

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)

2020 р. _____ «___»

ЗАВДАННЯ

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

отримав студент групи У31922 Гладка Ольга Вадимівна
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення технології роботи вантажної станції А та її взаємодії з під'їзними коліями

затверджена наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2 Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): «10» грудня 2020 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 А

2. План товарно-складського комплексу

3. Діаграма вантажо- та вагонопотоків станції

4. Технологічні графіки обробки поїздів різних категорій

5.

6.

7.

8.

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 станції та примикаючих під'їзних колій	строк 1	2	14
3. Визначення розрахункових обсягів роботи станції	строк 1	1	9
4. Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій	строк 2	–	10
5. Розрахунок та перевірка відповідності технічного оснащення станції обсягам роботи	строк 2	–	10
6. Удосконалення технології роботи вантажної станції та її взаємодія з колією ЦЗ	строк 2	3	21
7. Організація технологічного процесу роботи станції	строк 3	1	15
8. Екологічні питання та безпека праці на станції	строк 3	–	8
Всього		8	100

Дата видачі завдання: « 05 » вересня 2020 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

(підпис)

Кудряшов А. В.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Гладка О. В.

(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 – 123 сторінки; з них основного тексту 112 сторінок, список використаних джерел і додатків 11 сторінок. Список використаних джерел з 69 найменувань.

В дипломній роботі було виконано удосконалення технології роботи вантажної станції при взаємодії з під'їзними коліями.

З цією метою було розглянуто технічне оснащення станції А, 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 екології та безпеки праці.

Також в дипломній роботі виконано розрахунок оптимальної кількості подач і навантажувально-розвантажувальних пристроїв для цементного заводу. Визначено витрати, що пов'язані з обслуговуванням під'їзної колії цементного заводу при прийнятому варіанті обслуговування.

Ключові слова: ВАНТАЖНА СТАНЦІЯ, ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УДОСКОНАЛЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ, БЕЗПЕКА ПРАЦІ.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ І ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ.....	8
1.1 Аналіз класифікаційних характеристик об'єктів залізничного транспорту.....	9
1.2 Аналіз наукових досліджень і методів взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій в сучасних умовах	12
1.3 Постановка задач дипломної роботи.....	24
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ ТА ПРИМИКАЮЧИХ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ	25
2.1 Технічна характеристика станції А	25
2.2 Технічна характеристика під'їзних колій станції А	25
2.3 Експлуатаційна характеристика станції А.....	31
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ	33
3.1 Вибір рухомого складу для перевезення вантажів	33
3.2 Визначення розрахункових розмірів вагонопотоків по прибуттю та по відправленню	34
3.3 Забезпечення навантаження порожніми вагонами та внутрішньо- станційне регулювання.....	38
3.4 Розподіл порожніх вагонів під завантаження	40
3.5 Визначення оптимального складу передаточного поїзду	41
4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ.....	44
4.1 Технічне нормування тривалості основних операцій в приймально-відправному парку.....	44

					0042.160242.ДР.2020.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Гладка				Удосконалення технології роботи вантажної станції А та її взаємодії з під'їзними коліями	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Кудряшов					Н	4	123
					ДНУЗТ			
Н. контр.	Березовий							

4.2 Технічне нормування тривалості операцій по розформуванню составів на сортувальній гірці	46
4.3 Технічне нормування основних операцій при відправленні	48
4.4 Визначення варіантів тривалості маневрових операцій при розформуванні составів передаточних поїздів	53
5 РОЗРАХУНОК ТА ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ ОБСЯГАМ РОБОТИ	57
5.1 Розрахунки необхідних параметрів складів ТСК та під'їзних колій	57
5.2 Розрахунки необхідного технічного оснащення ТСК та під'їзних колій.....	61
5.3 Нормування часу на виконання вантажних операцій на під'їзних коліях станції А	65
5.4 Розрахунок необхідної кількості колій в парках вантажної станції А	70
5.5 Розрахунок кількості гірочних та маневрових локомотивів	74
6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ ТА ЇЇ ВЗАЄМОДІЯ З КОЛІЄЮ ЦЗ.....	76
6.1 Порядок подавання вагонів на під'їзну колію і забирання їх з ПК	76
6.2 Визначення оптимальної кількості подач вагонів на нову ПК	
6.3 Визначення черговості обслуговування транспортних потоків на ПК ЦЗ	80
7 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ	94
7.1 Технологія роботи з вагонами, що надходять у переробку	94
7.2 Технологія розформування та формування составів	95
7.3 Інформація про підхід поїздів, прибуття, подачу поїздів і вантажів	96
7.4 Оперативне планування роботи станції А	97
8 БЕЗПЕКА РУХУ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ	104
8.1 Безпека на залізничному транспорті	105
8.2 Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті	106
8.3 Основні напрямки впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище	107
8.4 Способи захисту навколишнього середовища на залізничному транспорті України	108
ВИСНОВКИ	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	113
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	120
ДОДАТОК Б ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	123

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВРМ – вантажно-розвантажувальні механізми;

ВС – вантажна станція;

ВФ – вантажний фронт;

ГП – гальмівна позиція;

ДСП – черговий по станції;

ДСЦ – маневровий диспетчер;

ЕЦ – електрична централізація;

ЗБВ – залізобетонні вироби;

ЗПП – запорно-пломбувальний пристрій

ПК – під'їзна колія;

ПКО – пункт комерційного обслуговування;

ПТО – пункт технічного обслуговування;

СТЦ – станційний технологічний центр;

СЦБ – сигналізація, централізація, блокування;

ТГНЛ – телеграма-натурний лист;

ТК – товарна контора;

ТРА – технічно-розпорядчий акт;

ТСК – транспортно-складський комплекс.

ВСТУП

Залізничний транспорт продовжує процес виробництва продукції у сфері обороту, здійснюючи доставку продукції до місця споживання. У цьому заключається основна роль залізниці у системі загального виробництва, цим же визначається й взаємозв'язок між залізницею та промисловими підприємствами.

Основним призначенням вантажних станцій є виконання вантажної і комерційної роботи. На вантажних станціях виконується:

- приймання до перевезення, зберігання, навантаження, вивантаження, сортування і видача вантажів;
- переадресування вантажів, оформлення перевізних документів; приймання, розформування, формування, комерційний огляд, технічне обслуговування і відправлення вантажних поїздів;
- інформування вантажовідправників і вантажоодержувачів про підхід, прибуття вантажів і подавання вагонів;
- виконання маневрової роботи з подавання (прибирання) вагонів на місця навантаження, вивантаження вагонів;
- обслуговування під'їзних колій підприємств;
- транспортно-експедиційне обслуговування.

В дипломній роботі розглядається питання щодо удосконалення технології роботи вантажної станції А та її взаємодії з під'їзними коліями.

В дипломній роботі буде виконана перевірка відповідності технічного оснащення станції обсягам роботи. Буде розрахована завантаженість технічних засобів станції і зроблений висновок, щодо ефективності їх використання.

В дослідній частині буде розглянуте питання щодо вибору більш доцільного та економічно вигіднішого варіанту по організації обслуговування під'їзної колій цементного заводу та наведено економічне обґрунтування обраного варіанту кількості подач, кількості розвантажувальних механізмів та черговості обслуговування вагонів.

Також в дипломному проекті будуть розглянуті питання екології та питання безпеки праці при виконанні технологічних операцій.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ І ПРАКТИЧНИХ АСПЕКТІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ І ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ

В сучасних умовах нестабільної економічної ситуації і жорсткої конкуренції в сфері перевезень, питання підвищення якості послуг, що надаються на залізничному транспорті є вкрай важливим. Впровадження клієнтоорієнтованого підходу, починаючи від планування перевезень і закінчуючи безпосереднім здійсненням перевізного процесу, має забезпечувати використання резервів пропускних спроможностей залізниць і потрібних переробних здібностей станцій для задоволення потреб клієнтів на всіх етапах перевезення вантажів. Однак недостатньо узгоджена взаємодія між учасниками ринку вантажних перевезень: операторів рухомого складу, вантажовласників, перевізника - призводить до порушення технології роботи станцій з обслуговування під'їзних колій (ПК). На станціях накопичується значна кількість вагонів, що належать різним власникам і ускладнюють місцеву роботу. При цьому знижується надійність вантажних станцій (ВС) у виконанні основних функцій: обслуговувати користувачів послугами залізничного транспорту, виконуючи операції з приймання і відправлення поїздів, з подачі та прибирання вагонів і навантаження-розвантаження вантажів відповідно до заявок клієнтів. Обслуговування клієнтів залізничного транспорту здійснюється нерівномірно, а залізниці зазнають збитків через перевищення робочого парку вагонів і їх непродуктивних простоїв на станціях.

З метою розвитку клієнтоорієнтованості, зниження адміністративних бар'єрів і вдосконалення роботи з надання послуг у сфері вантажних залізничних перевезень, необхідно визначити тенденції до узгодженій взаємодії ВС і колій незагального користування в просуванні вагонів.

1.1 Аналіз класифікаційних характеристик об'єктів залізничного транспорту

1.2.1 Аналіз функціональних особливостей вантажних станцій

ВС призначені для прийому від населення, промислових, торгових, будівельних та інших організацій вантажів, що відправляються, і видачі їм вантажів, що прибувають, а також обслуговування підприємств, що мають ПК. Безпосередньо взаємодію об'єктів промислового транспорту з місцями загального користування здійснюють ВС.

ВС виконують вантажні та комерційні операції з вантажами і вантажними вагонами, пов'язані з прийомом до перевезення, зважуванням, зберіганням, навантаженням, розвантаженням, сортуванням і видачею вантажів, переробкою контейнерів, оформленням перевізних документів, формуванням передавальних вантажних поїздів і відправницьких маршрутів, виконанням маневрової роботи з подачі вагонів на вантажно-розвантажувальні fronti і їх прибирання, а також з іншими технічними операціями [1]. Це стикові пункти, на яких здійснюється взаємодія залізничного транспорту з іншими видами транспорту - автомобільним, водним, трубопровідним, промисловим, а також із залізницями колії 1435 або 750 мм [2].

Вченими в області експлуатації залізниць розроблені пропозиції про класифікацію ВС. Згідно [3] в залежності від призначення розрізняють ВС загальномережевого призначення (загального користування) і знаходяться на коліях незагального користування. В залежності від характеру виконуваної роботи такі станції підрозділяються на неспеціалізовані, де відбуваються навантаження і вивантаження всіх видів вантажів і обслуговування місць незагального користування; спеціалізовані для переробки окремих видів вантажів (вугілля, руди, нафти, лісу, мінерально-будівельних, зерна та ін.); перевантажувальні для перевантаження вантажів з вагонів однієї колії у вагони іншої колії; портові, що обслуговують морські, річкові порти і поромні переправи [4].

Згідно [2, 3] ВС класифікуються по колійному розвитку наступним чином:

- тупикового типу з паралельним розташуванням шляхів з вантажним районом, розташованим послідовно або паралельно станції;
- наскрізного типу з послідовним розташуванням парків і паралельним або послідовним розташуванням вантажного району;
- однопаркові, багатопаркові і комбінованого типу.

Згідно [3] за технічним оснащенням і обсягом роботи ВС підрозділяються на станції:

- з великими вантажними районами і розвиненим складським господарством, що призначаються в основному для вантажно-розвантажувальних операцій з тарно-пакувальними і іншими видами вантажів та розташовані зазвичай у великих містах і великих промислових центрах;
- для обслуговування підприємств і об'єднаних транспортних господарств, до яких примикають колії незагального користування з різним об'ємом, характером вантажної роботи і організацією їх обслуговування;
- обслуговують колії незагального користування зі спеціалізованими пунктами навантаження і вивантаження (лісовантажні, пункти наливу і зливу нафтопродуктів, зберігання швидкопсувних вантажів тощо), які характеризуються рядом специфічних особливостей, пов'язаних з умовами переробки вантажів, і виконують роботи з пропуску та переробки поїздів різних категорій.

Відповідно до [1] при здійсненні перевезень, в залежності від характеру і вимог до технології виконання вантажних операцій, вантажні залізничні станції поділяються на навантажувальні - при масовому навантаженні, розвантажувальні - при масовому вивантаженні і перевантажувальні - при перевантаженні з одного виду транспорту на інший.

Таким чином, однією з основних функцій ВС є обслуговування ПК. Істотну роль в забезпеченні надійної роботи ВС при обслуговуванні ПК грають обсяги місцевої роботи, що не порушують технологію взаємодії з об'єктами

промислового транспорту, безпосередньо технічне оснащення станції та пунктів навантаження-вивантаження, а також характер обслуговування промислових підприємств (ритмічність, черговість подачі-прибирання, кількість вагонів в подачі тощо).

1.2.2 Аналіз характерних особливостей під'їзних колій

Дослідження питання експлуатації місць незагального користування дозволило розробити пропозиції про класифікацію ПК. У роботі «Планування перевезень промисловим залізничним транспортом при проектуванні логістичних інформаційних систем» А. Г. Фарковим була запропонована класифікація ПК за характером руху всередині підприємств [5]:

- при тупикових схемах вагони рухаються за принципом маятника, тобто подаються і повертаються по одній і той же колії;
- в кільцевих схемах вагони рухаються поточно в одному напрямку (по кільцю);
- змішана схема передбачає рух на одному кінці дороги за принципом кільцевої схеми, а на іншій - за принципом тупикової;
- двостороння схема передбачає одностороннє або двостороннє примикання ПК до зовнішньої мережі.

Згідно [6] ПК можуть примикати до станції примикання по віяловій, послідовної або веерно-послідовній схемі, а в [7, 8] наводяться відомості о тупиковому, наскрізному і кільцевому примиканні до ВС.

На основі досліджень Ферапонтова Г. В. ПК слід розділити на наступні групи [8]:

- головні і ходові колії. До цієї групи належать колії, по яких незалежно від їх місця розташування відбувається систематичний рух організованих составів або подач поїзним або маневровим порядком. При цьому до головних колій віднесені колії з поїзним характером руху, а до ходових колії - з маневровим рухом;
- вантажно-розвантажувальні і станційні колії. Особливості роботи колій цієї групи визначаються в більшості випадків необхідністю стоянки вагонів без

локомотивів і зручністю виконання маневрових і вантажно-розвантажувальних операцій;

- колії для перевезення спеціальних вантажів.

Залежно від характеру роботи промислових підприємств ПК поділяють на [8]:

- колії, які обслуговують підприємства видобувної промисловості з явним переважанням навантаження над вивантаженням (вугільні шахти, кар'єри і т.і.);

- колії, які обслуговують підприємства обробної промисловості, які характеризуються переважанням вивантаження по відношенню до навантаження (машинобудування, хімічні підприємства і т.і.);

- перевалочні і постачальні бази, на яких немає явного переважання навантаження або вивантаження.

Додатково дослідники експлуатації залізниць приносять класифікацію ПК за характером обслуговування їх локомотивами [9]:

- колії, що обслуговуються локомотивами власника ПК;
- колії, що обслуговуються локомотивами станції примикання;
- колії, що обслуговуються поїзними локомотивами перевізника.

Таким чином, серед основних параметрів нормального функціонування колій незагального користування при взаємодії з ВС виступають: характер і обсяг роботи, колійний розвиток і технологія обслуговування, що включає способи маневрових пересувань і використання локомотивів.

1.2 Аналіз наукових досліджень і методів взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій в сучасних умовах

1.2.1 Аналіз сучасного стану галузі функціонування вантажних станцій і під'їзних колій

Основна робота ВС полягає в прийомі, переробці, відправленні збірних і маршрутних поїздів, а також обслуговуванні клієнтури і маневрової роботи по подачі-прибиранню вагонів на місця навантаження-вивантаження [3].

В оптимізації роботи промислового транспорту важливе місце відводиться створенню ефективної розв'язки вантажопотоків, скорочення номенклатури вантажів на окремих підприємствах, забезпечення необхідної послідовності і поточності виконання операцій різними видами транспорту. Часто подача рухомого складу до вантажних фронтів відбувається з поворотними заїздами, з перетином маршрутів переміщення в одному рівні, що викликає додаткові простой. Відсутність децентралізованих складів, розташованих поблизу цехів, недостатній рівень механізації вантажно-розвантажувальних робіт викликають додаткові переміщення вантажів і рухомого складу. Тому при організації роботи промислового транспорту необхідно встановлювати найбільш доцільне завантаження кожного виду транспорту з урахуванням потужності перевантажувальних фронтів і забезпечення поточності виконання технологічних операцій [10].

Грунтуючись на [11], основними труднощами в розвитку транспортних процесів магістрального і промислового транспорту є:

- невідповідність рівня пропускної здатності на окремих напрямках попиту з боку ринку перевезень;
- високий знос окремих елементів інфраструктури;
- високий середній вік парку локомотивів;
- неготовність роботи в умовах профіциту вагонів і руйнування загальномережевої моделі управління парком універсальних вагонів;
- відсутність можливостей для проривного зростання надійності, швидкості і точності перевезень.

Результатом цього все частіше є перехід клієнтів з високовартісними вантажами, які незадоволені якістю залізничного сервісу, на альтернативні види перевезень [12].

Система раціональної організації вагонопотоків відноситься до числа найважливіших технологічних завдань; від цього залежить завантаження станцій, а, отже, час доставки вантажу, що принципово важливо для роботи мережі залізниць в сучасних ринкових умовах.

Збереження практики довгострокового тарифного регулювання на вантажні залізничні перевезення дозволить підвищити якість бізнес-планування та управління транспортними витратами всіх учасників перевізного процесу, а також зберегти інвестиційні проекти промисловості в умовах катастрофічного падіння цін на сировинних світових ринках. Більшість підприємств-вантажовідправників в даний час не в змозі зберігати обсяги виробництва на тлі підвищеного зростання тарифів [12].

Реформування залізничної галузі, довгострокова тарифна політика, перехресна взаємодія з операторами рухомого складу, а також інвестиційна активність як ПАТ «Укрзалізниця», так і приватних компаній-власників, повинні сприятливо вплинути на розвиток транспортних систем, в тому числі і в функціонуванні ВС і ПК. Залізничний транспорт незагального користування пов'язує підрозділи промислових підприємств, організовуючи внутрішні міжцехових перевезення, і одночасно є продовженням мережі залізничного транспорту загального користування, забезпечуючи взаємодію з магістралями залізниць. Ефективність роботи станцій з освоєння обсягів навантаження і вивантаження, що виходять на докризовий рівень і перевищують його, залежить від технології роботи, оснащеності, технічного та інтелектуального рівня розвитку транспортних та інформаційних систем [13].

Можливість використання інтелектуального середовища, при організації перевізного процесу дозволить вирішити такі завдання:

- 1) в реальному масштабі часу при відхиленні прогнозного значення розвитку транспортної ситуації від фактичного здійснити коригування і уточнення;
- 2) ввести можливість контролю за технологією виконання виробничого процесу;
- 3) запровадити фінансову оцінку процесів переробки вагонопотоків;
- 4) розрахувати оптимальний рівень технічного забезпечення станції та ПК і оцінити реальну завантаженість станційних об'єктів;

5) виконати післяопераційний і процесний аналіз переробної спроможності станції з подальшою інтерпретацією результатів, що дає змогу перевірити адекватність запропонованих рішень.

Обслуговування об'єктів промислового транспорту на основі інтелектуалізації перевізного процесу є необхідним сучасним умовою, оскільки ринок залізничних послуг в транспортному бізнесі холдингу ПАТ «Укрзалізниця» вимагає нових інструментів підвищення якості обслуговування клієнтів і залучення таким чином додаткового прибутку.

1.2.2 Аналіз наукових досліджень взаємодії вантажних станцій і під'їзних колій

Процес організації вантажоперевезень як модель в цілому включає в себе три основних ланки: управління просуванням поездопотоків на мережі залізниць, знаходження і переробка вагонопотоків на технічних станціях і місцева робота на ВС, в т.ч. з обслуговування власників ПК. В сучасних умовах, коли диспетчерський апарат намагається адекватно реагувати на ситуацію, що склалася з регулювання просування приватних вагонів на мережі доріг, основна складність припадає саме на ВС, оскільки характер місцевої роботи стає важко прогнозованим.

Методи розрахунку переробної спроможності об'єктів промислового транспорту розроблені недостатньо, головним чином у зв'язку з тим, що в практиці експлуатації необхідність таких розрахунків виникала рідко, а при проектуванні використовуються методи, що застосовуються на магістральному транспорті. Однак застосування загальної методики для розрахунку переробної спроможності пристроїв магістрального і промислового транспорту не завжди правомірно, особливо з огляду на сьогодні хаотичний характер просування вагонів власників рухомого складу на мережі доріг.

У дослідженнях [14, 15] розглядаються коливання навантаження і вивантаження вагонів на вантажних пунктах і станціях. Зміни викликаються сезонними та іншими особливостями виробництва і споживання вантажів і мають зазвичай досить стійкі закономірності. Коливання вагонопотоків

викликаються великою кількістю різноманітних причин і носять випадковий характер. Роботу транспортних систем в цілому необхідно розглядати при постійних коливаннях транспортних потоків.

У [16, 17] на основі аналітичних залежностей була запропонована методика системного дослідження технічних станції як неподільної багатофазної системи по можливостям станів її технологічних ліній і парків в цілому, що дозволило врахувати не тільки обмеження по колійному розвитку, а й складні за своїм різноманіттям прямі і зворотні зв'язки внутрішньостанційних елементів між собою і з прилеглими ділянками. Можливість обліку різних особливостей дозволяє застосувати цей апарат для цілей виявлення «вузьких» місць і оцінки ефективності впровадження організаційно-технічних і реконструктивних заходів, що забезпечують нарощування пропускну та переробної спроможності станційних пристроїв, скорочення простою вагонів на станціях з одночасним підвищенням їх експлуатаційної надійності.

Проведені дослідження стосувалися загальної методології просування поєздопотоків на мережі залізниць. Організація зародження на станціях і просування порожніх вагонопотоків пов'язана з моделюванням перевізного процесу. В [18] запропонована методика розрахунку нормативів, що враховують внутрішньодобову нерівномірність вивантаження вагонів, і в порівнянні зі збірними поїздами спосіб реалізації більш високій швидкості проходження маршрутів порожніх вагонів.

Підвищення рівня маршрутизації порожніх вагонопотоків в окремих випадках може бути пов'язано з необхідністю посилення технічних пристроїв на ВС, що викликає додаткові капіталовкладення і експлуатаційні витрати на утримання станційних пристроїв.

Питань координації роботи промислового і магістрального залізничного транспорту присвячена велика кількість наукових праць. Вперше теоретичні основи питань взаємодії промислового і магістрального залізничного транспорту були розроблені академіком В. Н. Образцовим [19]. Питання

взаємодії в роботі ВС і великих промислових підприємств викладені в працях професора Н. Р. Ющенко [20].

Існуючі в даний час методи розподілу порожніх вагонів при місячному технічному нормуванні і оперативному плануванні засновані на одноетапному плануванні прикріплення станцій зародження порожніх вагонів до станцій їх навантаження з критерієм мінімізації сумарного порожнього пробігу. Такі висновки наведені у роботі [21]. Аналіз статистичних даних свідчить про нелінійний характер залежності швидкості проходження вагонів від відстаней їх доставки, а також на випадковий розкид часу проходження порожніх вагонів від станцій відправлення до станцій призначення, що створює істотну невизначеність в першу чергу при оперативному плануванні навантаження. З метою подолання негативних наслідків зазначених чинників запропонована система двохетапного оперативного планування розподілу порожніх вагонів. На першому етапі здійснюється планування розподілу порожніх вагонів на період декількох діб (до 7) від станцій зародження порожніх вагонів до станцій розпилення, а на другому етапі - від станцій розпилення до станцій навантаження (змінно-добове планування). В обох випадках мінімізується сумарний час проходження порожніх вагонів.

Ускладнення структури вагонопотоків стало причиною неефективного реагування системи оперативного управління перевезеннями. Воно вказало на відсутність в цій системі функцій, що дозволяють враховувати зміну і складність вагонопотоків, тобто її негнучкість. Для кількісної оцінки можливості переробки інформаційних потоків певної складності пропонується методика, в основі якої розрахунок кількості інформації в повідомленнях, що утворюють ці потоки, оцінюється з використанням коефіцієнта, що враховує розбіжність між фактичним і нормативним числом рівнів управління в організаційній структурі перевезень. Цей локальний метод, описаний в роботі [22], можна застосовувати для безпосередньої коригування організаційної структури при зростаючих інформаційних потоках про просування приватних вагонів на мережі.

Проведений аналіз робіт в області експлуатації залізниць, зокрема, взаємодії промислового і магістрального залізничного транспорту, показав, що питання взаємодії ВС і колій незагального користування вимагають подальшого розвитку, особливо в частині підвищення якості обслуговування вантажних фронтів [23-25].

У роботі [26] було розглянуто окремий випадок завдання вибору черговості подачі груп порожніх вагонів на пункти навантаження, проведення навантаження і прибирання навантажених вагонів на станцію. З цієї постановки запропонований обчислювальний алгоритм розрахунку оптимальної черговості подач.

У [27] автори розглянули задачу оптимізації маневрової роботи на технічній станції з позицій теорії графів. Вихідна задача зведена до задачі комівояжера, і запропонований евристичний алгоритм рішення, але аналітичний розв'язок задачі не було знайдено.

Вперше групою авторів у роботі [28] було дано математичне обґрунтування рішення оптимізаційної задачі (черговість обслуговування вантажних фронтів) для двох приватних критеріїв ефективності: мінімізації вагоно-годин, витрачених на подачу вагонів на вантажні fronti станції: мінімізації вагоно-годин, витрачених на подачу вагонів і проведення вантажних операцій на вантажних фронтах. В [29] на додаток до двох отриманих критеріїв оптимізації доданий третій - забезпечення максимальної кількості поданих і прибраних вагонів до заданого часу прибуття збірної поїзда.

Дослідження з питань організації роботи вантажних фронтів були систематизовані в [30]. Визначення оптимального рівня завантаження вантажних фронтів - завдання математичного програмування з елементами невизначеності через випадкового характеру надходження вагонів на станції і часу обслуговування. Рішення її пов'язано з мінімізацією витрат від простоїв вагонів і вантажно-розвантажувальних механізмів.

Для оцінки ефективності організації місцевої роботи без оперативного зміни технології, а саме плану формування та графіка руху місцевих поїздів

зіставляють наявність місцевих вагонів з розвантажувальними здібностями вантажних фронтів.

Вибір того чи іншого варіанту доставки місцевих вагонів на станції вивантаження ґрунтується на забезпеченні оптимального використання розвантажувальної спроможності вантажних фронтів і максимального розміру вивантаження. Завдання оперативного планування вивантаження має досить велику розмірність і для вирішення на ЕОМ її необхідно формалізувати. Одним із способів реалізації математичної моделі і побудови на її основі імітаційної запропонований в роботі [31]. Але тут виконується оптимізація вантажної роботи станції за фактом прибуття місцевих вагонів незалежно від приналежності вагонів і того, що робити з ними після вантажних операцій.

Питання, пов'язані з відносними пріоритетами обслуговування ПК при вартісній оцінці часу перебування заявки в очікуванні обслуговування локомотивом розглянуті в [32]. Варіюючи пріоритетами обслуговування вантажних фронтів, можна дати рекомендації для вирішення завдання вибору черговості обслуговування вантажних фронтів, тобто виділити вантажні фронти, подача вагонів на які в першу чергу забезпечить мінімум простою вагонів на станції.

В [33] запропонована система обслуговування вантажних фронтів підприємств промислового залізничного транспорту, в якій черговість їх обслуговування визначається тривалістю максимального вантажної операції, встановленої для однієї з груп вантажних фронтів, що обслуговується однією подачею. В роботі [34] запропоновано визначати послідовність обслуговування вантажних фронтів по критерію мінімального очікування локомотивами робіт і максимального виконання маневрових робіт з числа пред'явлених. У роботі [35] виділено наступні критерії при визначенні оптимальної черговості подачі вагонів на вантажні фронти: мінімум маневрових локомотиво-годин маневрової роботи, мінімум додаткових вагоно-кілометрів пробігу, мінімум вагоно-годин очікування початку вантажних операцій після прибуття на станцію, мінімум штрафів через порушення термінів доставки вантажів. В [35] визначено, що

особа, яка приймає рішення, може використовувати і інтегральний критерій оптимальності.

В циклі робіт [36, 37] розроблено математичну модель раціонального функціонування ПК, ритмічної подачі, розвантаження, навантаження і відправлення продукції споживачам. Виконано аналітичний розв'язок задачі Коші для системи трьох диференціальних рівнянь з заданими початковими умовами руху вагонів на вантажних фронтах.

У роботі [38] описані перспективні способи технології управління пропускною спроможністю об'єктів промислового транспорту, способи взаємодії з виробництвом і системою магістрального залізничного транспорту, а також представлена методика взаєморозрахунків за подачу-прибирання і використання вагонів на коліях навантаження-вивантаження. В циклах статей [39-41] наведено економічну оцінку завантаженості станцій на основі функціонально-вартісного аналізу обслуговування промислових підприємств. Цей метод на відміну від традиційних досліджень технічних і технологічних можливостей станцій переробляти вантажо- і вагонопотоків дозволяє врахувати і оцінити втрати, зумовлені додатковою транспортною роботою і витратами на її виконання.

Професор П.А. Козлов в своїх дослідженнях [42-45] приділяє велику увагу визначенню теорії взаємодії елементів і підсистем в транспортних системах, а також основам системного підходу до транспортних об'єктів. Автор вводить поняття «канал» і «бункер», структурних складових транспортної системи, і визначає варіанти їх взаємодії між собою. «Канал» характеризується такими параметрами, як вхідний і вихідний потоки, час ходу, пропускна здатність, «бункер» - вхідним і вихідним потоками, поточної і граничної ємностями. Професор П. А. Козлов є розробником теорії динамічних резервів транспорту. Під динамічними резервами слід розуміти здатність системи виконувати роль бункера за рахунок процесів управління. Залежно від типу взаємодіючих елементів динамічні резерви бувають першого, другого, третього і четвертого роду. Сукупність динамічних резервів істотно підвищує

ефективність роботи транспортної системи в умовах нерівномірності. Професором П. А. Козловим була розроблена імітаційна система транспорту, що представляє собою систему моделювання, яка дозволяє розрахувати технічні і технологічні параметри комплексів залізничного та інших видів транспорту. Ця система є універсальним апаратом моделювання роботи магістральних і промислових залізничних станцій, залізничних і промислово-транспортних вузлів при вирішенні завдань, пов'язаних з обґрунтуванням інвестиційних рішень з розвитку транспортної інфраструктури, розробці технології перевізного процесу на необхідний період часу, а також рішень з оперативного управління перевезеннями.

У [28, 42-45] велика увага приділяється ролі сучасних програмних комплексів, які здатні оцінити алгоритми поведінки реальних транспортних систем. У імітаційному моделюванні структура моделі відображає структуру реального об'єкта моделювання на деякому рівні абстракції, а зв'язки між компонентами моделі є відображенням реальних зв'язків. Елементи системи, їх зв'язку, параметри і змінні, а також їх співвідношення і закони їх зміни повинні бути виражені засобами середовища моделювання, тобто в цьому середовищі повинні бути визначені змінні і параметри моделі, побудовані процедури обчислення зміни змінних і характеристик моделі в часі. Побудована модель перевіряється з точки зору коректності її реалізації, калібрується, тобто здійснюється збір даних і проводяться вимірювання тих характеристик в реальній системі, які повинні бути введені в модель у вигляді значень параметрів і розподілу випадкових величин. Далі виконується перевірка правильності моделі, тобто її валідація, коли робота моделі перевіряється на декількох тестових режимах, в яких характеристики поведінки системи відомі або очевидні. Останнім етапом роботи з моделлю є комп'ютерний експеримент. У загальному розумінні це виконання моделі при різних значеннях її істотних параметрів і спостереження її поведінки з реєстрацією характеристик. Причому таке моделювання дозволяє не тільки отримати прогноз, але і визначити, які дії, що управляють на систему приведуть до сприятливого розвитку подій. Більш

складні експерименти дозволяють виконати аналіз чутливості моделі, оцінку ризиків різних варіантів керуючих рішень, а також оптимізацію для визначення параметрів і умов оптимального функціонування моделі.

Багато зарубіжних дослідників розглядали моделі для керування транспортними засобами з детермінованими і стохастичними елементами розподілу досліджуваних величин. Детерміновані підходи припускають, що вхідні параметри (наприклад, попит на транспортні послуги, транспортування і час у дорозі) є точними значеннями. Ці моделі оптимізації використовувалися для раціонального розподілу порожніх транспортних засобів відповідно до зазначених правил розподілу. Частина таких моделей були розроблені і впроваджені Feeney, Leddo і Warthall, White і Bomberault, Mendiratta і Turnquist, Ratcliffe і ін. [46]. Kwon [47] представив модель динамічної маршрутизації і планування перевезень вантажних вагонів на мережі залізничних доріг. Дана модель просторово-часового зображення була використана для подання руху вагонопотоків на можливі напрямки по загальній мережі з урахуванням руху товарів для пріоритетних клієнтів. Була також сформульована задача лінійного непрогнозованого вагонопотоків, і метод генерації стовпців була використаний в якості оптимізації обслуговування вантажних пунктів. Fukasawa [48] запропонував метод визначення оптимального потоку навантажених і порожніх вагонів з метою максимізації прибутку, доходу або перевезеного тоннажу, враховуючи розклад поїздів разом з можливостями тяги. Lawley [49] представив просторово-часову модель мережеских потоків для планування повторюваних поставок залізничним транспортом оптом від постачальників до клієнтів. Модель використовує різну інформацію, в тому числі споживчий попит, характеристики залізничної мережі, час вантаження і вивантаження, а також потужності станційних пристроїв обробити надходить вагонопоток. Автор моделі ґрунтувався на максимальному рівні завантаження вантажних фронтів при зведенні до мінімуму часу очікування для навантаження і розвантаження основного вантажу. Narisetty [50] представив модель оптимізації призначення різнорідних порожніх вантажних вагонів як найкраще

відповідність між робочим парком на станціях і рівнем вантажної роботи. Така модель дозволяла оптимізувати транспортні витрати, а також суворо дотримуватися виконання терміну доставки. Модель реалізована на залізниці UnionPacific і це допомогло компанії досягти значного скорочення витрат на транспортування. Sayarshad і Marler [51] представили розробку аналітичного рішення розміру парку вагонів. В їх інструменті аналізу включені можливості оптимізації використання рухомого складу, оцінки прибутковості від ефективного просування вантажів і перевірки якості наданих послуг клієнтам. Sayarshad [52] пропонує в математичній моделі для оптимізації планування використання однорідного парку залізничних вагонів в галузі мінімізувати суму витрат, пов'язаних з якістю обслуговування і максимізувати прибуток, розраховану як різниця між отриманим доходом і сукупних витрат за користування вагонів.

Таким чином, на різних етапах розгляду проблеми підвищення якості обслуговування користувачів послугами залізничного транспорту застосовувалися заходи щодо підвищення експлуатаційної надійності роботи станцій на основі прогнозування надходження вагонопотоків. Застосування у великій кількості робіт недетермінованного режиму роботи станцій дозволяло авторам моделювати оперативну зайнятість диспетчерського апарату по обробці зростаючого обсягу інформації, а також виконання плану вантажної роботи.

В сучасних умовах просування вагонного парку, коли вагони різних власників простоюють на коліях станцій, ускладнюючи тим самим експлуатаційну роботу, для визначення переробної спроможності фронтів навантаження-вивантаження необхідно враховувати не тільки їх максимально можливу переробну спроможність, а й можливість узгодження заявки на подальшу перевезення вантажів. Іншими словами, модель повинна включати в себе обмеження по можливості переробки вантажопотоку з метою ефективного просування вагонів компаній-операторів і забезпечення таких умов роботи, при яких станція здатна здійснювати обслуговування ПК, відповідно до договірних

зобов'язань. Для цього пропонується розглянути поведінку транспортної системи «Вантажна станція - ПК» з позиції не тільки раціонального розподілу вагонів на мережі доріг, але і ритмічного і якісного обслуговування ПК, економічної ефективності для власників рухомого складу і станцій, чії колії займають дані вагони.

1.3 Постановка задач дипломної роботи

Основним завданням вантажної станції А є виконання вантажних операцій (навантаження, вивантаження). Значний обсяг всієї вантажної роботи виконується на вантажному районі станції та під'їзних коліях, ефективність функціонування яких визначає якість роботи станції в цілому. Тому при вдосконалюванні технології роботи вантажних станцій треба особливу увагу приділити оптимізації роботи вантажних фронтів. У свою чергу, ефективність роботи кожного вантажного фронту визначається безліччю різних технічних і технологічних параметрів, серед яких варто особливо виділити наступні:

- кількість вантажо-розвантажувальних механізмів та їх техніко-експлуатаційні характеристики;
- місткість вантажного фронту;
- кількість подач вагонів за добу на вантажний фронт.

У сучасних умовах зміна місткості вантажного фронту 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 за добу є доцільним оптимізувати такі параметри вантажного фронту як число вантажо-розвантажувальних механізмів та кількість подач вагонів.

Тому в дипломній роботі за допомогою математичних методів з метою підвищення ефективності обслуговування під'їзних колій буде виконано:

- аналіз існуючих методик і наукових досліджень в області взаємодії вантажних станцій загальної мережі залізниць і прилеглих до них ПК;
- дослідження методики вибіру оптимального технічного оснащення ПК та удосконалення технології роботи локомотивів станції, що пов'язана з кількістю подач вагонів.

2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ ТА ПРИМИКАЮЧИХ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ

2.1 Технічна характеристика станції А

Станція А (дивись рисунок 2.1) залізниці Пд розташована на одноколіній дільниці З – С в районі великого залізничного вузла НДВ.

За характером роботи, що виконується, станція віднесена до вантажних, а за обсягам роботи – до II класу.

До станції примикають перегони:

- в парному напрямку: А – З– одноколійний електрифікований, обладнаний пристроями двостороннього кодового автоматичного блокування;
- в непарному напрямку: А – О– одноколійний електрифікований, обладнаний пристроями двостороннього кодового автоматичного блокування.

Станція обладнана пристроями електричної централізації стрілок і сигналів. Колійний розвиток станції складається з двох парків (приймально-відправного і сортувально-відправного), розташованих паралельно. Приймально-відправний парк складається з головної і 5-ти приймально-відправних колій; до складу сортувально-відправного парку входять по 4 сортувально-відправні і сортувальні колії. Крім того, у сортувально-відправному парку міститься витяжна колія. Детальна характеристика колійного розвитку станції А зі спеціалізацією колій наведена у таблиці 2.1.

2.2 Технічна характеристика під'їзних колій станції А

До станції примикають наступні під'їзні колії:

- під'їзна колія ТОВ «Завод «Дніпро-Штіл» (далі – ПК ДШЗ; стрілкою № 35);
- під'їзна колія ТОВ «ЕРА» (далі – ПК ЕРА; стрілкою № 23);
- під'їзна колія ТОВ «Дніпровський МеталПром» (далі – ПК ДМП; стрілкою № 18);
- під'їзна колія ТОВ «ДніпроПромЛит» (далі – ПК ДПЛ; стрілкою № 12);

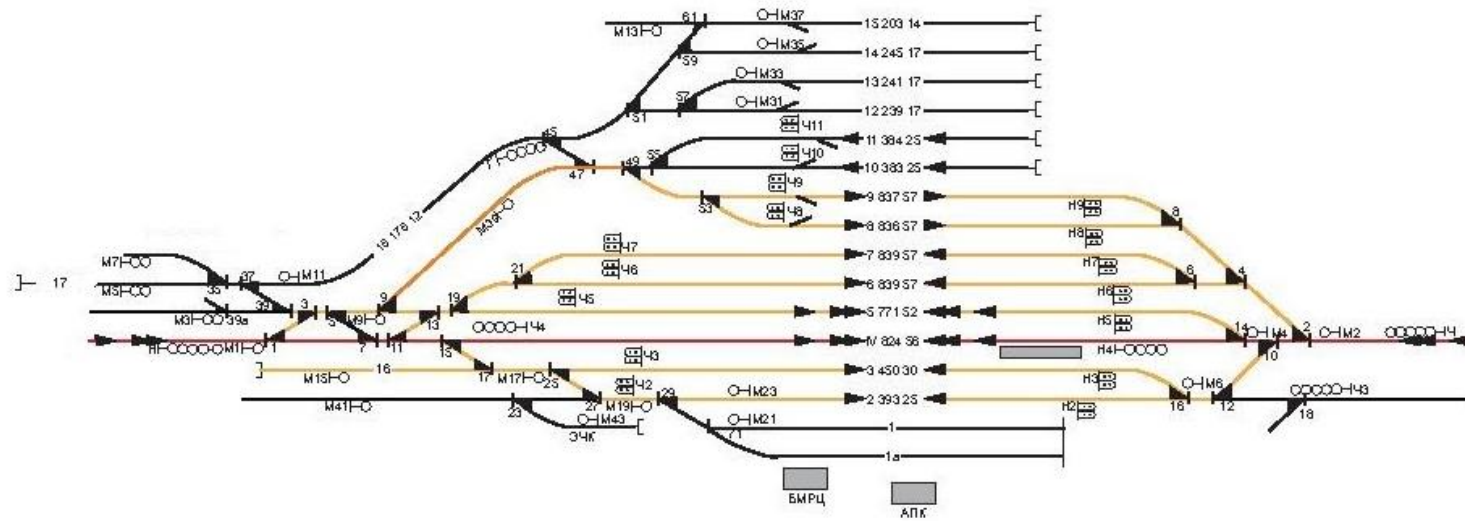


Рисунок 2.1 Немасштабна схема колійного розвитку вантажної станції А

Таблиця 2.1 – Характеристика залізничних колій станції А

№ з/п	Парк	Кількість колій	Номери колій та їх призначення	Місткість в умовних вагонах	Корисна довжина в м
1	2	3	4	5	6
1	Приймально-відправний	2	IV,5 – приймально-відправна для приймання, відправлення вантажних поїздів в обох напрямків та пропускання пасажирських і вантажних поїздів в обох напрямках	86 – 90	1291 – 1351
2		4	2,3,6,7 – приймально-відправні для приймання, відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	26 – 76	392 – 1149
3	Сортувально-відправний	3	8,9,10 – сортувально-відправна для сортування, накопичування та відправлення.	26-55	394-836
4		1	11- сортувально-відправна	25	381
5		4	12,13,14,15- сортувальна для сортування, накопичування, приймання та здавання вагонів з/на під'їзні колії	15-20	228-300
6		1	17- витяжна	56	850

- продовженням станційної колії №5 є з'єднувальна колія №5а на транспортно-складський комплекс (далі – ТСК), на якому здійснюється прийом і видача вантажів підприємствам і громадянам міста;

- під'їзна колія цементного заводу (далі – ПК ЦЗ; стрілкою №29);

2.2.1 ПК ЦЗ примикає до станційної колії №2 стрілкою №29. За станом верхньої будови колії та штучних споруд на під'їзної колії ЦЗ допускається рух тепловозом ТГМ-4 та вагонів будь яких типів зі швидкістю не більше ніж 15 км/год. Вагова норма поїздів при подаванні/забиранні не повинна бути більша ніж 4500 тонн і по довжині не більш ніж 232 вісі. Подавання та прибирання вагонів з/на під'їзну колію ЦЗ здійснюється локомотивом і бригадою складачів під'їзної колії. Обслуговування під'їзної колії виконується згідно з місцевою інструкцією та договору на експлуатацію під'їзної колії. Відстань подавання (забирання) – 0,7 км.

2.2.2 Під'їзна колія ДШЗ примикає до витяжної колії №17 станції А стрілкою №35. За станом верхньої будови колії та штучних споруд на під'їзної колії допускається рух тепловозом ТГМ-4 та вагонів будь яких типів зі швидкістю не

більше ніж 15 км/год. Вагова норма поїздів при подаванні/забиранні не повинна бути більша ніж 4000 тонн і по довжині не більш ніж 220 вісей.

Для виконання перевізного процесу на заводі у наявності є наступні засоби:

1. колійний розвиток - 33 колії;
2. локомотивне господарство - 5 тепловозів;
3. вагове господарство;
4. пристрої СЦБ та зв'язку.

Для здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт у наявності є наступні механізми та улаштування:

- автонавантажувач;
- насоси для злива цистерн у міжрельсову ємність;
- рампа складу, зливний пристрій;
- вагоноперекидач типу ВРС-134;
- підвищена колія для розвантаження навальних вантажів;
- конвейерна стрічка для завантаження гематиту;
- кран козловий вантажопідйомністю 15 тонн.

Подавання та прибирання вагонів з/на під'їзну колію ДШЗ здійснюється локомотивом і бригадою складачів під'їзної колії. При цьому передавальною колією слугує станційна колія №17а корисною довжиною 850 м (до знака «Межа під'їзної колії»). Обслуговування під'їзної колії виконується згідно з місцевою інструкцією та договору на експлуатацію під'їзної колії. Відстань подавання (забирання) – 1,2 км (від знака «Межа під'їзної колії» до стика рамної рейки першої входної стрідки під'їзної колії).

2.2.3 Під'їзна колія ЕРА примикає до колії №2 станції Б стрілкою №23. За станом верхньої будови колії та штучних споруд на під'їзної колії допускається рух тепловозом ЧМЕ-3, ТГМ-4 та вагонів будь яких типів зі швидкістю не більше ніж 15 км/год. Вагова норма поїздів при подаванні/прибиранні не повинна бути більша ніж 600 тонн і по довжині не більш ніж 24 вісі.

Для здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт у наявності є наступні механізми:

- приймальний силос для розвантаження хоперів-зерновозів;
- автонавантажувачі вантажопідйомністю 1,5-2 тонн;
- кран козловий 15 тонн.

Подавання і прибирання вагонів проводиться локомотивом і бригадою складачів під'їзної колії. Подавання вагонів на під'їзну колію ЕРА виконується вагонами вперед, прибирання - локомотивом вперед. При цьому передавальною колією слугує станційна колія №16а корисною довжиною 150 м (до знака «Межа під'їзної колії»).

Закріплення вагонів на під'їзній колії проводиться складачем поїздів станції А під наглядом відповідального під'їзної колії гальмовими башмаками власника колії. Відстань подавання (забирання) – 0,95 км.

2.2.4 Під'їзна колія ДМП примикає до продовження 2-ї колії станції А стрілочним переводом №18. За станом верхньої будови колії та штучних споруд на під'їзної колії допускається рух тепловозом ЧМЕ-3 та вагонів будь яких типів зі швидкістю не більше ніж 15 км/год. Вагова норма поїздів при подаванні/прибиранні не повинна бути більша ніж 500 тонн і по довжині не більш ніж 20 вісей. Для здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт у наявності є наступні механізми:

- насоси для злива цистерн у міжрельсову ємність;
- козловий кран вантажопідйомністю 10 тонн;
- автонавантажувачі вантажопідйомністю 1,5-2 тонни;
- підвищена колія для розвантаження навальних вантажів.

Подавання і прибирання вагонів проводиться маневровим локомотивом станції А - маневровим порядком, після погодження між черговим по залізничній станції з відповідальним працівником ДМП. Подавання вагонів на під'їзну колію ДМП виконується вагонами вперед, прибирання - локомотивом вперед.

Закріплення вагонів на під'їзній колії проводиться складачем поїздів станції А під наглядом відповідального під'їзної колії гальмовими башмаками вла-

сника колії. Відповідальність за схоронність гальмових башмаків та правильність закріплення рухомого складу на під'їзній колії несе власник колії. Відстань подавання (забирання) – 0,98 км.

2.2.5 Під'їзна колія ДПЛ примикає до колії №2 станції А стрілкою №12. За станом верхньої будови колії та штучних споруд на під'їзних коліях допускається рух тепловозами ТГМ-4 та вагонів будь яких типів зі швидкістю не більше ніж 15 км/год. Вагова норма поїздів при подаванні/прибиранні вагонів ТГМ-4 не повинна бути більша ніж 840 тонн, 32 осі.

Для виконання перевізного процесу на під'їзній колії у наявності є наступні засоби:

1. колійний розвиток - 4 колії;
2. локомотивне господарство - 1 тепловоз;
3. пристрої сигналізації, централізації і болування (СЦБ) та зв'язку.

Для здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт у наявності є наступні механізми та улаштування:

- козловий кран вантажопідйомністю 10 тонн (зі змінним робочим органом).

Подавання та прибирання вагонів з/на під'їзну колію ДПЛ здійснюється локомотивом і бригадою складачів під'їзної колії. При цьому передавальною колією слугує станційна колія №16а корисною довжиною 150 м (до знака «Межа під'їзної колії»). Обслуговування під'їзної колії виконується згідно з місцевою інструкцією та договору на експлуатацію під'їзної колії. Відстань подавання (забирання) – 1,3 км.

2.2.6 З'єднувальна колія №5а на ТСК є продовженням станційної колії №5. Подавання та забирання вагонів здійснюється цілодобово маневровим локомотивом станції та складачем поїздів. Закріплення вагонів на колії здійснюється гальмовими башмаками складачем станції. Для виконання вантажних операцій ТСК має ряд обладнаних майданчиків і спеціальних механізмів. Вагова норма поїздів при подаванні/прибиранні вагонів не повинна бути більша ніж 1900 тонн, 80 осей. Відстань подавання (забирання) – 1,05 км.

2.3 Експлуатаційна характеристика станції А

Окрім приймання та відправлення вантажних, пасажирських та приміських поїздів на станції здійснюються наступні операції:

1. Робота із вивізними поїздами (відчеплення, причеплення місцевих вагонів);
2. Формування подач на під'їзні колії до фронтів навантаження – розвантаження підприємств;
3. Комерційний огляд.

Згідно плану формування поїздів станція А формує вивізні поїзди на станції НДВ (для подальшого сортування по напрямкам), О, З та Л (під розвантаження або навантаження).

У першому розділі дипломного проекту було надано техніко-експлуатаційну характеристику вантажної станції II класу А, охарактеризовано її існуючий колійний розвиток і технологію експлуатаційної роботи.

Маневрова робота на станції виконується маневровим локомотивом серії ЧМЕ-3, приписаним до депо Д. По станції А маневрова робота також виконується маневровим локомотивом вітковласників.

Маневрова робота на станції виконується з включенням і випробуванням автогальм згідно ТРА станції.

Перед початком маневрів складач поїздів складає план роботи, порядок його виконання та знайомить з ним помічника складача поїздів та машиніста маневрового локомотива.

Розформування – формування составів на станції виконується через гірку малої потужності на сортувальні колії (№№ 3с – 12с). Місце і засіб виконання маневрів, остаточне розміщення вагонів узгоджується зі складачем поїздів. Необхідно враховувати найбільш безпечне виконання маневрів та його найменший час.

На гірці малої потужності розформуванням – формуванням составів керує складач поїздів.

Під час розпуску составів із гірки розчеплення вагонів необхідно виконувати лише у спеціально обладнаних місцях обмежених знаками „Початок розчеплення” та „Кінець розчеплення”.

Зоною обслуговування помічника складача поїздів є башмакоскидаючи позиції по коліям №№ 3с – 12с.

Укладання гальмових башмаків для гальмування відчепів, що розпускаються з гірки виконується за допомогою спеціальної вилки.

Розформування составу з гірки малої потужності виконується розпуском, поштовхами або осаджуванням. Швидкість розгону состава для поштовху складач поїздів регулює з урахуванням ходових якостей та ваги відчепу, вільності сортувальних колій, атмосферних умов так, щоб помічник складача поїздів мав досить часу для своєчасного укладання гальмових башмаків за допомогою спеціальної вилки.

При формуванні складу ДСП дає завдання складачу поїздів, вказуючи при цьому призначення поїзда (групи вагонів), що підлягають включенню в поїзд, їх місце знаходження і вагу.

Про закінчення формування складу поїзда складач поїздів доповідає ДСП.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ

3.1 Вибір рухомого складу для перевезення вантажів

Кожний вид вантажу має свої індивідуальні характеристики і властивості. В залежності від них при перевезенні даного вантажу обирається конкретний рухомий склад, а саме критий вагон, піввагон, платформа, цистерна.

Залізобетонні вироби (далі – ЗБВ), лом, сталева заготовка, катанка сталевана, сталь листована і інші види прокту чорних металів пред’являються до перевезення у відкритому рухомому складі, підготовленому у відповідності зі стандартами стані, знешкодженими від вибухонебезпечних, пожежонебезпечних і радіоактивних матеріалів, очищеними від шкідливих хімічних речовин і повинні супроводжуватися документом, що засвідчує їх пожежо- та вибухобезпечність, радіоактивну безпеку.

На відкритому рухомому складі також перевозяться сипучі вантажі (вугілля і вугільний концентрат, кокс, аглоруда, феросплави, торф, вапняк, шлак тощо).

Сипучі вантажі можна також розділити на дві основні категорії - це власне насипні вантажі, і навалочні вантажі. Офіційно такого поділу ні, і ті й інші з рівним успіхом можна віднести саме до насипних вантажів, однак для зручності їхньої класифікації, розділяють безпосередньо насипні вантажі, тобто вантажі, які мають вільну сипкість, і навалочні вантажі. Останні вимагають застосування, при навантаженні або розвантаженні, додаткової техніки (наприклад, екскаваторів).

Для запобігання втрат сипучих і навалочних вантажів під час перевезення їхнє навантаження відправник повинен здійснювати з таким розрахунком, щоб поверхня вантажів не виступала за верхні краї бортів вагона.

Кислота сірчана, бензин, паливо відносяться до небезпечних вантажів та вимагають дотримання засобів безпеки при їх перевезенні та виконанні маневрової роботи.

Відносно небезпечних вантажів, перевезених наливом у цистернах, поряд із загальними умовами перевезення наливних вантажів повинні дотримуватися,

передбачені дійсними Правилами й правилами перевезень залізничним транспортом небезпечних вантажів спеціальні умови перевезень у частині класифікації таких вантажів, порядку одержання дозволу на перевезення залізничним транспортом нового небезпечного вантажу, порядку супроводу таких вантажів провідниками відправника вантажу, вантажоодержувача й вимог нанесення знаків безпеки на цистерни.

Пропоновані до перевезення вантажі повинні відповідати вимогам відповідних стандартів і технічних умов на продукцію. Налив і злив вантажів, перевезених у цистернах, виробляються в спеціально обладнаних й відповідаючим вимогам безпеки місцях незагального користування.

3.2 Визначення розрахункових розмірів вагонопотоків по прибуттю та по відправленню

Під час виконання розрахунків з організації вантажної роботи станції виходжу з розмірів вантажопотоків залежно від роду та кількості вантажів, розвантаження та завантаження яких передбачено на під'їзних коліях. Розрахунки розпочинаються з встановлення кількості вагонів, які прибувають на станцію з вантажами. За такою ж послідовністю визначається кількість вагонів, необхідних для завантаження вантажів, які відправляються зі станції та під'їзних колій.

Усереднене навантаження вагона, t , визначається за формулою [53]:

$$\bar{g} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot g_{пj}, \quad (3.1)$$

де α_j – частка вагонів j -го типу, які використовуються для перевезень;

$g_{пj}$ – нормативна кількість вантажу, яким завантажуються вагон j -го типу

[54].

Кількість вагонів, необхідна для перевезення i -го вантажу (з округленням за арифметичними правилами), визначається за формулою:

$$n_i = \frac{Q_i}{g}, \quad (3.2)$$

де Q_i – кількість i -го вантажу, т.

Беручи вихідні дані із таблиці 3.1, наведемо приклад розрахунку кількості вагонів для відвантаження гематиту з ПК ДШЗ :

$$n_{\text{гем}} = \frac{3000}{69} = 43,48 \text{ вагонів.}$$

Приймається 44 вагони.

Обсяги вантажної роботи по прибуттю на станцію з усіх ПК і результати аналогічних розрахунків по всіх ПК наведені в таблиці 3.1.

– під'їзна колія ТОВ «ДніпроПромЛит» (далі – ПК ДПЛ; стрілкою № 12);
 - продовженням станційної колії №5 є з'єднувальна колія №5а на транспортно-складський комплекс (далі – ТСК), на якому здійснюється прийом і видача вантажів підприємствам і громадянам міста.

Таблиця 3.1 Розрахунок кількості вагонів, які відправляються з ПК на станцію

№ п/п	Назва вантажу	Тип вагонів	Кількість осей	Місткість кузова, м3	Технічне навантаж., т	Співвідношення, % (α)	Усереднене навантаження, т/ваг.	Кількість вантажу Q_i , т	Кількість вагонів пі, ваг.	Прийнято вагонів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК ДШЗ										
1	Гематит	ПВ	4	-	69	100	69	3000	43,5	44
2	Заготовка сталевая	ПВ	4	-	69	100	69	300	4,35	5
3	Лом чорних металів	ПВ	4	-	69	100	69	200	2,9	3
ПК ЕРА										
1	Обладнання електричне	КР	4	-	33	100	33	100	3,03	4
ТСК										
1	СТК	ПЛ	4	-	20,2	100	20,24	140	6,92	7

Продовження таблиці 3.1

ПК ДПЛ										
1	Катанка сталева	ПВ	4	-	69	100	69	300	4,35	5
2	Бій скляний	ПВ	4	-	69	100	69	420	6,09	7
ПК ДМП										
1	Відходи вапняні	ПВ	4	-	69	100	69	220	3,19	4
2	Обладнання електричне	КР	4	-	33	100	33	120	3,64	4
ПК ЦЗ										
1	ЗБВ	ПЛ	4	-	70	100	70	150	2,14	3
2	Цемент на- вальний	ХЦВ	4	-	72	100	72	3500	48,6	49
Всього по всім вантажним пунктам								8450		135

Загальна кількість вантажу, що прибуває на станцію з під'їзних колій, становить 8450 т.

Загальна кількість вагонів, що прибувають на станцію, становить 135.

Обсяги вантажної роботи по відправленню зі станції на кожну з ПК і результати розрахунків за формулою (3.2) наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Розрахунок кількості вагонів, які відправляються зі станції на ПК

№ п/п	Назва вантажу	Тип вагонів	Кількість осей	Місткість кузова, м ³	Технічне наван- таж., т	Співвідношення, %, (α)	Усереднене наван- таження, т/ваг.	Кількість вантажу Q _i , т	Кількість вагонів n _i , ваг.	Прийнято вагонів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК ДШЗ										
1	Концентрат вугільний	ПВ	4	-	69	100	69	250	3,62	4
2	Кокс	ПВ	4	-	40	100	40	2000	50	50
3	Вугілля марки К	ПВ	4	-	69	100	69	340	4,93	5
4	Бензин мо- торний	ЦС	4	-	68	100	68	60	0,88	1

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПК ДШЗ										
5	Вугілля кам'яне	ПВ	4	-	69	100	69	460	6,67	7
6	Аглоруда	ПВ	4	-	69	100	69	3000	43,5	44
7	Феросплави	ПВ	4	-	69	100	69	200	2,9	3
8	Антрацит	ПВ	4	-	69	100	69	3000	43,5	44
ПК ЕРА										
1	Зерно	ХП	4	-	68	100	68	100	1,47	2
2	Комбікорм	КР	4	-	65	100	65	100	1,54	2
ТСК										
1	Торф фрезерний	ПВ	4	-	55	100	55	80	1,45	2
2	ВТК	ПЛ	4	-	45	100	45	250	5,56	6
3	Кислота сірчана	ЦС	4	-	68	100	68	200	2,94	3
4	Паливо біс	ЦС	4	-	68	100	68	100	1,47	2
5	Коксовий дріб'язок	ПВ	4	-	40	100	40	100	2,5	3
6	ЗБВ	ПЛ	4	-	69	100	69	140	2,03	3
ПК ДПЛ										
1	Сталь листова	ПВ	4	-	69	100	69	360	5,22	6
ПК ДМП										
	Бензин моторний	ЦС	4	-	68	100	68	60	0,88	
	Прокат чорн. мет.	ПВ	4	-	69	100	69	240	3,48	
	Цегла шамотна	ПВ	4	-	69	100	69	300	4,35	
ПК ЦЗ										
	Відходи вапняні	ПВ	4	-	69	100	69	220	3,19	4
	Концентрат вугільний	ПВ	4	-	70	100	70	700	10	10
	Вугілля марки К	ПВ	4	-	69	100	69	250	3,62	4
	Бензин моторний	ЦС	4	-	68	100	68	60	0,88	1
	Аглоруда	ПВ	4	-	69	100	69	100	1,45	2
	Вапняк	ПВ	4	-	70	100	70	1500	21,4	22
	Шлак гранульований	ПВ	4	-	69	100	69	1000	14,5	15
Всього по всім вантажним пунктам								5170		255

Отже, загальна кількість вантажу, що відправляється зі станції на під'їзні колії, становить 15170 т. Загальна кількість вагонів, що відправляється зі станції на ПК, становить 255.

3.3 Забезпечення навантаження порожніми вагонами та внутрішньо-станційне регулювання

У даному розділі виконуються розрахунки з маршрутизації на станції, складається план розподілу вагонів під навантаження, визначається склад прибуваючих передаточних поїздів та розподіл вагонів в них за призначеннями.

Внаслідок аналізу таблиць 3.1-3.2 можна прийти до висновку, що вивозити вантаж зі станції слід маршрутами в зв'язку з тим, що така організація перевезень раціональна як з точки зору витрат на перевезення, так і швидкості доставки вантажів. При цьому перевезення вантажів маршрутами може бути організовано безпосередньо відправниками – відправницькими маршрутами, так і спільно зі станцією, де формується маршрут – ступінчатими.

Маршрутизацією охоплюються такі вантажопотоки, які забезпечують зменшення витрат на перевезення, що встановлюється виконанням відповідних техніко-економічних розрахунків.

Кількість маршрутів, які можуть бути сформовані за місяць, розраховується за формулою [53]:

$$N_{M_i} = \frac{n_{D_i} \cdot 30}{m_{M_i}}, \quad (3.3)$$

де n_{D_i} –добова кількість вагонів конкретного призначення з i -м вантажем;

m_{M_i} –кількість вагонів у маршрутному поїзді з i -м вантажем.

Кількість вагонів у маршрутному поїзді з i -м вантажем визначається за формулою [53]:

$$m_{M_i} = \frac{Q_{\Pi} - Q_{\text{Л}}}{g_{\text{бр}_i}}, \quad (3.4)$$

де Q_{Π} – маса маршрутного поїзда, t ;

$Q_{\text{Л}}$ – маса поїзного локомотива, t ;

$g_{\text{бр}_i}$ – маса одного вагона бруто з i -м вантажем, t , яка визначається за

формулою:

$$g_{\text{бр}_i} = \sum_{j=1}^n (g_{\text{T}_j} + g_{i_j}) \cdot \alpha_j, \quad (3.5)$$

де g_{T_j} – маса тари j -го типу вагонів, t (приймаю тару чотиривісного пів-вагона 22 t , чотиривісного хопера-цементовоза 21 t);

g_{i_j} – кількість i -го вантажу в вагоні j -го типу (згідно з нормою завантаження), t .

Відповідно до даних додатку А маса складу становить 4800 тонн, маса локомотиву 120 тонн. Отже, виконаємо приклад розрахунку кількості маршрутів по відправленню для гематиту з ПК ДШЗ:

$$g_{\text{бр}}^{\text{гематит}} = (22 + 69) \cdot 1 = 91 \text{ т}$$

$$m_{\text{М}}^{\text{гематит}} = \frac{4800 - 120}{91} = 51,52 \approx 52 \text{ вагони}$$

$$N_{\text{М}}^{\text{гематит}} = \frac{44 \cdot 30}{52} = 26 \text{ марш./міс.}$$

Результати аналогічних розрахунків по іншим ПК зведемо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 Розрахунок кількості маршрутів, які відправляються і прибувають зі/на станцію протягом місяця

Назва ПК	Вантаж	Тип рухомого складу	Масатариф, т	Технічне завантаження вагона, т	Маса вагона брутто, т	Середньодобова кількість вантажу, т	Склад маршрутного поїзда, ваг	Кількість маршрутів за місяць, поїздів
1	2	3	4	5	6	7	8	9
По прибуттю на станцію з ПК								
ПК ДШЗ	Гематит	ПВ	22	69	91	3000	52	26
ПК ЦЗ	Цемент	ХЦВ	21	72	93	3500	51	29
По відправленню зі станції на ПК								
ПК ДШЗ	Кокс	ПВ	22	40	62	2000	75	20
ПК ДШЗ	Агло-руда	ПВ	22	69	91	3000	52	26
ПК ДШЗ	Антрацит	ПВ	22	69	91	3000	52	26

3.4 Розподіл порожніх вагонів під завантаження

Метою складання плану розподілу вагонів для використання їх під завантаження є забезпечення завантаження вантажів з урахуванням типу вагонів і використання мінімальних розмірів передач вагонів між вантажними фронтами та об'єктами станції (тобто необхідно максимально зменшити або взагалі виключити перепробіги вагонів між вантажними фронтами та складами).

План розподілу вагонів для використання під завантаження розробляється на підставі даних табл. 3.1-3.2 та зводиться в табл. 3.4. У вільних клітинах вказується кількість вагонів, яку може бути залишено чи передано до пунктів завантаження. Сумарна кількість вагонів по вертикалі повинна дорівнювати кількості вагонів, які прибувають на станцію, включаючи ті, які здаються в порожньому стані, а по горизонталі – які повинні бути завантажені, включаючи ті вагони, яких недостатньо для забезпечення перевезень і які підводяться на вантажну станцію із сортувальної.

Моделювання складів передаточних поїздів приведено в додатку А.

Склад маршрутного поїзда з порожніх вагонів визначається за формулою [53]:

$$m_{\text{М}}^{\text{пор}} = \frac{l_{\text{ПК}}^{\text{СТ}} - l_{\text{Л}} - l_{\text{Д}}}{l_{\text{ваг}}}, \quad (3.6)$$

де $l_{\text{ПК}}^{\text{СТ}}$ – довжина приймально-відправної колії станції А;

$l_{\text{ваг}}$ – довжина вагона, м (хопера-цементовоза);

$l_{\text{Л}}$ – довжина поїзного локомотива, м;

$l_{\text{Д}}$ – додаткова довжина колій на випадок неточної зупинки поїзда, м.

Відповідно до додатку А маємо довжину хопера-цементовозу 12 м, довжину поїзного локомотива 30 м, додаткову довжину колій на випадок неточної зупинки поїзда 10 м. Отже, склад маршрутного поїзда становить:

$$m_{\text{М}}^{\text{пор}} = \frac{850 - 30 - 10}{12} = 67 \text{ вагонів}$$

Для завантаження цементу на цементний завод потрібно підвести 49 порожніх хоперів-цементовозів із сортувальної станції. При довжині колії для приймання поїздів 850 м маршрутний поїзд може включати 67 порожніх хоперів-цементовозів. Згідно з прийнятою вище умовою 49 піввагонів може бути підведено 1 маршрутним поїздом.

3.5 Визначення оптимального складу передаточного поїзду

Окрім маршрутного підводу вантажів на станцію, немаршрутизовані вантажі будуть підходити на станцію А у складі передаточних поїздів із сортувальної станції НДВ. Оскільки передаточні поїзди фактично обертаються зі змінною величиною складу, то розрахунок розмірів руху виконують через оптимальний склад, величину якого визначають по мінімуму витрат на локомотиво- і вагоно-години по формулі:

$$m_{\text{ОПТ}} = \sqrt{\frac{(2L + V \sum t_{\text{СТ}}) N_{\text{max}} l_{\text{Л-ГОД}}}{24V l_{\text{В-ГОД}}}}, \quad (3.7)$$

де L – довжина перегона між сортувальною і вантажною станцією, км (довжина перегона між станцією А і сортувальною станцією НДВ складає 21 км);

V – середня швидкість руху передаточних поїздів, км/год (приймається 50 км/год);

N_{\max} – максимальний вагонопотік на вантажну станцію у складі передаточних поїздів, ваг. (при розрахунковому вагонопотоку по прибуттю щодоби 255 вагонів, в тому числі маршрутизованому вагонопотоці 138 вагонів та коефіцієнту нерівномірності 1,25 маємо $N_{\max} = (255-138) \cdot 1,25 = 147$ ваг.);

$\sum t_{\text{СТ}}$ – тривалість знаходження локомотива на сортувальній і вантажній станціях за час одного обороту, год (приймається 3 год);

$l_{\text{Л-ГОД}}$ – приведена вартість 1 локомотиво-год роботи локомотива, грн (приймається 69,79 грн);

$l_{\text{В-ГОД}}$ – приведена вартість 1 вагоно-год, грн (приймається 2,88 грн).

Зробимо розрахунок:

$$m_{\text{ОПТ}} = \sqrt{\frac{(2 \cdot 21 + 50 \cdot 3) \cdot 147 \cdot 69,79}{24 \cdot 50 \cdot 0,88}} = 43,2 \approx 44 \text{ вагони}$$

Отже, кількість передаточних поїздів становить:

$$n_{\text{п}} = \frac{117 + 7}{44} = 2,81 \approx 3 \text{ поїзда}$$

Відповідно до таблиці 3.4, зроблено моделювання складу передаточних поїздів. Результат наведений у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Склад передаточних поїздів

Номер призначення	ПК	Тип РС	Вантаж	Номер поїзда			Всього вагонів
				3601	3603	3605	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ДШЗ	ПВ	Концентрат вугільний	2	2	0	4
2		ПВ	Вугілля марки К	2	0	3	5
3		ЦС	Бензин моторний	1	0	0	1
4		ПВ	Вугілля кам'яне	7	0	0	7
5		ПВ	Феросплави	2	0	1	3
6	ЕРА	ХП	Зерно	2	0	0	2
7		КР	Комбікорм	2	0	0	2

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
8	ТСК	ПВ	Торф фрезерний	0	0	2	2
9		ПЛ	ВТК	3	2	1	6
10		ЦС	Кислота сірчана	3	0	0	3
11		ЦС	Паливо б1с	2	0	0	2
12		ПВ	Коксовий дріб'язок	0	0	3	3
13		ПЛ	ЗБВ	0	3	0	3
14	ДПЛ	ПВ	Сталь листова	0	6	0	6
15	ДМП	ЦС	Бензин моторний	0	1	0	1
16		ПВ	Прокат чорн. мет.	2	0	2	4
17		ПВ	Цегла шамотна	3	2	0	5
18	ЦЗ	ПВ	Відходи вапняні	1	1	2	4
19		ПВ	Концентрат вугільний	4	3	3	10
20		ПВ	Вугілля марки К	4	0	0	4
21		ЦС	Бензин моторний	0	1	0	1
22		ПВ	Аглоруда	0	1	1	2
23		ПВ	Вапняк	0	10	12	22
24		ПВ	Шлак гранульований	4	8	3	15
25	порожні	ПЛ	-	0	1	0	1
26		КР	-	0	3	3	6
Всього				44	44	36	124

4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Технічне нормування тривалості основних операції технологічного процесу станції є однією з головних умов злагодженої роботи окремих систем залізничної станції. До них можна віднести приймально-відправний парк, сортувальний парк. Для проведення розрахунків, пов'язаних з нормуванням основних операції, можна скористатися методикою І. Б. Сотникова [55]. Крім того, результати технічного нормування тривалості технологічних операцій є основою для перевірки необхідної кількості колій у парках вантажної станції.

4.1 Технічне нормування тривалості основних операцій в приймально-відправному парку

Час заняття маршруту при прийомі поїзда в парк визначається за формулою:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l'_{\text{бл}}}{V} + \frac{0,06 \cdot (l''_{\text{бл}} + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \quad (4.1)$$

де $t_{\text{м}}$ – час на приготування маршруту, *хв*;

$l'_{\text{бл}}, l''_{\text{бл}}$ – довжина першої та другої блок-ділянок, *м*;

V – встановлена швидкість руху поїзду по перегону, *км/год*;

$V_{\text{вх}}$ – середня швидкість входу поїзда на станцію, *км/год*;

$L_{\text{вх}}$ – відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії, *м*.

Відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії, розраховується за формулою, *м*:

$$L_{\text{вх}} = l_{\text{с}} + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.2)$$

де $l_{\text{с}}$ – відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини, *м*;

$l_{\text{гор}}$ – довжина вхідної горловини, *м*.

Враховуючи той факт, що як передаточні, так і маршрутні поїзди приходять на станцію з підходу 3, за формулами (4.1), (4.2) зробимо розрахунок часу приймання поїзда:

$$L_{\text{вх}} = 300 + 431 + 850 = 1581 \text{ м};$$

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1300}{70} + \frac{0,06 \cdot (1100 + 1581)}{40} = 5,3 \text{ хв.}$$

Час, пов'язаний з закріпленням рухомого складу на коліях парку прийому визначається за формулою, хв:

$$t_{\text{зак}} = \frac{l_{\text{ваг}} n_{\text{б}}}{4} \left(\frac{1}{V_1} + \frac{3}{V_0} \right) + n_{\text{б}} \cdot t_{\text{в/у}} + 20, \quad (4.3)$$

де $n_{\text{б}}$ – кількість гальмівних башмаків;

V_1, V_0 – відповідно швидкість підходу з одним башмаком та без башмаків, м/с;

$t_{\text{в/у}}$ – час на прибирання та укладання одного башмака, с.

Приймаємо $n_{\text{б}}=8$; $V_1=0,87$ м/с; $V_0=1,1$ м/с; $t_{\text{в/у}}=5$ с.

$$t_{\text{зак}} = \frac{15 \cdot 8}{4} \left(\frac{1}{0,87} + \frac{3}{1,1} \right) + 8 \cdot 5 + 20 = 176,3 \text{ с.}$$

Отже, час на закріплення складу становитиме $t_{\text{зак}} = 176,3/60 = 2,9$ хв.

Час, що необхідний на технічний огляд складу вантажного поїзда бригадою ПТО, визначається за формулою, хв:

$$t_{\text{обр}} = \frac{\tau' \cdot m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + a \quad (4.4)$$

де τ' – середня тривалість технічного огляду одного вагону з урахуванням безвідчипного ремонту, хв;

$m_{\text{с}}$ – число вагонів в складі, вагонів;

a – час підготовчо-заклучних операцій, хв;

$K_{\text{гр}}$ – кількість груп в бригаді ПТО, груп.

Кількість груп в бригаді ПТО визначається за умови:

$$K_{\text{гр}} \geq \frac{N_{\text{р}} \cdot (\tau' \cdot m_{\text{с}})}{1440 \cdot 0,8}, \quad (4.5)$$

де N_p – добова кількість поїздів, що прибуває у розформування, *поїздів*.

Для розрахунку часу, що необхідний на технічний огляд складу вантажного поїзда бригадою ПТО, згідно [55] приймається $\tau' = 0,9$ хв; $a = 2,4$ хв:

$$K_{гр} = \frac{3 \cdot (0,9 \cdot 44)}{1440 \cdot 0,8} = 0,1.$$

Приймається $K_{гр} = 1$ група.

Огляд складу передаточного поїзда із 36 вагонів:

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 36}{1} + 2,4 = 34,8 \text{ хв.}$$

Огляд складу передаточного поїзда, маршруту із аглорудою, антрацитом (склад 44 вагони):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 44}{1} + 2,4 = 42,0 \text{ хв.}$$

Огляд складу маршруту із порожніх хоперів-цементовозів (склад 49 вагонів):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 49}{1} + 2,4 = 46,7 \text{ хв.}$$

Огляд складу маршруту із коксом (склад 50 вагонів):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 50}{1} + 2,4 = 47,4 \text{ хв.}$$

4.2 Технічне нормування тривалості операцій по розформуванню складів на сортувальній гірці

Технологічний час на розформування поїздів на сортувальній гірці складається з наступних операцій:

- заїзд гірочного локомотива в парк прибуття під склад, t_3 ;
- насув складу на гірку, $t_{нас}$;
- розпуску складу на сортувальній гірці, t_p ;
- осадження складів у сортувальному парку, $t_{ос}$.

Довжини елементів приймаються згідно масштабного плану станції.

Час на заїзд визначається як сума тривалості півреїсів заїзду. Тривалість маневрового півреїсу визначається за емпіричною формулою:

$$t_{п/р} = a + b \cdot m, \quad (4.6)$$

де a, b – нормативні коефіцієнти, значення яких залежить від довжини маневрового півреїса;

m – число вагонів у складі маневрової групи, *вагонів*.

Довжина рейса заїзду маневрового локомотива з горба гірки під склад складає:

$$L_3 = 436 + 505 = 941 \text{ м}$$

Згідно [55] при $L_3 = 941$ м, $a = 2,10$.

Таким чином, тривалість заїзду локомотива під склад складає:

$$t_3 = 2,10 \text{ хв.}$$

Тривалість насуву складу на вершину гірки визначається за формулою [56]:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \cdot \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10}, \quad (4.7)$$

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

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \cdot \frac{1355 - 60}{10} = 10,1 \text{ хв.}$$

Час на розпуск складу на гірці визначається за формулою:

$$t_p = \frac{l_{\text{ваг}} \cdot m_c}{V_p \cdot 60}, \quad (4.8)$$

де V_p – середня швидкість розпуску, *м/с*;

m_c – число вагонів в складі передаточного поїзда, *вагонів*;

$l_{\text{ваг}}$ – довжина вагона по осям автозчепів, *м*.

Для гірки малої потужності швидкість розпуску складає 1,20 *м/с*, тоді:

$$t_p = \frac{15 \cdot 44}{1,2 \cdot 60} = 9,2 \text{ хв}$$

Час на осаджування вагонів на коліях сортувального парку визначається за емпіричною формулою, хв:

$$t_{oc} = 0,06 \cdot m_c, \quad (4.9)$$

де m_c – число вагонів в складі передаточного поїзда, *вагонів*.

$$t_{oc} = 0,06 \cdot 44 = 2,64 \text{ хв.}$$

Приймається 2,6 хв.

Гірковий технологічний інтервал визначається за формулою:

$$t_r = t_z + t_{нас} + t_p + 0,33 \cdot t_{oc} \quad (4.10)$$

$$t_r = 2,1 + 10,1 + 9,2 + 2,6 = 24 \text{ хв}$$

Таким чином, тривалість обслуговування складу на гірці приймається $t_r = 24,0 \text{ хв.}$

4.3 Технічне нормування основних операцій при відправленні

В приймально-відправному парку, окрім вищезазначених операцій, виконується закінчення формування збірних і групових поїздів, а також відправлення поїздів.

Станція А відправляє 7 поїздів (1 маршрут із гематитом, 1 маршрут із цементом, 2 маршрути із порожніх напіввагонів і 3 передаточних поїзди).

Процес закінчення формування передаточних поїздів на даній станції виконується через гірку в наступному порядку. Маневровий диспетчер, після накопичення необхідної кількості вагонів, дає вказівку на проведення закінчення формування передаточного поїзду. Для цього він візуально і по документах, визначає, які сортувальні колії найменш заповнені. Після цього склад збірного поїзду розпускається через гірку наперед визначені колії відповідно до станцій призначення вагонів. Після закінчення розпуску маневровий локомотив збирає вагони з вищезгаданих колій в необхідному порядку. Таким чином, три-

валість закінчення формування передаточного можна визначити по формулі [56]:

$$T_{зф}^{зб} = t_{з,п} + t_{вит-ос} + T_{зб} \quad (4.11)$$

де $t_{з,п}$ – час на заїзд маневрового локомотива і причіпку його до состава передаточного поїзда, *хв*;

$t_{вит}$ – час витягування составу на колію приймально-відправного парку, *хв*;

t_p – час розпуску составу збірного поїзду через гірку, *хв*;

$T_{зб}$ – час збирання груп вагонів з відповідних колій, *хв*.

Під час заїзду локомотив району формування проходить відстань 286 м від витяжної колії формування № 21 за граничний стовпчик сортувальної колії, тому значення коефіцієнту $a = 1,10$, час на причеплення локомотива прийнято 1 *хв*. Таким чином,

$$t_{з,п} = 1,10 + 1 = 2,10 \text{ хв.}$$

Час на перестановку составу з сортувального парку в приймально-відправний парк складається з часу витягування составу на витяжну колію формування №21 і часу на осаджування составу на вільну колію приймально-відправного парку. При кількості вагонів у составі збірного поїзда 44 *вагони*, довжина рейсу витягування-осаджування згідно листа 1 складає:

$$L_{вит-ос} = (286 + 44 \cdot 15) + (44 \cdot 15 + 254) = 1860 \text{ м, тому } a = 3,63; b = 0,106.$$

Таким чином,

$$T_{вит-ос} = 3,63 + 0,106 \cdot 44 = 8,3 \text{ хв.}$$

Час збирання груп вагонів з колій визначається за формулою:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{зб}, \quad (4.12)$$

де p – кількість колій, з яких збираються вагони, *колій*;

$m_{зб}$ – число вагонів в збірному поїзді, *вагонів*.

В даному випадку кількість колій можна прийняти середній кількості призначень вагонів в збірному поїзді, а саме 5 колій, тоді:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 44 = 22,2 \text{ хв.}$$

$$T_{зф}^{зб} = 2,1 + 8,3 + 22,2 = 32,6 \text{ хв.}$$

Нормативний час на закінчення формування одногрупних поїздів визначається за формулою [57]:

$$T_{зф}^{од} = T_{пте} + T_{підт}, \quad (4.13)$$

де $T_{пте}$ – час, необхідний на розстановку вагонів у складі поїзда відповідно до вимог ПТЕ (усунення неспівпадань осей автозчеплення більш ніж на 100 мм, постановка вагонів прикриття та ін.), хв;

$T_{підт}$ – час, необхідний на підтягування вагонів з боку парку відправлення для ліквідації «вікон» на сортувальних коліях, хв.

Час, необхідний на розстановку вагонів у складі поїзда відповідно до вимог ПТЕ, визначається за формулою [57]:

$$T_{пте} = B + E \cdot m_{зб}, \quad (4.14)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти;

$m_{зб}$ – кількість збірних поїздів, поїздів.

При $n_0 = 0,5$ (середня кількість операцій по розчепленню вагонів на один состав) $B = 1,6$ та $E = 0,1$ [3].

Час, необхідний на підтягування вагонів з боку парку відправлення для ліквідації «вікон» на сортувальних коліях визначається за формулою, хв:

$$T_{підт} = 0,08 \cdot m_{зб}, \quad (4.15)$$

$m_{зб}$ – кількість збірних поїздів, поїздів.

Використовуючи формули (4.11) – (4.15), розрахуємо тривалість закінчення формування збірного поїзда:

$$T_{\text{ПТЕ}} = 1,6 + 0,1 \cdot 44 = 6,0 \text{ хв};$$

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot 44 = 3,52 \text{ хв};$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 6,0 + 3,52 = 9,52 \text{ хв}.$$

Тривалість обробки состава бригадою ПТО визначається за формулою:

$$t_{\text{обр}} = \frac{\tau \cdot m}{S_{\text{бр}} \cdot K_{\text{гр}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a, \quad (4.16)$$

де τ – середня тривалість технічного огляду одного вагону з урахуванням безвідчіпного ремонту, хв;

m – число вагонів у составі, вагонів;

$S_{\text{бр}}$ – кількість бригад ПТО;

$K_{\text{гр}}$ – кількість груп в бригаді ПТО, груп;

α – частка составів, що вимагають трудомісткого безвідчіпного ремонту;

$t_{\text{рем}}$ – середня тривалість безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав, хв.

При цьому кількість груп в бригаді ПТО визначається за формулою:

$$K_{\text{гр}} \geq \frac{(N_{\text{с/ф}} + N_{\text{тр}}) \cdot (\tau' \cdot m_{\text{с}})}{1440 \cdot 0,75 \cdot S_{\text{бр}}}, \quad (4.17)$$

де $N_{\text{с/ф}}$ – добова кількість поїздів свого формування;

$N_{\text{тр}}$ – добова кількість транзитних поїздів, які проходять станцію Б із зупинкою;

τ' – середня тривалість технічного огляду одного вагону з урахуванням безвідчіпного ремонту, хв;

$m_{\text{с}}$ – число вагонів в составі, вагонів;

0,75 – норма завантаження бригади ПТО;

$S_{\text{бр}}$ – кількість бригад ПТО.

$$K_{\text{гр}} \geq \frac{(7 + 0) \cdot (0,9 \cdot 67)}{1440 \cdot 0,75 \cdot 1} = 0,39.$$

Приймається $K_{Гр} = 1$ група.

Тривалість обробки состава передаточного поїзда і маршрутного поїзда із гематитом (44 вагони):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 44}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,4 = 49,2 \text{ хв.}$$

Тривалість обробки состава маршрутного поїзда із цементом (49 вагони):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 49}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,4 = 50,5 \text{ хв.}$$

Тривалість обробки состава маршрутного поїзда із порожніх напіввагонів (67 вагонів):

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 67}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,4 = 66,7 \text{ хв.}$$

Час на причеплення локомотива приймається 2 хв.

Тривалість випробування автогальм визначається за формулою:

$$t_{авт} = 3,0 + 0,14 \cdot m \quad (4.18)$$

де m – число вагонів у составі, вагонів.

Тривалість випробування автогальм для маршруту з гематитом і передаточного поїзда (44 вагони):

$$t_{авт} = 3 + 0,14 \cdot 44 = 9,2 \text{ хв.}$$

Тривалість випробування автогальм для маршруту з цементом (49 вагонів):

$$t_{авт} = 3 + 0,14 \cdot 49 = 9,9 \text{ хв.}$$

Тривалість випробування автогальм для маршруту з порожніх напіввагонів (67 вагонів):

$$t_{авт} = 3 + 0,14 \cdot 67 = 12,4 \text{ хв.}$$

Час заняття колії при відправленні поїзда [55]:

$$t_{відп} = t_M + \frac{0,06 \cdot L_{вих}}{V_{вих}}, \quad (4.19)$$

де t_m – час на приготування маршруту, *хв*;

$L_{\text{вих}}$ – відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту, *м*;

$V_{\text{вих}}$ – середня швидкість виходу поїзда зі станції з урахуванням розгону, *км/год*.

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту розраховується за формулою:

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.20)$$

де $l_{\text{гор}}$ – довжина горловини парку, *м*;

$l_{\text{п}}$ – довжина поїзда, *м*.

При існуючій довжині маршруту згідно листа 1 і швидкості відправлення поїзда $V_{\text{вих}}=35$ *км/год* зробимо розрахунок для підходу 3:

$$L_{\text{вих}} = 432 + 850 = 1282 \text{ м.}$$

$$t_{\text{відп}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1282}{35} = 2,4 \text{ хв.}$$

У даному розділі були проведені розрахунки щодо нормування часу на проведення технологічних операцій з усіма категоріями вантажних поїздів, які розформовується, формуються на станції А. Розраховані часові характеристики станційних технологічних операцій будуть застосовані у подальших розділах дипломного проекту, включаючи розробку та складання інформаційної моделі роботи станції (добовий план-графік).

4.4 Визначення варіантів тривалості маневрових операцій при розформованні составів передаточних поїздів

З метою пошуку найбільш раціонального варіанту організації розформовання составів передаточних поїздів з точки зору скорочення простою місцевого вагона на станції А розглянемо наступні 2 варіанти маневрової роботи з місцевими вагонами:

1) витягування локомотивом складу передавального поїзда із приймально-відправної колії №№ 5,6,7 за вхідний сигнал «ПО» і розформування його поштовхами у хвості сортувального парку;

2) витягування локомотивом складу передавального поїзда із приймально-відправної колії №№ 5,6,7 на витяжну колію 17 і розформування через гірку.

У кожному з варіантів час на виконання маневрової роботи складається з суми тривалостей кожної операції даної маневрової роботи, $xв$:

$$t_{\text{ман}} = \sum_1^n t_{\text{ман.о.}}, \quad (4.21)$$

де $t_{\text{ман.о.}}$ – тривалість маневрової операції, $xв$;

n – кількість маневрових операцій.

Спочатку розглянемо варіант маневрової роботи з розформуванням складів на головній колії за допомогою серійних поштовхів.

Тривалість маневрових піврейсів визначається за формулою (4.6). Оптимальний склад передаточного поїзда визначено у розділі 2 і приймається 44 вагони.

Розрахуємо тривалість маневрових операцій для даного варіанту:

1) заїзд маневрового локомотиву із витяжки 17 під маневровий склад на колії 5 зі сторони хвоста сортувального парку (складається з 2-х напіврейсів):

$$L_3 = 1952 + 185 = 2137 \text{ м.}$$

Згідно [55] $a = 4,06$, тоді тривалість заїзду локомотива під склад складає:

$$t_3 = 4,06 \text{ хв.}$$

Час на заїзд локомотиву під склад приймається 4,1 $xв$.

2) Витягування маневрового складу з колії 5 на головну колію за елемент «а» стрілки № 301:

$$L_{\text{вит}} = 660 + 185 = 845 \text{ м.}$$

Згідно [55] $a = 1,96$; $b = 0,066$.

Таким чином, тривалість витягування складає:

$$t_{\text{вит}} = 1,96 + 0,066 \cdot 44 = 4,85 \text{ хв.}$$

Час на витягування приймається 4,9 хв.

3) Розформування составу поштовхами. Технологія суміщення операцій з розформування - формування составів з витяжних колій передбачає сортування відчепів за коліями призначення відповідно до плану формування так, щоб під час формування нового поїзда скорочувати до мінімуму число перестановок вагонів.

Витрати часу на виконання маневрової роботи з розформування-формування составів з витяжних колій залежать від способу виконання маневрів (рейсами осаджування або поштовхами) і приведеного ухилу колії прямування відчепів по витяжній колії і стрілочній зоні [58]:

$$T_{\text{рф}} = A \cdot g_o + B \cdot n_c, \quad (4.22)$$

де g_o – число відчепів у составі, що розформовується;

n_c – середня кількість вагонів у составі;

A, B – нормативні коефіцієнти, що враховують витрати часу на заїзд локомотива під состав, витягування состава (частини його) на витяжну колію, осаджування (чи поштовхи) для сортування вагонів і відтягування состава після ряду поштовхів. Залежать від приведеного ухилу витяжної колії $i_{\text{пр}}$ і визначаються за таблицею 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів A і B під час визначення витрат часу з розформування - формування составів на витяжних коліях

Приведений ухил колії прямування відчепів	Спосіб розформування вагонів:			
	рейсами осаджування		поштовхами	
	A	B	A	B
менше 1,5	0,81	0,40	0,73	0,34
1,5-4,0	-	-	0,41	0,32
більше 4,0	-	-	0,34	0,30

Середнє значення профілю визначається як відношення алгебраїчної суми значень ухилу елемента профілю (підйом "+", спуск "-") перемножену на довжину цього елемента до повної довжини колії з врахуванням площадок:

$$i_{\text{пр}} = \sum_1^n i_k \cdot l_k / \sum_1^n l_k, \quad (4.23)$$

де i_k і l_k – відповідно крутість і довжина окремих елементів профілю;

n – число цих елементів у межах витяжної колії і стрілочної зони.

Відповідно даних додатку А про ухили і довжину елементів профілю головної колії № IV розрахуємо її приведений ухил:

$$i_{\text{пр}} = (1,7 \cdot 350 + 3 \cdot 155 + 2,8 \cdot 250 + 1,3 \cdot 95) / (350 + 155 + 250 + 95) = 2,22 \text{ \%}.$$

Виконаємо розрахунок часу на розформування через витяжну колію:

$$T_{\text{рф}} = 0,41 \cdot 15 + 0,32 \cdot 44 = 20,23 \text{ хв.}$$

У разі сортування вагонів серійними поштовхами додатково враховується час на осаджування вагонів, що визначається за формулою (4.9):

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 44 = 2,6 \text{ хв.}$$

Отже, сумарний час маневрової роботи за першим варіантом дорівнює:

$$t_{\text{ман}} = 4,1 + 4,9 + 20,2 + 2,6 = 31,8 \text{ хв.}$$

Тепер розглянемо варіант маневрової роботи з розформуванням составів через гірку малої потужності. Відповідно до розрахунків тривалості гіркового циклу, проведених у розділі 4.3, його тривалість становить 24,0 хв. Отже, робимо висновок про доцільність розформування составів передавальних поїздів через сортувальну гірку. Проте, варіант із поштовхами може бути актуальним у разі планово-технологічних зупинок у роботі гірки (наприклад, ремонтні роботи) або ж у разі незапланованих виходів зі строю гіркового обладнання (наприклад, гальмових уповільнювачів І ГП).

5 РОЗРАХУНОК ТА ПЕРЕВІРКА ВІДПОВІДНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ ОБСЯГАМ РОБОТИ

5.1 Розрахунки необхідних параметрів складів ТСК та під'їзних колій

Площа складів, м², у загальному випадку розраховується відповідно до [58]. Площа складів ТСК та під'їзних колій, крім навальних, м², може бути визначена за методом питомих навантажень за формулою:

$$F_{\text{СК}}^{\text{П(В)}} = Q_{\text{П(В)}} \cdot K_{\text{П(В)}}, \quad (5.1)$$

де $Q_{\text{П(В)}}$ – добове прибуття та відправлення вантажів, т;

$K_{\text{П(В)}}$ – узагальнені коефіцієнти відповідно по прибутті та відправленню, діб·м²/т, які можуть бути розраховані за формулою:

$$K_{\text{П(В)}} = \frac{T_{\text{СК}}^{\text{П(В)}} \cdot (1 - \alpha_{\text{пер}}) \cdot K_{\text{пр}}}{P_{\text{п}}}, \quad (5.2)$$

де $T_{\text{СК}}^{\text{П(В)}}$ – час зберігання на складах вантажів, які прибувають і відправляються, діб (приймається згідно з [53, стор. 113] та наведено в табл. 5.1);

$\alpha_{\text{пер}}$ – частка перевантаження по прямому варіанту (приймається згідно з [58] для тарних вантажів – 0,1; контейнерів – 0,1; великовагових і навальних вантажів – 0);

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт на проходи та проїзди на складі (приймається згідно з [53, стор. 113] та наведено в табл. 5.1);

$P_{\text{п}}$ – питоме навантаження на квадратний метр площі від вантажів, т/м² (приймається згідно з [53, стор. 113] та наведено в таблиці 5.1).

Таблиця 5.1 Параметри для розрахунків площі складів

Склади вантажів Параметри	Тарно-штучних	Контейнерів	Великовагових	Навальних
$T_{\text{зб}}^{\text{п}}, T_{\text{зб}}^{\text{в}}$	2,0/1,5	2,0/1,0	2,5/1,0	3,0/2,5
$K_{\text{пр}}$	1,7	1,9	1,6	1,5
$P_{\text{п}}$	0,85	0,5	0,9	1,1

За площею складів і прийнятою їх шириною (прогонів критих складів, прогонів кранів), визначається довжина складів, в м, за формулою:

$$L_{\text{СК}} = \frac{F_{\text{СК}}}{B_{\text{СК}}}, \quad (5.3)$$

де $B_{\text{СК}}$ – ширина складу, м.

Ширина (прогін) критих складів прийнята 24 м. Такі склади дозволяють вводити всередину колії для подачі вагонів. Змінюючи ширину, можливо отримувати склади різної довжини. Як відомо, чим більша довжина складу, тим більше вагонів можна поставити під вантажні операції та збільшити переробну спроможність механізмів (авто- та електронавантажувачів, кранів), зменшити частоту маневрового обслуговування складів. Але виходячи з інших міркувань, і перш за все, пробігу автомобілів, довжина критих складів рекомендується не більшою 250...300 м, а відкритих площадок – 300...350 м [58].

Криті склади, як правило, будуються за типовими проектами. Розроблені типові проекти передбачають довжину 72, 144, 216 і 288 м. Збільшення довжини складів досягається за рахунок розміщення відповідних складів (типових) в лінію до максимально рекомендованої довжини.

Відкриті склади, як правило, обладнуються козловими двоконсольними кранами та часто розміщуються паралельно. Залізничні колії, що вводяться всередину критих складів так під консолі сусідніх відкритих складів, розміщуються на загальному земляному полотні, що зменшує витрати коштів на будівництво.

Зробимо приклад розрахунку довжини складу для заготовки сталеві ПК ДШЗ:

$$L_{\text{СК}} = \frac{1333}{24} = 55,54 \text{ м}^2.$$

Розрахунок довжини для всіх складів наведено в таблиці 5.2, крім навальних вантажів.

Таблиця 5.2 Розрахунок довжини складів

	Склад	F	B	L	L _{yt}	F _{yt}
ДШЗ	Заготовка сталева	1333	24	55,5	60	1440
	Лом чорних металів	889	24	37	40	960
	Феросплави	356	24	14,8	20	480
	Всього					2880
ЕРА	Обладнання електричне	792	24	33	72	1728
	Комбікорм	270	24	11,3	72	1728
	Всього					3456
ТСК	СТК	958	24	39,9	40	960
	ВТК	855	24	35,6	40	960
	ЗБВ	249	24	10,4	20	480
	Всього					2400
ДПЛ	Катанка сталева	1333	24	55,5	60	1440
ПЛ Д	Бій скляний	1867	24	77,8	80	1920
	Сталь листовая	640	24	26,7	30	720
	Всього					4080
ДМП	Обладнання електричне	432	24	18	72	1728
	Прокат чорн. мет.	427	24	17,8	20	480
	Цегла шамотна	533	24	22,2	30	720
	Всього					2928
З Ц	ЗБВ	267	24	11,13	20	480
	Всього					16224

Для розвантаження навалних вантажів із піввагонів на ТСК будуються підвищені колії блочного типу із залізобетонних блоків висотою 0,75 м. Висота підвищеної колії буде кратною 0,75 м, та не більше 3 м з умов стійкості. Конкретне значення висоти підвищеної колії в наведених межах може бути визначено за умови, що протягом нормативного терміну зберігання розвантажені вантажі додатково не переробляються, а тільки завантажуються на автотранспорт (приймається найбільш розповсюджене значення 3,0 м).

Довжина підвищеної колії, м, визначається за формулою:

$$L_{\text{III}} = \frac{E}{F}, \quad (5.4)$$

де E – місткість відвалів з двох боків від естакади в м^3 , яка визначається за формулою:

$$E = \frac{Q_{\text{п}} \cdot T_{36}^{\text{п}} \cdot K_{\text{нер}}}{\gamma}, \quad (5.5)$$

де $K_{\text{нер}}$ – коефіцієнт нерівномірності прибуття вантажів (приймається 1,2);

γ – об'ємна маса навалного вантажу, $\text{т}/\text{м}^3$ (для вугілля кам'яного – $0,8 \text{ т}/\text{м}^3$, для торфу фрезерного – $0,5 \text{ т}/\text{м}^3$, для коксового дріб'язку – $0,4 \text{ т}/\text{м}^3$);

F – поперечна площа відвалів вантажу відносно підвищеної колії, м , яка визначається за розрахунковою схемою, що наведена на рисунку 5.1 та визначається як:

$$F = \frac{h^2}{\text{tg} \beta}, \quad (5.6)$$

де h – висота відвалу, м , яка визначається таким чином:

$$h = h_1 + h_2, \quad (5.7)$$

де h_1 – висота залізобетонної конструкції підвищеної колії, м ;

h_2 – висота до положення відкритого люку піввагона (0,5 м);

β – кут природного відкосу в стані спокою, в градусах (приймається згідно з [5, с.80] для вугілля кам'яного та торфу фрезерного – 45° , для коксового дріб'язку – 50°).

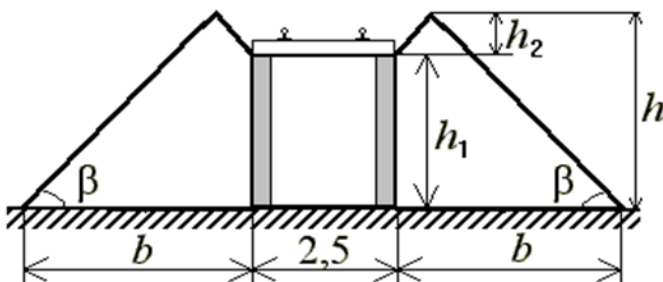


Рисунок 5.1 Поперечний переріз відвалів вантажу біля підвищеної колії

$$h = 3 + 0,5 = 3,5 \text{ м}$$

Розрахунок довжини підвищеної колії для навантаження вугілля кам'яного:

$$F = \frac{12,25}{1} = 12,25 \text{ м}^2$$

$$E = \frac{460 \cdot 2,5 \cdot 1,2}{0,8} = 1725 \text{ м}^3$$

$$L = \frac{1725}{12,25} = 141 \text{ м}$$

Розрахунок довжини підвищеної колії для розвантаження торфу фрезерного:

$$F = \frac{12,25}{1} = 12,25 \text{ м}^2$$

$$E = \frac{80 \cdot 2,5 \cdot 1,2}{0,5} = 480 \text{ м}^3$$

$$L = \frac{480}{12,25} = 39 \text{ м}$$

Розрахунок довжини підвищеної колії для розвантаження коксового дріб'язку:

$$F = \frac{12,25}{1,19} = 10,29 \text{ м}^2$$

$$E = \frac{100 \cdot 2,5 \cdot 1,2}{0,4} = 750 \text{ м}^3$$

$$L = \frac{750}{10,20} = 73 \text{ м}$$

5.2 Розрахунки необхідного технічного оснащення ТСК та під'їзних колій

Технічне обладнання залежить від виду та кількості вантажів, які перевантажуються, типу складів і повинно забезпечувати максимальний рівень комплексної механізації й автоматизації вантажних робіт.

Кількість вантажно-розвантажувальних машин (ВРМ) повинна забезпечити весь обсяг вантажно-розвантажувальних робіт. Крім інших факторів, вона впливає на простій вагонів і автомобілів під вантажними операціями та визначає переробну спроможність вантажних фронтів.

Для подальших розрахунків враховую, що відповідно до вихідних даних розвантаження та завантаження виконується цілодобово, а видача та приймання вантажів до перевезень – тільки в денну зміну (з 8 до 20 години).

Необхідна кількість ВРМ, з точки зору забезпечення виконання вантажних робіт з вагонами протягом доби, визначається за формулою [59]:

$$Z_{\text{ваг}} = \frac{(Q_{\text{П}} + Q_{\text{В}}) \cdot K_{\text{Н}}}{P_{\text{екс}} \cdot (T_{\text{р}} - \sum t_{\text{пер}}^{\text{доб}} - X_{\text{ЗМ}} t_{\text{Пу}})}, \quad (5.8)$$

де $Q_{\text{П}}, Q_{\text{В}}$ – середньодобова кількість вантажів, що прибувають і відправляються в т/добу залізничним транспортом;

$K_{\text{Н}}$ – коефіцієнт нерівномірності прибуття та відправлення вантажів (приймається $K_{\text{Н}} = 1,2$);

$P_{\text{екс}}$ – експлуатаційна продуктивність вантажно-розвантажувальних машин, т/год, яку можна отримати за формулою [59]:

$$P_{\text{екс}} = \frac{P_{\text{ЗМ}}}{7}, \quad (5.9)$$

де $P_{\text{ЗМ}}$ – змінна норма виробітку з перевантаження конкретного вантажу, яка приймається для конкретних механізмів згідно з [59] (для контейнерів з врахуванням середнього завантаження одного контейнера);

$T_{\text{р}}$ – тривалість роботи, год (для доби – $T_{\text{р}} = 24$ год);

$\sum t_{\text{пер}}^{\text{доб}}$ – тривалість перерв на приймання-здавання змін (0,5 год) і обід або відпочинок (0,75 год), (для доби 2,5 год);

$X_{зм}$ – кількість змін вагонів на вантажному фронті, яку можна прийняти за кількістю передаточних поїздів, що прибувають на станцію за добу;

$t_{пу}$ – тривалість заміни вагонів на вантажному фронті, год (приймається $t_{пу} = 0,5$ год).

Для забезпечення продуктивної та безпечної роботи ВРМ необхідно забезпечити відповідні умови, які визначаються певною довжиною вантажного фронту – зоною (L_3). Як показали дослідження, довжина зони складає:

- для козлових кранів – 60 м (або фронт на чотири вагони);
- для електронавантажувачів – 7 м із розрахунку, що при переробці пакетованих тарно-штучних вантажів в одному вагоні одночасно можуть працювати не більше двох машин.

Кількість ВРМ, які можуть одночасно працювати визначається за формулою (як результат приймаємо цілу частину отриманого числа) [59]:

$$Z'_i = \frac{L_{вф}}{L_3}, \quad (5.10)$$

Під час розрахунків повинна виконуватися умова:

$$Z \leq Z' \quad (5.11)$$

Зробимо приклад розрахунку кількості ВРМ на складі сталеві заготовки ПК ДШЗ:

$$P_{екс} = \frac{240}{7} = 34,3 \text{ т/год};$$

$$Z_{ваг} = \frac{(0+300) \cdot 1,2}{34,3 \cdot (20,5 - 2,5 - 2 \cdot 0,5)} = 0,62, \text{ приймається } 1 \text{ ВРМ.}$$

Для бою скляного умова (5.11) не виконується ($2 \leq 1$), необхідно збільшити довжину складу до 120 м. Площа складу для цього вантажу становить:

$$F_{ут} = 120 \cdot 24 = 2880 \text{ м}^2$$

Загальна площа складів на ДПЛ буде становити 5040 м².

Розвантаження піввагонів з навальними вантажами на підвищеній колії забезпечується під дією сили земного тяжіння через люки. За розповсюдженою технологією, відкривання люків виконується вручну, а очищення залишків вантажу та закривання люків може бути виконано за допомогою вібратора та люкопідійомника, які для можливості використання монтуються на спеціальній порталній фермі. Остання буксується краном вздовж підвищеної колії по підкранових рейках, якими переміщується і козловий кран.

У зв'язку з тим, що комплекс (кран і ферма) використовується не тільки для розвантаження вагонів, а також і для завантаження автомобілів, тому визначимо необхідну кількість кранів для цього. Час, год, який протягом денної зміни необхідно витратити на розвантаження вагонів:

$$T_{рв} = n_{д} \cdot (t_{вл} + t_{о} + t_{зл}) + t_{пк}, \quad (5.12)$$

де $n_{д}$ – кількість вагонів з навальними вантажами з врахуванням нерівномірності їх прибуття в денну зміну;

$t_{вл}$ – час на відкриття люків одного вагона, год (при довжині вагона 15 м та швидкості руху крана з фермою до 5 м/хв тривалість цієї операції складатиме $15:5 = 3$ хв або 0,05 год);

$t_{о}$ – час на очищення вагона вібратором, год ($t_{о} = 0,05 + 0,017$ год);

$t_{зл}$ – час на закривання люків за допомогою люкопідійомника, год ($t_{зл} = 0,05$ год);

$t_{пк}$ – час на початково-кінцеві операції, год (приймається 3 хв, тобто 0,05 год).

Розрахунок тривалості розвантаження вагонів з торфом фрезерним на ТСК:

$$T_{роз} = 2 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,017 + 0,05) + 0,05 = 0,38 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження вагонів з коксовим дріб'язком на ТСК:

$$T_{роз} = 3 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,017 + 0,05) + 0,05 = 0,55 \text{ год}$$

Тоді кількість кранів на складі навальних вантажів визначається за формулою:

$$Z_{\text{ваг}} = \frac{Q_{\text{п}} \cdot K_{\text{нер}}}{P_{\text{екс}} (T_{\text{ден}} - \sum t_{\text{пер}}^{\text{ден}} - X_{\text{зм}}^{\text{ден}} \cdot t_{\text{пу}})} \quad (5.13)$$

де $X_{\text{зм}}^{\text{ден}}$ – кількість змін вагонів на вантажному фронті навальних вантажів, яку можна прийняти за кількістю передаточних поїздів, що прибувають на станцію за денну зміну.

Розрахунок кількості кранів для розвантаження торфу фрезерного:

$$Z_{\text{ваг}} = \frac{80 \cdot 1,2}{64,3 \cdot (12 - 1,25 - 2 \cdot 0,5)} = 1 \text{ кран}$$

Розрахунок кількості кранів для розвантаження для коксового дріб'язку:

$$Z_{\text{ваг}} = \frac{100 \cdot 1,2}{64,3 \cdot (12 - 1,25 - 2 \cdot 0,5)} = 1 \text{ кран}$$

5.3 Нормування часу на виконання вантажних операцій на під'їзних коліях станції А

Нормування вантажних операцій має метою визначення тривалості знаходження вагонів під вантажними операціями.

Тривалість вантажної операції з подачею вагонів на вантажному фронті при механізованому їх виконанні визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = \frac{m_{\text{под}} \cdot \overline{g}_i}{Z^* \cdot P_{\text{екс}}} + t_{\text{ПК}}, \quad (5.14)$$

де $m_{\text{под}}$ – кількість вагонів у подачі (приймається по прибутті згідно з даними таблиці 3.5, а по відправленню – також з врахуванням передач вагонів між фронтами – згідно з косою таблицею 3.4);

\overline{g}_i – кількість вантажу в вагоні, т (приймається аналогічно табл. 3.1 – 3.2);

Z^* – кількість ВРМ, яку раціонально використати для виконання ВРР (з

урахуванням зони безпечної роботи ВРМ та розрахованої їх кількості);

$P_{\text{екс}}$ – аналогічно формулі (5.9);

$t_{\text{ПК}}$ – аналогічно формулі (5.12).

Виконаємо розрахунок тривалості завантаження заготовки сталеві для подачі із 5-ти вагонів на ПК ДШЗ:

$$t_{\text{В}} = \frac{5 \cdot 69}{1 \cdot 34,3} + 0,05 = 10,11 \text{ год} = 607 \text{ хв.}$$

Аналогічні розрахунки тривалості вантажних операцій для вантажів, що відправляються, наведено в таблиці 5.3, а для прибуваючих вантажів – в таблиці 5.4.

Тривалість розвантаження вагонів, год, з навальними вантажами на підвищеній колії розраховується за формулою:

$$T_{\text{роз}} = t_{\text{под}}(t_{\text{вл}} + t_{\text{ов}} + t_{\text{зл}}) + t_{\text{ПК}} \quad (5.15)$$

де $t_{\text{вл}}, t_{\text{ов}}, t_{\text{зл}}$ – аналогічно формулі (5.12).

Таблиця 5.3 Розрахунок тривалості вантажних операцій для вантажів, що відправляються з під'їзних колій та ТСК станції

Склад	Кількість ВРМ			$P_{\text{екс}},$ т/год	Для відправляючих вантажів				
	Загальна Z	$Z_{\text{ваг}}$	Можлива Z.		$g_i,$ т/ваг	$m_{\text{под}},$ ваг	$Q_{\text{под}},$ т	$t_{\text{в}}$	
								год**	хв
Заготовка сталева	1	1	1	34,3	69	5	345	10,11	607
Лом чорних металів	1	1	1	32,1	69	3	207	6,50	390
Обладнання електричне	1	1	1	16,6	33	2	66	4,03	242
			1			66	4,03	242	
СТК	1	1	1	46,5	20,24	6	121,44	2,67	161
			1			20,24	0,49	30	
Катанка ста- лева	1	1	1	34,3	69	5	345	10,11	607
Бій скляний	2	2	1	13,4	69	1	69	5,20	312
			2			414	15,50	930	
Обладнання електричне	1	1	1	16,6	33	4	132	8,00	480
ЗБВ	1	1	1	52	70	3	210	4,09	245

Таблиця 5.4 Розрахунок тривалості вантажних операцій для вантажів, що прибувають на під'їзні колії та ТСК станції

Склад	Кількість ВРМ			П _{екс.} т/Год	Для прибуваючих вантажів				
	Загальна Z	Z _{ваг}	Можлива Z _·		g _i , т/ваг	m _{под.} , ваг	Q _{под.} , Т	t _в	
								год ^{**}	хв
Комбікорм	1	1	1	16,6	65	2	130	7,88	473
ВТК	1	1	1	80	45	3	135	1,74	105
ЗБВ	1	1	1	52	69	3	207	4,03	242
Сталь листова	1	1	1	34,3	69	4	276	8,10	486
							138	4,07	245
Прокат чорн. мет.	1	1	1	34,3	69	4	276	8,10	486
Цегла шамотна	1	1	1	33,3	69	5	345	10,41	625

Розрахунок тривалості розвантаження вагонів з вугіллям кам'яним на ДШЗ:

$$T_{роз} = 7 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,017 + 0,05) + 0,05 = 1,22 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження вагонів з феросплавами на ДШЗ:

$$T_{роз} = 3 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,017 + 0,05) + 0,05 = 0,55 \text{ год}$$

Тривалість розвантаження групи вагонів на роторному вагоноперекидачі розраховується за формулою:

$$t_p = t_{под} + m \cdot (t_{вст} + t_{пер} + t_{приб}) \quad (5.16)$$

де $t_{под}$ – встановлення групи вагонів перед вагоноперекидачем, включаючи вихід маневрового локомотива та підхід дистанційно керованого товчача (приймається 5 хв);

m – кількість вагонів у групі;

$t_{вст}$ – тривалість установки вагона в роторі вагоноперекидача, хв. (приймається 2 хв.);

$t_{пер}$ – тривалість перекидання вагона (його розвантаження включно з первинною очисткою – приймається 2 хв.);

$t_{приб}$ – тривалість прибирання порожнього вагона з ротора, яка виконується сумісно з встановленням наступного завантаженого вагона, хв. (приймається 2 хв.).

Тривалість розвантаження групи вагонів з коксом на ДШЗ:

$$t_p = 0,08 + 50 \cdot (0,03 + 0,03 + 0,03) = 4,58 \text{ год}$$

Результати тривалостей розрахунків розвантаження навальних вантажів наведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Розрахунок тривалості розвантаження навальних вантажів на ПК станції

ПК	Вантаж	Метод вивантаження	Кількість вагонів у разовій подачі, ваг	Тривалість розвантаження	
				годин	хвилин
1	2	3	4	5	6
ДШЗ	Концентрат вугільний	підвищена колія	7	1,219	73,14
	Вугілля марки К	підвищена колія	7	1,219	73,14
	Вугілля кам'яне	підвищена колія	7	1,219	73,14
	Кокс	вагоноперекидач	50	4,58	275
	Аглоруда	вагоноперекидач	50	4,58	275
	Антрацит	вагоноперекидач	50	4,58	275
ЦЗ	Відходи вапняні	вагоноперекидач	15	1,43	86
	Концентрат вугільний	вагоноперекидач	15	1,43	86
	Вугілля марки К	вагоноперекидач	15	1,43	86
	Аглоруда	вагоноперекидач	15	1,43	86
	Вапняк	вагоноперекидач	15	1,43	86
	Шлак гранульований	вагоноперекидач	15	1,43	86

Тривалість завантаження групи вагонів гематитом і цементом розраховується за формулою:

$$t_{\text{зав}} = \frac{mg_{\Gamma}}{P_{\text{зав}}} \quad (5.17)$$

де g_{Γ} – технічна норма завантаження вагонів, т;

m – кількість вагонів в подачі під завантаження, ваг;

$P_{\text{зав}}$ – продуктивність випуску вантажу на протязі доби, т/год, яка визначається за формулою:

$$P_{\text{зав}} = \frac{Q_{\Gamma}}{24} \quad (5.18)$$

де Q_{Γ} – добове виробництво вантажу, т.

Тривалість завантаження групи вагонів гематитом на ДШЗ:

$$P_{\text{зав}} = \frac{3000}{24} = 125 \text{ т/год}$$

$$t_{\text{зав}} = \frac{44 \cdot 69}{125} = 24,28 \text{ год}$$

Тривалість завантаження групи вагонів цементом на ЦЗ:

$$P_{\text{зав}} = \frac{3500}{24} = 145,8 \text{ т/год}$$

$$t_{\text{зав}} = \frac{25 \cdot 72}{145,8} = 12,35 \text{ год}$$

Для перевезень бензину моторного, кислоти сірчаної, палива б1с використовуються відповідні власні спеціалізовані цистерни, які повертаються від одержувача в порожньому стані за повними перевізними документами. Завантаження виконується на спеціалізованих вантажних фронтах з використанням насосного обладнання. Тривалість розвантаження визначається за формулою:

$$t_{\text{зав}} = \frac{q_{\text{Цс}}}{P_{\text{нас}} \cdot \gamma_{\text{пр}}}, \quad (5.19)$$

де $q_{\text{Цс}}$ – технічна норма завантаження продукту, т (згідно з табл. 2.1–2.2);

$P_{\text{нас}}$ – продуктивність насосного обладнання, м³/год (приймається 40 м³/год.);

$\gamma_{\text{пр}}$ – питома маса продукту, т/м³ (умовно можна прийняти для бензину моторного 1,1 т/м³, для сірчаної кислоти 1,9 т/м³, для палива б1с 0,96 т/м³).

Розрахунок тривалості розвантаження цистерн з бензином моторним на ДШЗ:

$$t_{\text{зав}} = \frac{60}{40 \cdot 1,1} = 1,36 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження цистерн з кислотою сірчаною на ТСК:

$$t_{\text{зав}} = \frac{200}{40 \cdot 1,9} = 2,63 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження цистерн з паливом 61с на ТСК:

$$t_{\text{зав}} = \frac{100}{40 \cdot 0,96} = 2,6 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження цистерн з бензином моторним на ДМП:

$$t_{\text{зав}} = \frac{60}{40 \cdot 1,1} = 1,36 \text{ год}$$

Розрахунок тривалості розвантаження цистерн з бензином моторним на ЦЗ:

$$t_{\text{зав}} = \frac{60}{40 \cdot 1,1} = 1,36 \text{ год}$$

Одержані в результаті вище приведених розрахунків дані щодо тривалості виконання вантажних операцій на під'їзних коліях будуть використовуватись під час побудови добового плану-графіку роботи станції та прилеглих під'їзних колій.

5.4 Розрахунок необхідної кількості колій в парках вантажної станції А

Вантажні станції загального користування, які розташовані в великих адміністративно–промислових центрах, безпосередньо взаємодіють з вхідними сортувальними станціями вузла. Місцевий вагонопотік на ці станції поступає як правило в передаточних поїздах. Тому розрахунок колійного оснащення вантажних станцій виконується виходячи з розрахункових розмірів місцевих вагонопотоків і прийнятого розподілення операцій по їх обробці між сортувальними і вантажними станціями.

Кількість приймально–відправних колій вантажних станцій визначають для середнього за рік об'єма роботи з врахуванням експлуатаційної надійності пристроїв, який забезпечує безперешкодний прийом поїздів за місяць макси-

мальних перевезень. В розрахунках приймається що з ймовірністю 0,93 об'єм роботи в місяць не перевищує розрахункового напрутязі 28 днів.

При жорсткій спеціалізації колій для прийому і колій для відправлення передаточних поїздів їх кількість визначається окремо. Колії прийому використовують для прийому поїздів і простою їх в очікуванні розформування; колії відправлення – для відстою (накопичення) вагонів в очікуванні відправлення на сортувальну станцію і виконання операцій по відправленню.

Кількість колій прийому визначається по формулі:

$$Z_{\Pi} = n_p \frac{(t + \bar{t}_{\text{оч.р}})}{24 - \sum T_{\text{пост}}}, \quad (5.20)$$

де t_{Π} – час зайняття колії прийому виконанням операцій, пов'язаних з прийомом і обробкою поїзда по прибуттю, год, визначається як:

$$t_{\Pi} = \frac{1}{60} (t_{\text{пр}} + t_{\text{оп}} + t_{\text{вив}}), \quad (5.21)$$

де $t_{\text{пр}}$ – час на приготування маршруту прийому і входа поїзда на станцію, хв (відповідно до п.3.1 приймається 5,3 хв.);

$t_{\text{оп}}$ – час на обробку поїзда по прибуттю, хв (приймається 30 хв);

$t_{\text{вив}}$ – час на витягування состава на витяжну колію для розформування, хв. (приймається 5 хв.);

$\bar{t}_{1 \div \delta}$ – середній час простою поїздів на колії прийому в очікуванні розформування, хв;

$\sum T_{\text{пост}}$ – час заняття колії постійними операціями, які не залежать від розмірів руху, год (приймається 2 год.).

Середній час простою поїздів на колії прийому в очікуванні розформування залежить від завантаження сортувальної системи вантажної станції і визначається по формулі:

$$\bar{t}_{\text{оч.р.}} = \frac{\alpha_{\text{доп}} (T_{\text{с}} (1 + F))^2 n_{\text{р}} (1 + \nu_{\text{об}}^2)}{2(24 - \alpha_{\text{доп}} T_{\text{с}} (1 + F))}, \quad (5.22)$$

де $\alpha_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, який враховує додатковий час, який витрачається в необхідних випадках на осаджування вагонів на сортувальних коліях, на збирання вагонів при груповій подачі і на перестановку підібраних груп вагонів з сортувальних колій на колії відстою, де вони очікують подачі на вантажні пункти (приймається $\alpha_{\text{доп}}=1,2$)

$T_{\text{с}}$ – час на розформування передаточного поїзда з підбіркою груп вагонів по вантажним пунктах (фронтах) при умові, що кількість колій сортування ($Z_{\text{с}}$) рівна (не менша) середньостатистичної кількості (математичного очікування) призначень вагонів в поїзді ($n_{\text{с}}$), (пиймається 30 хв.);

F – функція повторності сортування при підбірці вагонів, якщо $n_{\text{с}} > Z_{\text{с}}$;

$\nu_{\text{об}}$ – коефіцієнт варіації часу сортування состава при підбірці вагонів (приймається $\nu_{\text{об}} = 0,3$).

Функція повторності сортування розраховується за формулою:

$$F = \sum_{i_{\text{с}}=1}^{K_{\text{с}}-1} \frac{n_{\text{с}} - i_{\text{с}} (Z_{\text{с}} - 1)}{n_{\text{с}}}, \quad (5.23)$$

де $K_{\text{с}}$ – кількість сортувань при підбірці груп вагонів по призначенням і вантажним точкам при $n_{\text{с}} < Z_{\text{с}}$. В межах вона рівна:

$$K_{\text{с}} = \frac{n_{\text{с}} - 1}{Z_{\text{с}} - 1}, \quad (5.24)$$

де $n_{\text{с}}$ – кількість призначень сортувань, на які відбувається підбірка вагонів. Звичайно $n_{\text{с}} > n_{\text{н}}$ в зв'язку з необхідністю підбирати вагони деяких призначень не тільки по пунктах подачі, але і по вантажним точках.

$$t_{\text{д}} = \frac{1}{60} \cdot (0,08 + 0,5 + 0,08) = 0,011 \text{ год}$$

$$K_{\text{с}} = \frac{20-1}{10-1} = 2,11 \approx 3$$

$$F = \frac{20-1 \cdot (10-1)}{20} + \frac{20-2 \cdot (10-1)}{20} + 0,6 + 0,2 = 1,45$$

$$t_{\text{оч.р}} = \frac{1,2 \cdot (0,5(1+1,45))^2}{2 \cdot (24-1,2 \cdot 0,5 \cdot (1+1,45))} = 0,04 \text{ год}$$

$$Z_{\text{п}} = \frac{3 \cdot (0,011 + 0,04)}{24-2} = 0,007 \approx 1 \text{ колія}$$

Колії відстою на вантажних станціях використовують для відстою вагонів в очікуванні подачі на вантажні пункти. Вони можуть розміщуватися безпосередньо на вантажних пунктах чи на станціях в комплексі з сортувальними парками, чи послідовно з ними. Для зручності маневрів по подачі вагонів довжина колій відстою повинна прийматися із розрахунку одночасного розміщення груп вагонів не більше двох призначень, а також з врахуванням схеми станції.

Число колій відстою, проектуючих в комплексі з сортувальними коліями при їх вмістимості, визначається по формулі:

$$Z_{\text{от}} = \frac{n_{\text{п}} \cdot (t_{\text{оч}}^n + t_{\text{од}})}{\alpha_{\text{от}} \cdot m_{\text{от}} \cdot (24 - T_{\text{тех}})} \quad (5.25)$$

де $n_{\text{п}}$ - кількість прибуваючих місцевих вагонів на станцію за добу, включаючи порожні під навантаження, вагонів;

$t_{\text{оч}}^n$ - середній час простою вагонів в очікуванні подачі, що залежить від роботи вантажного пункту і приймаючої системи його маневрового обслуговування, год (прийнято 4,1 год);

$\alpha_{\text{от}}$ - коефіцієнт використання місткості колії відстою (приймається 0,8);

$T_{\text{тех}}$ - перерви у використанні колій відстою на протязі доби по технічним умовам, год. (приймається рівним 2 год.);

$t_{\text{ОД}}$ – при показному розподілу часу обслуговування складу 1,6 год.

Найменше число колій відстою дорівнює числу маневрових районів або маневрових локомотивів, зайнятих подачею та прибиранням вагонів, а найбільше – не може перевищувати число призначень подач вагонів.

$$Z_{\text{от}} = \frac{311 \cdot (4,1 + 1,6)}{0,8 \cdot 44 \cdot (24 - 2)} = 2,3 \approx 3 \text{ колії}$$

$$Z_{\text{от}} + Z_{\text{п}} = 1 + 3 = 4 \text{ колії}$$

Кількість приймально – відправних колій на станції більша, ніж розрахункова ($4 \leq 7$), отже, наявна кількість колій забезпечує стабільну роботу станції в заданих умовах.

5.5 Розрахунок кількості гірочних та маневрових локомотивів

Кількість гірочних локомотивів, зайнятих розформуванням составів, визначається за формулою:

$$M_{\Gamma} = \frac{N_p t_{\Gamma}}{1440}, \quad (5.26)$$

де N_p – кількість поїздів, які розформовуються, *поїздів*;

t_{Γ} – час на розформування одного составу, *хв.*

Згідно розділу 4 $N_p = 3$ *поїзди*; $t_{\Gamma} = 21,0$ *хв.* Кількість гірочних локомотивів, зайнятих розформуванням составів, тоді дорівнює:

$$M_{\Gamma} = \frac{3 \cdot 21,0}{1440} = 0,04.$$

Прийнято $M_{\Gamma} = 1$ *локомотив*.

Кількість маневрових локомотивів, зайнятих формуванням составів поїздів, визначається за формулою:

$$M_{\text{форм}} = \frac{N_{\text{сф}} t_{\text{зф}}}{1440}, \quad (5.27)$$

де $N_{\text{сф}}$ – число поїздів, що формується на станції за добу, *поїздів*;

$t_{\text{зф}}$ – час закінчення формування составу у хвості сортувального парку, хв.

Враховуючи те, що час закінчення формування був визначений в 4.3 і складає 32,6 хв, а кількість поїздів в розформування $N_p = 4$ *поїзди*, маємо:

$$M_{\text{форм}} = \frac{4 \cdot 32,6}{1440} = 0,09 \text{ локомотива.}$$

Прийнято $M_{\text{форм}} = 1$ *локомотив*.

Враховуючи низький рівень завантаження як гіркового, так і маневрового локомотиву формування робимо висновок про доцільність застосування на станції всього одного маневрового локомотиву.

6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОЇ СТАНЦІЇ ТА ЇЇ ВЗАЄМОДІЯ З КОЛІЄЮ ЦЗ

6.1 Порядок подавання вагонів на під'їзну колію і забирання їх з ПК

Під'їзна колія цементного заводу (ЦЗ) обслуговується локомотивами власника колії. Подавання вагонів для під'їзної колії здійснюється локомотивом залізниці на передавальні колії №№ 1, 1а станції А. Подальший рух вагонів виконується локомотивами власника ПК.

Передача (здача) усіх вагонів на під'їзну колію здійснюється через інтервал часу - 1,3 години. Кількість вагонів у кожній партії, що передається на під'їзну колію встановлюється:

- завантажені і порожні маршрути у тій кількості, в якій вони прибули на станцію А;
- інші вагони у тій кількості, в якій вони прибули на станцію Б, але за масою не більше 4500 тонн (232 вісі).

Про готовність вагонів до забирання змінний диспетчер цеху залізничного транспорту підприємства по прямому телефонному зв'язку передає повідомлення черговому по станції Б.

З під'їзної колії вагони повертаються залізниці:

- порожні вагони із-під вивантаження маршрутів всією партією, одночасно переданою;
- інші завантажені та порожні вагони в кількості не більше 58 вагонів.

Партії вагонів, що повертаються з під'їзної колії, формуються згідно з ПТЕ і доставляються локомотивом власника колії на передавальні колії №№ 1, 1а.

Передавальні операції складаються з технічного обслуговування і комерційного огляду. Дані операції проводяться на вищезазначених приймально-здавальних коліях станції А. Перевірку технічного стану вагонів (технічне обслуговування) здійснює бригада із 2-х оглядачів вагонів ПТО станції А разом з оглядачами вагонів ПК.

При технічному обслуговуванні перевіряється технічний стан деталей, вузлів і в цілому вагонів, правильність їх нумерації, належність державам, проставляється відмітка "годний по Україні", "годний по СНД". Якщо нумерація вагону не відповідає дійсності або зовсім відсутня, вагони відставляються як несправні. Технічний стан завантажених вагонів перевіряється зовнішнім оглядом, порожніх - оглядом, як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь.

Комерційний огляд проводить прийомоздавальник станції А разом із прийомоздавальником підприємства . При проведенні комерційного огляду складу обов'язково перевіряється відповідність вантажу перевізним документам; наявність та справність пломб або запірно-пломбувальних пристроїв (ЗПП) у критих вагонах і цистернах; справність дверних запорів; правильність навантаження і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі; очищення вагонів від залишків раніше перевезених вантажів; закриття дверей і люків напіввагонів.

На вагони з комерційними несправностями, які потребують відчеплення, прийомоздавальник наносить крейдову розмітку та сповіщає чергового по станції. Про вагони, що прибули без ЗПП або пломб, з ознаками крадіжки чи ушкодження вантажу, прийомоздавальник негайно повідомляє чергового по станції, який сповіщає працівників міліції і на вагон навіщується ЗПП або пломба станції А.

При виявленні вагонів з комерційними несправностями при відправленні з під'їзної колії, вагони повертаються на під'їзну колію для усунення цих несправностей.

При відправленні вантажів з під'їзної колії перевіряються хопери-цементовози, які навантажені сипучими вантажами, на відсутність нещільностей та розсипання вантажу. Вагони, які мають завищені зазори у кришках люків та закриті підручними матеріалами, не приймаються до перевезення до усунення зазорів. '

Норма часу на прийнятно-здавальні операції не повинні перевищувати однієї хвилини на вагон і 30 хвилин на всю одночасну подану партію вагонів.

Для підприємств із достатнім колійним розвитком і за наявності однієї і більше передавальних колій інтервал передачі визначається як сума тривалості передавальних операцій (30 хв) і тривалості тривалість забирання вагонів з вантажного фронту на передавальні колії (82 хв). Отже, мінімальний інтервал передачі вагонів становить $30+52=82$ хв, тобто 1,3 год.

6.2 Визначення оптимальної кількості подач вагонів на ПК ЦЗ

Обсяг місцевої роботи на ПК ЦЗ зазначений в розділі 3 з розподілом вагонів по пунктам навантаження і розвантаження. Технологія роботи з місцевими вагонами на нову ПК будується з урахуванням оптимальної організації обслуговування, скорочення простою вагонів на станції.

Спочатку розраховуються норми часу на подачу і забирання місцевих вагонів [60]:

$$T_{пз} = t_{підб} + t_{под} + t_{розм} + t_{пов} + t_{сорт} , \quad (6.1)$$

де $t_{підб}$ - час на підбирання вагонів по фронтам, хв.

Оскільки для накопичення вагонів на ПК ЦЗ виділено окрему колію, то $t_{підб} = 0$;

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

$t_{розм}$ - час розміщення і збирання вагонів на передавальній колії, хв.;

$t_{пов}$ - час повернення локомотива на станцію, хв.

$t_{сорт}$ - час сортування вагонів через витяжні колії, або гірку, хв.

Час подачі і забирання вагонів на передавальну колію приймається по 10 хв. Оскільки ПК ЦЗ обслуговується власними локомотивами, то $t_{розм} = 0$ хв. Час на сортування вагонів був визначений у розділі 4 (гірковий цикл) і становить 21,0 хв. Зробимо відповідний розрахунок:

$$T_{пз} = 0 + 10 + 0 + 10 + 21 = 41 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість подач і забирань вагонів на передавальні колії ПК ЦЗ визначається тривалістю вантажних операцій

$$X_{пз}^{\max} \leq \frac{24}{T_{ван}}, \quad (6.2)$$

де $T_{ван}$ - середній час виконання вантажних операцій з урахуванням розміщення і збирання вагонів на ПК, год.

Мінімальна кількість подач визначається місткістю вантажного фронту

$$X_{пз}^{\min} \geq \frac{n_m}{n_\phi}, \quad (6.3)$$

де n_m – середньодобова кількість місцевих вагонів, що подається на ПК ЦЗ;

n_ϕ – максимальна місткість фронтів ПК ЦЗ, ваг.

Оптимальна кількість подач для кожного фронту розраховується виходячи з економічних міркувань [22]

$$X_{пз}^{opt} = \sqrt{\frac{n_m C_v (C + 24)}{T_{пз} C_{лг}}}, \quad (6.4)$$

де C - параметр накопичення місцевих вагонів на подачу, $C = 8-9$;

C_v – ставка вагоно-години простою, грн.;

$C_{лг}$ – ставка локомотиво-години роботи маневрового локомотиву, грн..

Відповідно до статистичних даних, для вагонів приватного парку $C_v=37,0$ грн; $C_{лг}=220$ грн.

$$X_{пз}^{opt} = \sqrt{\frac{110 \cdot 37 \cdot (9 + 24)}{41 \cdot 220}} = 3,86 \text{ подачі.}$$

Приймається 4 подачі.

Відповідно до ЄТП, місткість ВФ ПК ЦЗ становить 525 вагонів, середній час виконання вантажних операцій з урахуванням розміщення і збирання вагонів дорівнює 9 год, отже, мінімальна кількість подач становить:

$$X_{пз}^{\min} \geq \frac{110}{525} = 0,21 \text{ подачі.}$$

Приймається 1 подача.

Максимальна кількість подач становить:

$$X_{пз}^{\max} \geq \frac{24}{5} = 4,8 \text{ подачі.}$$

Приймається 5 подач.

Після виконання розрахунків остаточно вирішується питання про кількість подач шляхом порівняння результатів згідно до нерівності:

$$X_{пз}^{\min} \leq X_{пз}^{\text{опт}} \leq X_{пз}^{\max}, \quad (6.5)$$

Отже, відповідно до розрахунків, має нерівність:

$$1 \leq 4 \leq 5$$

Нерівність виконується. Отже приймаємо рішення про 4 подачі вагонів на передавальні колії ПК ЦЗ.

Порядок подач вагонів на ПК ЦЗ зображено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Порядок подач вагонів на передавальні колії ПК ЦЗ

Номер поїзда	Час прибуття на станцію	Час подачі і кількість вагонів
1	2	3
3601	03-20	5-50 (13)
2611	05-20	08-55 (49)
3603	08-00	12-20 (24)
3605	17-50	22-35 (24)

6.3 Визначення черговості обслуговування транспортних потоків на ПК ЦЗ

На ПК ЦЗ, окрім залізничного транспорту, також прибуває сировина і автомобільним транспортом (пісок, щебінь, а також різні допоміжні матеріали для виробництва цементу, як-то дерев'яні піддони або папір для виробництва цементної упаковки). Крім того, автомобільним транспортом виконується внутрішньозаводські перевезення сировини (вапняку, вугілля тощо) на так званий «базисний склад», який використовується на випадок незапланованих

перебоїв у постачаннях сировини залізничним транспортом. Таким чином, транспортна інфраструктура цементного заводу завжди знаходиться у процесі взаємодії автомобільного і залізничного транспорту, що дуже часто призводить до непродуктивних простоїв транспортної системи ПК ЦЗ через необхідність швидкого обслуговування одного виду транспорту і неможливість одночасно обслуговувати інший вид.

Транспортний цех заводу являє собою одну із систем масового обслуговування, для якої характерні наступні риси: моменти прибуття транспортних одиниць, як правило, не можуть бути абсолютно точно передвіщені (особливо у випадках із залізничним транспортом); тривалість обслуговування різко змінюється в залежності як від виду перевезених вантажів, так і від розміщення перевезень у часі; обслуговуючі устрої мають не постійне завантаження, і в результаті відбуваються чергування сильно завантажених проміжків часу із проміжками слабого завантаження. Це призводить до утворення черг у періоді перевантаження системи й створює простої засобів обробки в мало завантажені періоди. Як у тому, так і в іншому випадку створюються економічні витрати. Завдання в тому, щоб знайти таку послідовність пріоритетів обслуговування, яка привела б до мінімуму функціонування залежності, що описує витрати, що пов'язані з очікуванням початку обслуговування [7, 9].

Найпростішими з математичної точки зору є системи з пріоритетами, у яких вимоги, що перебувають на обслуговуванні, обслуговуються до кінця. При цьому наступним вступником на обслуговування вимог буде той з них, що надходить у черзі, що має найвищий пріоритет. Ми будемо називати такі пріоритети відносними. Системами з абсолютними пріоритетами називаються такі системи, у яких вимога більш високого пріоритету негайно після прибуття заміщає на обслуговуванні вимога з нижчим пріоритетом; перерване обслуговування цієї вимоги відновляється тільки тоді, коли в системі не буде вимог з більш високим пріоритетом.

Для найпростішого вхідного потоку при довільному законі розподілу часу виконання вантажних операцій однолінійній системі обслуговування середній час очікування t_o вимогами, що мають відносний пріоритет будь-якого класу, i в цілому всіма вхідними потоками можна визначити з наступних співвідношень [61, 62]:

– вимога із пріоритетом j класу

$$t_{oj} = \frac{\sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j \cdot (1 + \nu_j^2)}{2 \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i\right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i\right)}, \quad (6.6)$$

– довільна вимога

$$t_o = \sum_{j=1}^k \lambda_j t_{oj} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^k \frac{\lambda_j \cdot \sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j \cdot (1 + \nu_j^2)}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i\right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i\right)}, \quad (6.7)$$

де τ_j – середня тривалість обслуговування (виконання вантажно-розвантажувальних операцій) вимог, які мають пріоритет класу j ;

α_j – відносне завантаження системи, зайнятий обслуговуванням вимог (вагонів, автомобілів, судів), що мають пріоритет класу j ;

ν_j – коефіцієнт варіації випадкової величини τ_j ;

λ_j – інтенсивність вхідного потоку транспортних засобів, вступників на вантажний фронт пріоритету класу j , виражена в частках. Причому $\sum_{j=1}^k \lambda_j = 1$.

При абсолютному пріоритеті й показовому законі розподілу часу обслуговування для вимоги класу j середній час очікування визначається за формулою:

$$t_{oj} = \frac{\sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i \cdot \tau_i + \left(2 - 2 \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i - \alpha_j\right) \tau_j}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i\right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i\right)} - 2\tau_j \quad (6.8)$$

При відсутності пріоритету вираження приймають вид:

$$t_o = \frac{\sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j \cdot (1 + \nu_j)^2}{2 \cdot \left(1 - \sum_{j=1}^k \alpha_j\right)} \quad (6.9)$$

У практиці роботи складів промислових підприємств і перевалочних складів вантажно-розвантажувальні механізми звичайно обслуговують чотири транспортних потоки.

Особливості функціонування цієї системи:

Перша фаза технологічного процесу – розформування составу, що прибув для підбирання вагонів по роду вантажу. Обслуговуючий апарат – маневровий локомотив; потік заявок – вагони, що чекають розформування.

Друга фаза – накопичення вагонів на сортувальних коліях станції і очікування подачі.

Третя фаза – подачі вагонів із станційних колій до фронтів навантаження і розвантаження. Обслуговуючий апарат – маневровий локомотив, потік заявок – вагони, що очікують на колії сортувального парку.

Четверта фаза – навантаження або вивантаження вагонів, поданих на вантажний фронт. Обслуговуючий апарат – вантажно-розвантажувальний механізм, потік заявок – вагони.

П'ята фаза – вивезення вагонів з вантажного фронту на колії станції.

Шоста фаза – формування составу після деякого перебування в бункері.

Схема описує математичне моделювання роботи вантажних фронтів. Якщо інтенсивність вхідних потоків пріоритетів 1, 2 та 3 класів характеризується величинами відповідно $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ (причому $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$), то для

показового закону розподілу часу обслуговування транспортним засобом (подачею вагонів) можна виразити так:

$$t_o = \frac{\alpha_1 \cdot \tau_1 + \alpha_2 \cdot \tau_2 + \alpha_3 \cdot \tau_3}{1 - \alpha_1} \cdot \lambda_1 + \frac{\alpha_1 \cdot \tau_1 + \alpha_2 \cdot \tau_2 + \alpha_3 \cdot \tau_3}{(1 - \alpha_1) \cdot (1 - \alpha_1 - \alpha_2)} \cdot \lambda_2 + \frac{\alpha_1 \cdot \tau_1 + \alpha_2 \cdot \tau_2 + \alpha_3 \cdot \tau_3}{(1 - \alpha_1 - \alpha_2) \cdot (1 - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3)} \cdot \lambda_3 \quad (6.10)$$

Якщо обслуговування вимог у системі характеризується абсолютним пріоритетом, то для $j=2$ $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$ й показового закону розподілу часу обслуговування:

$$t_o = \lambda_1 \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \tau_1}{1 - \alpha_1} + \lambda_2 \cdot \frac{\tau_2}{1 - \alpha_1 - \alpha_2} \cdot \left[\alpha_1 + \alpha_2 + \frac{\alpha_1 \cdot \tau_1}{\tau_2 \cdot (1 - \alpha_1)} \right] \quad (6.11)$$

Аналогічно, користуючись формулами, можна виразити середній час очікування вантажних операцій довільним вимогам.

Оскільки вантажний фронт являє собою багатолінійну систему масового обслуговування з очікуванням, то у ряді випадків доцільно керуватися довжиною черги до вантажно-розвантажувальних механізмів. Деколи є раціональним перехід замовлення від однієї черги в іншу для більш рівномірного використання вантажно-розвантажувальних машин та зменшення часу очікування.

Таким чином, правильний вибір пріоритету обслуговування транспортних потоків на складах підприємства може принести значний економічний ефект. Правильне регулювання вхідних потоків та довжини черг дозволить зменшити час простою транспортних засобів в черзі очікування вантажних операцій та покращити використання вантажно-розвантажувальних машин, що в свою чергу дозволить зменшити експлуатаційні витрати.

На ПК ЦЗ, надходять два найпростіших потоки: потік вагонів УЗ та потік автотранспорту, що доставляє продукцію до споживачів. Інтенсивність

вхідного потоку вагонів УЗ $\chi_1 = 2$ подачі у добу; інтенсивність вхідного потоку автотранспорту $\chi_2 = 3$ подачі у добу. Закон розподілу числа вагонів у подачі для сумарного вхідного потоку показовий. Тому приймаємо показовим і розподіл тривалості часу виконання вантажних операцій. Середня кількість вагонів у подачі вагонів УЗ $m_1 = 3$, транспортних засобів у подачі автотранспорту – $m_2 = 5$ у двохосьовому обчисленні. Середнє навантаження умовного вагона УЗ $q = 69$ т, автотранспорту $q = 12$ т. Потрібно визначити середній час очікування початку обслуговування, якщо транспортному потоку вагонів УЗ віддається: а) відносний; б) абсолютний пріоритет обслуговування або в) обидва вхідних потоки обслуговуються без пріоритету. Таким чином, у перших двох випадках вимога транспортного потоку вагонів УЗ мають перший клас пріоритету, автотранспорту – другий клас. Визначимо відносно завантаження системи й середній час обслуговування заявки (подачі вагонів) для кожного потоку з наступних співвідношень:

$$\alpha = \frac{Q_n}{y \cdot T \cdot q_n}, \quad (6.12)$$

де Q_n – обсяг вантажопереробки, тонно-операцій на добу;

q_n – продуктивна норма виробітку машин, віднесена до 1 години роботи;

y – кількість вантажно-розвантажувальних машин;

T – тривалість роботи вантажного фронту на протязі доби.

$$\tau = \frac{N \cdot q_e}{y \cdot \chi \cdot q_n}, \quad (6.13)$$

де N – число вступників вагонів на вантажний фронт за добу;

q_e – середнє навантаження умовного вагона;

χ – число подач, обумовлене довжиною вантажного фронту.

$$\alpha_1 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 69}{1 \cdot 24 \cdot 34,3} = 0,5 \qquad \tau_1 = \frac{6 \cdot 69}{1 \cdot 2 \cdot 34,3} = 6,03 \text{ год}$$

$$\alpha_2 = \frac{5 \cdot 3 \cdot 12}{1 \cdot 24 \cdot 34,3} = 0,22 \qquad \tau_2 = \frac{14 \cdot 12}{1 \cdot 4 \cdot 34,3} = 1,22 \text{ год}$$

Розрахуємо середній час очікування вимог кожного транспортного потоку окремо при відносному пріоритеті:

$$t_{O1} = \frac{0,5 \cdot (6,03 + 1,22)}{1 - 0,5} = 7,25 \text{ год}$$

$$t_{O2} = \frac{0,22 \cdot (6,03 + 1,22)}{(1 - 0,5) \cdot (1 - 0,5 - 0,22)} = 11,39 \text{ год}$$

Середній час очікування довільною вимогою сумарного вхідного потоку складе:

$$t_O = \frac{t_{O1}x_1 + t_{O2}x_2}{x_1 + x_2} \qquad (6.14)$$

$$t_O = \frac{7,25 \cdot 2 + 11,39 \cdot 3}{2 + 3} = 9,73 \text{ год}$$

Аналогічно розраховуємо ці ж величини, коли вагони УЗ обслуговуються з абсолютним пріоритетом:

$$t_{O1} = \frac{0,5 \cdot 6,03}{1 - 0,5} = 6,03 \text{ год}$$

$$t_{O2} = \frac{1,22}{1 - 0,5 - 0,22} \cdot \left[0,5 + 0,22 + \frac{0,5 \cdot 6,03}{1,22 \cdot (1 - 0,5)} \right] = 24,68 \text{ год}$$

$$t_{O1} = \frac{6,03 \cdot 2 + 24,68 \cdot 3}{2 + 3} = 17,23 \text{ год}$$

При відсутності пріоритету

$$t_O = \frac{\alpha_1 \tau_1 + \alpha_2 \tau_2}{1 - \alpha_1 - \alpha_2}, \qquad (6.15)$$

$$t_O = \frac{0,5 \cdot 6,03 + 0,22 \cdot 1,22}{1 - 0,5 - 0,22} = 11,73 \text{ год}$$

Таким чином, ігнорування відносного пріоритету обслуговування при визначенні середнього часу очікування дає помилку в розмірі $\frac{11,73-9,73}{9,73} \cong 0,2\%$, а абсолютного $\frac{17,23-11,73}{9,73} \cong 0,6\%$. Крім того, аналіз результатів розрахунку дозволяє зробити висновок, що вагони УЗ недоцільно (зменшення середнього простою транспортних засобів немає) обслуговувати з відносним і абсолютним пріоритетом, тому що при цьому збільшується середній час очікування транспортними засобами початку обслуговування.

При розрахунку економічної ефективності виконуваних заходів використовують систему натуральних і грошових показників, що відображають:

- підвищення якості перевезення;
- покращення основних засобів транспорту;
- зниження собівартості перевезення.

Необхідність повного задоволення народного господарства в перевезенні потребує постійного збільшення пропускної і переробної спроможності станції. Якість перевезень характеризується швидкістю доставлення вантажів, безпекою руху поїздів.

Доцільність намічених заходів щодо внесення змін і раціоналізації рекомендацій встановлюють співставленням перелічених показників ефективності, розрахованих для різних порівнюючих варіантів. Для економічної оцінки проведених заходів по фінансовим показникам, розраховують економію експлуатаційних витрат для порівнюючих варіантів.

Ціль економічного обґрунтування полягає у скороченні фінансових витрат підприємства, пов'язаних з простоєм транспортних засобів на кожному з його виробничих підрозділів.

В результаті зміни пріоритету обслуговування для двох основних потоків (потоків вагонів загального парку, потоків автотранспорту) можливо досягти

зниження простою одного з потоку, що дозволяє зменшити пов'язані з цим витрати підприємства.

Оскільки одним параметром роботи, який змінюється при наданні потоку різних пріоритетів, є час, то саме цей параметр в кінцевому результаті дасть економічний ефект.

Зрозуміло, що крім пріоритету, на простій транспортних засобів обох потоків також впливатиме технічне оснащення вантажного фронту. Але оскільки воно було розраховано в дипломному проекті, виходячи з максимальних обсягів роботи, то вважаємо його оптимальним та незмінним (додання цього фактору значно ускладнить рішення задачі, тому його не розглядаємо).

Практичний інтерес представляє вибір оптимального пріоритету обслуговування. Оскільки вартість простою транспортних засобів в окремих складових сумарного вхідного потоку різна, вибір цей доцільно здійснювати за критерієм експлуатаційних витрат. Якщо вартість 1 години простою вимоги (подачі) із пріоритетом класу $j - c_j$, то при відносному пріоритеті видатки, пов'язані з очікуванням початку обслуговування, можна записати так:

$$C_{\text{от}} = \frac{1}{2} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{\lambda_j \cdot c_j \cdot \sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j \cdot (1 + \nu_j^2)}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i\right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i\right)}, \quad (6.16)$$

де τ_j – середня тривалість обслуговування (виконання вантажно-розвантажувальних операцій) вимог, якімають пріоритет класу j ;

α_j – відносне завантаження системи, зайнятий обслуговуванням вимог (вагонів, автомобілів, судів), що мають пріоритет класу j ;

ν_j – коефіцієнт варіації випадкової величини τ_j ;

λ_j – інтенсивність вхідного потоку транспортних засобів, вступників на вантажний фронт пріоритету класу j , виражена в частках.

Причому $\sum_{j=1}^k \lambda_j = 1$.

При абсолютному пріоритеті й показовому розподілі часу обслуговування можна записати:

$$C_{аб} = \sum_{j=1}^k \lambda_j \cdot c_j \cdot \left[\frac{\sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j + \left(2 - 2 \cdot \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i - \alpha_j \right) \cdot \tau_j}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i \right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i \right)} - 2 \cdot \tau_j \right], \quad (6.17)$$

Співвідношення (6.15) та (6.16) можна записати в більше зручному для розрахунків виді, якщо $c_j = N_j \cdot c'_j$. Тоді:

– для відносного пріоритету:

$$C_{от} = \frac{1}{2} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{n_j \cdot c'_j \cdot \sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j \cdot (1 + v_j^2)}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i \right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i \right)}, \quad (6.18)$$

– для абсолютного пріоритету (при показовому розподілі часу обслуговування):

$$C_{аб} = \sum_{j=1}^k n_j \cdot c'_j \cdot \left[\frac{\sum_{j=1}^k \alpha_j \cdot \tau_j + \left(2 - 2 \cdot \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i - \alpha_j \right) \cdot \tau_j}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i \right) \cdot \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i \right)} - 2 \cdot \tau_j \right], \quad (6.19)$$

де n_j – середнє число транспортних одиниць, яким привласнений пріоритет класу j , що надходять у плинї доби (місяця, року);

c'_j – вартість простою 1 години транспортного засобу.

Завдання укладається в тім, щоб знайти таку послідовність пріоритетів, які привели б функціонали (6.18) та (6.19) до мінімуму. В окремому випадку, коли вартості $n_1 \tilde{n}'_1 = n_2 c'_2 = \dots = n_j c'_j$ однакові для всіх груп вимог, оптимальний порядковий номер пріоритету класу вимог залежить лише від середньої тривалості обслуговування однієї вимоги. Для зниження сумарного середнього часу очікування варто надати більш високий пріоритет тим вимогам, тривалість обслуговування яких менша. Пошук оптимального пріоритету – комбінаторне завдання й зводиться воно до визначення величини експлуатаційних витрат у процесі перебору всіх варіантів зміни послідовності пріоритетів.

Вибираємо оптимальну послідовність абсолютних і відносних пріоритетів для нашого підприємства, якщо наведена вартість однієї вагоно-години простою УЗ – 0,88 грн., вартість простою однієї години автотранспорту – 0,47 грн.:

Відносний пріоритет наданий транспортному потоку вагонів УЗ.

Середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів УЗ складає $t_{O1} = 7,25$ год. Середній час очікування вимог транспортного потоку автотранспорту складає $t_{O2} = 11,39$ год.

Знайдемо витрати, пов'язані з очікуванням початку вантажних операцій вагонів УЗ та автотранспорту:

$$C_1 = n \cdot t \cdot C_{в-г} + n \cdot t \cdot C_{в-г}, \quad (6.20)$$

де n_j – середнє число транспортних одиниць (вагонів УЗ, транспортних засобів автотранспорту, що надходять напротязі доби);

t – середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів;

$C_{в-г}$ – вартість простою 1 години транспортного засобу.

$$C_1 = 2 \cdot 3 \cdot 7,25 \cdot 0,88 + 3 \cdot 5 \cdot 11,39 \cdot 0,47 = 118,58 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати за рік складають:

$$C_1 = 365 \cdot 118,58 = 43281,7 \text{ грн}$$

Відносний пріоритет наданий автотранспортному потоку.

Розрахуємо середній час очікування вимог автотранспортного потоку:

$$t_{O1} = \frac{0,22 \cdot (6,03 + 1,22)}{1 - 0,22} = 2,04 \text{ год}$$

Розрахуємо середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів УЗ:

$$t_{O2} = \frac{0,5 \cdot (6,03 + 1,22)}{(1 - 0,22) \cdot (1 - 0,22 - 0,5)} = 16,6 \text{ год}$$

Середній час очікування довільною вимогою сумарного вхідного потоку складе:

$$t_0 = \frac{2,04 \cdot 2 + 16,6 \cdot 3}{2 + 3} = 10,78 \text{ год}$$

Витрати, пов'язані з очікуванням початку вантажних операцій вагонів УЗ та транспортних засобів автотранспорту, складають:

$$C_2 = 2 \cdot 3 \cdot 16,6 \cdot 0,88 + 3 \cdot 5 \cdot 2,04 \cdot 0,47 = 102,03 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати за рік складають:

$$C_2 = 365 \cdot 102,03 = 37240,95 \text{ грн}$$

Абсолютний пріоритет наданий транспортному потоку вагонів УЗ.

Середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів УЗ складає $t_{O1} = 6,03$ год. Середній час очікування вимог автотранспортного потоку складає $t_{O2} = 24,69$ год.

Витрати, пов'язані з очікуванням початку вантажних операцій вагонів УЗ та транспортних засобів автотранспорту, складають:

$$C_3 = 2 \cdot 3 \cdot 6,03 \cdot 0,88 + 3 \cdot 5 \cdot 24,69 \cdot 0,47 = 205,9 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати за рік складають:

$$C_3 = 365 \cdot 205,9 = 75153,5 \text{ грн}$$

Абсолютний пріоритет належить автотранспорту.

Розрахуємо середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів підприємства:

$$t_{O1} = \frac{0,22 \cdot 1,22}{1 - 0,22} = 0,34 \text{ год}$$

Розрахуємо середній час очікування вимог транспортного потоку вагонів УЗ:

$$t_{O2} = \frac{6,03}{1-0,5-0,22} \cdot \left[0,5 + 0,22 + \frac{6,03 \cdot 1,22}{6,03 \cdot (1-0,22)} \right] = 48,86 \text{ год}$$

Середній час очікування довільною вимогою сумарного вхідного потоку складе:

$$t_O = \frac{48,86 \cdot 2 + 0,34 \cdot 3}{2+3} = 19,75 \text{ год}$$

Витрати, пов'язані з очікуванням початку вантажних операцій вагонів УЗ та транспортних засобів автотранспорту, складають:

$$C_4 = 3 \cdot 5 \cdot 0,34 \cdot 0,47 + 2 \cdot 3 \cdot 48,86 \cdot 0,88 = 260,38 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати за рік складають:

$$C_4 = 365 \cdot 260,38 = 95038,7 \text{ грн}$$

Як видно з виконаних вище розрахунків, зміна простою вагонів УЗ вкрай незначною мірою впливає на експлуатаційні витрати. Тому попередньо можна сказати, що необхідно скорочувати простій автотранспорту. Однак при цьому треба пам'ятати, що надання пріоритету автотранспорту має свої межі, які визначені технологічним процесом роботи підприємства. Існує мінімальна кількість вантажів, які щодоби необхідно подавати зі складів у виробничі цехи, оскільки виробництво сталі листової є безперервним процесом. Треба враховувати, що простій автотранспорту може збільшуватись лише за умови дотримання виробничого циклу.

Ми розглядали скорочення простою виключно з економічної позиції, вважаючи, що зрив технології виробництва сталі не відбувається. Тому завдання зводиться до мінімізації простою автотранспорту. Немає прямої залежності між середнім часом простою й величиною експлуатаційних витрат, оскільки на середній час простою впливає як час простою вагонів УЗ, так і автотранспорту.

У даному прикладі оптимальний варіант – надання відносного пріоритету автотранспорту. При цьому експлуатаційні витрати найменші і складають

$C_2 = 37240,95$ грн. Показники обслуговування транспортних потоків при різних пріоритетах наведена в таблиці 6.2. Однак для виникнення цього варіанту необхідні подальші дослідження, метою яких буде встановлення можливих змін в технології роботи ПК ЦЗ, пов'язаних з додатковим простоем вагонів УЗ. В іншому випадку, якщо надати пріоритет потоку автотранспорту, то зменшиться об'єм перевезень, що призведе до зниження прибутку.

Таблиця 6.2 – Показники обслуговування транспортних потоків у транспортному цеху ПК ЦЗ при різних пріоритетах

Найменування показників	Значення
1. Відносне завантаження системи операціями, % :	
- з вагонами УЗ;	50
- з автотранспортом.	22
2. Середній час обслуговування заявки, год.	
- вагонів УЗ;	6,03
- автотранспорту.	1,22
3. Середній час очікування вимог при відносному пріоритеті вагонів УЗ, год:	
- вагонами УЗ;	7,25
- автотранспортом.	11,39
4. Середній час очікування вимог при абсолютному пріоритеті вагонів УЗ, год:	
- вагонами УЗ;	6,03
- автотранспортом.	24,69
5. Середній час очікування вимог при відносному пріоритеті автотранспорту, год:	
- вагонами УЗ;	16,6
- автотранспортом.	2,04
6. Середній час очікування вимог при абсолютному пріоритеті автотранспорту, год:	
- вагонами УЗ;	48,86
- автотранспортом.	0,34
7. Експлуатаційні витрати, грн./рік при:	
- наданні відносного пріоритету вагонам УЗ;	43281,70
- наданні відносного пріоритету автотранспорту;	37240,95
- наданні абсолютного пріоритету вагонам УЗ;	75153,50
- наданні абсолютного пріоритету автотранспорту.	95038,70

7 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ

7.1 Технологія роботи з вагонами, що надходять у переробку

Поїзди у переробку, що надходять з усіх підходів, приймаються у приймально-відправний парк.

При підході поїзду ДСП сповіщає працівників пунктів технічного обслуговування (ПТО) та комерційного огляду (ПКО) вагонів, сигналіста про номер поїзду, колію прийому та час його прибуття для підготовки до зустрічі поїзду, що прибуває, працівниками, які беруть участь у його обробці.

У разі одночасного прибуття декількох поїздів ДСП повідомляє працівникам ПТО та приймальникам поїздів черговість їх обробки. ДСП дає команду про закріплення составів на колії прибуття з вказівкою кількості гальмівних башмаків. Порядок закріплення составів встановлюється технічно-розпорядчим актом станції. Після закріплення составу сигналіст доповідає про це ДСП.

Обробка складу поїзда у ПВ парку складається з наступних операцій:

- технічного огляду вагонів;
- комерційного огляду вагонів;
- контрольної перевірки складу поїзду;
- перевірки наявності перевізних документів.

Після зупинки поїзду, його закріплення та відчеплення локомотива оператор ПТО огорожує состав сигналами централізованої огорожі, і працівники ПТО приступають до його огляду. Кількість бригад ПТО визначена у розділі 3 даного дипломного проекту, і складає – 1 бригаду з числом груп 2.

Паралельно з технічним оглядом приймальники поїздів оглядають вагони в комерційному відношенні для виявлення та усунення комерційних несправностей, які загрожують безпеці руху та збереженню вагонів і вантажів.

Після закінчення технічного та комерційного огляду составу та зняття огорожі оператор ПТО повідомляє в СТЦ номери вагонів, що вимагають відчипного ремонту, з подальшим заповненням на ці вагони повідомлення форми ВУ-23, а приймальник поїздів – номери вагонів, що вимагають подачі на спеці-

альні колії, з подальшим складанням на них акту загальної форми ГУ-23. Про закінчення огляду составу оператор ПТО та приймальник поїздів повідомляють ДСП.

Тривалість виконання технічного огляду составу передаточного поїзда визначена у розділі 4 і складає 42 хв.

7.2 Технологія розформування та формування составів

Перед розпуском составу складач системи розформування, ознайомившись з сортувальним листком, переконується у можливості розміщення вагонів составу, що розформовується, у межах сортувальних колій, повідомляє усім причетним працівникам план розпуску та дає вказівку машиністу про насув составу на гірку.

Про підхід составу до горба гірки працівники сповіщаються спеціальним сигнальним пристроєм про початок розпуску.

В процесі розформовування составу складачі проводять розчеплення вагонів відповідно до показників світлових цифрових покажчиків. Місця розчеплення великих відчепів складачі перевіряють по вказаних у сортувальному листку номерах останніх вагонів.

Під час розпуску составу ДСПГ стежить за правильністю розчеплення та проходження відчепів і у разі потреби по парковому сповіщальному зв'язку інформує операторів виконавчих постів про зміну напрямку проходження відчепів, а також про відчепи, які вимагають під час гальмування особливої обережності.

Після закінчення розпуску ДСПГ у разі потреби дає вказівку машиністу гірочного локомотива про виконання осаджування вагонів на коліях сортувального парку або про прямування в ПВ парк для насуву чергового составу на гірку.

У разі виявлення несправностей оглядачі-ремонтники наносять на вагонах крейдяні відмітки, а слюсарі, що йдуть услід, проводять необхідний ремонт. Після закінчення ремонту вагонів оглядачі-ремонтники проводять приймання виконаних робіт, видаляють з вагонів всі крейдяні написи, раніше нанесені під

час огляду складу. Старші ремонтних груп про завершення робіт по технічному обслуговуванню складу повідомляють оператора ПТО. Останні знімають сигнали огорожі та повідомляють ДСП про технічну готовність составу з подальшим записом про це в книзі форми ВУ-14.

Після причеплення поїзного локомотива оглядачі-автоматники проводять випробування автогальм.

Одночасно з технічним оглядом і ремонтом вагонів приймальники поїздів здійснюють комерційний огляд составу й усунення знайдених несправностей, які загрожують збереженню вантажу та безпеці руху поїздів.

Про готовність поїзду в комерційному відношенні приймальники поїздів докладають ДСП з подальшим записом в книзі форми ГУ-98.

Тривалість виконання технічного огляду та ремонту передаточного поїзда составу свого формування визначена у розділі 4 і складає 49,0 хв. Тривалість виконання комерційного огляду составу прийнято рівною тривалості виконання технічного огляду.

7.3 Інформація про підхід поїздів, прибуття, подачу поїздів і вантажів

Керівництво прийомом, відправленням та пропуском поїздів по станції здійснює черговий по станції поста ЕЦ.

Розпорядження чергового по станції щодо забезпечення своєчасного та безприпинного прийому, відправлення й пропуску поїздів, виконання маневрових та вантажних операцій, а також раціонального використання технічних засобів станції є обов'язковими для робітників усіх служб, пов'язаних з підготовкою, прийомом, відправленням поїздів, вантажною та комерційною роботою.

Керуючись інформацією про підхід поїздів, наявністю і розміщенням вагонів на станційних коліях, під'їзних коліях підприємств, а також інформацією про хід виконання вантажних операцій, маневровий диспетчер визначає черговість формування і розформування поїздів. Він визначає черговість подачі та забирання вагонів, складає план робіт на 4-6-годинний період і доводить його до виконавців.

Для оперативного керівництва роботою станції, контролю обліку та аналізу виконання змінного плану ДСП веде диспетчерський графік виконаної роботи.

Робоче місце маневрового диспетчера для безперервного оперативного контролю за роботою окремих ділянок станції обладнане:

- КАСС-ДСЦ, що забезпечує оперативно-технологічний зв'язок з оператором Пункту технічного огляду вагонів, старшим оператором станційного технологічного центру з обробки перевізних документів та поїзної інформації (СТЦ), поїзним диспетчером;

- радіозв'язком з машиністами маневрових локомотивів, зі складачами поїздів їх помічниками;

- телефонним зв'язком з прийомоздавальниками вантажу та багажу.

Маневровий диспетчер за допомогою радіозв'язку здійснює керівництво і контроль місцезнаходження маневрових локомотивів, роботою локомотивних бригад, бригад складачів поїздів, що забезпечують виконання поїзної, маневрової та вантажної роботи.

7.4 Оперативне планування роботи станції А

Система оперативного та поточного планування роботи станції передбачає складання змінного й добового планів, оперативних завдань маневрового диспетчера на найближчі 2-3 години.

Планування роботи станції здійснюється на основі:

- а) диспетчерського керівництва маневровою та вантажною роботою на станції;

- б) інформації про підведення місцевого вантажу ;

- в) надходження інформації про підхід поїздів та вагонів з різними вантажами на під'їзні колії ;

- в) встановленими договорами інтервалів подачі вагонів з різними вантажами на під'їзні колії ;

г) контролю за надходженням вагонів з використанням даних натурних листів та інформації, яка надходить з під'їзних колій.

Метою оперативного планування роботи станції є виконання добових та змінних завдань на навантаження, вивантаження та передачі вагонів, а також регулювальних завдань та основних якісних показників роботи станції.

Добовий план, який передається з дирекції Д не пізніше 17 годин напередодні планової доби, містить слідує дані:

- кількість поїздів, які мають прибути на станцію та відправитися за добу по напрямкам, у тому числі кількість поїздів свого формування;
- план навантаження, вивантаження у тому числі по важливим вантажам;
- завдання щодо навантаження відправницьких маршрутів;
- відправлення порожніх вагонів по регулювальному завданню з розбивкою по напрямку та роду рухомого складу, та відомості про підведення порожніх вагонів також із зазначенням роду рухомого складу;
- завдання на підготування вагонів під навантаження.

У добовому плані виділяється обсяг роботи, який має бути виконаний у першій половині доби.

Для складання добового плану начальник станції або його заступник повідомляє у дирекцію залізниці заявки вантажовідправників на навантаження, у тому числі маршрутів з зазначенням вантажу та числа вагонів, потрібних для навантаження.

Дозвіл на навантаження оформлюється нарядом дирекції залізниці.

Змінне завдання складає начальник станції або його заступник на основі добового плану та змінного завдання дирекції залізниці, відповідно до положення на станції на початок планового періоду, інформації про підхід поїздів та технологічних норм на обробку поїздів.

Змінне завдання містить :

- розміри навантаження та вивантаження вагонів ;
- обсяг переробки вантажів ;

– кількість поїздів, які підлягають прийому, розформуванню та формуванню, з зазначенням поїздів свого формування, кількості передаточних поїздів та загальної кількості по роду рухомого складу;

– кількість вагонів, які підлягають здачі та прийому з під'їзних колій.

Змінне завдання на другу половину звітної доби складається згідно з підсумками роботи першої зміни та добового плану.

Маневровий диспетчер після ознайомлення з положенням на станції та планом роботи об'являє зміни, що заступила на чергування, план роботи, який потрібно виконати, а також оперативне завдання на ближчі 2-3 години.

Оброблена оперативна інформація, необхідна для планування вантажної роботи по основним під'їзним коліям по ЕОМ передається до відділу автоматизованих систем управління роботою станції (далі ІСЦРАРС) дирекції.

Для станції встановлені слідуючі макети по плануванню роботи та звітно-облікової інформації по виконанню оперативних планів:

1. Повідомлення 790 – планування вантажної роботи станції.

Прийомоздавальник вантажу та багажу станції, узгодивши з начальником станції або його заступником дані про кількість вагонів навантаження та вивантаження в цілому, яка планується, по роду рухомого складу, по основним вантажам та підприємствам, передає їх оператору ЕОМ станції, яка у свою чергу передає їх до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 повідомленням 790 по періодам – на 7, 11 та 17 години звітної доби.

2. Повідомлення 1266 – заявка на порожні вагони.

Прийомоздавальник вантажу та багажу станції, узгодивши з начальником станції або його заступником дані по заявці про необхідну кількість порожніх вагонів під забезпечення навантаження станції, передає їх оператору ЕОМ станції, яка у свою чергу передає ці дані повідомленням 1266 до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 о другій годині кожної доби.

3. Повідомлення 192 – про наявність навантажених та порожніх вагонів на станції по роду рухомого складу.

Отримавши від оператора по обліку вагонного парку інформацію про наявність навантажених та порожніх вагонів на станції по роду рухомого складу, оператор ЕОМ на кінець звітної доби передає до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 повідомлення 192. Паралельно ці дані передаються оператором по обліку вагонного парку до відділу статистики ДН-1 телефоном. При наявності розбіжностей інформацій, переданих до ЕОМ та телефоном, ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 у своєму відповідному повідомленні відмічає ці розбіжності.

4. Повідомлення 7245 - про наявність цистерн на станції.

Отримавши дані про наявність цистерн на станції від прийомоздавальника вантажу та багажу станції, оператор ЕОМ станції передає їх до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 на кінець кожної доби повідомлення 7245.

5. Повідомлення 1167 – про залишки вагонів під вивантаженням станції.

Отримавши від прийомоздавальника вантажу та багажу станції дані про залишки вагонів під вивантаженням, оператор ЕОМ станції передає до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 ці дані повідомленням 1167 на кінець звітної доби.

6. Повідомлення 1272 – виконання норм простою вагонів під однією вантажною операцією по елементам за добу.

Оператор з обліку вагонного парку веде розрахунок часу знаходження вагонів під однією вантажною операцією по елементам на протязі доби. На кінець звітної доби передає дані по виконанню простою вагонів під однією вантажною операцією за добу передає оператору ЕОМ станції для вводу повідомлення 1272 до АСК ВП УЗ.

7. Повідомлення 1255 – виконання норм простою вагонів за минулий місяць.

Першого числа кожного місяця оператор ЕОМ, отримавши від оператора по обліку вагонного парку дані про виконання норм простою вагонів за минулий місяць, передає до ЕОМ ІСЦРАРС ДН-1 повідомлення 1255.

В умовах збою роботи ЕОМ та відсутності електропостачання оператор ЕОМ станції повинен зробити запис у журналі реєстрації збоїв роботи ЕОМ (вказати дату, час початку та кінця збою, характер збою) та повідомити про це

чергового оператора ІСЦРАРС ДН-1, керівництво станції, прийомоздавальника вантажу та багажу станції та оператора по обліку вагонного парку.

В умовах збою роботи ЕОМ добові звіти роботи станції передаються у наступному вигляді:

– звіти форм ДО-2, ДО-15, ГО-1, ДУ-16 формує та передає оператор по обліку вагонного парку телефоном у відділ статистики ДН-1 на 17 годину;

– звіти форм ГО-2, ГО-3, ГО-4 формує та передає змінний касир товарний (вантажний) по відправленню філії товарної контори станції Пр телефоном на ІСЦРАРС ДН-1;

– звіти форм ГДО-1, ГДО-4 формує та передає змінний прийомоздавальник вантажу та багажу станції телефоном у вантажний відділ ДН-1.

Керівництво станції А забезпечується начальником станції (ДС) через апарат, організаційна структура якого затверджується начальником дирекції залізничних перевезень (далі – ДН-1).

Розподіл обов'язків між керівниками станції і порядок їхнього підпорядкування встановлюється розпорядженням ДС. При відсутності ДС його обов'язки виконує заступник начальника станції (ДСЗ).

Касир товарний 2-ї категорії відповідає за роботу товарної контори, проводить прийом заявок від клієнтів, планування навантаження вагонів, візування документів. Несе відповідальність за складання аналізу вантажної роботи всіх видів звітності на станції. Веде актово-пошукову роботу та облік платоспроможності клієнтів.

Оперативне керівництво роботою станції, контроль за виконанням добових та змінних планів, обробкою поїздів і вагонів відповідно до технологічного процесу покладено на ДСЗ, змінних керівників – черговим по станції (ДСП).

ДС забезпечує складання плану роботи станції на добу і зміну, в тому числі з приймання і відправлення поїздів, узгодження його з черговим по ДН, складання плану маневрової роботи, виконання змінного плану із приймання, формування і відправлення поїздів.

Розробка і впровадження технологічного процесу роботи станції, заходів щодо раціонального використання технічних засобів, забезпечення безпеки руху поїздів і охорони праці, аналіз роботи станції здійснюється ДС.

Своєчасним і безпечним прийманням, відправленням і пропуском поїздів, а також маневровою роботою керує ДСП. Отримавши повідомлення про прибуття поїзда з вказівкою колії приймання, ДСП інформує усіх причетних до обробки поїзда працівників: складача поїздів, оператора поста централізації, оглядача вагонів, які завчасно виходять на колію приймання і зустрічають поїзд.

Обробка состава по прибуттю включає такі технологічні операції: укладання гальмових башмаків, огороження составу, звірення перевізних документів з натурним листом, технічне обслуговування вагонів, комерційний огляд вагонів і вантажів.

При необхідності відчеплення вагонів від поїзда і подачі їх на інші колії для усунення комерційних несправностей, або перевірки стану і кількості вантажу, ЗПП або пломб прийомоздавальник вантажу та багажу негайно повідомляє ДСП по прямому зв'язку, з вказівкою номеру вагона, місця розташування в поїзді, номера колії, на яку необхідно подати вагони. На вагонах наноситься крейдова розмітка.

Про закінчення огляду старший прийомоздавальник вантажу та багажу доповідає ДСП і робить відмітку на першому екземплярі натурального листа "Поїзд в комерційному відношенні перевірів" і засвідчує підписом.

Комерційний огляд вагонів та поїздів на станції А проводиться цілодобово з оформленням результатів огляду вищезазначеним порядком. Комерційному огляду підлягають всі поїзди, що прибувають на розформування, сформовані на станції, а також групи та окремі вагони, що відчіплюються, причіпляється від (до) поїзда.

Залишені поїзди, групи вагонів і одиночні вагони підлягають комерційному огляду після прибуття і перед відправленням зі станції, де вони були залишені, якщо термін їх перебування, передбачений Технологічним процесом на

обробку такого поїзда, перевищує одну годину. Результати огляду реєструються на першому екземплярі натурального листа.

Комерційний огляд виконується старшими прийомоздавальниками вантажу та багажу, прийомоздавальниками вантажу та багажу, після здачі ними іспитів у знанні посадових обов'язків встановленим порядком. Огляд вагонів і контейнерів, що підлягають супроводу воєнізованої охорони залізниці (ВОХР), здійснюється разом з воєнізованою охороною.

В усіх випадках виявлення комерційних несправностей складається акт загальної форми ГУ-23, що підписується працівниками здійснюючими комерційний огляд, але не менше двох осіб.

Якщо вагон (контейнер) прибув на станцію з комерційною несправністю, яка вже оформлена актом загальної форми, і стан вагона (контейнера) та вантажу в порівнянні з даними акта не змінився, новий акт загальної форми не складається.

Через наявність контактної мережі на станційних коліях №№2,3,IV,5,6,7,8,9 технічний огляд працівниками ПТО та комерційний огляд вагонів в складі поїзда виконується з обов'язковим виконанням Правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрофікованих лініях та виконання вимог Пам'ятки з охорони праці для працівників станції.

В усіх випадках виявлення вагонів і контейнерів з комерційними несправностями, що загрожують схоронності вантажів і безпеці руху під час перевезення, в акті загальної форми вказується факт виявлення несправності і результат перевірки вантажу, стан пломб (ЗПП), закруток, плашок, запорів на дверях і люках, стан кузова вагона (контейнера), правильність і повнота навантаження вагона (контейнера), стан поверхні вантажу, кількість ярусів у междверному просторі тощо. Ознаки розкрадання описуються детально із зазначенням точного місця розташування пошкоджених вантажних місць, їх номерів, розмірів виїмок. Для нафтопродуктів, завантажених в цистерни, в акті вказується висота їх наливу, температура вантажу і тип цистерни, а для спирту замість висоти наливу вказується висота недоливу.

8 БЕЗПЕКА РУХУ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ

Еволюція розвитку людства і створення індустріальних методів господарювання привели до утворення глобальної техносфери, одним з елементів якої є залізничний транспорт. Природне середовище при функціонуванні елементів техносфери є джерелом сировинних і енергетичних ресурсів і простором для розміщення її інфраструктури [63]. Стійкий розвиток залізничного транспорту варто реалізувати з дотриманням екологічних вимог. За останнє 10-річчя проблема негативного впливу транспорту в цілому і залізничного транспорту зокрема на стан навколишнього середовища отримала глобальний масштаб. У зв'язку з цим комісія Європейського Співтовариства (ЄС) визначила транспорт як одне із найбільш значних джерел забруднення.

Не дивлячись на те, що залізничний транспорт з усіх інших видів транспорту є найбільш безпечним, ця проблема особливо актуальна для України, тому що вона по щільності залізничної мережі і вантажонапруженості перевищує багато інших країн Центральної Європи.

З огляду на те що в Україні напружено функціонує й автомобільний транспорт, ці два фактори можуть значно вплинути на екологію країни. Крім того, більшість залізничних ліній України споруджувалися 30-40 і більш років тому переважно без дотримання елементів екологічних вимог, давно вичерпали свою пропускну здатність і мають потребу в модернізації.

Крім магістральної мережі, господарство залізничного транспорту містить у собі тисячі вокзалів і вантажних дворів, велику кількість локомотивних і вагонних депо. Тому проблема екологізації залізничного транспорту дуже важлива.

Основним напрямом державної політики в галузі охорони праці є забезпечення пріоритету збереження життя і здоров'я працівників. Ніякі виробничі показники не повинні ставитися вище, ніж забезпечення безпеки людини. Потрапляючи в зону роботи залізничного транспорту, людина піддається підвищеної небезпеки травматизму, шкідливого впливу шуму, вібрації, електромагнітних полів, забрудненого атмосферного повітря. Безпека працівника в умовах будь-

якого сучасного виробництва забезпечується правової, соціально-економічної, організаційно-технічного, санітарно-гігієнічної, лікувально-профілактичним захистом. Захист людини - основа охорони праці.

8.1 Безпека на залізничному транспорті

Підприємства залізничного транспорту загального користування забезпечують безпеку життя і здоров'я громадян, які користуються його послугами, а також безпеку руху поїздів, охорону навколишнього природного середовища згідно з чинним законодавством України.

Безпека руху поїздів - комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безаварійної роботи та утримання в постійній справності залізничних споруд, колій, рухомого складу, обладнання, механізмів і пристроїв.

Розміщення об'єктів, пов'язаних з виробництвом, зберіганням, навантаженням, транспортуванням і розвантаженням вибухових, легкозаймистих, радіоактивних речовин і матеріалів, отруйних та сильнодіючих хімічних речовин, визначається відповідними будівельними та санітарними нормами і правилами стосовно об'єктів, розташованих на землях залізничного транспорту загального користування. Місця перетину залізничних колій трубопроводами, лініями зв'язку і електропередач, іншими комунікаціями повинні погоджуватися з АТ "Укрзалізниця".

Рухомий склад, обладнання та інші технічні засоби, які постачаються залізничному транспорту, повинні відповідати вимогам безпеки руху, схоронності вантажів, охорони праці, екологічної безпеки і мати відповідний сертифікат.

Державний нагляд за безпекою руху поїздів на залізничному транспорті України здійснює центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері транспорту, у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

8.2 Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті

Основними напрямками діяльності з охорони і раціонального використання водних ресурсів є скорочення споживання води питної якості на виробничі потреби, зниження скидання забруднених стічних вод від існуючих локальних і вузлових очисних споруд, переклад стічних вод залізничних підприємств у територіальні системи каналізації, застосування менш водоемних технологічних процесів, впровадження систем оборотного і повторного водопостачання, скорочення витоків і втрат води [64]. Першорядне значення мають заходи щодо збереження лісових насаджень, підтримання лісів у належному стані та підвищенню захисних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших природних властивостей лісів, охорони лісів від пожеж, хвороб і шкідників.

Перехід залізничного транспорту з паровою тяги на електричну та тепловозну, якими в даний час виконується практично вся поїзна робота, сприяв поліпшенню екологічної обстановки: виключено вплив вугільного пилу і шкідливих викидів паровозів в атмосферу [65].

Подальша електрифікація залізниць, тобто заміна тепловозів електровозами, дозволяє виключити забруднення повітря відпрацьованими газами дизельних двигунів. Основний шлях зниження викидів токсичних речовин тепловозами полягає у зменшенні їх утворення в циліндрах двигунів. Важливе значення мають знешкодження відпрацьованих газів, правильна експлуатація тепловозів. Для захисту навколишнього природного середовища необхідно поряд з обмеженням диму боротися з іскрами, джерелами яких є газовідвідні пристрої тепловозів, а також чавунні гальмівні колодки локомотивів і вагонів. Іскри можуть бути причиною пожеж на територіях, прилеглих до залізниць. Для захисту від шуму при проектуванні залізниць необхідно передбачати в містах обхідні лінії для пропуску транзитних вантажних поїздів без заходу в місто, розміщувати сортувальні станції за межами населених пунктів.

Залишається проблема відходів виробництва та споживання. З метою скорочення обсягів утворюються промислових відходів велика увага приділяється

питанням впровадження маловідходних технологій. Освоєно і успішно застосовується безвідхідний технологічний процес обмивки внутрішніх поверхонь залізничних цистерн та мийки колісних пар і інших деталей.

8.3 Основні напрямки впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище

За характером впливу на стан середовища залізничним транспортом проблема має два аспекти:

- використання транспортом природних ресурсів;
- транспортне забруднення середовища.

Залізничний транспорт впливає на екологію як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів. Хоча в порівнянні з іншими видами транспорту (особливо автомобільним), він заподіює менше екологічного збитку.

Структура негативного впливу залізничного транспорту на середовище включає порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструктурою шляхом розвитку ерозії і зсувів; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійний ріст рівня забруднення землі нафтою, свинцем, продуктами видудання й опадання сипучих вантажів (вугілля, руда, цемент). Особливо небезпечні аварії на залізницях.

Природоохоронною діяльністю на залізничному транспорті займається відділ безпеки руху й охорони праці. Засоби, зв'язані з поліпшенням екологічної ситуації, безпосередньо зв'язані з модернізацією залізничного транспорту. Особливо важливий тут перехід залізничного транспорту на екологічно чисту електричну тягу. Зараз вже експлуатаційна довжина електрифікованих залізниць складає 40% (більше 9 тис.км). Оздоровленню навколишнього середовища буде сприяти культура вантажних перевезень, тобто перехід на контейнерні перевезення й інші види прогресивних методів доставки продукції.

Реалізація заходів для зниження негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище, з налагодженням ефективної природоохоронної діяльності на інших видах транспорту, може значно поліпшити екологічну ситуацію в Україні.

Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури по будівництву залізниць, виробництву рухливого складу, виробничого устаткування й інших пристроїв, інтенсивності використання рухливого складу й інших об'єктів на залізницях, результатів наукових досліджень і їхнього впровадження на підприємствах і об'єктах галузі.

Залізничний транспорт по обсягу вантажних перевезень займає перше місце серед інших видів транспорту, по обсягу перевезень пасажирів друге місце після автомобільного транспорту. Залізничний транспорт робить, звичайно, менший вплив на екосистему міста ніж автотранспорт.

8.4 Способи захисту навколишнього середовища на залізничному транспорті України

Щоб уникнути подальших аварій на залізницях, треба враховувати правила поїзної роботи, ступінь зношеності рухомого складу і колій, а також вчасно проводити планові і позапланові ремонти. Проте це лише наслідок проблеми, витoki якої лежать в дещо іншій площині. На сьогоднішній день в Україні залізничні колії використовуються як пасажирськими, так і вантажними рухомими складами. Величезні вантажні поїзди (50 вагонів і більше) курсують коліями набагато частіше, ніж пасажирські. Через це ті колії, по яких рухаються вантажні поїзди, швидко стають непридатними до подальшої експлуатації, на відміну від тих колій, по яких рухаються пасажирські й інші поїзди.

Вирішенням проблеми може бути спорудження додаткових колій, які будуть призначатися під пасажирські та інші поїзди, і рух по яких вантажних поїздів буде дозволений тільки в самих крайніх випадках. Для спорудження таких колій потрібні великі фінансові вкладення, а також виділення ділянок під будівництво, робочої сили та інструментів. В умовах дефіциту всього переліченого

вище проблема зберігатиметься до тих пір, поки її не визнають однією з найбільш важливих. Проблема на сьогоднішній день вирішується заміною тепловозів на електровози.

Істотне значення мають шуми, що викликаються роботою двигунів локомотивів. Шум, що створюється електровозом, зазвичай не перевищує рівень шуму, створюваного вагонами. Найбільш шумлячими агрегатами є вентилятори. Тепловози, двигуни яких обладнані глушниками на впускних і випускних колекторах і звукоізолюючими покриттями, не створюють значних шумів. Шуми виникають також від ударів в ходових частинах, від деренчання гальмівної тяги, колодок, автозчеплення та інших частин рухомого складу [66].

Велика частина проблем, що викликаються шумом від експлуатації залізниці, вирішується використанням спеціальних глушників, що знижують рівень шумової дії, а також заміною найбільш «галасливих» частин залізниці на такі, які при експлуатації створюють менше шуму.

Для захисту навколишнього природного середовища необхідно також боротися з іскрами, джерелами яких є газовідвідні пристрої тепловозів, а також чавунні гальмівні колодки локомотивів і вагонів. Іскри можуть бути причиною пожеж на територіях, що примикають до залізниць. Обмежити іскровиділення з газовідвідних

пристроїв, що свідчить про неповне згорання палива, можна застосуванням заходів, направлених на поліпшення теплотехнічного стану тепловозів, а також установкою іскрогасників. Застосування гальмівних колодок з синтетичних і композиційних матеріалів усуває іскріння і, крім того, скорочує витрату чавуну.

До основних заходів щодо охорони водоймищ від забруднення відносяться будівництво і реконструкція очисних споруд у вузлах, впровадження оборотного водопостачання, нормування витрати води і зменшення скидання неочищених стоків, створення досконаліших і економічніших засобів і методів очищення виробничих і побутових стічних вод, скорочення втрат води, вдосконалення лабораторного контролю. Нескладні флотаційні установки успішно експлуатуються на переважній більшості залізничних підприємств. Вони добре зарекомендували

себе при очищенні стічних вод від найбільш поширеного виду забруднень – нафтопродуктів. Ці установки забезпечують у 5...10 разів кращий ефект очищення, ніж нафтові пастки, і дозволяють видаляти із стоків до 95% забруднень. Впровадження флотаторів дозволило значно скоротити забруднення водоймищ нафтопродуктами, поліпшити систему оборотного водокористування.

Для очищення виробничих і побутових стічних вод споруджують також біологічні ставки. Влаштування та експлуатація таких ставків не вимагає великих витрат, в той же час їх застосування можливе в різноманітних кліматичних умовах [67]. Інтегральним критерієм екологічної ефективності виробничої діяльності об'єктів залізничного транспорту є ступінь порушення природного балансу в регіоні. Небезпека порушення природного балансу кількісно пов'язана з антропогенними чинниками виробничої і господарської діяльності людей у регіоні. У випадку, якщо природне середовище не здатне справитися з дією залізничного транспорту, необхідно передбачати очисні споруди або проводити відновлювальні роботи. Рівновага в природному середовищі забезпечується підтримкою енергетичного, водного, біологічного, біогеохімічного балансів і їх зміною в певний проміжок часу.

Кількісні характеристики перерахованих балансів залежать від географічного положення регіонів, кліматичних умов, величини використання ресурсів, природних явищ і ступеня забруднення навколишнього середовища [68].

Забезпечити рівновагу в природі можна за допомогою правових, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і біологічних методів. Правові методи регламентують норми і порядок природовикористання, виходячи з умови збереження відносної рівноваги в навколишньому середовищі. Соціальні методи засновані на відповідальності всіх шарів суспільства за стан охорони навколишнього середовища. Економічні методи передбачають певні види витрат на збереження рівноваги навколишнього середовища, раціональну плату за ресурси, відшкодування збитків. Організаційні методи засновані на науковій організації природокористування і виконанні адміністративних і

правоохоронних заходів по запобіганню шкідливій дії на навколишнє середовище. Технічні методи засновані на створенні нових технологій і виробничого устаткування, що зменшують шкідливу дію на природне середовище, впровадження ефективних засобів очищення викидів в атмосферу й у водоймища. Санітарно-гігієнічні методи передбачають обов'язковий контроль за станом навколишнього середовища з метою своєчасного вживання заходів із запобігання шкідливому впливу забруднень на людей і природу [69].

Проаналізувавши вищевказане, можна дійти висновку, що залізничний транспорт має великий вплив на забруднення навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

В ході розробки даного дипломної роботи були розглянуті питання удосконалення технології роботи вантажної станції А з метою підвищення ефективності її взаємодії з під'їзними коліями.

На базі розрахункових обсягів роботи була проведена перевірка відповідності їм технічного оснащення станції, визначено технічні характеристики вантажних фронтів, встановлено, що технічне забезпечення вантажних фронтів станції та під'їзних колій 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. Також було досліджено процес взаємодії автомобільного і залізничного транспорту, для чого транспортний цех заводу було розглянуто як систему масового обслуговування.

Було вирішено задачу знайти таку послідовність пріоритетів обслуговування транспортних потоків на складах підприємства, що дозволить зменшити час простою транспортних засобів в черзі очікування вантажних операцій, покращити використання вантажно-розвантажувальних машин та привела б до мінімуму експлуатаційних витрат.

Також в дипломній роботі були розглянуті питання забезпечення безпеки технологічного процесу на станції А та впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ЦД-0054 - Загальне положення про залізничну станцію, затверджене наказом Укрзалізниці від 30.12.2004 № 1041-ЦЗ [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1041328-04>
2. Ефименко Ю. И. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / Ю. И. Ефименко [и др.] – М., Изд. центр «Академия», 2006. – 336 С.
3. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / В. Г. Шубко [и др.]; под ред. В. Г. Шубко и Н. В. Правдина. – М.: УМК МПС России, 2002. – 368 с.
4. Савченко И. Е. Железнодорожные станции и узлы. [Текст] / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страковский; под ред. В. М. Акулиничева, Н. Н. Шабалина, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 479 с.;
5. Фарков А. Г. Планирование перевозок промышленным железнодорожным транспортом при проектировании логистических информационных систем [Текст] / А. Г. Фарков; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 48 с.
6. Проектирование железнодорожных станций [Текст] / сокращ. пер. с нем. В. И. Шейко; под ред. В. Я. Болотного. – М.: Транспорт, 1978. – 487 с.
7. Давыдов Г. Е. Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / Г. Е. Давыдов [и др.] // Бюл. трансп. информ. – 2009. – № 6. – С. 13-18.; 2010. – № 2. – С. 16-21
8. Ферапонтов Г. В. Железнодорожные подъездные пути необщего пользования [Текст] / Г. В. Ферапонтов. – М.: Трансжелдориздат, 1958. – 227 с.
9. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій Затверджено Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 № 644 [Електроний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00>
10. Акулиничев В. М. Организация перевозок на промышленном транспорте: учебник. – М., 1983. – 247 с.;
11. Транспортна стратегія України на період до 2020 року: Розпорядження Каб. Міністрів України від 20.10.2010 р. № 2174-р

[Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.

12. Стратегічні напрями розвитку транспортної галузі України у післякризовий період аналітична доповідь, національний інститут стратегічних досліджень, Київ, 2012 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/Transport-9eadb.pdf>

13. Кагадий И. Н. К вопросу о влиянии перерабатывающей способности станций на регулирование вагонопотоков в современных условиях // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Том 1, №2. – С. 67–74

14 Апатцев В. И. О неравномерности грузовой работы на станции [Текст] / В. И. Апатцев, А. Г. Седых // Вопросы организации движения на железнодорожном транспорте: тр. Моск. инст. инж. ж.-д. трансп. – Москва: Транспорт, 1978. – Вып. 592. – С. 3–8

15 Федотов Н. И. Колебания объемов работы на грузовых станциях [Текст] / Тр. Новосиб. инст. инж. ж.-д. трансп. – Вып. 39 – Новосибирск, 1964. – С. 53–76.

16. Бобровский В. И. Технико-экономическое управление железнодорожными станциями на основе эргатических моделей [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Інформаційно-керуючі системи на залізн. трансп. – 2004. – № 6. – С. 17–21.

17. Козаченко Д. Н. Объектно-ориентированная модель функционирования железнодорожных станций [Текст] / Д. Н. Козаченко // Наука та прогрес транспорту: Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп.. – 2013. – № 4 (46). – С. 47–55.

18. Ярошевич В. П. Подсистемы местной работы станций и основные условия моделирования их технологии [Текст] / В. П. Ярошевич, М. И. Шкурин // Совершенствование технологии перевозок и увеличение пропускной способности железных дорог: межвуз. сб. науч. тр. Моск. инст. инж. ж.-д. трансп. – 1983. - Вып. 736. – С. 40-41.

19. Образцов В. Н. Основы комплексной теории транспорта / В. Н. Образцов, Ф. И. Шаульский. – М., 1948. – 492 с.;

20. Ющенко Н. Р. Выбор оптимального варианта организации маневровой работы грузовых станций на основе методов линейного программирования [Текст] / Н. Р. Ющенко, М. Н. Бакалов // Вопросы эксплуатации железных дорог: тр. ДИИТ. – М., 1966. – Вып. 61. – 160 с.

21. Шенфельд К. П. Задача распределения порожних вагонов под погрузку в современных условиях // Вестн. ВНИИЖТ – 2012. – № 3. – С. 3-7

22. Багинова В. В. Методика оценки организационной структуры оперативного управления вагонопотоками на путях необщего пользования / В. В. Багинова, А. Н. Рахмангулов, П. Н. Мишкурин // Транспорт Урала. – 2010. – № 4. – С. 25-29

23. Герасимов Ю. М. Эффективный метод планирования работы грузовой станции / Ю. М. Герасимов, В. Н. Коченков, Ф. Г. Мамедов // Ж.-д. трансп. – 1981. – № 1. – С. 23-27

24. Уманский В. И. Управление местной работой в интеллектуальных станционных системах / В. И. Уманский, В. М. Макаров, С. И. Долганюк // Вестн. ВНИИЖТ. – 2013. – № 5. – С. 16-21

25. Яневич В. З. Использование метода статистического моделирования для расчета исходных данных при анализе работы станций и подъездных путей [Текст] / В. З. Яневич, В. П. Ильяшенко // Решение инженерных задач для железнодорожного транспорта: тр. ДИИТ. – М., 1975. – Вып. 174/5. – С. 13-22.

26 Карпелевич Ф. И. Эффективный метод планирования работы грузовых фронтов станции / Ф. И. Карпелевич, И. Б. Сотников // Вестн. ВНИИЖТ. – 1988. - № 1. – С. 8-11

27 Иванченко В. Н. Программно-алгоритмическое обеспечение задач управления маневровой работой на сортировочной станции [Текст] / В. Н. Иванченко // Вестн. ВНИИЖТ. – 1994. – № 8. – С. 38-40

28. Тимухина Е. Н. Повышение безопасности функционирования и надежности транспортных объектов при технологических сбоях: монография. – Екатеринбург, 2014. – 112 с.

29. Макаров В. М. Решение задач оптимизации развоза вагонов по

станциям и подъездным путям в центрах управления местной работой [Текст] / В. М. Макаров // Труды ВНИАС. – 2005. – № 3. – С. 76-83.

30. Левин Д. Ю. Организация местной работы: монография. – М., 2013. – 612 с.

31. Маслов А. М., Математическая модель входящего вагонопотока для определения уровня загрузки грузовой станции / А. М. Маслов, А. Л. Казаков // Вычисл. технологии. – 2008. – № 3 – С. 58-65

32. Крохин Л.С. Программное обеспечение оперативным управление работой грузовой станции.- Механизация и автоматизация производства, 1983, № 9, с.19

33. Иванов С.Д. Основные факторы, определяющие эффективность взаимодействия в работе промышленного транспорта и обслуживаемых предприятий. ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР. М., 1977, с. 20 22.

34. Турсунбаева Н.К. Исследование взаимосвязи вместимости грузовых фронтов и объема местной работы /сокращение простоя местных вагонов/ /Ташкент, ин-т.инж.ж.д.трансп. Т., 1989. -с.56-61, Межвузовский сборник научных трудов, вып.214/54

35 Зверев В.И. Информационные технологии. Формирование и работа сборных поездов//Железнодорожный транспорт, 1998, №5. С.10-15.

36. Туранов Х. Т. Построение дифференциальной модели движения подвижного состава на местах необщего пользования / Х. Т. Туранов, Н. П. Чуев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 7. – С. 13-18

37. Туранов Х. Т. Численное моделирование движения грузовых вагонов на местах необщего пользования / Х. Т. Туранов, Н. П. Чуев // Наука и техника транспорта. – 2012. – № 19. – С. 8-18

38. Трофимов С. В., Рахмангулов А. Н. Выбор оптимальных методов оперативного управления работой промышленных транспортных систем: Монография. - Магнитогорск: МГТУ, 2000 -145 с.

39. Бойко В. А. Метод оценки перерабатывающей способности технических устройств грузовой станции с учетом динамики ее работы / В. А.

Бойко, Ю. В. Гусев // Вестн. Приазов. гос. техн. ун-т. – 2007. – № 19. – С. 261-266;

40. Парунакян В. Э. Методика оценки перерабатывающей мощности грузовой железнодорожной станции промышленного предприятия. Ч. I / В. Э. Парунакян., В. А. Бойко // Вестн. Приазов. гос. техн. ун-т. – 2007. – № 17. – С. 193-197;

41 Парунакян В. Э. Методика оценки перерабатывающей мощности грузовой железнодорожной станции промышленного предприятия. Ч. II / В. Э. Парунакян., В. А. Бойко // Вестн. Приазов. гос. техн. ун-т. – 2007. – № 18. – С. 214-220;

42. Козлов П. А. Модель оптимизации управления парками вагонов разных собственников / П. А. Козлов, И. П. Владимирская, Н. А. Тушин // Вестн. Ростов. гос. ун-та путей сообщ. – 2010. – № 3 (39). – С. 93-98.;

43. Козлов П. А. Повышение функциональной надежности транспортных систем / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, М. А. Чернин // Наука и техника транспорта. – 2010. – № 2. – С. 72-75.;

44. Козлов П. А. Поток и бункер-канал в транспортной системе / П. А. Козлов // Мир транспорта. – 2014. – № 2 (51). – С. 30-37.;

45. Козлов П. А. Технология макро моделирования транспортных узлов / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, В. Ю. Пермикин // Транспорт Урала. – 2014. – № 3 (42). – С. 3-6.;

46. Feeney, G., 1997. Controlling the distribution of empty freight cars. In: Proceedings of the Tenth National Meeting. Operational Research Society of America, Baltimore 36 (5), p. 84-89;

47. Kwon, K., Martland, C.D., Sussman, J.M., 1998. Routing and scheduling temporal and heterogeneous freight car traffic on rail networks. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 34 (2), p. 101–115;

48. Fukasawa, R., de Aragao, M.P., Porto, O., Uchoa, E., 2002. Solving the freight car flow problem to optimality. Electronic Notes in Theoretical Computer Science 66 (6), p. 42–52;

49. Lawley, M., Parmeshwaran, V., Richard, J.P., Turkcan, A., Dalal, M., Ramcharan, D., 2008. A time–space scheduling model for optimizing recurring bulk railcar deliveries. *Transportation Research Part B* 42 (6), p. 438–454;

50. Narisetty, A.K., Richard, J.P., Ramcharan, D., Murphy, D., Minks, G., Fuller, J., 2008. An optimization model for empty freight car assignment at Union Pacific Railroad. *Interfaces* 38 (2), p. 89–102;

51. Sayarshad, H.R., Marler, T., 2010. A new multi-objective optimization formulation for rail–car fleet sizing problems. *Operational Research: An International Journal* 10 (2), p. 175–198;

52. Sayarshad, H.R., Javadian, N., Tavakoli-Moghadam, R., Forghani, N., 2010. Solving multi-objective optimization formulation for fleet planning in a railway industry. *Annals of Operations Research* 181 (1), p. 185–197.

53. 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, ДІТ, 2001. – 48 с.

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

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

56. 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.

57. 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.

58. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті [Текст] / Міністерство транспорту України, Укрзалізниця. – Київ, 2003. – 81 с.

58. Гриневич Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. [Текст]/ Г.П Гриневич М.: Транспорт, 1981. – 344 с.
59. Антонец Е.Ф. Погрузочно-разгрузочные работы. [Текст] / Справочник. М., Транспорт, 1972. – 288 с.
60. Петренко Л. М., Габа В. В. Управління вантажною та комерційною роботою на залізничному транспорті [Текст] / навч. посіб./ К.:КУЕТТ, 2004.
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. Зубрев Н. И. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте / Н. И. Зубрев. – М.: Транспорт, 1999. – 592 с.
64. Крупенін Н. Н Управління природоохоронною діяльністю на залізничному транспорті. - М., 2004. - 32 с.
65. Маслов М.М., Коробов Ю.І. Охорона навколишнього середовища на залізничному транспорті. - М.: Транспорт, 1996. - 238 с.
66. Железные дороги: Общий курс [Текст] / под ред. М. М. Уздина. – М.: Транспорт, 1991.
67. Гухман, Г. Воздействие транспортного комплекса на окружающую среду [Текст] / Г. Гухман // Энергия: экономика, техника, экология. –11'99. – М.: Наука, 1999. – С. 42-45.
68. Стадницкий, Г. В. Экология [Текст] : учебник для вузов / Г. В. Стадницкий. – СПб.: Химиздат, 1999. – С. 280.
69. Нормативно-правовые основы обеспечения экологической безопасности на железнодорожном транспорте [Текст] / В. К. Васин и др. – М.: Желдориздат, 2002.