

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

«14» 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Удосконалення технології роботи вантажної станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії**

Theme **Improving work technology of the freight station B due to the adjoining of a new access track**

Керівник дипломної роботи

доц. [підпис] Андрій КУДРЯШОВ

Нормоконтролер

доц. [підпис] Микола БЕРЕЗОВИЙ

Студент групи УЗ2021

[підпис] Артем СВІРСЬКИЙ

Student

Svirskyi Artem

Дніпро – 2021

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет Управління процесами перевезень

Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /
(підпис)

2021 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

до дипломного проекту (роботи) на здобуття освітнього ступеня «магістр»
(рівень вищої освіти)

отримав студент групи У32021 Свірський Артем Андрійович
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення технології роботи вантажної станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії

затверджена наказом по університету від « 18 » червня 2021 р. № 324ст

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): « 05 » грудня 2021 р.

3 Вихідні дані до дипломного проекту (роботи): схема станції, технологічний процес роботи станції; техніко-розпорядчий акт станції; дані про обсяги роботи станції

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки):
(див. календарний план)

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу):

1. План вантажної станції Б

2. План товарно-складського комплексу

3. Діаграма вантажо- та вагонопотоків станції

4. Технологічні графіки обробки поїздів різних категорій

5. Структурна схема багатофазної системи обслуговування

6. Дослідження залежності приведених витрат від кількості машин та кількості подач

7. Розрахунок оптимальної кількості подач і кранів

8. Добовий план-графік роботи вантажної станції Б

6 Розділи та консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Дослідження теоретичних і практичних аспектів функціонування вантажних станцій і під'їзних колій	строк 1	-	13
2. Техніко-експлуатаційна характеристика вантажної станції та примикаючих під'їзних колій	строк 1	2	16
3. Визначення розрахункових обсягів роботи станції	строк 1	1	11
4. Розрахунок норм часу на виконання технологічних та вантажних операцій	строк 2	-	9
5. Організація технологічного процесу роботи станції	строк 2	1	11
6. Підвищення ефективності роботи під'їзної колії шляхом визначення оптимального технічного оснащення вантажного фронту та кількості подач	строк 2	3	20
7. Графічне моделювання роботи станції та визначення показників її функціонування	строк 3	1	13
8. Безпека руху та охорона навколишнього середовища	строк 3	-	7
Всього		8	100

Дата видачі завдання: « 08 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

_____ (підпис)

Кудряшов А. В.

_____ (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Свірський А. А.

_____ (ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та 8 креслень.

Пояснювальна записка складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел і 2 додатків. Повний обсяг записки – 110 сторінок; з них основного тексту 99 сторінок, список використаних джерел та додатків 11 сторінок. Список використаних джерел з 68 найменувань.

В дипломній роботі було виконано удосконалення технології роботи вантажної станції у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії.

З цією метою було розглянуто технічне оснащення станції Б, визначено обсяги її роботи, розраховано норми часу на виконання технологічних операцій та кількість навантажувально-розвантажувальних пристроїв та визначено завантаження основних пристроїв та елементів станції; розглянуті питання безпеки руху на залізничному транспорті та охорону навколишнього середовища.

В дипломній роботі було виконано удосконалення технології роботи вантажної станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії. З цією метою було виконано розрахунок оптимальної кількості подач і кранів для меблевої фабрики та визначено витрати, що пов'язані з обслуговуванням нової під'їзної колії при прийнятому варіанті обслуговування.

Ключові слова: ВАНТАЖНА СТАНЦІЯ, ВАНТАЖНИЙ ФРОНТ, ПІД'ЇЗНА КОЛІЯ, ТОВАРНО-СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УДОСКОНАЛЕННЯ, ДОБОВИЙ ПЛАН-ГРАФІК, БЕЗПЕКА ПРАЦІ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
1 ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ ТА ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ.....	9
1.1 Призначення та характеристика вантажних станцій	9
1.2 Роль колій незагального користування у транспортному процесі.....	11
1.3 Дослідження проблем функціонування під'їзних колій з вантажними станціями.....	12
1.4 Шляхи оптимізації роботи вантажних станцій та під'їзних колій	15
1.5 Вивчення та аналіз наукових досліджень щодо взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій залізничного транспорту	17
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ Б.....	24
2.1 Технічна характеристика станції Б.....	24
2.2 Експлуатаційна характеристика станції Б	28
2.3 Техніко-експлуатаційна характеристика товарно-складського комплексу	30
2.4 Техніко-експлуатаційна характеристика під'їзних колій	33
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ.....	34
3.1 Визначення добового вантажопотоку станції	34
3.2 Визначення розмірів руху маршрутних поїздів	38
3.3 Визначення розмірів руху передаточних поїздів.....	40
4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ	42
4.1 Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з передаточними поїздами по прибуттю та по відправленню	42
4.2 Розрахунок тривалості розформування поїздів	45
4.3 Технічне нормування основних операцій по закінченню формування та перестановці на колії відправлення передаточних поїздів	47
4.4 Розрахунок норм часу подачі вагонів на вантажні фронти станції	48
4.5 Нормування тривалості вантажних операцій.....	49

					0042.185381.ДР.2019.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології роботи вантажної станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Свірський					Н	4	110
Керівн.	Кудряшов					ДНУЗТ		
Н. контр.	Березовий							

	5
5 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ.....	53
5.1 Технологія обробки передаточних поїздів, що надходять у переробку.....	53
5.2 Підготовка составів свого формування до відправлення.....	57
5.3 Технологія обробки маршрутних поїздів, що надходять на під'їзну колію теплової електростанції	61
5.4 Організація роботи станційного технологічного центру обробки поїзної інформації та перевізних документів	63
5.5 Удосконалення технології роботи станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії	65
6 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІД'ІЗНОЇ КОЛІЇ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВАНТАЖНОГО ФРОНТУ ТА КІЛЬКОСТІ ПОДАЧ.....	67
6.1 Постановка задачі.....	67
6.2 Математичне моделювання роботи вантажних фронтів.....	68
6.3 Дослідження залежності приведених витрат від кількості машин та кількості подач при детермінованому характері роботи	75
6.4 Техніко-економічне обґрунтування кількості подач вагонів і кранів для підприємства по виробництву меблів	82
7 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ.....	86
7.1 Нормування тривалості основних технічних операцій	87
7.2 Розрахунок показників роботи станції.....	88
8 БЕЗПЕКА РУХУ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	93
8.1 Безпека руху залізничного транспорту	93
8.2 Аналіз стану безпеки праці та шляхи зниження виробничого травматизму в АТ «Укрзалізниця».....	94
8.3 Основні джерела забруднення навколишнього середовища на залізничному транспорті.....	95
8.4 Шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище на під'їзних коліях	97
ВИСНОВКИ.....	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	100
ДОДАТОК А	107
ДОДАТОК Б	110

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АРМ ТВК – автоматизоване робоче місце товарного касира;

АСК – автоматизована система керування;

АСК ВП УЗ-Є – автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізницях України-Єдина;

ВС – вантажна станція;

ВФ – вантажний фронт;

ДС – начальник станції;

ДСД – складач поїздів;

ДСП – черговий по залізничній станції;

ДСПП – черговий по парку;

ЄТС – єдина транспортна система;

ЗЗБВ – завод залізобетонних виробів;

ЗПП – запірно-пломбувальний пристрій;

ІОЦ – інформаційно-обчислювальний центр станції;

КО – комерційний огляд;

МФ – меблева фабрика;

ПК – під'їзна колія;

ПКПП – під'їзні колії промислових підприємств;

ПТО – пункт технічного обслуговування;

СТЦ – станційний технологічний центр;

ТГНЛ – телеграма-натурний лист;

ТО – технічний огляд;

ТРА – техніко-розпорядчий акт;

ТСК – товарно-складський комплекс.

ВСТУП

В єдиній транспортній системі (ЄТС) України, яка забезпечує потреби народного господарства і населення в перевезеннях вантажів, сприяє створенню умов для розвитку економіки і забезпечення єдності економічного простору на території України, важлива роль відведена залізничного транспорту. Залізниці можна порівняти з кровоносною системою, без якої життєдіяльність нашої країни є неможливою. Провідне становище залізничного транспорту в транспортній системі нашої країни обумовлено забезпеченням масовості перевезень вантажів будь-якого роду на далекі відстані, можливістю здійснення експлуатаційної роботи незалежно від пори року, доби, погодно-кліматичних умов, досить низькою собівартістю перевезення і високою швидкістю доставки вантажів.

Залізничний транспорт пройшов довгий шлях розвитку від стародавніх малопотужних паровозів до сучасної продуктивної техніки. В даний час цей вид транспорту, як одна з найважливіших елементів інфраструктури, має потужну матеріальну базу і діє в системі сформованих транспортних мереж нашої країни, забезпечуючи внутрішні і зовнішні економічні і соціальні зв'язки.

У свою чергу, перевізний процес забезпечується великою кількістю залізничних станцій - проміжних, дільничних, сортувальних, вантажних і пасажирських. Важливу роль в здійсненні експлуатаційної роботи залізничного транспорту відіграють вантажні станції.

На мережі залізниць України цей тип станцій є найбільш поширеним – станом на 01.01.2021 року на всій мережі доріг розташовано понад 900 вантажних станцій [1]. Їх роль в організації руху поїздів така ж, як і у проміжних - збільшення пропускної здатності ділянок залізниць.

Найбільш вигідна система організації роботи залізничних станцій і прилеглих до них шляхів незагального користування, пов'язує в єдине ціле технологію обробки складів і вагонів на станціях і шляхах незагального користування і забезпечує єдиний ритм в перевізному процесі залізниць і виробничому процесі промислових підприємств. Для виконання вантажних операцій у встановлені терміни на багатьох під'їзних шляхах необхідно

вдосконалювати:

- посилення технічної оснащеності;
- забезпечення виконання плану перевезень по кожному роду вантажу;
- прискорення обігу вагона;
- зменшення собівартості обробки вагонів;
- підвищення якості обслуговування товарно-складських комплексів (ТСК).

Одночасно з цим необхідно переходити від співпраці колективів станцій і промислових підприємств до створення та запровадження єдиної технології роботи, єдиної зацікавленості і відповідальності за результати роботи.

1 ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ ТА ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ

1.1 Призначення та характеристика вантажних станцій

Вантажні станції (ВС) виконують роботу по переробці місцевого вагонопотоку і вантажно-розвантажувальні операції, на них зазвичай розпочинається і завершується перевізний процес.

ВС проектується для виконання наступних основних операцій:

- прийом до перевезення вантажів, навантаження та вивантаження, зважування, зберігання, сортування і видача вантажів;
- переробка контейнерів;
- прийом, розформування, формування, комерційний і технічний огляд вагонів;
- відправлення вантажних потягів;
- добірка вагонів по місцях і спеціалізованим ділянкам навантаження-вивантаження;
- маневрова робота з подачі вагонів до місць навантаження вивантаження та прибирання їх;
- оформлення перевізних документів;
- інформування вантажоодержувачів, вантажовідправників і експедиторських організацій про підхід, прибуття, подачі та прибирання вагонів;
- обслуговування залізничних під'їзних шляхів організація транспортно-експедиторського обслуговування клієнтури.

Залежно від призначення розрізняють ВС загального користування та ті, які знаходяться на під'їзних шляхах.

ВС загального користування обслуговують великі і міста і столичні центри при значному обсязі вантажної роботи. Число ВС загального користування в залізничних вузлах і містах, їх розміщення і спеціалізація встановлюються проектом. Залежно від обсягів (величин) і структури вантажопотоків станції поділяються на:

- неспеціалізовані — призначені для переробки (в більшості випадків на

своїх складах) тарно-штучних вантажів, що перевозяться в контейнерах, навалювальних і інших вантажів, та обслуговування промислових підприємств, складів і баз;

- спеціалізовані — розроблені для навантаження-розвантаження та переробки окремих видів вантажів (руда, вугілля, зерно, мінерально-будівельні матеріали, нафта, ліс і ін.)

ВС загального користування повинні забезпечувати:

- цілодобовий прийом і відправлення поїздів;
- формування і розформування складів з підбіркою вагонів по вантажним пунктам і спеціалізованим ділянкам;
- подачу та забирання вагонів;
- виконання вантажних і комерційних операцій, здійснюється на місцях загального користування або на під'їзних шляхах;
- в ряді випадків - підготовку вагонів під навантаження, екіпіровку маневрових локомотивів, виконання митних та інших операцій.

ВС на під'їзних шляхах призначені для обслуговування підприємств, які виробляють, видобувних і переробних окремі види вантажів і мають спеціалізовані пункти навантаження і вивантаження. Ці станції характеризуються рядом особливостей, пов'язаних з умовами переробки, і виконують роботи з пропуску та переробки поїздів різних категорій.

За технічним оснащенням і обсягом роботи ВС розподіляються на станції:

- з розвинутим складським господарством і великими вантажними районами, котрі призначені для вантажних операцій з тарно-пакувальними і іншими різновидами вантажів та наявні зазвичай у великих містах і великих промислових центрах;
- для обслуговування підприємств про об'єднаних транспортних господарств через примикають шляху з різним об'ємом, характером вантажної роботи і організацією їх обслуговування;
- обслуговуючі під'їзні шляхи зі спеціалізованими пунктами навантаження і розвантаження, що характеризуються рядом особливостей, пов'язаних з умовами

переробки вантажів, і виконують роботи з пропуску та переробки поїздів різних категорій.

1.2 Роль колій незагального користування у транспортному процесі

Згідно із [2] до залізничних колій незагального користування відносять залізничні під'їзні шляхи, які примикають безпосередньо або через інші залізничні під'їзні шляхи до колій загального користування та призначені для обслуговування певних клієнтів послугами залізничного транспорту на умовах договорів або виконання робіт для власних потреб.

Залізничні колії незагального користування та спорудження із пристроями на них повинні забезпечувати сортувальні й маневрові роботи відповідно до обсягу перевезень, ритмічність навантаження-розвантаження вантажів, а також раціональний підхід щодо використання залізничного рухомого складу і його збереження.

Окрім процесів навантаження-розвантаження вантажів, які перевозяться магістральним транспортом, на залізничних шляхах незагального користування виконується досить великий обсяг технологічних внутрішньозаводських перевезень готової продукції, сировини і напівфабрикатів у виробничому процесі. Технологічні перевезення здійснюються, зазвичай, на залізничних шляхах незагального користування підприємств чорної і кольорової металургії, хімічної, автомобілебудівної промисловості. Такі залізничні колії незагального користування цілком перебувають у віданні підприємств.

До іншої категорії відносяться ті залізничні колії незагального користування, котрі не пов'язані з технологічними внутрішньозаводським перевезеннями. На таких коліях виконуються тільки маневрові, а також операції з навантаження і вивантаження вантажів.

Вченими в області експлуатації залізниць розроблені пропозиції про класифікацію шляхів незагального користування. В роботі була запропонована наступна класифікація [3]:

- колії, по яких надходять із загальною мережі залізниць поїзда (або відправляються з них) продовжують свій рух в тому ж складі з поїзними

локомотивами дороги без будь-якої зміни чи переробки;

- колії, по яких проходять спеціально сформовані передачі з вагонів мережі з маневровими або вивізним локомотивами залізниці, локомотивами промисловості;

- колії, на яких вся робота зводиться тільки до навантаження і вивантаження вагонів, де подача вагонів здійснюється маневровим порядком зі станції примикання.

Розглянемо класифікацію колій незагального користування за схемами примикання [3, 4]:

- тупикові — скорочують пробіг вагонів і вантажів по залізничних коліях незагального користування відрізняються простою конфігурацією, вимагають менших грошових витрат для будівництва;

- кільцеві — застосовуються на залізничних шляхах незагального користування хімічної та автобудівної промисловості;

- наскрізні — примикають до кількох станцій магістральних залізниць, гідністю таких шляхів є можливість виключення кутових вагонопотоків і скорочення пробігу вагонів.

В якості важливої ознаки класифікації колій незагального користування можна прийняти приналежність обслуговуючого локомотива [5, 6]:

- колії, на яких рух здійснюється поїзним локомотивом, що належить перевізнику;

- колії, на яких рух здійснюється маневровим або вивізним локомотивом перевізника;

- колії, на яких рух здійснюється локомотивом користувача або власника цієї колії.

1.3 Дослідження проблем функціонування під'їзних колій з вантажними станціями

Вантажні залізничні перевезення становлять невелику частку в порівнянні з вантажними автомобілями і внутрішніми перевезеннями, але вони відіграють певну роль у внутрішній логістиці, в основному в зонах телекомунікації. Передумови полягають в тому, що у звичайних індивідуальних клієнтів мало

можливостей використовувати його, а доступ до інформації про вантажні залізницях обмежений.

Політика і заходи, пов'язані з залізничними вантажними перевезеннями, також були реалізовані відповідно до транспортною системою, орієнтованої на контейнерні перевезення. Один із заходів - поліпшення вантажних станцій, яка є вузлом між вантажними автомобілями і залізницями. Це удосконалення конструкції станції, відповідної традиційної транспортній системі, до конструкції, що підходить для контейнерних перевезень. Поліпшення скоротить час роботи всередині станції і дозволить поліпшити взаємодію між вантажними автомобілями і залізницями, але кількість поліпшених станцій в даний час невелика, і можна сказати, що заходи все ще знаходяться в стадії реалізації.

На вантажних станціях більший обсяг роботи орієнтований на прискорення формування багатогрупних складів збірних поїздів і вантажних подач з детальною підбіркою вагонів по всіх станціях ділянки, місцях незагального користування і вантажних фронтах (ВФ) із звільненням від цієї роботи маневрових локомотивів проміжних станцій. Широкомасштабне і повсюдне впровадження на залізничному транспорті автоматизованих інформаційно-керуючих і аналітичних комп'ютерних технологій дозволяє в значній мірі функціонально розширити і вдосконалити систему організації місцевої роботи в цілому.

Сьогодні ж удосконалення системи організації місцевої роботи на залізничному транспорті здійснюється поетапно, що заважає реалізації плану зі створення транспортних коридорів, логістичних центрів, інтеграції всіх суміжних видів транспорту в єдиний транспортний конвеєр. У зв'язку з цим не можна забувати про важливість прискореної доставки вантажів не просто від вантажовідправника до одержувача, а й від виробника до споживача продукції.

Однією з причин неоптимальної взаємодії під'їзних колій (ПК) з вантажними терміналами є неритмічний і неузгоджений підведення вантажів до пунктів перевалки. А звідси і поява зрозумілою в цій ситуації управлінського завдання по оптимізації процесу формування багатогрупних составів збірних поїздів і вантажних подач на станціях з детальною підбіркою груп вагонів по заданим

критеріям. У тому числі – з підбіркою вагонів по станціях ділянки, районам місцевої роботи, під'їзних шляхів і ВФ станцій, по власникам рухомого складу, по роду рухомого складу і їх поточного стану (навантажені і порожні), видам наливу для порожніх цистерн, по роду вантажу, що перевозиться, за технічним станом вагонів (пробігу, років побудови, товщині гребня коліс), за видами ремонту несправних одиниць парку. Чітка робота залізничного транспорту підприємств значною мірою залежить від виконання планів перевезень магістрального залізничного транспорту. У свою чергу виконання виробничих планів підприємств знаходиться в прямій залежності від регулярної і своєчасної доставки залізницями в достатній кількості сировини, палива і інших матеріалів підприємствам і від своєчасного забезпечення необхідною кількістю рухомого складу для відправки продукції.

Сучасний рівень транспортного обслуговування виробничих підрозділів не задовольняє повною мірою ні транспортників, ні виробників. Навіть при наявності резерву рухомого складу, промислові підприємства несуть виробничі втрати через несвоєчасне транспортного обслуговування. Основними причинами, що викликають труднощі при організації роботи шляхів незагального користування, є простої вагонів як на шляхах незагального користування, так і на станції, це все пов'язано з технологічно які відрегульованим роботою між шляхами незагального користування і станціями.

Узгодженість в організації роботи технічних засобів і погоджений розвиток інфраструктури, забезпечує комплексну роботу магістрального і промислового транспорту. Необхідність в узгоджених технічних рішеннях визначається тим, що рухомий склад, який звертається на мережі залізниць, входить на шляху незагального користування, а вагони і локомотиви вантажовласників виходять на колії загального користування, в свою чергу, впливаючи на пропускну здатність станції.

Взаємодія залізничних станцій примикання з шляхами незагального користування складний процес, що вимагає вирішення багатьох питань. Однією з найважливіших проблем – узгодження ритмів роботи транспорту загального і не

загального користування в промисловому вузлі. Її вирішення сприяє підведення вантажів по ниткам графіка, наявність графіка подач (прибирань) по шляху незагального користування, розрахунок пропускної здатності станції з урахуванням виходу локомотивів власника колії на колії станції та ін.

У свою чергу одним з факторів, що впливають на пропускну здатність станцій, в даний час є завантаження станцій пересуваннями маневрових локомотивів шляхів незагального користування. У разі заняття розрахункових елементів місцевими маневровими пересуваннями, пов'язаними з обробкою місцевих вагонів, їх пропускна здатність при збільшенні числа подач на шляху незагального користування знижується, що в свою чергу знаходить відображення в збільшенні витрат, пов'язаних з простоем поїздів на станції. У разі неузгодження тарифу за перевезення вантажу вагон змушений перебувати на залізничній колії загального або незагального користування. Крім того, тимчасове розміщення рухомого складу на місцях незагального користування може бути викликано як сезонної, так і середньодобової нерівномірністю. При цьому виникає ситуація, яка характеризується тим, що вагони не рухається, відповідно, власник рухомого складу не отримує прибутку. Як відомо, основним показником роботи приватного вагона є прибутковість в одиницю часу, тому власник перевізного засобу зацікавлений в його наданні в користування для різних цілей або в оренду. У зв'язку з вище викладеним стає очевидно, що для ефективної роботи станції доцільно регламентувати порядок маневрового обслуговування шляхів незагального користування і визначити допустимий час заняття станційних пристроїв, для того щоб уникнути негативний вплив на пропускну здатність станції.

1.4 Шляхи оптимізації роботи вантажних станцій та під'їзних колій

В сучасних умовах важливо організувати взаємодію магістрального і промислового залізничного транспорту. Це визначає основний резерв по зниженню часу перебування вагонів в місцевій роботі й під вантажними операціями і в перспективі може значно скоротити складову обороту вагонів. Широкомасштабне і повсюдне впровадження на залізничному транспорті автоматизованих інформаційно-керуючих і аналітичних комп'ютерних технологій дозволяє в

значній мірі функціонально розширити і принциповим чином вдосконалити систему організації місцевої роботи.

Особливої актуальності питання удосконалення системи організації місцевої роботи знайшло в сучасних умовах, коли на залізничному транспорті здійснюється поетапне вдосконалення системи організації експлуатаційної роботи, в єдиному технологічному процесі беруть участь дорожні центри диспетчерського управління перевезеннями, регіонів доріг і великі вантажні станції, технологічно обумовлені, з малими станціями прилеглих ділянок .

Важливу роль в питанні вдосконалення системи організації місцевої роботи грає область взаємодії магістрального і промислового залізничного транспорту, що в свою чергу визначає основний резерв по зниженню часу перебування вагонів в місцевій роботі і під вантажними операціями і має перспективу значного скорочення складової обороту вагонів по елементу в цілому.

Інформаційно-технологічна взаємодія магістрального і промислового залізничного транспорту дозволяє завчасно планувати переробку вагонів з вантажами на станціях, організацію маневрової роботи по подачі вагонів на під'їзні шляхи та прибирання з них, підготовку ВФ, засобів комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт, автомобільного та інших видів транспорту, людських ресурсів і внутрішньоцехових виробничих технологій самих підприємств промислового залізничного транспорту, що є внутрішнім резервом ефективності використання рухомого складу, комплексу технологічних засобів, оптимізації виробничих технологій, зниження експлуатаційних витрат, витрат на утримання місць зберігання сировини, готової продукції і підвищення рівня обслуговування клієнтури залізничного транспорту в цілому.

Тобто, ефективність передбачуваних дій виражається насамперед у вигляді:

- скорочення експлуатаційних витрат, пов'язаних з формуванням багатогрупних складів, в тому числі скороченні часу на затрати і зниженні енерговитрат при виконанні маневрової роботи;

- вивільнення додаткових потужностей при формуванні місцевих поїздів та додаткових шляхів сортувальних парків за рахунок застосування автоматизованого

методу комбінаторного сортування вагонів;

- узгодженості технічної та технологічної сфер взаємодії;
- приведення технічного оснащення станції відповідно об'ємів роботи, експлуатаційним вимогам, характеру роботи промислових підприємств;
- звільнення маневрових локомотивів станцій від необхідності детальної добірки вагонів;
- прискорення подачі вагонів на станціях під вантажні операції і відповідно скорочення простою місцевих вагонів;
- поліпшення використання рухомого складу, скорочення обороту місцевого вагона;
- розробки єдиних комплексних технологічних процесів роботи промислових вузлів;
- впровадження та використання інтелектуальних технологій.

1.5 Вивчення та аналіз наукових досліджень щодо взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій залізничного транспорту

Розвиток системи комплексного транспортно-логістичного обслуговування на мережі залізниць України стримується дефіцитом об'єктів термінально-складської інфраструктури для обслуговування товарних потоків, недостатньою інтеграцією інформаційних і програмно-обчислювальних комплексів, відсутністю координації між видами транспорту і клієнтами при організації перевезень вантажів. Однією з фундаментальних проблем промислової логістики є організація потоків транспортних одиниць на ПК, що обслуговують технологічний процес первинного виробництва, доставку сировини та комплектуючих, а також відпуск готової продукції як окремих підприємств, так і великих промислових кластерів. Підвищення ефективності управління можливе за допомогою принципів логістичного менеджменту шляхом аналізу та виявлення технологічних та інформаційних дисбалансів та втрат, що сприяють зростанню транспортних витрат [7]. При виборі схеми доставки продукції клієнт керується економією транспортних витрат, що дає можливість знизити ціну продукції в пункті призначення. Другим визначальним моментом є облік ризику пошкодження або втрати продукції при

доставці, що також вимагає створення додаткових запасів у одержувача і викликає додаткові витрати через пошкодження або втрати вантажу. Крім цього звертається увага на зручності транспортного обслуговування, що дозволяють клієнту спростити процес відправлення і отримання продукції, а також сервісне обслуговування, що полягає в своєчасному виконанні всього комплексу транспортно-експедиторських послуг при доставці продукції. Це дозволяє підвищити якість транспортного обслуговування, яке є головним фактором при виборі певної схеми доставки продукції, але підвищує і транспортні витрати.

В сучасних умовах перебудови економіки в Україні залізниці зберігають найважливіше місце у транспортній системі. Вони мають гарні перспективи при наявності конкуренції з боку інших видів транспорту. Проблеми взаємодії станції та ПК при подаванні-забиранні вагонів залишаються актуальними та потребує подальшого вирішення з урахуванням сучасних економічних вимог. Питанням удосконалення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств (ПКПП) і ВС магістрального транспорту зазначено у напрацюваннях А.О Ковальова [8]. На сьогодні розвиток ринку транспортних послуг поступово призводить до клієнтоорієнтованості процесів виробництва, доставки, реалізації продукції. Тому взаємодію магістрального і промислового залізничного транспорту слід розглядати з позиції власника вантажу, якого цікавлять витрати, пов'язані з перевезенням продукції, починаючи від пункту накопичення і закінчуючи пунктом споживання. При цьому підході до розробки моделі враховуються основні принципи логістики: системний підхід, облік сукупних логістичних витрат, глобальна оптимізація і інтеграція, використання теорії компромісів, моделювання та інформаційно-комп'ютерна підтримка, стійкість і адаптивність.

Дослідження основних моделей оптимізації транспортних потоків виявляє, що велика кількість з них не враховують динамічних особливостей взаємодії виробників і споживачів, а так само особливої ролі транспорту і процесів управління на ньому в умовах високої динаміки виробництва, споживання та розподілу товарів і послуг. Удосконалення роботи всіх учасників перевізного

процесу на прикладі взаємодії ПК і станції примикання досить широко висвітлювались у роботах Я.В. Запари [9, 10], Праці [11, 12] також стосуються роботи залізничних станцій, а питання щодо оптимізації роботи станцій з урахуванням інтересів учасників перевізного процесу з використанням логістичних підходів не знайшло достатнього висвітлення.

В даний час багато промислових підприємств стикаються з необхідністю прийняття стратегічних рішень щодо ефективного розподілу між станціями промислового та магістрального залізничного транспорту. Значний вплив на майбутнє сектору експедирування, транспорту та логістики буде базуватися на стратегіях, обраних компаніями. Одним із стратегічних рішень є визначення розміру транспортного парку, що може бути підтримано за допомогою прийняття рішень «зробити і купити» [13]. У наукових роботах в цій області, науковцями розглядається можливість зниження транспортних витрат на внутрішньопромислових перевезеннях, здійснюється пошук нових шляхів розвитку промислового транспорту з метою освоєння внутрішньозаводських технологічних перевезень з найменшими експлуатаційними витратами, вдосконалення форм взаємодії станцій і під'їзних шляхів [14, 15]. Крім того, серед сучасних вчених, що займаються дослідженням взаємодії залізничних станцій з коліями незагального користування, слід виділити напрацювання Є. І. Гарлицького, Р. В. Вернигори, Д. М. Козаченка [16-18], а також іноземних Gert-Joost Peek, Jyh-Cherng Jong, Lorenzo Mussone [19-21].

Істотна відмінність виробничого процесу ВС від технологічного процесу технічних станцій, на яких операції приблизно однакові, полягає в тому, що ВС прив'язані до конкретного промислового району чи конкретним клієнтам, які безпосередньо впливають на технологію роботи даної станції, її схемне рішення, колійний розвиток, інфраструктуру. Так, А.І. Шеховцов в своїй роботі [22] розглядає різні варіанти компоновки технічних елементів ВС і зазначає, що характер роботи прилеглих до них під'їзних шляхів обумовлює особливості схемних рішень спеціалізованих ВС.

У роботах [23-25] зазначено, що систематизація основних факторів, здатних

вплинути на переробну спроможність станцій, дозволить раціонально використовувати наявні ресурси для поліпшення функціонування ВС і колій незагального користування. А.М. Маслов в дослідженні [26] робить висновок, що кількість місць переробки вантажів в транспортному вузлі зростає, виходячи з інтересів окремих суб'єктів. При цьому не враховуються тенденції і досвід проектування і експлуатації вантажних залізничних станцій, який показує, що вантажопотоки повинні перероблятися в транспортному вузлі на якомога меншій кількості оснащених станцій.

В праці [27] колективом авторів відзначається, що нинішня система взаємодії станцій примикання і під'їзних шляхів демонструє свою неефективність внаслідок невідповідності технології взаємодії технічного оснащення станцій в умовах переходу до ринкових відносин. Питання удосконалення взаємодії вантажних залізничних станцій з ПКПП, раціональне використання маневрових засобів і рухомого складу висвітлено в напрацюваннях В.Ф. Чеклова, І.Є. Левицького, В.І. Панкратова, А.М. Котенка [28-31]. Крім питань поліпшень взаємодії ВС і ПК, також нові можливості підвищення якості перевізного процесу закладені в удосконаленні технології місцевої роботи і, зокрема, в удосконаленні системи організації і управління місцевими вагонопотоками [32]. Щоб дотримуватись високих вимог, буде недостатньо використовувати середньодобові розміри при організації місцевих вагонопотоків, а при розробці графіків руху прокладати мінімальне число місцевих поїздів. У роботах [33-35] висвітлюються проблеми організації місцевої роботи та задачі щодо вирішення вибору раціональної послідовності подавання вагонів на ПК або ВФ станції, запропоновано технологічні підходи планування роботи ВС. На сьогодні норми часу на виконання вантажних операцій на ПК є дещо заниженими, тому виникає необхідність у визначенні обґрунтованих нормативів часу знаходження вагонів на ПК аби підвищити ефективність взаємодії в системі «станція - під'їзна колія».

Непродуктивні втрати від несвоєчасного надходження вагонів на станції вивантаження через відсутність взаємодії різних рівнів управління місцевою роботою наочно видно на прикладі великих вантажоодержувачів – промислових

підприємств. Відомі методи вирішення проблем організації внутрішніх обсягів руху составів на великих промислових підприємствах, а також широкий спектр досліджень щодо організації обсягів перевезень на головній залізничній мережі [36]. Організація обсягів руху на залізниці зачіпає інтереси вантажовідправників, вантажоодержувачів та перевізників. Роботи багатьох зарубіжних вчених присвячені оцінці ефективності використання рухомого складу в різних способах організації потоків, а також встановленню ефективності для кожного з учасників транспортного процесу [37-40]. Однак розподіл сортувальних робіт у взаємодії промислової та магістральної транспортної інфраструктури має значну специфіку.

Одним з перспективних напрямків у розвитку транспортної галузі є застосування і розвиток інформаційних технологій. Інформаційні технології, реалізовані на транспорті у вигляді автоматизованих систем управління, систем підтримки прийняття рішень, підвищують якість виробничих процесів і дозволяють оперативному персоналу станцій підвищити продуктивність і ефективність праці, скоротити непродуктивні простой рухомого складу.

На українських залізницях основною інформаційною системою виступає автоматизована система керування вантажними перевезеннями АТ «Укрзалізниця» (АСК ВП УЗ). Наразі в експлуатації знаходиться її оновлена версія – АСК ВП УЗ-Є, в якій реалізовані завдання з організації, контролю та управління виробничим процесом вантажних перевезень на залізниці. АСК ВП УЗ-Є дозволяє забезпечувати належну ефективність використання наявного рухомого парку вагонів і контейнерів, а також процесу формування составів. Водночас у системі ведеться обліки з передачі вагонів і поїздів між залізницями та виконаної вантажної роботи, розраховуються пробіги вагонів, технологічні показники, на базі чого формується статистична звітність. Система автоматично веде обмін інформацією про технологічний процес роботи з інформаційними системами всіх регіональних філій-залізниць [41]. Однак через недостатній розвиток планування перевізного процесу простежується невиконання встановлених проміжних норм [42]. Насамперед необхідно розробити методи оцінки якості підготовки локомотивів і локомотивних бригад до поїздки, які ґрунтуються на аналізі технічного стану

локомотива та характеристиках діяльності, а також стану локомотивних бригад у разі використання сучасних засобів діагностики, моніторингу та обробки інформації.

У світі на залізницях методи моделювання стають все більш популярними в національних адміністраціях управління залізничною інфраструктурою внаслідок нової галузевої політики в Європі [43-45], в Північній Америці [46], а також в Азії [47]. Заохочуючи вільний доступ до залізничних мереж ця політика призводить до значного зростання попиту на пропускну здатність на лініях та вузлах. Таким чином, програмне забезпечення для моделювання, яке набагато ефективніше та ефективніше аналітичних методів, пропонує значну допомогу залізничним операторам у проведенні досліджень пропускну здатності для оптимізації графіків та оцінки пропускну здатності ліній та вузлів для задоволення попиту. Рішення завдань оптимізації технології експлуатації транспорту у великих промислових і транспортних вузлах впливає на витрати та доходи кожного власника транспортної інфраструктури та кожного окремого учасника транспортно-логістичних ланцюгів.

Існують різні методи вирішення сучасних наукових проблем, наприклад, розробка сучасних привабливих інструментів для транспортних досліджень [48, 49]. Milenković, Bojović, Švadlenka, та Melichar [50] представляють один з найуспішніших і найпопулярніших передових методів управління в аналізі стохастичних змінних. Найбільш часто такі випадкові процеси виникають в умовах технічної і технологічної невідповідності процесів взаємодіючих об'єктів. Заходи, спрямовані на вдосконалення взаємодії по кожній із сфер можна представити наступним чином. Технологічна сфера взаємодії акцентує увагу на комплексній організації експлуатаційної роботи транспорту, оптимальної організації вантажопотоків, узгодженні аспектів вантажної і перевізної роботи, організації доставки по поєднаним (контактним) графіками учасників видів транспорту, вантажовідправників і вантажоодержувачів, а також розробці та впровадженні комплексних технологічних процесів роботи великих транспортних вузлів. Технічна сфера взаємодії включає: узгодження пропускну та переробної спроможності стикаються систем; облік взаємних вимог і ув'язку параметрів

рухомого складу по вантажопідйомності і місткості для найбільш ефективного використання перевантажувальних і вантажно розвантажувальних засобів і вантажних фронтів; відповідність колійного розвитку станцій виконуваних обсягами роботи і можливість гнучкого реагування на зміну структури вагоно- і вантажопотоків.

Вибір структури вантажно-розвантажувального комплексу являє собою оптимізаційну задачу. Системні вимоги до структури комплексів суперечливі; з одного боку, необхідно забезпечити заданий рівень переробної спроможності на ВФ, відповідний заданій інтенсивності, механізації і автоматизації систем вантажопереробки, складської підсистеми, що компенсує нерівномірність надходження вантажів; з іншого - зниження витрат на формування комплексу та собівартості вантажопереробки. Завданням оптимізації є задоволення кожного з цих вимог в економічно доцільною мірою. В [51] запропонована методика враховує кількість автомобілів, які належать станції примикання, витрати на ремонт автомобілів та амортизаційні витрати, з урахуванням коефіцієнта ефективності капіталовкладень.

Класичні проблеми операційних досліджень сьогодні можна ефективно вирішити за допомогою програм комп'ютерного моделювання. В роботі [52] автор пропонує використовувати інформаційно-керуючу систему з використанням GPS-технологій. Встановлено, що її впровадження дозволить вдосконалити роботу оперативного диспетчерського персоналу, зменшити простій вагонів на промисловому підприємстві, а також скоротити витрати палива. Програми, які вимагають дуже складної інфраструктурної бази даних, яка містить не тільки схему шляхів з усіма обмеженнями швидкості та обмеженнями на лінії, але й усі дані сигналізації, необхідні для розрахунку зайнятості секцій блоку. У літературі проблема насичення вирішується і вирішується по-різному, у роботі [53] є точний огляд різних методів.

2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ Б

Залізнична станція Б є виробничо-технологічним підрозділом залізниці з організації перевезень вантажу, взаємодії й координації виробничого процесу з підприємствами, суміжними службами залізничного транспорту.

По характеру роботи станція Б – вантажна, тупикова, по обсягу роботи віднесена до 1-го класу, схема станції наведена на рисунку 2.1.

До станції примикають наступні перегони:

У непарному напрямку:

- С-Б – одноколійний, обладнаний двобічним кодовим автоблокуванням, електрифікований;

- В-Б – одноколійний, обладнаний двобічним кодовим автоблокуванням без прохідних світлофорів, електрифікований;

Станція розташована на електрифікованій ділянці з контактною мережею постійного струму.

На прилягаючих перегонах С-Б, В-Б обертаються:

- у вантажному русі – електровози серії ВЛ-8;
- у приміському русі – електросекції ЕР-1, ЕР-2т.

2.1 Технічна характеристика станції Б

Колійний розвиток станції складається із 2-х паралельно розташованих парків :

- приймально-відправного парку;
- сортувального парку.

Приймально-відправний парк складається з п'яти колій, які призначені для:

- приймання, відправлення непарних приміських поїздів;
- прийом, обробка і розформування передаточних поїздів;
- накопичення складу передаточних поїздів;
- огляду і відправлення маршрутів і передаточних поїздів.

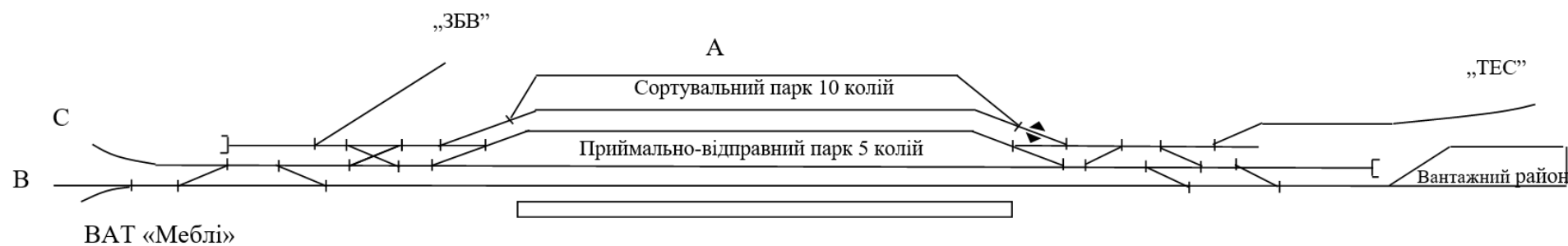


Рисунок 2.1 – Схема вантажної станції Б

Спеціалізація колій в приймально-відправному парку станції Б наступна:

- 1 колія призначена для прийому і відправлення приміських поїздів;
- 2 колія ходова;
- 3 колія для накопичення і відправлення передаточних поїздів на С;
- 4 колія для прийому передаточних поїздів з С;
- 5 колія для виставлення і відправлення маршрутних поїздів на С;
- 6 колія для прийому маршрутних поїздів з С.

Корисна довжина приймально-відправних колій складає від 850 м до 970 м.

Сортувальний парк складається з 10 колій, які призначені для накопичення вагонів на вантажні фронти станції та під'їзних колій. Корисна довжина сортувальних колій на станції дорівнює від 930 м до 1050 м.

В хвості сортувального парку також передбачена витяжна колія №7 корисною довжиною 300 м для подачі і забирання вагонів на під'їзну колію заводу залізобетонних виробів та підбирання вагонів на вантажні фронти під'їзних колій та ТСК.

Головні колії, по яким рух приміських поїздів здійснюється з відхиленням, обладнані стрілочними переводами марки 1/11, всі інші стрілочні переводи мають марку 1/9. В голові сортувального парку застосовані симетричні стрілочні переводи марки 1/6.

Станція Б обладнана гіркою малої потужності та двома маневровими витяжними коліями.

Розформування составів на станції виконується на гірці малої потужності з двома гальмівними позиціями та витяжній колії №6, яка знаходиться з парної сторони станції. Для гальмування вагонів влаштовані гальмівні позиції: на спускній частині один уповільнювач КНП-5 та на коліях сортувального парку по два уповільнювача РНЗ-2. Перша гальмівна позиція призначена для інтервального гальмування, друга – для прицільного гальмування відцепів. Корисна довжина витяжної колії №8 – 600 метрів, висота сортувальної гірки – 1,52 м, швидкісна частина має ухил – 25‰.

Гірка малої потужності обладнана світлофорною сигналізацією та

пристроями двостороннього паркового зв'язку для переговорів і передачі оператором поста централізації машиністу маневрового локомотиву, бригадам складачів поїздів необхідних вказівок.

Працівники гірки застосовують наступні пристрої для забезпечення техніки безпеки при розчепленні автозчепів вагонів: вилка для розчеплення, гачки для розчеплення замків автозчепів при їх несправності.

Для прискорення маневрової роботи, запобігання пошкодження рухомого складу та покращення умов праці станція має гучномовне сповіщення для передачі плану роботи, сповіщення про зміни плану роботи, сповіщення регулювальників про початок розпуску вагонів та характер відчепів. На станції встановлено: переговорні колонки – 14 (в парній горловині - 6, у непарній горловині 8); динаміки – 22 (в парній горловині – 14, в непарній горловині – 8).

Станція Б обладнана пристроями маршрутно-релейної централізації блочного типу (БМРЦ). Управління стрілками і сигналами, приготування маршрутів при прийманні та відправленні поїздів, маневровій роботі здійснює один черговий по станції з поста БМРЦ. Система живлення пристроїв електричної централізації безбатарейна з використанням 6-ти панельної живлячої установки.

Для оперативного керівництва роботою станції ДСП має:

- прямий телефонний зв'язок із постом оператора поста централізації, сигналістом, пунктом технічного огляду вагонів, станційним технологічним центром, товарною конторою, начальником станції, диспетчерами транспортних цехів під'їзних колій ВАТ ЗЗБВ (завод залізобетонних виробів), ВАТ ТЕС (теплова електростанція), ВАТ МФ (меблева фабрика);
- радіозв'язком з електромеханіками СЦБ;
- диспетчерський зв'язок з поїзним диспетчером дирекції, диспетчером-вагонорозпорядником та енергодиспетчером;
- міжстанційний диспетчерський зв'язок з черговими по станціям В, С;
- автоматичний телефонний зв'язок (АТЗ) залізничного вузла;
- двосторонній радіозв'язок з машиністами поїзних і маневрових локомотивів;

- двосторонній парковий зв'язок з пункт технічного огляду (ПТО), сортувальним та приймально-відправним парками;

- двосторонній радіозв'язок зі складачем поїздів, оператором поста централізації, сигналістом;

- сповіщувальний зв'язок для передачі інформації пасажирам.

На території станції розміщені наступні службово-технічні будівлі:

- пасажирська;

- маневрові пости (МП): МП №2, МП № 4, маневрова вишка № 1, приміщення працівників складацьких бригад;

- пост БМРЦ, де знаходяться кабінет начальника станції, техкабінет для проведення інструктажів та технічних занять, робочі місця чергових по станції, оператора при черговому по станції;

- пункт технічного огляду вагонів;

- механізований вагоноремонтний пункт;

Для обслуговування приміського пасажирського руху влаштована пасажирська будівля, платформа і переходи між ними. Пасажирська будівля розташована на відстані 20 м від вісі головної колії.

У пасажирській будівлі розташовані:

- товарна контора;

- станційно-технологічний центр;

- кабінети заступників начальника станції, інженера станції, старшого інспектора відділу кадрів;

- санітарно-побутові приміщення.

2.2 Експлуатаційна характеристика станції Б

На станції Б виконуються наступні операції, які пов'язані з прийманням і відправленням поїздів, розформуванням та формуванням поїздів, обробкою составів та вагонів:

- приймання та відправлення передаточних та маршрутних поїздів, що прибувають та відправляються на напрямки В та С;

- розформування передаточних поїздів, що прибули під вивантаження;

- підбирання порожніх вагонів під навантаження на під'їзні колії, подачу вагонів до пунктів навантаження-вивантаження;
- технічне обслуговування і комерційний огляд вагонів;
- розформування передаточних поїздів;
- формування передаточних поїздів на сортувальну станцію С;
- відчеплення вагонів від поїздів з технічними або комерційними несправностями, що потребують їх усунення;
- перестановку составів і груп вагонів з колії накопичення на колії відправлення;
- приймання і відправлення приміських поїздів, обслуговування пасажирів.

Згідно плану формування на станцію Б прибувають:

- передаточні поїзди з сортувальної станції С;
- маршрутні поїзди з вантажної станції В.

Станція Б формує передаточні поїзди на станцію С, та маршрутні поїзди на станцію В.

Маневрова робота по формуванню та розформуванню составів, подача і забирання вагонів на під'їзні колії ВАТ ЗЗБВ (завод залізобетонних виробів), ВАТ ТЕС (теплова електростанція), ВАТ МФ (меблева фабрика) та ТСК (товарно-складський комплекс) виконується тепловозами серії ЧМЕ-3.

Маневрові локомотиви спеціалізовані по маневровим районам.

Локомотив № 1 працює у маневровому районі № 1, виконує подачу-збирання і підбір вагонів під'їзну колію ВАТ ЗЗБВ, користуючись витяжною колією №7. Крім того, виконує розформування подач вагонів після їхнього прибирання з ВФ.

Локомотив № 2 працює у маневровому районі № 2 і виконує роботу з розформування-формування составів передаточних поїздів, здійснює операції по перестановці готових составів із колії №5 накопичення передаточних поїздів на колії відправлення за допомогою витяжної колії №6, також здійснює обслуговування вантажних фронтів ТСК та під'їзної колії ВАТ МФ.

Усі маневрові локомотиви обладнані пневматичними приводами для відчеплення від маневрового составу з кабіни машиніста. У маневрових районах

станції виконується наступна маневрова робота:

- насув та розпуск составів передаточних поїздів з гірки;
- заїзд гіркового локомотива під состав;
- прибирання та подача поїзних локомотивів на колії під состави маршрутних та передаточних поїздів;
- подача-прибирання вагонів на під'їзні колії;
- добірка та подача-прибирання вагонів по вантажним фронтам;
- формування подач вагонів на вантажні райони станції;
- закінчення формування составів у приймально-відправному парку;

Місцеві вагонопотоки в поїздах, які надходять в переробку на адресу промислових підприємств, що примикають до станції, при розформуванні з гірки направляються на колії №11-20 сортувального парку, звідки забираються маневровим локомотивом на під'їзні колії та на ТСК.

2.3 Техніко-експлуатаційна характеристика товарно-складського комплексу

Вантажна станція Б відкрита для вантажних операцій на місцях загального користування для всіх видів відправок, а саме для вагонних, контейнерних, в тому числі великотоннажних 20-ти тонних контейнерів. Станція обладнана ТСК тупикового типу.

Склади для зберігання вантажів розміщені окремими зонами в залежності від забезпечення необхідних умов зберігання і технічних засобів. Склади розташовані на прямих горизонтальних площадках, відстань від початку складу до кривої ділянки колії приймаємо рівною довжині вагону, що переробляється на даному складі. Радіус кривих в горловині ТСК 200 м (мінімально допустимий).

Ширина автопроїздів дає можливості встановлення автомобілів біля складів для виконання вантажно-розвантажувальних робіт з врахуванням двостороннього руху між двома паралельними складами.

Територія ТСК по периметру насаджена декоративними насадженнями (кущами та деревами) для зменшення дії шкідливих факторів.

На ТСК критіклади обладнані електронавантажувачами, відкриті площадки

– козловими кранами (КК): для контейнерних вантажів – КК-6, для великовагових – КДКК-10, для навалочних – К-05.

Спеціалізація складів вантажного двору дає можливість збільшувати продуктивності вантажо-розвантажувальних машин (ВРМ), скорочувати простій вагонів і автомобілів під вантажними операціями. В цілому спеціалізація підвищує перероблювальну здатність складів і станції.

На ТСК поширені такі варіанти спеціалізації:

- в складах дрібних відправок – окреме зберігання вантажів, призначених для вивозу в місто і для завантаження в вагони. Складування мілких відправок найбільш раціональне на багатоярусних стелажах на піддонах, тому що більшість цих вантажів не пакетовано;

- в складах повагонних відправок поширений такий же вид спеціалізації, тільки при складуванні вантажів в пакетах штабелями;

- на складах контейнерів найбільш поширене розміщення прибуваючих залізницею контейнерів ближче до автомобільного проїзду, а призначених до відправлення – ближче до підкранової колії. При цьому повагонні і збірні відправки розміщуються комплектами контейнерів - як перші, так і другі.

На ТСК станції встановлюється наступний режим роботи:

- навантаження і розвантаження вагонів цілодобове;
- прийом і видача вантажів тільки в денну зміну (з 8:00 до 20:00 год)

Товарно-складський комплекс з добовим обсягом подачі 82 вагона, примикає до першої головної колії стрілочним переводом № 26. Колійний розвиток вантажного району загального типу з наявністю виставочних колій. Схема колійного розвитку вантажного району тупикова з одним примиканням до станції. Подача вагонів на товарно-складський комплекс проводиться з включенням всіх наявних в складі автогальм і їх повним випробуванням.

На вантажному районі станції встановлені тензометричні ваги вантажопідйомністю 150 т. Вагони, що подаються на вантажний район чи вагони, що прибираються на станції таруються і зважуються на ходу на швидкості до 5 км/год.

Стрілочні переводи товарно-складського комплексу станції знаходяться на ручному приготуванні маршрутів при повній відсутності контролю зайнятості колій і сигналів. Переведення стрілок під час маневрової роботи виконується складацькою бригадою станції.

ТСК обладнаний телефонним та гучномовним зв'язком, а також радіозв'язком з складацькою та локомотивною бригадами та маневровим диспетчером.

Територія вантажного району огорожена, вона має прожекторне освітлення, об'єкти вантажного району обладнані протипожежними засобами.

Основне призначення вантажного району - обслуговування підприємств міста та сусідніх районів, які переважно не мають залізничних під'їзних колій, а також населення міста по завантаженню і вивантаженню, видачі і тимчасового зберігання вантажів, які прибули на їх адресу.

На вантажному районі станції виконуються наступні операції:

- подача вагонів на фронти завантаження і вивантаження вантажів;
- вантажні та комерційні операції;
- технічне обслуговування і підготовка вагонів і контейнерів до навантаження;
- прийом, навантаження, зважування, видача й зберігання вантажів;
- оформлення перевізних документів на вантажі, що прибувають і вантажі які відправляються зі станції;
- складання комерційної звітності.

Для проведення всіх технічних операцій на вантажному районі є відповідні пристрої:

- криті склади
- підвищена колія;
- навантажувально-розвантажувальні майданчики, які спеціалізуються за видами вантажів, що переробляються.

Вантажні операції на місцях загального користування виконується дистанцією вантажно-розвантажувальних робіт.

Для виконання вантажної роботи на станції є товарна контора, станційно-технологічний центр.

Оперативне керівництво маневровою і вантажною роботою в зміні здійснює маневровий диспетчер. Він також забезпечує подачу та забирання вагонів, виконання навантажувально-розвантажувальних операцій та інших операцій на фронтах товарно-складського комплексу.

2.4 Техніко-експлуатаційна характеристика під'їзних колій

До станції Б примикають і обслуговуються три під'їзні колії.

Під'їзна колія відкритого акціонерного товариства - "Теплова електростанція" (ВАТ ТЕС), примикає до 6 витяжної колії через стрілку №8. На неї прибувають під розвантаження з вантажної станції В маршрути з вугіллям, після розвантаження вагони виставляються у порожньому стані на колії станції. Подавання вагонів на під'їзну колію та виставлення їх на колії станції здійснюється локомотивом та працівниками під'їзної колії.

Під'їзна колія відкритого акціонерного товариства - "Завод залізобетонних виробів", що примикає до витяжної колії № 7 через стрілку №11. На завод ЗБВ поступають пісок, щебінь і арматурний метал для особистих потреб підприємства та виготовлення залізобетонних виробів. Пісок і щебінь розвантажуються на підвищених коліях висотою до 3м, які обладнано кранами КДКК-10. Пісок і щебінь зберігається у відвалах, причому зберігання вантажів – роздільне. Розвантаження арматурного металу виконується на відповідному складі з використанням козових кранів. Готова продукція заводу навантажується за допомогою козових кранів КДКК - 10 і зберігається на відкритих майданчиках. Подача і забирання вагонів здійснюється локомотивом станції вагонами вперед.

Нова під'їзна колія відкритого акціонерного товариства - "Фабрика з виробництва меблів", що примикає до першої головної колії через стрілку № 1. На під'їзну колію прибувають полувагони з лісом, ліс вивантажують за допомогою мостових кранів загального призначення, зберігають у критих складах, після вивантаження порожні вагони забирають на станцію. Подача та прибирання вагонів здійснюється локомотивом станції вагонами вперед.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ

3.1 Визначення добового вантажопотоку станції

Вантажна станція Б виконує значний обсяг вантажної роботи, яка пов'язана з вивантаженням і навантаженням вагонів. На станції розташовується вантажний двір, який включає: критий склад тарно-штучних вантажів, крыту платформу, відкритий майданчик для великовагових вантажів, контейнерний майданчик і підвищену колію для навалювальних вантажів. Крім того, до станції Б примикає три під'їзні колії: ВАТ ЗЗБВ (завод залізобетонних виробів), ВАТ ТЕС (теплова електростанція) та нова ВАТ МФ (фабрика з виробництва меблів).

При виконанні розрахунків з організації вантажної роботи станції необхідно виходити з розмірів вантажопотоків залежно від роду і кількості вантажів, розвантаження і завантаження яких передбачено на станції та ПК.

Добовий обсяг навантаження і вивантаження вантажів в тонах приведений в таблиці 3.1 (згідно Додатку А, таблиця А.3).

Таблиця 3.1 Добовий обсяг вантажної роботи станції Б

Вантажний район	Найменування вантажу	Вивантаження, <i>т.</i>	Навантаження, <i>т</i>
Критий склад	Промислові	160	160
	Продовольчі	175	145
Відкритий майданчик	Великовагові	580	580
Контейнерний майданчик	Контейнери великотоннажні	750	900
	Контейнери середньотоннажні	570	570
Підвищена колія	Щебінь	900	0
ПК1 ТЕС	Вугілля	9000	0
ПК2 ЗЗБВ	Щебінь	870	0
	Пісок	1670	0
	Метал	490	0
	ЗБВ	0	2200
ПК3 МФ	Ліс	780	0
Разом	-	15945	4555

3.1.1 Вибір типу рухомого складу для перевезення вантажів

Розрахунки розпочинаються з встановлення кількості вагонів, які прибувають на станцію з вантажами і які після розвантаження можуть бути використані для відправлення вантажів.

Послідовність розрахунків приймається наступна:

- 1) обирається тип вагонів, в яких доцільне перевезення тих чи інших вантажів та визначається технічна норма завантаження вагонів;
- 2) з врахуванням процентного співвідношення по типу вагонів (з осності або місткості) визначається середньозважена їх завантаженість;
- 3) визначається кількість вагонів, в яких прибуде на станцію задана кількість вантажу.

Усереднене завантаження вагону залежить від роду вантажу та визначається за формулою:

$$\bar{g} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot g_{ni}, \quad (3.1)$$

де α_i - доля вагонів i -го типу, які використовуються для перевезень;

g_{ni} - нормативна кількість вантажу, яким завантажується вагон i -го типу.

Для заданих вантажів приймається найекономічніший тип рухомого складу, що забезпечує збереження вантажу, найбільше статичне завантаження і можливість використання вагонів під навантаження в порядку здвоєних вантажних операцій. Для цього користуємось Технічними умовами навантаження і кріплення вантажів [54].

Результати вибору типу рухомого складу для перевезення вантажів зведені у таблицю 3.2.

3.1.2 Визначення добового вагонопотоку

Добовим вагонопотоком називається кількість прибуваючих вантажів і вагонів, які відправляються з вантажного району протягом доби.

Таблиця 3.2 Вибір типу рухомого складу для перевезення вантажів

Найменування вантажу	Тип вагону	Кількість осей	Об'єм кузова, m^3	Технічна норма завантаження, t
Продовольчі	критий	4	120	68
Промислові	критий	4	120	73
Металоконструкції	піввагон	4	-	57
Контейнери	платформа	4	-	48
Вугілля	піввагон	4	-	70
Щебінь	піввагон	4	-	74
Пісок	піввагон	4	-	74
Метал	піввагон	4	-	69
Ліс	піввагон	4	-	45
ЗБВ	піввагон	4	-	69

Виходячи з заданої кількості вантажопотоку (див. табл. 3.1), визначається необхідна кількість вагонів. Кількість вагонів визначається по кожному роду вантажу по прибуттю і відправленню за формулою:

$$n = \frac{Q_{\text{доб}}}{P_{\text{техн}}} \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{доб}}$ - добова кількість вантажопотоку по прибуттю (відправленню), t ;

$P_{\text{техн}}$ - технічна норма завантаження вагонів, t .

Наприклад, на критий склад під вивантаження прибуває 160 t промислових вантажів, при $P_{\text{техн}} = 68 t$ необхідна кількість вагонів дорівнюватиме

$$n = \frac{160}{68} = 2,35 \text{ ваг. Приймаємо } 3 \text{ ваг.}$$

Обсяги добового вивантаження і навантаження та необхідна кількість вагонів приведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Обсяги добового навантаження-вивантаження вагонів

Вантажний район	Найменування вантажу	Вивантаження				Навантаження			
		Об'єм, m	Тип вагону	$P_{\text{тех.}}, m$	Кіл. ваг	Об'єм, m	Тип вагону	$P_{\text{тех.}}, m$	Кіл. ваг
Критий склад	Промислові	160	КР	68	3	160	КР	68	3
	Продовольчі	175	КР	73	3	145	КР	73	2
Відкритий майданчик	Великовагові	580	ПВ	57	11	580	ПВ	57	11
Контейнерний майданчик	Контейнери великотоннажні	750	КВ	48	16	900	КВ	48	19
	Контейнери середньотоннажні	570	КВ	21	28	570	КВ	21	28
Підвищена колія	Щебінь	900	ПВ	74	13	-	ПВ	74	-
<i>Разом по вантажному двору</i>		3135	-	-	74	2355	-	-	63
ПК№1 ТЕС	Вугілля	9000	ПВ	70	129	-	ПВ	70	-
<i>Разом по ПК№1</i>		9000	-	-	129	-	-	-	-
ПК№2 ЗЗБВ	Щебінь	870	ПВ	74	12	-	ПВ	74	-
	Метал	490	ПВ	69	8	-	ПВ	69	-
	Пісок	1670	ПВ	74	23	-	ПВ	74	-
	ЗБВ	-	ПВ	69	-	2200	ПВ	69	32
<i>Разом по ПК№2</i>		3030	-	-	43	2200	-	-	32
ПК№3 МФ	Ліс	780	ПВ	45	18	-	ПВ	45	-
<i>Разом по ПК№3</i>		780	-	-	18	-	-	-	-
<i>Разом по станції</i>		15945	-	-	264	4555	-	-	95

Добовий вагонообіг станції визначається за формулою:

$$n = n_{\text{приб}} + n_{\text{відпр}} \quad (3.3)$$

де $n_{\text{приб}}$, $n_{\text{відпр}}$ - відповідно, число прибулих і відправлених вагонів.

Таким чином, вагонообіг станції складе $n = (264+3) + (95+172) = 534$ ваг.

Завантаження вантажів, що відправляються зі станції і ПК, як правило, забезпечується вагонами, що звільняються після розвантаження вантажів, що прибули на станцію. Якщо цих вагонів не вистачає, вони приходять із сортувальної станції у складі передаточних поїздів.

Після вивантаження вагони подаються під навантаження або відправляються порожніми на сортувальну станцію. Вагони, яких не вистачає під навантаження,

подаються на вантажну станцію з сортувальної у складі передаточних поїздів. Для забезпечення навантаження порожніми вагонами складаємо балансову таблицю розподілу порожніх вагонів між ВФ.

Метою складання плану розподілу вагонів для використання їх під навантаження є забезпечення навантаження з врахуванням типу вагонів і використання мінімальних розмірів передач вагонів між ВФ і об'єктами станції. Тобто, при складанні плану розподілу потрібно максимально зменшити або взагалі виключити перепробіги вагонів між ВФ та складами.

План розподілу вагонів під навантаження зводимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 Розподіл вагонів під завантаження

Пункти навантаження Пункти розвантаження				ТСК					ЗЗБВ	На СС
				Пром	Прод	В/конт	С/конт	В/ваг	ЗБВ	Порожні вагони
				КР	КР	КВ	КВ	ПВ	ПВ	ПВ
				3	2	19	28	11	32	95
ТСК	Пром	КР	3	3	-	-	-	-	-	-
	Прод	КР	3	-	3	-	-	-	-	1
	В/конт	КВ	16	-	-	16	-	-	-	-
	С/конт	КВ	28	-	-	-	28	-	-	-
	В/ваг	ПВ	11	-	-	-	-	11	-	-
	Щебінь	ПВ	13	-	-	-	-	-	-	13
ТЕС	Вугілля	ПВ	129	-	-	-	-	-	-	129
ЗЗБВ	Щебінь	ПВ	12	-	-	-	-	-	12	-
	Пісок	ПВ	23	-	-	-	-	-	20	3
	Метал	ПВ	8	-	-	-	-	-	-	8
МФ	Ліс	ПВ	18	-	-	-	-	-	-	18
З СС		-	264	-	-	3	-	-	-	534

3.2 Визначення розмірів руху маршрутних поїздів

Найбільш масові вантажі, що вивантажуються та навантажуються на станції Б доцільно перевозити у складі маршрутних поїздів. Це дещо збільшує величину простою вагонів на коліях станції під накопиченням, але значно зменшує час доставки вантажу за рахунок зменшення кількості переробок на технічних

станціях.

На станцію Б в складі маршрутних поїздів прибуває вугілля на ВАТ ТЕС.

Максимальну кількість вагонів у складі маршрутного поїзда розрахуємо за формулою [55]:

$$m_{\text{марш}}^{\text{max}} = \frac{L_{\text{кор}} - L_{\text{лок}} - a}{l_{\text{ваг}}}, \quad (3.4)$$

де $L_{\text{кор}}$ – корисна довжина колій ;

$L_{\text{лок}}$ – довжина локомотива;

a – поправка на неточність установки ($a=10\text{м}$);

$l_{\text{ваг}}$ – середня довжина вагона ($l_{\text{ваг}}=15\text{м}$).

З плану станції корисна довжина колій $L_{\text{кор}} = 850 \text{ м}$ та довжина локомотиву $L_{\text{лок}} = 27,52 \text{ м}$ згідно додатку А.3:

$$m_{\text{марш}}^{\text{max}} = \frac{850 - 27,52 - 10}{15} = 55 \text{ ваг}.$$

Максимальна допустима маса маршрутного поїзда згідно Додатку А становить $Q_{\text{бр}} = 4200 \text{ т}$. Виходячи з цієї умови кількість вагонів у складі маршрутного поїзда становить:

$$m_{\text{марш}} = \frac{Q_{\text{бр}}}{q_{\text{бр}}}, \quad (3.5)$$

де $q_{\text{бр}}$ – середня маса брутто вагона.

$$m_{\text{марш}}^{\text{вугілля}} = \frac{4200}{70 + 24} = 44 \text{ вагона}$$

Кількість маршрутних поїздів визначаємо за формулою:

$$N = \frac{n}{m_{\text{марш}}}, \quad (3.6)$$

де n – середньодобовий вагонопотік з даним вантажем.

$$N = \frac{129}{45} = 2,87 \approx 3 \text{ состава}$$

Розрахунки кількості маршрутних поїздів, що прибувають і відправляються зі станції Б зведені у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 - Визначення розмірів руху маршрутних поїздів

Назва ПК	Вантаж	Напрямок	Тип вагона	$P_{\text{тех}}, t$	Тара	$q_{\text{бр}}, t$	$m, \text{ваг.}$	Маса состава	$n, \text{ваг.}$	$N, \text{сост}$
ТЕС	Коксове вугілля	з В	ПВ	70	24	94	44	4150	129	3
ТЕС	Порожні	на В	ПВ	70	24	24	44	1100	129	3

3.3 Визначення розмірів руху передаточних поїздів

Вантажна станція Б загального користування взаємодіє з сортувальною станцією С залізничного вузла. Місцевий вагонопотік на вантажну станцію надходить у складі передаточних поїздів. Для визначення кількості поїздів, що прибувають і відправляються, необхідно розрахувати число вагонів у складі передаточного поїзда.

Оскільки передаточні поїзди фактично мають змінну величину складу, то розрахунок розмірів руху проводять через оптимальний склад, величину якого визначають по мінімуму витрат на локомотиво- і вагоно-години за формулою [55]:

$$m_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{(2L + V \cdot \sum t_{\text{ст}}) \cdot N_{\text{доб}} \cdot e_{\text{л-г}}}{24 \cdot V \cdot e_{\text{в-г}}}}, \quad (3.7)$$

де L - довжина перегону між сортувальною та вантажною станцією, км;

V - середня швидкість передаточних поїздів, км/год;

$\sum t_{\text{ст}}$ - тривалість знаходження локомотива на сортувальній і вантажній станціях одного обороту, год;

$N_{\text{доб}}$ - середньодобове число вагонів, що прибувають, *ваг*;

$e_{\text{л-г}}$ - приведена вартість локомотиво- години роботи локомотива, приймаємо для електровоза $e_{\text{л-г}} = 223,7$ *грн*;

$e_{\text{в-г}}$ - приведена вартість вагоно-години, приймаємо $e_{\text{в-г}} = 5,33$ *грн*.

Згідно даних наведених в Додатку А $L = 65$ км, $V = 60$ км/год, $\sum t_{\text{ст}} = 3$ год та при кількості вагонів, що прибувають у складі передаточних поїздів $N_{\text{доб}} = 142$ ваг, значення $m_{\text{пер}}$ складає

$$m_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{(2 \cdot 65 + 60 \cdot 3) \cdot 142 \cdot 223,7}{24 \cdot 60 \cdot 5,33}} = 35,82 \approx 36 \text{ вагонів.}$$

Кількість передаточних поїздів, що прибувають на вантажну станцію з сортувальної в середньому за добу, визначається за формулою:

$$n_{\text{пер}} = \frac{N_{\text{доб}}}{m_{\text{пер}}} \quad (3.8)$$

Так як кількість вагонів, що прибувають і відправляються однакова, то кількість передаточних поїздів складе:

$$n_{\text{пер}} = \frac{142}{36} = 3,94 \approx 4 \text{ поїзда}$$

Склад прибуваючих передаточних поїздів наведено в Додатку А.4, таблиця А.6.

В результаті виконаних розрахунків були отримані данні про організацію забезпечення вагонами для перевезень вантажів, про завантаження вагонів на станції, склад передаточних і маршрутних поїздів. Отримані дані використовуємо для подальших розрахунків та побудови добового плану-графіку роботи станції. Графічним відображенням розмірів вантажної роботи станції є діаграми вантажо- і вагонопотоків.

4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ

Технічне нормування тривалості основних операції технологічного процесу станції є однією з головних умов злагодженої роботи між усіма підрозділами станції. На станції Б виконуються операції по прибуттю та по відправленню з передаточними і маршрутними поїздами, їх технічне обслуговування, розформування передаточних поїздів, збірка і подача вагонів на вантажні фронти під навантаження-вивантаження.

4.1 Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з передаточними поїздами по прибуттю та по відправленню

Середня тривалість операцій з передаточним поїздом, що прибув у розформування, визначається за формулою:

$$T_{\text{пер}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{зак}} + t_{\text{то}}, \text{ год.} \quad (4.1)$$

де $t_{\text{пр}}$ – тривалість прийому поїзду, хв.;

$t_{\text{зак}}$ - тривалість закріплення рухомого складу, хв.;

$t_{\text{то}}$ – тривалість технічного обслуговування поїзда, хв.;

Тривалість заняття маршруту при прийманні поїзда в парк визначається за формулою [56]:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l_{\text{бл}}}{V} + \frac{0,06 \cdot (l_{\text{бл}}'' + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \text{ хв.} \quad (4.2)$$

де $t_{\text{м}}$ - тривалість на приготування маршруту, хв.;

$l_{\text{бл}}'$, $l_{\text{бл}}''$ - довжини блок-ділянок, м;

$V_{\text{вх}}$ - середня швидкість входу поїзда в парк з урахуванням зниження швидкості на стрілках при русі на бокові колії і уповільнення перед зупинкою, км/год ($V_{\text{вх}} = 35 \text{ км/год}$);

V - встановлена швидкість ходу по перегону, км/год ($V=80 \text{ км/год}$);

$L_{\text{вх}}$ - відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до повної зупинки на колії, m .

$$L_{\text{вх}} = l_c + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.3)$$

де l_c - відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини парку, m ;

$l_{\text{гор}}$ - довжина вхідної горловини, m ;

$l_{\text{п}}$ - довжина поїзда, m .

Довжину поїзда можна розрахувати за формулою:

$$l_{\text{п}} = m_{\text{пер}} \cdot l_{\text{ваг}} + l_{\text{л}} \quad (4.4)$$

де $m_{\text{пер}}$ - склад поїзда, згідно розділу 3 $m_{\text{пер}} = 36$ ваг;

$l_{\text{ваг}}$ - середня довжина вагону, m ;

$l_{\text{л}}$ - довжина локомотива, m ;

Згідно додатку А.3 довжина локомотиву $l_{\text{л}} = 27,52$ m , згідно плану станції $l_c = 600$ m та $l_{\text{гор}} = 250$ m , довжину вагону прийнято $l_{\text{в}} = 15$ m , згідно [56] прийнято $t_{\text{м}} = 0,15$ $хв$, $l_{\text{бл}}' = 1200$ m , $l_{\text{бл}}'' = 1000$ m

$$l_{\text{п}} = 36 \cdot 15 + 27,52 = 567,52 \text{ } m$$

$$L_{\text{вх}} = 600 + 250 + 567,52 = 1417,52 \text{ } m$$

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{1200 \cdot 0,06}{80} + \frac{0,06 \cdot (1000 + 1417,52)}{35} = 3,7 \text{ } хв$$

Тривалість закріплення рухомого складу на коліях парку прийому визначається за формулою [56]:

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot n + 0,01 \cdot l_{\text{прох}} \quad (4.5)$$

де n - середня кількість гальмівних башмаків, що укладається під состав, прийнято $n = 6$;

$l_{\text{прох}}$ - середня відстань, яку проходить сигналіст при закріпленні составу (прийнято $l_{\text{прох}} = 70$ m);

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot 6 + 0,01 \cdot 70 = 1,2 \text{ } хв.$$

Тривалість технічного огляду поїзду визначається за формулою [57]:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau \cdot m}{k_{\text{гр}}} + a, \text{ год.} \quad (4.6)$$

де $k_{\text{гр}}$ – число груп у бригаді (прийнято $K=2$);

τ – середня тривалість технічного огляду одного вагона, $\tau = 0,016 \text{ год.}$;

m – кількість вагонів у поїзді, згідно розділу 3 $m = 36$ ваг;

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій, що приходяться на один поїзд, $a = 0,04 \text{ год.}$

$$t_{\text{то}} = \frac{0,016 \cdot 36}{2} + 0,04 = 0,33 \text{ год} = 19,8 \text{ хв.}$$

Таким чином тривалість технологічних операцій з передаточним поїздом, що прибув у розформування, складає:

$$T_{\text{пер}} = 3,7 + 1,2 + 19,8 = 24,7 \text{ хв.}$$

Середня тривалість технологічних операцій з передаточним поїздом, що пред'явлений до обслуговування на відправлення визначається за формулою:

$$T^{\text{сф}} = t_{\text{м}} + t_{\text{від}} + t_{\text{то}} + t_{\text{вг}} \quad (4.7)$$

де $t_{\text{м}}$ - тривалість на приготування маршруту, хв. ($t_{\text{м}} = 0,15 \text{ хв.}$);

$t_{\text{від}}$ – тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда;

$t_{\text{вг}}$ – тривалість випробування гальм, хв; згідно [57] $t_{\text{вг}} = 10 \text{ хв.}$;

$t_{\text{то}}$ – тривалість технічного обслуговування поїзда, хв.;

Тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{від}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \text{ хв.} \quad (4.8)$$

де $V_{\text{вих}}$ – середня швидкість виходу поїзда, км./год.; $V_{\text{вих}} = 30 \text{ км/год.}$;

$l_{\text{вих}}$ – відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту.

Середня довжина виходу поїздів з парку на напрямки дорівнює 1100 м.

Тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда дорівнює:

$$t_{\text{від}} = \frac{0,06 \cdot 1100}{30} = 2,2 \text{ хв.}$$

Тривалість технічного обслуговування передаточного поїзда свого формування дорівнює тривалості обслуговування поїзда в розформування, так як його склад не змінюється і складає 19,8 хв.

Таким чином тривалість технологічних операцій з передаточним поїздом по відправленню складає:

$$T^{\text{сф}} = 0,15 + 2,2 + 19,8 + 10 = 32,2 \text{ хв.}$$

Так як бригада ПТО в приймально-відправному парку крім обробки передаточних поїздів по прийому та відправлення, займається ще й технічним обслуговуванням маршрутів під вивантаження вугілля на ПК ТЕС, та з під вивантаження вугілля на В, і маючи кількість вагонів у відповідних поїздах розраховуємо тривалість їх обробки за формулою (4.6).

Тривалість технічного обслуговування маршруту з вугіллям на ПК ТЕС під вивантаження складає:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,016 \cdot 44}{2} + 0,04 = 0,4 \text{ год} = 24 \text{ хв.}$$

4.2 Розрахунок тривалості розформування поїздів

Тривалість на виконання операцій по розформуванню поїздів з гірки складається з тривалості заїзду гіркового локомотиву під состав, прибирання башмаків, витягування, насуву і розпуску:

$$t_{\Gamma} = t_{\text{з}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{вит}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{р}} \quad (4.9)$$

Тривалість заїзду гіркового локомотива під поїзд дорівнює:

$$t_3 = \frac{0,06 \cdot l_3}{V_3^{\text{cp}}}, \text{ хв.} \quad (4.10)$$

де l_3 – відстань заїзду, м;

V_3^{cp} – середня швидкість заїзду.

Згідно плану станції $l_3 = 700$ м, згідно [57] $V_3^{\text{cp}} = 21$ км/год:

$$t_3 = \frac{0,06 \cdot 700}{21} = 2 \text{ хв.}$$

Тривалість вилучення гальмових башмаків згідно (4.5) $t_{\text{зак}} = 1,2$ хв.

Тривалість витягування составу розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{вит}} = a + b \cdot m \quad (4.11)$$

де a , b – нормативні коефіцієнти, значення яких залежить від довжини маневрового піврейса і визначається з [56, табл. 1].

Довжина напіврейсу витягування складає (згідно плану $l_{\text{гор}} = 500$ м):

$$l_{\text{вит}} = l_{\text{гор}} + m_c \cdot l_b = 500 + 36 \cdot 15 = 1040 \text{ м}$$

Згідно [56, табл. 1] при довжині напіврейсу 1040 метрів $a = 2,25$, $b = 0,074$.

$$t_{\text{вит}} = 2,25 + 0,074 \cdot 36 = 4,9 \text{ хв}$$

Тривалість насуву составу на вершину гірки (згідно плану $l_{\text{нас}} = 200$ м) визначається за формулою:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10} \quad (4.12)$$

де $l_{\text{нас}}$ – відстань насуву, м.

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \cdot \frac{200 - 60}{10} = 2,4 \text{ хв.}$$

Тривалість розпуску поїзда визначається за формулою:

$$t_p = \frac{l_b \cdot m}{V_p \cdot 60}, \text{ хв.} \quad (4.13)$$

де $l_{\text{в}}$ – довжина вагона, $l_{\text{в}} = 15,0 \text{ м.}$;

$V_{\text{р}}$ – середня швидкість розпуску, км./год.

Для гірок малої потужності $V_{\text{р}} = 1,2 \text{ м/сек.}$

$$t_{\text{р}} = \frac{15,0 \cdot 36}{1,2 \cdot 60} = 7,5 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{г}} = 2 + 1,2 + 4,9 + 2,4 + 7,5 = 18 \text{ хв.}$$

4.3 Технічне нормування основних операцій по закінченню формування та перестановці на колії відправлення передаточних поїздів

Нормативна тривалість на закінчення формування передаточних поїздів визначається за формулою [57]:

$$T_{\text{зф}}^{\text{пер}} = T_{\text{ПТЕ}} + T_{\text{підт}} \quad (4.14)$$

де $T_{\text{ПТЕ}}$ – тривалість, необхідна на розстановку вагонів у складі поїзда відповідно до вимог [6] (усунення неспівпадань вісей автозчепки більш ніж на 100 мм, постановка вагонів прикриття та ін.).

$T_{\text{підт}}$ – тривалість, необхідна на підтягування вагонів для ліквідації «вікон». $T_{\text{підт}} = 0$, так як вагони на приймально-відправну колію з вантажних фронтів маневровий локомотив вивозив і підставляв до існуючої групи.

$$T_{\text{ПТЕ}} = B + E \cdot m_{\text{зб}} \quad (4.15)$$

де B , E – нормативні коефіцієнти, згідно з [56, табл. 6] $B = 1,6$ та $E = 0,1$.

$$T_{\text{ПТЕ}} = 1,6 + 0,1 \cdot 36 = 5,2 \text{ хв}$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 5,2 + 0 = 5,2 \text{ хв}$$

Після завершення формування передаточного поїзда, його переставляють на колію відправлення, час перестановки складається з двох напівреїсів: витягування і осаджування, тривалість яких визначається за формулою (4.11) і складає:

$$t_{\text{вит}} = 1,82 + 0,062 \cdot 36 = 4,05 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ос}} = 1,96 + 0,066 \cdot 36 = 4,34 \text{ хв}$$

$$t_{\text{пер}} = 4,05 + 4,34 = 8,39 \text{ хв}$$

4.4 Розрахунок норм часу подачі вагонів на вантажні фронти станції

Норми часу на подачу і забирання місцевих вагонів на вантажні фронти визначається як:

$$T_{пз} = t_{підб} + t_{под} + t_{розм} + t_{пов} \quad (4.16)$$

де $t_{підб}$ – тривалість підбирання вагонів по фронтах перед подачею на вантажні фронти визначається по аналогії з тривалістю формуванням збірних поїздів. Якщо для накопичення вагонів на вантажний фронт виділено окрему колію, то $t_{підб} = 0$.

$t_{под}$ – тривалість подачі вагонів, хв.;

$t_{розм}$ – тривалість розміщення і збирання вагонів на одному фронті, в розрахунках прийнято 10 хв;

$t_{пов}$ – тривалість повернення локомотива на станцію, хв;

Тривалість підбирання вагонів по вантажним фронтам перед подачею визначається за формулою [58]:

$$t_{підб} = 1,8 \cdot K + 0,3 \cdot m_{сб}, \quad (4.17)$$

де K – кількість колій, з яких збираються вагони;

$m_{сб}$ – кількість вагонів, що переставляються на колію формування подачі;

Після того як вагони підібрано, вони подаються маневровим локомотивом на пункти місцевої роботи, де виконується їх розстановка по фронтах вантажної роботи та вантажні операції.

На товарно-складський комплекс вагони збираються з 5 колій, при середній кількості вагонів $m_{под} = 17$ в подачі: $t_{підб} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 17 = 14,1$ хв.

Тривалість подачі вагонів розраховується за формулою:

$$t_{под} = t_{вит} + t_{ос} \quad (4.18)$$

де $t_{вит}$ – тривалість витягування вагонів;

$t_{ос}$ – тривалість осаджування вагонів на під'їзну колію.

Значення $t_{\text{внт}}$ та $t_{\text{ос}}$ розраховуються за формулою (4.11).

$$t_{\text{внт}} = 1,82 + 0,062 \cdot 17 = 2,87 \text{ хв}$$

$$t_{\text{ос}} = 1,96 + 0,066 \cdot 17 = 3,01 \text{ хв}$$

$$t_{\text{под}} = 2,87 + 3,01 = 5,88 \text{ хв}$$

Розрахунок тривалості подачі вагонів на вантажні фронти ПК ЗЗБВ, ТСК та ПК МФ приводимо у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Тривалість подачі вагонів на вантажні фронти

Назва вантажного фронту	K , колій	$t_{\text{підб}}$, хв	$m_{\text{под}}$, ваг	$L_{\text{под}}$, м	$t_{\text{под}}$, хв	$t_{\text{розм}}$, хв	$t_{\text{пов}}$, хв	$T_{\text{пз}}$, хв
ТСК	5	14,1	17	$\frac{282,52}{27,52}$	5,88	10	1,75	31,73
ЗЗБВ	3	8,4	10	$\frac{177,52}{27,52}$	5,02	10	1,2	24,62
МФ	1	3,3	5	102,52	4,4	10	0,94	18,64

По закінченню вантажних операцій маневровий локомотив збирає вагони з ВФ, та вивозить їх на станцію і підставляє на колію для накопичення вагонів для передаточних поїздів, тривалість повернення дорівнює тривалості подачі.

4.5 Нормування тривалості вантажних операцій

4.5.1 Нормування тривалості вантажних операцій на складах вантажного району

Метою нормування вантажних операцій є визначення тривалості знаходження вагонів під вантажними операціями.

Тривалість вантажних операцій при механізованому їх виконанні визначається за формулою [59]:

$$t_{\text{в}_i} = \frac{m_{\text{под. } i} \cdot q_i}{\Pi_{\text{екс. } i} \cdot z_i} + t_{\text{ПК}} \quad (4.19)$$

де $m_{\text{под. } i}$ – кількість вагонів з i -тим вантажем в подачі;

q_i – кількість вантажу в вагоні;

$\Pi_{\text{екс. } i}$ – експлуатаційна продуктивність вантажно-розвантажувальних машин;

z_i^* – раціональна кількість вантажно-розвантажувальних машин;

$t_{пк}$ – тривалість початкових і кінцевих операцій.

Тривалість розвантаження вагонів з навалочними вантажами на підвищеній колії визначається за формулою:

$$t_v = m_{под} \cdot (t_{вл} + t_{оч} + t_{зл}) + t_{пк} \quad (4.20)$$

де $t_{вл}$, $t_{зл}$ – час на відкривання і закривання люків;

$t_{оч}$ – час на очищення вагонів після виконання вантажних операцій.

Згідно [59] приймаємо: $t_{вл} = t_{зл} = 0,05 \text{ год}$, $t_{оч} = 0,067 \text{ год}$, $t_{пк} = 0,05 \text{ год}$.

Результати розрахунків зведено в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 Розрахунок тривалості вантажних операцій

Назва складу	BPM		$P_{екс}$ $m/год$	По прибуттю					По відправленню				
	Z	Z'		q_i $m/ваг$	$m_{под.i}$ $ваг$	$Q_{под}$ m	$t_{г} \text{ год}$	$t_{г} \text{ хв}$	q_i $m/ваг$	$m_{под.i}$ $ваг$	$Q_{под}$ m	$t_{г}, \text{ год}$	$t_{г}, \text{ хв}$
Склад промислових вантажів	4	3 2	15,4	73	2 1	126 63	2,72 2,10	163,2 126,0	73	2 1	126 63	2,72 2,10	163,2 126,0
Склад продовольчих вантажів	4	3	15,4	68	3	204	4,46	267,6	68	3	180	3,95	237,0
Склад великотон. контейнерів	2	2 2 1	102,9	48	2 4 6 7	80 160 240 280	0,8 1,6 1,2 1,4	48 96 72 84	48	4 6 7 6	160 240 280 240	1,6 1,2 1,4 1,2	96 72 84 72
Склад середньотон. контейнерів	6	3 2 2	43,9	21	8 7 5 9	161,92 141,68 101,2 182,16	1,7 1,3 1,2 2,1	102 78 72 126	21	8 7 5 9	161,92 141,68 101,2 182,16	1,7 1,3 1,2 2,1	102 78 72 126
Склад великовагових вантажів	5	2 2 1	52	57	5 4 5 1	200 160 200 40	1,97 1,59 1,97 0,82	118 95 118 49	57	5 4 5 1	200 160 200 40	1,97 1,59 1,97 0,82	118 95 118 49
Склад навальних вантажів	4	2 1 1	56,5	74	6 5 2	444 370 148	1,1 0,9 0,4	66 54 24	-	-	-	-	-

4.5.2 Нормування тривалості вантажних операцій на під'їзній колії ТЕП

На під'їзну колію Теплова електростанція з підходу В прибувають маршрути з вугіллям, які подаються локомотивом під'їзної колії та розвантажуються за допомогою вагоноперекидувача. На вантажний фронт вагони подаються окремими групами, згідно його місткості (дивись додаток А, таблиця А.5). Очищення залишків вантажу і закривання люків виконується за допомогою вібратора і люкопідійомника, які монтуються на спеціальній порталній фермі.

Тривалість розвантаження вагонів визначається за формулою:

$$t_{\text{розв}} = t_{\text{под}} + m_{\text{под}} \cdot (t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}}) \quad (4.21)$$

де $t_{\text{под}}$ – тривалість подачі і установки вагонів на вантажний фронт;

$m_{\text{под}}$ – кількість вагонів в подачі;

$t_{\text{уст}}$ – тривалість установки вагонів в роторі вагоноперекидача;

$t_{\text{пер}}$ – тривалість перекидання вагону.

$$t_{\text{розв}} = 0,083 + 15 \cdot 0,1 = 1,583 \text{ год.}$$

4.5.3 Нормування тривалості вантажних операцій на під'їзній колії заводу залізобетонних виробів

На завод ЗБВ прибувають щебінь, пісок і метал. Щебінь розвантажуються на підвищених коліях (аналогічно розвантажуються навалочні вантажі на ТСК).

$$t_{\text{розв}} = 4 \cdot (0,05 + 0,067 + 0,05) + 0,05 = 0,72 \text{ год.}$$

Розвантаження піску також виконується на підвищеній колії та визначається аналогічно:

$$t_{\text{розв}} = 5 \cdot (0,05 + 0,067 + 0,05) + 0,05 = 0,89 \text{ год.}$$

Розвантаження металу відбувається на відкритих площадках обладнаних козловими кранами.

$$t_{\text{розв}} = \frac{3 \cdot 74}{33,7 \cdot 1} + 0,05 = 6,64 \text{ год.}$$

Завантаження залізобетонних виробів здійснюється козовими кранами КДКК-10. Порядок розрахунку часу навантаження аналогічний розрахунку

великовагових вантажів на ТСК.

Змінна продуктивність КДКК-10 дорівнює 75,71 тон/зміну:

$$t_{\text{зав}}^{\text{збв}} = \frac{10 \cdot 60}{75,71 \cdot 2} + 0,05 = 4,01 \text{ год.}$$

4.5.4 Нормування вантажних операцій на під'їзній колії МФ

На ПК МФ прибувають вагони з лісом. Ліс розвантажується за допомогою кранів типу ККС-10, продуктивністю 28 т/год. На вантажний фронт вагони подаються окремими групами, згідно з його місткістю.

$$t_{\text{розв}}^{\text{ліс}} = \frac{5 \cdot 44}{28,0 \cdot 2} + 0,05 = 3,97 \text{ год}$$

Характеристика вантажних фронтів під'їзних колій і тривалість вантажних операцій на кожній з них зведена в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Характеристика вантажних фронтів під'їзних колій і тривалість знаходження вагонів під вантажними операціями

Назва п/к і вантажного фронту	Назва вантажу	Фронт подачі	Тип ВРМ	Кількість ВРМ	Продуктивність ВРМ	Тривалість вантажних операцій з 1 вагоном, год	Тривалість вантажних операцій з подачею, год
ТЕС							
а) розвантаження							
ВФ вугілля	Вугілля	15	Вагоноперекладач	2	-	0,1	1,58
ЗЗБВ							
а) розвантаження							
ВФ щебню	Щебінь	4	Підвищена колія, К-05	2	51,43	0,18	0,72
ВФ піску	Пісок	5	Підвищена колія, К-05	2	94,29	0,18	0,89
ВФ металу	Метал	3	Кран загального призначення	1	33,71	2,2	6,64
б) завантаження							
ВФ ЗБВ	ЗБВ	10	КДКК-10	2	75,71	0,4	4,01
МФ							
а) розвантаження							
ВФ лісу	Ліс	5	Кран ККС-10	2	28,0	1,6	3,97

5 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ

5.1 Технологія обробки передаточних поїздів, що надходять у переробку

5.1.1 Обробка составів після прибуття на станцію

Після відправлення поїзда з сусідньої станції черговий по станції сповіщає працівників станційного технологічного центру (СТЦ), пункту технічного обслуговування і комерційного огляду вагонів (ПКО) про номер поїзда, колію приймання і час його прибуття для підготовки до зустрічі поїзда працівниками, які беруть участь в його обробці. Черговий по станції дає вказівки про закріплення состава на колії прибуття згідно технічно-розпорядчого акту (ТРА) станції. При одночасному прибутті кількох поїздів маневровий диспетчер повідомляє працівників ПТО і ПКО про черговість обробки поїздів.

Передаточні поїзда з сортувальної станції С приймаються на 1-4 колію приймально-відправного парку станції. Після зупинки поїзда, його закріплення і відчеплення локомотива працівники пункту технічного обслуговування огорожують состав і починають його огляд.

При технічному обслуговуванні вагонів на коліях приймально-відправного парку виявляються вагони, що потребують відчеплення для здійснення ремонту, а також вагони з технічними несправностями, які можуть бути усунені за час обробки состава.

Відомості про всі несправності, що підлягають усуненню при ремонті без відчепки, оглядачі наносять на вагони крейдові позначки. Вагони, що підлягають відчіпному ремонту розмічаються з уточненням місця проведення ремонту.

У випадку виявлення несправного вагону, що належить країнам СНД і Балтії під час технічного огляду і неможливості виконання безвідчіпного ремонту, маневровий диспетчер повинен організувати першочергове відчеплення вагона і подачу його на спеціально обладнані колії. Відремонтовані вагони, що належать країнам СНД і Балтії позачергово забираються з депо і приймаються необхідні заходи

по відправленню їх згідно плану формування. Маневровий диспетчер особисто контролює першочергове подавання та забирання таких вагонів з місць здійснення робіт по усуненню несправностей.

У процесі підготовки составів до розформування одночасно з технічним оглядом оглядачі здійснюють відпускання автогальм, ремонт автозчіпних пристроїв (постановка розчіплювального приводу, заміна несправних розчіплювальних важелів), роз'єднання автогальмових рукавів.

Паралельно з технічним оглядом приймальники поїздів оглядають вагони в комерційному відношенні для виявлення і усунення комерційних несправностей, які загрожують безпеці руху і збереженню вагонів та вантажів. Одночасно встановлюється наявність запорно-пломбувальних пристроїв (ЗПП і пломб на вагонах з подальшою перевіркою відповідності відомостей про ЗПП і пломби з даними, які вказані в перевізних документах. При супроводженні вантажу стрільцем воєнізованої охорони останній приймає участь в огляді вагонів, які супроводжуються. На вагони з несправностями, усунення яких вимагає подачі на спеціальні колії, а також з комерційними несправностями, які можуть бути усунені на коліях відправлення за час стоянки поїзда, встановлений технологічним процесом, наноситься відповідна позначка крейдою.

Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду состава та зняття огороження оператор ПТО повідомляє старшому оператору СТЦ номери вагонів, які потребують відчеплення для ремонту з подальшим заповненням на ці вагони повідомлень форми ВУ-23, а приймальники поїздів - номери вагонів, які потребують подачі на спеціальні колії (перевантаження, перевірки, виправлення, навантаження) з подальшим складанням на них акта загальної форми ГУ-23.

Про закінчення огляду і зняття огороження оператор ПТО і приймальник поїздів повідомляють чергового по станції і маневрового диспетчера по гучномовному парковому зв'язку або по телефону.

Послідовність виконання операцій по обробці поїзда, який поступив у розформування наступна [60].

Тривалість технологічних операцій прийнята згідно [60].

Операції до прибуття поїзда:

- одержання й коректування телеграмо-натурний лист (ТГНЛ) у СТЦ;
- одержання повідомлення про вихід поїздів із сусідньої станції, повідомлення працівників ПТО та ПКО;
- вихід працівників, що беруть участь в обробці поїзда на колію;

Операції під час прибуття поїзда:

- контрольна перевірка состава у вхідній горловині.

Операції після прибуття поїзда:

- закріплення состава (згідно пункту 4.1 дорівнює $t_{\text{зак}} = 1 \text{ хв}$), відчепка та виїзд локомотива за межі колії (згідно [60] прийнято 2 хв);;
- доставка документів у СТЦ;
- перевірка ТГНЛ і вантажних документів, передача документів на місцеві вагони в товарну контору, складання сортувального листка;
- коректування сортувального листка й передача його виконавцям;
- технічний і комерційний огляд состава, технічний ремонт й усунення комерційних несправностей вагонів; згідно розділу 4.1, $t_{\text{то}} = 20 \text{ хв}$.

Технологія обробки состава передаточного поїзда, що надходить у розформування наведена на рисунку 5.1.

5.1.2 Технологія розформування передаточних поїздів

Роботою гіркового локомотива керує маневровий диспетчер. Зайняття колій під час маневрів допускається тільки з дозволу чергового по станції.

Для виконання маневрової роботи по розформуванню составів передаточних поїздів та підбирання подач на вантажні фронти використовується гірка малої потужності.

Після закінчення технічного обслуговування та зняття огороження гірковий локомотив заїжджає в голову состава передаточного поїзда, складацька бригада вилучає з під составу гальмівні башмаки і, погоджуючи свої дії з черговим по станції та маневровим диспетчером призводить витягування составу на витяжну колію № 6, після чого черговий по станції віддає керування стрілками і сигналами на місцеве управління оператору поста централізації.



Рисунок 5.1 – Технологічний графік обробки передаточного поїзда по прибуттю

Розформування составів поїздів на станції Б виконується на основі завдань маневрового диспетчера, які надаються складачу поїздів кожні 1-1,5 год. Ці завдання складаються на підставі 4-х годинних оперативних планів роботи станції, даних інформації про підхід поїздів і вагонів на станцію, положенням на станційних коліях.

Одержане завдання на маневрову роботу складач поїздів повинен чітко і ясно довести до кожного працівника, який причетний до маневрової роботи: машиніста маневрового локомотиву, регулювальників швидкості руху вагонів і оператора поста централізації.

На гірці малої потужності розформуванням составів керує складач поїздів. Згідно з крейдовою розміткою состава поїзда, що прибув в розформування, маневри виконуються методом поточного сортування. Складач поїздів знаходиться на горбу гірки малої потужності (в зоні розчепки вагонів) і виконує розпуск вагонів.

Перед початком розпуску вагонів складач поїздів переконується через оператора поста централізації в готовності регулювальників швидкості руху вагонів до розпуску та про вилучення гальмових башмаків з-під рухомого складу зі сторони гірки на тих коліях, які будуть використовуватись для розформування та формування составів.

Оператор поста централізації інформує регулювальників швидкості руху вагонів про кількість вагонів у відчепках і порядок їх прямування на сортувальні колії, попереджає про наявність відчепів, що потребують при гальмуванні особливої обережності.

Час на виконання основних операцій по розформуванню составів (заїзд, витягування, насув, розпуск) на сортувальній гірці визначено у розділі 4.2 ($t_3 = 2 \text{ хв}$, $t_{\text{внт}} = 5,1 \text{ хв}$, $t_{\text{нас}} = 2,2 \text{ хв}$, $t_{\text{роз}} = 7,5 \text{ хв}$). Причеплення маневрового локомотива (згідно [60] прийнято 2 хв), зняття закріплення состава (згідно пункту 4.1 $t_{\text{зак}} = 1,2 \text{ хв}$). Технологічний графік роботи гірки по розформуванню составу передаточного поїзда наведений на рисунку 5.2.

5.2 Підготовка составів свого формування до відправлення

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

Назва операції	Тривалість операцій, хв	
Заїзд	2,0	
Прибирання гальмівних башмаків	1,2	
Витягування	5,1	
Насув	2,2	
Розпуск	7,5	
Усього час на розформування	18,0	

Рисунок 5.2 – Технологічний графік роботи гірки

Після закінчення формування (доповідь складача поїздів про закінчення формування), маневровий диспетчер повідомляє оператора ПТО і приймальників поїздів про номер колії, на якій сформований состав і запланований час відправлення поїзда.

Одночасно маневровий диспетчер повідомляє чергового по парку (ДСПП) про місце знаходження сформованого поїзда і всі необхідні дані про поїзд для оформлення запису в Книзі ВУ-14 (пред'явлення вагонів до технічного обслуговування) з указанням часу пред'явлення складу поїзда.

Працівники ПТО огорожують состав сигналами і проводять контроль технічного стану і поточний ремонт вагонів, перевірку на справність автозчепок вагонів, виявляють невідповідність між повздовжніми вісями автозчепів.

При виявленні в составі поїзда вагонів з технічними несправностями, які потребують ремонту, оператор ПТО (старший оглядач) повідомляє маневрового диспетчера і чергового по станції про відчепку вагонів від складу поїзда, на вагоні робить помітку крейдою, виписує повідомлення форми ВУ-23 і вручає ДСЦ, який в свою чергу повідомляє станційний технологічний центр.

Одночасно з технічним обслуговуванням і ремонтом вагонів проводиться комерційний огляд для виявлення несправностей, що загрожують збереженню вантажів і безпеці руху поїздів. Комерційний огляд і усунення комерційних несправностей проводиться з обох боків составу поїзда двома приймальниками поїздів.

При виявленні під час огляду комерційних несправностей, які загрожують безпеці руху і збереженню вантажів, приймальники поїздів оформляють акти загальної форми ГУ-23, які засвідчують своїми підписами, а якщо вагон знаходиться під охороною стрілка воєнізованої охорони, то він також підписує акт форми ГУ-23.

Бланки актів повинні бути пронумеровані і на них проставлений рядковий штампель станції. Кожний акт складається у трьох примірниках. Усі примірники повинні мати однаковий номер.

Перед відправленням поїзда комерційні несправності у вагонах як правило усуваються без відчеплення від составу. В цьому випадку несправності дозволяється усувати на всіх приймально-відправних коліях станції. Коли неможливо усунути несправності без відчеплення від поїзда, на такі вагони наноситься крейдова розмітка і указується місце, куди подати вагон.

Після закінчення комерційного огляду і усунення несправності приймальник поїздів ПКО повідомляє чергового по станції і маневрового диспетчера про готовність поїзда в комерційному відношенні з подальшим оформленням результатів огляду в Книзі форми ГУ-95.

Результати комерційного огляду кожного поїзда оформляються в Книзі ГУ-98 після відправлення. При наявності на станції одночасно декількох поїздів до відправлення дозволяється оформляти результати комерційного огляду після відправлення декількох поїздів, але не більше трьох.

Працівники воєнізованої охорони, які супроводжують вагони, повинні бути повідомлені не пізніше ніж за 2 години до відправлення поїзда і разом з приймальниками поїздів оглядають вагони в комерційному відношенні.

Перед пред'явленням состава, в якому знаходяться вагони з небезпечними вантажами класу 1-ВМ до технічного обслуговування ДСЦ повідомляє старшого оглядача вагонів у зміні про наявність таких вагонів, кількість і місце їх знаходження в поїзді та заходах обережності. Технічне обслуговування таких составів проводиться порядком, передбаченим Правилами перевезення небезпечних вантажів класу 1-ВМ на залізницях з оформленням записів про огляд в спеціальній Книзі

форми ВУ-14 з грифом «Для службового користування», що знаходиться у маневрового диспетчера, який несе відповідальність за своєчасне і правильне заповнення Книги ВУ-14, в якій вказується окрім номерів головного і хвостового вагонів поїзда також номери всіх вагонів з небезпечним вантажем класу 1-ВМ і про необхідність виключити автогальма. Старший оглядач вагонів зобов'язаний зробити відмітку в книзі форми ВУ-14 «Гальма виключені» навпроти номера вагону, в якому дійсно виключені і опломбовані автогальма та засвідчити відмітку своїм підписом.

Після закінчення технічного обслуговування вагонів слюсарі-ремонтники стирають з вагонів усі крейдянні надписи, які були нанесені раніше працівниками ПТО і старший оглядач вагонів впевнившись у відсутності людей під вагонами особисто або через оператора ПТО дає вказівку про зняття огороження і повідомляє чергового по станції про технічну готовність состава з наступним записом про це у Книзі форми ВУ-14.

Під'їзд поїзного локомотива під состав здійснюється тільки після закінчення його огляду в технічному відношенні та знятті огороження. Зняття огороження здійснюється по узгодженню з черговим по станції при централізованому огороженні оператором ПТО, а при огороженні переносними сигналами - оглядачем вагонів.

Про закінчення комерційного огляду приймальники поїздів доповідають черговому по станції і маневровому диспетчеру по парковому зв'язку, по телефону або особисто і здійснюють запис в Книзі реєстрації комерційних несправностей форми ГУ-95. Працівники СТЦ перевіряють сформовані состави, оформляють документи на них.

Забороняється черговому по станції давати дозвіл на зняття огороження до отримання повідомлення від приймальників поїздів про закінчення комерційного огляду состава.

Після причеплення локомотива до составу та доповіді машиніста про включення та випробування автогальм черговий по станції дає команду операторам постів централізації, старшому черговому стрілочного поста або регулювальникам швидкості руху вагонів про вилучення гальмових башмаків.

Тривалість виконання технічних операцій розрахована в розділі 3.1, тривалість операцій по обробці документів прийнята відповідно [60].

Послідовність виконання операцій по обробці поїзда свого формування:

- натурна перевірка состава;
- підготовка документів до відправлення та їх передача на локомотив;
- технічний огляд, комерційний огляд состава й усунення несправностей, $t_{обр} = 19,8 \text{ хв}$ (згідно пункту 4.1).
- заїзд і причеплення поїзного локомотива (згідно [60] прийнято 2 хв), вилучення гальмових башмаків (згідно пункту 4.2 дорівнює $t_{зак} = 1,2 \text{ хв}$);
- проба автогальм (згідно пункту 4.2 дорівнює 10 хв);

Технологічний графік обробки состава свого формування наведено на рисунку 5.3.

Перед відправленням поїзда черговий по станції передає поїзному диспетчеру індекс поїзда, його призначення, номер локомотива, вагу состава, кількість вісей, довжину состава в умовних вагонах. Поїзний диспетчер присвоює поїзду номер і надає дозвіл на його відправлення. При наявності в составі поїзда вагонів, пропуск яких по ділянках вимагає особливих умов, поїзний диспетчер дає диспетчерський наказ по ділянці.

5.3 Технологія обробки маршрутних поїздів, що надходять на під'їзну колію теплової електростанції

Для залізничної станції, до якої примикає під'їзна колія підприємства, що обслуговується власним локомотивом, роботу доцільно організовувати за єдиною технологією.

Єдина технологія взаємодії станції та під'їзної колії, перш за все, передбачає таку послідовність технологічних операцій, за якою виключаються або зводяться до мінімуму непродуктивні затрати часу з вагонами. Крім цього, використовуються найбільш сучасні способи виконання вантажних робіт, прогресивні технологічні норми, а також узгодженість технології роботи станції та під'їзної колії.

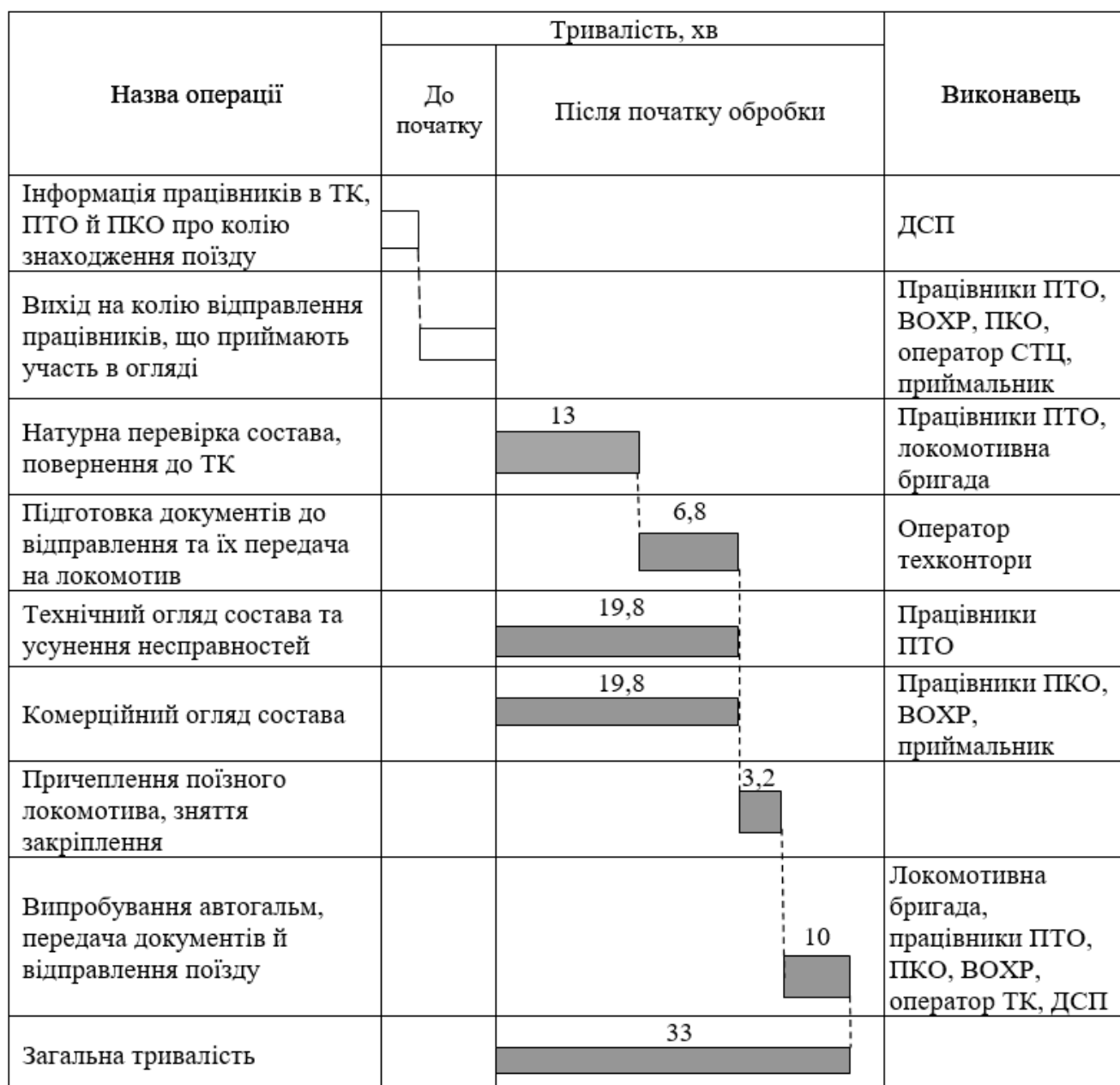


Рисунок 5.3 Технологічний графік обробки состава свого формування

Після прибуття на станцію Б маршрутного поїзда та операцій по закріпленню і відчепленню поїзного локомотива, состав огороджується і виконується технічний та комерційний огляд вагонів бригадами ПТО та ПКО. По закінченню огляду в голову составу подається локомотив під'їзної колії, виконується випробування автогальм та вилучення гальмівних башмаків з під составу працівниками станції за вказівкою першого ДСП, після отримання доповіді машиніста локомотиву під'їзної колії про випробування автогальм. Після приготування і доповіді маршруту локомотивній бригаді виконується подавання вагонів вагонами позаду на під'їзну колію теплової електростанції.

При вивантаженні вагонів на під'їзній колії теплової електростанції прийомоздавальник перевіряє наявність та справність пломбувальних пристроїв на вагонах та одночасно здає вагони утримувачу. Здача підтверджується розпискою сторін, що здають та приймають і пам'ятці прийомоздавального станції має бути присутнім при вивантаженні, якщо необхідна перевірка кількості та стану вантажів.

Під'їзна колія перевіряє масу, та стан вантажу, що завантажено засобами відправника у вагонах, що надійшли з комерційними несправностями. Обов'язково перевіряється маса і стан вантажу у випадку завантаження засобами залізниці.

При накопиченні на під'їзній колії теплової електростанції з під вивантаження достатньої кількості вагонів на маршрут, локомотив під'їзної колії виконує операції по закінченню формування маршруту і з узгодженням з маневровим диспетчером станції виставляє состав на колію відправлення. Після закріплення вагонів і за вказівкою чергового по станції відчіпляється і слідує на під'їзну колію, або під прибуваючий маршрут з вугіллям.

5.4 Організація роботи станційного технологічного центру обробки поїзної інформації та перевізних документів

Своєчасна і якісна переробка вагонопотоку суттєво залежать від якості інформації про підхід вагонів і вантажів. З метою вдосконалення технології обробки інформації на вантажних станціях створюють станційні технологічні центри обробки поїзної інформації та перевізних документів.

Основні завдання СТЦ полягають у наступному:

- одержання і обробка комплексної інформації про підхід поїздів, вагонів і вантажів;
- оформлення перевізних документів на поїзди, що відправляються;
- ведення безперервного номерного обліку наявності та розташування вагонів на коліях накопичення і вантажно-розвантажувальних пунктах;
- складання натурних листів;

- передача в товарну контору перевізних документів на вагони, що прибувають під вивантаження і приймання перевізних документів з товарної контори на завантажені вагони;

- складання сортувальних листків для розформування составів;

- контроль за додержанням плану формування поїздів і установлених норм маси і довжини поїздів;

- контроль за своєчасним відправленням вагонів зі станції та забезпечення збереження перевізних документів;

- передача на інші станції інформації про поїзди, що відправляються, інформації вантажоодержувачу про прибуття вантажів та майбутню подачу вагонів під розвантаження;

- ведення встановлених форм обліку і звітності.

Інформація про состави поїздів, що прибувають в розформування, надходять в СТЦ по телетайпному зв'язку у вигляді ТГНЛ, який друкується в трьох екземплярах.

Оператор СТЦ по прибуттю, на підставі єдиної сітьової розмітки, розмічає ТГНЛ відповідно до встановленого для цієї станції плану формування поїздів і підраховує кількість вагонів та їх вагу по кожному призначенню.

Розмічена ТГНЛ надсилається маневровому диспетчеру для внесення необхідних змін в план розпуску состава та розрахунок составоутворення з подальшою передачею одного екземпляра ТГНЛ в СТЦ для ведення безперервного номерного обліку наявності та розташування вагонів на коліях станції.

В міру того як надходять ТГНЛ на поїзди, що прибувають оператор-інформатор або оператор по прибуттю здійснює вибірку з них вагонів з місцевим вантажем з подальшою передачею інформації про місцеві вагони (номера поїзда, кількості вагонів, одержувача і роду вантажу) маневровому диспетчеру (черговому по станції).

Оператор СТЦ по прибуттю на підставі розмічених ТГНЛ складає сортувальні листки на состави, що підлягають розформуванню.

У сортувальному листку, крім даних, що передбачені формою ДУ-66, для

контролю за розпуском вказується номер головного вагона состава (з боку гірки) і номери останніх вагонів відчепів з п'яти і більше чотиривісних вагонів. Сортувальні листки складаються в необхідній кількості екземплярів і передаються працівникам, що беруть участь у розформуванні составів.

На станціях, що мають гірки, сортувальні листки надсилаються:

- черговим по гірці або гірковому складачу поїздів;
- старшому регулювальнику швидкості руху вагонів;
- складачу поїздів або його помічнику, що виконує розчеплення вагонів;
- оператору ПТО, який здійснює роз'єднання автогальмових рукавів в місцях розчеплення вагонів.

розчеплення вагонів.

Пакет з перевізними документами на состав, підлягає розформуванню, локомотивна бригада опускає в приймальний бункер, встановлений у вхідній горловині, або передає працівнику СТЦ, який зустрічає поїзд, що прибуває.

Після одержання пакету з перевізними документами оператор СТЦ розкриває його, перевіряє наявність документів, звіряє номери вагонів з ТГНЛ і після цього здійснює перевірку вірності попередньої її розмітки. При відсутності ТГНЛ оператор СТЦ перевіряє наявність документів і звіряє номери вагонів, використовуючи для цього результати перевірки поїзда в горловині парку прийому.

У випадку виявлення при контрольній перевірці состава, що прибув, розходжень в розташуванні або розмітці вагонів, а також у випадку одержання від старшого оглядача вагонів, або приймальника поїздів номерів вагонів, що потребують відчипного ремонту або подачі на спеціальні колії, оператор СТЦ вносить необхідні зміни в ТГНЛ і сортувальний листок та повідомляє про це маневровому диспетчеру і черговому по гірці.

5.5 Удосконалення технології роботи станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії

Від ефективності взаємодії вантажної станції та під'їзних колій, що вона обслуговує, в значній мірі залежать такі показники, як загальна тривалість знахо-

дження вагонів на станції, витрати пов'язані з об'ємами роботи по подачі-прибиранню вагонів на (з) вантажні фронти, завантаження маневрових локомотивів та інші.

Одним з шляхів підвищення ефективності обслуговування під'їзних колій є удосконалення технології роботи станції пов'язане з вибором оптимальної кількості подач та прибирань вагонів на вантажні фронти.

В рамках даної дипломної роботи в розділі 6 буде визначено оптимальне технічне оснащення нової під'їзної колії відкритого акціонерного товариства - "Фабрика з виробництва меблів", виходячи з умови роботи вантажного фронту – об'єму вивантаження лісу, режиму роботи, порядку обслуговування вантажних фронтів маневровими засобами. Для визначення раціональної організації обслуговування під'їзної колії буде побудована математична модель вантажного фронту і складено вираз для підрахунку приведених витрат, що є функцією кількості навантажувально-розвантажувальних машин та кількості подач вагонів.

За результатами розрахунків буде виконано техніко-економічне обґрунтування кількості подач вагонів і кранів для підприємства по виробництву меблів та визначено її вартість.

6 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІД'ІЗНОЇ КОЛІЇ ШЛЯХОМ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВАНТАЖНОГО ФРОНТУ ТА КІЛЬКОСТІ ПОДАЧ

6.1 Постановка задачі

При вдосконаленні технології роботи вантажних станцій треба особливу увагу приділити оптимізації роботи вантажних фронтів. У свою чергу, ефективність роботи кожного вантажного фронту (ВФ) визначається множиною різних технічних і технологічних параметрів, серед яких варто особливо виділити наступні [60]:

- кількість вантажо-розвантажувальних механізмів та їх техніко-експлуатаційні характеристики;
- місткість вантажного фронту;
- кількість подач вагонів у добу на ВФ;
- тривалість роботи ВФ протягом доби.

У сучасних умовах зміна місткості ВФ вимагає значних капітальних вкладень і при порівняно невеликих обсягах роботи в більшості випадків є економічно не виправданою. При існуючій місткості вантажного фронту і тривалості роботи в розмірі доби є доцільним оптимізувати такі параметри ВФ як число ВРМ, кількість подач вагонів. При цьому як критерій оптимальності найчастіше приймають річні приведені витрати.

Зі збільшенням числа вантажо-розвантажувальних механізмів зростають капітальні вкладення й витрати на їхню амортизацію та ремонт. Разом з тим за інших рівних умов зі збільшенням числа механізмів скорочується час простою вагонів при навантаженні й вивантаженні й витрати, пов'язані з вагоно-годинами цього простою. Таким чином, можна знайти таку кількість вантажно-розвантажувальних механізмів, при якому приведені витрати будуть мінімальні.

Число подач вагонів також істотно впливає на роботу вантажного фронту. Так зі збільшенням числа подач скорочуються витрати, пов'язані із простоем ваго-

нів під вантажними операціями (внаслідок деякого зменшення числа вагонів у подачі) і простоем на станції в очікуванні подачі. Але при цьому збільшуються витрати на маневрову роботу, пов'язану з подачею й прибиранням вагонів.

У цьому зв'язку в рамках даного розділу було поставлене завдання вибрати оптимальні значення параметрів (кількість ВРМ та число подач вагонів) на прикладі вантажного фронту меблевої фабрики.

Оптимальне технічне оснащення вантажного фронту меблевої фабрики визначаємо в такій послідовності: встановлюємо умови роботи проектного вантажного фронту – об'єм навантаження і вивантаження, режим роботи (цілодобовий, не цілодобовий), характер надходження транспортних засобів в часі і по кількості (детермінований, випадковий), порядок обслуговування вантажних фронтів маневровими засобами, вид промислового транспорту, який зв'язує прирейковий склад з виробничими цехами підприємства; вибираємо раціональні варіанти навантажувально-розвантажувальних і складських робіт. Потім будується математична модель вантажного фронту і складається вираз для підрахунку приведених витрат, що є функцією кількості навантажувально-розвантажувальних машин, кількості подач вагонів, часу роботи вантажного фронту, довжини підвищеної колії або розвантажувальної естакади.

6.2 Математичне моделювання роботи вантажних фронтів

Вантажний фронт, оснащений навантажувально-розвантажувальними механізмами, є системою масового обслуговування. Обслуговуючими апаратами її є навантажувально-розвантажувальні машини і установки, вхідним потоком заявки, які поступають на вантажний фронт для завантаження або розвантаження, транспортні засоби: вагони, автомобілі, судна. Значне значення для коректного математичного опису роботи вантажного фронту має ретельне вивчення вхідного потоку заявок і функціонування системи обслуговування [61].

При детермінованому режимі роботи вантажного фронту, що характеризується регулярним вхідним потоком транспортних засобів або надходженням їх по розкладу, постійним часом виконання вантажних операцій, можна уникнути появи у вантажного фронту черги і виключити час очікування вагонами, автомобілями,

суднами обслуговування. Коректні аналітичні методи визначення середньої довжини черги і середнього часу очікування найповніше розроблені для найпростішого вхідного потоку. Згідно розподілу Пуассона зміна частоти надходження вагонів k визначає наступним виразом [61]:

$$P_h(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (6.1)$$

де λ - інтенсивність надходження на вантажний фронт вагонів, автомобілів, судів;

$P_h(t)$ - вірогідність того, що за період t на вантажний фронт надходить k вимог.

Випадки, коли характер надходження транспортних засобів на вантажний фронт інтерпретується найпростішим вхідним потоком, зустрічаються досить часто. Більше того, найпростіший потік виконує в теорії масового обслуговування таку ж роль, як нормальний закон розподілу в теорії ймовірності.

Вантажний фронт може функціонувати як однолінійна або багатолінійна система обслуговування. У першому випадку до кожної навантажувально-розвантажувальної машини або групи машин поступає певний вхідний потік транспортних засобів. Простий приклад однолінійної системи – вантажний фронт, оснащений однією навантажувально-розвантажувальною машиною або установкою. До однолінійної системи обслуговування слід також віднести вантажний фронт, оснащений групою машин, при цьому вимогою необхідно вважати подачу, що складається з декількох вагонів. Група навантажувально-розвантажувальних машин є сукупним обслуговуючим апаратом.

При багатолінійній системі вимоги (транспортні засоби) поступають для обслуговування до будь-якої вільної навантажувально-розвантажувальної машини. Приклад багатолінійної системи: декілька екскаваторів або тракторних навантажувачів, які з відвала у підвищеної колії вантажать в автомобілі односторонній насипний вантаж (пісок, щебінь, кам'яне вугілля). Можна уявити собі і складнішу систему обслуговування – поєднання багатолінійної і однолінійної. Наприклад, крупні

контейнерні пункти мають в своєму розпорядженні декілька контейнерних майданчиків, кожен з яких обслуговують два-три і більш кранів. В цьому випадку комплекс контейнерних майданчиків є багатолінійною системою обслуговування вагонів. Кожен же майданчик, що є окремим вантажним фронтом, є однолінійною системою (або підсистемою) обслуговування. Таким чином, для визначення типу системи обслуговування вантажного фронту вирішальне значення має не формальна ознака – число навантажувально-розвантажувальних машин, а технологія їх використання.

Система обслуговування вантажних фронтів відноситься до систем без витрат (з очікуванням), оскільки в переважній більшості випадків транспортні засоби доти не можуть покинути її, поки з ними не будуть завершені вантажні операції. До найважливіших показників функціонування таких систем відносяться час обслуговування (виконання вантажних операцій) і дисципліна черги, яка характеризується наявністю або відсутністю пріоритетів обслуговування транспортних засобів. Найпоширеніший випадок обслуговування транспортних засобів на вантажному фронті такий, коли закон розподілу тривалості виконання вантажних операцій є показниковим (експоненціальним). Як відомо, при цьому функція розподілу має вигляд [61]:

$$P(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (6.2)$$

де $P(t)$ - вірогідність того, що час обслуговування не перевищує деякої величини t ;

μ - величина, зворотна середньому часу обслуговування.

Припустивши, що закон зміни часу обслуговування такий же, як і закон зміни числа вагонів в подачі, формулу (6.2) можна переписати таким чином:

$$P(m) = 1 - e^{-\frac{m}{m_{\text{cp}}}} \quad (6.3)$$

де m_{cp} - середнє число вагонів в подачі;

$P(m)$ - вірогідність того, що кількість вагонів в подачі не перевищує деякої величини m .

Якщо при розрахунку вантажного фронту, крім визначення оптимальної кількості навантажувально-розвантажувальних машин і установок, необхідно також встановити найвигідніше число подач, то тоді не можна обмежитися розглядом тільки фази обробки вагонів у вантажного фронту. У такій ситуації необхідно вивчити особливості функціонування багатофазної системи обслуговування, що складається з окремих підсистем, кожна з яких відповідає певній фазі обробки вагонів на вантажній станції.

На рисунку 6.1 представлена структурна схема такої багатофазної системи обслуговування [61].

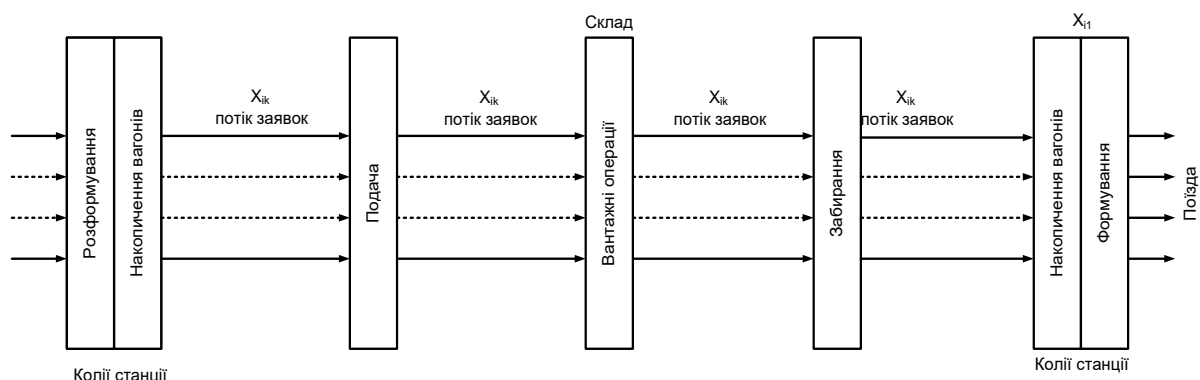


Рисунок 6.1 Структурна схема багатофазної системи обслуговування

Наведена системи має наступні особливості функціонування.

Перша фаза технологічного процесу – розформування прибулого складу для підборки вагонів по роду вантажів. Обслуговуючий апарат цієї підсистеми – маневровий локомотив; потік заявок – вагони, що очікують розформування. Система обслуговування однолінійна.

Друга фаза – накопичення вагонів на сортувальних коліях станції і очікування подачі. Колії накопичення – своєрідний бункер, буферна місткість між першою і третьою фазами системи, згладжуючи нерівномірність їх роботи.

Третя фаза – подача вагонів із станційних колій до фронтів навантаження або вивантаження. Обслуговуючий апарат даної підсистеми – маневровий локомотив, потік вимог – вагони, що очікують на коліях сортувального парку. Підсистема

обслуговування може бути однолінійною або багатолінійною. У першому випадку маневрові локомотиви спеціалізовані по окремих районах станції і подають вагони тільки до певних фронтів (прибирають з них), в другому – використання локомотивів знеособлене, заявки на обслуговування поступають до будь-якого вільного локомотива.

Четверта фаза – навантаження або вивантаження вагонів, поданих до вантажних фронтів. Сукупний обслуговуючий апарат підсистеми – навантажувально-розвантажувальні механізми, потік заявок – вагони, що очікують навантаження або вивантаження. Підсистема обслуговування однолінійна.

П'ята фаза – вивіз вагонів з вантажного фронту на колії станції. Характеристика цієї фази така ж, як і у третій фазі.

Шоста фаза – формування складу після деякого перебування вагонів в бункері. Її характеристики аналогічні характеристикам першої підсистеми.

Важлива особливість багатозадачних систем обслуговування вантажних фронтів та, що вимога не може покинути жодну з підсистем до тих пір, поки вона не буде обслугована. Якщо вхідний потік, що поступив у фазу j , найпростіший з показниковим законом розподілу часу обслуговування, то він також залишається найпростішим і на виході цієї підсистеми і на вході у фазу $j+1$. Щоб одержати достовірні статистичні розподіли, що описують характер нерівномірності, вивчати роботу вантажного фронту в натурі або за даними статистики слід протягом тривалого періоду часу – не менше року, що дозволить врахувати нестационарний режим роботи – сезонні коливання перевезень. Для побудови статистичних розподілів початкову інформацію можна одержати з натурних листів і відомостей подачі і прибирання вагонів. У натурних листах, як відомо, указують час прибуття вагонів на станцію примикання, кількість вантажів в них, розкладання вагонів по окремих вантажних фронтах. У відомостях подачі і прибирання вагонів міститься інформація про час подачі вагонів на під'їзні колії, їх число і тривалості вантажних операцій.

На крупних під'їзних коліях, які мають в своєму розпорядженні спеціальні промислові станції і пости, обслуговуючі один або групу вантажних фронтів, крім

цього необхідно мати інформацію про характер надходження вагонів на ці станції для кожного вантажного фронту окремо.

За результатами обробки спостережень або статистичних матеріалів будують таблиці і гістограми розподілів, які порівнюють з теоретичними. Теоретичний закон розподілу вибирають відповідно до виду гістограми статистичного розподілу, а потім перевіряють по загальноприйнятим критеріям.

Структура вхідного потоку і функціонування системи обслуговування на вантажному фронті значною мірою визначаються типом навантажувально-розвантажувальних машин і установок (стаціонарні, пересувні) і технологією їх використання під час вступу на склад декількох вхідних потоків, видом промислового транспорту, що сполучає прирейковий склад з цехами промислового підприємства. Помітимо, що стаціонарні навантажувально-розвантажувальні машини і установки: вагоноперекидачі, інерційні розвантажувальні машини, розвантажувальні машини скребкового типу, бульдозери, бункерні пристрої, буро-фрейзерні машини і ін. – обслуговують тільки вхідний потік вагонів. Зв'язки вантажного фронту з цеховими складами здійснюють машини безперервного транспорту.

При застосуванні на вантажному фронті пересувних навантажувально-розвантажувальних машин і установок, таких, як мостові, козлові, порталні і башенні крани, іноді прирейковий склад також з'єднується з цехами підприємства пристроями безперервного транспорту. Наприклад, нижні лісові склади сполучені з обробними майданчиками сортувальними конвеєрами, що доставляють деревину до штабелів зберігання; склади прокату пов'язані з прокатним цехом роликowymi конвеєрами. У цих випадках навантажувально-розвантажувальні машини обслуговують два вхідні потоки: вагони і потік вантажів, переміщуваних конвеєрами.

Якщо на вантажному фронті застосовують пересувні навантажувально-розвантажувальні машини (крани, навантажувачі), а транспортні зв'язки між прирейковим складом і цехами здійснюються автомобільним і рейковим транспортом, то можна відзначити два випадки функціонування системи обслуговування: перший – одні і ті ж навантажувально-розвантажувальні машини обслуговують обидва вхідні потоки, другий – машини спеціалізовані так, що кожна їх група виконує вантажні

операції або з вагонами, або з транспортними засобами підприємства. У останньому випадку на складі створюють дві незалежно функціонуючі системи обслуговування, як, наприклад, на складах тарно-штучних вантажів, оснащених роликотими гравітаційними стелажми і кранами-штабелерами, одна частина яких обслуговує вагони, а інша транспортні засоби підприємства.

Аналогічно на складах насипних вантажів розвантажувальні машини скребкового або елеваторного типів використовуються на розвантаженні вагонів, а грейферні крани або ковшові навантажувачі – на завантаженні транспортних засобів підприємства. Такий спосіб використання машин характерний і для складів насипних вантажів, на яких розвантаження піввагонів здійснюється на підвищених коліях і естакадах, а завантаження автомобілів – навантажувачами, кранами і екскаваторами. Разом з тим пересувні навантажувально-розвантажувальні машини на складах контейнерів, лісоматеріалів, і тарно-штучних вантажів обслуговують два вхідні потоки і є однією системою обслуговування.

Вкажемо особливості отриманні інформації, необхідної для розрахунку вантажних фронтів, що реконструюються і проєктованих. При реконструкції існуючого вантажного фронту початкову інформацію, необхідну для розрахунку, – дані про вхідний потік, розподіл часу обслуговування, функціонування системи обслуговування – можна одержати, безпосередньо вивчивши об'єкт. При проєктуванні нового вантажного фронту значну частину інформації одержують лише апріорі. При цьому доцільно керуватися наступними міркуваннями:

- коли вагони поступають і відправляються маршрутами, вхідний потік можна вважати детермінованим, а час виконання вантажних операцій при незмінному складі маршруту – постійним;

- якщо транспортні зв'язки між прирейковим складом під'їзної колії і цеховими складами передбачаються здійснювати засобами безперервного транспорту, то вхідний потік заявок з боку промислового підприємства можна прийняти детермінованим;

- у решті випадків вхідний потік транспортних засобів з боку магістрального і промислового транспорту можна прийняти найпростішим, а закон розподілу часу

виконання вантажних операцій – показниковим. Основний аргумент на користь такого допущення той, що при пуассонівському розподілі частоти надходження вимог в систему обслуговування (вантажний фронт) і показниковому розподілі часу обслуговування час очікування транспортними засобами виконання вантажних операцій буде найбільшим в порівнянні зі всіма іншими видами розподілів.

- якщо на підприємстві не проектується цехові склади або місткість їх передбачається незначною, то робота промислового транспорту, що здійснює транспортні зв'язки між цехами і прирейковим складом, визначається технологічним процесом цехів і тому вхідний потік транспортних засобів (вагонів, автомобілів) можна прийняти регулярним;

Отже, переробна здатність буде розрахована для найскрутніших умов функціонування вантажного фронту, що практично дозволить виключити затримки транспортних засобів в очікуванні вантажних операцій і підвищити надійність роботи.

6.3 Дослідження залежності приведених витрат від кількості машин та кількості подач при детермінованому характері роботи

Детермінований режим роботи вантажного фронту характеризується надходженням транспортних засобів по розкладу або через певні інтервали (регулярний вхідний потік) і постійним (або близьким до нього) часом виконання вантажних операцій. Для найзагальнішого випадку оптимізації роботи вантажного фронту, коли визначають найвигідніші значення числа навантажувально-розвантажувальних машин u і подач x , часу роботи складу протягом доби T , складемо вираз приведених витрат [62]:

$$R = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9 \quad (6.4)$$

де C_1 – витрати, пов'язані з амортизацією і ремонтом навантажувально-розвантажувальних машин, з урахуванням коефіцієнта ефективності капітальних вкладень, грн.:

$$C_1 = 0,01Ky(A + \Delta) \quad (6.5)$$

де K – вартість навантажувально-розвантажувальних машин з урахуванням їх монтажу і транспортування, *грн.*;

y – число навантажувально-розвантажувальних машин;

A – відсоток річних відрахувань на амортизацію навантажувально-розвантажувальних машин;

Δ – галузевий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

C_2 – витрати, пов'язані з вагоно-годинами простою при завантаженні і розвантаженні вагонів, *грн.*

Під час надходження вагонів на адресу вантажного фронту маршрутами:

$$C_2 = 365 \frac{Q_m N c_b}{y q_n} \quad (6.6)$$

окремими групами:

$$C_2 = 365 \frac{N^2 q_b c_b}{x q_n} \quad (6.7)$$

де Q_m – середня вага маршруту нетто, *т*;

N – середня кількість вагонів, що поступають на вантажний фронт протягом доби, в умовних одиницях;

c_b – вартість 1 вагоно-години простою, *грн.*;

q_n – експлуатаційна продуктивність машини, *т/год*;

q_b – середнє статичне навантаження умовного вагону, *т*;

x – число подач на вантажний фронт за добу;

C_3 – витрати, пов'язані з простоем вагонів промислового підприємства при навантаженні і розвантаженні. При постійній кількості подач їх визначають за формулою (6.6), якщо кількість подач не фіксується – за формулою (6.7);

C_4 – витрати, пов'язані з подачею і прибиранням вагонів з вантажного фронту.

При надходженні вагонів маршрутами і застосуванні стаціонарних навантажувально-розвантажувальних машин і установок:

$$C_4 = 365n(\tau_{0м}y + \tau_{п})c_{л} \quad (6.8)$$

Якщо маршрут перед подачею ділиться на частини:

$$C_4 = 365n_{м}x_{м}(\tau_{0м}y + \tau_{п})c_{л} \quad (6.9)$$

Якщо вагони поступають до вантажного фронту окремими групами при застосуванні стаціонарних навантажувально-розвантажувальних машин і установок:

$$C_4 = 365x(\tau_{0м}y + \tau_{п})c_{л} \quad (6.10)$$

Під час надходження вагонів маршрутами і застосуванні пересувних навантажувально-розвантажувальних машин:

$$C_4 = 365n_{м}x_{м}\tau_{м}c_{л} \quad (6.11)$$

Під час надходження вагонів окремими групами:

$$C_4 = 365x\tau_{м}(c_{л} + Nc_{в}) \quad (6.12)$$

де $\tau_{0м}$ – час проходження маневрового локомотива з складом до стрілок, що ведуть на навантажувально-розвантажувальні колії і назад, год;

$\tau_{п}$ – час розстановки вагонів на навантажувально-розвантажувальних коліях, год;

$n_{м}$ – число маршрутів, що поступають на склад протягом доби;

$c_{л}$ – вартість 1 локомотиво-години маневрової роботи;

y – кількість комплектів однотипних навантажувально-розвантажувальних машин, встановлених на кожній навантажувально-розвантажувальній колії;

$\tau_{м}$ – сумарна середня тривалість подачі і прибирання вагонів, год;

C_5 – витрати, пов'язані з вагоно-годинами очікування $x_m - 1$ груп вагонів подачі на склад:

$$C_5 = \frac{365NQ_m}{yq_{\Pi}} \left(1 - \frac{1}{x_m} \right) c_B \quad (6.13)$$

C_6 – витрати, обумовлені вагоно-годинами накопичення під час вступу вагонів на адресу вантажного фронту окремими групами в різних потягах в інтервалах між двома послідовними подачами:

$$C_6 = 365 \frac{Nc_B 12}{x} \quad (6.14)$$

C_7 – витрати, пов'язані з очікуванням вагонами виконання вантажних операцій, що обумовлені не цілодобовою роботою вантажного фронту:

$$C_7 = 365N\tau_0 c_B \quad (6.15)$$

τ_0 – час очікування подачі вагонами, що поступають на станцію в періоди, коли вантажний фронт не працює, год. Якщо довжина фронту робіт не обмежена і всі вагони, що прибули під час перерви в роботі складу, можуть бути відразу подані до вантажного фронту, вагоно-години простою визначаються залежністю:

$$N\tau_0 = \frac{T^2 N}{24 \cdot 2x} + \frac{N(24-T)^2}{2 \cdot 24} \quad (6.16)$$

Якщо довжина фронту обмежена і вагони не можуть бути подані відразу:

$$N\tau_0 = \frac{TN}{2x} + \frac{(24-T)^2 N}{2 \cdot 24} \quad (6.17)$$

Співвідношення (6.16) і (6.17) одержані виходячи з міркування, що за період роботи вантажного фронту T поступає $\frac{NT}{24}$, а за час перерв $\frac{(24-T)}{24} N$ вагонів.

Помітимо, якщо в загальних витратах враховується складова C_7 , то з розгляду виключається C_6 .

C_8 – витрати на утримання складу і навантажувально-розвантажувальних механізмів:

$$C_8 = 365T(ya + a_c) \quad (6.18)$$

Вони складаються з двох складових: витрат на обслуговування навантажувально-розвантажувальних механізмів (враховуються при почасовій оплаті праці механізаторів) у розмірі $365yTa$, де a – заробітна платня працівників, обслуговуючих навантажувально-розвантажувальну машину, віднесена до 1 години її роботи; витрат на утримання прийомоздавачів вантажу, комірників і інших категорій працівників складу, рівних $365yTa_c$, де a_c – вартість утримання складу, віднесена до 1 години його роботи:

$$C_9 = 0,01(A_n + \Delta)2 \cdot \frac{L_m}{x_m} \kappa_n \quad (6.19)$$

де A_n – річні відрахування на амортизацію і ремонт вантажно-розвантажувальних колій, %;

L_m – довжина маршруту, м;

κ_n – вартість будівництва 1 пог. м вантажно-розвантажувальних колій.

При оснащенні вантажного фронту рухомими машинами, C_9 слід враховувати лише тоді, коли довжина складу, що визначається його площею і ємністю, менше довжини маршруту. При надходженні на склад, що оснащені стаціонарними вантажно-розвантажувальними установками, вагонів окремими групами вираз (6.19) приймає вигляд:

$$C_9 = 0,01(A_n + \Delta) \frac{Nl_b}{x} \cdot 2\kappa_n \quad (6.20)$$

де l_b – довжина умовного вагону, м. При оснащенні вантажного фронту рухомими вантажно-розвантажувальними машинами із виразів (6.19) і (6.20) необхідно виключити коефіцієнт 2.

Виведемо розгорнуті вирази приведених витрат для кількох типів вантажних фронтів. Функціонал для вантажного фронту, що оснащений рухомими вантажно-розвантажувальними машинами і установками, коли вагони поступають окремими групами:

$$R = C_1 + C_2 + C_4 + C_7 + C_8 \quad (6.21)$$

Враховуючи формули (6.5), (6.6), (6.11), (6.15) – (6.18) розвернемо вираз

$$R(x, y, T) = a_1 y + \frac{a_2}{xy} + a_3 x + a_4 y T + a_5 T + a_6 \left(\frac{T}{x} + \frac{(24 - T)^2}{24} \right) \quad (6.22)$$

де

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= 0,01K(A + \Delta) & a_2 &= \frac{365N^2 q_b c_b}{q} \\ a_3 &= 365\tau_m c_l & a_4 &= 365a \\ a_5 &= 365a_c & a_6 &= \frac{365Nc_b}{2} \end{aligned} \right\} \quad (6.23)$$

Обмеження:

$$\begin{aligned} y_{\min} &\leq y \leq y_{\max} ; \\ x_{\min} &\leq x \leq x_{\max} ; \\ T_{\min} &\leq T \leq 24 ; \end{aligned}$$

y_{\min} – мінімальна кількість вантажно-розвантажувальних машин, що визначається об'ємом роботи:

$$y_{\min} = \frac{Nq_b k}{q_n (T - \sum t_{\text{пер}} - x_{\min} \tau_h)} \quad (6.24)$$

де q_n – виробнича норма виробітку машини, віднесена до однієї години її роботи;

x_{\min} – мінімальна кількість подач, що визначається довжиною вантажного фронту або необхідною регулярністю його обслуговування, коли при всіх умовах k – нерівномірність прибуття вантажу, $k=1,2$.

$$x_{\min} = \frac{Nl}{L_{\phi}}, \quad (6.25)$$

де L_{ϕ} – довжина фронту робіт, м;

T_{\min} – мінімальний час роботи складу, год.

$$T_{\min} = \frac{Q_n}{q_n y} \quad (6.26)$$

Враховуючи відношення (6.25) – (6.26), систему (6.23) зведемо до двох умов:

$$\begin{aligned} \frac{Q_n}{q_n T} \leq y \leq y_{\max}; \\ \frac{Nl}{L_{\phi}} \leq x < x_{\max} \text{ або } c \leq x \leq x_{\max} \end{aligned} \quad (6.27)$$

Значення y_{\max} і x_{\max} визначаються величиною ресурсів, що виділяються на механізацію та автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт і маневрову роботу. Таким чином, задача заключається в тому, щоб знайти такі x , y , які мінімізували б функціонал (6.22) при дотриманні обмежень (6.27).

Коли оптимізація технічного оснащення і режиму роботи вантажного фронту виконується тільки по параметрах (кількість подач і кількість вантажно-розвантажувальних машин), то вираз (6.22) має вигляд:

$$R(x, y) = a_1 y + \frac{a_2}{xy} + a_3 x + \frac{a_4}{x} \quad (6.28)$$

$$\text{де } a_4 = \frac{365 N c_B T}{2}.$$

Якщо визначається тільки оптимальна кількість вантажно-розвантажувальних машин, то вираз (6.22) має вигляд:

$$R(y) = a_1 y + \frac{a_2}{y} \quad (6.29)$$

де $a_1 = 0,01K(A + \Delta) + 365aT$.

За допомогою наведеної методики в наступному розділі буде визначено оптимальне технічне оснащення вантажного фронту під'їзної колії МФ та кількості подач вагонів за добу.

6.4 Техніко-економічне обґрунтування кількості подач вагонів і кранів для підприємства по виробництву меблів

Оптимальна кількість подач і навантажувально-розвантажувальних машин при регламентованому часі роботи ($T = \text{const} = 24 \text{ год}$) полягає в знаходженні таких оптимальних параметрів x , y , при яких забезпечується мінімум сумарних витрат.

$$R(y, x) \rightarrow \min, \quad (6.30)$$

де x - кількість подач

y - кількість навантажувально-розвантажувальних машин.

Приведені витрати визначаються за формулою:

$$R = C_1 + C_2 + C_3 + C_4,$$

де C_1 – витрати, пов'язані з амортизаційними відрахуваннями на навантажувально-розвантажувальні машини, *грн*;

C_2 – витрати, пов'язані з вагоно-годинами простою при виконанні вантажних операцій, *грн*;

C_3 – витрати, пов'язані з маневровим обслуговуванням, *грн*;

C_4 – витрати, пов'язані з очікуванням вагонами початку операцій, *грн*.

Використовується метод одиничних витратних ставок з урахуванням їх величини на Придніпровській залізниці станом на 01.01.2019 р.

Витрати на амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$C_1 = 0,01K(A + \Delta) \cdot y = a_1 \cdot y$$

де K - вартість одного крану КК-5, приймаємо вартість крану з прольотом 16 м $K=150000$ грн;

A - норма амортизаційних відрахувань, приймаємо $A=8,8\%$;

Δ - ставка дисконтування, приймаємо $\Delta = 10\%$;

Витрати, пов'язані з вагоно-годинами простою при виконанні вантажних операцій розраховуються за формулою:

$$C_2 = \frac{365N^2 q_{\text{в}} c_{\text{в}}}{q \cdot x \cdot y} = \frac{a_2}{x \cdot y}, \quad (6.31)$$

де N - добова переробка вантажу, $N = 18$ ваг;

q - експлуатаційна продуктивність крану $q = 28,0$ т/год;

$c_{\text{в}}$ - вартість 1 вагоно-години простою, приймаємо $c_{\text{в}} = 2,36$ грн.

$q_{\text{в}}$ - середнє статичне навантаження умовного вагону, $q_{\text{в}} = 44$ т;

Витрати, пов'язані з маневровим обслуговуванням розраховуються за формулою:

$$C_3 = 365\tau_{\text{м}}(c_{\text{л}} + N \cdot c_{\text{в}}) \cdot x = a_3 \cdot x, \quad (6.32)$$

де $\tau_{\text{м}}$ - час на маневрову роботу, прийнято $\tau_{\text{м}} = 0,83$ год;

$c_{\text{л}}$ - вартість маневрової локомотиво-години, прийнято $c_{\text{л}} = 840,3$ грн.

Витрати, пов'язані з очікуванням вагонами початку операцій розраховуються за формулою:

$$C_4 = \frac{365Nc_{\text{в}} \cdot T}{2 \cdot x} = \frac{a_4}{x}, \quad (6.33)$$

Сумарні витрати мають вигляд:

$$R(x, y) = a_1 y + \frac{a_2}{xy} + a_3 x + \frac{a_4}{x}$$

На параметри накладаються наступні обмеження:

$$\begin{aligned} y_{\min} &\leq y \leq y_{\max} ; \\ x_{\min} &\leq x \leq x_{\max} ; \\ x, y &\geq 0 \end{aligned}$$

де y_{\min} - мінімальне число кранів, що забезпечують необхідну переробну спроможність;

x_{\min} - мінімальна кількість подач вагонів на вантажний фронт.

Мінімальне число кранів, що забезпечують необхідну переробну спроможність розраховують за формулою:

$$y_{\min} = \frac{Nq_k k}{q_n (T - \sum t_{\text{пер}} - x_{\min} \tau_h)}, \quad (6.34)$$

де q_n – виробнича норма виробітку машини, віднесена до однієї години її роботи;

x_{\min} – мінімальна кількість подач, що визначається довжиною вантажного фронту або необхідною регулярністю його обслуговування, коли при всіх умовах $x_{\min} \leq c$

k – нерівномірність прибуття вантажу, $k=1,2$.

Мінімальну кількість подач розраховують за формулою:

$$x_{\min} = \frac{Nl}{L_{\phi}} \quad (6.35)$$

де L_{ϕ} – довжина фронту робіт, м;

T_{\min} – мінімальний час роботи складу, год.;

y_{\min} – мінімальна кількість кранів, $y_{\min} = 1$ кранів;

x_{\max} - максимальна кількість подач, $x_{\max} = 6$ подач;

Обмеження мають вигляд:

$$y \geq 1 ;$$

$$4 \leq x \leq 6 ;$$

Вирішення поставленої задачі :

$$C_1 = 0,01 \cdot 150000(8,8 + 10) \cdot y = 28200 \cdot y$$

$$C_2 = \frac{365 \cdot 18^2 \cdot 44 \cdot 2,08}{28,0 \cdot x \cdot y} = \frac{386541}{x \cdot y}$$

$$C_3 = 365 \cdot 0,83(840,3 + 18 \cdot 2,36) \cdot x = 267438 \cdot x$$

$$C_4 = \frac{365 \cdot 18 \cdot 2,36 \cdot 12}{2 \cdot x} = \frac{93031}{x}$$

Тоді цільова функція має вигляд:

$$R(x, y) = 28200y + \frac{386541}{xy} + 267438x + \frac{93031}{x}$$

Так, наприклад при $x=4$ подачі та $y=2$ крани приведені витрати дорівнюють

$$R(x, y) = 28200 \cdot 1 + \frac{386541}{3 \cdot 1} + 267438 \cdot 3 + \frac{93031}{3} = 990371 \text{ грн}$$

Вирішення задачі наведено в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 - Значення приведених витрат в залежності від x та y

$y \backslash x$	3	4	5	6
1	990371	937845	961304	1012757
2	974148	918431	9750850	1008745
3	100873	929822	1066166	1126208

З таблиці робимо висновок , що оптимальною технологією обслуговування під'їзної колій підприємства по виробництву меблів є технологія, яка передбачає наявність двох кранів та чотирьох подач вагонів на під'їзну колію. При цьому цей варіант коштує 918431 грн, це найменші приведені витрати з розрахованих варіантів.

7 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ

Добовий план-графік технології роботи вантажної станції Б та під'їзних колій, які примикають до неї, є графічним відображенням імітаційної моделі, яка призначена для виявлення найбільш доцільних умов взаємодії всіх складових підрозділів вантажного комплексу станції. Звичайно, в графічному виконанні він є лише одним із можливих варіантів функціонування, але за достатньої професійної підготовки виконавця, а також доцільності методичних і технологічних прийомів, якими він користується під час підготовки та складання плану-графіка, його можна вважати достатньо раціональним методом моделювання роботи станції [55, 63].

Безпосередньо план-графік має вигляд сітки, у якій зліва по вертикалі наведено повніший перелік елементів схеми станції та вантажних об'єктів товарно-складського комплексу і прилеглих під'їзних колій заводу залізобетонних виробів, теплової електростанції та меблевої фабрики, які згруповано за технологічним призначенням. Вправо – сітка часу на 24 години з виділенням годинних і десятихвилинних інтервалів. Графічна модель роботи станції і під'їзної колії складається з:

- графіків руху поїздів на прилеглих до станції перегонах (дивись Додаток А.4, таблиця А.6) та між станцією і під'їзними коліями;
- графіка роботи станції, вантажного району і під'їзних колій ЗЗБВ, ТЕС та МФ з зазначенням роботи маневрових локомотивів, займання сортувальних пристроїв, простою вагонів на станції та вантажних фронтах в очікуванні технологічних операцій та під цими операціями.

Графік руху поїздів на перегонах, які примикають до станції розташовуємо зверху так, як станція тупикового типу. Примикаючі до станції Б перегони розташуємо так, щоб лінії ходу над ходячих непарних поїздів, які прибувають прокладалися зверху униз, а парних - знизу вверх.

Нижче графіка відображаємо заняття основних стрілочних переводів в парній та непарній горловинах станції для контролю можливості одночасного руху поїздів та маневрових составів.

7.1 Нормування тривалості основних технічних операцій

Підставою для складання плану-графіку станції є відомість технічних норм на виконання операцій з поїздами, составами, вагонами та локомотивами.

Основні норми часу на виконання технічних операцій на станції Б розраховані в розділі 4 та наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Відомість норм часу на виконання технічних операцій

Назва операції	Тривалість, хв
Приготування маршруту прийняття чи відправлення поїзда та його заняття	0,15
Заняття поїздом маршруту відправлення та звільненість маршруту	5,6
Обробка передаточного поїзда, що надходить у переробку	20
Обробка поїзда свого формування у приймально-відправному парку	20
Обробка маршруту під вивантаження у приймально-відправному парку	25
Обробка маршруту з під вивантаження у приймально-відправному парку	29
Розформування состава через гірку	17,8

Норми часу на подачу і забирання вагонів на вантажні фронти товарно-складського комплексу та під'їзних колій заводу залізобетонних виробів та меблевої фабрики наведені в розділі 4 (див. табл. 4.1).

Тривалість вантажних операцій на вантажних фронтах станції та під'їзних колій наведена в табл. 4.2 та 4.3. У всіх випадках як подачу вагонів на вантажні фронти, так і їх виставку під накопичення, слід передбачити при мінімальній роботі маневрових локомотивів. Якщо перестановка вагонів не зменшує загальну тривалість знаходження вагонів на станції, то подачу та виставку вагонів слід виконувати сумісно, а не послідовно. При цьому використовуємо виставні колії в районах вантажних фронтів.

Після накопичення достатньої кількості вагонів, на графіку відтворюється виконання операції по закінченню формування поїздів і операцій по відправленню.

При складанні добового плану-графіка на станції було використано 2 локомотива станції, які здійснюють розформування, формування составів передаточних поїздів, подачу та збирання вагонів по вантажним фронтам. Окрім того, є 1 локомотив під'їзної колії теплової електростанції, який виконує подачу маршрутів на під'їзну колію та виставляє состави порожніх маршрутів на колії приймально-відправного парку станції.

За розрахункову добу станцією було прийнято чотири передаточних поїзда з напрямку С та відправлено чотири поїзда свого формування. Окрім того, прийнято три маршрутних з напрямку В на під'їзну колію теплової електростанції, які були вивантажені та відправлені у ту ж добу.

7.2 Розрахунок показників роботи станції

Після складання добового плану-графіка роботи станції розраховуємо показники роботи станції [55, 63].

До показників плану-графіка відносяться:

– коефіцієнт здвоєних операцій, який визначається за формулою

$$K_{\text{зд}} = \frac{(U_{\text{п}} + U_{\text{в}})}{U_{\text{м}}}, \quad (7.1)$$

де $U_{\text{п}}$, $U_{\text{в}}$ – відповідно добове навантаження та вивантаження на станції;

$U_{\text{м}}$ – кількість місцевих вагонів, що зайняті під вантажними операціями.

$$K_{\text{зд}} = \frac{(275 + 110)}{275} = 1,4$$

– добовий вагонообіг станції, визначаємо за формулою:

$$U_{\text{во}} = U_{\text{пр}} + U_{\text{від}}, \quad (7.2)$$

де $U_{\text{пр}}$ – кількість вагонів, що прибувають на станцію;

$U_{\text{від}}$ – кількість вагонів, що відправляються зі станції.

$$U_{\text{во}} = 275 + 275 = 550 \text{ вагонів.}$$

– простій вагонів на станції.

Простій вагонів на станції визначаємо множенням кількості вагонів на станційних коліях на час їх знаходження на станційних коліях.

Розрахунок простою вагонів на станції наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Простій вагонів на станції Б

Годинні інтервали	Кількість вагонів	Тривалість простою, <i>хв</i>	Вагоно-хвилини простою, <i>ваг-хв</i>
1	2	3	4
00-01	34	60	2040
	36	20	720
01-02	34	22	748
	14	7	98
	22	30	660
02-03	7	60	420
03-04	7	55	385
	21	18	378
04-05	21	50	1050
	25	10	250
05-06	36	60	2160
	46	35	1610
	54	20	1080
06-07	54	25	1350
	36	35	1260
	45	20	900
	34	10	340
07-08	36	30	1080
	34	10	340
	15	60	900
	34	15	510
08-09	15	60	900
	26	25	650
	8	60	480
09-10	6	20	120
	2	45	90
	15	60	900
10-11	15	35	525
	20	25	500
11-12	20	20	400
	29	40	1160
12-13	29	35	1015
	47	25	1175
	35	20	700

Продовження таблиці 7.2.

1	2	3	4
13-14	11	60	660
	36	30	1080
	15	10	150
	19	15	285
14-15	46	35	140
	54	15	810
	22	60	1320
15-16	54	35	1890
	17	40	680
	21	20	410
16-17	26	12	312
	28	30	840
17-18	31	60	1860
18-19	31	35	1085
	16	25	400
	36	10	360
	37	8	296
19-20	37	12	444
	36	42	1512
	16	25	400
	28	35	980
	37	15	555
20-21	31	60	1860
	23	25	575
	11	45	495
21-22	31	60	1860
22-23	31	25	775
	28	35	980
	46	35	1610
23-24	28	25	700
	34	35	1260
Усього:	-	-	53943

Простій вагонів на станції дорівнює: $53943/60 = 899,05$ вагоно-годин.

Середню тривалість знаходження вагонів на станції визначаємо за формулою:

$$t_{\text{np}} = \frac{\sum B_{\text{п}}}{\sum U_{\text{п}}}, \text{ год} \quad (7.3)$$

де $\Sigma B_{\text{п}}$ – вагоно-години простою;

$\Sigma U_{\text{п}}$ – кількість вагонів, що прибули.

Таким чином, середня тривалість знаходження вагонів на станції становить:

$$t_{\text{пр}} = \frac{899,05}{275} = 3,27 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання маневрових локомотивів визначають за формулою:

$$K = \frac{\sum T_{\text{м}}}{1440 - T_{\text{ек}}} \quad (7.4)$$

де $\sum T_{\text{м}}$ - сумарний час роботи маневрового локомотива;

$T_{\text{ек}}$ - час екіпірування локомотива з урахуванням часу прямування його до пункту екіпірування та у зворотному напрямку (приймаю 60 хв).

На підставі даних розробленого добового плана-графіка підраховуємо час роботи маневрових локомотивів, який склав:

$$T_{\text{м}}^1 = 1050 \text{ хв};$$

$$T_{\text{м}}^2 = 723 \text{ хв};$$

Результат розрахунків коефіцієнтів використання маневрових локомотивів наведено у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Розрахунок коефіцієнтів використання локомотивів

	$\Sigma T_{\text{м}}, \text{ хв}$	Коефіцієнт використання локомотивів
1 локомотив станції	1050	0,76
2 локомотив станції	723	0,52

Середній (середньозважений) простій місцевого вагону на під'їзній колії $t_{\text{м}}$, год., визначають за формулою:

$$t_{\text{м}} = \frac{\sum nt}{U_{\text{від}}}, \quad (7.5)$$

де $\sum nt$ - добові вагоно-години простою місцевих вагонів під усіма

технічними, вантажними, комерційними операціями і чеканням на під'їзній колії від моменту їх надходження до моменту відправлення;

$U_{\text{від}}$ - кількість вагонів, які відправляються з під'їзної колії за добу.

Середній простій місцевого вагону, що припадає на одну вантажну операцію для під'їзної колії визначають як:

$$t_{\text{вант}} = \frac{t_M}{K_{\text{здв}}} \quad (7.6)$$

Розрахунки середнього простою місцевих вагонів на під'їзних коліях і середнього простою вагонів, що припадає на одну вантажну операцію зводимо в таблицю 7.4.

Таблиця 7.4 - Розрахунок простою місцевого вагона на під'їзних коліях і товарно-складському комплексу станції

Елемент простою	$U_{\text{від,}}$ <i>ваг</i>	$nt,$ <i>ваг-год</i>	$t_M,$ <i>год</i>	$t_{\text{вант}},$ <i>ваг-год</i>
ТСК	82	312,21	3,81	2,72
ЗЗБВ	44	228,62	5,19	3,71
ТЕС	131	828,4	6,32	4,51
МФ	18	117,82	6,54	6,54
Разом	275	1487,05	-	-

Середній простій вагону на під'їзних коліях дорівнює:

$$t_M^{\text{сер}} = \frac{1487,05}{275} = 5,41 \text{ год.}$$

З урахування тривалості простою на станції, середній час знаходження вагону дорівнює:

$$t_{\text{пр}}^{\text{заг}} = 3,37 + 5,41 = 8,78 \text{ год.}$$

Побудувавши добовий план-графік роботи станції Б і розрахувавши показники роботи станції робимо висновок, що для злагодженої роботи вистачає існуючого технічного оснащення. Розглянувши завантаження станційних локомотивів, можна зробити висновок, що на станції Б з існуючим обсягом роботи необхідно мати, як мінімум, 2 локомотива.

8 БЕЗПЕКА РУХУ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1 Безпека руху залізничного транспорту

З метою послідовного вирішення проблем безпеки руху на залізничному транспорті Міністерство інфраструктури України зосереджено на створенні та реалізації супутніх програм. Пріоритетними заходами у сфері безпеки перевезень на сьогодні є:

- розробка ефективної системи управління безпекою транспорту;
- створення держаного нагляду за безпекою руху залізничного транспорту;
- розробка та реалізація середньо- і довгострокових програм забезпечення безпеки залізничного транспорту;
- модернізація рухомого складу, належне утримання та доведення залізниці до рівня вимог європейських стандартів;
- приведення нормативно-правової бази з питань безпеки до сучасного рівня;
- забезпечення наукового та технічного супроводу питань безпеки на транспорті;
- приєднання України до міжнародних транспортних угод, котрі спрямовані на забезпечення безпечного функціонування транспорту.

Реформування АТ "Укрзалізниця" потребує застосування нових підходів до вирішення завдань підвищення надійності, безпеки та економічної ефективності функціонування комплексу залізничної інфраструктури. Результатом вивчення європейського досвіду стала гармонізація вітчизняної нормативної бази з європейськими підходами, визначеними в рамках комплексу стандартів та методології RAMS (Reliability – безвідмовність, Availability – готовність, Maintainability – ремонтпридатність, Safety – безпека), в який входять стандарти EN 50126, EN 50128, EN 50129 [64]. Мета впровадження цієї методології – скорочення вартості життєвого циклу об'єктів залізничного транспорту за умов забезпечення високого рівня надійності та безпеки перевізного процесу.

8.2 Аналіз стану безпеки праці та шляхи зниження виробничого травматизму в АТ «Укрзалізниця»

Протягом 2019 року у виробничих та структурних підрозділах регіональних філій АТ «Укрзалізниця» сталося 58 нещасних випадків, при яких травмовано 59 працівників, у тому числі 9 – із смертельним наслідком. За аналогічний період 2018 року сталося 62 нещасних випадків, при яких травмовано 66 працівників, у тому числі 13 – із смертельним наслідком.

На основі даних, які були отримані у результаті аналізу виробничого травматизму в АТ «Укрзалізниця» за 2013 – 2019 роки розроблено рекомендації щодо зниження виробничого травматизму на залізничному транспорті. Безумовно, головна роль у забезпеченні безпеки працівників належить людині. Згідно з аналізом причин нещасних випадків, щонайменше 80% спричинено порушенням працівниками, керівниками та роботодавцями законодавства про охорону праці, і лише близько 20% – через технічні причини. Щоб вплинути на суттєве зменшення згаданих 80% нещасних випадків, необхідно чітко регламентувати поведінку робітників у процесі трудової діяльності, навчити їх відповідально виконувати вимоги нормативних актів з охорони праці і створити такий механізм контролю за якого, відступи від правил безпеки стали б неможливими.

Наразі в Україні переважна частина основних виробничих фондів експлуатується "до зносу", вже зношена або морально застаріла. Постає негайна необхідність їх замінити та модернізувати. Цю проблему можна було б вирішити за рахунок залучення наукових кадрів, до розробки оновлених, більш досконалих зразків засобів виробництва та повного використання внутрішніх можливостей, імпортуючи їх за відсутності можливостей та створення нової техніки в Україні, а також забезпечити їх нормальний технічний стан у процесі експлуатації. У випадках, коли дію небезпечних та шкідливих виробничих факторів на працюючих виключити неможливо, потрібно забезпечувати працюючих зручними, надійними та ефективними засобами індивідуального та колективного захисту. Це питання також повинно бути вирішено на етапі розробки. Використання працюючими засобів захисту повинно передбачатися тільки в тих випадках, коли технічно

неможливо забезпечити захист за рахунок застосування конструктивних елементів засобів виробництва.

В господарствах застосовуються різноманітні індивідуальні та колективні засоби захисту, прилади та пристрої безпеки. Проте необхідні ефективні захисні засоби для виконання робіт з підвищеною небезпекою в Україні або поки ще не розроблені, або вони взагалі не виробляються, чи недостатньо якісні. Для забезпечення застосування існуючих засобів захисту необхідно організовувати навчання і тренування працівників, з метою оволодіння вмінням користуватися захисними засобами, котрі застосовуються в надзвичайних ситуаціях та екстремальних умовах.

8.3 Основні джерела забруднення навколишнього середовища на залізничному транспорті

Забруднення навколишнього середовища викидами шкідливих речовин вважається однією з найважливіших екологічних проблем на залізничному транспорті. Щорічно в атмосферу надходить значна кількість викидів речовин, які певною мірою небезпечно впливають на живі організми, будівлі, пам'ятки культури тощо, повітря забруднюється продуктами згоряння пального, вуглеводнями, сполуками тяжких металів, аерозолями кислот, лугів, фарбами тощо. Останнім часом на залізничному транспорті активізувалася робота зі зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище, поліпшенню використання природних ресурсів, дотриманню природоохоронного законодавства. Проте ця робота не повною мірою відповідає сучасним вимогам, тому що не забезпечує комплексний підхід до рішення природоохоронних проблем, недооцінює важливість виконання природоохоронних заходів, унаслідок чого засоби на їхнє здійснення направляються по залишковому принципу [65].

Річні сумарні викиди шкідливих речовин в атмосферу об'єктами залізничного транспорту України в 2019 році становили близько 150 тисяч тон без урахування смалення сипких вантажів при перевезеннях. Значна частка викидів (приблизно 85%) утворюється за рахунок спалювання пального при експлуатації дизельного маневрового і магістрального рухомого складу, рефрижераторних составів; частка

стаціонарних джерел припадає 10–15% валового обсягу викидів. Найбільш важливими джерелами забруднення атмосфери серед стаціонарних джерел є локомотивні і вагонні депо, заводи по ремонту рухомого складу і залізничної техніки, виробничі та комунальні котельні.

Основні види впливу на навколишнє середовище залізничним транспортом пов'язані з викидами хімічних речовин у вигляді твердих речовин, рідин і газів, які надходять до всіх компонентів навколишнього середовища [66]. Викиди в атмосферу від залізничної промисловості містять тверді речовини органічного та неорганічного походження: пил і сажа – 50%; чадний газ (CO) – 23%; діоксид сірки (SO₂) – 22%; діоксид азоту (NO₂) – 3%. Інші речовини (пари кислот і лугів, сполуки фтору, вуглеводні, сірководень, ацетон, пари бензину, аміак) становлять решту 2%. Забруднення ґрунтів відбувається переважно за рахунок перевезення палива та перевезення насипних вантажів відкритими залізничними вагонами. Крім того, райони залізниці піддаються викидам поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) та важких металів, які є високотоксичними і мають тенденцію накопичуватися в навколишньому середовищі. Основним джерелом ПАВ в залізничних районах є речовини, що використовуються для експлуатації рухомого складу, такі як машинне мастило, паливні мазути та трансформаторні масла, а також креозот, що використовується для залізничних шпал [67]. Важкі метали є одними з найбільш часто зустрічаються та інтенсивно досліджуваних хімічних речовин, які забруднюють навколишнє середовище. Стирання конструкційних матеріалів рейкового рухомого складу, згоряння палива в тепловозах, дія пантографів на дроти та витік вантажів викидають у повітря частинки, що містять важкі метали, які згодом осідають у рослини та ґрунт шляхом сухого та вологого осадження.

Будь-який залізничний об'єкт може давати негативні впливи на становище природного довкілля. Знання цих впливів дозволяє встановлювати причини змін у природному середовищі і живих організмів, а також проводити стратегію природоохоронної роботи на залізничному транспорті. Рівень впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище розглядають і за рівнем витрачання

природних ресурсів, і за рівнем забруднюючих речовин, які надходять у природне середовище районів, де знаходяться підприємства залізничного транспорту. Інтеграція залізниць України в європейську транспортну мережу передбачає значне зниження несприятливого впливу залізничних об'єктів на навколишнє середовище. У зв'язку з цим проблема і завдання екологізації залізничних перевезень у нашій країні дуже актуальна.

8.4 Шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище на під'їзних коліях

Залізниці України перевозять величезну різноманітність вантажів таких як мінеральні руди, добрива, нафтохімія, сільськогосподарська продукція та інші. Забруднення під'їзних шляхів залізниць України є проблемним питанням, особливо забруднення під час вантажно-розвантажувальних робіт, яке здійснюється переважно неподалік міських районів. Заходи щодо контролю за забрудненням на ПК не передбачені значною мірою, що негативно позначається на навколишньому середовищі. За минулі роки дані про управління забрудненням від ПК відсутні, хоча існують негативні впливи навколишнє середовище, насамперед на воду, повітря, здоров'я людини, забруднення ґрунту та рослинності тощо.

Пропозиції щодо мінімізації утворення пилу на дорозі:

- ґрунтові дороги повинні бути розташовані на існуючих ПК;
- підвищене планування основних під'їзних і службових доріг для очищення пухкого матеріалу, що накопичився.

- регулярне обприскування під'їзних шляхів водою для пилоподавлення;
- хімічний подавлювач можна використовувати в місцях нестачі води;
- система миття кузова вантажівки та вагонів перед в'їздом та виїздом з ПК;
- вантажівки, що перевозять вугілля, мають бути накриті тентом.

При недотриманні правил слід вживати суворих заходів:

- вантажівки, що перевозять вугілля та інші матеріали, не повинні бути завантажені догори, тобто не повинні бути перевантажені;
- витіснення пилу під час руху транспортних засобів має бути зведене до мінімуму шляхом введення обмежень швидкості;

- рух транспортних засобів на ділянці під'їзної дороги має ефективно регулюватися, щоб уникнути заторів на дорогах та захистити робітників від пилу через вплив пилу в запиленому середовищі;

- заліснення за допомогою дерев, що фільтрують пил, навколо залізничних ПК.

Також ефективним методом зменшення пилоутворення на ПК являється впровадження системи зрошення для під'їзних доріг. Система зрошення потрібна на під'їзних дорогах всім ПК у місцях перевалки та точках зберігання сипучих вантажів, тобто на ТСК. Огляд літератури [68] підтверджує, що обсяг трафіку важливіший за вагу транспортного засобу, тобто менша кількість поїздок з використанням більшої кількості транспортних засобів призведе до зменшення викидів твердих частинок, ніж більша кількість їздок із меншою кількістю вантажівок. Отже, переведення парку автомобілів на тягачі більшої вантажопідйомності може бути стратегією скорочення викидів твердих частинок.

Вагоме значення мають шуми, які залежить від відстані, яку вони проходять. Основні механізми (устаткування), що генерують шум, знаходяться в межах певної межі ПК. Основними шумовими видами діяльності на підйомнику є навантаження та розвантаження вагонів, рух вагонів, локомотивів, навантажувачів та вантажівок. Однак через деякі шляхи, які входять в межі міста, існує певна ймовірність шумових перешкод, які можна обмежити наступними правилами:

- належне та своєчасне обслуговування вантажно-розвантажувальних машин;

- оператори та працівники, які працюють у зонах з високим рівнем шуму, повинні бути забезпечені навушниками/затичками для вух;

- глушники окремих машин повинні регулярно перевірятися;

- обмеження швидкості та запобігання холостому ходу транспортних засобів.

ВИСНОВКИ

В ході розробки даного дипломної роботи були розглянуті питання удосконалення технології роботи вантажної станції Б з метою підвищення ефективності обслуговування під'їзних колій.

На базі розрахункових обсягів роботи була проведена перевірка відповідності їм технічного оснащення станції, визначено технічні характеристики вантажних фронтів та встановлено, що технічне забезпечення транспортно-складського комплексу забезпечує роботу станції у нормальному режимі.

Також було проведено дослідження та вибір оптимального технічного оснащення вантажного фронту однієї з під'їзних колій та кількості подач за допомогою складання математичної моделі роботи вантажного фронту для підрахунку приведених витрат. При цьому було визначено оптимальне рішення обслуговування під'їзної колії, яке передбачає наявність двох кранів та чотирьох подач, що і було враховано при побудові добового плану-графіка роботи станції. Цей варіант коштує 918431 грн, це найменші приведені витрати з розрахованих варіантів.

Для перевірки спроможності станції виконувати роботу зі збільшеними обсягами побудовано добовий план-графік роботи станції з двома локомотивами, встановлено, що для забезпечення нормальної роботи необхідно на станції мати, як мінімум, два локомотиви, завантаження яких складає 76% та 52 %, що відповідає наявності локомотивів на станції. Визначено основні експлуатаційні показники роботи станції: коефіцієнт здвоєних операцій склав – 1,4 при добовому вагонообігу станції в 550 вагонів, середній час знаходження вагонів на станції становить 3 год 15 хв.

Також у дипломній роботі було розглянуто питання безпеки руху залізничного транспорту, висвітлено екологічні проблеми на товарно-складських комплексах та примикаючих до них під'їзних колій станції Б, запропоновано шляхи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Рейтинг-аналіз діяльності вантажних станцій АТ «Укрзалізниця» [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/rating/507032/
2. Перепон В.П. Организация перевозок грузов [Текст] / В.П. Перепон. Москва, 2003 – 217 с.
3. Ферапонтов, Г. В. Железнодорожные подъездные пути необщего пользования [Текст] / Г. В. Ферапонтов. – М. : Трансжелдориздат, 1958. – 227 с.
4. Проектирование железнодорожных станций [Текст] / Сокращенный пер. с нем. В. И. Шейко. под ред. В. Я. Болотного. – М. : Транспорт, 1978. – 487 с.
5. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій. Затверджено Наказом Міністерства транспорту України від 21.11.2000 № 644 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00>
6. Правила технічної експлуатації залізниць України: / затв. Наказ Мінтрансу та зв'язку України 20.12.96 №411 [Текст] / Мін-во трансп. та зв'язку України зі змінами внесеними 19.03.02. – К.: 2003. – 133 с.
7. Śladkowski, A., Pamuła, W. (eds.) Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives. Studies in Systems, Decision and Control 32. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. 2015. 316 p. ISBN 978-3-319-19149-2.
8. Ковальов, А.О. Визначення оптимального режиму роботи під'їзної колії [Текст] / А.О. Ковальов, Д.Д. Музичук // Зб. наук. праць Укрїнськ. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 92. – С. 42-45.
9. Запара, Я.В. Використання логістичних підходів та системної оптимізації при функціонуванні транспортних вузлів [Текст] / Я.В. Запара, Д.В. Ломотько, Є.В. Запара // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – № 111. – С. 17-23.
10. Запара, Я.В. Оцінка технології роботи транспортного вузла / Я.В. Запара [Текст] // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 1/7 (43). – С. 60-63.
11. Коробйова, Р.Г. Підвищення ефективності експлуатації технічних засобів

залізничних вузлів при переробці місцевих вагонопотоків [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Р.Г. Коробйова. – Днепропетровськ, 2009. – 21 с.

12. Мацюк, В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / В.І. Мацюк; ДЕТУТ. – К., 2008. – 22 с.

13. Stojanović, D., Nikoličić, S., Miličić, M. Transport fleet sizing by using make and buy decision-making. *Economic Annals*. 2011. Vol. 56. №. 190. P. 77-102.

14. Брагин, А.М. К вопросу о взаимодействии железнодорожного транспорта общего и необщего пользования. «Современные научные исследования и инновации» № 2, 2016.

15. Вадим Ляной. Промышленный железнодорожный транспорт: Нужны барьеры внедрению подделок. «Дороги и транспорт» № 8-9, 2015. С. 40-44.

16. Вернигора, Р.В. Проблемы функционирования железнодорожных подъездных путей Украины в современных условиях [Текст] / Р.В. Вернигора // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. - №4/3 (58). – С. 64-68.

17. Гарлицкий, Е. И. Совершенствование технологии обслуживания железнодорожных путей необщего пользования: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Гарлицкий Евгений Игоревич; Моск. гос. ун-т путей сообщ. – Москва, 2014. – 149 с.

18. Козаченко, Д. Н. Комплексный анализ железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе графоаналитического моделирования / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 4. – С. 55–60.

19. Jong, J.-C. Support System to Optimize Railway Stopping Patterns / J.-C. Jong, C.-S. Suen, S. Chang // *Transportation Research Record: J. of the Transportation Research Board*. – 2012. – Vol. 2289. – P. 24–33. doi: 10.3141/2289-04.

20. Mussone, L. R. An analytical approach to calculate the capacity of a railway system / L. R. Mussone, R. W. Calvo // *European J. of Operational Research*. – 2013. –

Vol. 228. – Iss. 1. – P. 11–23. doi: 10.1016/j.ejor.2012.12.027.

21. Peek, G.-J. Creating Synergy In and Around Stations: Three Strategies for Adding Value / G.-J. Peek, M. van Hagen // Transportation Research Record: J. of the Transportation Research Board. – 2002. – Vol. 1793. – P. 1–6. doi: 10.3141/1793-01.

22. Шеховцов, А.И. Местные схемные решения специализированных грузовых станций Донецкой железной дороги / «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика». Мат. XLI Междунар. науч. практ. конф. // Под ред. Б.М. Ибраева. – Алматы: КазАТК имени М. Тынышпаева, 2017. – С. 168–173.

23. Псеровская Е.Д., Кагадий И.Н. Исследование системы «грузовая станция – путь необщего пользования» с использованием имитационной модели // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 4. С. 4–6.

24. Кагадий И.Н. Повышение функциональной надежности грузовой станции на основе оптимизации основных параметров ее работы // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. № 4 (52). С. 164–171.

25. Псеровская Е.Д., Кагадий И.Н. Моделирование грузовой работы станции во взаимодействии с путями необщего пользования // Известия Транссиба. 2016. № 1 (25). С. 91–96.

26. Маслов, А.М. Место грузовых станций общего пользования в логистических цепочках поставки товаров / А.М. Маслов // Развитие систем управления перевозочным процессом и транспортной логистикой: сб. науч. тр. / под ред. С.А. Плахотича. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – Вып.73(156) – С. 85–94.

27. Берестов, И.В. Повышение эффективности взаимодействия станции примыкания и подъездных путей / И.В. Берестов, А.В. Шаповал, Н.В. Мерзлякова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 156. – С. 68-73.

28. Чеклов, В.Ф. Аналіз системи взаємодії залізничних станцій з під'їзними коліями вугільних підприємств [Текст] / В.Ф. Чеклов, Г.В. Бобик, А.М. Масалов, Є.Є. Шкуро //Зб. наук. праць - Донецьк: ДонІЗТ. - 2006. - Вип. 8. - с. 84-89.

29. Левицкий, И.Е. Совершенствование переработки местных вагонопотоков

в железнодорожных узлах [Текст] / И.Е. Левицкий, Р.Г. Коробьёва // Вісник Дніпр. нац. Ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпр. нац. Ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В. Лазаряна, – 2008. – Вип. 23. – С. 104-107.

30. Панкратов, В.І. Організація та управління системою промислового залізничного транспорту на основі принципів логістики [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня канд. техн. наук: 05.22.01 / В.І. Панкратов; [УкрДАЗТ]. – Х., 2009. – 20 с.

31. Котенко, А.М. Удосконалення взаємодії під'їзних колій і станцій примикання [Текст] / А.М. Котенко, А.О. Ковальов // Зб.наук.праць – Київ: КУЕТТ. – 2007. – Вип. 11. – с. 171-174.

32. Васильев И. С. Оперативное управление развозом местного груза в железнодорожных узлах [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 «Эксплуатация железнодорожного транспорта (включая системы сигнализации, централизации и блокировки)» / И. С. Васильев. — М. : РГОТУПС, 1998. — 171 с.

33. Данько М. І., Котенко А. М., Ковальов А. О. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання [Текст] // Залізничний транспорт України.— 2002.— № 6. — С. 18–19.

34. Ломотько Д. В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні [Текст] // Зб. наукових праць ДонІІЗТ УкрДАЗТ. — Донецьк, 2005. — Вип. 3. — С. 5.

35. Мироненко В. К. Вплив кількості груп призначень місцевих вагонів у складах поїздів на розміри передавального руху та терміни доставки вантажів [Текст] / В. К. Мироненко, В. І. Мацюк // Проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте: материалы Второй Международной науч.-практ. конф. — Т. 1. — Киев, 2007. — С. 210–211.

36. Буянова, В.К. Комплексный расчет плана формирования поездов и отправительской маршрутизации. Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 1992. № 5. Р. 13-17.

37. Gerrard, B.M., McTierman, E. Regulation of Movement of Crude Oil by Rail in New York. New York law journal. 2015. № 90. Р. 254-255.

38. Frittelli, J. U.S. Rail Transportation of Crude Oil: Background and Issues for Congress. Congressional Research Service. 2014. P. 2-25.
39. Jung, J.U., Kim, H.S. Strategies for Improving the Profitability of a Korean Unit Train Operator: A System Dynamics Approach. *Advances in Swarm and Computational Intelligence*. 2015. P. 275- 283.
40. Cacchiani, V., Huisman, D., Kidd, M., Kroon, L., Toth, P., Veelenturf, L., Wagenaar, K. An overview of recovery models and algorithms for real-time railway rescheduling. *Transportation Research Part B*. 2014. Vol. 63. P. 15-37.
41. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями [Текст]: навч. посіб. / О.В. Лаврухін, П.В. Долгополов, В.В. Петрушов, О.М. Ходаківський. Харків: Тов. Компанія СМІТ, 2011. 118 с.
42. Жуковицький, І. В. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ у транспорті щодо підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів [Текст] / І. В. Жуковицький, А. Б. Устенко, О. Л. Зіненко. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2011. № 5. С. 51-56
43. Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormos, P., Lova, A. (2008). An assessment of railway capacity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5).
44. Hansen, I. A., Pachl, J. (2014). *Railway timetabling & operations*. Hamburg: Eurailpress.
45. Jensen, L., Landex, A., Nielsen, O., Kroon, L., Schmidt, M. (2017). Strategic assessment of capacity consumption in railway networks: Framework and model. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 74, 126-149.
46. Pouryousef, H., Lautala, P., & White, T. (2015). Railroad capacity tools and methodologies in the US and Europe. *Journal of Modern Transportation*, 23(1), 30-42.
47. 厲国権(2003)「インターモーダル貨物輸送のための鉄道整備－RIFT-システムの概念と具体化へのアプローチ」,運輸政策研究,Vol.5, № 4, pp.14-23
48. Palit, A.K., Popovic, D. *Computational Intelligence in Time Series Forecasting Theory and Engineering Applications*. New York: Springer Science & Business Media. 2006. 393 p.

49. Troche, G. High-speed rail freight. Sub-report in Efficient train systems for freight transport. Stockholm 2005.

50. Milenković, M.S., Bojović, N.J., Švadlenka, L., Melichar, V. A stochastic model predictive control to heterogeneous rail freight car fleet sizing problem. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2015. Vol. 82. P. 162-198.

51. Ломотько, Д.В. Удосконалення підходів до оптимізації режимів роботи вантажних фронтів в умовах завантаження-вивозу вантажів [Текст] / Д.В. Ломотько, Д.О. Голоколов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2010. – Вип. 23. – С. 78-83.

52. Лаврухін, О.В. Удосконалення технології роботи під'їзної колії на основі впровадження інформаційно-керуючих технологій [Текст] / О.В. Лаврухін, Г.Г. Рожнова // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 83-89.

53. Coviello, N., Pellegrini, P., Sobieraj, S., Rodriguez, J. (2017). Stability of saturated timetables: the influence of buffer times. In 7th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis-Rail Lille, 17.

54. Технічні умови навантаження і кріплення вантажів, КМ України Постанова КМ от 06.04.1998 № 457.

55. Журавель І. Л. Основи організації роботи вантажної станції і прилеглих до неї під'їзних колій підприємств [Текст] / І. Л. Журавель, В. З. Яневич Методичні вказівки до курсового проекту Дніпропетровськ, ДПТ, 2001. – 48 с.

56. Сотников И. Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах: учебное пособие для вузов [Текст]/ И. Б. Сотников – М.: Транспорт, 1984. – 224 с.

57. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) / Н. В. Правдин, Т. С. Банек, В. Я. Негрей и др.; Под ред. Н. В. Правдина. – М.: Транспорт, 1984.

58. Петренко Л. М., Габа В. В. Управління вантажною та комерційною роботою на залізничному транспорті [Текст] / навч. посіб./ К.:КУЕТТ, 2004.

59. Гриневич Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. [Текст]/ Г.П Гриневич М.:

Транспорт, 1981. – 344 с.

60. Типовий технологічний процес роботи вантажної станції. [Текст] ЦД--0018, Мін-во трансп. та зв'язку України. – К., 2008. – 184 с.

61. Бабкин Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация грузовых фронтов// Труды МИИТа. – М.: МИИТ, 1970. – Вып. 300. – С. 92 – 108.

62. Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с.

63. Поляков А. А. Організація роботи вантажної станції [Текст] / А. А. Поляков, В. М. Гриценко Методичні вказівки до комплексного курсового та дипломного проектування Ч. 1 і 2. // Харків: ХарДАЗТ, 1998 і 2000.

64. Standard EN 50129:2018 «Railway applications -Communication, signalling and processing systems — Safety related electronic systems for signalling». 2018. – 96 р.

64. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. - К.: Знання, 2002. – 203с.

66. Wiłkomirski B., Sudnik-Wójcikowska B., Galera H., Wierzbicka M., Malawska M. (2011). Railway transportation as a serious source of organic and inorganic pollution. Water, Air, and Soil Pollution, 218 (1–4), Pp. 333–345.

67. Thierfelder, T., & Sandström, E. (2008). The creosote content of used railway crossties as compared with European stipulations for hazardous waste. The Science of the Total Environment, 402, 106–112.

68. US Environmental Protection Agency (US EPA), 2006, AP 42, Fifth Edition.

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

А.1 Технічна характеристика підходів

Таблиця А.1 - Прилеглі до станції напрямки і основні засоби сигналізації та зв'язку

Найменування напрямків	Кількість колій	Засоби сигналізації та зв'язку	Категорія поїздів
С	1	Автоблокування з локомотивною сигналізацією	Вантажні та приміські поїзди обох напрямків
В	1	Автоблокування з локомотивною сигналізацією	Вантажні та приміські поїзди обох напрямків

А.2 Дані для визначення обсягів роботи станції

Таблиця А.2 - Приміський поїздопотік

З	На	
	В	С
В	Х	2
С	2	Х

Таблиця А.3 - Добовий обсяг вантажної роботи станції Б

Вантажний район	Найменування вантажу	Вивантаження, т.	Навантаження, т.
Критий склад	Промислові	160	160
	Продовольчі	175	145
Відкритий майданчик	Великовагові	580	580
Контейнерний майданчик	Контейнери Великотоннажні	750	900
	Контейнери середньотоннажні	570	570
Підвищена колія	Щебінь	900	0
ПК1 ТЕС	Вугілля	9000	0
ПК2 ЗБВ	Щебінь	870	0
	Пісок	1670	0
	Метал	490	0
	ЗБВ	0	2200
ПК3 МФ	Ліс	780	0
Разом	-	15945	4555

Таблиця А.4 - Характеристика складів вантажного району станції Б

Найменування складу	Найменування вантажу	Тип ВМ	Кількість ВМ	Геометричні розміри		
				Довжина, <i>м</i>	Ширина, <i>м</i>	Площа, <i>м²</i>
Критий склад	Промислові	ЭП-103	4	72	24	1728
	Продовольчі	ЭП-103	4	72	24	1728
Контейнерна площадка	В/т контейнери	КК-6	2	260	25	6500
				150	25	3750
	С/т контейнери	КК-6	6	260	16	4160
				168	16	2688
Відкрита площадка	Великовагові	КДКК-10	5	240	16	3840
Підвищена колія	Щебінь	К-05	4	200	10	-

Таблиця А.5 - Фронт подачі

Найменування під'їзної колії	Найменування вантажу	Фронт подачі, <i>ваг</i>
ЗЗБВ	Щебню	4
	Пісок	5
	Металу	3
	ЗБВ	10
ТЕС	Вугілля	15
МФ	Ліс	5

А.3 Дані для визначення розмірів руху

Тип локомотиву – ВЛ-8.

Максимально допустима маса маршрутного поїзда – 4200 *т*.

Довжина перегону між сортувальною і вантажною станцією – 65 *км*.

Середня швидкість руху передаточних поїздів – 60 *км/год*.

Тривалість знаходження локомотива на сортувальній і вантажній станції одного обороту – 3 *год*.

А.4 Дані для побудови добового плану-графіку

Таблиця А.6 – Склад составів прибуваючих передаточних поїздів

№ № п/п	Назва вантажів, тип вагонів	Номери поїздів				Всього вагонів
		3601	3603	3605	3607	
1	Тарні промислові, КР	-	2	1	-	3
2	Тарні продовольчі, КР	3	-	-	-	3
3	В/контейнери, ПВ	2	4	6	7	19
4	С/контейнери, КВ	8	7	5	9	29
5	Великовагові, ПВ	1	5	4	5	15
6	Щебінь, ПВ	-	6	5	2	13
7	Щебінь, ПВ	5	1	4	2	12
8	Пісок	4	7	4	8	23
9	Метал арматурний, ПВ	6	-	-	1	7
10	Ліс, ПВ	7	2	6	3	18
Всього у поїзді		36	34	35	37	142

Таблиця А.7 – Розклад прибуття передаточних та маршрутних поїздів

№ поїзда	Категорія	Час прибуття
3601	Передаточний	0-32
2201	Маршрутний	5-10
3603	Передаточний	6-52
3605	Передаточний	12-43
2203	Маршрутний	14-20
3607	Передаточний	18-52
2205	Маршрутний	22-06

ДОДАТОК Б

ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

1. Дипломна робота на тему «Удосконалення технології роботи вантажної станції Б у зв'язку з примиканням нової під'їзної колії» – пояснювальна записка на 110 аркушах.

2. Лист 1 План вантажної станції Б.

3. Лист 2 План товарно-складського комплексу.

4. Лист 3 Діаграма вантажо- та вагонопотоків станції

5. Лист 4 Технологічні графіки обробки поїздів різних категорій

6. Лист 5 Структурна схема багатофазної системи обслуговування

7. Лист 6 Дослідження залежності приведених витрат від кількості машин та кількості подач.

8. Лист 7 Розрахунок оптимальної кількості подач і кранів.

9. Лист 8 Добовий план-графік роботи вантажної станції Б.