

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЇ ПРИМИКАННЯ ТА ПІДЇЗНОЇ
КОЛІЇ З ПІДГОТОВКИ ВАГОНІВ ПІД НАВАНТАЖЕННЯ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ДВСПП.200.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 221-ОПУТ-Д23
спеціальності 275 / 275.02
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

_____Олексій КРАВЦОВ

Керівник: професор, канд. техн. наук

Віктор ЗАПАРА

Рецензент: професор, докт. техн. наук

Андрій ПРОХОРЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 18 слайдів презентації, 83 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 17 рисунків, 4 таблиці, 37 літературних джерел.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, НАВАНТАЖЕННЯ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ, ПІДГОТОВКА ВАГОНА, ПІД'ЇЗНА КОЛІЯ, СТАНЦІЯ ПРИМИКАННЯ.

Об'єктом дослідження є вантажна і комерційна робота сортувальної станції.

Метою дослідження є виявлення та аналіз основних загальних завдань при взаємодії станції та під'їзних колій, що примикають, опис шляхів і методики їх вирішення, удосконалення перевезення вантажів в межах ефективної технології транспортного обслуговування; визначення доцільності використання нових технічних засобів при виконанні маневрів на технологічній базі при очищенні вагонів.

У кваліфікаційній роботі показано, що незважаючи на військовий стан АТ «Укрзалізниця» продовжує реформувати галузь залізничного транспорту, беручи до уваги європейську модель й досвід залізниць Німеччини, Польщі та Франції. Реформування галузі по європейській моделі буде сприяти підвищенню ефективності, якості й конкурентоспроможності залізничної системи держави.

Запропоновано математичну модель гнучкого регулювання параметрів транспортного обслуговування, що дозволить встановити логістичні параметри транспортного обслуговування з урахуванням конкретних умов перевезень і обслуговування різних вантажовідправників.

Розрахунками доведено економічний ефект від впровадження нових технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки на технологічній базі за життєвий цикл проекту.

ABSTRACT

This qualifying work includes 18 presentation slides, 83 sheets of A4 format explanatory note, which includes 17 figures, 4 tables, 37 literary sources.

Keywords: MATHEMATICAL MODEL, LOADING, TRANSPORTATION OF PETROLEUM PRODUCTS, WAGON PREPARATION, APPROACH TRACK, DOCKING STATION.

The object of the study is the cargo and commercial operation of the sorting station.

The purpose of the study is to identify and analyze the main general tasks in the interaction of the station and adjacent access tracks, describe the ways and methods for solving them, improve cargo transportation within the framework of effective transport service technology; determine the feasibility of using new

technical means when performing maneuvers on a technological basis when cleaning wagons.

The qualification work shows that despite the martial law, JSC "Ukrzaliznytsia" continues to reform the railway transport industry, taking into account the European model and the experience of the railways of Germany, Poland and France. Reforming the industry according to the European model will contribute to increasing the efficiency, quality and competitiveness of the state's railway system.

A mathematical model of flexible regulation of transport service parameters is proposed, which will allow establishing logistical parameters of transport service taking into account specific conditions of transportation and service of various shippers.

The calculations proved the economic effect of the introduction of new technical means (shunting winches) for pulling wagons under the washing head for washing and feeding them to the sludge after washing at the technological base during the life cycle of the project.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доцент, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

«24» лютого 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кравцову Олексію Сергійовичу

1 Тема «Дослідження взаємодії станції примикання та під'їзної колії з підготовки вагонів під навантаження»

керівник Запара Віктор Мефодійович, канд. техн. наук, професор

затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 24 лютого 2025 року №04/25.

2 Строк подання студентом закінченої роботи – 16 червня 2025 року

3 Вихідні дані: Технологічний процес роботи сортувальної станції 3.

Техніко-технологічна характеристика станції 3.

Перелік під'їзних колій, місце їх примикання.

Структура вагонопотоку з переробкою по станції 3.

Показники роботи станції 3.

Показники роботи технологічної бази підготовки цистерн до перевезення

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1 Аналіз розвитку вантажної і комерційної роботи на станціях

2 Характеристика станції й під'їзних колій, які примикають

3 Розробка математичної моделі транспортного обслуговування вантажовласників на залізниці України

4 Економічне обґрунтування впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до перевезення

5 Перелік графічного матеріалу: помісячні обсяги перевезень вантажів АТ «Укрзалізниця» з січня 2022 по жовтень 2024 року; загальний робочий парк вагонів залізниці України станом на кінець жовтня 2022-2024 років; динаміка обсягів перевезення нафтопродуктів АТ «Укрзалізниця» за 2020-2024 роки; робочий парк АТ «Укрзалізниця» по роду рухомого складу з 31.10.2022 року по 31.10.2024 року; причини витікання небезпечних вантажів за 2024 рік при транспортуванні залізницею; технічні параметри транспортного обслуговування, представлені у вигляді вектору; комплекс математичних моделей гнучкого регулювання параметрів транспортного обслуговування; технологія виконання промивки цистерн, фактичні і прогнозовані значення кількості оброблених цистерн, розрахунок економічного ефекту від впровадження лебідок маневрових для переміщення цистерн

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проєктного рішення	ГРИЦЕНКО Наталія, доцент, канд. економ. наук		

7 Дата видачі завдання 24 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Аналіз розвитку вантажної і комерційної роботи на станціях.	14.04.25 р.	Виконано
2 Характеристика станції й під'їзних колій, які примикають.	03.05.25 р.	Виконано
3 Розробка математичної моделі транспортного обслуговування вантажовласників на залізниці України.	25.05.25 р.	Виконано
4 Економічне обґрунтування впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до перевезення.	09.06.25 р.	Виконано
5 Оформлення роботи, отримання рецензії	16.06.25 р.	Виконано

Студент _____ Олексій КРАВЦОВ

Керівник _____ Віктор ЗАПАРА

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз розвитку вантажної і комерційної роботи на станціях	11
1.1 Сучасний стан вантажної й комерційної роботи	11
1.2 Дослідження тенденцій перевезення нафтопродуктів	19
1.3 Аналіз публікацій щодо використання інноваційних технологій у вантажній та комерційній роботі. Сучасні способи відстеження вагонів	28
2 Характеристика станції й під'їзних колій, які примикають	36
2.1 Вантажна і комерційна робота станції	36
2.2 Під'їзні колії, що примикають до станції	40
2.3 Технологічна база ТОВ «Укрріс-Транс»	41
3 Розробка математичної моделі транспортного обслуговування вантажовласників на залізниці України	47
3.1 Математична постановка задачі оптимізації чисельності парку транспортних засобів для обслуговування клієнтів залізниці	47
3.2 Пропозиції щодо покращення технології обслуговування вантажовласників	57
3.3 Моделювання системи транспортного обслуговування в галузі вантажних перевезень	61
4 Економічне обґрунтування впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до перевезення	67

					ДВСПП.200.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження взаємодії станції примикання та під`їзної колії з підготовки вагонів під навантаження	Літ.	Арк.	Аркуші	6		
Розроб.		Кравцов									
Перевір.		Запара.					6	83			
						УкрДУЗТ					
Н. контр.		Запара									
Затверд.		Ковальов									

4.1 Прогнозування обсягів обробки цистерн на технологічній базі	68
4.2 Оцінка економічного ефекту від впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу	70
Висновки	77
Список використаних джерел	80

					ДВСПП.200.00.00.000 ПЗ	7 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

Вступ

Для створення на залізничному транспорті ринкових відносин та сприятливого середовища необхідне прийняття принципових рішень на державному рівні щодо удосконалення структури, методів та принципів управління залізничним транспортом. На залізниці України (навіть в умовах широкомасштабної агресії) відбуваються корінні структурні зміни, які пов'язані зі створенням на залізничному транспорті конкурентної моделі залізничних перевезень; підвищується безпека та якість надання послуг.

Перед галуззю стоїть низка серйозних взаємопов'язаних задач. Основними з них є неринковий характер функціонування, високий ступінь морального і фізичного зносу основних фондів, недосконалість нормативно – правових актів, що регулюють його діяльність, недостатня кількість інвестиційних ресурсів спрямованих на розвиток залізниці і оновлення її виробничих фондів, недостатня державна підтримка інноваційного розвитку залізничного транспорту.

В останні роки є необхідність підвищення конкурентоспроможності залізниці України у порівнянні з іншими видами транспорту, де останнім часом (в тому числі і за військового стану) має місце певна втрата позицій.

Актуальність теми. Одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту є прискорення обігу рухомого складу за рахунок зменшення часу при виконанні технологічних операцій. Це передбачає удосконалення існуючих та створення нових технологій роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання. В умовах сучасного розвитку економіки актуальним є широке застосування інноваційних технологій на залізничному транспорті, в тому числі і у вантажній та комерційній роботі станцій, значна увага приділяється масштабній автоматизації робочих процесів, впровадженню передових інформаційних технологій.

Технічні станції забезпечують переробку і формування технічних маршрутів. Від успішної роботи таких станцій залежить стійкість перевізного процесу на цілих напрямках і полігонах мережі залізниці.

Технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і технічних станцій магістрального транспорту, які поєднують організаційні питання з питаннями раціонального технічного оснащення і кількості технічних засобів, що визначає час знаходження вагонів на під'їзних коліях і, як наслідок, збільшує час обігу вантажного вагона – потребують удосконалення.

Ці задачі вимагають свого вирішення сучасними методами задля збереження конкурентоспроможності та підвищення інвестиційної привабливості залізниці на ринку транспортних послуг, тому дану тему кваліфікаційної роботи слід вважати досить актуальною.

Об'єкт дослідження - вантажна і комерційна робота сортувальної станції.

Предмет дослідження - дослідження взаємодії станції примикання та під'їзної колії з підготовки вагонів під навантаження.

Метою даної роботи є виявлення та аналіз основних загальних завдань при взаємодії станції та під'їзних колій, що примикають, опис шляхів і методики їх вирішення, удосконалення перевезення вантажів в межах ефективної технології транспортного обслуговування; визначення доцільності використання нових технічних засобів при виконанні маневрів на технологічній базі при очищенні вагонів.

Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- проведення аналізу розвитку вантажної і комерційної роботи на станціях;
- проведення аналізу характеристики станції та під'їзних колій, що примикають;
- розробка математичної моделі транспортного обслуговування вантажовласників на залізниці України;
- економічне обґрунтування впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до

перевезення.

Методи використані у роботі. Для вирішення поставлених задач використані системний аналіз процесів і систем, системний факторний аналіз, теорія множин, статистичний та математичний аналіз; математична логіка і теорія алгоритмів.

Елементи наукової новизни. В роботі за допомогою математичної моделі вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності роботи станції з користувачами послуг залізничного транспорту, зокрема в частині покращення взаємодії залізниці та клієнтів за рахунок зменшення сумарних витрат транспортного обслуговування залізницею та додаткових витрат вантажовласників.

Публікації. Тези доповіді: «Шляхи покращення взаємодії вантажовласників-експортерів з залізницею України» за матеріалами П'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції «Транспортні технології та безпека дорожнього руху» (Запоріжжя, 12-13 березня 2024 р.) м. Запоріжжя [33], «Вплив інформатизації технологічних процесів перевезень на технічну експлуатацію залізниці» за матеріалами XII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології» (Харків, 25-26 жовтня 2024 р.) м. Харків [34], «Удосконалення сфери послуг клієнтів на ринках ЄС міжнародним підрозділом АТ «Укрзалізниця» за матеріалами 5-ї міжнародної науково-практичної конференції «Інтелектуальні транспортні технології» (Харків, 25-27 листопада 2024 р.) м. Харків [35], а також «Стан і перспективи розвитку єдиного цифрового вікна для роботи клієнтів з вантажних перевезень» за матеріалами 84-ї студентської наукової конференції УкрДУЗТ: (Харків, 11-12 грудня 2024 р.) м. Харків [36].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи – 83 сторінок. Список використаних джерел складає 37 найменувань.

1 Аналіз розвитку вантажної і комерційної роботи на станціях

1.1 Стан вантажної й комерційної роботи

У 2022 році перевізник АТ «Укрзалізниця» доставив 150,6 млн т вантажів, що на 163,8 млн тонн або 52,1% менше, ніж у 2021 році [1]. При цьому компанія зазнала збитків на суму 10,8 млрд грн, навіть з урахуванням державної дотації у розмірі 10,0 млрд грн. Через масштабні бойові дії багато підприємств в Україні змушені були зупинити роботу. Основними причинами стали руйнування заводів і транспортної інфраструктури, тимчасова окупація частини територій, високі ризики та невизначеність, порушення виробничих і логістичних ланцюгів, а також масова вимушена міграція населення. До жовтня 2022 року ситуація дещо стабілізувалася, однак після початку цілеспрямованих атак Росії на енергетичну інфраструктуру, близько 40% підприємств скоротили обсяги виробництва, а ВВП знизився на 30% — рекордне падіння в історії України [2].

До початку повномасштабної агресії 98% експорту зернових здійснювалося морськими портами. Проте через їх блокування вантажні потоки були перенаправлені на західні кордони, де пропускна спроможність з боку країн ЄС є обмеженою та не може повністю задовольнити потреби українських аграріїв. Із серпня 2022 року була впроваджена «зернова ініціатива», яка частково відновила експорт через порти Великої Одеси. За останні п'ять місяців 2022 року залізничним транспортом до цих портів було перевезено 7,7 млн тонн зернових. Однак Росія постійно створювала перешкоди для ефективного функціонування цього коридору, унеможливаючи його повноцінне використання. Загалом у 2022 році через українські порти було експортовано 63% усього зерна, а загальний обсяг перевезень зернових та продуктів їхньої переробки залізницею АТ «Укрзалізниця» досягнув майже 28 871 тис. т [3].

У перші два місяці 2022 року обсяги всіх видів залізничних перевезень демонстрували зростання порівняно з аналогічним періодом 2021 року. Проте після початку повномасштабної агресії з боку Російської Федерації (Рисунок 1.1) спостерігалось різке скорочення цих обсягів.

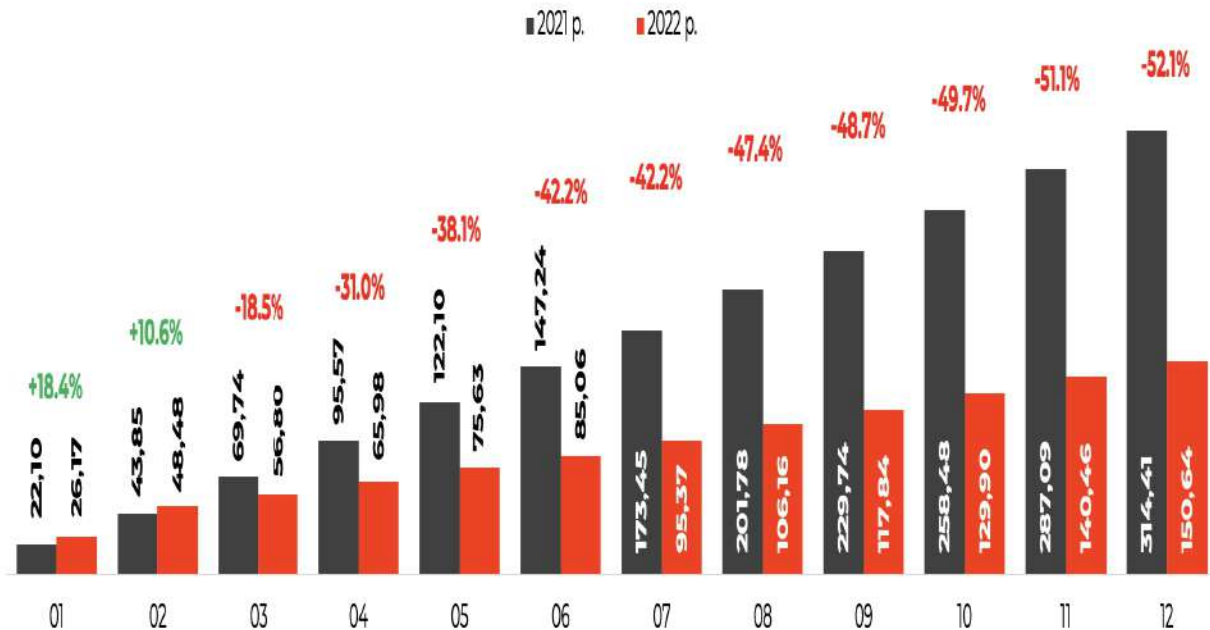


Рисунок 1.1 Обсяги вантажних загальних перевезень залізницею України наростаючим підсумком (млн т).

Найбільших втрат перевізник зазнав у сегменті перевезень залізної та марганцевої руди. У 2022 році обсяг їх транспортування становив 31,7 млн тонн, що на 45,9 млн тонн або 59,2% менше, ніж у попередньому році. Перевезення мінерально-будівельних матеріалів скоротилися на 42,9 млн тонн, тобто на 65,2%. Обсяг перевезень кам'яного вугілля зменшився майже на 20,7 млн тонн (що становить -42,2%), транспортування чорних металів скоротилося на 12,5 млн тонн (-57,8%), а обсяги перевезень зернових і продуктів їхньої переробки знизилися приблизно на 4,8 млн тонн (-4,2%) [1].

Упродовж 2022 року обсяги перевезень, здійснені АТ «Укрзалізниця», розподілялися за видами сполучень таким чином: на експорт було відправлено 59,4 млн тонн, що на 53 млн тонн або 47,1% менше, ніж у 2021 році. У

внутрішньому сполученні перевезено 76,1 млн тонн — на 73,7 млн тонн менше (тобто на 49,2%). Обсяг транзитних перевезень склав 2,7 млн тонн, що на 8,9 млн тонн або 76,9% менше. Імпортні перевезення досягли 12,4 млн тонн, що означає спад на 28,2 млн тонн або 69,5% [1].

Динаміка обсягів перевезень вантажів за останні роки (2020-2024) представлена на рисунку 1.2, а помісячні обсяги перевезень – на рисунку 1.3.

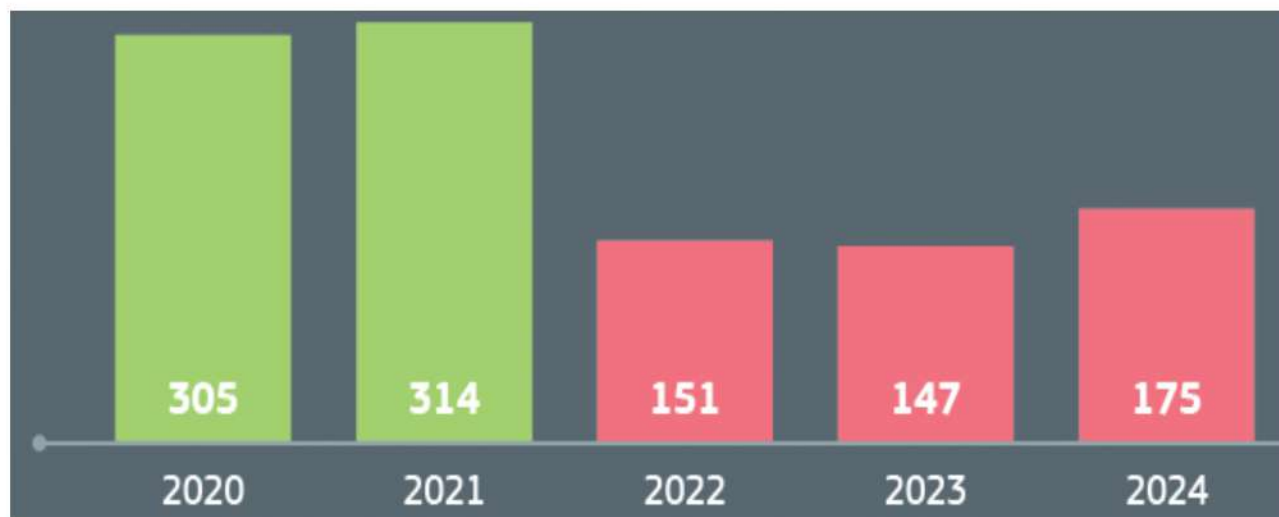


Рисунок 1.2 Динаміка обсягів перевезення залізницею України за 2020-2024 роки (млн т)

Перевезено вантажів

МЛН. ТОНН

	Звіт 1-10/2024	Звіт 1-10/2023	Звіт 1-10/2022	Звіт '24 до Звіт '23(%)	Звіт '24 до Звіт '22 (%)
Перевезено вантажів	146,9	120,6	129,9	21,9	13,1

Перевезення вантажів збільшилось за жовтень 2024 року у порівнянні з минулим роком на 10,9%
Фін. план на жовтень 2024 – 14,0 млн. тонн



Рисунок 1.3 Помісячні обсяги перевезення з січня 2022 по жовтень 2024 року (млн т)

У підсумку за 2022 рік вантажообіг АТ «Укрзалізниця» суттєво скоротився — на 85,8 млрд т-км, що становить спад на 47,6%, і досяг абсолютного показника в 94,6 млрд т-км. Водночас відсоток зниження вантажообігу виявився дещо меншим порівняно зі скороченням обсягів перевезень. Це пояснюється зростанням середньої відстані транспортування, яка збільшилась на 54 км або на 9,4%. У середньому в 2022 році вантажі перевозилися на 628 км [1].

Упродовж усього 2023 року залізничним транспортом у всіх видах сполучень було перевезено 147 млн тонн вантажів. Починаючи з березня і до грудня 2023 року, перевізник щомісяця переміщував у середньому на 23% більше вантажів, ніж за аналогічний період 2022 року, тобто після початку повномасштабної агресії.

Втім, у зв'язку з тимчасовою окупацією частини територій та спадом промислового виробництва, АТ «Укрзалізниця» поки не спроможна досягти довоєнного рівня вантажоперевезень. Проте після відновлення роботи морського коридору та відкриття портів стало можливим збільшити обсяги експортних перевезень.

Завдяки скоординованим діям українських спецслужб, військових та Мінвідновлення вдалося запуснути український морський коридор. За перші п'ять місяців його функціонування залізницею до чорноморських портів було перевезено 8,8 млн тонн вантажів — це на 8,6% більше, ніж за аналогічний період 2022 року, коли працював зерновий коридор. У грудні 2023 року було досягнуто рекордного показника вивантаження — 3,8 млн тонн для чорноморських портів від початку повномасштабного вторгнення. Крім того, залізниця наростила обсяги перевезень до дунайських портів майже на 33%, зокрема і транзитом через Молдову та Румунію. Загалом, порівнюючи періоди з березня по грудень 2022 та 2023 років, обсяг перевезень зріс з 102 до 126 млн т.

У 2023 році через морські порти було перевезено 22,3 млн тонн вантажів, а через сухопутні переходи — 34,4 млн тонн. Загалом, протягом 2023 року компанія щомісяця здійснювала перевезення в середньому понад 12 млн тонн

вантажів. Найвищий показник зафіксовано в листопаді 2023 року, коли перевізник транспортував 14,1 млн тонн вантажів.

У 2023 році значно зріс обсяг внутрішніх перевезень. У порівнянні з 2022 роком цей показник збільшився на 11,4%, досягнувши 84,8 млн тонн. Лідерами серед вантажів за обсягами у 2023 році стали: зернові вантажі — 30,6 млн тонн (+5,9%); мінерально-будівельні матеріали — 29,6 млн тонн (+29,6%); залізна та марганцева руда — 27,5 млн тонн (-13,2%); кам'яне вугілля — 26,2 млн тонн (-11,2%); чорні метали — 8,2 млн тонн (-10,6%).

У 2024 році АТ «Укрзалізниця» поступово покращувала свої експлуатаційні показники. На даний момент перевізник досяг найвищих результатів з початку повномасштабного вторгнення. Завдяки цьому компанія досягла рекордних обсягів вантажних перевезень та місячних показників. Обсяг перевезень зріс до 55,7% від довоєнного рівня (у порівнянні з 2021 роком).

У грудні 2023 року вдалося вирішити проблему та стабілізувати перевезення, а також ліквідувати покинуті поїзди на напрямку до портів Великої Одеси. Це вдалося завдяки максимальному використанню можливостей морського коридору. Крім того, було покращено обіг локомотивів і збільшено швидкість на окремих ділянках.

За підсумками 2024 року компанія завантажувала 13,6 (липень) до 16,0 (березень) млн т вантажів на місяць (із зниженням на кінець року (листопад-грудень) до 14,0 млн т), обіг вантажного вагона зменшився до 9,0 доби в кінці року (за листопад 2023 року — 10,73 доби). Дані щодо обігу відображені на рисунку 1.3. Крім того, вдалося досягти економії тягового рухомого складу на 29,72 лок./діб завдяки більш ефективному використанню наявного парку локомотивів. Середня вага вантажного поїзда зросла з 2832 т до 2910 т, що означає додаткові 78 тонн на кожен поїзд. Показники роботи тягового рухомого складу також покращилися. Наразі середня швидкість локомотивів на ділянках складає 37,3 км/год (у листопаді 2023 року — 35 км/год), а пробіг локомотива досягнув 476 км (у листопаді 2023 року — 439 км).

Обіг вантажного вагона



Рисунок 1.3 Обіг вантажного вагона на залізниці України за 2022-2024 роки (в добах)

За період військового стану слід відмітити зниження загального робочого парку вагонів з 77 252 вагонів станом на 31.10.2022 року до 68 167 вагонів станом на 31.10.2024 року (на 11,7%) при більш суттєвому зниженні робочого парку власності АТ «Укрзалізниця» за цей же період – з 34 137 до 22 160 вагонів (тобто на 35,4%) (рисунок 1.4).

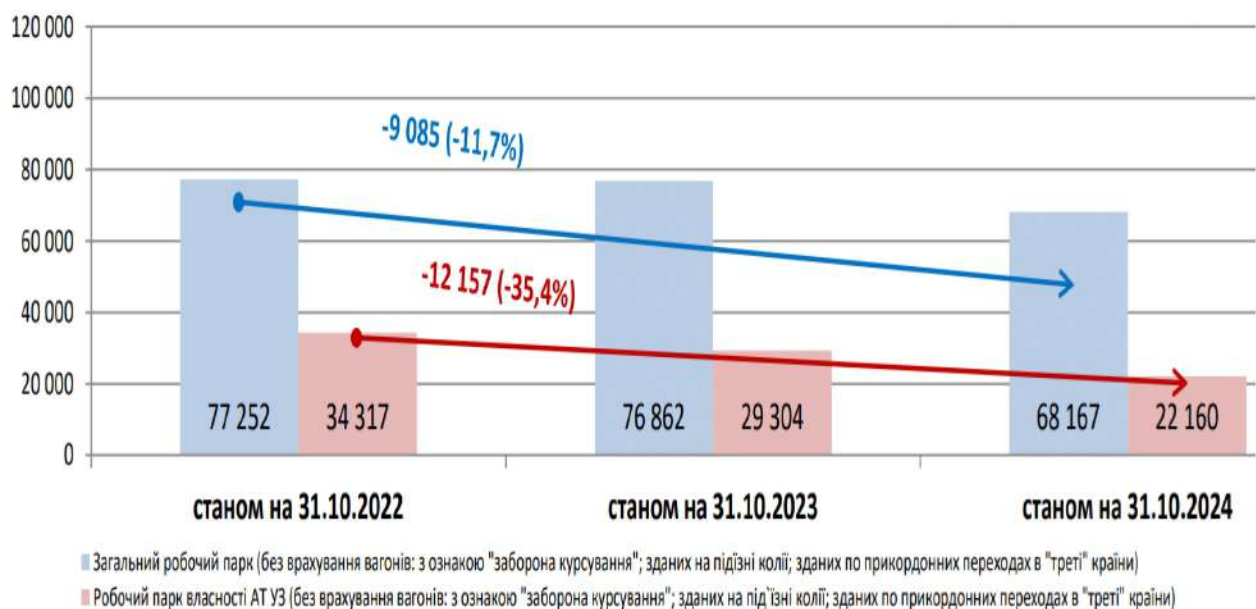


Рисунок 1.4 – Загальний робочий парк вагонів станом на кінець жовтня 2022-2024 років

В цілому ж розподіл парку вантажних вагонів за вказаний період змінився наступним чином. Кількість вагонів у розпорядженні залізниці зменшилась не суттєво (на 0,4%), кількість вагонів поза розпорядженням залізниці зросла на 1 205 вагонів (на 2,8%). Зросла суттєво кількість вагонів неробочого парку на 8 612 одиниць (на 16,9%) при ще більш суттєвому зростанні серед них несправних вагонів (з 40 546 до 50 689 вагонів), тобто на 10 143 одиниці або 25,0%. Така ситуація матиме негативний вплив на подальше функціонування АТ «Укрзалізниця».

Варто відзначити, що значно покращилось вивантаження вагонів як на загальній мережі залізниці, так і в портах Великої Одеси. За підсумками лютого 2024 року середньодобове вивантаження на АТ «Укрзалізниця» склало 6441 вагон (у листопаді 2023 року — 6013 вагонів). А в окремі дні березня 2024 року кількість розвантажених вагонів на мережі перевищила 7500.

Розглянемо перевезення вантажів залізницею за 2024 рік за видами сполучень (рисунок 1.5). Як бачимо, експортні перевезення дещо перевищують внутрішні (складають відповідно 48% і 46%) при незначних обсягах імпорту (6%) і практично відсутності транзиту (лише 0,25%).

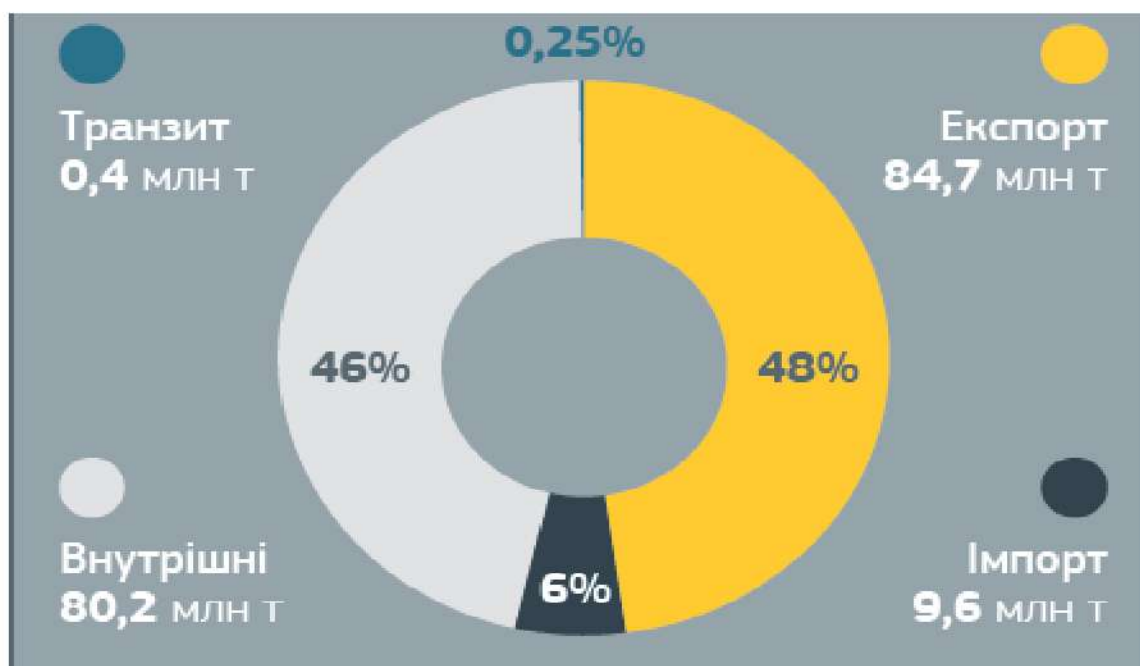


Рисунок 1.5 - Перевезення вантажів за видами сполучення залізницею України за 2024 рік.

Що ж до загальних обсягів перевезення вантажів (рисунок 1.6), то лідером є руда залізна 43,4 млн т із зростанням на 58% у порівнянні з 2023 роком, друге місце – зерно (39,7 млн т), третє – мінбудматеріали (30,3 млн т). Нафта та нафтопродукти на п'ятому місці (4,7 млн т) із від'ємною динамікою до попереднього року (-13%).

	Руда	43,4	▲ +58%
	Зерно	39,7	▲ +30%
	Мінбудматеріали	30,3	▲ +2,5%
	Вугілля	23,3	▼ -11%
	Чорні метали	8,9	▲ +9%
	Нафта і нафтопродукти	4,7	▼ -13%
	Цемент	4,5	▲ +16%
	Добрива	2,3	▼ -13%
	Кокс	1,8	▲ +19%
	Ліс	1	▲ +31%

Рисунок 1.6 Обсяги перевезення АТ «Укрзалізниця» за видами вантажів за 2024 рік (млн т) та динаміка відносно 2023 року.

Комерційна експлуатація залізниці відіграє ключову роль у задоволенні зростаючих потреб населення в перевезеннях, при цьому основний дохід перевізник отримує від вантажних перевезень. До 90 млрд грн складають доходи від перевезення вантажів. За підсумками 2019 року АТ «Укрзалізниця» зафіксувала прибуток у розмірі 4,6 млрд грн. Однак у 2022 році компанія зазнала збитків на суму 10,8 млрд грн, навіть враховуючи державні дотації на 10,0 млрд грн. 2024 рік АТ «Укрзалізниця» завершила збитково. У 2025 році прогнозується зменшення обсягу вантажних перевезень приблизно на 10 млн тонн, зокрема на 5 млн тонн скоротиться обсяг перевезення зернових — до 35–35,5 млн тонн. Пасажирські перевезення у 2025 році можуть призвести до

збитків у розмірі 22 млрд грн для компанії. Раніше прибуток від вантажних перевезень покривав збитки від пасажирських перевезень, однак у 2025 році ситуація зміниться — прибутковість вантажних перевезень зменшиться до 5–6 млрд грн без підвищення тарифів, що не дозволить компенсувати збитки від пасажирських перевезень.

Українська залізниця готова запустити нові контейнерні поїзди з Польщі та Литви, а також має намір формувати нові поїзди для внутрішніх перевезень. АТ «Укрзалізниця» також стимулює своїх клієнтів до розширення асортименту вантажів, які можуть перевозитися в контейнерах.

У компанії є всі передумови для підвищення ефективності роботи шляхом збільшення обсягів внутрішніх та експортних перевезень. Розроблені перспективні плани, спрямовані на загальне покращення якості розвитку галузі. До таких планів належать інвестиції в будівництво та придбання вантажних вагонів, усунення посередників при закупівлі продукції для галузі, а також реалізація проєкту автоматичного розподілу вагонів між клієнтами. Ці заходи націлені на вдосконалення роботи АТ «Укрзалізниця» та розвиток галузі перевезень.

Наразі АТ «Укрзалізниця» надає особливу увагу оновленню рухомого складу в рамках своєї інвестиційної діяльності [4].

1.2 Дослідження тенденцій перевезення нафтопродуктів

У 2022 році Українською залізницею було перевезено 7 084 тис. тонн нафтопродуктів. Обсяги перевезень імпорتنих вантажів значно знизилися порівняно з 2021 роком через припинення постачань з Білорусі (5,2 млн тонн) та Російської Федерації (3,1 млн тонн). Натомість, з 2022 року основні постачання нафтопродуктів почали надходити з Польщі (1,2 млн тонн) та Румунії (0,7 млн тонн) [6].

Згідно з даними рисунку 1.7, після лютого 2022 року найбільші обсяги імпорту нафтопродуктів проходили через прикордонні передаточні станції Ягодин та Мостиська II з Польщі. Це свідчить про зміну маршрутів імпорту через припинення постачань з Білорусі та Російської Федерації, які мали місце у 2021 році. За січень-грудень 2022 року Україна витратила 8,787 млрд доларів на імпорт нафтопродуктів, що на 56% більше, ніж у 2021 році [2].

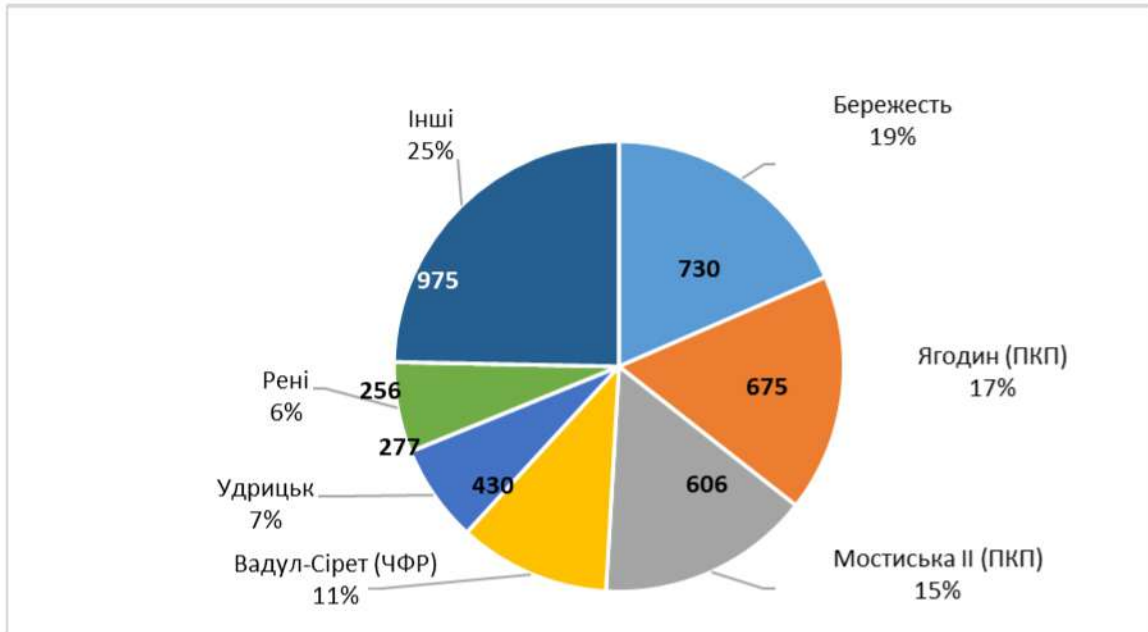


Рисунок 1.7 Імпорт нафтопродуктів по станціях входу за 2022 рік (тис. т).

Сучасна ситуація помітно відрізняється від попереднього періоду завдяки максимальній диверсифікації постачань нафтопродуктів в Україну. У порівнянні з минулими роками, коли більшість нафтопродуктів надходила з Білорусі та Росії (65%), сьогодні Україна закуповує паливо з різних джерел. За даними митниці, більшість обсягів нафтопродуктів (68%) постачається з різних країн, а загальні витрати склали близько 6 млрд доларів США [6]. Це свідчить про розширення постачальних каналів і зниження залежності від окремих країн.

Також значні витрати на постачання нафтопродуктів були зафіксовані від таких країн, як Індія (12%), Болгарія (11%) та Литва (11%), хоча їхній внесок у загальну структуру постачань відрізняється.

На рисунку 1.8 видно, що обсяги транспортування нафтопродуктів АТ «Укрзалізниця» за 2020-2022 роки зазнали певних змін. У 2022 році було

перевезено 7,08 млн тонн нафтопродуктів, що на 17% менше, ніж у 2021 році (8,79 млн тонн). Для порівняння з попередніми періодами, обсяги транспортувань нафтопродуктів також були нижчими: 8,023 млн тонн у 2020 році та 8,427 млн тонн у 2019 році

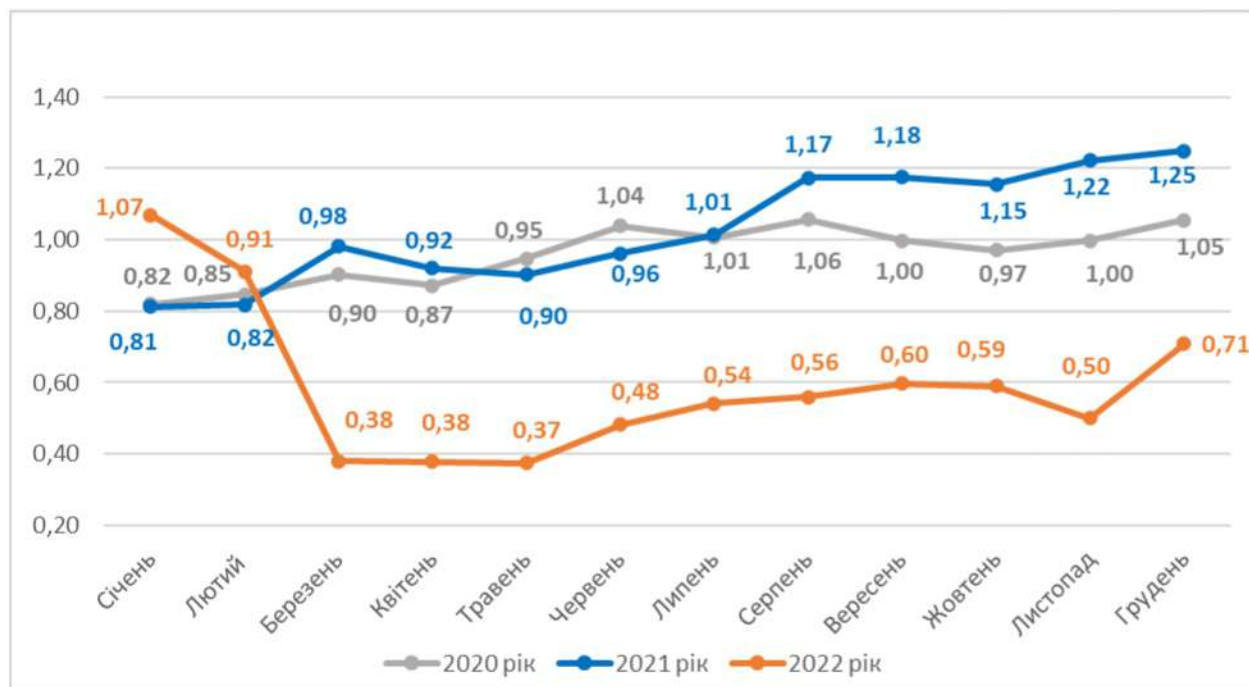


Рисунок 1.8 Загальні об'єми перевезення нафтопродуктів перевізником АТ «Укрзалізниця» за 2020-2022 роки (млн т).

Річні обсяги перевезення за останні п'ять років (рисунок 1.9) свідчать про стабільну тенденцію до зниження обсягів перевезення нафтопродуктів АТ «Укрзалізниця» починаючи з 2022 року (з 8,79 млн т у 2021 році до 4,7 млн т у 2024 році, тобто на 46,5%). Така ситуація пов'язана перш за все з широкомасштабною агресією РФ, вимушеною диверсифікацією імпорту нафтопродуктів та більш широким використанням автотранспорту при цьому. Перехід вантажів за останні роки з залізниці на автотранспорт став характерним не лише по нафтопродуктах, а й по іншій номенклатурі вантажів, і саме військові дії прискорили цю тенденцію (рисунок 1.10). За чотири роки з 2020 по 2023 роки частка в обсягах роботи залізниці серед сухопутних видів транспорту скоротилася з 61% до 45%, тобто на 16%, а найсуттєвіше скорочення припадає на 2022 рік (на 11% до 2021 року).

Млн т

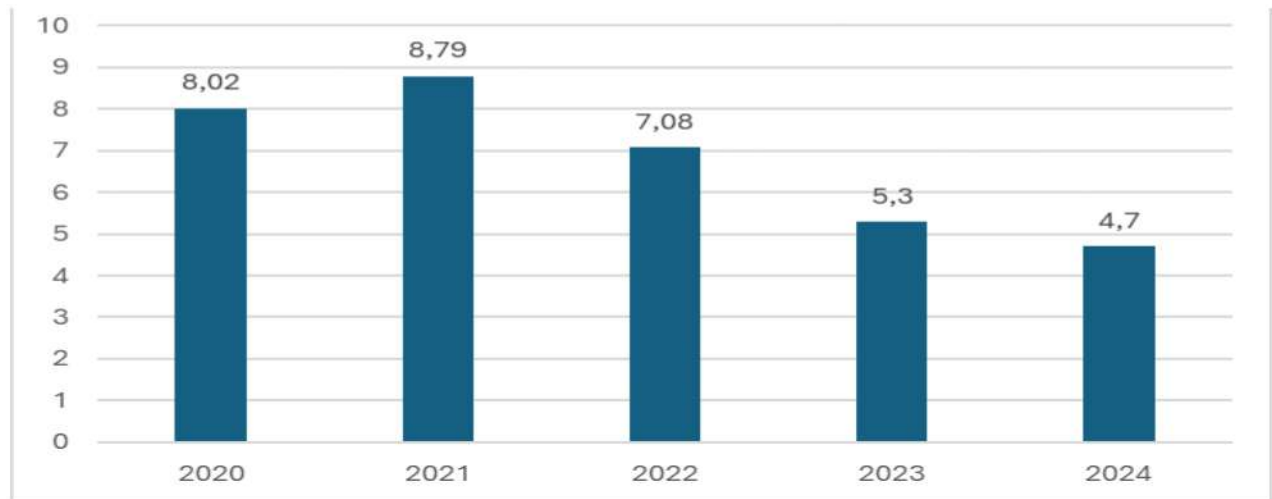
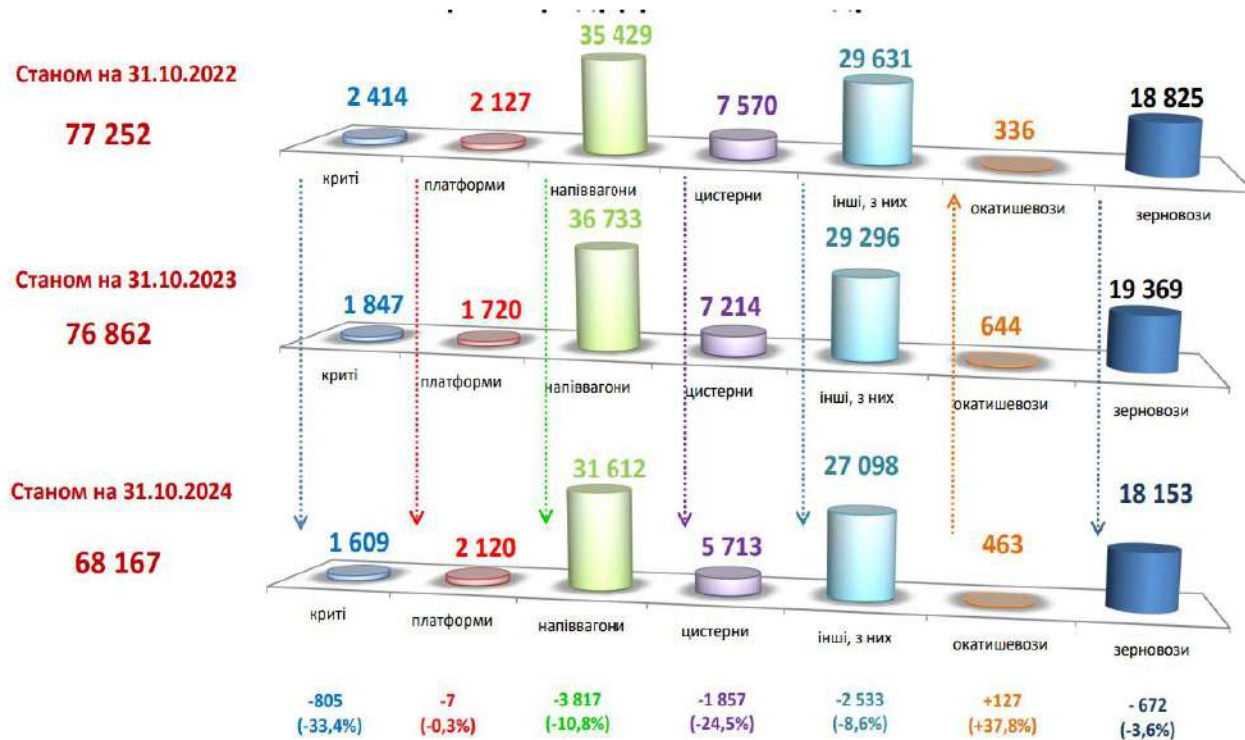


Рисунок 1.9 Динаміка загальних обсягів перевезення нафтопродуктів АТ «Укрзалізниця» за 2020-2024 роки (млн т)



Рисунок 1.10 Частка обсягів вантажної роботи залізниці і автотранспорту за 2020-2023 роки

Викликає певне занепокоєння і робочий парк вагонів залізниці по роду рухомого складу (рисунок 1.11). З 2022 року він скоротився практично по всіх типах вагонів (крім хіба що окатишевозів, робочий парк яких станом на 31.10.2022 року нараховував 336 одиниць, а на 31.10.2024 року – 463 одиниці). Одне з найсуттєвіших скорочень як в абсолютних одиницях (вагонах), так і в відсотковому відношенні стосується саме цистерн. З 31.10.2022 року по 31.10.2024 року робочий парк цистерн зменшився з 7 570 одиниць до 5 713 одиниць, тобто на 1 857 цистерн, або на 24,5%.



* без врахування вагонів: з ознакою "заборона курсування"; зданих на підїзні колії; зданих по прикордонних переходах в "треті" країни

Рисунок 1.11 Робочий парк АТ «Укрзалізниця» по роду рухомого складу з 31.10.2022 року по 31.10.2024 року

Імпорт автотранспортом став новим потужним каналом, який почав активно використовуватись з 2022 року після втрати традиційних джерел постачання пального. Парк бензовозів збільшився за два роки більш ніж у чотири рази і наразі налічує понад 6000 одиниць. У певні періоди імпортом автомобільним транспортом становив до 50% від загального обсягу (у 2021 році таких поставок взагалі не було). Заблоковані автошляхи негативно впливають на ринок, зокрема, страйк перевізників у Польщі восени 2023 року призвів до дефіциту скрапленого газу та зростання його ціни на 30%.

Одним із шляхів подолання кризи, спричиненої блокуванням кордонів, є збільшення залізничних перевезень. Це стосується не лише скрапленого газу, а й дизельного пального.

Основні труднощі при роботі із залізницею полягають у необхідності використання нафтобаз, що є вразливими об'єктами критичної інфраструктури під час постійних обстрілів. На відміну від цього, постачання бензовозами не потребує проміжних складів — пальне доставляється безпосередньо на АЗС.

Крім того, невеликим мережам заправок і трейдерам складно працювати з вагонними партіями через потребу в значних обігових коштах. Імпорт через залізницю також вимагає наявності спеціалізованого персоналу, якого часто бракує. Відтак, немає підстав очікувати повного переходу імпорту пального на залізничний транспорт.

На румунському напрямку доставка пального залізницею в Україну відбувається вкрай повільно. За результатами опитувань учасників ринку, основною проблемою є відсутність стабільного й чіткого графіка відвантажень у порту Констанца (наразі виступає основним пунктом відправлення пального до України). Інших суттєвих перешкод у постачаннях з Румунії не зафіксовано.

Нещодавно АТ «Укрзалізниця» уклала пряму угоду з постачальником пального Orlen Lietuva через систему «Прозорро» на суму 9,13 млн доларів. Орієнтовна вартість дизельного пального становить 825 доларів за тонну на умовах FCA терміналу Моцкава (Литва), без урахування ПДВ, акцизу та з прив'язкою до індексу Platts. Такий досвід можна вважати цікавим, а запропоновану ціну — ринковою. Водночас найбільш вигідним і надійним способом закупівлі залишається відкрита конкурентна процедура через тендери. «Укрзалізниця» вже має напрацьовану практику, першою запровадивши формульне ціноутворення на тендерних закупівлях. Хоч деякі питання ще потребують доопрацювання, вдосконалення процедур дозволить створити ефективний і стабільний механізм забезпечення компанії паливом.

До початку повномасштабної агресії основними джерелами постачання пального в Україну залишалися росія та білорусь. Однак у 2022 році, в умовах втрати традиційних каналів, країна була змушена переорієнтуватися на імпорт із інших держав. Водночас значна частина пального, що надходила до України в той період, мала російське походження. Зокрема, російське дизельне пальне часто змішували з продукцією європейського виробництва, не зазначаючи країну походження ресурсу, після чого його реалізовували як «європейське». У травні 2023 року Урядом було запроваджено заборону на ввезення такого

пального, аби унеможливити потрапляння до України ресурсів з країни-агресора під виглядом продукції з інших джерел.

Упродовж 2023 року була проведена системна робота з виявлення шляхів потрапляння російського пального до України та впровадження ефективних механізмів для недопущення його імпорту. З ініціативи Ради національної безпеки і оборони до Митного кодексу України були внесені зміни, які значно розширили повноваження митних органів — тепер митники можуть вимагати повний пакет документів щодо походження нафтопродуктів. Це дозволяє відстежувати весь логістичний ланцюг переміщення пального — від виробника до українського кордону, що фактично унеможлиблює імпорт пального російського походження. Крім того, для окремих напрямків постачання — зокрема, з Туреччини, Молдови та Болгарії — було запроваджено посилений контроль у вигляді додаткових перевірок.

Основною проблемою залишається постачання скрапленого газу, який не потрапив під санкційні обмеження Європейського Союзу та безперешкодно імпортується на територію Європи. Надалі цей газ часто змішується з європейським або американським ресурсом і отримує документи європейського походження, що ускладнює його ідентифікацію. Наприкінці 2023 року ЄС ухвалив рішення про розширення ембарго, включивши скраплений газ до санкційного переліку. Водночас у нормативній базі залишилися певні "щілини".

За підсумками дев'яти місяців 2023 року на мережі АТ «Укрзалізниця» зафіксовано зменшення кількості транспортних подій у порівнянні з аналогічним періодом 2022 року. Загалом було зареєстровано 408 випадків, унаслідок яких загинули 100 осіб, ще 78 отримали травми різного ступеня тяжкості. Серед цих інцидентів — одна катастрофа, що призвела до травмування 15 осіб.

Упродовж 2023 року зафіксовано 11 аварійних ситуацій під час перевезення небезпечних вантажів, що суттєво менше у порівнянні з 33 випадками у 2022 році. Знизилась також і кількість втраченого вантажу: зі 134,1 т у 2022 році до 74,9 т у 2023 році. Зокрема, на регіональних філіях АТ

«Укрзалізниця» зафіксовано 8 випадків витоку з цистерн: 2 на філії «Львівська залізниця», 5 — на філії «Південно-Західна залізниця» та 1 — на «Південній залізниці». Причини інцидентів: технічна несправність котлів цистерн (5 випадків) та порушення Правил перевезення наливних вантажів, а саме витік через клапан нижнього зливного пристрою (3 випадки).

За 9 місяців 2024 року допущено 20 аварійних ситуацій при транспортуванні небезпечних вантажів залізничним транспортом, з них 1 аварія (сходження цистерни з паливом дизельним під час маневрової роботи на станції Сміла регіональної філії «Одеська залізниця»). Крім того допущений 1 випадок випаровування з цистерни аміаку безводного. Всі інші аварійні ситуації пов'язані з витіканням з цистерн (18 випадків), з яких 15 сталися через недокручений вантажовідправниками клапан нижнього зливного пристрою цистерн (порушення Правил перевезення наливних вантажів), 2 -через технічну несправність котла цистерни, а 1 — через верхній завантажувальний люк цистерни.

Причини витікання вантажів небезпечних є досить різноманітними і можуть варіюватися залежно від конкретної ситуації. Детальна інформація щодо причин витікання за 2024 рік вказана на рисунку 1.12.



Рисунок 1.12 Причини витікання вантажів, які є небезпечними, за 2024 рік при транспортуванні залізницею України

Для стабілізації та підвищення рівня безпеки руху у сфері комерційного господарства рекомендовано впровадити такі заходи:

- проведення спеціалізованого навчання для працівників суб'єктів, що здійснюють перевезення небезпечних вантажів, що є ключовим кроком до підвищення безпеки руху;

- посилення контролю за забезпеченням виробничих приміщень пунктів комерційного огляду (ПКО) необхідним обладнанням, інструментами й матеріалами для оперативного усунення комерційних несправностей;

- продовження цільових перевірок дотримання технічних умов під час розміщення та кріплення металобрухту після завантаження на під'їзних коліях регіональних філій, а також контроль за діяльністю ПКО, що є важливими заходами для підвищення безпеки руху й загальної ефективності роботи залізничного транспорту;

- організація перевірки механізованих дистанцій вантажно-розвантажувальних робіт (МЧ) регіональних філій з метою оцінки технічного стану колій на підходах до ваг та колій на самих вагах є важливим кроком для забезпечення безпеки руху. Ці заходи спрямовані на перевірку відповідності вимогам чинних інструкцій та нормативно-правової документації, що регулюють роботу залізничного транспорту в Україні [7];

- розробка стратегічної програми оновлення парку вагоповірочних вагонів та супутнього обладнання - важливий крок для підвищення ефективності та безпеки перевезень.

Отже, показано, що загальний рівень якості доставки вантажів на мережі АТ "Укрзалізниця" в цілому оцінюється як задовільний, але залишається на низькому рівні в контексті внутрішнього та імпортного сполучень, тобто вимагає подальшого вдосконалення.

1.3 Аналіз публікацій щодо використання інноваційних технологій у вантажній та комерційній роботі. Сучасні способи відстеження вагонів

Конкретні питання удосконалення, покращення та інформатизації транспортних технологій на станціях, зокрема в частині взаємодії з під'їзними коліями, активно досліджувалося цілим рядом науковців, таких як Т. Бутько, В. Запара, А. Котенко, Т. Калашнікова, А. Ковальов, І. Левицький, О. Лаврухін, Д. Ломотько, Г. Музикіна, В. Мироненко, А. Прохорченко, А. Perevnik, R. Lewis, M. Antonowicz, P. Dawson та й іншими. Що стосується вирішення проблем оптимальності черг подавання вагонів до вантажних фронтів, то з цією метою було проведено чимало спроб та досліджень різними авторами.

Авторами [8] була визначена структура єдиного логістичного центру, яка включає диспетчерський центр контролю доставляння вантажів. Центр функціонує на основі розробленої та узгодженої з клієнтом технології для кожного конкретного перевезення, що включає в себе також графік доставляння вантажів.

Організація перевізного процесу на залізницях інших країн була розглянута в дослідженнях [9-15]. У цих роботах акцентується увага на таких моментах:

- на залізницях Німеччини акцентовано увагу на впровадженні інтегрованої системи управління, що використовує єдину базу даних для усіх прикладних задач;

- в Японії автоматизована система залізничного транспорту обробляє інформацію по всіх напрямках діяльності, включаючи господарський, фінансовий, кадровий та інші. Такий підхід покращує взаємодію між різними підрозділами і сферами діяльності, дозволяючи ефективно координувати процеси та забезпечувати високий рівень обслуговування;

- у Центрі управління в Монреалі, що знаходиться під управлінням Канадських національних залізниць, інформація щодо поїздів відображається

на великому екрані за допомогою чотирьох кольорів, що вказують на відхилення від графіку руху. Особлива увага приділяється поїздам, які транспортують небезпечні вантажі, для яких виділено окремий індикатор. Це дає можливість операторам сконцентруватися на моніторингу і контролі за рухом таких поїздів, що підвищує рівень безпеки і ефективність управління на всій залізничній мережі;

- на мережі залізниці Словенії велика увага приділяється використанню оперативного аналізу поїзної роботи для забезпечення більш ефективного управління експлуатаційною діяльністю. Такий підхід дозволяє покращити моніторинг руху поїздів і забезпечити вищий рівень управління на всіх етапах залізничного процесу.

У дослідженні [16] обґрунтовано застосування методу агрегатів для моделювання роботи в системі «станція примикання – колії незагального користування». У цьому дослідженні розроблено критерій для вибору оптимальної черговості обслуговування фронтів вантажних з урахуванням можливих штрафних виплат у системах взаємодії між станцією примикання та коліями незагального користування. Рекомендації, отримані в результаті дослідження, можуть бути використані як при розробці Єдиного технологічного процесу роботи станції та під'їзних колій, так і при укладанні чи оновленні договорів щодо експлуатації колій незагального користування, а також договорів на подачу і забирання вагонів.

У напрацюванні [17] розроблено комплексну модель, яка сприяє покращенню технології роботи колій під'їзних промислових підприємств та станцій примикання, зокрема у напрямі скорочення часу, необхідного для проведення технологічних операцій, пов'язаних з вантаженням. Запропонований метод визначення оптимального часу простою вагонів на коліях під'їзних під час виконання технологічних операцій. Окрім того, були вдосконалені методи вибору оптимального виду доставки вантажів на підприємство, з урахуванням прогнозування показників роботи колій під'їзних та станцій примикання. Також розроблено комплекс задач, що вирішуються за

допомогою автоматизованого робочого місця оперативних фахівців вантажних станцій, а ще цехів транспортних промислових підприємств.

Ф. Мамєдов розглядав питання щодо визначення черговості оптимального обслуговування фронтів вантажних. Він встановив принцип, згідно з яким вагони слід подавати спочатку на ті вантажні fronti, де час, необхідний для обслуговування одного вагона локомотивом, є найменшим.

У деяких розглянутих дослідженнях наводяться критерії, які враховуються при визначенні оптимальної черги подачі групи вагонів до вантажних фронтів. Наприклад, мінімум локомотиво-годин роботи маневрової, що спрямований на зменшення часу, який локомотиви витрачають на маневрові операції; мінімум додаткових вагоно-кілометрів пробігу, що ставить на меті зменшення відстані, яку потрібно пройти вагонам для обслуговування; мінімум вагоно-годин очікування початку вантажних операцій після прибуття на станцію, що дозволяє скоротити час очікування вагонів на початок вантажних операцій. Крім того, мінімізація штрафів через порушення строків доставки вантажу. В дослідженнях зазначено, що особа, яка приймає рішення з оптимальної черговості подачі вагонів до вантажних фронтів, може також використовувати інтегральний критерій оптимальності.

У розглянутих дослідженнях закордонних вчених [18] рекомендується досягати ефективного управління залізничним транспортом через реінжиніринг та синтез систем нового покоління. Для цього можна використовувати різноманітні методи, такі як теорія розкладів, агентне моделювання, нейронні мережі та генетичні алгоритми. Основна ідея полягає в переході від автоматизації окремих функцій до автоматизації інтелектуальних функцій. Новітні системи управління залізничним транспортом здатні проводити аналіз складних ситуацій та приймати оптимальні рішення на основі зібраної інформації й аналізу даних.

Закордонні вчені звернули увагу на важливість створення гнучких систем обслуговування під'їзних колій та узгодження процесів сортування для скорочення часу перевезень і оптимізації використання ресурсів на початкових

та кінцевих етапах перевезення. Такий підхід до визначення гнучкості в обслуговуванні колій під'їзних сприяє підвищенню ефективності перевезень вантажу та більш економному використанню ресурсів.

Розглянемо кілька сучасних способів відстеження вагонів, один з яких — це RFID-технологія [19]. RFID-обладнання є потужним інструментом для створення систем стеження за вагонами (або контейнерами) та їх елементами, такими як колісні пари. Використання RFID-систем набуває популярності в логістиці [20], оскільки дозволяє вирішувати різноманітні завдання, серед яких: автоматизація реєстрації руху вагонів та контейнерів на контрольних точках, автоматизація зважування вагонів, включаючи реєстрацію їх номерів, а також відстеження стану запобіжних пристроїв (ЗПП), з можливістю отримання більш детальної інформації у разі порушення їх цілісності.

RFID-технологія має низку переваг, серед яких — відсутність необхідності у фізичному контакті чи прямій видимості між мітками та зчитувачем. Зчитування можливе навіть тоді, коли в зоні дії антени одночасно перебуває кілька міток, оскільки радіосигнал здатен проникати крізь більшість матеріалів. Таким чином, мітки можуть бути розміщені всередині об'єктів, що підлягають ідентифікації, не впливаючи на ефективність системи.

На залізничні вагони, як правило, встановлюють по дві RFID-мітки. Їх закріплюють за допомогою заклепок, саморізів або спеціальних кронштейнів. На сьогоднішній день не існує єдиного стандарту, який би чітко регламентував місце встановлення міток на вагонах. Водночас важливо враховувати, що для ефективного зчитування даних необхідно забезпечити пряму видимість між антеною та RFID-міткою.

Відстеження напрямку руху вагонів здійснюється за допомогою системи, що базується на застосуванні RFID-міток. Суть роботи цієї системи полягає у фіксації проходження вагонів через контрольні пункти, обладнані пристроями радіочастотної ідентифікації. Такий підхід реалізується завдяки закріпленню RFID-міток безпосередньо на вагонах у складі поїздів, а зчитувальних пристроїв — на визначених контрольних точках уздовж залізничного полотна.

Залежно від конкретного рішення, система здатна розпізнавати об'єкти на відстані від 1 до 120 метрів.

Використання описаної системи потенційно може призвести до підвищення загальної вартості підготовки вагонів до відправлення. Однак варто зазначити, що витрати на встановлення RFID-міток, у рамках комплексних заходів з підготовки вантажів і вагонів до відправлення, покладаються на вантажовідправника. У свою чергу, технічне обслуговування у частині впровадження обліку ЗПП здійснюватиметься перевізником, що сприятиме спрощенню впровадження цієї технології.

У сфері логістики вже активно використовуються комплексні рішення на основі RFID-технологій, зокрема в морських контейнерних перевезеннях. Контейнери оснащуються RFID-мітками, які містять інформацію про вантаж і можуть додатково включати різні сенсори (наприклад, датчики тиску або рівня кисню). Ці мітки передають дані на центральну станцію збору інформації, розміщену на борту контейнеровоза, звідки дані надсилаються через супутниковий зв'язок. Завдяки цьому власник вантажу має змогу в режимі реального часу відстежувати місцезнаходження та стан свого вантажу.

Вже на сьогодні саме таку систему ідентифікації використовують Бразилія, Австралія, Південно-Африканська Республіка, Швеція, Китай тощо.

Трекери, що працюють на базі GPS і мобільного зв'язку (GSM), знайшли широке застосування в системах моніторингу автотранспорту. Основна перевага полягає в тому, що питання живлення вирішується шляхом підключення пристрою до бортової електросистеми автомобіля. По суті, GPS/GSM-трекер функціонує аналогічно до мобільного телефону з SIM-карткою, що дозволяє передавати дані про місцезнаходження у режимі реального часу.

Слід відзначити наявність роумінгу, що може значно впливати на витрати при міжнародних перевезеннях, а також наразі досить високу вартість експлуатації таких систем. Крім того, термін автономної роботи GPS/GSM-

трекерів без додаткового живлення зазвичай обмежується періодом від 1 до 1,5 року, що також є чинником, який варто враховувати при їх впровадженні.

Існують окремі спроби підвищити автономність GPS/GSM-трекерів шляхом збільшення ємності акумуляторів, зниження частоти передачі даних, а також оснащення пристроїв генераторами або сонячними фотоелементами. Однак такі заходи призводять до істотного зростання вартості кінцевих пристроїв. Через це широке використання GPS/GSM-трекерів на вагонах поки не реалізоване, хоча вони вже зарекомендували себе як ефективне рішення для моніторингу локомотивного парку.

За приклад використання саме пристроїв GPS/NB-IoT розглянемо ситуацію у залізничного державного оператора Австрії.

Розпізнавання номерів вагонів за допомогою камер із використанням технологій Computer Vision наразі є відносно новим, але вже досить ефективним методом зчитування інформації. Цей підхід активно просувається системними інтеграторами для впровадження серед замовників і приватних перевізників як інструмент для відстеження вагонів. Водночас основним, але вагомим недоліком залишається необхідність розгортання складної цифрової інфраструктури, а також постійного забезпечення чистоти об'єктів камер для стабільної роботи системи.

На сьогодні технології машинного зору активно впроваджуються в розвинених країнах, насамперед для контролю технічного стану рухомого складу та залізничної інфраструктури, що спрямовано на підвищення рівня безпеки перевезень. Окрім цього, в країнах Європейського Союзу широко використовують системи відеорозпізнавання для автоматичного зчитування номерів контейнерів у портах та терміналах з метою їх обліку та моніторингу логістичних операцій.

В Україні компанія "Вантаж+" нещодавно розпочала реалізацію системи трекінгу для активних залізничних вагонів-зерновозів у співпраці з мережею IoT Sigfox Ukraine. На даному етапі здійснюється тестове відстеження руху вагонів від елеваторів до портів. Використовуючи отриману інформацію,

розробляється аналітична платформа, яка дозволяє фіксувати точне місцезнаходження вагона, а також час його початку руху та зупинки. Хоча дані на даному етапі є первинними, вони вже мають потенціал значно змінити правила логістичних операцій.

Після встановлення GPS-трекерів на залізничні вагони, інформація про їх місцезнаходження відображається цілодобово на смартфонах. В реальному часі можна контролювати переміщення вагонів і отримувати додаткові дані про операції з ними. Завдяки такій системі трекер може окупити свою вартість вже за кілька годин експлуатації, що робить її економічно вигідною. Використання новітніх технологій моніторингу дозволяє операторам своєчасно отримувати інформацію про затримки або простій вагонів на станціях. У таких випадках можливе застосування активних трекерів, підключених до глобальної мережі 0G Sigfox.

Термін служби трекера становить до 5 років. Вони можуть передавати дані про початок і завершення руху, стан елементів живлення, а також визначати місцезнаходження з точністю до 5 м за допомогою GPS-координат. Крім того, трекери здатні фіксувати перебування в зонах завантаження та розвантаження за допомогою маяків BLE (Bluetooth Low Energy). Важливим є те, що трекери не потребують створення або підтримки дорогої і складної інфраструктури, що є значною перевагою порівняно з RFID-мітками чи камерами спостереження.

Тривалий термін служби трекерів досягається завдяки низькому енергоспоживанню пристрою, мінімальним витратам енергії на радіозв'язок та використанню високоефективних елементів живлення, що стабільно функціонують навіть при екстремальних температурах. Наприклад, ультразвуковий лічильник води від Kamstrup, підключений до мережі Sigfox, здатний працювати на одному акумуляторі до 15-16 років.

Мережа 0G Sigfox стає важливою частиною глобального Інтернету речей, і її розвиток активно відбувається по всьому світу, включаючи Україну. Ця технологія вже використовується такими великими компаніями, як Airbus,

Michelin та DHL, а також національним залізничним оператором Франції (SNCF). В Україні мережа Sigfox ще нова, але вже застосовується окремими підприємствами.

До 2021 року в Україні не було можливості використовувати подібні технології через відсутність глобального оператора, а приватні локальні рішення на базі технології LoRa не змогли отримати достатнього розвитку. Однак з приходом мережі Sigfox ситуація змінилася. На сьогоднішній день покриття цієї мережі охоплює майже 10 млн українців, і є плани протягом кількох років покрити 85% населення країни. Існуюче покриття вже здатне забезпечити потреби українських компаній у трекінгу активів, що відкриває нові можливості для розвитку логістики та інших сфер бізнесу.

Висновок. Розвиток і розширення діяльності компанії АТ «Укрзалізниця» у напрямку залучення додаткових вантажопотоків та розширення географії міжнародних проєктів є важливим кроком для покращення ситуації в сфері залізничного транспорту України. Це потребує всебічної роботи в різних напрямках діяльності залізниці, зокрема: гнучкої тарифної політики, технічного переоснащення інфраструктури, впровадження нових інформаційних технологій, поліпшення прикордонних переходів, оптимізації технології перевезень та підвищення якості обслуговування клієнтів. Ці заходи сприятимуть підвищенню ефективності роботи залізничного транспорту, зменшенню витрат і покращенню взаємодії з міжнародними партнерами.

АТ «Укрзалізниця» наразі продовжує свою діяльність, активно реформуючи галузь залізничного транспорту з урахуванням європейської моделі та досвіду залізниць Німеччини, Польщі та Франції. Реформування галузі за європейським зразком сприятиме підвищенню ефективності, якості обслуговування та конкурентоспроможності залізничної системи України.

Інформатизація технологічних процесів стає важливою складовою реформування залізничної галузі та має значний вплив на підвищення ефективності й оптимізації роботи АТ «Укрзалізниця».

2 Характеристика станції й під'їзних колій, які примикають

2.1 Вантажна та комерційна робота станції

Однією із найбільших залізничних станцій України є саме станція З. Технологія роботи цієї станції при взаємодії із під'їзними коліями і взята для подальшого вивчення й проведення досліджень.

Станція за характером виконуваної роботи й технічному оснащенню є сортувальною, а за об'ємами роботи – позакласною. Станція З входить в склад вузла З регіональної філії «Одеська залізниця» компанії АТ «Укрзалізниця» і розташована на перетині магістралі Дніпро–Київ й магістралі Кременчук–Одеса.

На означеній станції З здійснюється обробка інформації поїзної та перевізних документів; робота комерційна; робота з пасажирськими поїздами; розформування-формування поїздів: дільничних, збірних, вивізних та передавальних; виконується робота з вагонами на коліях під'їзних; операцій із пропуску, приймання, відправлення поїздів усіх категорій.

Маневрова робота на цій станції виконується локомотивами ВЛ60К, ЧМЕЗТ, ЧМЕЗ локомотивного депо З (ТЧ-7). З західної сторони станції 2 електровози ВЛ60К й 2 тепловози ЧМЕЗ або ж ЧМЕЗТ виконують роботу маневрову із перестановки составів з Сортувально-відправного парка на колії парка відправлення, зміни ваги й довжини составів, відчеплення вагонів із технічними й комерційними несправностями, підтягування, осаджування, перестановка вагонів, закінчення формування поїздів та й інші маневри. Тепловози ЧМЕЗ або ж ЧМЕЗТ, крім того, задіяні при виконанні місцевої роботи з подачі й забирання вагонів із фронтів вантажних.

З східної ж сторони станції З гіркових електровози ВЛ60К проводять маневрову роботу з витягнення составів на тупики гірки, поповнення або ж зменшення ваги й довжини составів, а також відчеплення вагонів із технічними

і комерційними браками, переставлення вагонів, осаджування, підтягування та й іншу маневрову роботу.

При виконанні завдань з місцевої роботи задіяний один тепловоз ЧМЕЗ або ж ЧМЕЗТ. Під час різних ускладнень щодо поїзної та маневрової роботи допускається взаємна заміна локомотивів маневрових.

На станції 3 створено пункт з концентрації обробки перевізних документів щодо прикріплених станцій Ч, П, С, які обслуговуються локомотивами маневровими станції 3, що й призводить до підвищеної завантаженості маневрових засобів й до зростання часу простоїв вагонів.

До станції примикають колії під'їзні таких підприємств промислових: ТОВ «АСТІ елеватор», ТОВ «Геоїд», ТОВ «Укрпріс-Транс», а також нафтобаза ЗАТ «РУР ГРУП С.А.» [22].

В базову технології роботи сортувальної станції покладено метод диспетчерського керівництва розформуванням і формуванням поїздів й місцевої роботи, що дає можливість забезпечити злагодженість у роботі працівників різних структурних підрозділів, раціональне використання технічних засобів, зменшити час простою вагонів на самій станції.

Технологія роботи з вагонами місцевими по відправленню. Вантажовідправник з використанням Автоматизованої системи документообігу замовлень на перевезення вантажів й формування планів (АС «Месплан») уводить замовлення на транспортування вантажу. Після його узгодження на рівні філії та АТ «Укрзалізниця», відправник, не пізніше 3-х діб від навантаження запланованого, надає агенту комерційному заявку на подавання вагонів під вантаження.

Комерційний агент після одержання від вантажовідправника заявки, перевіряє наявність підтвердження цієї заявки в АС «Месплан», а по АРМ КЗО – відсутність обмежень й заборон (адреси 72, 73, 74 й 75) та вводить у АСК ВП УЗ-Є макет 112 із заявками вже на наступну добу. В макеті указується код вантажу, а також кількість заявлених вагонів. Цей макет передається до 15.00 поточної доби щодобово.

Після фактичної подачі вагона на під'їзну колію або на колії загального користування під навантаження прийомоздавальник формує в АРМ ПЗ пам'ятку ГУ-45 про подавання вагона, в АСК ВП УЗ-Є формується повідомлення 1397, вагону проставляється код операції «ОТОТ» – віднесення на відповідальність підприємства, стан вагону – порожній.

Після фактичного навантаження вагона та повідомлення вантажоодержувачем про готовність вагона до забирання, прийомоздавальник вводить повідомлення про готовність вагона до забирання, код операції «ОКОТ» – закінчення відповідальності підприємства, стан вагона – навантажений.

В АРМ ТВК агент комерційний здійснює оформлення перевізних документів, роздрукування та введення часу приймання вантажу до перевезення. В АСК ВП УЗ-Є формується повідомлення 241 про навантаження вагона.

Після фактичного забирання вагона з під'їзної колії, прийомоздавальник формує в АРМ ПЗ пам'ятку ГУ-45 про забирання вагона, в АСК ВП УЗ-Є формується повідомлення 1397, вагону проставляється код операції «ПРДР» – приймання з під'їзної колії.

Перед відправленням поїзда свого формування працівники станції перевіряють відповідність розміщення і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі вимогам ТУ і Правил перевезень вантажів, правильність формування поїзда і зчеплення вагонів у составі, переконуються в тому, що збереження вантажів повністю забезпечено.

У парку відправлення з составами свого формування виконуються такі операції:

- технічне обслуговування і поточний безвідчіпний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- причеплення поїзного локомотива і випробування автогальм;
- вручення локомотивній бригаді перевізних документів та бланку попередження форми ДУ-61.

Одночасно з технічним обслуговуванням і ремонтом вагонів приймальники поїздів здійснюють комерційний огляд состава та усунення виявлених несправностей, що загрожують збереженню вантажу і безпеці руху поїздів.

Комерційний огляд виконується з двох боків состава відповідно до Правил огляду поїздів і вагонів у комерційному відношенні. Про готовність поїзда в комерційному відношенні приймальники поїздів доповідають черговому по станції з подальшим записом у книзі форми ГУ-98.

До місцевої роботи на станції З відносяться такі види робіт:

- маневрова робота з вагонами, що поступають на станцію під вивантаження, навантаження;
- подавання та забирання вагонів на вантажні fronti незагального користування;
- подавання та забирання вагонів на під'їзні колії, колії поточного ремонту для підготовки вагонів для навантаження, перевантаження вагонів по причині технічної несправності вагона.

Вагони, що призначені під навантаження (як порожні, так і звільнені після вивантаження), пред'являються до технічного обслуговування та комерційного огляду. Про пред'явлення вагонів до технічного обслуговування вчиняється запис у Книзі форми ВУ-14, а до комерційного огляду – у Книзі форми ГУ-98. Про закінчення обслуговування вантажного фронту локомотивом станції складач поїздів доповідає маневровому диспетчеру.

При обслуговуванні під'їзних колій на станції виконуються такі операції:

- інформування вантажоодержувачів про підхід, прибуття вантажів на їх адреси;
- подавання та забирання вагонів локомотивом залізниці на під'їзні колії відповідно до договорів між залізницею та власником (користувачем) під'їзної колії;
- видача вантажів, приймання до перевезення згідно з Правилами перевезень і ТУ;

- оформлення перевізних документів, нарахування, стягнення перевізної плати, додаткових зборів і штрафів;
- облік, нарахування, стягнення плати за користування вагонами і контейнерами, плати за подавання та забирання вагонів;
- оформлення у необхідних випадках актів загальної форми, комерційних актів тощо.

2.2 Під'їзні колії, що примикають до станції

Взаємодія станції та під'їзних колій, що примикають регламентується Статутом залізниць, договором на подавання-забирання вагонів (для підприємств, що не мають власних або орендованих маневрових засобів), договором про експлуатацію залізничної під'їзної колії (для підприємств, що мають власні або орендовані маневрові засоби), Інструкцією про порядок роботи і організації руху на під'їзній колії [24].

Всього станція 3 обслуговує 4 під'їзних колій, з яких:

- 3 обслуговуються локомотивом залізниці, фронт навантаження/вивантаження, за довжиною вагонів від 7 до 20;
- 1 обслуговується локомотивами як власника, так і залізниці, фронт навантаження/вивантаження, за довжиною вагонів 14.

Перед пред'явленням до технічного обслуговування та комерційного огляду порожнього рухомого складу прийомоздавальник вантажу та багажу (агент комерційний) обов'язково запитує з АСК ВП УЗ довідку 2610 «Картотечні дані про вагони» для з'ясування власника вагону та відсутності перешкод для відбору цього вагону під навантаження.

Перед пред'явленням до технічного обслуговування та комерційного огляду порожнього рухомого складу під навантаження наливних небезпечних вантажів прийомоздавальник вантажу та багажу (агент комерційний) обов'язково здійснює перевірку відповідності спеціалізації вагона (моделі) для

вантажу, що фактично буде навантажуватись, шляхом запиту довідки 2651 «Технічний паспорт вагона».

Навантаження та кріплення вантажів у вагонах виконується згідно вимог «Технічних умов розміщення і кріплення вантажів» (Додаток 3 до УМВС). На вантажі, розміщення і кріплення яких у вагонах не передбачене цими документами, вантажовідправник надає в товарну контору затверджені та погоджені належним чином креслення та розрахунково-пояснювальну записку на НТУ або МТУ. Відправник несе відповідальність за дотримання умов розміщення та кріплення вантажів у вагонах у тому числі за кількість, розміри, якість засобів кріплення, дотримання габариту навантаження.

Однією з під'їзних колій є колія підприємства ТОВ «Укрріс-Транс», на якому виконується підготовка рухомого складу до перевезення (промивка) різних типів вагонів, в першу чергу цистерн після перевезення вантажів. Розглянемо його роботу більш детально.

2.3 Технологічна база ТОВ «Укрріс-Транс»

Технологічна база складається з наступних блоків та вузлів: Блок наземних ємностей; Наземна насосна; Блок підземних ємностей з приямком та підземною насосною; Технологічна естакада №1; Технологічна естакада №2; Технологічна естакада №3; Бокс підготовки залізничних цистерн до фарбування; Бокс фарбування залізничних цистерн.

Технологічна естакада №1. Це конструкція у вигляді металевої площадки довжиною 14 м з похилими сходами, огорожею, виходами на цистерни і перехідними містками з поручнями, яка закріплена на металевих стійках на висоті 4,200 м від головки рейки. Стійки в свою чергу встановлені на залізобетонні фундаменти. Конструкція технологічної естакади наведена на рисунку 2.1.

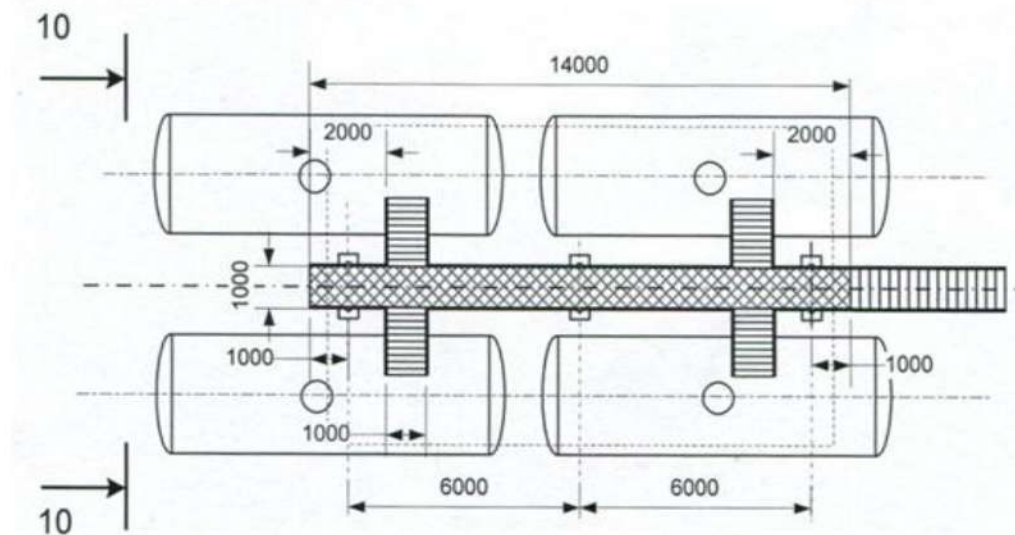


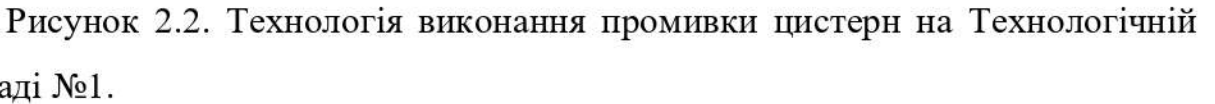
Рисунок 2.1. План майданчика на позначці 4,200

Технологічна естакада №2. Це конструкція у вигляді металевої площадки довжиною 1500 мм з похилими сходами, огорожею, виходом на автоцистерну і перехідним містком з поручнями, яка закріплена на металевих стійках на висоті 3,000 м від нульової позначки. Стійки в свою чергу встановлені на залізобетонні фундаменти.

Технологічна естакада №3. Це конструкція у вигляді металевої площадки довжиною 1500 мм з похилими сходами, огорожею, виходом на цистерну і відкидним перехідним містком з поручнями, яка закріплена на металевих стійках на висоті 4,2 м від головки рейки. Стійки встановлені на залізобетонні фундаменти. Технологія виконання операцій промивки цистерн наведена на рисунках 2.2 та 2.3.

Подача вагонів зі станції на промивальну базу виконується маневровим тепловозом станції. Вагони після приходу виставляють в тупик. Після подавання оператор оглядає вагон і визначає після якого вантажу він прийшов, щоб розуміти на скільки часу його ставити на промивку.

Маневровий локомотив підтягує вагон під миючу голівку. Після того як вагон виставили під мийку проводиться його очищення від попереднього вантажу, якщо такий є. Далі оператор опускає в вагон миючу голівку і закріплює у верхній горловині, знизу підключає зливну трубу для відведення



які перевозили зерно, цемент, вапно, глину (промиваються мийкою високого тиску «KARCHER») (не цистерни).

Після промивання цистерн дають 15 хв для того, щоб вийшла пара та майстер оглянув всередині вагона, і, якщо залишилися залишки вантажу, то його відправляють на повторну промивку, а якщо вагон повністю очищений - до нього підключають парогенератор і відставляють в тупик, для того щоб звільнити місце для нового вагона. Далі проводиться повторний огляд для перевірки очищення і відсутності запаху попереднього вантажу. Якщо цистерна чиста, то оператор мийкою високого тиску промиває кришку верхньої горловини і нижнього зливного приладу та закриває вагон, а після цього дає майстру висновок про готовність вагона до відправки.

Майстер повідомляє фахівця відділу з відправки вагонів про те, що даний вагон готовий до відправки, а фахівець в свою чергу надає інформацію власнику. Після отримання реквізитів від власника вагонів фахівець відправляє його на станцію призначення. Далі оформляється електронний документ та подається заявка на станцію 3, після чого вагони забирають тепловозом.

Проаналізовано обсяги роботи технологічної бази за останні 5 років та встановлено, що кількість оброблених цистерн має незначну тенденцію до зниження на фоні значних помісячних коливань (таблиця 2.1). За п'ять років обсяги обробки знизились з 733 до 705 цистерн за рік (на 3,8%), найбільші обсяги обробки припадають на період з липня по жовтень. Помісячні коливання (відношення максимального обсягу до мінімального) знаходяться в інтервалі від 2,94 (2022 рік) до 5,0 (2020 рік) разів.

За останні роки збільшилась кількість браків, пов'язаних з неякісною промивкою цистерн із-за використання мийочної голівки застарілої конструкції. За 2020 рік було повторно оброблено (як неякісна промивка, брак, безоплатно) 30 цистерн, за 2021 рік – 33 цистерни, за 2022 рік – 34 цистерни, за 2023 рік - 40 цистерн, за 2024 рік – 42 цистерни. Таким чином, за 2022-2024 роки направлялось на повторну обробку 5...6% цистерн.

Таблиця 2.1 – Помісячні обсяги обробки цистерн на технологічній базі ТОВ «Укрріс-Транс» за 2020-2024 роки

Місяці року	Роки				
	2020	2021	2022	2023	2024
1	2	3	4	5	6
Січень	46	47	60	44	27
Лютий	45	56	74	45	58
Березень	56	46	52	62	55
Квітень	95	89	51	77	54
Травень	88	96	48	56	75
Червень	24	49	50	54	52
Липень	48	25	37	117	69
Серпень	120	46	35	69	60
Вересень	47	122	65	59	110
Жовтень	50	66	103	29	42
Листопад	63	50	36	60	43
Грудень	51	52	60	57	60
Всього	733	744	671	729	705

Висновок. В основу технології роботи станції покладений метод диспетчерського керівництва розформування-формування поїздів і місцевої роботи, який забезпечує злагодженість у роботі станції працівників різних структурних підрозділів, найбільш раціональне використання технічних засобів, найменший час знаходження вагонів на станції. Подавання (забирання) вагонів на під'їзні колії здійснюється відповідно до Договорів про експлуатацію під'їзних колій і договорів про подавання та забирання вагонів.

На станції використовуються АРМ ТВК і АРМ ПЗ, які взаємодіють з Сервером Вантажної Роботи, а також встановлена автоматична система документообігу замовлень на перевезення вантажів та формування планів (АС Месплан) і автоматизоване робоче місце конвенційних заборон та обмежень

(АРМ КЗО). Завдяки впровадженню нових технологій досягають збільшення обсягів перевезень і покращення якісних показників роботи станції.

Основний обсяг вантажної роботи (навантаження-вивантаження) ведеться на під'їзних коліях: ТОВ «АСТІ елеватор», ТОВ «Укрріс-Транс», ТОВ «Геоїд», Нафтобаза ЗАТ «РУР ГРУП С.А.». Зокрема ТОВ «Укрріс-Транс» є технологічною базою, на якій виконується підготовка рухомого складу до перевезення (промивка) різних типів вагонів, в першу чергу цистерн після перевезення вантажів.

Проаналізовано обсяги роботи технологічної бази за останні 5 років та встановлено, що кількість оброблених цистерн має незначну тенденцію до зниження на фоні значних помісячних коливань. За п'ять років обсяги обробки знизились з 733 до 705 цистерн за рік (на 3,8%), найбільші обсяги обробки припадають на період з липня по жовтень. Помісячні коливання (відношення максимального обсягу до мінімального) знаходяться в інтервалі від 2,94 (2022 рік) до 5,0 (2020 рік) разів.

Технологічна база має відповідне обладнання для виконання своїх функцій, проте за останні роки збільшилась кількість браків, пов'язаних з неякісною промивкою цистерн із-за використання миючої голівки застарілої конструкції (за 2022-2024 роки направлялось на повторну обробку 5...6% цистерн). Для підвищення якості підготовки вагонів під завантаження необхідно обладнати технологічну базу мийною голівкою сучасної конструкції.

Маневрові локомотиви станції 3 мають високу завантаженість із-за зростання обсягів переробки зернових вантажів та обслуговування трьох прикріплених станцій, що призводить до зростання простоїв вагонів. Пропонується з метою покращення загальної ситуації для технологічних переміщень вагонів на базі підготовки цистерн використовувати лебідку маневрову ЛЕМ-10, яка розрахована на переміщення 10 вагонів.

3 Розробка математичної моделі транспортного обслуговування вантажовласників на залізницях України

3.1 Математична постановка задачі оптимізації чисельності парку транспортних засобів для обслуговування клієнтів залізниці

Основним резервом у підвищенні ефективності роботи станцій є зменшення міжопераційних простоїв, з відповідним скороченням питомих витрат. Найбільш проблемними місцями у ефективному функціонуванні залізничного транспорту слід вважати розбіжності у роботі учасників перевізного процесу різних суб'єктів господарювання (регіональна філія, промислові підприємства, суміжні структури), недостатня автоматизація перевізного процесу. Простій вантажного вагона під однією вантажною операцією на станціях перевищує планові і нормативні значення до 40%. Негативними наслідками цих перепростоїв є погіршення експлуатаційних показників роботи залізниць (зокрема обігу вантажного вагона), порушення термінів доставки. Виходячи з вимог транспортного ринку та зростаючої конкуренції з боку інших видів транспорту, технологія роботи залізничних станцій потребує вдосконалення у межах сучасних технологій.

Переробка вагонів сортувальними станціями залізниць України порівняно з 1991 роком зменшилась у середньому у 2,5 – 3 рази. За той же час простої транзитного вагона з переробкою зросли з 8,5 – 11,2 год. до 14,5 – 29 год. Переробні спроможності сортувальних та вантажних станцій використовуються у середньому на 40%. Очевидно, що робота сортувальних та вантажних станцій потребує реорганізації. В умовах України процес скорочення кількості вантажних та сортувальних станцій повинен проводитись поміркованими темпами, оскільки він тягне за собою серйозні соціальні наслідки. Запропоновано інший шлях реорганізації роботи сортувальних станцій як основної ланки системи доставки вантажів, який полягає в тому, щоб

здійснювати переробку вагонів і формування поїздів на станціях у денну зміну, а відправлення і просування поїздів – переважно у нічну зміну. Це забезпечить:

- скорочення простоїв транзитних вагонів з переробкою під накопиченням за рахунок згущеного підведення поїздів з ранку і на початку денної зміни;
- прискорення доставки вантажів і суттєве зменшення штрафів за прострочення доставки;
- скорочення потрібного робочого парку вагонів;
- економію трудових ресурсів і фонду заробітної плати персоналу сортувальних гірок, економію витрат на спецодяг цих працівників тощо;
- економію витрат на тягу поїздів за рахунок нижчого зонного тарифу на електроенергію у нічний час.

При цьому технологія роботи з транзитними поїздами і вагонами без переробки не змінюється. Період згущеного відправлення (прибуття) поїздів доцільно передбачити з 21 – 01 до 07 – 59 (11 годин = $t_{3Г}$), коли тарифи на електроенергію для тяги поїздів найнижчі.

Кількість поїздів, яка може бути згущено прийнята (відправлена) у період $t_{3Г}$ з заокругленням до меншого цілого визначається як:

$$N_{3ГП} = \frac{t_{3Г}}{I_{3Г}} + 1 \leq \psi_K * K_{П(В)}, \quad (3.1)$$

де $t_{3Г}$ – період згущеного прибуття (відправлення), год.;

$I_{3Г}$ – інтервал згущеного прибуття (відправлення), год.;

ψ_K – коефіцієнт (ймовірність) наявності вільних колій у парку прибуття (відправлення);

$K_{П(В)}$ – кількість колій прибуття (відправлення) в системі.

Дослідження показали, що з усіх сортувальних станцій 19 – 21 станцію можна розглядати як такі, що підлягають переведенню на денний режим роботи сортувальних систем. На цих станціях переробляється 40% вагонопотоків мережі.

Решта вагонопотоків мережі переробляється на 14 – 16 потужних сортувальних станціях, режим роботи яких зберігається цілодобовим.

З урахуванням залежності України від зовнішніх поставок енергоносіїв слід переглянути підходи до розробки графіків руху поїздів з урахуванням енергозбереження. Графіки руху поїздів повинні забезпечувати:

- максимально згуще відправлення сформованих поїздів з сортувальних станцій у період з 21 – 00, коли зонні тарифи на електроенергію найнижчі;

- максимально згуще прибуття поїздів на сортувальні станції в розформування у період до 8 – 00 з тих же міркувань, що й відправлення.

Недотримання цих вимог приводить до зростання витрат на електроенергію для тяги поїздів у середньому до 68%.

Економія витрат на електроенергію для тяги поїздів визначається як:

$$E_T = 365 * \Delta \varepsilon_T + e_{\text{пт}} * \left(P_{\text{ст}} + q_T + \frac{Q_L}{m} \right) * \frac{\Sigma u_{\text{п}} L_{\text{в}}}{S_{\text{л}}} (1 + \alpha_{\text{п}}) * (1 + \beta) * \gamma_{\text{в}} * 10^{-4}, (3.2)$$

де ε_T – розрахункова різниця середньодобового тарифу на електроенергію та середнього зонного тарифу в період згущеного відправлення (прибуття) поїздів (з 21-00 до 8-00), грн. /кВт год.;

$e_{\text{пт}}$ – питомі витрати електроенергії на тягу поїздів у вантажному русі, кВт год. / 10000 ткм брутто;

$P_{\text{ст}}, q_T$ – відповідно статичне навантаження і маса тари вагона, т;

Q_L – маса брутто локомотива, т;

m – середня кількість вагонів у составі;

$\Sigma u_{\text{п}}$ – середньодобовий транзит вагонів з переробкою на станціях, що переводяться на денний режим роботи;

$L_{\text{в}}$ – середня відстань перевезень вантажів, км;

$S_{\text{л}}$ – середньодобовий пробіг локомотива, км;

$\alpha_{\text{п}}$ – коефіцієнт порожнього пробігу вагона (по відношенню до навантаженого);

β – коефіцієнт допоміжного пробігу локомотивів;

γ_B – частка вантажообігу, що обслуговується електричною тягою.

Оскільки значення відстаней перевезень вантажів значно відрізняються за видами сполучень, а середньодобовий пробіг – по залізницях, виконано варіантні розрахунки, наведені у таблиці 3.1.

У разі, якщо вдасться забезпечити відправлення усіх сформованих поїздів з 21 – 00, а прибуття поїздів в переробку на сортувальні станції до 8 – 00, річна економія витрат зросте ще на 13%. Ці вимоги слід враховувати при розробці графіків руху поїздів.

Прискорення доставки вантажів можливе за рахунок економії робочого парку вагонів завдяки меншому часу знаходження транзитних вагонів з переробкою при режимі згущеного підводу (відправлення) поїздів і денної роботи сортувальних комплексів.

Таблиця 3.1 – Річна економія витрат на електроенергію для тяги поїздів за рахунок переведення частини сортувальних станцій і систем на денний режим роботи, грн.

Середньодобовий пробіг локомотива, S_L , км	Середня відстань перевезення вантажу, L_B , км			
	100	400	700	420
400	103995	415979	727963	у середньому
500	83196	332783	582371	
600	69330	277319	485309	
	у середньому			382887

Кількість вагонів в складі поїздів, що прибувають і відправляються (m) неоднозначно впливає на величину простою вагона з переробкою (простій під накопиченням зростає прямопропорційно, простою під розформуванням – формуванням – зменшуються оберненопропорційно m). Так само неоднозначно на величину простоїв впливає й потужність вагонопотоку u_{Π} . Тобто маємо справу з типовою оптимізаційною задачею, причому оптимізація повинна

здійснюватися як за технологічним критерієм (цільова функція – мінімум часу знаходження транзитного вагона з переробкою на станції: $t_{\pi} \rightarrow \min$), так і за економічним критерієм – мінімум сумарних витрат, пов'язаних з простоями транзитного вагонопотоку на станції та з маневровою роботою при розформуванні – формуванні поїздів ($E_B + E_M \rightarrow \min$). Задача вирішується відомими математичними методами. Після підстановки середніх для мережі залізниць значень матимемо для односистемних ($S=1$) і для двосистемних станцій ($S=2$).

$$S = 1 \rightarrow opt_m = 37,84=38 \text{ вагонів}; S = 2 \rightarrow \min = 27,4=28 \text{ вагонів.}$$

Формалізація задачі за технологічним критерієм має вигляд:

$$\frac{dt_{\pi}}{dm} = 0; \frac{dt_{\pi}^2}{dm^2} > 0, \quad (3.3)$$

що приводить до рівняння, за яким визначається величина оптимального складу поїзда залежно від $u_{\pi}, t_{\Gamma\Omega}$, та інших чинників:

$$opt_m = \frac{u_{\pi} \sqrt{t_{\Gamma\Omega}}}{2Sk_{\Pi P} t_{3\Gamma}}, \quad (3.4)$$

При таких значеннях $m = opt_m$ матимемо найменшу тривалість знаходження вагонів на станціях, визначену після підстановки $m = opt_m$ з формули (3.4) та перетворень:

$$\min t_{\pi} = \frac{\sqrt{2t_{3\Gamma} t_{\Gamma\Omega} k_{\Pi P}}}{S} + \frac{t_{\Gamma\Omega}}{2} + t_{TO}, \quad (3.5)$$

При тих же вихідних даних, що у попередньому розрахунку та $t_{TO}=0,75$ год. одержимо:

при $S = 1 \rightarrow \min t_{\Pi} = 18,74$ год;

при $S = 2 \rightarrow \min t_{\Pi} = 13,56$ год.

Одержані результати достатньо близькі до реальних звітних значень простоїв.

За економічним критерієм (мінімум сумарних витрат) оптимізаційна задача формулюється наступним чином:

- витрати вагоно-годин простою транзитних вагонів з переробкою:

$$E_B = 365 t_{\Pi} \left[\frac{m k_{\Pi P} t_{3\Gamma}}{2 u_{\Pi}} + \left(\frac{u_{\Pi}}{m S} + 1 \right) * \frac{t_{\Gamma \Pi}}{2} + t_{TO} \right] * C_{B\Gamma}, \quad (3.6)$$

де $C_{B\Gamma}$ – собівартість вагоно – годин простою, грн.;

- витрати локомотиво-годин маневрової роботи на станціях переробки:

$$E_M = 365 M_{\Pi} \left(\frac{u_{\Pi}}{m S} + 1 \right) * t_{\Gamma \Pi} C_{\Pi \Gamma}, \quad (3.7)$$

де M_{Π} – кількість маневрових локомотивів, що працюють у S сортувальних системах;

$C_{\Pi \Gamma}$ – собівартість локомотиво-годин маневрової роботи, грн.

$$\frac{dE_B}{dm} + \frac{dE_M}{dm} = 0; \frac{dE_B^2}{dm_o^2} > 0, \quad (3.8)$$

З умов формули (3.8) матимемо після перетворень вираз для визначення оптимального з економіко – технологічної точки зору складу поїзда (для даної станції):

$$opt_m = \sqrt{u_{\Pi} \left(\frac{u_{\Pi} + M_{\text{Л}} * \frac{C_{\text{ЛГ}}}{C_{\text{ВГ}}}}{2Sk_{\text{ПР}}} \right) * \frac{t_{\text{ГЦ}}}{t_{\text{ЗГ}}}}, \quad (3.9)$$

Розрахунки при таких же середніх вихідних даних, за умови що $M_{\text{Л}} = S$ (по одному локомотиву в системі), дають такі результати:

$$M_{\text{Л}} = S = 1 \rightarrow opt_m = 46 \text{ вагонів};$$

$$M_{\text{Л}} = S = 2 \rightarrow opt_m = 88 \text{ вагонів}$$

Організація та нормативи роботи сортувальних станцій (зокрема, встановлена норма складу поїздів m , період їх згущеного підведення – відправлення $t_{\text{ЗГ}}$) мають вплив на роботу прилеглих ділянок, напрямків – і навпаки. Тому слід визначити, як впливають згадані нормативи на потребу в експлуатаційному парку локомотивів і відповідні витрати.

Разом із витратами, що визначені вище, слід врахувати й витрати, пов'язані з експлуатацією потрібного парку поїзних локомотивів:

$$E_{\text{Л}} = \frac{u_{\Pi} L_{\text{T}} (1 + \beta)}{m} \left(\frac{24 C_{\text{ЛБГ}}}{S_{\text{Л}}} + C_{\text{ЛКМ}} \right), \quad (3.10)$$

де L_{T} – довжина тягового плеча, км;

$C_{\text{ЛБГ}}$ – собівартість локомотиво – години, грн.;

$C_{\text{ЛКМ}}$ – собівартість локомотиво – км пробігу, грн.;

$S_{\text{Л}}$ – середньодобовий пробіг поїзних локомотивів в усіх видах робіт.

Врахувавши цю статтю витрат, одержимо вираз для визначення оптимального складу поїзда з урахуванням взаємодії станцій з ділянками:

$$opt_m = \sqrt{\frac{u_{\Pi} \left[L_T(1 + \beta) \left(\frac{24C_{\text{ЛБГ}}}{S_{\text{Л}}} + C_{\text{ЛКМ}} \right) + \frac{t_{\text{ГЦ}}}{2S} (M_{\text{Л}}C_{\text{ЛГ}} + u_{\Pi}C_{\text{ВГ}}) \right]}{k_{\text{ПР}}t_{\text{ЗГ}}C_{\text{ВГ}}}}, \quad (3.11)$$

Остаточне визначення оптимального состава вантажних поїздів $\mathbf{m}_0$ (крім маршрутів) здійснюється з цільової функції:

$$\Sigma \mathbf{e} = \mathbf{e}_B + \mathbf{e}_L + \mathbf{e}_Ш \rightarrow \min, \quad (3.12)$$

яка означає, що питомі сумарні витрати, пов'язані з доставкою вантажів у розрахунку на один вагон робочого парку ($\Sigma \mathbf{e}$), що включають витрати по вагоно – годинах робочого парку ($\mathbf{e}_B$), по локомотиво – годинах і локомотиво – кілометрах пробігу експлуатаційного парку ($\mathbf{e}_L$) та витрати, пов'язані з виплатою штрафів за прострочення доставки вантажів ($\mathbf{e}_Ш$), повинні бути мінімальними. Значення, при якому сумарні витрати будуть мінімальними, – це й є оптимальний склад (состав) поїзда $\mathbf{m}_0$.

Після підстановок і перетворень матимемо:

$$\frac{24C_{\text{ВГ}}K_{\text{СОПТ}}}{U_{\text{РВ}}} - \left(\frac{24C_{\text{ЛБГ}}}{S_{\text{Л}}} + C_{\text{ЛКМ}} \right) \frac{L_{\text{В}}}{m^2} (1 + \beta) + \frac{\Pi_{\text{Т}}K_{\text{СОПТ}}}{200U_{\text{РВ}}} = 0 \quad (3.13)$$

Звідки одержимо значення оптимального складу поїзда:

$$\mathbf{m}_0 = \sqrt{\frac{(1 + \beta) \left(\frac{24C_{\text{ЛБГ}}}{S_{\text{Л}}} + C_{\text{ЛКМ}} \right) U_{\text{РВ}} L_{\text{В}}}{\left(24C_{\text{ВГ}} + \frac{\Pi_{\text{Т}}}{200} \right) K_{\text{СОПТ}}}}, \quad (3.14)$$

До формули (3.14) в якості перевізної плати Π_T можна підставляти

$$\Pi_T = A + \mathbf{B}L_B, \quad (3.15)$$

де A – ставка тарифу за початково-кінцеву операцію, грн./ваг.;

B – ставка тарифу за операцію перевезення, грн./ваг. – км.

При денному режимі роботи сортувальних систем і згущеному підведенні поїздів переважно у нічний час середній простій транзитного вагона з переробкою на сортувальній станції визначається за запропонованою моделлю, яка враховує такі чинники як m – состав поїзда, вагонів, $K_{\text{ПР}}$ – кількість призначень плану формування поїздів сортувальної станції, $t_{3Г}$ – тривалість періоду згущеного підведення поїздів, год. (якщо станція не переводиться на денний режим роботи, $t_{3Г}=24$ год.); $U_{\text{П}}$ – середньодобовий транзитний вагонопотік станції з переробкою, вагон/діб.; S – кількість сортувальних систем на станції; $t_{\text{ПР}}$ – тривалість регламентованих перерв в роботі сортувальних систем, год. (якщо сортувальна система переводиться на денний режим роботи, то $t_{\text{ПР}}$ включає в себе $t_{3Г}$); ψ_0 – коефіцієнт завантаження основних пристроїв сортувальних систем; $t_{\text{ТО}}$ – тривалість технічних оглядів состав після прибуття і перед відправленням, год. та ін. Зазначена модель забезпечує достатню точність прогнозування термінів доставки вантажів на конкретних маршрутах перевезень.

В умовах коливання попиту на перевезення актуальною є задача оптимізації чисельності парку транспортних засобів. Якісне забезпечення попиту на перевезення вантажів в умовах його коливання потребує наявності певного резерву парку транспортних засобів (вагонів, локомотивів тощо). В той же час додатковий парк – це додаткові непродуктивні експлуатаційні витрати в періоди зменшення попиту на перевезення. Тому при оптимізації чисельності парку необхідно знайти баланс між цими небажаними витратами в періоди падіння попиту і неодержаними доходами перевезень в періоди, коли

створюється дефіцит рухомого складу при зростанні попиту.

Для формалізації та розв'язання задачі введемо величини:

D_o – «розрахунковий» попит на перевезення, виходячи з якого визначається потреба у робочому парку транспортних засобів, одиниць на добу;

D_{max} – максимально можливий попит на перевезення, одиниць на добу;

$p(D)$ – диференціальна функція розподілу щільності ймовірності випадкової величини попиту D .

Функція розподілу $p(D)$ ґрунтується на тому, що запас парку потрібний тоді, коли більш ймовірними є величини попиту більші середньої ($0,75 \leq p(D > D_o) \leq 1$). Однак надмірний запас (надлишок) парку приводить до додаткових експлуатаційних витрат. Ці витрати можна визначити як:

$$E_H = C_H \int_{D_o}^y (y - D)p(D)dD, \quad (3.16)$$

де y – підвищений попит $y > D$, на який розраховується парк транспортних засобів;

C_H – «ціна» доби надлишку одиниці парку.

Після інтегрування одержимо:

$$E_H = \frac{C_H}{3D_{MAX}} (y^3 + 2D_o^3 - 3yD_o^2), \quad (3.17)$$

Дефіцит парку ($D - y$) також має наслідки «втрати» – неодержані доходи від перевезень:

$$E_D = C_D \int_y^{D_{max}} (D - y)p(D)dD = C_D \left(\frac{y^3}{3D_{max}^2} - y + \frac{2}{3} D_{max} \right), \quad (3.18)$$

де C_D – «ціна» доби дефіциту одиниці парку.

З практичної точки зору очевидно, що ні одних (E_H), ні інших (E_D) витрат одночасно уникнути неможливо. Однак необхідно мінімізувати їх у сумі, тобто знайти цільову функцію $E_H + E_D \Rightarrow \min$. Метод знаходження цього

мінімуму шляхом диференціювання відомий – розв’язання рівняння відносно аргументу у:

$$\frac{dE_H}{dy} + \frac{dE_D}{dy} = 0, \quad (3.19)$$

за умов $\frac{d^2 E_H}{dy^2} > 0$ та $\frac{d^2 E_D}{dy^2} > 0$. Розв’язання рівняння (3.19) дає значення величини попиту на перевезення y_0 , на яку слід розраховувати оптимальну чисельність парку транспортних засобів.

3.2 Пропозиції щодо покращення технології обслуговування вантажовласників

На даний час для залізниці України актуальним є питання залучення додаткових вантажопотоків і підвищення ефективності регіональних філій за рахунок забезпечення зростаючих потреб вантажовідправників до якості та ефективності транспортного обслуговування (ТО).

Система транспортного обслуговування на залізничному транспорті повинна базуватись на логістичних параметрах та різних формах транспортного обслуговування. Форми транспортного обслуговування: з незмінними параметрами; із гнучким регулюванням параметрів самими залізницями при взаємодії із вантажовідправниками. За різних підходів до побудови параметрів транспортного обслуговування та взаємодії з вантажовідправниками є різні системи транспортного обслуговування, які в сукупності формують систему транспортного обслуговування на залізничному транспорті.

На основі комплексного підходу розроблена схема побудови гнучкої системи транспортного обслуговування залізничного транспорту, що враховує такі параметри як: необхідність перевезень, інтереси та можливості

вантажовідправників та націлена на забезпечення ефективності залізничних вантажних перевезень.

При цьому підвищення ефективності вантажних перевезень можливе за рахунок використання:

- різних підходів для побудови логістичної системи транспортного обслуговування, орієнтованої на показники роботи залізничного транспорту, на ефективність логістичних систем, на параметри послуг конкурентів з урахуванням зовнішніх умов;

- різних форм організації транспортного обслуговування, що мають різну гнучкість для ефективного використання залізничного транспорту.

Для підвищення ефективності вантажних перевезень на залізничному транспорті України за рахунок задоволення вимог вантажовідправників до перевезень, залізницям необхідно володіти гнучкою системою транспортного обслуговування, що базується на чіткій та оперативній взаємодії різних підсистем залізничного транспорту. Удосконалення такої системи має проводитися на основі всебічного вивчення вимог різних категорій вантажовласників до транспортного обслуговування й розробка таких форм зовнішньої взаємодії на різних рівнях, які б:

- були орієнтовані на урахування інтересів та потреб вантажовідправників;

- забезпечували встановлення параметрів транспортного обслуговування (технологічних, експлуатаційних, логістичних) таких, що є задовільними для вантажовідправників та водночас забезпечують ефективність роботи залізничного транспорту.

У попередніх роботах функціонування різних підсистем системи транспортного обслуговування (експлуатаційна підсистема; підсистема зовнішньої взаємодії – з вантажовідправниками, постачальниками, конкурентами, державою) розглядалося, як правило, відокремлено. У зв'язку з цим актуальною є задача розробки комплексного підходу до удосконалення системи транспортного обслуговування на залізничному транспорті,

спрямованої на покращення таких параметрів транспортних послуг, за яких досягаються ефективність системи транспортного обслуговування в цілому та для всіх її учасників [27, 30].

Основною метою дослідження є удосконалення системи транспортного обслуговування вантажовласників на залізницях України, яка за рахунок оптимізації параметрів транспортних послуг для кожного перевезення, забезпечує підвищення ефективності залізничного транспорту. Для досягнення даної мети необхідне вирішення наступних задач:

- проведення аналізу різних наукових підходів для призначення параметрів транспортного обслуговування на залізничному транспорті, виявлення їх основних недоліків та встановлення їх відповідності сучасним умовам транспортного обслуговування;
- розробка математичної моделі гнучкого регулювання параметрів транспортного обслуговування, залежно від обсягів перевезення, від параметрів додаткових перевезень, від зовнішніх умов;
- оцінка параметрів транспортного обслуговування залізничних вантажних перевезень і удосконалення підходів щодо вибору параметрів транспортного обслуговування в різних зовнішніх умовах.

Математична модель гнучкого регулювання параметрів транспортного обслуговування: повинна враховувати обсяги перевезень – за участі вантажовідправників, залежність обсягів перевезення від логістичних параметрів, з урахуванням умов, що створюються при здійсненні окремих перевезень та обслуговуванні різних вантажовідправників, для досягнення максимальної ефективності залізничного транспорту при наданні кожної послуги.

Транспортна система вантажних перевезень розглядається як сукупність підсистем, що пов'язані з перевезенням окремих невзаємозамінних вантажів. Транспортні системи формуються з систем транспортного обслуговування та галузевої інфраструктури.

Система транспортного обслуговування залізничного транспорту в галузі вантажних перевезень складається з двох підсистем: експлуатаційної та зовнішньої взаємодії. Експлуатаційна підсистема займається вирішенням задач з організації перевізного процесу. Підсистема зовнішньої взаємодії вирішує основну задачу організації транспортного обслуговування – встановлення параметрів транспортних послуг, які повинні забезпечувати ефективність вантажних перевезень.

Основні вимоги до параметрів вантажних перевезень:

- урахування необхідності перевезень та виду вантажів, що перевозяться;
- територіальна розмежованість – з урахуванням витрат ресурсів по перевезенням, потреб вантажовідправників, конкуренції з іншими видами транспорту;
- визначення якості транспортного обслуговування, співставлення якості наданих послуг до витрат ресурсів щодо їх здійснення.

Для побудови системи транспортного обслуговування, що дозволяє підвищувати ефективність вантажних перевезень за рахунок удосконалення системи логістичних та експлуатаційних параметрів транспортних послуг, необхідно перш за все встановити оптимальні параметри транспортного обслуговування та взаємодію залізничного транспорту з вантажовідправниками. Основні ключові питання в галузі транспортного обслуговування такі:

- за яких параметрів транспортних послуг може бути досягнута найбільша ефективність роботи залізничного транспорту при взаємодії з вантажовідправниками;
- здійснення переходу до оптимальних параметрів без руйнування сформованих схем взаємодії з вантажовідправниками, постачальниками, конкурентами, державою, дестабілізація роботи галузі;
- удосконалення надання транспортних послуг в сучасних умовах при взаємодії з вантажовідправниками.

Ефективність залізничних перевезень може визначатися в двох аспектах: внутрішня та зовнішня ефективність. Для оцінки внутрішньої ефективності прийнято використовувати наступні показники: фондівдача в натуральних та вартісних показниках (приведені тонно – кілометри, доходи, прибуток від перевезень); ефективність капітальних вкладень (зростання прибутку); продуктивність праці; собівартість перевезень. При незмінній величині основних виробничих фондів задача підвищення внутрішньої ефективності зводиться, головним чином, до збільшення вантажообігу та прибутку від перевезень (фондовіддача в натуральних та вартісних показниках). При цьому пріоритет будь – якого з цих критеріїв ефективності визначається конкретними умовами діяльності та завданнями, що стоять перед залізничним транспортом.

Зовнішню ефективність можна визначити як здатність транспорту задовольняти потреби вантажовідправників у вантажних перевезеннях, тобто виконувати визначені обсяги робіт з транспортування вантажів з урахуванням готовності вантажоодержувачів оплачувати надані послуги. Вантажовідправники мають можливість визначати на основі планів виробництва обсяг відправлення вантажів на той чи інший плановий період. За показником «відправлення вантажів» можна говорити про ступінь задоволення потреб вантажоодержувачів в перевезеннях. Показник «відправлення вантажів» може використовуватися для об'єктивної оцінки транспортної забезпеченості.

3.3 Моделювання системи транспортного обслуговування в галузі вантажних перевезень

На оцінку транспортної забезпеченості залізниць впливають такі основні фактори: недостатній розвиток транспортних засобів, невчасне та неякісне забезпечення перевезень у порівнянні з результатом, який можна отримати при усуненні цих недоліків. Таким чином, існуючі в даний час критерії ефективності залізничних вантажних перевезень потребують удосконалення, в

основному, зміна структури експлуатаційних витрат та умов функціонування залізниць при взаємодії з вантажовідправниками, іншими видами транспорту.

Основні фактори ефективності системи транспортного обслуговування: оптимальність логістичних параметрів; рівень організації процесу перевезення (витрати ресурсів по перевезенням з різними технічними параметрами).

Технічні параметри транспортного обслуговування, які представлені у вигляді вектору:

$$TP = [t_d, \beta_{\text{ном}}, ritm, compl, inf, serv, T], \quad (3.20)$$

де t_d – термін доставки вантажу, діб;

$\beta_{\text{ном}}$ – величина втрат вантажу, %;

$ritm$ – ритмічність перевезення (1 – ритмічне, 0 – неритмічне);

$compl$ – комплексність перевезення (1 – доставка «від дверей до дверей», 0 – перевезення залізницею від станції до станції;

inf – поінформованість вантажовласника про місцезнаходження вантажу в процесі перевезення (1 – є, 0 – відсутнє);

$serv$ – рівень сервісу при оформленні та прийомі вантажу до перевезення;

T – тариф транспортного обслуговування.

Визначення рівня технічного обслуговування проводиться на основі системного підходу, сутність якого полягає у наступному. Залізничний транспорт розглядається як складова частина логістичного ланцюга починаючи з виробництва та закінчуючи доставкою вантажу клієнту. Для забезпечення максимальної ефективності систем транспортного обслуговування, необхідне врахування наступних умов – мінімум сукупних витрат щодо транспортного обслуговування регіональною філією Z та додаткових витрат вантажовласника $T_{\text{дод}}$:

$$B - (Z + T_{\text{дод}}) \rightarrow \max, \quad (3.21)$$

де B – вигаиш вантажовласника від перевезення.

Максимальна ефективність роботи залізничного транспорту досягається з урахуванням ефективності систем транспортного обслуговування, необхідності перевезень та витрат ресурсів на транспортне обслуговування. Найбільша внутрішня ефективність ТО для залізниць досягається лише за умови максимальної ефективності і взаємно – узгодженого встановлення технологічних, експлуатаційних і логістичних параметрів у наведеній вище послідовності.

Технологічні параметри ТО визначаються таким чином, щоб була забезпечена ефективність логістичного ланцюга від виробництва до доставки готової продукції вантажовідправнику, та за рахунок цього – найбільша ефективність перевезень.

Визначені три основні стандарти параметрів ТО:

- прискорене перевезення – ритмічна доставка – найвище збереження;
- нормальна швидкість – ритмічна доставка – нормальне збереження;
- нормальна швидкість – неритмічна доставка – нормальне збереження.

Рішення щодо вибору стандарту ТО, на відміну від попередніх підходів, приймає сама залізниця за критерієм найбільшої ефективності системи транспортного обслуговування. За вантажовідправниками зберігається право щодо отримання ТО з більш високим рівнем окремих технологічних параметрів з відповідним підвищенням логістичного параметру.

Моделювання поведінки вантажовласників здійснюється на основі теорії оптимального ціноутворення.

Для забезпечення точності розрахунків оптимальних логістичних параметрів ТО до їх основи закладаються прямі витрати ресурсів. Визначення рівня логістичних параметрів ТО проводиться з використанням логістичного коефіцієнту $K_{\text{л}}$, що відображує загальну частку постійних витрат ресурсів і ефективність використання логістичного параметру.

Оптимальні параметри ТО розраховуються з використанням ЕОМ у наступній послідовності:

1) з використанням рівнянь попиту та інтересу, встановлюються функції залежності логістичного параметру вектора та ефективність від обсягів перевезення залізничним транспортом. Визначаються обсяги перевезень по основним маршрутам, що забезпечують найбільшу ефективність від перевезення (методом першої похідної) та найбільш оптимальні логістичні параметри перевезень по маршрутам; встановлюються відповідні значення коефіцієнту покриття K_n .

Для вирішення нелінійних рівнянь використовується метод простого перебору дослідження операцій, моделювання на ЕОМ. Далі розраховуються величина ефективності для кожного маршруту.

2) для кожного значення K_n взятого з деяким кроком з інтервалу від найменшого до найбільшого значення по маршруту, виходячи з прямих витрат ресурсів залізниць, розраховуються логістичні параметри ТО по всіх маршрутам; з рівнянь попиту та інтересу встановлюються відповідні обсяги перевезень. Далі розраховується ефективність і додається по всіх маршрутам.

3 За результатами розрахунків приймається значення K_n таке, що забезпечує залізницям отримання найбільшої ефективності перевезень даного вантажу.

Цільова функція при цьому має вигляд:

$$f(K_n) = \frac{\sum Q_i \cdot Z_i \cdot K_n}{1 - K_n} \rightarrow \max, \quad (3.22)$$
$$Q_i = \rho(K_n).$$

4) встановлюється залежність отриманого ефекту та обсягів перевезень від K_n і, враховуючи існуючі обмеження (за пропускними та провізними спроможностями, граничною внутрігалузевою ефективністю ТО, мінімальними обсягами перевезень), з використанням теорії множин призначаються параметри вантажних перевезень.

Запропоновані конкретні механізми гнучкого регулювання параметрів ТО, що дозволяють збільшувати водночас вантажообіг та ефективність перевезень.

Інструменти гнучкого регулювання параметрів транспортних послуг:

- укладення договорів з ТО між регіональними філіями і вантажовідправниками з визначенням параметрів ТО;
- організація ТО за участю спеціалізованих експедиторських організацій, постачальників регіональних філій із правом виконання функцій експедиторів з забезпеченням резервів для надання вантажовідправникам пільгових логістичних параметрів ТО.

Закріплення постачальників – експедиторів здійснюється шляхом укладання договорів, у яких визначається, що залізничні перевезення можуть бути розподілені оператором лише визначеним категоріям вантажовідправників. Направлення операторів на конкретні сегменти здійснюється на основі регулювання різниці між договірною та зовнішньою ефективністю товарів і послуг, що постачаються на регіональні філії (для постачальників – експедиторів), та надання пільгового обслуговування.

Розроблені відповідні схеми організації ТО за участі постачальників залізниць та експедиторських організацій (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Схема зовнішньої взаємодії залізничного транспорту при організації ТО з участі постачальників – експедиторів

Розроблено методику гнучкого регулювання параметрів ТО з урахуванням динаміки обсягів перевезень окремих вантажовласників, що спрямована на залучення додаткових вантажопотоків на залізницю.

Збільшення обсягів перевезень створює передумови для зниження ЛПТО по даному вантажу за рахунок зниження умовно – постійних витрат ресурсів.

Величина зниження ЛПТО (%):

$$\delta T = \left[1 - \frac{C_3 + \frac{Sp_1}{V_1}}{d_0} \right] \cdot 100, \quad (3.23)$$

де C_3 – прямі витрати ресурсів на 1 т-км;

Sp_1 – загальна ефективність перевезень даного вантажу у поточному році;

V_1 – сумарний обсяг перевезень даного вантажу у поточному році;

d_0 – нормативний логістичний параметр для 1 т-км у базисному році.

Висновок. Запропоновано математичну модель гнучкого регулювання параметрів ТО, що дозволить встановити логістичні параметри ТО з урахуванням конкретних умов перевезень і обслуговування різних вантажовідправників. Встановлено, що однією з найбільш важливих є задача удосконалення перевезення вантажів в рамках ефективної технології транспортного обслуговування. В тому числі за схемою «від дверей до дверей», як такої, що найбільш задовольняє потреби вантажовідправників. Удосконалення ТО повинно бути спрямовано на гнучкі технології в обслуговуванні вантажовласників, підвищення якості технології, надання транспортних послуг, першочергову орієнтацію на транспортні потреби вантажовласників.

Оптимальний варіант взаємодії визначається більшою величиною ефекту (прибутку). Дану модель пропонується практично реалізувати як СППР в АС «Месплан», що дозволить визначати найбільш доцільні варіанти взаємодії регіональних філій з вантажовідправниками за різних параметрів.

4 Економічне обґрунтування впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до перевезення

Метою заходу є визначення раціонального варіанту переміщення рухомого складу на технологічній базі підготовки вагонів до перевезення для підтягування вагонів під миючу голівку. Розглядаються два варіанти:

- перший (існуючий) – використання маневрового локомотива станції, який після подачі рухомого складу на під'їзну колію в тупик та його огляду підтягує вагон під миючу голівку і після виконання операцій відставляє у відстій;

- другий (запропонований) - використання лебідки маневрової ЛЕМ-10 для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1. Лебідка маневрова ЛЕМ-10

Лебідки маневрові типу ЛЕМ використовуються для виконання маневрових операцій з вагонами на залізничних станціях та під'їзних коліях.

Тягове зусилля на головному барабані 10000 кгс, на допоміжному – 1500 кгс. Швидкість навивки каната на першому шарі на головному барабані 0,06 м/с, на допоміжному – 0,64 м/с. Маса вантажу, який може переміщатись (маса бруто вагонів) – 950 т. Канатомісткість головного барабана – 250 м, допоміжного – 500 м, діаметр каната на головному барабані – 28,0 мм, на допоміжному – 9,0 мм. Потужність електродвигуна 15 кВт, режим роботи легкий, робоче розміщення – на горизонтальному майданчику з закріпленням до залізобетонної основи.

На технологічній базі необхідна наявність двох лебідок: одна для підтягування рухомого складу до місць виконання технологічних операцій, друга – для подачі вагонів на відстій.

4.1 Прогнозування обсягів обробки цистерн на технологічній базі

Метод прогнозової екстраполяції є найбільш поширеним серед усієї сукупності методів прогнозування. Цей метод був застосований для надання прогнозової оцінки обсягів обробки цистерн на технологічній базі під'їзної колії ТОВ “Укрріс-Транс” на наступні п'ять років.

Процес прогнозування здійснено методом екстраполяції на основі визначення середнього темпу. Згідно з [31] даний метод проводиться шляхом визначення показника (коефіцієнта), що характеризує середній темп зміни об'ємів виробництва за одиницю часу. Варто мати на увазі, що згладжування на основі середніх темпів може приводити до великої погрішності прогнозних оцінок при значній амплітуді і нерівномірності коливань даних усередині фактичного часового ряду.

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 $\bar{T}$ визначається за формулою

$$\bar{T} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}}, \quad (4.1)$$

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.

Прогнозоване значення Y_{n+r} знаходимо за формулою

$$\hat{Y}_{n+r} = Y_n * \bar{T}^r, \quad (4.2)$$

де $\hat{Y}_{n+r}$ – прогнозоване значення об'ємів виробництва;

r – кількість часових інтервалів періоду випередження.

Розраховуємо середній темп зміни фактичних значень часового ряду $\bar{T}$:

$$\bar{T} = \sqrt[5-1]{\frac{705}{733}} = 0,99.$$

Виконуємо розрахунок прогнозних обсягів ряду фактичних значень на основі визначення середнього темпу:

$$Y_{25} = 705 \times 0,99 = 698 \text{ цс};$$

$$Y_{26} = 705 \times 0,99^2 = 691 \text{ цс};$$

$$Y_{27} = 705 \times 0,99^3 = 684 \text{ цс};$$

$$Y_{28} = 705 \times 0,99^4 = 677 \text{ цс};$$

$$Y_{29} = 705 \times 0,99^5 = 670 \text{ цс}.$$

Фактичні і прогнозовані значення обсягів обробки цистерн на технологічній базі під'їзної колії ТОВ “Укрріс-Транс” за період з 2020 по 2029 роки наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Фактичні і прогнозовані значення кількості оброблених цистерн на технологічній базі під'їзної колії ТОВ “Укрріс-Транс”

Минулий період, рік - n	Обсяги обробки, цс	Середній темп зміни обсягів обробки, $\bar{T}$	Прогнозований період, рік – r	Прогнозовані значення фактичного ряду і прогнозовані показники, $\hat{y}$
2020	733	0,99	2025	698
2021	744	0,99	2026	691
2022	671	0,99	2027	684
2023	729	0,99	2028	677
2024	705	0,99	2029	670

4.2 Оцінка економічного ефекту від впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу

В даному підрозділі проведена оцінка економічного ефекту від впровадження лебідки маневрової для переміщення рухомого складу (підтягування рухомого складу до місць виконання технологічних операцій та подачі вагонів на відстій). На основі сумарного прибутку від експлуатації технічних засобів, тобто в якості критерію E_t приймається сумарний економічний ефект (прибуток) за розрахунковий період як

$$E_t = \sum_{t=1}^{t_{ec}} (P_t - P_{1t}) \alpha_t, \quad (4.3)$$

де P_t - витрати до реалізації заходів, грн;

P_{1t} - витрати після реалізації заходів, грн;

α - коефіцієнт приведення різночасних витрат.

У якості початкового року розрахункового періоду приймається рік початку фінансування робіт, включаючи проведення наукових досліджень.

Різночасні витрати і результати приведені до одного моменту часу (розрахункового року), для чого використовуємо коефіцієнт приведення:

$$\alpha_t^k = \left(\frac{1 + E_n}{1 + I + R} \right)^{tp - tk} \quad (4.4)$$

де E_n – коефіцієнт, який визначає річний банківський відсоток по депозитних внесках (12%), 0,12;

I – очікуваний середньорічний рівень інфляції протягом життєвого циклу проекту в частках одиниці, (7%), 0,07;

R – ставка, що враховує ступінь ризику здійснення проекту в частках одиниці, (1%), 0,01;

tp – порядковий номер останнього року розрахункового року;

tk – порядковий номер року, результати і витрати якого приводиться до розрахункового (останнього) року.

За розрахунковий період прийнято 5 років, тобто строк з 2020 до 2024 року. Таким чином, коефіцієнти приведення результатів і витрат різних років до розрахункового року складуть

$$\begin{aligned} \alpha_{2025} &= \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,07 + 0,01} \right)^{5-1} = \left(\frac{1,12}{1,08} \right)^4 = 1,157; \\ \alpha_{2026} &= \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,07 + 0,01} \right)^{5-2} = \left(\frac{1,12}{1,08} \right)^3 = 1,115; \\ \alpha_{2027} &= \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,07 + 0,01} \right)^{5-3} = \left(\frac{1,12}{1,08} \right)^2 = 1,075; \\ \alpha_{2028} &= \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,07 + 0,01} \right)^{5-4} = \left(\frac{1,12}{1,08} \right)^1 = 1,037; \\ \alpha_{2029} &= \left(\frac{1 + 0,12}{1 + 0,07 + 0,01} \right)^{5-5} = \left(\frac{1,12}{1,08} \right)^0 = 1,00. \end{aligned}$$

Для визначених умов проекту формула 4.3 приймає вигляд:

$$\sum_{t=1}^T E = (\sum_{t=1}^T \Delta E_{mз} - \sum_{t=1}^T \Delta E_{ексн}) \alpha, \quad (4.5)$$

де $\sum_{t=1}^T E$ - сумарний економічний ефект за розрахунковий період від впровадження технічних засобів, грн;

$\sum_{t=1}^T \Delta E_{mз}$ - економія експлуатаційних витрат від впровадження технічних засобів, грн;

$\sum_{t=1}^T \Delta E_{експ}$ - додаткові витрати на експлуатацію технічних засобів, грн.

Економія експлуатаційних витрат від впровадження даних технічних засобів складається з економії від зменшення витрат на маневрові операції локомотивом станції для підтягування вагонів під миючу голівку, $\Delta E_{мл}$.

Економія експлуатаційних витрат визначається за формулою

$$\Delta E = \Delta E_{мл1г} \times n; \quad (4.6)$$

де $\Delta E_{мл1г}$ - економія від зменшення витрат на виконання маневрових операцій локомотивом станції для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки за 1 вагон, грн/рік;

n – кількість оброблених вагонів за рік.

За 2024 рік в цілому витрати технологічної бази на маневрові операції склали 1 269 344,00 грн, з них витрат на виконання маневрових операцій локомотивом станції для підтягування вагонів під миючу голівку не менше 50%, тобто $1269344,00 \times 0,5 = 634672,00$ грн, або на один оброблений вагон: $634672,00 : 705 = 900,24$ грн.

Отже, економія експлуатаційних витрат при використанні технічних засобів лебідок маневрових для переміщення рухомого складу становить (за 2025-2029 роки):

$$\Delta E_{2025} = 698 \times 900,24 = 658367,52 \text{ грн.};$$

$$\Delta E_{2026} = 691 \times 900,24 = 622065,84 \text{ грн.};$$

$$\Delta E_{2027} = 684 \times 900,24 = 615764,16 \text{ грн.};$$

$$\Delta E_{2028} = 677 \times 900,24 = 609462,48 \text{ грн.};$$

$$\Delta E_{2029} = 670 \times 900,24 = 603160,80 \text{ грн.}$$

Одноразові (капітальні) витрати на маневрові лебідки ЛЕМ-10 (з урахуванням доставки та монтажу) складають: $K = 2 \times 250000 = 500000$ грн.

Ліквідаційна вартість після п'яти років експлуатації двох лебідок маневрових складає 50000 грн.

Витрати на експлуатацію технічних засобів знаходимо за формулою

$$\Delta E_{\text{експ}} = Z + O_{\text{сс}} + M + T + E_{\text{л}} + P + \Pi_{\text{пр}}, \quad (4.7)$$

де Z - заробітна плата додаткових працівників при застосуванні лебідок маневрових, грн;

$O_{\text{сс}}$ - витрати на соціальні заходи, грн;

M - витрати на матеріали, грн;

T - витрати на паливо, грн;

$E_{\text{л}}$ - витрати на електроенергію, грн;

P - витрати на ремонт, грн;

$\Pi_{\text{пр}}$ - витрати на підготовку персоналу та ті, що не ввійшли в указані елементи витрат, грн.

Заробітна плата додаткових працівників при застосуванні лебідок маневрових (оператор, який працює в одну зміну) дорівнює

$$Z = Ч \times Z_{\text{м}}, \quad (4.8)$$

де $Ч$ - чисельність додаткових працівників, $Ч=1$ особа;

$Z_{\text{м}}$ - середня місячна заробітна платня одного оператора з нарахуваннями (Єдиний соціальний внесок – 22,0%), $Z_{\text{м}} = 19400,00$ грн.

$$Z = 1 \times 19400,00 \times 12 = 232800,00 \text{ грн}$$

Витрати на матеріали та паливо відсутні.

Додаткові витрати на електроенергію, грн

$$E_{\text{л}} = W \times Ц, \quad (4.9)$$

де W - кількість електроенергії, що використовується маневровими лебідками за рік, $W=32850$ кВт×год;

$Ц$ - вартість 1кВт×год. електроенергії, $Ц=3,68$ грн.

$$E_{\text{л}} = 32850 \times 3,68 = 120888,00 \text{ грн.}$$

Щорічні витрати на ремонт визначаємо за формулою:

$$P = 0,01344 \times K, \quad (4.10)$$

де 0,01344 – щорічна частка витрат на ремонт при експлуатації нових технічних засобів (лебідки маневрові) від капітальних затрат.

$$P = 0,01344 \times 500000 = 6720,00 \text{ грн.}$$

Витрати на підготовку персоналу, а також інші витрати, які не ввійшли у вказані елементи витрат, $\Pi_{\text{пр}}$, грн.

$$\Pi_{\text{пр}} = (3 + O_{\text{сс}} + M + E_{\text{л}} + P) \times 0,2, \quad (4.11)$$

де 0,2 – це частка від загальних витрат на експлуатацію, яка відраховується на підготовку персоналу.

$$\Pi_{\text{пр}} = (232800,00 + 120888,00 + 6720,00) \times 0,2 = 72081,60 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію нових технічних засобів (лебідки маневрові) для переміщення рухомого складу дорівнюють:

$$\Delta E_{\text{експ}} = 232800,00 + 120888,00 + 6720,00 + 72081,60 = 432489,60 \text{ грн.}$$

Розрахунок економічного ефекту від впровадження нових технічних засобів на технологічній базі наведено в таблиці 4.2.

Висновок. Встановлено, що економічний ефект від впровадження нових технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки на технологічній базі за життєвий цикл проекту очікується в розмірі 460 720,49 грн. Оскільки економічний ефект наростаючим підсумком з урахуванням дисконтування позитивний після другого року впровадження, то це означає, що строк окупності одноразових витрат настає на третьому році, тобто в 2027 році. Отже, проєкт по впровадженню нових технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки на технологічній базі є економічно вигідним.

Застосування запропонованих технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки компенсує значні витрати підприємства, пов'язані з використанням маневрового локомотива станції для підтягування вагонів під миючу голівку та виставлення у відстій. Вивільнені маневрові засоби можуть бути використані станцією для раціоналізації технологічних процесів та зниження простою місцевих вагонів. Таким чином, удосконалення технічного оснащення дає змогу збільшити продуктивність роботи технологічної бази та знизити простій місцевих вагонів на станції.

Таблиця 4.2 - Розрахунок економічного ефекту від впровадження лебідок маневрових для переміщення цистерн

Показник	Рік розрахункового періоду				
	2025	2026	2027	2028	2029
1	2	3	4	5	6
Витрати до впровадження лебідок маневрових					
1 Поточні витрати, грн	628367,52	622065,84	615764,16	609462,48	603160,8
Витрати після впровадження лебідок маневрових					
2 Одноразові витрати, грн	500000				
3 Поточні витрати, грн	432489,6	432489,6	432489,6	432489,6	432489,6
4 Ліквідаційна вартість лебідок маневрових, грн					50000
5 Вартісна оцінка витрат після впровадження лебідок маневрових, грн	932489,6	432489,6	432489,6	432489,6	382489,6
6 Зниження витрат після впровадження лебідок маневрових, грн	-304122,08	189576,24	183274,56	176972,88	220671,2
7 Коефіцієнт приведення економії, що отримана в різні роки, до розрахункового року	1,157	1,115	1,075	1,037	1
8 Зниження витрат з урахуванням коефіцієнта приведення, грн	-351869,25	211377,51	197020,15	183520,88	220671,2
9 Зниження витрат наростаючим підсумком, грн	-351869,25	-140491,74	56528,41	240049,29	460720,49

Висновки

Розвиток діяльності АТ «Укрзалізниця» у напрямку залучення додаткових вантажопотоків і розширення географії міжнародних проєктів є важливим кроком для поліпшення ситуації у сфері залізничного транспорту України. Це вимагає проведення роботи за різними напрямками діяльності залізниці, а саме; гнучка тарифна політика, технічне переоснащення, запровадження нових інформаційних технологій, поліпшення переходів прикордонних, оптимізація технології перевезення й покращення якості сервісу.

1 Доведено, що незважаючи на військовий стан АТ «Укрзалізниця» продовжує реформувати галузь залізничного транспорту, беручи до уваги європейську модель й досвід залізниць Німеччини, Польщі та Франції. Реформування галузі по європейській моделі буде сприяти підвищенню ефективності, якості й конкурентоспроможності залізничної системи держави.

Показано, що інформатизація технологічних процесів стала невід'ємною складовою реформування залізниці і відіграє важливу роль у покращенні ефективності й оптимізації роботи АТ «Укрзалізниця». Автоматизовані робочі місця (АРМи) впливають як на підвищення продуктивності праці, оптимізацію процесів, так і на покращення умов праці працівників залізничного транспорту.

Оптимізація технічного оснащення і інформатизація взаємодії під'їзних колій з станцією примикання дозволить зменшити вартість простоїв в системі обслуговування вагонів, скоротити витрати на утримання технічних засобів системи та визволили додаткові навантажувальні ресурси.

2 Розглянуто технологію роботи сортувальної станції. Основний обсяг вантажної роботи (навантаження-вивантаження) ведеться на 4 під'їзних коліях, в т.ч. ТОВ «Укрріс-Транс» яка є технологічною базою, де виконується підготовка рухомого складу до перевезення (промивка) різних типів вагонів, в першу чергу цистерн після перевезення вантажів.

Проаналізовано обсяги роботи технологічної бази за останні 5 років та

встановлено, що кількість оброблених цистерн має незначну тенденцію до зниження на фоні значних помісячних коливань. За п'ять років обсяги обробки знизились з 733 до 705 цистерн за рік (на 3,8%), найбільші обсяги обробки припадають на період з липня по жовтень. Помісячні коливання (відношення максимального обсягу до мінімального) знаходяться в інтервалі від 2,94 (2022 рік) до 5,0 (2020 рік) разів.

Встановлено, що технологічна база має обладнання для виконання своїх функцій, проте за останні роки збільшилась кількість браків, пов'язаних з неякісною промивкою цистерн із-за використання миючої голівки застарілої конструкції (за 2022-2024 роки направлялось на повторну обробку 5...6% цистерн). Для підвищення якості підготовки вагонів під завантаження необхідно обладнати технологічну базу мийною голівкою сучасної конструкції.

Доведено, що маневрові локомотиви станції 3 мають високу завантаженість із-за зростання обсягів переробки зернових вантажів та обслуговування трьох прикріплених станцій, що призводить до зростання простоїв вагонів. Запропоновано з метою покращення загальної ситуації для технологічних переміщень вагонів на базі підготовки цистерн використовувати лебідки маневрові ЛЕМ-10, які розраховані на переміщення 10 вагонів.

3 Аналіз технології роботи під'їзних колій підприємств України показав, що в основному причиною значних простоїв вагонів є нераціональна організація роботи окремих елементів технологічного процесу.

Запропоновано математичну модель гнучкого регулювання параметрів транспортного обслуговування, що дозволить встановити логістичні параметри транспортного обслуговування з урахуванням конкретних умов перевезень і обслуговування різних вантажовідправників. Встановлено, що однією з найбільш важливих є задача удосконалення перевезення вантажів в межах ефективної технології транспортного обслуговування. В тому числі за схемою «від дверей до дверей», як такої, що найбільш задовольняє потреби вантажовідправників. Удосконалення транспортного обслуговування повинно бути спрямовано на гнучкі технології в обслуговуванні вантажовласників,

підвищення якості технології, надання транспортних послуг, першочергову орієнтацію на транспортні потреби вантажовласників.

Оптимальний варіант взаємодії визначається більшою величиною ефекту (прибутку). Дану модель пропонується практично реалізувати як СППР в АС «Месплан», що дозволить визначати найбільш доцільні варіанти взаємодії регіональних філій з вантажовідправниками за різних параметрів.

4 Розрахунками доведено, що економічний ефект від впровадження нових технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки на технологічній базі за життєвий цикл проекту очікується в розмірі 460 720,49 грн. Оскільки економічний ефект наростаючим підсумком з урахуванням дисконтування позитивний після другого року впровадження, то це означає, що строк окупності одноразових витрат настає на третьому році, тобто в 2027 році. Отже, проєкт по впровадженню нових технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки на технологічній базі є економічно вигідним.

Застосування запропонованих технічних засобів (лебідки маневрові) для підтягування вагонів під миючу голівку для промивки та подачі на відстій після промивки компенсує значні витрати підприємства, пов'язані з використанням маневрового локомотива станції для підтягування вагонів під миючу голівку та виставлення у відстій. Вивільнені маневрові засоби можуть бути використані станцією для раціоналізації технологічних процесів та зниження простою місцевих вагонів. Таким чином, удосконалення технічного оснащення дає змогу збільшити продуктивність роботи технологічної бази та знизити простій місцевих вагонів на станції.

Список використаних джерел

- 1 Вантажні перевезення "Укрзалізниці" в 2024 році. – URL: https://cfts.org.ua/infographics/vantazhni_perevezennya_ukrzaliznitsi_v_2024_rotsi?fbclid=IwY2xjawIQZWhleHRuA2FlbQIxMQABHcscBrNA66L2cGW36rjEwlTQzoB5VGGfRhLfdm3ODuvPY0uq95PjKBCx8Q_aem_txskLB9JFhPGpNdFwSHj-Q (дата звернення 10.04.2025).
- 2 Статистика «зернового коридору». – URL: <https://uga.ua/statistika-zernovogo-koridoru/> (дата звернення 11.04.2025).
- 3 У 2023 році значно зменшилася кількість транспортних подій на залізниці України. – URL: <https://www.railinsider.com.ua/u-2023-roczy-znachno-zmenshyлася-kilkist-transportyh-podij-na-zaliznyczi-ukrayiny/> (дата звернення: 11.04.2025).
- 4 Модернізація інфраструктури і рухомого складу – пріоритетний напрям капітальних інвестицій АТ «Укрзалізняця». – URL: http://www.zd-partner.u/ukrzaliznytsia--investusia_v_ruchomuj_sklad/ (дата звернення: 11.04.2025).
- 5 Зміни політики Укрзалізниці, які необхідно здійснити у 2024 році. – URL: <https://www.railinsider.com.ua/yurij-shhuklin-zminy-polityky-ukrzaliznyczi-yaki-neobhidno-zdijsnyty-u-2024-roczy/> (дата звернення: 12.04.2025).
- 6 Про основні показники роботи компанії та подальші плани. – URL: <https://www.uz.gov.ua/> (дата звернення: 12.04.2025).
- 7 (ГІОЦ ВП ХК) Виробничий підрозділ "Харківське відділення" філії "Головний інформаційно-обчислювальний центр" АТ "Укрзалізняця". – URL: <https://www.pz.gov.ua/dept/1111/> (дата звернення: 12.04.2025).
- 8 У площині айтишних розробок. – URL: <http://www.magistral-uz.com.ua/articles/u-plowini-ajtishnih-rozrobok.html/> (дата звернення: 14.04.2025).
- 9 Центр транспортних стратегій. – URL: https://cfts.org.ua/imglib/_newimage/infographics/144426/1058.png (дата звернення 14.04.2025).

10 Вернигора Р.В. Проблеми функціонування залізничних під'їзних колій України в сучасних умовах. *Східно-Європейський журнал передових технологій ISSN 1729-3774*. 2012. №58. С. 64-68.

11 Бутко Т.В., Ломотько Д.В., Сушарін Є.В. Удосконалення взаємодії підсистем у системах транспортно-логістичного обслуговування масових вантажів залізничним транспортом. *Інформ.-керуючі системи на залізн. транспорті*. 2009. № 3. С. 24-29.

12 Данько М.І., Котенко А.М., Кулешов А.В. Удосконалення логістичних послуг місцевої роботи у перевізному процесі при взаємодії вантажовласників та залізниць України. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, Харків: УкрДАЗТ, 2009. Вип. 111. С. 7-16.

13 Ковальов А.О., Сиром'ятникова Л.І. Визначення нормувального часу перебування вагонів на під'їзних коліях. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, Харків: УкрДАЗТ, 2012. Вип. 128. С. 65-68.

14 Ломотько Д.В., Кльосов О.Є., Корнійчук С.Г. Удосконалення переробки масових вантажів залізничним транспортом в умовах створення інформаційно-керуючої системи. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*, Харків: УкрДАЗТ, 2011. Вип. 120. С. 119-125.

15 Полякова О.М. Основні аспекти взаємодії промислового і магістрального залізничного транспорту України. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2009. № 25. С. 75-77.

16 Іващук В.Р., Кириченко Г.І., Кузнєцов М.М., Петриковець О.В. Формування інструментів логістичного забезпечення перевезень вантажів на залізниці. *Залізничний транспорт України*. 2011. № 5. С. 20-23.

17 Курбатов Ф.С. Нове в управлінні рухом на залізницях США: досвід порівняльного аналізу. *Вісник транспорту*. 2018. № 5. С. 12-17.

18 Курбатов Ф.С. Економічні механізми та технології підвищення ефективності перевезень на залізницях США. *Вісник транспорту*. 2018. № 3. С. 33-38.

19 Antonowicz Mirosław Regulation and Logistics in Rail Freight Transport.

Archives of Transport. 2017. Volume 23. Issue 3. P. 275-284.

20 Dawson Patrick Mark Bryant Computer technology and the redefinition of supervision: a study of the effects of computerisation on railway freight supervisors. *University of Southampton, Department of Sociology and Social Administration, Doctoral Thesis*, 2015. 310 p.

21 Lewis Richard A semantic approach to railway data integration and decision support. *Ph.D. thesis, University of Birmingham*, 2012. 300 p.

22 Pepevnik A., Belšak M. Information system in the function of railway traffic management. *Transport Problems*. 2016. Volume 6. Issue 1. P. 37-42.

23 Pyza Dariusz Multi-Criteria Evaluation of Transportation Systems in Supply Chains. *Archives of Transport*. 2015. Volume 23. Issue 1. P. 47-65.

24 Гарлицький Є.І. Критерій вибору оптимальної черговості обслуговування вантажних фронтів. *Відомості Львівської політехніки*. 2014. № 3 (40). С. 15 – 22.

25 Ковальов А.О. Удосконалення технології роботи під'їзних колій незагального користування і вантажних станцій магістрального транспорту: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.20; Харків, 2006. 20 с.

26 Ділові статті. Архів публікацій. – URL: <http://polpred.com/> (дата звернення: 15.04.2025).

27 Krampe H. Transpress-Handbuch Anschlussbahnen. Berlin: Verl. f. Verkehrswesen, 1979, 549 s. Deutsch.

28 Krampe H. Die Entwicklung von Programmbausteinen zur digitalen Simulation technologischer Grundprozesse in Anschlussbahnen. Berlin: Verl. f. Verkehrswesen, 1973, 143 s. Deutsch.

29 Технологічний процес роботи станції Знам'янка. Знам'янка: АТ «Укрзалізниця» регіональна філія «Одеська залізниця». 2020. 244 с.

30 Правила обслуговування залізничних під'їзних колій. Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 р. № 644. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00/page/> (дата звернення: 17.04.2025).

31 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: *навчальний посібник*. Харків: УкрДАЗТ. 2005. 210 с.

32 Кірдіна О.Г. Методологічні аспекти інвестиційно-інноваційного розвитку залізничного комплексу України: *монографія*. Харків: УкрДАЗТ. 2011. 312 с.

33 Запара В.М., Запара Я.В., Беляєв Я.А., Кравцов О.С. Шляхи покращення взаємодії вантажовласників-експортерів з залізницею України. *Тези П'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції «Транспортні технології та безпека дорожнього руху»* (Запоріжжя, 12-13 березня 2024 р.) Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». С. 25-26.

34 Запара В.М., Беляєв Я.А., Буваліна А.І., Кравцов О.С. Вплив інформатизації технологічних процесів перевезень на технічну експлуатацію залізниці. *Тези XII міжнародної науково-практичної конференції «Людина, суспільство, комунікативні технології»*: (Харків, 25-26 жовтня 2024 р.). Харків: УкрДУЗТ. с. 162-164.

35 Запара В.М., Беляєв Я.А., Кравцов О.С. Удосконалення сфери послуг клієнтів на ринках ЄС міжнародним підрозділом АТ «Укрзалізниця». *Тези 5-ої міжнародної науково-практичної конференції «Інтелектуальні транспортні технології»*: (Харків, 25-27 листопада 2024 р., Харків). Харків: УкрДУЗТ. С. 172-174.

36 Кравцов О., Середін А. Стан і перспективи розвитку єдиного цифрового вікна для роботи клієнтів з вантажних перевезень. *Тези 84-ї студентської наукової конференції УкрДУЗТ*: (Харків, 11-12 грудня 2024 р.) Харків: УкрДУЗТ. С. 237-238.

37 Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 55 с.