування і утримання АРМу організовується чотирьома інтермодальними операторами.

Заробітна плата залежить від тарифної ставки та відрахування на соціальні виплати.

Єдиний соціальний внесок визначається за формулою

$$EV_{\text{опер}} = T_c \cdot E, \quad (9.1)$$

де T_c – оклад оператора, 16700 грн;

E – єдиний соціальний внесок, 20% ($E = 0,20$).

$$EV_{\text{опер}} = 16700 \cdot 0,20 = 3340 \text{ грн}$$

Сума заробітної плати оператора з урахуванням податків та зборів

$$\text{ЗП} = T_c + EV_{\text{опер}} \quad (9.2)$$

$$\text{ЗП} = 16700 + 3340 = 20040 \text{ грн}$$

Витрати заробітної плати операторам на рік

$$\text{ЗП}_{\text{рік}} = 20040 \cdot 12 \cdot 4 = 961\,920 \text{ грн.}$$

Енергоспоживання одного комп'ютера на місяць розраховується за формулою

$$E = E_{\text{бж}} + E_{\text{м}}, \quad (9.3)$$

де $E_{\text{бж}}$ – енергоспоживання блоку живлення;

$E_{\text{м}}$ – енергоспоживання монітору.

Енергоспоживання блоку живлення на місяць:

$$E_{\text{бж}} = P \cdot t \cdot 31, \quad (9.4)$$

де P – потужність, 300 Ватт;

t – час роботи, 24 год.

$$E_{\text{бж}} = 300 \cdot 24 \cdot 31 = 223,2 \text{ кВт/год.}$$

Енергоспоживання монітору на місяць:

$$E_{\text{м}} = P \cdot t \cdot 31, \quad (9.5)$$

де P – потужність, 40 Ватт;

t – час роботи, 24 год.

$$E_{\text{м}} = 40 \cdot 24 \cdot 31 = 29,76 \text{ кВт/год.}$$

Разом:

$$E = 223,2 + 29,76 = 252,96 \text{ кВт/год.}$$

Витрати електроенергії на утримання одного комп'ютера розраховується за формулою

$$C = E \cdot \text{Ц}, \quad (9.6)$$

де Ц – ціна за одиницю електроенергії, 1,96 грн.

$$C = 252,96 \cdot 1,96 = 495,80 \text{ грн}$$

Витрати електроенергії на утримання одного комп'ютера за добу

$$C = 495,80 : 31 = 15,99 \text{ грн}$$

Витрати електроенергії на утримання одного комп'ютера за рік

$$C = 495,80 \cdot 12 = 5949,6 \text{ грн}$$

Потрібно визначити питомі витрати простою вагонів у 2024 році. Витратна ставка за одну вагоно-годину простою вагонів при електровозній тязі в середньому по АТ УЗ складає 28,54 грн. Згідно попереднього аналізу в умовах прикордонно-передавальної станції Чоп параметри загального простою вагонів дорівнює $T_{\text{пр.заг.}} = 27,07$ годин; простою місцевих вагонів $T_{\text{пр.м.}} = 24,56$ годин; простою транзитних вагонів $T_{\text{пр.тр.}} = 31,72$ годин. Таким чином питомі витрати можна визначити наступним чином

$$E_{\text{пр}} = n \cdot T_{\text{пр}}, \quad (9.7)$$

де n – витратна ставка за одну вагоно-годину простою вагонів, грн;

$T_{\text{пр}}$ – середній простій вагонів, годин.

Таким чином, питомі витрати від загального простою вагонів:

$$E_{\text{пр}} = 28,54 \cdot 27,07 = 772,58 \text{ грн.}$$

Питомі витрати від місцевого простою вагонів:

$$E_{\text{пр}} = 28,54 \cdot 24,56 = 700,94 \text{ грн.}$$

Питомі витрати від транзитного простою вагонів:

$$E_{\text{пр}} = 28,54 \cdot 31,72 = 905,29 \text{ грн.}$$

Визначимо загальну кількість витрат на простій вагонів по прикордонно-передавальній станції за формулою:

$$\Delta E = \Delta E_{\text{пр.заг.}} + \Delta E_{\text{пр.м.}} + \Delta E_{\text{пр.тр.}} \quad (9.8)$$

$$\Delta E = 772,58 + 700,94 + 905,29 = 2378,81 \text{ грн.}$$

Дана величина збитків є ризиком для прикордонно-передавальної станції і наслідком його є збільшення простою вагоно-годин.

Загальна величина ризику розраховується за формулою

$$R = P \cdot \Delta E, \quad (9.9)$$

де P – ймовірність виникнення небезпеки;

ΔE – очікуваний розмір шкоди (збитку), що може завдати реалізована небезпека.

При цьому ймовірність визначається за даними статистики, і дорівнює за попередній рік (1,27) виходячи з цього:

$$R = 1,27 \cdot 2378,81 = 3021,09 \text{ грн}$$

Для оцінки ефективності автоматизованої системи управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу потрібно визначати річні обсяги роботи вагонів протягом розрахункового періоду. Для цього використовується метод екстраполяційного прогнозування, який визначає основні закономірності зміни об'єкта у часі на основі минулих

даних. Наступним кроком є розрахунок параметрів математичної моделі об'єкта, для чого застосовується метод експоненційного згладжування. Це дозволяє провести прогнозну оцінку розвитку об'єкта на період прогнозування, визначаючи значення функції в будь-якій точці цього періоду [14, 15].

Розвиток об'єкта прогнозування проходить за законом геометричної прогресії. Середній темп зміни фактичних значень часового ряду T визначається [15]

$$T = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (9.10)$$

де Y_n, Y_1 – відповідно кінцеве значення фактичного ряду та значення фактичного часового ряду, прийняте за базу (початкове значення);

$n, n-1$ – відповідно кількість значень фактичного часового ряду та кількість інтервалів фактичного часового ряду.

Прогнозоване значення розвитку об'єкта знаходиться

$$\hat{y}_{n+r} = Y_n \cdot T^r, \quad (9.11)$$

де r – кількість часових інтервалів періоду випередження.

При застосуванні цього методу необхідно визначити середній темп змінення за попередні роки щорічні обсяги простою вагоно-годин на прикордонно-передавальній станції. Динаміка обсягу простою вагонів на прикордонно-передавальній станції Чоп за попередні 5 років наведено у таблиці 9.1

Таблиця 9.1 – Динаміка обсягу простою вагонів на прикордонно-передавальній станції Чоп за попередні 5 років

Роки	2021	2022	2023	2024	2025
Вагони	32446	28715	20110	24600	31850

Згладжування з використанням показника середнього темпу припускає, що розвиток об'єкта прогнозування проходить за законом геометричної прогресії (зростаючої або спадаючої). Середній темп зміни фактичних значень часового ряду T визначається за формулою:

$$T = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (9.12)$$

де Y_n – кінцеве значення фактичного часового ряду;

Y_1 – значення фактичного часового ряду, прийняте за базу (початкове значення);

n – кількість значень фактичного часового ряду;

$n-1$ – кількість інтервалів фактичного часового ряду.

Середній темп зміни фактичних значень часового ряду T дорівнює:

$$T = \sqrt[4]{\frac{31850}{32446}} = 0,99$$

Після визначення середнього темпу зміни часового ряду T будується теоретична крива розвитку об'єкта. Прогнозне значення $\hat{y}_{n-r}$ знаходиться множенням кінцевого значення фактичного ряду на показник середнього темпу T , піднесений до значення r , що відповідає кількості часових інтервалів (кроків) періоду випередження [14, 15]

$$\hat{y}_{n-r} = Y_n \cdot T^r, \quad (9.13)$$

де $\hat{y}_{n-r}$ – прогнозне значення розвитку об'єкта;

r – кількість часових інтервалів періоду випередження.

Прогнозні значення кількості вагонів на наступні 5 років склали:

$$Y_{23} = 31850 \cdot 0,99 = 31531,5 \approx 31532 \text{ ваг.};$$

$$Y_{24} = 31850 \cdot 0,99^2 = 31216,2 \approx 31216 \text{ ваг.};$$

$$Y_{25} = 31850 \cdot 0,99^3 = 30894,5 \approx 30895 \text{ ваг.};$$

$$Y_{26} = 31850 \cdot 0,99^4 = 30576 \text{ ваг.};$$

$$Y_{27} = 31850 \cdot 0,99^5 = 30257,5 \approx 30258 \text{ ваг.}$$

Прогнозування на наступні 5 років показало зменшення кількості простою вагоно-годин на прикордонно-передавальній станції.

Для забезпечення інтегрування автоматизованої системи управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до вантажоотримувача в ЄС під керівництвом єдиного інтермодального оператора на АРМи причетного оперативного і диспетчерського персоналу АТ УЗ та АРМ єдиного інтермодального оператора всього транспортно-логістичного ланцюга необхідно витратити 375 000 грн.

Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Вихідні дані для розрахунку економічного ефекту

Показник	Вартість, грн
1	2
Удосконалене автоматизоване робоче місце управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу. Нове програмне забезпечення.	375 000
Вартість 1 вагоно – години простою вагона на станції	28,54

Продовження таблиці 9.2

1	2
Питомі витрати від місцевого простою вагонів	700,94
Питомі витрати від транзитного простою вагонів	905,29
Питомі витрати від загального простою вагонів	772,58
Середня річна ставка комерційних банків за депозитними внесками (дисконтна ставка)	14%
Очікуваний рівень інфляції протягом розрахункового періоду	6%
Ступінь ризику низький	2%
Розрахунковий рік	Останній
Розрахунковий період	5 років

Економічний ефект проєкту визначається за розрахунковий період. Початковим роком розрахункового періоду приймається рік початку фінансування робіт при здійсненні проєкту. Кінцевим роком розрахункового періоду в більшості випадків є момент завершення всього життєвого циклу інноваційного проєкту. В даному проєкті розрахунковим періодом вважається 2019-2023 рр.

Сумарний економічний ефект визначається як перевищення сумарної вартісної оцінки результатів проєкту за розрахунковий період над вартісною уцінкою сукупних витрат на здійснення проєкту за розрахунковий період.

$$\mathcal{E}_T = Z_{T1} - Z_{T2} = \sum_{t=1}^n (Z_{T1} - Z_{T2}) \cdot \alpha_1, \quad (9.14)$$

де Z_{T1} – витрати до впровадження проєкту, тис. грн;

Z_{T2} – витрати після впровадження проєкту, тис. грн;

α_1 – коефіцієнт приведення результатів економічного ефекту різних років до розрахункового року.

Оскільки результати і витрати різних років здійснення проекту приводяться до останнього року його життєвого циклу, тобто визначаються в майбутній вартості грошей, то коефіцієнт приведення визначається за формулою:

$$\alpha_t = \left(\frac{1 + E_H}{1 + I + R} \right)^{t_p - t_k}, \quad (9.15)$$

де E_H – середня річна ставка банків за депозитними вкладами (дисконтна ставка), в частках одиниці, 14% ($E_H = 0,14$);

I – очікуваний середньорічний темп інфляції за життєвий цикл проекту, в частках одиниці, 6% ($I = 0,06$);

R – ставка, яка враховує ступінь ризику здійснення проекту. У нашому випадку ступінь ризику низький, отже в подальших розрахунках приймаємо 2% ($R = 0,02$);

t_p – порядковий номер останнього року розрахункового року;

t_k – порядковий номер року, результати й витрати якого приводиться до розрахункового (останнього) року.

За розрахунковий період взято 5 років, тобто строк з 2026 р. до 2030 р.

$$a_{2025} = \left(\frac{1 + 0,14}{1 + 0,06 + 0,02} \right)^{5-1} = 1,26;$$

$$a_{2026} = \left(\frac{1 + 0,14}{1 + 0,06 + 0,02} \right)^{5-2} = 1,19;$$

$$a_{2027} = \left(\frac{1 + 0,14}{1 + 0,06 + 0,02} \right)^{5-3} = 1,12;$$

$$a_{2028} = \left(\frac{1 + 0,14}{1 + 0,06 + 0,02} \right)^{5-4} = 1,06;$$

$$a_{2029} = \left(\frac{1 + 0,14}{1 + 0,06 + 0,02} \right)^{5-5} = 1.$$

Результати розрахунку економічного ефекту від використання автоматизованої системи управління переміщенням технологічних маршрутів протягом п'яти років, наведено в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3 – Розрахунок економічного ефекту від використання автоматизованої системи управління переміщенням технологічних маршрутів

Показник	Роки розрахункового періоду				
	2026	2027	2028	2029	2030
<i>До впровадження</i>					
Обсяг простою вагонів на прикордонно-передавальній станції, ваг	31532	31216	30895	30576	30258
Загальний обсяг простою вагоно-годин на прикордонно-передавальній станції, год	27,07	27,07	27,07	27,07	27,07
Річні експлуатаційні витрати, грн	24360923,2	24116788,6	23868791,1	23622338,8	23376659,1
<i>Після впровадження</i>					
Одноразові витрати, нове програмне забезпечення, грн	375 000	-	-	-	-
Загальний обсяг простою вагоно-годин на прикордонно-передавальній станції, год	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
Річні експлуатаційні витрати, грн	6496246,2	6431143,6	6365011,0	6299290,4	6233775,8
Економічний ефект, грн	17864677,0	17685645,0	17503780,2	17323048,5	17142883,3
Коефіцієнт приведення приросту економічного ефекту різних років до останнього року розрахункового періоду	1,26	1,19	1,12	1,06	1,00
Приріст економічного ефекту з урахуванням приведення до останнього року розрахункового періоду, грн.	22509493,0	21045917,5	19604233,8	18362431,4	17142883,3
Приріст економічного ефекту з урахуванням приведення до останнього року розрахункового періоду нарастаючим підсумком, грн	22509493,0	43555410,5	63159644,3	81522075,7	98664959,0

Запропонована автоматизована система управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до вантажоотримувача в ЄС під керівництвом єдиного інтермодального оператора дозволила знизити вартість питомих витрат вагоно-годин у простої. Розрахунки показують, що економічний ефект від впровадження цієї системи складає 98 664 959,0 млн грн протягом 5 років. Ці результати підтверджують доцільність запропонованих заходів.

Висновки

В магістерській кваліфікаційній роботі було проаналізовано вантажні перевезення АТ «Укрзалізниця». Загальний обсяг вантажних перевезень АТ «Укрзалізниця» за підсумками 2024 року у всіх видах сполучень склав 148,4 млн тонн вантажів, що на 1,5% менше, ніж у 2023 році (150,6 млн т вантажів). Попри зменшення загального обсягу вантажних перевезень у 2024 році, з березня по грудень місяць АТ УЗ перевезла на 23% вантажів більше, ніж за аналогічний період 2023 року. Було наведено динаміку загального обсягу вантажних перевезень та динаміку експортних перевезень АТ «Укрзалізниця» за 2023-2024 рр. по місяцях, а також діаграму обсягу перевезення вантажів за напрямками і діаграму загального обсягу експортних перевезень АТ УЗ за 2024 рік. Номенклатури вантажів серед лідерів залізничного експорту стали ЗРС – 35,2% (19,7 млн т) та чорні метали – 8,1% (4,54 млн т).

В другому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз експортних перевезень залізної і марганцевої руди та чорних металів. Криворізький залізорудний та Нікопольський марганцеворудний басейни є одними з найбільших у світі. Державна комісія по запасах корисних копалин оцінює запаси залізних руд у 27,4 млрд тонн. 60 з 88 залізорудних родовищ розташовані в Криворізькому басейні, запаси якого становили 18,7 млрд тонн. За запасами й ресурсами марганцевих руд Україна посідає перше місце в Європі та друге місце в світі після ПАР. Запаси марганцевих руд в Україні становлять понад 2,5 млрд т.

В період переддипломної практики було досліджено питання забезпечення транспортних потреб гірничодобувної і переробної промисловості Криворізького і Нікополь – Марганецького басейнів. Забезпеченням потреб цих басейнів займаються станції, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці,

які розташована на одній з великих вантажонапружених магістралей напрямку Донбас – Карпати.

Схема станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організаційної роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці та схема дільниць наведена в магістерській кваліфікаційній роботі.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи було проведено аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці. Так, під час дослідження показників станцій, було виявлено, що основні вантажі, які найбільше навантажуються на станціях, що підпорядковуються є залізнична і марганцева руда та чорні метали, лєвова частка яких прямує в експортному сполученні. У 2025 році більшість експортних вантажів прямували через західні кордони з країнами ЄС. Динаміки кількості вагонів, що прямують в експортному сполученні, які були наведені в роботі, показують, що більше ніж у два рази в період з 2024 по 2025 рік спостерігається тенденція падіння таких перевезень. В роботі також окремо було досліджено тенденції змін обсягів експортних перевезень руди залізної і марганцевої та чорних металів по місяцях протягом 2025 року, які показали, що кількість вагонів із рудами на кінець 2024 року зменшилась майже у 5 разів, а кількість вагонів із чорними металами, у порівнянні із січнем 2024 року, зменшилась в 9 разів. Це зумовлено тим, що у 2024 році відбулося призупинення видобутку та виробництва товарної продукції на підприємствах, а також зниження попиту на сировину і продукцію, що спричинено змінами на ринку, викликаними воєнним станом в Україні з 24 лютого 2022 року.

В четвертому розділі були проаналізовані дослідження і публікації щодо розробки ризик-орієнтованих транспортних технологій. Відповідно до поставленої мети дослідження в роботі було запропоновано в напрямку розвитку ризик-орієнтованих транспортних технологій при перевезенні вантажів, який базується на логічному ланцюзі: фактор ризику – подія – економічні наслідки, фактори ризику поділити на техногенні і технологічні.

В п'ятому розділі було проаналізовано техніко-експлуатаційну

характеристику і технологію роботи прикордонно-передавальної станції «Ч». Під час аналізу встановлено, що головною особливістю прикордонно-передавальної станції «Ч» те, що вона є міждержавною прикордонно - передавальною станцією, яка працює з двома закордонними передавальними станціями різних держав: Словаччини – Чисра над Тисою та Угорщини – Захонь, як по колії шириною 1520 мм так і по колії шириною 1435 мм. Станція Чоп згідно графіку руху і запланованих обсягів перевезень виконує великий обсяг по переробці значного потоку міжнародних вантажів (які перевантажуються по станції Чоп із вагонів колії 1435 мм в вагони колії 1520 мм), транзитного вагонопотоку з заходу на інші станції дирекції під перевантаження, транзитного вагонопотоку з 3-х країн в 3-ті країни (по колії 1435 мм). З метою оцінки відповідності існуючої інфраструктури прикордонної станції, яка забезпечує передавання вагонів з колії шириною 1520 мм на колію шириною 1435 мм та в зворотньому напрямку та діючої технології її роботи та було проведено дослідження основних техніко-експлуатаційних показників. З цією метою за період переддипломної практики було зібрано репрезентативний статистичний матеріал за 2023 рік щодо основних кількісних і якісних показників роботи станції як по колії шириною 1435 мм так і по колії 1520 мм, та отримано наступні динаміки їх розподілу і оцінено відповідні параметри: середнє значення, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт нерівномірності. В роботі наведено динаміки розподілу кількості відправлених вагонів (місцевих, транзитних та загальна), кількості прийнятих та зданих поїздів, величини вагоно-годин простою іновагонів (місцевих та транзитних), величини середнього часу простою іновагонів (місцевого, транзитного, загального).

Статистичні дослідження довели, що час простою вагону на прикордонно-передавальній станції Чоп підпорядковується закону Ерланга 3-го порядку. Керуючими змінними, аргументами цільової функції є кількість вагонів і час. Внаслідок цього отримується модель управління виробничим транспортним ланцюгом, яка класифікується як оптимізаційна модель стохастичного програмування.

В цьому розділі з метою формалізації і подальшої автоматизації

управління процесом функціонування транспортно-логістичного ланцюга при експортних перевезеннях залізної і марганцевої руди і чорних металів було сформовано оптимізаційну ризик-орієнтовану модель стохастичного програмування. Фактор ризику носить техногенний та технологічний характер. Цільовою функцією математичної моделі виступає сума питомих експлуатаційних витрат на виконання низки технологічних операцій в процесі переміщення технологічного маршруту і ризикових складових, що представляють добуток імовірності виникнення техногенного фактору ризику (руйнування залізничної інфраструктури і надання альтернативного маршруту прямування потягу) та технологічного фактору ризику (несвоєчасне виставлення потягу або частини вагонів з прикордонно-передавальної станції АТ УЗ на колію шириною 1435 мм суміжної країни та непопадання на надану нитку графіку по ЄС) та їх наслідків. Імовірність виникнення технологічного фактору ризику оцінена на основі розподілу часу.

В магістерській кваліфікаційній роботі, відповідно до сформованої оптимізаційної математичної моделі, яка є основою для формування системи підтримки прийняття рішень, було запропоновано реалізацію у форматі інформаційно-керуючої системи управління транспортно-логістичним ланцюгом при кроскордонних перевезеннях єдиним інтермодальним оператором.

Запропонована процедура надання пріоритету при пропуску вантажних поїздів при обробці на прикордонно-передавальної станції.

Запропонована автоматизована система управління переміщенням технологічних маршрутів по транспортно-логістичному ланцюгу від підприємств і станцій, що підпорядковуються Криворізькому регіональному відділу організації роботи станцій регіональної філії Придніпровської залізниці до вантажоотримувача в ЄС під керівництвом єдиного інтермодального оператора дозволила знизити вартість питомих витрат вагоно-годин у простої. Розрахунки показують, що економічний ефект від впровадження цієї системи складає 98 664 959,0 млн грн протягом 5 років. Ці результати підтверджують доцільність запропонованих заходів.

Список використаних джерел

1. Регіональна філія «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця». У 2023 році Укрзалізниця перевезла 148,4 млн тонн вантажів. URL: <https://www.pz.gov.ua/podrobno/7784> (Дата звернення 01.04.2024).
2. Чехунов Д.М. Формування моделі оцінки ризиків на сортувальній станції при оперуванні вагонами з небезпечними вантажами із використанням математичних апаратів нечіткої логіки та байєсових мереж. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2018. №1. С. 35–41.
3. GMK CENTER. Експортні залізничні перевезення зменшилися на 5,8% у 2023 році. URL: <https://gmk.center/ua/infographic/eksportni-zaliznichni-perevezennya-zmenshilisya-na-5-8-u-2023-roci/> (Дата звернення 03.04.2024).
4. finance.ua. Надра України: чому вони так цікавлять наших ворогів. URL: <https://finance.ua/ua/goodtoknow/nadra-ukrainy> . (Дата звернення 06.04.2024).
5. Cloud Decision Support System for Risk Management in Railway Transportation. Gorka. W., Baginsri. I., Socha. M., Steclik. T., Liesniak. D., Wojtas. M., Flisiur. B., and Michalar. M. *In Proceedings of the 14th International Conference of Software Technologies (ICSOFT-2019)*. P. 475-485. DOI:10.52.20/0007837904750482.
6. Бутько Т. В., Пархоменко Л. О., Тарасов К. О., Гайдук Д. А. Формалізація процедури надання альтернативного маршруту швидкісним пасажирським поїздам на основі ризик-менеджменту. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 1 с.31-37.
7. Lavrukhin O., Kovalov A., Schevcenko V., Kyman A., Kulova D. Construction of an integrated criterion for estimating the consequences of emergencies involving dangerous goods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019.Vol. 2, Issue 3 (98). P. 25-31. DOI:10.15587/1729-4061.2019.163442.
8. Кульова Д. О., Кравець А. Л., Киман А. М. Ризик - орієнтовані технології перевезень : конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2023. Ч. 1. 69 с.

9. ELEVATORIST.COM Потужність зберігання зерна в Україні по областях – інфографіка. URL: <https://elevatorist.com/blog/read/885-potujnosti-zberigannya-zerna-v-ukrayini-po-oblastyah--infografika> (Дата звернення 06.04.2024).
10. ELEVATORIST.COM Елеваторні втрати України через війну на червень 2023 року. URL: <https://elevatorist.com/blog/read/853-elevatorni-vtrati-cherez-viynu-na-cherven-2023-roku> . (Дата звернення 08.04.2024).
11. ELEVATORIST.COM Аграрний експорт-2023: скільки і куди продали зерна та олії. URL: <https://elevatorist.com/spetsproekt/210-agrarniy-eksport-2023-skilki-i-kudi-prodali-zerna-ta-oliyi> . (Дата звернення 10.04.2024).
12. Бутько Т. В., Пархоменко Л. О., Артемов Є. М., Лагно О. С. Методи організації вантажних залізничних перевезень на основі ризик-орієнтованих технологій. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Т. 28, № 4. С. 38-45.
13. Ткаченко І. О. Ризики у транспортних процесах: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 114 с.
14. Сич Є. М., Богомолова Н. І. Стратегія розвитку залізничного транспорту України. *Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту. Серія «Економіка і управління»*. 2005. Вип. 7. С. 98–105.
15. Зоріна О. І., Нескуба Т. В., Мкртичян О. М. Прогнозування транспортних послуг : конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 202