

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ
ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВАНТАЖІВ**

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ВРТОП.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 103-ОПУТ-322
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)


(підпис) **Марія ДІДУХ**

Керівник: ст. викл., канд. техн. наук
Денис ЧЕХУНОВ

Рецензент: доц., канд. техн. наук
Юлія ШУЛЬДІНЕР

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 50 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 6 рисунків, 2 таблиці, 14 літературних джерел.

Ключові слова: ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ, ПІД'ЇЗНА КОЛІЯ, РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ.

Об'єктом дослідження є процес виконання навантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт.

Метою дослідження є визначення раціонального технічного оснащення при переробці вантажів.

У кваліфікаційній роботі запропоновано удосконалений метод оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій, що примикають на основі моделі математичного програмування, який дозволить зменшити тривалість знаходження вагонів на підприємствах за рахунок раціоналізації технічного оснащення.

Формалізовано технологію роботи на основі створення моделей взаємодії під'їзних колій і станцій примикання, на основі яких визначені середні чисельності вагонів в різних станах.

Розраховано раціональне технічне оснащення за наведеним методом оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій.

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 50 sheets of explanatory notes in A4 format, including 6 figures, 2 tables, 14 literary sources.

Keywords: TECHNICAL EQUIPMENT, APPROACH TRACK, RATIONALIZATION.

The object of the study is the process of performing loading and unloading and shunting operations.

The purpose of the study is to determine rational technical equipment when processing cargo. T

he qualification work proposes an improved method for optimizing the operation of access tracks of industrial enterprises and adjacent stations based on a mathematical programming model, which will allow reducing the duration of the stay of cars at the enterprises by rationalizing technical equipment.

The technology of work is formalized based on the creation of models of interaction of access tracks and adjacent stations, on the basis of which the average number of cars in different states is determined.

Rational technical equipment is calculated using the above method for optimizing the operation of access tracks of industrial enterprises and stations.

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

27 квітня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Дідух Марії Володимирівні

1 Тема «Вибір раціонального технічного оснащення при переробці вантажів»
керівник роботи Чехунов Денис Миколайович, старший викладач кафедри управління вантажною і комерційною роботою, кандидат технічних наук,
затверджені розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 27 квітня 2026 року № 08/26.

2 Строк подання студентом закінченої роботи – 12 червня 2026 року.

3 Вихідні дані: Технологічний процес роботи станції. Техніко-розпорядчий акт станції. Єдиний технологічний процес роботи станції і під'їзної колії.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1 Аналіз технології роботи під'їзної колії та характеристика станції примикання. 2 Визначення раціонального технічного оснащення під'їзної колії.

3 Розробка моделі роботи станції та під'їзної колії.

5 Перелік графічного матеріалу:

Об'єкт, предмет, мета та завдання дослідження.

Метод визначення раціонального технічного оснащення під'їзної колії

Розмічений граф станів вантажного вагона на під'їзній колії

Диференціальні рівняння для графу

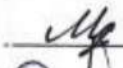
Залежності середніх чисельностей вагонів на під'їзній колії

Визначення кількості НРМ та маневрових локомотивів

7 Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз технології роботи під'їзної колії та характеристика станції примикання	05.05.2026	визначено
2 Визначення раціонального технічного оснащення під'їзної колії	20.05.2026	визначено
3 Розробка моделі роботи станції та під'їзної колії	09.06.2026	визначено
4 Оформлення роботи, отримання рецензії	12.06.2026	визначено

Студент  Марія ДІДУХ

Керівник  Денис ЧЕХУНОВ

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз технології роботи під'їзної колії та характеристика станції примикання	8
1.1 Аналіз технології роботи під'їзної колії	8
1.2 Організація вантажної та комерційної роботи на станції	17
1.3 Організація місцевої роботи на станції	20
1.4 Організація обслуговування під'їзних колій	21
2 Визначення раціонального технічного оснащення під'їзної колії	27
3 Розробка моделі роботи станції та під'їзної колії	30
3.1 Модель роботи станції та під'їзної колії	30
3.2 Дослідження моделі роботи станції та під'їзної колії	40
3.3 Впровадження запропонованих заходів	44
Висновки	48
Список використаних джерел	49

					ВРТОП.300.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір раціонального технічного оснащення при переробці вантажів	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Дідух		06.26					
Перевір.		Чехунов		06.26			5	50	
								5	
Н. Контр.		Чехунов		06.26		УкрДУЗТ			
Затверд.		Ковальов		06.26					

Залізничні під'їзні колії є важливою складовою транспортної інфраструктури промислових підприємств, логістичних центрів, елеваторів, портів та інших об'єктів, діяльність яких пов'язана з масовим перевезенням вантажів. Вони забезпечують безпосередній зв'язок підприємства із загальною мережею залізниць, створюючи умови для безперервного та ефективного виконання вантажних операцій. Організація технології роботи під'їзної колії має велике значення для скорочення часу обороту вагонів, підвищення продуктивності вантажних фронтів та зниження транспортних витрат.

Під технологією роботи залізничної під'їзної колії розуміють сукупність організаційних, технічних та виробничих процесів, пов'язаних із прийманням, подаванням, обробкою, навантаженням, вивантаженням і відправленням вагонів. Технологічний процес визначає порядок взаємодії між станцією примикання та підприємством, послідовність маневрових операцій, режими роботи локомотивів, а також порядок використання технічних засобів.

Залізничні станції разом із під'їзними коліями є ключовими елементами транспортної інфраструктури, що забезпечують безперервність перевізного процесу, ефективність обробки вантажів і руху поїздів.

Актуальність теми.

Залізничні станції разом із під'їзними коліями є ключовими елементами транспортної інфраструктури, що забезпечують безперервність перевізного процесу, ефективність обробки вантажів і руху поїздів.

Підвищення ефективності використання вантажних вагонів на під'їзних коліях передбачає розробку відповідних математичних моделей, а також проведення дослідження цих моделей та визначення необхідних характеристик.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є визначення раціонального технічного оснащення при переробці вантажів.

Поставлена мета визначила наступні завдання дослідження:

- удосконалити метод оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій, що примикають, за рахунок раціоналізації технічного оснащення;

- формалізувати технологію роботи на основі створення моделі взаємодії під'їзних колій і станцій примикання та провести її експериментальне дослідження.

Об'єкт дослідження. Процес виконання навантажувально-розвантажувальних та маневрових робіт.

Предмет дослідження. Технологія роботи станції і під'їзних колій.

Методи дослідження. У роботі використані наступні методи: при моделюванні процесів у системі “під'їзна колія – станція примикання ” використовувались методи теорії масового обслуговування, для визначення числа вагонів в кожному стані – методи динаміки середніх

Практична значущість:

У кваліфікаційній роботі удосконалено метод оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій за рахунок визначення залежності кількості вагонів, що знаходяться на під'їзній колії, від часу їх знаходження та встановлено раціональне технічне оснащення при переробці вантажів.

1 Аналіз технології роботи під'їзної колії та характеристика станції примикання

1.1 Аналіз технології роботи під'їзної колії

Залізничні під'їзні колії є важливою складовою транспортної інфраструктури промислових підприємств, логістичних центрів, елеваторів, портів та інших об'єктів, діяльність яких пов'язана з масовим перевезенням вантажів. Вони забезпечують безпосередній зв'язок підприємства із загальною мережею залізниць, створюючи умови для безперервного та ефективного виконання вантажних операцій. Організація технології роботи під'їзної колії має велике значення для скорочення часу обороту вагонів, підвищення продуктивності вантажних фронтів та зниження транспортних витрат.

Під технологією роботи залізничної під'їзної колії розуміють сукупність організаційних, технічних та виробничих процесів, пов'язаних із прийманням, подаванням, обробкою, навантаженням, вивантаженням і відправленням вагонів. Технологічний процес визначає порядок взаємодії між станцією примикання та підприємством, послідовність маневрових операцій, режими роботи локомотивів, а також порядок використання технічних засобів.

Залізничні станції разом із під'їзними коліями є ключовими елементами транспортної інфраструктури, що забезпечують безперервність перевізного процесу, ефективність обробки вантажів і руху поїздів. Великі обсяги вантажних і пасажирських перевезень, складність логістичних ланцюгів та вимоги до скорочення часу обробки створюють значний тиск на існуючі технологічні схеми роботи станцій. Ці фактори зумовлюють необхідність удосконалення технологій роботи як станцій, так і під'їзних колій підприємств. Удосконалення має на меті підвищення пропускної здатності,

скорочення часу обробки, зменшення простоїв вагонів та локомотивів, оптимізацію руху та покращення взаємодії між суб'єктами логістичної системи.

Одним з підходів до покращення взаємодії вантажних станцій магістрального транспорту та під'їзних колій підприємств є оптимізація колійного розвитку залізничної станції.

Колійний розвиток залізничної станції є ключовим фактором, який визначає її пропускну здатність, ефективність вантажної та маневрової роботи, а також рівень взаємодії з під'їзними коліями підприємств. Під терміном «колійний розвиток» розуміють сукупність інженерних та організаційних рішень щодо кількості, довжини, спеціалізації та розташування колій, а також стрілочних переводів, що забезпечують безперебійний рух поїздів і маневрових локомотивів.

Основною метою організації роботи під'їзної колії є забезпечення своєчасного перевезення вантажів при мінімальних витратах часу та ресурсів. Для цього необхідно досягти узгодженості між роботою станції примикання, внутрішнім транспортом підприємства та виробничими підрозділами. Ефективна технологія дозволяє уникнути простоїв вагонів, перевантаження колійного розвитку та порушення графіка руху поїздів.

Технологічний процес роботи під'їзної колії починається з отримання інформації про підхід вагонів.

Отримання інформації про підхід вагонів є одним із найважливіших елементів організації роботи залізничного транспорту та функціонування під'їзних колій промислових підприємств. Своєчасне надходження достовірної інформації про рух вагонів дозволяє забезпечити ефективне планування вантажних операцій, раціональне використання технічних засобів, скорочення простоїв рухомого складу та підвищення продуктивності транспортної системи.

У сучасних умовах розвитку транспортної логістики інформаційне забезпечення перевізного процесу набуває особливого значення. Висока

інтенсивність руху поїздів, збільшення обсягів перевезень та необхідність оперативного управління транспортними потоками потребують постійного контролю за місцезнаходженням вагонів та прогнозування часу їх прибуття.

Під інформацією про підхід вагонів розуміють комплекс відомостей щодо часу прибуття вагонів на станцію примикання або під'їзну колію, кількості вагонів, типу вантажу, технічного стану рухомого складу, номерів вагонів, призначення та інших характеристик, необхідних для організації транспортного процесу.

Основною метою отримання інформації про підхід вагонів є забезпечення своєчасної підготовки підприємства до виконання вантажних операцій. Завчасне інформування дозволяє підготувати вантажні фронти, навантажувально-розвантажувальні механізми, локомотиви, персонал і складські площі. Це сприяє скороченню часу перебування вагонів на станції та підвищенню ефективності використання транспортної інфраструктури.

Інформація про підхід вагонів надходить від станцій залізниці, диспетчерських центрів, автоматизованих систем управління перевезеннями та інформаційно-обчислювальних комплексів. У традиційній системі організації перевезень дані передавалися телефонним, телеграфним або радіозв'язком. У сучасних умовах основну роль відіграють цифрові системи передачі інформації та автоматизовані бази даних.

На залізничному транспорті функціонують автоматизовані системи управління перевезеннями, які забезпечують оперативний контроль за рухом вагонів. Такі системи дозволяють у режимі реального часу отримувати інформацію про місцезнаходження рухомого складу, швидкість просування поїздів, час проходження контрольних пунктів та прогнозований час прибуття на станцію призначення.

Особливе значення інформація про підхід вагонів має для підприємств із безперервним циклом виробництва. Металургійні комбінати, електростанції, хімічні заводи та інші великі промислові підприємства потребують постійного постачання сировини та палива. Несвоєчасне

надходження вагонів може призвести до порушення технологічного процесу, зупинки виробництва та значних економічних втрат.

Для аграрних підприємств та елеваторів оперативна інформація про підхід вагонів є важливою під час сезонних перевезень зернових вантажів. У період масового відвантаження продукції необхідно забезпечити чітку координацію між роботою складів, навантажувального обладнання та транспортних засобів.

Отримання інформації про підхід вагонів дозволяє організувати раціональне планування маневрової роботи. Маневровий диспетчер або черговий по станції може заздалегідь визначити порядок подавання вагонів на вантажні фронти, підготувати локомотиви та уникнути зайвих маневрових пересувань. Це сприяє скороченню часу обробки вагонів та зниженню експлуатаційних витрат.

Важливою складовою інформаційного забезпечення є передача відомостей про вантаж. Дані про рід вантажу, його масу, умови перевезення та особливості обробки дозволяють правильно організувати технологію навантаження або вивантаження. Для небезпечних вантажів додатково передаються відомості щодо вимог безпеки, необхідності використання спеціального обладнання та порядку проведення робіт.

Інформація про технічний стан вагонів також має важливе значення. Завчасне отримання даних про несправності або особливості конструкції вагонів дозволяє підготувати необхідні засоби ремонту та уникнути затримок у процесі обробки рухомого складу.

Одним із основних показників ефективності інформаційної системи є оперативність передачі даних. Чим швидше підприємство отримує інформацію про підхід вагонів, тим більше можливостей для якісної організації транспортного процесу. Сучасні цифрові технології дозволяють забезпечити передачу інформації практично миттєво.

У сучасних умовах широко використовуються системи електронного документообігу. Електронні перевізні документи, автоматизовані накладні та

цифрові бази даних забезпечують швидкий обмін інформацією між залізницею, підприємством та іншими учасниками транспортного процесу. Це дозволяє скоротити час оформлення документів та мінімізувати помилки при передачі даних.

Важливу роль у системі отримання інформації про підхід вагонів відіграють диспетчерські служби. Диспетчери координують рух поїздів, контролюють виконання графіка руху та забезпечують взаємодію між станціями, локомотивними бригадами та підприємствами. На основі отриманої інформації вони приймають рішення щодо черговості подавання вагонів, організації маневрової роботи та використання колійного розвитку.

Розвиток супутникових технологій та систем GPS-моніторингу дозволяє здійснювати постійний контроль за рухом вагонів і локомотивів. Використання таких технологій забезпечує високу точність визначення місцезнаходження рухомого складу та підвищує рівень керованості транспортними процесами.

Отримання інформації про підхід вагонів має важливе економічне значення. Своєчасне планування вантажних операцій дозволяє скоротити простої вагонів, підвищити оборот рухомого складу, зменшити витрати на маневрову роботу та забезпечити більш ефективне використання вантажних фронтів.

Особливої актуальності набуває інтеграція інформаційних систем підприємств із системами управління залізничного транспорту. Єдиний інформаційний простір дозволяє забезпечити безперервний обмін даними між усіма учасниками логістичного процесу та підвищити рівень координації транспортних операцій.

Для оцінки ефективності системи отримання інформації використовуються показники точності прогнозування часу прибуття вагонів, швидкості передачі даних, рівня простоїв рухомого складу та ступеня виконання графіка перевезень. Аналіз цих показників дозволяє виявити

недоліки в організації інформаційного забезпечення та визначити напрями його вдосконалення.

Таким чином, отримання інформації про підхід вагонів є важливою складовою організації транспортного процесу та роботи залізничної під'їзної колії. Своєчасне та достовірне інформаційне забезпечення дозволяє підвищити ефективність використання транспортної інфраструктури, скоротити простої рухомого складу, забезпечити ритмічність вантажних операцій та покращити координацію між усіма учасниками перевізного процесу. У сучасних умовах цифровізації транспорту вдосконалення інформаційних систем є одним із ключових напрямків підвищення ефективності залізничних перевезень.

Технічний і комерційний огляд вагонів

Після прибуття вагонів на станцію примикання здійснюється їх технічний і комерційний огляд. Технічний і комерційний огляд вагонів є важливою складовою організації перевізного процесу на залізничному транспорті. Від якості та своєчасності проведення цих видів огляду залежить безпека руху поїздів, збереження вантажів, ефективність використання рухомого складу та безперебійність роботи станцій і під'їзних колій. У сучасних умовах інтенсивного розвитку транспортної системи технічний і комерційний контроль відіграє ключову роль у забезпеченні надійності перевезень та дотриманні вимог нормативних документів.

Технічний огляд вагонів являє собою комплекс заходів, спрямованих на перевірку технічного стану рухомого складу, виявлення несправностей та визначення придатності вагонів до подальшої експлуатації. Основною метою технічного огляду є забезпечення безпеки руху, запобігання аваріям та підтримання належного стану вагонного парку.

Комерційний огляд вагонів, у свою чергу, спрямований на перевірку правильності навантаження, розміщення та кріплення вантажів, стану пломб, відповідності перевізних документів фактичному вантажу та дотримання умов перевезення. Головною метою комерційного огляду є забезпечення

збереження вантажів, попередження комерційних несправностей і контроль за виконанням правил перевезення.

Технічний і комерційний огляд виконуються на станціях формування поїздів, сортувальних станціях, вантажних станціях, а також на під'їзних коліях підприємств. У більшості випадків ці види контролю проводяться одночасно, що дозволяє скоротити час обробки вагонів та підвищити ефективність роботи транспортної системи.

Технічний огляд включає перевірку ходових частин вагонів, буксових вузлів, колісних пар, автозчепного обладнання, гальмівної системи, кузова вагона та інших елементів конструкції. Особлива увага приділяється виявленню тріщин, деформацій, витоків, несправностей гальм та інших дефектів, які можуть створювати загрозу безпеці руху.

Під час технічного огляду перевіряється також справність гальмової системи. Від ефективності роботи гальм залежить можливість безпечного керування поїздом, особливо на ділянках зі складним профілем колії. Огляд гальмівного обладнання включає перевірку герметичності магістралей, стану гальмових колодок та правильності дії автоматичних гальм.

Важливим елементом технічного огляду є контроль стану автозчепного обладнання. Несправності автозчепу можуть призвести до розриву поїзда під час руху, що створює серйозну небезпеку для безпеки перевезень. Тому перевірка зчіпних пристроїв виконується особливо ретельно.

При перевезенні небезпечних вантажів технічний огляд вагонів має підвищене значення. Цистерни, хопери та інші спеціалізовані вагони перевіряються на герметичність, справність запірної арматури та відповідність вимогам безпеки. Виявлення навіть незначних несправностей може бути підставою для відсторонення вагона від експлуатації.

Комерційний огляд вагонів проводиться з метою перевірки правильності навантаження та стану вантажу. Особлива увага приділяється дотриманню технічних умов навантаження і кріплення вантажів.

Неправильне розміщення вантажу може призвести до зміщення центра ваги, пошкодження вагона або створення аварійної ситуації під час руху поїзда.

При комерційному огляді перевіряється рівномірність розподілу вантажу у вагоні, надійність кріплення, справність пломб та відсутність ознак втрати вантажу. Для відкритого рухомого складу контролюється правильність укладання та закріплення вантажів, а для критих вагонів — стан дверей, люків та запірних пристроїв.

Важливе значення має перевірка перевізних документів. Працівники комерційного огляду звіряють фактичні характеристики вантажу з даними накладної, перевіряють правильність оформлення документів, наявність необхідних відміток та відповідність маси вантажу встановленим нормам.

При перевезенні швидкопсувних вантажів додатково контролюється дотримання температурного режиму та стан ізотермічного обладнання вагонів. Для небезпечних вантажів перевіряється наявність відповідного маркування, попереджувальних знаків та супровідної документації.

Технічний і комерційний огляд вагонів здійснюється спеціально підготовленим персоналом. Працівники повинні знати конструкцію вагонів, правила перевезення вантажів, вимоги нормативних документів та порядок дій у разі виявлення несправностей. Важливе значення має постійне підвищення кваліфікації працівників і проведення інструктажів з охорони праці.

Сучасний розвиток транспортної галузі сприяє впровадженню автоматизованих систем контролю технічного стану вагонів. На залізницях широко використовуються системи автоматичного контролю нагріву букс, відеоспостереження, електронної діагностики та дистанційного моніторингу рухомого складу. Це дозволяє оперативно виявляти несправності та підвищувати рівень безпеки перевезень.

Автоматизація комерційного огляду також набуває все більшого поширення. Використання електронних систем контролю ваги, сканерів

пломб, цифрових баз даних та автоматизованого документообігу забезпечує підвищення точності перевірок та скорочення часу обробки вагонів.

Ефективність технічного і комерційного огляду оцінюється за такими показниками, як кількість виявлених несправностей, рівень безпеки руху, тривалість обробки вагонів, кількість випадків пошкодження вантажів та рівень простоїв рухомого складу. Аналіз цих показників дозволяє вдосконалювати систему контролю та підвищувати ефективність роботи транспортної інфраструктури.

Особливу роль технічний і комерційний огляд відіграє на під'їзних коліях промислових підприємств. Тут контроль за станом вагонів і вантажів дозволяє забезпечити безперервність виробничих процесів, уникнути аварійних ситуацій та скоротити час виконання вантажних операцій.

Важливим напрямком удосконалення системи огляду є інтеграція інформаційних технологій та цифрових систем управління. Створення єдиної інформаційної бази про стан вагонів, результати перевірок та рух вантажів дозволяє забезпечити більш ефективну координацію між станціями, підприємствами та перевізниками.

Потім проводиться подавання вагонів на під'їзну колію та вантажні операції.

Таким чином, технічний і комерційний огляд вагонів є невід'ємною складовою організації залізничних перевезень. Від якості проведення огляду залежить безпека руху, збереження вантажів, ефективність використання рухомого складу та стабільність функціонування транспортної системи. У сучасних умовах розвитку залізничного транспорту вдосконалення технології технічного та комерційного контролю є важливим напрямком підвищення ефективності перевізного процесу та забезпечення надійності транспортного обслуговування.

1.2 Організація вантажної та комерційної роботи на станції

На станції виконується такий обсяг вантажної та комерційної роботи:

- приймання вантажів до перевезення;
- оформлення перевізних документів, нарахування, стягнення провізної плати, додаткових зборів, штрафів;
- виконання операцій навантаження, вивантаження, вантажів та контейнерів на місцях загального користування;
- підготовка вагонів під навантаження на відповідних пунктах їх підготовки;
- інформування вантажоодержувачів про підхід і прибуття вантажів одержувачам, оформлення, при потребі, комерційних актів;
- складання комерційної, касової й оперативної звітності;
- комерційний огляд поїздів та вагонів;
- перевірка вантажу робітниками митниці.

Під час обслуговування під'їзних колій на станції виконується така робота:

- інформування вантажоодержувачів про підхід, прибуття вантажів на їхню адресу;
- подача і забирання вагонів на під'їзні колії відповідно до договорів між станцією та власником під'їзної колії;
- видача вантажів, приймання до перевезення згідно з Правилами перевезень і ТУ;
- оформлення перевізних документів, нарахування, стягнення провізної плати, додаткових зборів і штрафів;
- облік, нарахування, стягнення плати за користування вагонами й контейнерами власності залізниць, плати за подачу та забирання вагонів;
- оформлення у необхідних випадках актів загальної форми, комерційних актів тощо.

Загальне керівництво вантажною і комерційною роботою станції виконується ДСЗМ.

Безпосередньо керує цими операціями в зміні старший прийомоздавальник вантажу та багажу. Вантажна робота виконується, як на місцях загального користування, так і на місцях незагального користування.

Хід виконання добового плану постійно контролюється на протязі доби (з 8-00 до 9-00 з 13-00 до 14-00) та розглядається при плануванні роботи. В необхідних випадках корегується особисто ДС або його заступниками.

Змінні плани складаються на основі добового плану з урахуванням обставин, що виникли в період роботи зміни.

Оперативне планування вантажною роботою включає в себе розробку добових і змінних планів роботи станції, яке здійснює ДСП і забезпечує виконання завдань по прийому-відправленню поїздів та вагонів, в тому числі порожніх вагонів по регулюванню, навантаженню, розвантажування і сортуванню вагонів, а також виконання основних кількісних показників вантажної роботи – тобто простою місцевих вагонів під однією вантажною операцією і статичного навантаження на вагон.

Керуючись даними про підхід поїздів з місцевим вантажем, номерним обліком місцевих вагонів, наявністю вагонів на коліях накопичення, інформацією про закінчення навантажувально-розвантажувальних операцій на відповідних коліях, ДСП складає план роботи з подачі та забиранню вагонів з місць навантаження-розвантаження з урахуванням використання вагонів під подвійні операції.

План подачі та забирання вагонів ДСП складає з урахуванням рівномірного розподілення вантажної роботи та мінімального часу простою вагонів під вантажними операціями. ДСП доводить цей план до відома виконавців, тобто прийомоздавальників вантажу та багажу і складача поїздів.

При вступі на чергування ДСП та ДСПГ через старшого прийомоздавальника вантажу та багажу, оператора СТЦ з'ясовує:

- наявність місцевих вагонів на коліях навантаження-розвантаження та коліях накопичення місцевих вагонів;

- стан виконання вантажних робіт;

- стан фронтів навантаження-розвантаження;

- наявність на місцях робітників і підготовленість механізмів.

Під час вступу на чергування ДСП та ДСПГ ознайомлюються із змінним планом, наявністю місцевих вагонів на сортувальних коліях станції.

Проаналізувавши всі початкові фактори ДСПГ, узгодивши з ДСП, доводить до відома виконавців (складача поїздів і старшого прийомоздавальника вантажу та багажу) план вантажної роботи на 4-6 годинний період та час подачі цих вагонів на місця навантаження-розвантаження.

В процесі чергування по 3-х часовим періодам старший прийомоздавальник вантажу та багажу інформує ДСПГ про хід вантажних операцій на під'їзних коліях і термін їх закінчення.

При наявності вагонів з вантажем, що потребує зважування прийомоздавальник вантажу та багажу доповідає ДСПГ, де знаходяться ці вагони і їх кількість, а ДСПГ організовує їх зважування на вагах станції.

Вантажна та комерційна робота на місцях загального користування виконується цілодобово. Подача вагонів під навантажувально-вивантажувальні роботи проводиться цілодобово, навантаження та вивантаження з 8 год. 00 хв. до 20 год.00 хв. При наявності письмової заявки вантажовласника, навантажувально-розвантажувальні роботи проводяться після 20 год.00 хв. Організація вантажної та комерційної роботи на під'їзних коліях МППЗТ викладена в Єдиному технологічному процесі роботи станції та МППЗТ.

1.3 Організація місцевої роботи на станції

Планування місцевої роботи здійснюється на підставі плану роботи станції на зміну, який розробляється ДН-1 і передається на станцію до початку зміни начальнику станції або його заступникам і об'єднує:

- завдання по відправленню порожніх вагонів в регулювання на опорну станцію для накопичення;
- об'єму навантаження та розвантаження з виділенням найважливіших вантажів;
- кількість порожніх вагонів, що прибувають під навантаження;
- інші завдання, виходячи з місцевих умов роботи станції.

На основі змінного плану-завдання заступник начальника станції (ДСЗМ) складає план вантажної роботи по вивантаженню вагонів по кожному вантажовідправнику, по основним родам вантажів і вантажоотримувачів, встановлює обсяг роботи по підготовці вагонів під вантажні операції.

Основними вихідними даними для складання змінного і добового плану вантажної роботи являється:

- місячний план навантаження;
- заявка вантажовідправника на навантаження;
- довідка ГЮЦ 1892 про підхід місцевого вантажу;
- дані про наявність і майбутнє прибуття вагонів під вивантаження, порожніх вагонів під навантаження та кількість вагонів звільнених після вивантаження;
- технологічні норми часу на виконання вантажних операцій, подачі та забирання вагонів з під'їзних колій;
- спеціальне завдання ДН-1.

1.4 Організація обслуговування під'їзних колій

Взаємовідносини Філії з підприємствами і організаціями, підприємствами промислового залізничного транспорту, власниками під'їзних колій, регламентуються Статутом залізниць України, Правилами обслуговування залізничних під'їзних колій, договорами про експлуатацію залізничних під'їзних колій, договорами про подачу та забирання вагонів.

Оперативна робота станції та під'їзних колій, які примикають до неї проводиться на підставі змінно-добового плану, що передбачає розміри навантаження і вивантаження, формування маршрутів і груп вагонів, час і послідовність обробки поїздів і вагонів.

ДС і власники колій щодня аналізують роботу станції та під'їзних колій, які примикають до неї, за минулу добу і, виходячи з наявності вантажів і наявної попередньої інформації про підхід поїздів, планують вантажну та маневрову роботу на майбутню добу. У випадках недовиконання плану навантаження та вивантаження в змінно-добовому плані передбачають згущену подачу вагонів. Після узгодження розмірів навантаження та вивантаження змінно-добовий план затверджують керівник підприємства (власники колії) та ДС.

Технологія приймально-здавальних операцій з вагонами, які призначені на МППЗТ і назад на станцію, графіки прийомоздавальних операцій приведені в Єдиному технологічному процесі роботи станції і під'їзних колій МППЗТ. Єдиний технологічний процес роботи під'їзних колій підприємств, які обслуговує Київ-Петрівська філія ПрАТ «Київ-Дніпровське МППЗТ» на станції примикання Почайна, сприяє виконанню планів перевезення вантажів, покращенню використання місткості і вантажопідйомності вагонів та утриманню вагонного та локомотивних парків в технічно – справному стані, забезпеченню схоронності рухомого складу при навантаженні та вивантаженні вантажу і враховує особливості роботи

промислових підприємств та станції примикання. Для взаємодії в роботі станції примикання та під'їзної колії застосовуються технічно – обґрунтовані прогресивні технологічні норми з урахуванням вимог наукової організації праці. Технологія приймально-здавальних операцій з вагонами, які надходять на під'їзні колії та назад на станцію вказані в Технічних паспортах під'їзних колії та у відомостях під'їзних колій.

Передача вагонів у технічному і комерційному відношеннях на під'їзні колії і прийом їх після виконання вантажних операцій відповідно до договору здійснюється, при обслуговуванні під'їзної колії локомотивами станції – на місцях навантаження і вивантаження, при обслуговуванні локомотивами власника під'їзних колій – на приймально-здавальних коліях сортувального парку. Сформовані вагони для передачі на під'їзні колії МППЗТ виставляються на колії №№ 12, 14 та 15 сортувального парку, після чого локомотиви МППЗТ забирають їх на під'їзні колії. У випадку зайнятості виставочних колій МППЗТ №№ 12, 14, 15 та всіх інших колій сортувального парку, пропуск маневрових складів з маневрових районів №№ I, II, III, IV МППЗТ проводиться локомотивно-складацькою бригадою МППЗТ через приймально-відправний парк, далі на витяжну колію № 35 з пропуском через гірку малої потужності та осаджуванням на вільні ділянки сортувальних колій.

Технічний огляд вагонів здійснюється працівниками ПТО. Технічний стан завантажених вагонів перевіряють за зовнішнім оглядом, а порожніх – зовні та усередині. При цьому у книгу натурного огляду вагонів форми ВУ-15 записують:

- пошкодження чи відсутність деталей або вузлів;
- несправності, виявлені у вагонах;
- стан спеціальних пристроїв вагонів.

Після огляду вагонів оглядачі сторони, що здає вагони, і сторони, що приймає вагони, звіряють записи в книзі форми ВУ-15 і завіряють їх

своїми підписами, вказуючи проти кожного номера вагона виявлені несправності.

Комерційний огляд вагонів при передачі та прийманні їх на МППЗТ та з під'їзних колій проводить прийомоздавальник вантажу та багажу. У разі виявлення комерційної несправності складає акт загальної форми ГУ-23 та заповнює пам'ятку форми ГУ-45 на вагони, які передаються на МППЗТ. Після цього доповідає ДСП про закінчення огляду кожного складу місцевої передачі. Прийомоздавальник вантажу та багажу веде облік часу знаходження вагонів на МППЗТ по пам'ятці форми ГУ-45, звіряє час та номери вагонів, які виставляються з МППЗТ, бере участь у зважуванні вантажів з оформленням записів в книзі форми ГУ-36. Забороняється проводити перевірку вантажів на відкритому рухомому складі на електрифікованих коліях станції.

Організація маневрової роботи з вагонами, що подаються на під'їзні колії для виконання вантажних операцій, повинна забезпечувати:

- максимальне навантаження вантажно-розвантажувальних фронтів, безпеку маневрових пересувань і техніку безпеки бригад складачів;
- обробку вагонів з мінімальною зайнятістю маневрових засобів на підставі широкого застосування передових методів праці;
- схоронність вагонів.

Подача вагонів під навантаження і вивантаження здійснює складач поїздів за вказівкою ДСПГ. Одночасно з видачею завдання складачу поїздів на подачу вагонів, ДСПГ інформує про це прийомоздавальника вантажу та багажу. Про фактичний час подачі та розставлення вагонів на під'їзні колії складач поїздів доповідає ДСПГ, про що після повідомлення ДСПГ прийомоздавальник вантажу та багажу вносить інформацію в пам'ятку та в АРМ ПЗ. Черговість подачі вагонів на під'їзні колії встановлює ДСПГ з урахуванням забезпечення найменшого простою вагонів на станції. Керуючись інформацією отриманою від прийомоздавальника вантажу та багажу про закінчення вантажних операцій, ДСПГ дає завдання складачу

поїздів про забирання вагонів з під'їзних колій, або вказує колію при виставці вагонів локомотивом підприємства власника під'їзної колії.

Одночасно з забиранням вагонів, частково виконується підбір в окремі групи вивантаження і навантаження вагонів. При забиранні вагонів з під'їзних колій на станційні колії прийомоздавальник вантажу та багажу перевіряє очистку вагонів і ходових частин від залишків вантажу та сміття, зняття залишків зав'язочного дроту, закриття люків, дверей, стирання крейдової розмітки і відмічає в пам'ятці та вагонному листі, а також заносить дані в АРМ ПЗ, час виконання маневрової роботи з вагонами.

Правильність навантаження, розміщення і кріплення вантажів, завантажених відповідно до технічних умов при перевезенні на рухомому складі перевіряє прийомоздавальник вантажу та багажу, про що робить відмітку в вагонному листі та в АРМ ПЗ.

Виконання вантажних операцій на під'їзних коліях проводиться механізмами і силами вантажоодержувачів або вантажовідправників. Маневри з вагонами, які знаходяться під навантаженням, здійснюються лише після узгодження із працівником, який керує навантажувально-розвантажувальними операціями.

Передислокація вагонів неробочого парку між залізницями здійснюється за наказом директорів Департаментів управління рухом та вагонного господарства (ІЦД, ІЦВ), між дирекціями за наказом начальників служб перевезень і вагонного господарства, між станціями в межах однієї дирекції – за наказом ДН-1.

Приймаючи до перевезення вантаж, завантажений у вагон вантажовідправником прийомоздавальник вантажу та багажу зобов'язаний перевірити:

- наявність дозволу ДС або уповноваженого ним працівника на навантаження;
- справність кузова вагона, закриття дверей та люків;
- справність ЗПП і відповідність відбитків на них;

- відповідність номера на вагоні, вказаному у документі;
- чи не завантажено у вагон понад його вантажопідйомність;
- правильність навантаження, закріплення вантажу на відкритому рухомому складі та наявність відповідного маркування на вантажі (тарі);
- очистку зовнішньої поверхні вагону від залишків реквізитів та вантажу;
- підтверджений план у АС МЕСПЛАН та наявність електронної заявки.

Приймання, навантаження і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі, непередбачених Технічними умовами, виконує ДС або начальник вантажного району після попередньої перевірки вагонів прийомоздавальником вантажу та багажу.

Маневрова робота з подачі-забирання вагонів повинна виконуватися з урахуванням:

- характеру вагонопотоку, що надходить на під'їзну колію (маршрутизований або не маршрутизований);
- наявності на вантажних фронтах раніше поданих вагонів;
- розміщення фронтів навантаження-вивантаження;
- кількості вагонів, що прибули на адресу підприємства.

Забирання вагонів з вантажних фронтів на станцію проводиться в міру їх готовності, з урахуванням першочергового звільнення фронтів, адреси станцій, на які направляються вагони та найкращого використання маневрових локомотивів. При цьому необхідно забезпечити дотримання вимог з охорони праці.

До станції примикає 10 під'їзних колій, 1 з яких тимчасово не діє. Дані про під'їзні колії наведені в розділі 6 таблиці 6.3. Подача та забирання вагонів на під'їзні колії підприємств, які не мають своїх локомотивів, проводиться локомотивом станції за вказівкою ДСП. Всі вагони, які завантажуються, повинні бути оглянуті в комерційному відношенні,

і відповідні дані записані в книгу форми ВУ-14, а також перевірені по комп'ютеру щодо їх належності по картотечних даних на вагони.

Вантажовідправник повинен надати в товарну контору документи для їх перевірки товарним касиром.

Приймання та здавання вантажних вагонів відбувається на місцях розвантаження та завантаження або на виставочній колії.

Прийомоздавальник вантажу та багажу повинен перевірити відповідність ЗПП на вагонах з вказаними в документах, стан вантажу завантаженого на рухомий склад, відповідність стану рухомого складу щодо схоронності вантажу.

Документи в товарну контору вантажовідправник здає після того, як прийомоздавальник вантажу та багажу:

- введе інформацію про подачу вагону в АРМ ПЗ;
- сформує пам'ятку форми ГУ-45 на подачу;
- сформує повідомлення про готовність вагону до забирання та запише їх у книгу форми ГУ-34;
- складе вагонний лист та передасть документ в товарну контору для проведення розрахунків і оформлення накладної для передачі інформації на завантажений вагон в АРМ ТВК.

При подачі вагонів на під'їзну колію прийомоздавальник вантажу та багажу повідомляє вантажовласника про подачу вагону на фронт вивантаження за 2 години. Після подачі вагону на під'їзну колію вводить відповідну інформацію в АРМ ПЗ і формує пам'ятку форми ГУ-45 на подачу вагонів, після чого цю пам'ятку підписують прийомоздавальник вантажу та багажу та вантажовласник.

2 Визначення раціонального технічного оснащення під'їзної колії

Для зменшення тривалості знаходження вагонів (ТЗ) на пром. підприємствах запропоновано удосконалений метод оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і зал. станцій, що примикають на основі визначеної моделі математичного програмування з такою цільовою функцією

$$E_{нк} = B_{\epsilon} + B_{нз} + B_{нл} + B_{мл} + B_{ерм} + B_{ск} + B_{нк} \rightarrow \min. \quad (2.1)$$

та системою обмежень

$$\left. \begin{aligned} N_n &\geq 0; \\ m_i &\geq 0; \\ t_{зн} &\leq T_{об}; \\ B_{вч}^{\min} &\leq B_{вч} \leq B_{вч}^{\max}; \\ B_{лч}^{\min} &\leq B_{лч} \leq B_{лч}^{\max} \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

де $E_{нк}$ – сукупні (загальні) витрати;

B_{ϵ} – втрати від чекання вагонами (транспортними засобами) обслуговування в системі (приймально-здавальних операцій, переміщення на під'їзну колію промислового підприємства, формування-розформування, подача і забирання, необхідні вантажної операції), грн;

$B_{нз}$ – втрати від простоїв бригад прийомоздавальників (змінна), грн;

B_{nl} – втрати від непродуктивного простоїв поїзних локомотивів на відповідній станції, грн;

B_{ml} – втрати від простоїв маневрових локомотивів при виконанні розформування та формування составів поїздів, при проведенні подачі і забирання вагонів з певних фронтів, грн;

B_{epm} – втрати від простоїв вантажно-розвантажувального механізму, грн;

B_{ck} – втрати від простоїв задіяних складів, грн;

B_{nk} – втрати від знаходження вагонів (транспортних засобів) на під'їзній колії відповідного підприємства під проведенням необхідних операцій, грн;

T_{ob} – визначений нормативний час знаходження вагонів (транспортних засобів) на під'їзній колії, год;

t_{zn} – раціональний час обслуговування вагонів (транспортних засобів) на фронтах, год;

N_n – кількість составів поїздів, які простоюють в очікуванні обслуговування;

m_i – середні чисельності вагонів (транспортних засобів) під проведенням різних технологічних і інших операцій (відповідні стани системи).

У явному вигляді представлено складові цільової функції і мають вигляд:

$$\begin{aligned}
B_{\text{в}} &= B_{\text{вз}} \left(\sum_i m_i \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} t_i P_i(t) dt \right) \Rightarrow \min, \\
B_{\text{нз}} &= B_{\text{нз1}} N_{\text{нз}} t_{\text{бн}}, \\
B_{\text{нл}} &= B_{\text{нл1}} N_{\text{нл}} t_{\text{нл}}, \\
B_{\text{мл}} &= B_{\text{мл1}} N_{\text{мл}} (t_{\text{млрф}} + t_{\text{млпу}}), \\
B_{\text{врм}} &= N_{\text{врм}} t_{\text{врм}} B_{\text{мг}}, \\
B_{\text{ск}} &= t_{\text{ск}} B_{\text{ск1}}, \\
B_{\text{нк}} &= N_{\text{в}}^{n_k} t_{\text{знах}} B_{\text{вз}},
\end{aligned} \tag{2.3}$$

Середні чисельності вагонів (вантажних транспортних одиниць) під кожною технологічною операцією та в можливому очікуванні проведення відповідної операції можливо визначати за допомогою методів динаміки середніх.

При цьому необхідно побудувати відповідні математичні моделі (графи станів та диференціальні рівняння до них), що будуть відтворювати технологію роботи під'їзних колій відповідних підприємств і станцій примикання.

В результаті розрахунків можливо зменшити експлуатаційні витрати на підприємствах за рахунок раціоналізації технічного оснащення (кількості вантажно-розвантажувальних машин та маневрових локомотивів).

3 Розробка моделі роботи станції та під'їзної колії

3.1 Модель роботи станції та під'їзної колії

Значна кількість навантажувально-розвантажувальних операцій виконується на фронтах під'їзних колій підприємств, акціонерних товариств, а також інших організацій та об'єднань, тому погодженість роботи саме фронтів під'їзних колій таких підприємств і вантажних станцій примикання постає в сучасних умовах однією з найважливіших проблем, які треба вирішувати при організації роботи різних видів транспорту, зокрема залізничного.

Наявність великого рівня конкуренції від інших видів транспорту, що задіяні в перевезенні вантажів та товарів вимагає від залізниці передових комплексних підходів до сучасної організації взаємодії під'їзних колій і вантажних станцій примикання. Вантажовласники звертають увагу на якість роботи залізничного транспорту виходячи з критеріїв доставлення вантажу “точно в строк”, а також з мінімальними витратами. Проте існуючі моделі організації та проведення взаємодії не в повній мірі враховують всі інтереси учасників виробничого та транспортного ланцюгу переміщення вантажів та товарів. Важливою постає задача розробки сучасних раціональних моделей роботи залізниці та промисловості.

Підвищення ефективності у використанні вантажних вагонів (та інших видів транспортних засобів) на фронтах під'їзних колій передбачає розробку відповідних математичних моделей, а також проведення дослідження цих моделей на обчислювальних машинах. Під'їзні колії таких підприємств в основному являють собою системи масового обслуговування (СМО). Представлені раніше дослідження показують, що тривалість очікування вагонами (транспортними засобами) різних технологічних та інших операцій

підпорядковується нормальному, логарифмічно нормальному, а також експоненціальному законам розподілення випадкових величин.

В кваліфікаційній роботі розроблено граф роботи під'їзних колій підприємств і залізничних станцій при переробці вантажних транспортних одиниць (вагонів).

Вантажна транспортна одиниця (залізничний вагон) може знаходитися у:

M_1 – на залізничній станції (від моменту надходження на залізничну станцію вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона) до слідування на ПК підприємства та від моменту повернення з ПК підприємства на залізничну станцію);

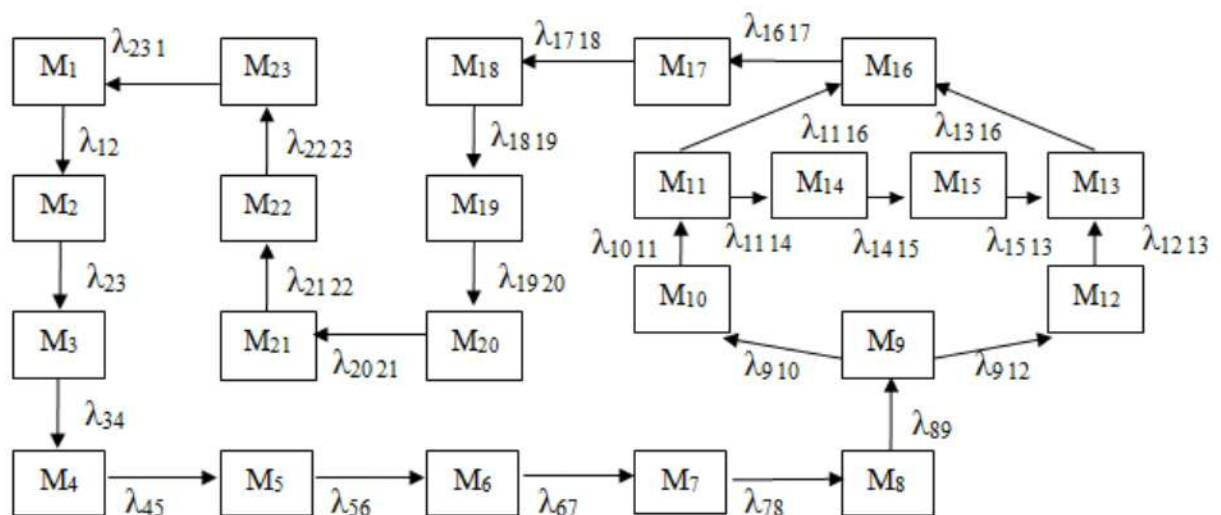


Рисунок 3.1 – Розгорнутий граф технології переробки вагона (транспортного засобу) на фронті під'їзній колії та станції

M_2 – очікування запланованих операцій з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) по прибуттю;

M_3 – проведення з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) операцій прибуття;

M_4 – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) проведення передавальних операцій;

M_5 – передавальні операції з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном);

M_6 – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) операцій розформування;

M_7 – операції з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) з розформування;

M_8 – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) подавання із залізничної станції та розставлення на ПК підприємства;

M_9 – операції по подаванню із залізничної станції та розставленню вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона) на фронтах ПК підприємства;

M_{10} – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) процедури вивантаження;

M_{11} – вивантаження вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона);

M_{12} – очікуванням вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) процедури навантаження;

M_{13} – навантаження вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона);

M_{14} – очікуванням вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) процедури переставлення;

M_{15} – операції по переставленню вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона);

M_{16} – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) збирання-забрання;

M_{17} – виконання збирання-забрання вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона);

M_{18} – накопичення вантажної транспортної одиниці (залізничного вагона);

M_{19} – операції з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) з формування;

M_{20} – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) прийомо-здавальних операцій;

M_{21} – передавальні операції з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном);

M_{22} – очікування вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) операцій з відправлення з ПК підприємства;

M_{23} – операції з вантажною транспортною одиницею (залізничним вагоном) з відправлення.

Далі в роботі було створено диференційні рівняння для запропонованого вище графу роботи під'їзних колій підприємств і залізничних станцій при переробці вантажних транспортних одиниць (вагонів).

Диференційні рівняння наведені нижче.

Рішення диференційних рівнянь для запропонованого вище графу враховує відому нормувальну умову

$$m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_{23} = N, \quad (3.1)$$

де m_i – середня кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів) у i -му стані згідно графу;

N – загальне кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів), що прибули;

λ_i –інтенсивність переходів кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів) із одного стану графа в наступний, відповідно вказаному.

$$\left. \begin{aligned}
\frac{dm_1}{dt} &= -\lambda_{12}m_1 + \lambda_{23}m_{23}; \\
\frac{dm_2}{dt} &= \lambda_{12}m_1 - \lambda_{23}m_2; \\
\frac{dm_3}{dt} &= \lambda_{23}m_2 - \lambda_{34}m_3; \\
\frac{dm_4}{dt} &= \lambda_{34}m_3 - \lambda_{45}m_4; \\
\frac{dm_5}{dt} &= \lambda_{45}m_4 - \lambda_{56}m_5; \\
\frac{dm_6}{dt} &= \lambda_{56}m_5 - \lambda_{67}m_6; \\
\frac{dm_7}{dt} &= \lambda_{67}m_6 - \lambda_{78}m_7; \\
\frac{dm_8}{dt} &= \lambda_{78}m_7 - \lambda_{89}m_8; \\
\frac{dm_9}{dt} &= \lambda_{89}m_8 - (\lambda_{910} + \lambda_{912})m_9; \\
\frac{dm_{10}}{dt} &= \lambda_{910}m_9 - \lambda_{1011}m_{10}; \\
\frac{dm_{11}}{dt} &= \lambda_{1011}m_{10} - (\lambda_{1114} + \lambda_{1116})m_{11}; \\
\frac{dm_{12}}{dt} &= \lambda_{912}m_9 - \lambda_{1213}m_{12}; \\
\frac{dm_{13}}{dt} &= \lambda_{1213}m_{12} + \lambda_{1315}m_{15} - \lambda_{1316}m_{13}; \\
\frac{dm_{14}}{dt} &= \lambda_{1114}m_{11} - \lambda_{1415}m_{14}; \\
\frac{dm_{15}}{dt} &= \lambda_{1415}m_{14} - \lambda_{1516}m_{15}; \\
\frac{dm_{16}}{dt} &= \lambda_{1116}m_{11} + \lambda_{1316}m_{13} - \lambda_{1617}m_{16}; \\
\frac{dm_{17}}{dt} &= \lambda_{1617}m_{16} - \lambda_{1819}m_{18}; \\
\frac{dm_{18}}{dt} &= \lambda_{1718}m_{17} - \lambda_{1819}m_{18}; \\
\frac{dm_{19}}{dt} &= \lambda_{1819}m_{18} - \lambda_{1920}m_{19}; \\
\frac{dm_{20}}{dt} &= \lambda_{1920}m_{19} - \lambda_{2021}m_{20}; \\
\frac{dm_{21}}{dt} &= \lambda_{2021}m_{20} - \lambda_{2122}m_{21}; \\
\frac{dm_{22}}{dt} &= \lambda_{2122}m_{21} - \lambda_{2223}m_{22}; \\
\frac{dm_{23}}{dt} &= \lambda_{2223}m_{22} - \lambda_{231}m_{23}.
\end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

Розрахуємо так.

$$\lambda_i = \frac{1}{t_i}, \quad (3.3)$$

де t_i – тривалість очікування проведення необхідної операції згідно технологічного процесу роботи під'їзних колій підприємств і залізничних станцій з урахуванням можливого чекання.

Яким чином визначено очікування виконання операцій у відповідності до технологічного процесу, а також прийнято тривалість на проведення самих операцій на під'їзних коліях підприємств і залізничних станціях, наведено у другому розділі

До таких показників віднесено всі перелічені в графі стани вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів).

Для спрощення проведення розрахунків, в роботі представлено змінений граф граф роботи під'їзних колій підприємств і залізничних станцій.

При цьому враховані такі стани вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів):

M_1 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають на станції до встановленого часу переміщення на ПК підприємства та в оберненому напрямку;

M_2 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі прибуття на ПК підприємства та відправлення з нього (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_3 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі їх передавання на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_4 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі розформування та формування (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_5 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі розставлення на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_6 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі вивантаження на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_7 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі навантаження на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_8 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі переставлення з вивантаження навантаження на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

M_9 – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі збирання та забирання на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання);

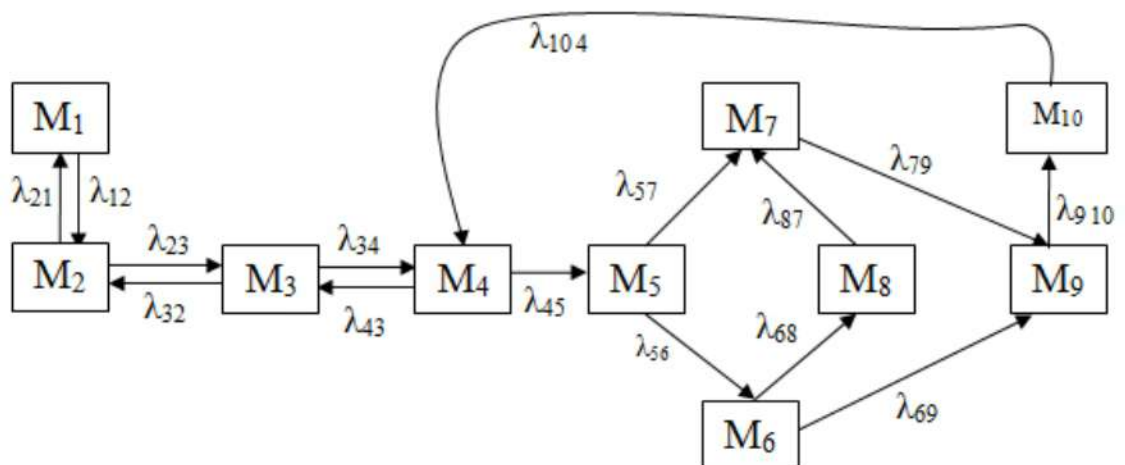


Рисунок 3.2 – Спрощений граф станів вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів)

M_{10} – вантажні транспортні одиниці (залізничні вагони) перебувають в процесі накопичення на ПК підприємства (в подальших розрахунках враховано чекання).

По аналогії з розширеним графом складено відповідні диференційні рівняння і для спрощеного варіанта переробки вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів).

Їх записано так (3.4).

$$\left. \begin{aligned} \frac{dm_1}{dt} &= -\lambda_{12} m_1 + \lambda_{21} m_2; \\ \frac{dm_2}{dt} &= \lambda_{12} m_1 - (\lambda_{21} + \lambda_{23}) m_2 + \lambda_{32} m_3; \\ \frac{dm_3}{dt} &= \lambda_{23} m_2 - (\lambda_{32} + \lambda_{34}) m_3 + \lambda_{43} m_4; \\ \frac{dm_4}{dt} &= \lambda_{34} m_3 - (\lambda_{43} + \lambda_{45}) m_4 + \lambda_{10\ 4} m_{10}; \\ \frac{dm_5}{dt} &= \lambda_{45} m_4 - (\lambda_{56} + \lambda_{57}) m_5; \\ \frac{dm_6}{dt} &= \lambda_{56} m_5 - (\lambda_{68} + \lambda_{69}) m_6; \\ \frac{dm_7}{dt} &= \lambda_{57} m_5 - \lambda_{79} m_7 + \lambda_{87} m_8; \\ \frac{dm_8}{dt} &= \lambda_{68} m_6 - \lambda_{87} m_8; \\ \frac{dm_9}{dt} &= \lambda_{69} m_6 + \lambda_{79} m_7 - \lambda_{910} m_9; \\ \frac{dm_{10}}{dt} &= \lambda_{910} m_9 - \lambda_{10\ 4} m_{10}. \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

Складемо нормувальну умову, яку враховано для рішення наведених диференційних рівнянь

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 + m_{10} = N, \quad (3.5)$$

де N – встановлена по прибутті загальна кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів);

m_i – кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів) у наведених станах;

λ_i – інтенсивність переходів кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів).

Диференційні рівняння, складені у відповідності до представленого графа, що описує взаємну роботу під'їзних колій підприємств і залізничних станцій магістрального транспорту при переробці вантажних транспортних одиниць (вагонів) вирішено з використанням відомого математичного апарату – методу Рунге-Кутта-Мерсона.

Цей метод застосований з урахування всіх показників і критеріїв вхідної інформації щодо проведення визначених технічних, технологічних, організаційних і інших операцій, що відбуваються на вантажних станціях і підприємствах.

Графік середньої кількості вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів), яку визначено для кожного їх стану у відповідності до спрощеного графу, дозволить визначити основні показники та характеристики досліджуваної системи.

До найважливіших показників можна віднести наступні:

- середню кількість вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів), яка припадає на встановлений загальний розмір обробки вагонів в кожному стані;
- час, потрібний на скорочення очікування вантажних транспортних одиниць (залізничних вагонів) в черзі на обслуговування (можливо розрахувати для кожного стану);
- час виходу поєднаної системи під'їзних колій підприємств і залізничних станцій магістрального транспорту на постійних режим роботи (стаціонарність).

Крім вхідної інформації щодо часу проведення всіх встановлених технологічним процесом операцій, запропоновані підходи до визначення раціональної роботи вищевказаної системи можуть враховувати і наявну технічну оснащеність під'їзних колій підприємств і залізничних станцій магістрального транспорту (вантажно-розвантажувальні машини на під'їзних

коліях підприємств та маневрові локомотиви на залізничних станціях магістрального транспорту).

Побудовані графіки по визначенню середніх кількостей наведено в додатках до роботи.

Моделюванням одержано графіки для визначення середніх кількостей вантажних транспортних одиниць під:

- вивантаженням;
- навантаженням;
- зважуванням;
- накопиченням;
- переставленням;
- розставленням;
- збиранням.

Використання графіків дозволить встановити такі основні параметри системи, що досліджується:

- час повної ліквідації очікувань вантажних транспортних одиниць проведення різноманітних операцій як на залізничній станції, так і на ПК підприємства;
- час виходу системи, що досліджували, у стаціонарний режим роботи всіх складових;
- середню кількість вантажних транспортних одиниць, задіяних в роботі на кожному етапі та інші.

Визначення цих параметрів, враховуючи недермінований та невизначений характер роботи залізничного транспорту, дозволить перейти до більш стаціонарних режимів виконання запланованих обсягів переробки вантажів на підприємствах.

Проведено відповідні перевірки на можливі похибки при виконанні моделювання.

$$\Delta\sigma = \sum_{i=1}^n (m_{if} - m_{im}) / \sum_{i=1}^n m_{if}, \quad (3.6)$$

де m_{if} – кількість вантажних транспортних одиниць під відповідними операціями та очікуваннями;

m_{im} – кількість вантажних транспортних одиниць, які отримані в результаті моделювання;

n – кількість досліджуваних випробувань.

Результатом проведення перевірки є висновок про те, що визначені відхилення результатів моделювання від отриманих фактичних значень склало 3,7–4,8%. Отже, можна вважати, що наведена математична модель станів транспортних засобів (вантажних вагонів) в наскрізному Єдиному технологічному процесі є адекватної, повністю відбиває реальні технологічні процеси транспортування вантажів та може бути використана для вирішення актуального питання удосконалення доставки вантажів від відправника до одержувача.

3.3 Дослідження моделі роботи станції та під'їзної колії

Після проведення експериментального дослідження математичних моделей технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання отримані графіки середніх чисельностей вагонів, що знаходяться під очікуванням і проведенням різних технологічних операцій на під'їзній колії промислового підприємства і вантажній станції магістрального транспорту.

Дослідження моделі технології обробки вантажного вагона на під'їзній колії

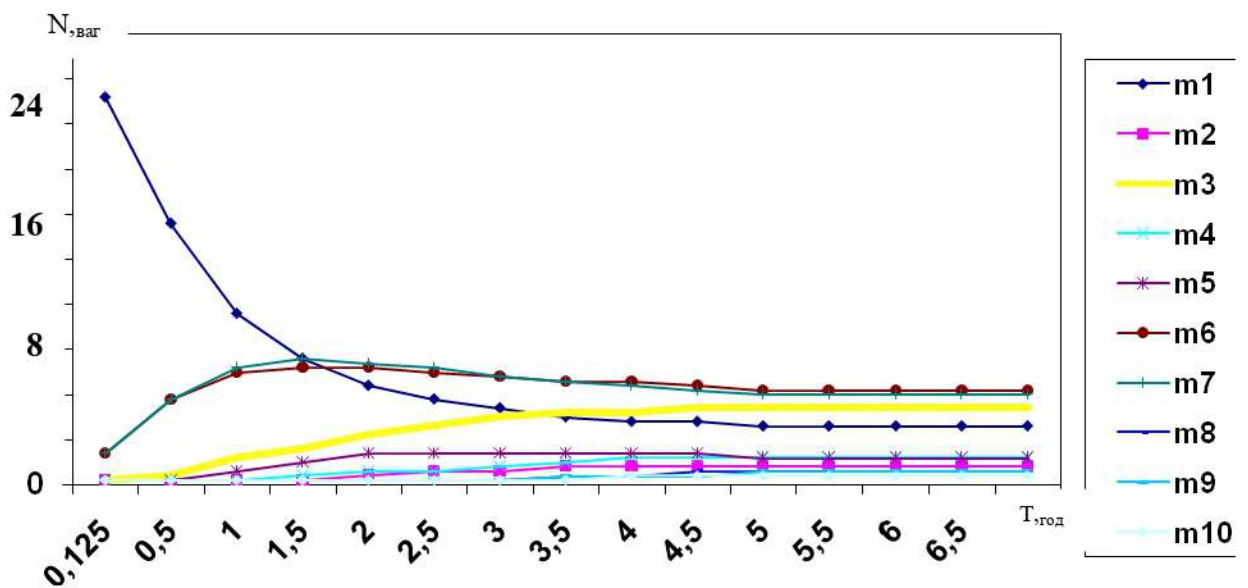


Рисунок 3.3 – Залежності середніх чисельностей вагонів на під'їзній колії:

m1 – середня чисельність вагонів на станції примикання,

m2 – середня чисельність вагонів по прибуттю та відправленню на під'їзну колію;

m3 – середня чисельність вагонів під прийомоздавальними операціями;

m4 – середня чисельність вагонів під операціями по розформуванню-формуванню;

m5 – середня чисельність вагонів під операціями по розставленню;

m6 – середня чисельність вагонів під вивантаженням;

m7 – середня чисельність вагонів під навантаженням;

m8 – середня чисельність вагонів під операціями по переставленню;

m9 – середня чисельність вагонів під збиранням-убиранням;

m10 – середня чисельність вагонів під накопиченням

Виходячи з початкових умов знаходження на станції примикання 24 вагона ($P1=24$ ваг.), які у подальшому обслуговуються 2 навантажувально-розвантажувальними машинами на 2 навантажувально-розвантажувальних

фронтах, після аналізу графіка бачимо, що ліквідація черги в обслуговуванні та перехід системи до стаціонарного режиму роботи настає через 5,5 години.

Запропоновано модель стохастичного програмування, яка дозволить визначати раціональний час знаходження вагонів під технологічними операціями на під'їзних коліях і, як наслідок, створити систему прийняття рішень оперативними працівниками станції примикання і робітниками транспортного цеху підприємства для управління всім ланцюгом перевезення вантажу від відправника до одержувача. Розроблено загальну та спрощену моделі, що відбивають технологію роботи станцій і під'їзних колій, на основі яких визначені середні чисельності вагонів під очікуванням та проведенням різних технологічних операцій і які підвищують якість оперативного управління процесами в системі “під'їзна колія – станція примикання”. Проведені експериментальні дослідження та побудовані графіки для визначення середньої чисельності вагонів під різними технологічними операціями та в їх очікуванні, що дозволять удосконалити технологію роботи станцій і підприємств.

Результати розрахунків по встановленню раціонального технічного оснащення (кількості вантажно-розвантажувальних машин та маневрових локомотивів) за наведеним в розділі 2 методом оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій, що примикають вказують на те, що при середніх кількостях вагонів в різних станах (розділ 3.3), необхідно використовувати 1 маневровий локомотив та 3 навантажувально-розвантажувальні машини (таблиці 3.1 та 3.2).

Таблиця 3.1 Визначення кількості НРМ на під'їзній колії

Кількість ВРМ	1	2	3	4	5	6
Експлуатаційні витрати, тис. грн	6617,03	6501,0	5989,62	6678,73	7767,98	7857,27
Час очікування ВРМ, год	0,58	0,55	0,22	0,18	0,12	0,05
Коефіцієнт використання ВРМ	0,99	0,91	0,86	0,71	0,62	0,51

Таблиця 3.2 Визначення кількості маневрових локомотивів

Кількість м. локомотивів	1	2	3
Експлуатаційні витрати, тис. грн.	5989,62	6501,0	6617,03
Час очікування локомотиву, год.	0,36	0,28	0,05
Коефіцієнт використання	0,62	0,41	0,13

3.3 Впровадження запропонованих заходів

На основі розробленого комплексу моделей побудовано алгоритм та відповідні програмні продукти, що дозволять визначати середні чисельності вагонів у кожному технологічному стані, тривалість очікування вагонами обслуговування на різних технологічних операціях системи “під’їзна колія – станція примикання” та час їх знаходження на під’їзній колії, а також раціональну кількість маневрових локомотивів та вантажно-розвантажувальних машин.

Комплекс розроблених моделей дозволяє враховувати як технічні так і технологічні параметри. До технічних параметрів в даній роботі відносяться: вибір раціональної кількості маневрових локомотивів та навантажувально-розвантажувальних машин на підприємстві; до технологічних – час знаходження вагонів у відповідних технологічних станах, загальний час користування вагонами. Для реалізації запропонованої технології роботи під’їзних колій підприємств у взаємодії з магістральним транспортом розроблено систему підтримки прийняття рішень оперативними працівниками вантажних станцій і робітниками транспортного цеху підприємств на основі інтеграції запропонованих моделей на відповідні АРМ.

Для забезпечення взаємодії між станцією і під’їзною колією запропоновано структуру локальної обчислювальної мережі, що забезпечує обмін інформацією між оперативними працівниками станції примикання і робітниками транспортного цеху підприємства.

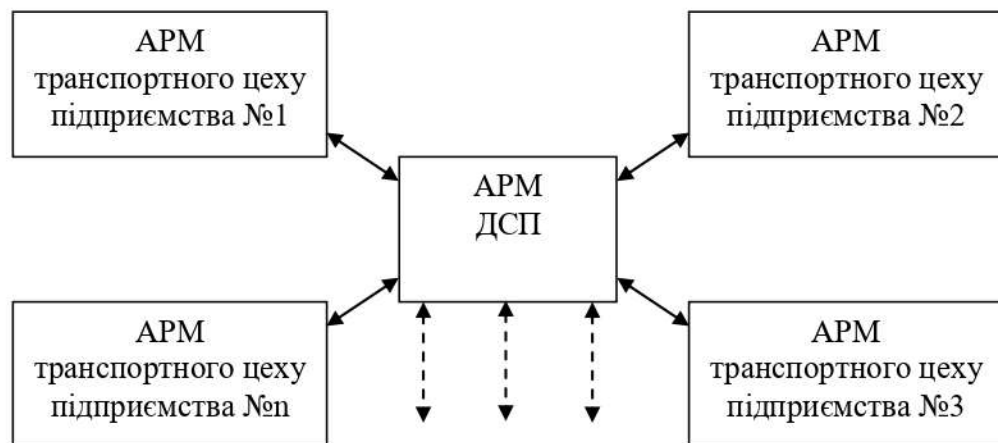


Рисунок 3.4— Схема обміну інформацією між оперативними працівниками станції примикання і робітниками транспортного цеху підприємства

Інтерфейс бази даних для визначення часу знаходження вагонів на під'їзних коліях наведений на рисунках (4.2, 4.3).

Інформаційна технологія роботи під'їзної колії підприємства і примикаючої станції наступна. Працівники підприємства, пов'язані з проведенням технологічних операцій з вагонами передають оператору ПЕОМ транспортного цеху підприємства інформацію про час проведення всіх технологічних операцій і час їх очікування вагонами. Отримана інформація передається на АРМ оперативних працівників станції примикання (приймоздавача або ДСП, на невеликих вантажних станціях – товарного касира) разом з інформацією про час завершення технологічних операцій з вагонами та інформацією про можливе перевищення часу знаходження вагону на підприємстві.

Інтерфейс запропонованого комплексу моделей включає таблиці “Примикаючі під'їзні колії” і “Час на технологічні операції”.

під'їзна колія	Рез	трац	тзнах	m1	m2	
СШ		20,1	19,3	2	1	3
ДРС	перевищ	19,6	22,2	1	3	2
ХЗІАМ		19,8	19,2	2	4	3
ПБ2		19,4	18,3	1	2	1
Еф		18,9	16,2	3	2	1

Рисунок 3.5 – Таблиця “Примикаючі під’їзні колії”

Найменування полей таблиці “Примикаючі під’їзні колії”:

під’їзна колія – назва під’їзної колії, для якої проводяться розрахунки;

трац – раціональний час знаходження вагонів на підприємстві;

тзнах – реальний час знаходження вагонів на підприємстві;

m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9, m10, m11, m12, m13 – кількість вагонів під кожною технологічною операцією.

Найменування полей таблиці “Час на технологічні операції”:

Вагони – номер вагона, для якого проводяться розрахунки;

Рез – вказує на перевищення чи не перевищення часу знаходження вагонів на підприємстві;

трац – раціональний час знаходження вагонів на підприємстві;

тзнах – реальний час знаходження вагонів на підприємстві;

t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8, t9, t10 – тривалість очікування кожної технологічної операції.

	Вагоны	Рез	трац	tзнах	t1	t2	
1			18,6	18,1	2,38	0,09	0,11
2		перевищ	18,6	19,2	1,32	0,1	0,2
3			18,6	17,3	1,45	0,03	0,3
4			18,6	18,0	1,86	0	0,21
5			18,6	17,4	1,02	0,11	0,32

Рисунок 3.6 – Таблиця “Час на технологічні операції”

Висновок. На основі моделювання і створення системи прийняття рішень, що інтегровані на відповідні АРМ оперативних працівників вантажних станцій і робітників транспортного цеху підприємств, можливо впровадити технологію, яка забезпечить раціональний час знаходження вагонів на підприємстві, що залежить від очікування слідування та після повернення з під’їзної колії на станцію, операцій по прибуванню на під’їзну колію, операцій по відправленню з під’їзної колії, прийомо-здавальних операцій, розформування, подачі та розставлення, вивантаження, навантаження, переставлення, збирання-убирання, накопичення та очікування роботи бригадами прийомоздавачів, маневрових локомотивів, вантажно-розвантажувальних машин і складів при мінімальних експлуатаційних витратах.

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі наведені розробки в області технології роботи залізничного транспорту, які допоможуть вирішенню важливого завдання взаємодії під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання.

Запропоновано удосконалений метод оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій, що примикають на основі моделі математичного програмування, який дозволить зменшити тривалість знаходження вагонів на підприємствах за рахунок раціоналізації технічного оснащення.

Формалізовано технологію роботи на основі створення моделей взаємодії під'їзних колій і станцій примикання, на основі яких визначені середні чисельності вагонів під очікуванням та проведенням різних технологічних операцій і які підвищують якість оперативного управління процесами в системі під'їзна колія – станція примикання.

Результати розрахунків по встановленню раціонального технічного оснащення за наведеним методом оптимізації роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій, що примикають вказують на те, що при визначених середніх кількостях вагонів в різних станах, необхідно використовувати 1 маневровий локомотив та 3 навантажувально-розвантажувальні машини.

Список використаних джерел

- 1 Малахова О. А. Взаємодія станції та під'їзної колії на основі принципів логістики. *Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Харків. УкрДАЗТ, 2010. Вип. 112. С.153-157.
- 2 Ковальов А. О., Котенко А. М. Логістична модель доставки вантажу від відправника до одержувача. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ.* 2003. №53. С.25-29.
- 3 Полякова, О. М. Логістичний підхід до взаємодії магістрального і промислового залізничного транспорту. *Вісник економіки транспорту і промисловості* 2015. № 49. С. 199–203.
- 4 Статут залізниць України. Київ: Транспорт України, 1998. 83 с.
- 5 Ковальов А. О. Вибір виду відправки вантажу на підприємствах машинобудівної промисловості. *Зб. наук. праць КУЕТТ.* 2003. №3. С. 35-37.
- 6 Kovalov, A., Prodashchuk, S., Kravets, A., Mkrtychian, D., Prodashchuk, M. Improvement of the grain cargo handling technology on the basis of resource-saving. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2021. 1021(1).
- 7 A. Krasheninina, O. Shapatina, N. Panchenko, A. Kovalov Formation of a procedure to assess transport technologies on the principles of qualimetry. *AIP Transbud-2021: AIP Conference Proceedings.* 2684. 020005 (2023).
- 8 Ковальов, А. О. Розробка моделі взаємодії під'їзної колії і станції. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту.* 2014.– Вип. 150. С. 30–35.
- 9 Івченко К.О. Удосконалення технології роботи залізничної станції та під'їзних колій підприємств. *85 Студентська науково-технічна конференція: тези доповідей* (Харків, 10 - 11 грудня 2025 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 310.

10 Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Модель поїздоутворення на основі ситуаційної системи прийняття рішення. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2004. №3. С. 30-33.

11 Gorbova, O. V. Formalization of the technological processes at railway stations based on the step-by-step modeling. *Science and Transport Progress*, (5(83). 2019. 71–80.

12 Котенко А.М. Управління вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті. Харків: ПП видавництво «Нове слово», 2003. Ч. 2. 384 с.

13 Ліщук А.І. Роль промислового виробництва в розвитку транспорту. *Економіка промисловості України*. 2002. С. 236-241.

14 Мішеніна В.О. Підвищення ефективності взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій, що примикають. *84 Студентська науково-технічна конференція: тези доповідей* (Харків, 11 - 12 грудня 2024 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 233.

АКТ

перевірки кваліфікаційної роботи бакалавра на наявність ознак академічного
плагіату

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism.com кваліфікаційна робота
«Вибір раціонального технічного оснащення при переробці вантажів», автор
– Дідух Марія Володимирівна, містить 9,21 % текстових збігів.

Ознаки академічного плагіату – відсутні.

Перевірку виконала:

доцент кафедри управління

вантажною і комерційною роботою _____  Ганна БАУЛІНА

03.06.2026 р.