

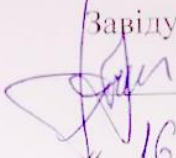
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту»

Кафедра «Транспортні вузли»

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

 / М. І. Березовий /
« 16 » 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 27 Транспорт

Спеціальність 275 Транспортні технології (за видами)

Освітня програма 275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті

Тема Реконструкція дільничної станції у зв'язку зі збільшенням кількості вантажних поїздів, що обслуговуються

Theme Reconstruction of the section station due to the increase of the freight trains amount, that are serviced

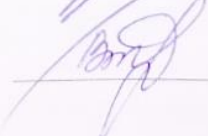
Керівник дипломної роботи

доц.  І. Я. Сковрон

Нормоконтролер

доц.  В. В. Малашкін

Студентка групи УЗ2026

 В. С. Бистрицька

Student

Viktoriia Bystrytska

Дніпро – 2021

Український державний університет науки і технологій
Навчально-науковий інститут «Дніпровський інститут
інфраструктури і транспорту»

Факультет Управління процесами перевезень **Кафедра** «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Освітня програма 275.02 «Транспортні технології на залізничному транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /
(підпис)

2021 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

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

отримала студентка групи У32026 Бистрицька Вікторія Сергіївна
(номер групи) (ПІБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): Реконструкція дільничної станції у зв'язку зі збільшенням кількості вантажних поїздів, що обслуговуються

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

2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): «10» грудня 2021 року

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 вузлової дільничної станції П

2. План та профіль сортувальної гірки; графіки швидкості та часу

3. Добовий план-графік роботи вузлової дільничної станції П

6 Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; мета, об'єкт, предмет дослідження; діаграма вагонопотоків П;
діаграма поїздопотоків; схеми горловин існуючого парку «Б»; схеми варіантів
реконструкції непарної горловини ПВ «Б»; схеми варіантів реконструкції парної
горловини ПВ «Б»; параметри варіантів реконструкції парку ПВ «Б»; параметри затримок
у горловинах; параметри затримок за варіантами; вибір раціонального варіанту;
основні показники роботи станції П; кінцевий слайд

7 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. Огляд стану питання зміни конструкції станцій	строк 1		15
2. Техніко-експлуатаційна характеристика дільничної станції П	строк 1	1	15
3. Розрахунок обсягів роботи дільничної станції П	строк 1		10
4. Технічне нормування тривалості операцій технологічного процесу та розрахунок технічного оснащення станції П	строк 2		15
5. Аналіз параметрів сортувальної гірки	строк 2	1	10
6. Удосконалення конструкції приймально-відправного парку дільничної станції П	строк 3		15
7. Удосконалення технології роботи дільничної станції П	строк 3		10
8. Складання добового плану-графіку роботи станції П та визначення основних її показників	строк 3	1	10
Всього		3	100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Сковрон І. Я.

(ПІБ)

Завдання прийняла до виконання

(підпис)

Бистрицька В. С.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить вступ, 8 розділів, висновки та 4-х додатків. Повний обсяг проекту – 110 сторінок; основний текст міститься на 103 сторінках і включає 9 ілюстрацій, 45 таблиць та 47 літературних джерела.

Об'єктом розробки дипломної роботи є конструкція та технологічні процеси роботи дільничної станції П.

Метою проекту є підвищення ефективності роботи дільничної станції П в умовах збільшення обсягів переробки вагонів.

В проекті визначені обсяги роботи дільничної станції П, виконано аналіз недоліків її конструкції та технології, визначено технологічні норми, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, детально розроблено чотири варіанти реконструкції приймально-відправного парку «Б», виконано їх технічне порівняння, визначено вартість реконструкції станції. Перевірку спроможності ритмічної роботи станції П виконано в процесі графічного моделювання її роботи; також були визначені основні показники роботи станції П.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, ПЛАН КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНИЙ ПАРК, ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	7
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ СТАНЦІЙ	9
1.1 Загальна характеристика мережі залізниць	9
1.2 Проблеми проектування та експлуатації залізничних станцій	10
1.3 Методи опису технологічних процесів	11
1.4 Опис та моделювання технологічних процесів на станції	13
1.5 Аналіз показників роботи станцій.....	16
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П	23
2.1 Характеристика станції П та прилеглих до неї ліній	23
2.2 Характеристика технічного оснащення станції П	24
2.3 Експлуатаційна характеристика станції П	26
2.4 Аналіз недоліків та постановка задачі дипломної роботи	28
3 РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П	29
3.1 Визначення маси та кількості вагонів в складі поїзда	29
3.2 Визначення розрахункових вагоно- та поїздопотоків станції П	33
3.3 Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ліній	35
4 ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ П	37
4.1 Методика визначення норм тривалості виконання операцій з поїздами на станції П	37
4.2 Розрахунок основних нормативів тривалості операцій з поїздами в приймаль- но-відправних парках дільничної станції П	40

					0042.206407.ДР.2021.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція дільничної станції у зв'язку зі збільшенням кількості вантажних поїздів, що обслуговуються	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Бистрицька				Н	4	110
Керівн.		Сковрон				УДУНТ ДПТ		
Н. контр.		Малашкін						

4.3 Розрахунок основних норм тривалості виконання операцій по розформуванню составів з парку «А»	44
4.4 Нормування тривалості виконання операцій з поїздами свого формування	46
4.5 Розрахунок кількості локомотивів на станції	47
4.6 Перевірка кількості колій в парках станції	48
5 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ	56
5.1 Характеристика існуючої сортувальної гірки	56
5.2 Розрахунок необхідної висоти сортувальної гірки.....	56
5.3 Визначення втрат енергетичних висот від сил опору руху відчепів	57
5.4 Визначення висоти гірки та параметрів профілю	61
5.5 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових відчепів....	62
5.6 Побудова графіків швидкості та тривалості скочування розрахункових бігунів ...	63
5.7 Перевірка умов розділення розрахункової групи відчепів на розділових елементах	67
5.8 Визначення розрахункової швидкості розпуску та переробної спроможності сортувальної гірки	69
6 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНОГО ПАРКУ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П	72
6.1 Характеристика задачі дослідження	72
6.2 Характеристика варіантів реконструкції парку «Б»	73
6.3 Визначення обсягів робіт по реконструкції парку	75
6.4 Визначення тривалості та кількості затримок за варіантами удосконалення конструкції.....	76
6.5 Визначення раціонального варіанту удосконалення конструкції	80
7 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П	86
7.1 Технологія роботи з составами, які поступили в переробку	86
7.2 Технологія розформування і формування составів	88
7.3 Технологія обробки транзитних вантажних поїздів.....	89
7.4 Технологія обробки поїздів свого формування	90

7.5 Технологія роботи з пасажирськими поїздами.....	92
8 СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ П ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ	93
8.1 Вихідні дані для розробки добового плану-графіку	93
8.2 Розробка добового плану-графіку роботи станції	94
8.3 Визначення показників добового плану-графіку роботи станції	94
ВИСНОВКИ.....	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	105
ДОДАТОК Б. ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ П	108
ДОДАТОК В. МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ	110
ДОДАТОК Г. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	111

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ**

АСУ – автоматична система управління;
ВФ – вантажний фронт;
ГМП – гірка малої потужності;
ГП – гальмівна позиція;
ГРП – графік руху поїздів;
ДНЦ – поїзний диспетчер;
ДСП – черговий по станції;
ДСПГ – черговий по сортувальній гірці;
ДСПП – черговий по парку прийому;
ЕЦ – електрична централізація;
ІД – ізольована ділянка;
П – поганий бігун;
ПВП – приймально-відправний парк;
ППП – паркова гальмівна позиція;
ПКО – пункт комерційного обслуговування;
ПТО – пункт технічного обслуговування;
РБ – розрахунковий бігун;
РМ – розподільчий метод;
РТ – розрахункова точка;
СЗ – стрілочна зона;
СП – сортувальний парк;
СТЦ – станційний технологічний центр;
СЦБ – сигналізація централізація і блокування;
ТГНЛ – телеграмо-натурний лист;
ТРА – техніко-розпорядчий акт станції;
Х – хороший бігун.

ВСТУП

Дільничні станції відіграють важливе значення на мережі залізниць України. Саме тому потрібно впроваджувати різноманітні заходи, які будуть спрямовані на покращення їх ритмічної роботи..

В даній дипломній роботі запланована розробка та аналіз варіантів удосконалення конструкції одного приймально-відправного парку станції П, та, за результатами економічних розрахунків, вибрати один для впровадження.

Також, у зв'язку зі збільшенням обсягів роботи, потрібно розрахувати та перевірити наявне технічне оснащення дільничної станції на відповідність цим обсягам перевезень. Заплановано виконання технічного нормування тривалості технологічних операцій, а також розробка технологічного процесу роботи станції. У підсумку буде розроблено добовий план-графік роботи станції П, за допомогою якого будуть розраховані показники роботи даної станції.

1. ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ СТАНЦІЙ

1.1 Загальна характеристика мережі залізниць

Створення та розвиток залізничних станцій відбувався з давніх часів [1–3], а лівова частка з цих станцій була побудована на початку 20-го століття, та до поточного моменту дані станції зазнали суттєвої перебудови та реконструкції колійного розвитку. Досить часто даний процес відбувався без попереднього стратегічного проектування, а хаотично. Такі зміни в конструкції залізничних станцій пояснювались, в основному, потребою збільшення корисної довжини колій.

В той же час на теперішній момент конструкція не всіх станцій відповідає потребам сьогодення з урахуванням особливостей функціонування конкретних станцій. Відомо, що нераціональні схеми розташування парків на вантажних станціях суттєво ускладнюють виконання сортувальної та маневрової роботи під час обслуговування вантажних фронтів. Так, недостатня довжина витяжних колій викликає потребу у збільшенні обсягів маневрової роботи на станціях, збільшення пробігів маневрових локомотивів і зростання тривалості знаходження вагонів на станціях, а також погіршує якість обслуговування вантажовідправників та вантажоотримувачів.

За останні роки з урахуванням різних, переважно економічних, факторів на залізницях України відбулася часткова переорієнтація вантажопотоків. Так, суттєво зросло навантаження на ті станції, які обслуговують великі підприємства металургійної та видобувної промисловості, а також підприємства, які займаються обслуговуванням господарств, які працюють з зерном [3].

Зокрема, до підприємств, які успішно розвивають свої потужності, відносяться підприємства обробної промисловості. Такі підприємства як правило являються собою концерн, до складу якого входять велика кількість комбінатів, шахта та заводів [4]. Наприклад, зростання обсягів виробництва та транспортування окатишів і залізорудного концентрату [5] в Україні призвело до збільшення обсягів їх відправлення на відповідні промислові підприємства і відповідної завантаженості станцій.

1.2 Проблеми проектування та експлуатації залізничних станцій

Потреба в науковому підході до проектування та організації роботи станцій виникла на ранніх етапах розвитку залізничного транспорту. Формування теоретичних основ проектування залізничних станцій та вузлів виконано вченими, зокрема, в наукових роботах [6].

Потім дана теорія була розвинута в працях [7–10], а також доповнена та систематизована в методичних роботах з проектування як залізничних станцій так і вузлів [11–12].

У другій половині 20-го сторіччя були розроблені та прийняті типові технологічні процеси роботи вантажних, сортувальних та пасажирських станцій [13]. Принципи організації роботи станцій та технологічні норми здебільшого збереглися і в більш нових аналогах цих документів [14–15]. У той же час умови роботи залізничного транспорту незалежної України та впровадження ринкових економічних реформ суттєво змінилися. В даний час відбулося поділ парку вантажних вагонів та рух порожніх приватних вагонів здійснюється за перевізними документами, що збільшує навантаження на інфраструктуру. Суттєві зміни вантажопотоків призвели до втрати раціонального паритету між технічним забезпеченням та обсягами перевезень: на більшій частині станцій виникли значні резерви потужностей, в той час коли на інших її ділянках такі можливості інфраструктури були повністю вичерпані.

Не секрет, що стан технічного оснащення залізничних станцій не найкращий. Так, із усіх стрілочних переводів, що експлуатуються на Укрзалізниці, понад нормативний термін (більше 30 років) експлуатуються 63 % від їх загальної кількості. Для гіркових стрілочних переводів цей показник рівний 61%, а для сповільнювачів, які працюють більше 12 років – близько 90 %. Знос інших елементів інфраструктури перевищує 93 %.

Для залізничного транспорту існують нормовані максимальні значення показників економічної безпеки, одним із яких є знос та старіння засобів інфраструктури. Значення даного критерію складає дещо більше 50 %. З врахуванням ска-

заного вище, можна прийти до висновку, що для всіх без винятку служб залізниць України вказані порогові значення вже давно перевищено.

У зв'язку з цим в процесі проектування та розробки технології роботи залізничних станцій виникають випадки невідповідності між принципами, які були закладені у правила та норми проектування та типовими технологічним документами, з одного боку, та реальними технологічними процесами, які відбуваються на залізничних станціях, – з іншого. Проблеми експлуатації у сучасних умовах існуючого технічного оснащення залізничних станцій було розглянуто в таких наукових роботах як [16–17].

З врахуванням цього для теперішнього етапу функціонування залізничного транспорту України досить важливими є питання натурного дослідження функціонування залізничних станцій, врахування технічного стану рухомого складу та інфраструктури при розробці технології роботи станції, плануванні ремонту, модернізації та розвитку їх інфраструктури, забезпечення відповідності технічного забезпечення станцій як характеру так і обсягам роботи.

1.3 Методи опису технологічних процесів

Першою спробою опису технологічних процесів, які відбуваються на станції, є лінійна діаграма Ганта [18]. Даний вид діаграм використовується до сьогодні та відображає тривалість технологічних операцій з поїздом, взаємну залежність між операціями та виконавцями, які беруть участь у операції.

Такі діаграми став основним методом зображення технологічних процесів з окремими поїздами при розробці технологічної документації [18–19].

У якості моделей, які імітують технологічні процеси обслуговування поїздів на станціях, широко використовуються сітьові графіки [20]. Це дозволяє застосовувати розроблений для них математичний апарат з метою визначення загальної тривалості обробки поїздів.

Основними недоліками лінійних діаграм Ганта та сітьових графіків є те, що в них передбачено строгий перелік робіт та порядок їх виконання, в той час, як фактично технологія обслуговування поїздів на станціях може відрізнятись та оперативно змінюватись в реальних умовах. Наприклад, при обробці транзитних

поїздів виникають різноманітні варіанти технології в залежності від наявності чи відсутності необхідності зміни локомотива, наявності чи відсутності вагонів, які вимагають відчипного ремонту, справності чи несправності пристроїв залізничної автоматики під час прийому та відправлення та ін. Зрозуміло, що кожна окрема комбінація вказаних факторів вимагатиме різного відображення у вигляді лінійної діаграми чи сітьового графіка, а отже подібний опис стане досить об'ємним.

З метою опису та подальшого аналізу роботи станцій, а також з метою встановлення техніко-експлуатаційних показників цих станцій, використовується графічне моделювання у вигляді добового плану-графіка [21–23]. В даному випадку окремі технологічні операції показуються у вигляді певних прийнятих позначень на часовій сітці встановленої форми. Добовий план-графік є високоінформативним та зручним інструментом для аналізу технологічного процесу спеціалістом, проте він фактично являє собою окрему спрощену картину роботи станції і за ним неможливо однозначно та повністю коректно встановити усі прийняті специфіку та правила функціонування тих чи інших станцій.

Опис технології роботи станцій (з урахуванням різних варіантів їх виконання) дозволяють отримати скінченні автомати [24] а також мереж Петрі [25]. Вказані моделі дозволяють задавати технологічні процеси у вигляді дискретних переходів з одного стану в інший. В той же час такі моделі визначають виключно порядок функціонування, а представлення правил виконання окремих технологічних операцій та вибір напрямків переходу викликає необхідність ускладнення моделі та розробки спеціалізованого програмного забезпечення [26].

Звісно будь-яка технологія роботи залізничних станцій може бути представлена у вигляді деякого визначеного алгоритму [23], проте через складність цієї технології роботи станцій, особливо великих, вказані алгоритми можуть стати дуже громіздкими та не зовсім зручними для аналізу.

Наприкінці 20-го сторіччя розпочали розвиватися візуальні мови програмування, які забезпечують написання програм для ЕОМ шляхом оперування графічними об'єктами, замість написання тексту програм на деякій мові програмування. Також розвивались й візуальні засоби розробки для вказаних мов.

На даний момент однією із найбільш поширених візуальних мов програмування, яка використовується для формального опису бізнес-процесів, є уніфікована мова моделювання (UML) [27].

Вказана мова моделювання є це відкритим стандартом, який використовує графічні позначення для створення абстрактного опису системи, – так званої UML-моделі. Вона була призначена для визначення, візуалізації, проектування та документування, в основному, програмних систем. Мову UML використовують як для моделювання програмного забезпечення, так і для опису бізнес-процесів, системного проектування або відображення організаційних структур.

1.4 Опис та моделювання технологічних процесів на станції

На початку ери розвитку комп'ютерної техніки розпочалися дослідження можливості застосування ЕОМ для вирішення прикладних проблем залізничного транспорту. В даний період за допомогою ЕОМ, незважаючи на їх низьку потужність, активно створювалися імітаційні моделі залізничних станцій з метою дослідження та оптимізації їх роботи. Приблизно в цей же час робилися перші спроби моделювання технологічних процесів на базі стохастичного підходу, а також формулювання загальних принципів опису технологічних операцій на станціях і вузлах та викладення методології побудови їх функціональних моделей. З появою більш потужних ЕОМ використовувалися методи та алгоритми моделювання, які реалізовані у вигляді розрахункових програм для ЕОМ. Так, в роботах [28–29] були сформульовані основні проблеми й підходи до моделювання роботи станцій, наведено описи моделей, а також алгоритмів й результати досліджень.

Як відомо, обов'язковим етапом розробки технологічного процесу роботи станції є перевірка відповідності технічного оснащення та технології роботи залізничної станції майбутнім обсягами її роботи. Відповідно до нормативів, оцінка техніко-експлуатаційних показників роботи залізничних станцій виконується за графічною моделлю. Зважаючи на рутинність даної процедури, побудова плану-графіка виконується, як правило, на одну добу відповідно до розрахункових обсягів роботи. Із середини минулого сторіччя в процесі проведення наукових досліджень для оцінки техніко-експлуатаційних показників роботи станцій почали ви-

користувати метод імітаційного моделювання функціонування станцій на ЕОМ. До даного часу такі моделі знаходять свою практичну реалізацію у вигляді різноманітних програмних комплексів [29–32], що забезпечують виконання моделювання значних часових періодів роботи залізничних станцій. Недоліком даного підходу є те, що показники функціонування реальних станцій суттєво залежать від порядку обробки поїздів та вагонів. Вибір вказаної черговості здійснюється оперативно-диспетчерським персоналом. Вирішення проблеми автоматичного моделювання функціонування станцій аналогічне до вирішення задачі автоматичного управління їх роботою [33], однак остання проблема до цих пір остаточно не вирішена.

Вказана проблема може також вирішуватися за рахунок застосування ергатичних чи графоаналітичних методів [33–35], що забезпечують побудову моделі функціонування залізничної станції в автоматизованому режимі. В той же час, участь людини як в процесі побудови моделі й аналізу загальних показників роботи станції, так і перебігу її технологічних процесів, суттєво зменшує тривалість періоду, який моделюється. У даних умовах актуальною проблемою для залізничного транспорту є розробка методів визначення таких розрахункових обсягів роботи, для яких результати моделювання функціонування роботи станцій протягом обмежених періодів часу дозволяли б зробити обґрунтований висновок про відповідність їх технічного оснащення і технології змінним обсягами роботи в умовах нерівномірності залізничних перевезень.

З метою моделювання технології роботи залізничної станції на базі імітаційних моделей запропоновано ряд програмних засобів, проте вони розв'язують задачі моделювання технологічних процесів односторонньо і не дають однозначних відповідей на питання логістики або моделювання технологічних процесів роботи залізничних станцій.

1.5 Аналіз причин реконструкції залізничних станцій

Як підкреслюється автором в [36], необхідність розвитку та реконструкції залізничних станцій виникає у зв'язку зі зростанням вантажообігу, примиканням нових ліній, електрифікацією прилеглих підходів, введенням більш потужних ло-

комотивів, організацією обігу сполучених поїздів та ін. В окремих випадках необхідність реконструкції пов'язана з концентрацією сортувальної роботи на меншому числі станцій, обладнаних пристроями механізації та автоматизації виробничих процесів. Часткове перевлаштування станцій може бути викликане необхідністю поліпшення конструкції горловин, профілю паркових колій для покращення умов насуву поїздів, забезпечення кращих умов для виконання огляду вагонів бригадами ПТО та ПКО, спорудження розв'язок підходів та внутрішньостанційних перетинів маршрутів.

Зростання розмірів роботи станції вимагає збільшення кількості колій у парках або спорудження нових парків, перебудови гірки для підвищення переробної здатності, а в ряді випадків – зміни принципової схеми станції [36].

При значному підвищенні вагових норм на напрямках, що примикають, приймається нова стандартна довжина приймально-відправних колій. Це викликає необхідність подовження колій, яке у парках прийому та відправлення проводиться, як правило, у бік перегонів, а у сортувальних парках – у бік витяжних колій.

До проектів перебудови залізничних станцій, крім обов'язкових, пред'являються такі основні вимоги [36]:

- максимальне збереження та раціональне використання існуючих колій, наявних капітальних пристроїв та споруд;
- усунення недоліків, що є у схемі розташування парків, розвитку та технічному оснащенні окремих елементів;
- збереження без пересування та зміни позначок основних парків, обмежуючись стрілками горловин;
- наближення нетипових схем до найбільш раціональних типових;
- поетапне виконання робіт з умовою, щоб кожен етап давав збільшення пропускної спроможності та будівництво могло вестися без великих перешкод у роботі станції та істотного зниження її пропускної та переробної здатності.

Перебудова залізничних станцій може включати: збільшення кількості колій у парках станції, подовження колій, поліпшення конструкцій горловин, перебудову гірки у зв'язку з її механізацією та автоматизацією або додаванням колій у

сортувальному парку, укладання додаткових (другого, третього, четвертого) колій насуву, а також спускних та обхідних колій, спорудження шляхопровідних розв'язок на підходах до станції та ін.

На багатьох станціях, які не підлягають реконструкції, необхідно усунути наявні недоліки [36]:

- виправити профіль спускної частини гірки, привести його до проектного положення, яке встановлюється перевірним розрахунком; при цьому можуть бути переглянуті розміщення та потужність гальмівних позицій;

- покращити вихідну горловину парку прийому для можливості пропуску поїзних локомотивів від поїздів паралельно з розпуском поїздів;

- покращити за рахунок секціонування хвостову горловину сортувального парку для можливості паралельної роботи маневрових локомотивів на сусідніх пучках.

Перебудова існуючої станції, при якому змінюється її принципова схема, додаються нові парки, змінюється розташування локомотивного господарства або споруджуються для скорочення пробігу локомотивів додаткові пристрої, що екіпірують, називають реконструкцією станції.

Реконструкція, наприклад, сортувальної станції може бути пов'язана також із переходом від односторонньої до двосторонньої станції або від двосторонньої до односторонньої. Перехід від односторонньої станції до двосторонньої здійснюють при досягненні обсягів переробки, що перевищують переробну здатність односторонньої станції, а перехід від двосторонньої станції до односторонньої може бути пов'язаний зі значним спадом обсягів переробки вагонів (у цьому випадку одна сортувальна система консервується) або обумовлений доцільністю заміни недосконалої схем двосторонньої станції (з паралельним або комбінованим розташуванням парків у системах) на прогресивну односторонню схему з послідовним розташуванням парків.

На гіркових станціях, де парк прийому розташований паралельно сортувальному, дуже важливо при реконструкції укласти новий передгірковий парк послідовно з сортувальним, якщо це дозволяють місцеві умови. На односторонніх

станціях цей парк необхідно проектувати об'єднаним для всіх напрямків, що примикають.

До складу проектів будівництва нових та реконструкції існуючих залізничних станцій входить проект організації будівництва, в якому для кожної затвердженої черги розвитку встановлюється раціональна етапність виконання робіт, вибираються способи виконання робіт за їх основними видами, визначається потреба у виробничих ресурсах (матеріалах, машинах, транспортних засобах та ін.) та робочих кадрах, складається графік організації будівництва з термінами виконання робіт підготовчого та основного періодів [36].

В даний час багато дільничних станцій мають найрізноманітніші схеми в силу історично складених умов їх створення, рівня техніки і технології роботи транспорту в період їх будівництва, ступеня економічного розвитку районів, що тяжіють до них, а також характеру та обсягу завдань, що виконуються цими станціями. Характерною для дільничних станцій є відсутність сучасних сортувальних пристроїв для переробки вагонів, недостатня місткість колій у приймально-відправних та сортувальних парках, особливо на лініях з інтенсивним рухом поїздів, нераціональне розміщення пристроїв локомотивного господарства та вантажного району. Негативний вплив на технологію роботи дільничних станцій безсистемне примикання колій незагального користування. Найчастіше ці примикання здійснювалися з боку вантажних районів, що вже існували при будівництві станції та розташовувалися з протилежного боку приймально-відправних колій. Це спричиняє значні ворожі перетину основних колій під час маневрового обслуговування колій незагального користування [36].

Близько 80 % існуючих дільничних станцій побудовано за схемою поперечного типу без належних розв'язок на підходах та в горловинах, з дорожнім розвитком, що не відповідає необхідним розмірам руху та не відповідає можливостям електричної та тепловозної тяги щодо підвищення маси поїздів.

Значна частина існуючих станцій має схеми з низькими експлуатаційними якістьми, що не відповідають сучасній технології роботи.

До таких станцій відносяться:

- станції напівпоздовжнього типу з транзитними парками, зміщеними за напрямком руху, та локомотивним господарством у другій чверті (що набули поширення як на залізницях пострадянського простору так і на закордонних залізницях)
- коли поїзди обслуговувалися поїзними бригадами та всі питання щодо руху поїздів вирішувалися станційними працівниками через головного кондуктора;
- станції поздовжнього типу з розташуванням транзитних парків з одного боку від головних колій назустріч одна одній;
- станції з острівним розташуванням пасажирської будівлі;
- станції з розміщенням локомотивного господарства з боку пасажирської будівлі та ін.

1.6 Особливості проектних рішень щодо реконструкції станцій

Зазначені особливості схем існуючих дільничних станцій визначають свою технологію роботи, яка, як правило, не відповідає типовій. Це часто викликає необхідність вживання реконструктивних заходів, що передбачають перехід до типових схем станцій.

Реконструкція існуючої схеми дільничної станції за типовою схемою, поряд із підвищенням її пропускної та переробної здатності, забезпечує також можливість застосування оптимального технологічного процесу її роботи.

Основними заходами щодо підвищення пропускної та переробної здатності дільничних станцій є укладання додаткових колій та спорудження більш потужних сортувальних пристроїв. Виконання цих робіт поєднується з приведенням існуючої дільничної станції до типової схеми.

При реконструкції станції, пов'язаної з електрифікацією підходів виникають додаткові проблеми. Колії, і, особливо, горловини станцій, які обладнані контактною мережею, перевлаштовувати складно, тому, перш за все, слід встановити, які станційні колії підлягають обладнанню контактною мережею. Як правило, електрифікуються приймально-відправні колії, колії парків прийому та транзит-

них на всьому протязі станції, ходові для пропуску електровозів, всі з'їзди, якими передбачається пропуск поїздів з електровозами.

Крім робочих ділянок контактної мережі над станційними коліями необхідно влаштовувати також анкерні ділянки, протяжність кожної з яких становить 70-250 м (залежно від кількості колій, що електрифікуються).

Якщо з частини крайніх колій сортувального парку передбачається відправлення поїздів у бік гірки, то головні ділянки цих колій також мають бути обладнані контактною мережею (коли поїзди відправляються з них на електрифіковану лінію). У разі відправлення поїздів з таких колій в обидва боки їх доцільно електрифікувати протягом усього часу.

Для розміщення опор контактної мережі на станціях доводиться проектувати пересування частини колій, а іноді й розбирання окремих колій із укладанням замість них нових. Відповідно перекладаються і стрілочні горловини.

Реконструкція великих станцій у загальному комплексі завдань підвищення технічної оснащеності залізничного транспорту посідає значне місце.

Однією з особливостей будівельних робіт із розвитку залізничних станцій є необхідність їх виконання в умовах експлуатаційної роботи. Ця обставина істотно відрізняє роботи з реконструкції станцій, що діють, від будівництва станцій на нових залізницях. При новому будівництві станціям легше надати найраціональніші схеми; перспектива розвитку добре пов'язується з роботами першої та наступних черг розвитку. Як правило, при цьому відсутні непрямі роботи, а організація будівельних робіт найефективніша.

Будівельні роботи при перебудові станцій виконуються в складніших умовах, оскільки в більшості випадків доводиться змінювати існуючий колійний розвиток (перекладати колії та горловини), встановлювати опори контактної мережі при електрифікації залізниць тощо. У цих умовах необхідна особлива організація будівництва із застосуванням відповідних будівельних машин та механізмів, що мінімально порушують нормальну експлуатаційну роботу станції. Для цього на підставі вивчення залізничної станції, як об'єкта перебудови, необхідно встановити її типові ознаки, важливі з точки зору організації будівельних робіт, сформу-

лювати основні положення щодо раціональної черговості та етапності виконання робіт, виявити ступінь однорідності конструктивних та технологічних рішень станційних об'єктів та зон їх розміщення, а також сформулювати основні вимоги до рішень, пов'язаних із ефективним функціонуванням будівельного процесу.

Іншою особливістю розвитку станцій є велика будівельна вартість. У зв'язку зі значним обсягом будівельних робіт та необхідністю поступового нарощування потужностей, з метою більш ефективного використання капітальних вкладень, розвиток станцій до проектної потужності здійснюється поступово та складається з окремих черг та етапів розвитку.

Нарешті, третьою особливістю будівництва у розвитку станцій є терміновість виконання робіт, яка потрібна з метою максимального скорочення збитків для поточної експлуатаційної роботи.

Розміри роботи станції не постійні, а змінюються відповідно до зміни вантажообігу. І чим швидше темпи зростання потрібної переробної здатності станції, тим швидше має бути темп розвитку виробничих потужностей.

У загальному вигляді можливі три випадки [36]:

- у першому випадку для того, щоб станція справлялася з роботою, вона повинна безперервно розвиватися, тому що для її нормальної роботи відсутній необхідний резерв переробної здатності;

- у другому випадку, внаслідок повільних темпів розвитку станції, вона не може впоратися з покладеною на неї роботою, і потрібне вживання ряду екстрених заходів;

- у третьому випадку швидкий темп розвитку станції створює резерв її виробничої потужності, що дозволяє певний час працювати без перебудови.

Взаємозв'язок між темпом зростання необхідної виробничої потужності станції та темпом її розвитку дозволяє встановити обґрунтовані терміни будівництва та забезпечити ефективне використання інвестицій.

Будівництво великих та складних об'єктів ведеться у певній послідовності, причому роботи кожної черги виконують за термін не більше трьох-чотирьох ро-

ків. Кожна черга представляє закінчений комплекс, дає певний експлуатаційний ефект, тобто. збільшення пропускної та переробної здібностей станції.

Кожну чергу будівництва доцільно розділити на етапи перебудови, щоб за більш короткий термін будівництва досягти підвищення пропускної спроможності станції. Етапність виконання робіт визначається планом будівництва, у якому також встановлюються календарні терміни окремих робіт та потреба у механізмах, матеріалах та робочих кадрах.

Методика виконання цілого комплексу розрахунків перевлаштування кожного елементу станційної інфраструктури при реконструкції дільничних станцій наведено в [37]. Автор наводить найбільш актуальні розрахунки, що допоможуть швидко визначити основні показники за схемами реконструкції станції.

З метою отримання раціональних рішень, у проекті, як правило, слід розробляти кілька конкурентоспроможних варіантів будівництва або перебудови станції або вузла в цілому (або окремих елементів). Кількість варіантів, що розробляються, залежить від складності об'єкта.

Варіанти повинні бути розроблені для однакових розмірів та характеру роботи за однакових технічних норм та експлуатаційних вимог.

Для можливих варіантів розробляються принципові схеми станції або вузла, які зіставляються за виконанням загальних вимог до проектів, у тому числі пов'язаних з безпекою руху та маневрової роботи, зручністю обслуговування пасажирів, ув'язкою з плануванням міста та ін. У результаті їх зіставлення деякі варіанти можуть бути відхилені. Для конкурентоспроможних варіантів розробляються масштабні плани (на стадії проектного завдання), з яких вибирається найкраще рішення на основі техніко-економічних розрахунків, що визначають ефективність прийнятого рішення, з використанням додаткових якісних показників.

У загальному вигляді ефективність впровадження технічного рішення визначається шляхом зіставлення отриманих економічних результатів і пов'язаних з ними витрат [36, 37].

Щоб ухвалити рішення про доцільність здійснення інвестицій, необхідно оцінити їхню економічну ефективність. З цією метою можуть використовуватися

показники суспільної та комерційної ефективності, які у свою чергу можуть виступати у вигляді загальної та порівняльної ефективності.

Загальна ефективність визначається на державному та регіональному рівні. Вона розраховується з урахуванням ефекту від інвестицій, утвореного як на залізничному транспорті, а й інших галузях. Комерційна ефективність визначається ефектом, що досягається на рівні галузі чи підприємства.

Під час розрахунку суспільної ефективності може враховуватися позатранспортний ефект, наприклад, від прискорення доставки вантажу споживачеві, а також від скорочення часу, пов'язаного з поїздкою пасажирів [36].

Розрахунок комерційної ефективності базується на аналізі потоку реальних грошей, при цьому ефект є різницею між припливом і відпливом грошових коштів від інвестиційної, операційної та фінансової діяльності, а тому позатранспортний ефект у цьому випадку враховуватися не повинен.

Таким чином, в процесі огляду літератури були визначені основні складові проблеми перевлаштування колійного розвитку парків станції, та проаналізовані основні особливості, які потрібно враховувати при розробці проектних рішень.

2. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П

2.1. Характеристика станції П та прилеглих до неї ліній

В дипломній роботі була розглянута дільнична станція П, яка за своїм основним призначенням та характером роботи є дільничною, а за обсягом і складністю роботи належить до станцій I класу. Станція П (рисунок 1.1) розташована на ділянці К-Р у місці її перетину з лінією П-Т.

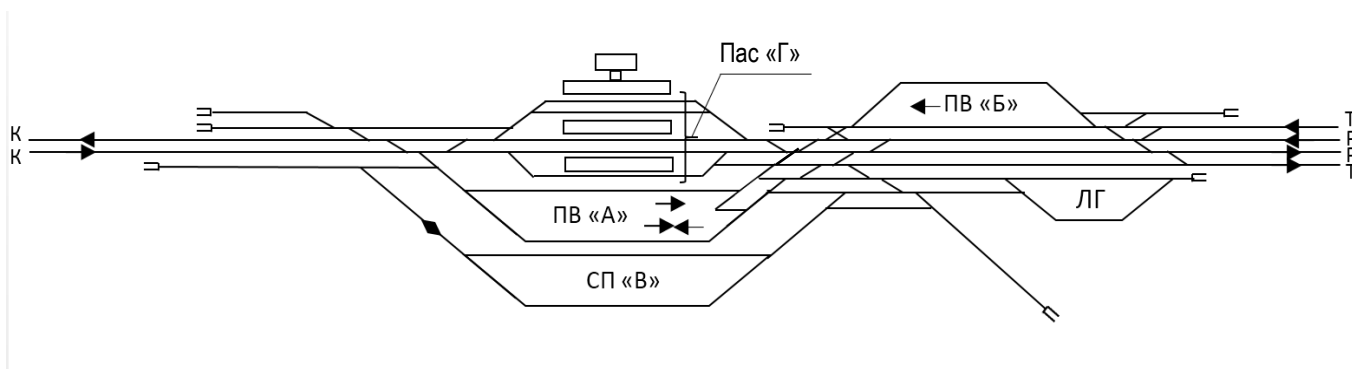


Рисунок 2.1 – Схема дільничної станції П

Станція П в основному обслуговує великі хімічні та інші промислові підприємства.

До станції П примикають три лінії:

1) П–Р – двоколійна з двостороннім кодовим автоматичним блокуванням та локомотивною сигналізацією.

2) П–К – двоколійна з одностороннім кодовим автоматичним блокуванням та локомотивною сигналізацією по кожній колії.

3) П–Т – двоколійна з двостороннім кодовим автоматичним блокуванням.

На прилеглих до станції П дільницях згідно Додатку А обертаються:

- електровози серії ВЛ80 – у вантажному русі;
- електровози серії ЧС4 – у пасажирському русі;
- електросекції ЕР9 – в приміському русі.

2.2. Характеристика технічного оснащення станції П

2.2.1. Характеристика колійного розвитку станції П

Існуючий колійний розвиток станції П згруповано у три парки для обслуговування вантажних та пропуску пасажирських поїздів, а також пасажирського парку, розташованого паралельно вантажним паркам.

Перший приймально-відправний парк (ПВ «А») складається з 5 приймально-відправних (колії № 1а–5а) з корисною довжиною від 850 м до 937 м.. У цьому парку приймаються дільничні, збірні поїзди з прилеглих ліній та передаточні поїзди з під'їзних колій, що примикають до ст. П для подальшої переробки на сортувальній гірці. Також з цього парку відправляються маршрути на під'їзні колії, та з під'їзних колій на станції прилеглих ліній.

Другий приймально-відправний парк (ПВ «Б») складається з 3 колій (колії № 1б–3б) з корисною довжиною від 850 м до 986 м. Цей парк призначений для приймання, обслуговування та відправлення парних транзитних вантажних поїздів.

Кількість колій в сортувальному парку (С «В») загалом складає 10 колій (колії № 11–25). Колії цього парку спеціалізуються для накопичення та формування поїздів згідно з планом формування станції П.

Для виконання маневрової роботи по формуванню-розформуванню поїздів на станції є таке технічне оснащення:

- витяжна колія № 41 корисною довжиною 850 м та гірка малої потужності (розташовується в гірочній горловині ПВ «А»);
- витяжна колія № 42 корисною довжиною 850 м, місткістю 55 умовних вагонів, яка розташована у хвостовій горловині сортувального парку «В» і використовується для формування составів готових поїздів та при перестановці груп вагонів у приймально-відправний парк «А».

Розформування составів здійснюється на гірці малої потужності висотою 2,16 м, яка розташована в непарній горловині сортувального парку станції П. Сортувальна гірка має одну колію насуву і одну обхідну та обладнана двома гальмівними позиціями, з них: перша – пучкова, обладнана двома уповільнювачами типу

КНП-5, друга – паркова, розташована на сортувальних коліях і обладнана двома уповільнювачами типу РНЗ-2.

Розформування передаточних поїздів також відбувається на гірці. Обсяг місцевої роботи станції П досить значний.

Пасажи́рський парк (Пас «Г»), що розташований паралельно приймально-відправному парку, складається з 3-х приймально-відправних (колії № 3г, 4г, 5г) та двох головних колій (колії № Іг, ІІг). Даний парк спеціалізується на прийманні, відправленні парних і непарних місцевих та приміських пасажирських поїздів та пропуску транзитних пасажирських (дальніх) та вантажних поїздів.

Для обслуговування пасажирів на станції П передбачається пасажирська будівля та три пасажирські платформи, які розташовані біля колії № 5г, та між коліями № Іг і № 3г, та № ІІг і № 4г пасажирського парку «Г».

Для проходу пасажирів на платформи через колії укладені перехідні настили; проходження через колії пасажирського парку здійснюється через пішохідні тунелі. Для зберігання ручної поклажі та багажу на вокзалі установлені автоматичні камери схову, а також працює багажне відділення.

Стрілочні переводи та сигнали на станції П обладнані електричною централізацією, управління якими здійснюється з пульта-табло, встановленого в приміщенні чергового по станції. Крім того тут присутні дві маневрові вишки для передачі стрілок на місцеве управління.

Для виконання вантажних операцій на станції П розташовано вантажний район, на який подачі направляються за допомогою витяжної колії № 42. На вантажному районі передбачені майданчики для середньо та великовагових контейнерів, великовагових вантажів.

На дільничній станції П також присутні колії ПТО вантажних вагонів для їх відчіпного ремонту та локомотивне господарство.

З метою забезпечення диспетчерського керівництва маневровою роботою та організації прийому і відправлення поїздів станція П обладнана відповідними засобами зв'язку.

2.2.2. Характеристика вантажного району станції П

Станція П виконує значний обсяг вантажної роботи з обслуговуванням як промислових підприємств так і населення міста. Для виконання вантажних операцій по обслуговуванню населення та підприємств на цій станції є вантажний район. На вантажному районі станції П є наступні місця загального користування:

- критий склад тарно-штучних вантажів (обслуговується електронавантажувачами ЕП-106);
- крита платформа для довгомірних та великовагових вантажів (що оснащена мостовим краном);
- контейнерний майданчик (обладнаний козловим електрокраном вантажопідйомністю 20 т);
- підвищена колія для вивантаження сипучих вантажів (обладнана грейферним краном).

2.2.3. Характеристика під'їзних колій, що примикають до станції П

До станції П примикають під'їзні колії підприємств міста (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика під'їзних колій підприємств

Позначення	Назва під'їзної колії	Кількість колій примикання	Засоби сигналізації та зв'язку
ПК1	ПАТ «Альфа»	1	Напіваавтоматичне блокування
ПК2	Теплоелектростанція	1	Напіваавтоматичне блокування
ПК3	Зерносховище	1	Напіваавтоматичне блокування

2.3. Експлуатаційна характеристика станції П

На дільничній станції П виконується обслуговування різних категорій вантажних поїздів: транзитних, у розформування. Усі операції з поїздами виконуються в приймально-відправних парках даної станції.

Приймально-відправний парк «А» призначений для обслуговування непарних транзитних поїздів (транзитних поїздів з напрямку К), а також поїздів у роз-

формування, що прибувають з усіх напрямків та поїздів свого формування, які будуть відправлятися на усі напрямки.

Вантажні поїзди в розформування приймаються на колії № 2а–5а парку ПВ «А». Прибуття зі станцій Р та Т виконується через парну горловину парку, а зі станції К – через непарну його горловину.

Розформування і формування составів поїздів на станції П виконується на основі даних накопичення вагонів на коліях СП «В» та даних натурних листів составів про кількість, розташування і масу вагонів за призначенням плану формування та вантажо-розвантажувальних робіт, характеристик вантажів, що перевозяться у вантажних вагонах даного поїзду.

Під час розпуску составів розчеплення відчепів перед горбом гірки виконує складач поїздів за допомогою спеціальної вилки згідно з сортувальним листком. Також складач поїздів уважно слідкує за процесом розпуску, керуючись сортувальним листком, а також слідкує за відмітками на вагонах, нанесеними на них працівниками ПТО і ПКО в парку прибуття.

Непарні транзитні поїзди приймаються як правило на колії № 1а–3а парку ПВ «А», хоч при потребі можуть бути прийняті на будь яку колію цього парку. Ці колії обладнані мережею стиснутого повітря з колонками для наповнення ним гальмової системи составів і випробування автогальм, запасом деталей вагонів для їх безвідчипного ремонту, системою електрозварювання, пристроями для механізації ремонтних робіт, двостороннім гучномовним зв'язком. Після виконання усіх операцій із составами транзитних поїздів вони відправляються далі.

Приймально-відправний парк «Б» призначений для обслуговування парних транзитних поїздів як зі зміною локомотива так і без неї. Загальний порядок роботи з цими поїздами у вказаному парку відповідає аналогічній роботі з такими поїздами в парку «А».

Після закінчення накопичення составів у СП «В» виконується закінчення формування. З колій № 11–20 після закінчення формування і причеплення локомотиву состави переставляються на колії ПВП «А», де з ними відбувається обслу-

говування працівниками бригад ПТО та ПКО, та, після причеплення локомотиву – відправлення.

Дільнична станція П обслуговує місця як загального так і не загального користування. До перших відноситься вантажний район, а до місць незагального користування відносяться підприємства, які мають власні під'їзні колії. Вагони, що прибули на станцію П на адресу підприємств підбираються на коліях сортувального парку «В» станції як за під'їзними коліями так і за вантажними фронтами.

Пасажирські пристрої станції П забезпечують значний перелік послуг для пасажирів. На станції П виконується посадка-висадка пасажирів на місцеві пасажирські поїзди на коліях № Пг та 3г, а також на пасажирські приміські поїзди на коліях № Пг, 3г, 4г та 5г парку «Г».

Перехід пасажирів на платформи здійснюється через укладені перехідні настили, а прямування між коліями пасажирського парку здійснюється через пішохідний тунель.

2.4. Аналіз недоліків та постановка задачі дипломної роботи

Вузлова дільнична станція П обслуговує жителів та підприємства населеного пункту середньої величини, що знаходиться поруч.

У зв'язку з прийнятими керівництвом держави рішеннями очікується перерозподіл транспортних потоків, що прогнозовано приведе до збільшення транзитного вагонопотоку через станцію П. З врахуванням цього підвищується актуальність питання перевірки та приведення у відповідність новим збільшеним обсягам роботи як технічного оснащення даної станції, так і технології її роботи.

З врахуванням цього в даній дипломній роботі буде виконана перевірка достатності технічного оснащення станції П новим обсягам роботи, проектування та порівняння варіантів удосконалення конструкції, і, в підсумку, – вибір до впровадження економічно обґрунтованого варіанту.

3. РОЗРАХУНОК ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П

3.1. Визначення маси та кількості вагонів в складі поїзда

Для визначення розрахункових обсягів роботи дільничної станції П в поїздах необхідно визначити кількість вагонів у складі поїзда за формулою:

$$m_c = \frac{Q_{\text{бр}}}{q_{\text{бр}}} \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{бр}}$ – маса складу, t ;

$q_{\text{бр}}$ – маса вагону брутто, t .

Масу поїзда визначають із умови повного використання потужності та тягових якостей локомотиву для вантажного руху, а також кінетичної енергії поїзду у відповідності з нормами, що приведені в діючих правилах тягових розрахунків (ПТР) [38].

Розрахунок маси складу виконують за формулою [38]:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{F_{\text{кр}} - P(\omega_0' + i_p)}{\omega_0'' + i_p} \quad (3.2)$$

де $F_{\text{кр}}$ – розрахункова сила тяги локомотива, κH ;

ω_0'' – основний питомий опір рухові локомотива, $H / \kappa H$;

i_p – керівний ухил, ‰;

P – розрахункова маса локомотива, t ;

ω_0'' – основний питомий опір рухові вантажних вагонів, $H / \kappa H$.

Значення розрахункової сили тяги локомотива та основних питомих опорів рухові визначають для розрахункової швидкості локомотива, установлені в [38].

Керуючись [38] та Додатком А.1 наведемо в таблиці 3.1 дані для розрахунку маси составу.

Таблиця 3.1 – Дані для обчислення маси поїзда на ділянках

Ділянка	Вид тяги	Серія локомотива	Дані локомотиву			$i_p, ‰$
			$F, \text{ тс}$	$P, \text{ т}$	$V, \text{ км/год}$	
П-К	Електротяга, змінний струм	ВЛ80	49000	184	44,2	8,0
П-Р		ВЛ80	49000	184	44,2	7,0
П-Т		ВЛ80	49000	184	44,2	5,0

Основний питомий опір руху електровозів ВЛ-80 у режимі тяги визначають так:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01V + 0,0003V^2, \quad (3.3)$$

де V – розрахункова швидкість локомотива.

Згідно табл. 3.1 на ділянках обертається електровоз ВЛ-80. Згідно [38] для даного локомотива $V = 44.2 \text{ м/с}$.

Основний питомий опір руху електровозу ВЛ-80 у режимі тяги становить

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 44,2 + 0,0003 \cdot 44,2^2 = 2,93 \text{ кгс/тс}$$

Основний питомий опір руху вантажних чотиривісних вагонів на роликових підшипниках на ланковій колії визначають за формулою:

$$\omega''_0 = 0.7 + \frac{(3 + 0.1V + 0.0025V^2)}{q_0} \quad (3.4)$$

де q_0 – навантаження на вісь вагона, т/вісь .

$$q_0 = \frac{q_{\text{бр}}}{n_{\text{осей}}} \quad (3.5)$$

де $n_{\text{осей}}$ – кількість осей вагона.

Маса вагону брутто визначається за формулою

$$q_{\text{бр}} = q_{\text{н}} + q_{\text{т}} \quad (3.6)$$

де $q_{\text{н}}$ – маса вагону нетто;

$q_{\text{т}}$ – тара вагону.

З Додатку А прийнято $q_{\text{н}} = 61 \text{ т}$ та $q_{\text{т}} = 23 \text{ т}$.

Тоді

$$q_{\text{бр}} = 61 + 23 = 84 \text{ т}$$

Навантаження на вісь при $n_{\text{осей}} = 4$ становитиме

$$q_0 = \frac{84}{4} = 21 \text{ т/вісь}$$

Основний питомий опір рухові вантажних чотиривісних вагонів на роликових підшипниках становить

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 44,2 + 0,0003 \cdot 44,2^2 = 2,93 \text{ кгс/тс}$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{(3 + 0,1 \cdot 44,2 + 0,0025 \cdot 44,2^2)}{21} = 1,286 \text{ кгс/тс};$$

Таким чином, маса составу на ділянці П-К буде рівна

$$Q_{\text{бр}} = \frac{49000 - 184 \cdot (2,93 + 8,0)}{1,286 + 8,0} = 4644 \text{ т.}$$

Прийнято з округленням до 50 т масу $Q_{\text{бр}} = 4600 \text{ т}$.

Результати визначення маси поїзда по кожній ділянці зводимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок маси поїзда на прилеглих до станції ділянках

Ділянка	$\omega'_0, \text{кгс/тс}$	$\omega''_0, \text{кгс/тс}$	Маса поїзда, т
П-К	2,93	1,286	4600
П-Р			5100
П-Т			7200

Уніфікована норма маси на магістральних напрямках П-К, П-Р та П-Т дорівнює мінімальній із визначених для цих ділянок, і становить 4600 т для транзитних поїздів.

Кількість вагонів у складі транзитного поїзда становить:

$$m_{\text{сост}} = \frac{4600}{84} = 54,76 \text{ ваг.}$$

Прийнято норму состава 54 ваг.

Корисна довжина приймально-відправних колій визначається за формулою:

$$L_{\text{кор}} = L_{\text{сост}} + a \quad (3.7)$$

де $L_{\text{сост}}$ — довжина поїзда;

a — допуск на неточність встановлення поїзда, $a = 10 \text{ м.}$

Довжина поїзда визначається за формулою:

$$L_{\text{сост}} = m_{\text{с}} l_{\text{ваг}} + l_{\text{лок}} \quad (3.8)$$

де $l_{\text{ваг}}$ — довжина вагона по осях автозчеплень, $l_{\text{ваг}} = 14,4 \text{ м.}$

$l_{\text{лок}}$ — довжина локомотива по осях автозчеплень; прийнято для локомотиву серії ВЛ-80 $l_{\text{лок}} = 33 \text{ м.}$

$$L_{\text{п}} = 54 \cdot 14,4 + 33 = 810,6 \text{ м}$$

Розраховуємо корисну довжину приймально-відправної колії для такого составу поїзда:

$$L_{\text{п}} = 54 \cdot 14,4 + 33 + 10 = 820,6 \text{ м}$$

Так як необхідна корисна довжина приймально-відправних колій становить 820,6 м, що менше стандартної їх довжини 850 м, тож мінімальна корисна довжина колій станції П приймається 850 м, що відповідає мінімальній довжині існуючих колій.

3.2. Визначення розрахункових вагоно- та поїздопотоків станції П

Станція обслуговує дальні, місцеві пасажирські поїзди, а також приміські поїзди. Розміри пасажирського поїздопотоків станції взяті з таблиці А.1 Додатку А.2 та наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри пасажирського поїздопотоків станції П

З \ На	К	Р	Т	Всього
К	-	8/2 ¹⁾	4/2	12/4
Р	8/2	-	0/3	8/5
Т	4/2	0/3	-	4/5
Всього	12/4	8/5	4/5	24/14

Примітка: ¹⁾ чисельник – дальні, знаменник – приміські пасажирські.

Станція також обслуговує транзитні вагонопотоки без переробки (див. таблицю 3.4), розміри яких взяті із таблиці А.2 Додатку А.2.

Таблиця 3.4 – Розміри транзитних вагонопотоків без переробки П

З \ На	К	Р	Т	Всього
К	-	810	324	1134
Р	1080	-	270	1350
Т	486	270	-	756
Всього	1566	1080	594	3240

Розміри транзитних вагонопотоків станції з переробкою взяті із Додатку А.3 і наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розміри транзитних з переробкою та місцевих вагонопотоків станції П

З \ На	К	Р	Т	П	Всього
К	-	215	129	25	369
Р	225	-	97	22	344
Т	111	104	-	14	229
П	20	22	19	-	61
Всього	356	341	245	61	1003

Загальні розміри вагонопотоків станції П приведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Загальні розміри вагонопотоків станції П

З \ На	К	Р	Т	ПК	Всього
К	-	1025	453	25	1503
Р	1305	-	367	22	1694
Т	597	374	-	14	985
ПК	20	22	19	-	61
Всього	1922	1421	839	61	4243

В загальному випадку кількість поїздів можна визначити за формулою:

$$n_i = \frac{\sum m_i}{m_i}, \quad (3.9)$$

де $\sum m_i$ – сумарний вагонопотік на i -му напрямі;

m_i – кількість вагонів у складі поїзду на i -му напрямі.

Для прикладу визначимо наступний транзитний поїздопотік: із К на Р при транзитному вагонопотоці без переробки 810 ваг та нормі маси составу 54 ваг (див. табл. 3.4).

$$N_{\text{К-Р}} = \frac{810}{54} = 15 \text{ поїздів}$$

Визначимо транзитні поїздопотоки використовуючи дані табл. 3.4 за формулою 3.9 і приводимо результати в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Розміри транзитного поїздопотоку станції П

З \ На	К	Р	Т	Всього
К	-	15	6	21
Р	20	-	5	25
Т	9	5	-	14
Всього	29	20	11	60

Аналогічним чином визначимо поїздопотоки в розформування та свого формування (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Розрахунок поїздопотоків в розформування та свого формування станції П

Напрямок	Кількість вагонів	В розформування			Свого формування		
		вагонів	поїздів	в т. ч. збірні	вагонів	поїздів	в т. ч. збірні
К	54	369	7	2	356	7	2
Р	54	344	7	2	341	7	2
Т	54	229	5	2	245	5	2
П	21	61	3	-	61	3	-
Всього	-	1003	21	6	1003	20	6

3.3. Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ліній

Потрібна пропускна спроможність прилеглих до станції П ліній визначається за формулою:

$$N = \alpha(N_{\text{ван}} + N_{\text{пас}}\varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) \quad (3.10)$$

де α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності, $\alpha = 1.20$;

$N_{\text{ван}}$ – число вантажних поїздів на даній лінії (з врахуванням збірних);

$N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$ – кількість відповідно пасажирських і збірних поїздів на лінії;

$\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнти зйому вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними поїздами, взято $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,5$; $\varepsilon_{\text{зб}} = 2,0$.

Для зручності розрахунку потрібної пропускної спроможності згрупуємо отримані раніше дані у таблицю 3.9.

Таблиця 3.9. – Розрахунок поїздопотоків в розформування та свого формування станції П

Лінія	По прибуттю				Лінія	По відправленню			
	Пасаж	Вантажні		Всього		Пасаж	Вантажні		Всього
		Транз.	В розф.				Транз.	Св. форм.	
К–П	16/5	21	7(2)	28	П–К	16/5	29	7(2)	36
Р–П	13/4	25	7(2)	32	П–Р	13/4	20	7(2)	27
Т–П	9/2	14	5(2)	18	П–Т	9/2	11	5(2)	16
ПК	-	-	3	3	п/к	-	-	3	3
Всього	38/11	40	21/6	61	Всього	38/11	40	20/4	60

Примітки: в дужках – в тому числі збірні.

За даними таблиці 3.9 та формули 3.10, потрібна пропускна спроможність прилеглих ліній складе:

$$N_{\text{К-П}} = 1,20 \cdot (36 + 21 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 84 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{\text{Р-П}} = 1,20 \cdot (32 + 17 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 72 \text{ пари поїздів}.$$

$$N_{\text{Т-П}} = 1,20 \cdot (18 + 11 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 44 \text{ пари поїздів}.$$

Згідно розрахованої потрібної пропускної спроможності прилеглих до станції П ліній, визначаємо кількість головних колій і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами для цих ліній (див. таблицю 3.10).

Таблиця 3.10 – Потрібне технічне оснащення прилеглих ліній

Лінія	$N_{\text{п}}$	К-ть головних колій	Пристрої СЦБ
П-К	84	2 кол	одностороннє АБ
П-Р	72	2 кол	одностороннє АБ
П-Т	44	1 кол + 2 кол. вставки	ДЦ

Оскільки кількість головних колій на лініях примикання не гірше за розрахункову то реконструкція головних колій не потрібна.

4. ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ОПЕРАЦІЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ СТАНЦІЇ П

Спеціалізацію парків дільничної станції П можна представити у вигляді наступної таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. – Поїздопотік станції П

Лінії	Пасажирські поїзди		Вантажні поїзди		
	Дальні, місцеві	Приміські	Транзитні	В розформ.	Свого формув.
К–П	16 Пас «Г»	5 Пас «Г»	21 ПВ «А»	7/2* ПВ «А»	7/2 ПВ «А»
Р–П	13 Пас «Г»	4 Пас «Г»	25 ПВ «Б»	7/2 ПВ «А»	7/2 ПВ «А»
Т–П	9 Пас «Г»	2 Пас «Г»	14 ПВ «Б»	5/2 ПВ «А»	4/2 ПВ «А»
ПК	-	-	-	3 ПВП «А»	3** ПВ «А»
Всього	38	11	40	22/6	22/6

Примітки:

* – чисельник – всього поїздів, знаменник – в тому числі збірні;

** – передаточні поїзди.

4.1. Методика визначення норм тривалості виконання операцій з поїздами на станції П

Усі технологічні операції на дільничній станції П повинні нормуватись для забезпечення необхідної їх тривалості. Нормування тривалості виконання операцій з поїздами згідно [39] може бути визначено за допомогою наступних формул.

Тривалість приймання поїздів у парки станції П:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0.06 \cdot l''_{\text{бл}}}{V} + \frac{0.06 \cdot (l'_{\text{бл}} + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}} \quad (4.1)$$

де $l'_{\text{бл}}, l''_{\text{бл}}$ – довжини двох блок-ділянок перед станцією, м;

V – встановлена швидкість прямування поїзду по перегону, м;

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

$t_{\text{м}}$ – тривалість приготування маршруту і відкриття сигналу, хв ;

$L_{\text{вх}}$ – відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до повної зупинки на коліях парків станції П

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

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

$l_{\text{гор}}$ – довжина горловин приймально-відправних парків станції П;

$l_{\text{п}}$ – довжина вантажного поїзда.

Тривалість закріплення башмаками составу поїзда або зняття цього закріплення, визначається за формулою:

$$t_{\text{закр}} = t_{\text{зн}} = 0.08 + 0.01l_{\text{пр}} \quad (4.3)$$

де $l_{\text{пр}}$ – відстань проходу сигналіста під час виконання операції закріплення поїзду, м ;

У визначеній за формулою 4.3 тривалості не враховується тривалість видачі завдання на закріплення составу поїзда або його зняття. Дата тривалість на основі рекомендацій [40] приймається рівною 1 хвилині. Ця операція може виконуватись паралельно з рядом інших.

Тривалість зайняття маршруту при відправленні поїзду визначається за формулою:

$$t_{\text{від}} = t_{\text{м}} + \frac{0.06 \cdot L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}} \quad (4.4)$$

де $V_{\text{вих}}$ – середня швидкість виходу поїзду з врахуванням розгону, км/год ;

$L_{\text{вих}}$ – відстань, яку проходить поїзд до повного звільнення маршруту.

Тривалість технічного обслуговування поїздів, що поступають в розформування, визначається за формулою:

$$t_{\text{то}}^{\text{р}} = \frac{\tau \cdot m}{K_{\text{гр}}} + a \quad (4.5)$$

де τ – тривалість обслуговування 1 вагону, год;

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

a – тривалість початково-кінцевих операцій, год.

Тривалість технічного обслуговування для поїздів свого формування та транзитних поїздів визначається за формулою:

$$t_{\text{то}}^{\text{р}} = \frac{\tau \cdot m}{K_{\text{гр}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a \quad (4.6)$$

де α – доля вагонів, що потребують безвідчіпного ремонту вагонів;

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

Завантаження бригади ПТО визначається за формулою:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{\sum N_i \cdot t_i}{1440} \quad (4.7)$$

де $\sum N_i$ – кількість поїздів у парку i -ї категорії

t_i – тривалість обробки поїздів i -ї категорії у парку, год.

Кількість бригад в парках станції визначається за формулою:

$$B = \frac{N_i \cdot t_{\text{то}}}{24} \quad (4.8)$$

$t_{\text{то}}$ – тривалість обробки транзитного поїзда.

Тривалість повного випробування автогальм згідно [40] визначається за формулою:

$$t_{\text{шт}} = 3 + 0,14 \cdot m, \quad (4.9)$$

де m – кількість вагонів у складі вантажного поїзда, ваг.

Скорочена проба гальм на дільничній станції П приймається з Додатку А рівною 5 хв.

Тривалість інших операцій пов'язана з обслуговуванням поїздів:

- доставка перевізних документів в СТЦ – 4 хв;
- контрольна перевірка складу – 10 хв;
- видача натурального листа поїзда – 4 хв;
- конвертування документів – 2 хв;
- повідомлення ПКО, ПТО про час і колію прийому поїзду – 1 хв;
- вихід працівників ПТО, ПКО, станції на колію прийому поїзду – 3 хв;
- перевірка перевізних документів – 5 хв;
- відчіпка чи причіпка локомотиву – 2 хв;
- доповідь про закінчення технічного обслуговування та комерційного огляду, зняття загородження – 2 хв.

4.2. Розрахунок основних нормативів тривалості операцій з поїздами в приймально-відправних парках дільничної станції П

Визначимо тривалість операції прийому поїздів у приймально-відправні парки станції П. Для цього визначимо елементи формул 4.1 та 4.2.

З Додатку А.4 приймаємо $l'_{\text{бл}} = 1500 \text{ м}$, $l''_{\text{бл}} = 1200 \text{ м}$ та $V = 90 \text{ км/год}$.

Із [39, 40] приймаємо $V_{\text{вх}} = 35 \text{ км/год}$, $t_{\text{м}} = 0.15 \text{ хв}$.

З використанням визначених раніше та прийнятих даних, а також даних плану станції П за формулами 4.1 та 4.2 визначимо тривалість прийому поїзда на станцію в парки ПВ1 та ПВ2:

Приймально-відправний парк «А»:

$$L_{\text{вх}} = 300 + 200 + 810,6 = 1310,6 \text{ м},$$

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1200}{90} + \frac{0,06 \cdot (1500 + 1310,6)}{35} = 5,77 \text{ хв}.$$

Приймально-відправний парк «Б»:

$$L_{\text{вх}} = 300 + 200 + 810,6 = 1310,6 \text{ м},$$

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1200}{90} + \frac{0,06 \cdot (1500 + 1310,6)}{35} = 5,77 \text{ хв}.$$

Згідно формули 4.3 визначається тривалість закріплення составу чи зняття його закріплення при довжині проходу сигналіста 392 м:

$$t_{\text{закр}} = t_{\text{зн}} = 0,08 + 0,01 \cdot 392 = 4,00 \text{ хв.}$$

Для розрахунку кількості груп в бригаді використовуються формули 4.6 та 4.7 та дані із табл. 4.1.

Для визначеної в розділі 3 кількості вагонів у составі, що становить $m = 54$ ваг. встановимо тривалість повного випробування гальм:

$$t_{\text{гг}} = 3 + 0,14 \cdot 54 = 10,56 \text{ хв.}$$

Згідно [39, 40] прийнято $\tau = 0,015$ год, $t_{\text{рем}} = 0,2$ год, $\alpha = 0,15$, $a = 0,04$ год.

Тривалість технічного обслуговування одного состава у приймально-відправних парках станції П становитиме:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{сп}}} + 0,15 \cdot 0,2 + 0,04 = \frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{сп}}} + 0,07$$

В ПВП «А» обслуговується 21 поїзд в розформування із всіх напрямків, 20 поїздів свого формування на всі напрямки та 21 транзитний поїзд із К. Визначимо кількість груп для даного парку:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{21+21}{24} \cdot \left(\frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{гр}}} + 0,04 \right) + \frac{20}{24} \cdot \left(\frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{гр}}} + 0,07 \right) = \frac{50,22}{24K_{\text{гр}}} + 0,128 < 1,$$

В результаті спрощення отримаємо

$$K_{\text{гр}} > \frac{50,22}{24 \cdot (1 - 0,128)} = 2,40.$$

Таким чином в парку ПВ «А» потрібно не менше 3-х груп у бригаді ПТО.

В ПВП «Б» обслуговуються 39 транзитних поїздів з Р та Т, з них 10 кутових. Визначимо кількість груп для цього парку:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{29}{24} \cdot \left(\frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{гр}}} + 0,04 \right) + \frac{10}{24} \cdot \left(\frac{0,015 \cdot 54}{K_{\text{гр}}} + 0,07 \right) = \frac{31,59}{24K_{\text{гр}}} + 0,078 < 1$$

В результаті спрощення отримаємо наступне

$$K_{\text{гр}} > \frac{31,59}{24 \cdot (1 - 0,078)} = 1,43$$

Таким чином в парку ПВ «Б» потрібно не менше 2-х груп у бригаді ПТО.

З врахуванням цього далі виконаємо розрахунки для 2-х, 3-х та 4-х груп у бригаді ПТО.

Розрахунок завантаження бригади ПТО виконується табличним способом (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2. – Розрахунок завантаження бригад ПТО

Кількість груп в бригаді	Тривалість огляду, год		Завантаження бригади	
	в розбірку транз. б/з	свого форм., транз. з/з	ПВ «А»	ПВ «Б»
1	0,850	0,880	-	-
2	0,445	0,475	-	0,74
3	0,310	0,340	0,83	0,52
4	0,243	0,273	0,65	0,41

З метою забезпечення розумної тривалості технічного огляду та допустимого завантаження бригади ПТО приймаю кількість груп в бригаді ПТО обох парків рівною 3 групи.

Кількість бригад в приймально-відправному парку визначається нижче.

Приймально-відправний парк «А» (обслуговується всього 59 поїздів):

$$B = \frac{42 \cdot 0,310 + 20 \cdot 0,340}{24} = 0,83 \text{ бригади}$$

Приймаємо 1 бригаду в ПВ «А».

Приймально-відправний парк «Б» (обслуговується всього 22 поїзда):

$$B = \frac{29 \cdot 0,310 + 10 \cdot 0,340}{24} = 0,52 \text{ бригади}$$

Приймаємо 1 бригаду в ПВ «Б».

За рекомендацією [39, 40] прийнято $V_{\text{вих}} = 30 \text{ км/год}$.

Використовуючи формулу 4.4 визначається тривалість відправлення поїздів з ПВП «А» станції П:

$$L_{\text{вих}} = 500 + 810,6 = 1310,6 \text{ м},$$

$$t_{\text{сід}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1310,6}{30} = 2,77 \text{ хв.}$$

Перестановка составів поїздів свого формування із сортувального парку «В» в приймально-відправний парк «А»:

$$L_{\text{вист}} = 950 + 810,6 = 1760,6 \text{ м, } \rightarrow a = 3,43 \text{ хв, } b = 0,054 \text{ хв / ваг,}$$

$$t_{\text{вист}} = 3,43 + 0,054 \cdot 54 = 6,35 \text{ хв.}$$

Тривалість знаходження транзитного поїзду на станції П визначається за формулою:

$$T_{\text{тр}}^{\text{б/зМ}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{закр}} + t_{\text{то}} + t_{\text{закр}}^{\text{зн}} + t_{\text{пг}}^{\text{скор}} + t_{\text{від}}, \quad (4.10)$$

$$T_{\text{тр}}^{\text{з/зМ}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{закр}} + t_{\text{відч}} + t_{\text{то}} + t_{\text{прич}} + t_{\text{закр}}^{\text{зн}} + t_{\text{пг}}^{\text{пов}} + t_{\text{від}}, \quad (4.11)$$

Тривалість знаходження поїздів у розформування та свого формування в ПВП визначається за формулою:

$$T_{\text{рф}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{закр}} + t_{\text{відч}} + t_{\text{то}} + t_{\text{прич}} + t_{\text{закр}}^{\text{зн}} + t_{\text{вит}}, \quad (4.12)$$

$$T_{\text{сф}} = t_{\text{вист}} + t_{\text{закр}} + t_{\text{відч}} + t_{\text{то}} + t_{\text{прич}} + t_{\text{закр}}^{\text{зн}} + t_{\text{пг}}^{\text{пов}} + t_{\text{від}},$$

Визначимо тривалості знаходження поїздів в ПВ:

Приймально-відправний парк «А»:

$$T_{\text{тр}}^{\text{б/зМ}} = 5,77 + 4,0 + 0,31 \cdot 60 + 4,0 + 5 + 2,77 = 40,1 \text{ хв}$$

$$T_{\text{тр}}^{\text{з/зМ}} = 5,77 + 4,0 + 2 + 0,34 \cdot 60 + 2 + 4,0 + 10,56 + 2,77 = 51,5 \text{ хв}$$

$$T_{\text{рф}} = 5,77 + 4,0 + 2 + 0,31 \cdot 60 + 2 + 4,0 + 0 + 6,35 = 42,7 \text{ хв}$$

$$T_{\text{сф}} = 6,35 + 4,0 + 2 + 0,34 \cdot 60 + 2 + 4,0 + 10,56 + 2,77 = 52,1 \text{ хв}$$

Приймально-відправний парк «Б» :

$$T_{\text{тр}}^{\text{б/зМ}} = 5,77 + 4,0 + 0,31 \cdot 60 + 4,0 + 5 + 2,77 = 40,1 \text{ хв}$$

$$T_{\text{тр}}^{\text{з/зМ}} = 5,77 + 4,0 + 2 + 0,34 \cdot 60 + 2 + 4,0 + 10,56 + 2,77 = 51,5 \text{ хв}$$

4.3. Розрахунок основних норм тривалості виконання операцій по розформуванню составів з парку «А».

Тривалість розформування поїздів на сортувальній гірці визначається за формулою:

$$t_{\text{розф}} = t_3 + t_{\text{зн}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{розп}} + t_{\text{ос}} \quad (4.13)$$

де t_3 – тривалість заїзду маневрового гірчного локомотива під состав, *хв*;

$t_{\text{зн}}$ – тривалість зняття закріплення составу, *хв*;

$t_{\text{нас}}$ – тривалість насуву составу на гірку, *хв*;

$t_{\text{розп}}$ – тривалість розпуску составу з гірки, *хв*;

$t_{\text{осад}}$ – тривалість осаджування вагонів після розпуску составу з гірки, *хв*.

Тривалість заїзду маневрового гірчного локомотиву під склад визначається згідно [40] за формулою:

$$t_3 = t_{\text{зд}} + t_{\text{затр}}, \quad (4.14)$$

де $t_{\text{зд}}$ – тривалість на виконання гірчним локомотивом рейсу від горба гірки під состав, *хв*;

$t_{\text{затр}}$ – середня затримка через залежність маршрутів у горловинах парку прийому, *хв*.

$$t_{\text{зд}} = \frac{0.06 \cdot l_3}{V_3}, \quad (4.15)$$

де l_3 – відстань заїзду, *м*;

V_3 – середня швидкість заїзду, *км/год*;

Для маневрових тепловозів приймається згідно [40] $V_3 = 19,5$ *км/год*;

$$l_3 = 200 + 250 + 850 + 250 = 1550 \text{ м}$$

$$t_{\text{зд}} = 0.06 \cdot \frac{1550}{19.5} = 4,77 \text{ хв}$$

Затримку у горловині визначимо:

$$t_{\text{затр}} = 0,011 \cdot N_p, \quad (4.16)$$

де $N_p = 21$ – поїздів в розформування в парк ПВ «А»;

$$t_{\text{затр}} = 0,011 \cdot 21 = 0,28 \text{ хв}$$

$$t_3 = 4,77 + 0,28 = 5,05 \text{ хв}$$

Тривалість насуву складає

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + \frac{0,068 \cdot (l_{\text{нас}} + l_{\text{гор}} - 60)}{10}, \text{ хв}; \quad (4.17)$$

де $l_{\text{нас}}$ - довжина колії насуву, $l_{\text{нас}} = 200 \text{ м}$

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + \frac{0,068 \cdot (200 + 250 - 60)}{10} = 4,07 \text{ хв}$$

Тривалість розпуску складу з гірки складає

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{в}} \cdot m}{V_{\text{роз}}}, \text{ хв} \quad (4.18)$$

де $V_{\text{роз}}$ – швидкість розпуску складів з гірки, приймаю $V_{\text{роз}} = 5 \text{ км/год}$.

Тоді

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06 \cdot 14,4 \cdot 54}{5} = 9,33 \text{ хв}$$

Тривалість осаджування на коліях сортувального парку складає

$$t_{\text{осад}} = 0,06 \cdot m = 0,06 \cdot 54 = 3,24 \text{ хв} \quad (4.19)$$

Тривалість на розформування поїздів на сортувальній гірці одним локомотивом:

$$t_{\text{г}} = 5,05 + 4 + 4,07 + 9,33 + 3,24 = 25,69 \text{ хв}$$

Тривалість гірочного інтервалу визначається за наступною формулою:

$$t_{\text{г}} = t_{\text{г}}^{\text{II}} \left(1 + \frac{T_{\text{ТП}} + \sum T_{\text{зф}}^{\text{зб}}}{1440 - (T_{\text{ТП}} + T_{\text{зф}})} \right) \quad (4.20)$$

де $T_{\text{ТП}}$ – тривалість технологічних перерв, приймаю згідно [40] $T_{\text{ТП}} = 60 \text{ хв}$;

$\sum T_{зф}^{зб}$ – тривалість зайняття гірки закінченням формування 6-х збірних поїздів, (розраховується далі і становить $\sum T_{зф}^{зб} = 6 \cdot 50 = 300$ хв.)

$$t_{\Gamma} = 25,69 \cdot \left(1 + \frac{60 + 300}{1440 - (60 + 300)}\right) = 29,75 \text{ хв.}$$

Завантаження гірки попередньо оцінимо наступним чином:

$$\varphi_{\Gamma} = \frac{N_p \cdot t_{\Gamma}}{60 \cdot 24} = \frac{21 \cdot 29,75}{60 \cdot 24} = 0,43$$

Зважаючи на те, що завантаження гірки менше одиниці, отже гірка справляється з роботою.

4.4. Нормування тривалості виконання операцій з поїздами свого формування

Тривалість закінчення формування одnogрупного поїзда обчислюється за формулою:

$$T_{зф}^{од} = T_{пте} + T_{підт} \quad (4.21)$$

де $T_{пте}$ – тривалість на розстановку вагонів у поїзді у відповідності з вимогами ПТЕ, хв;

$T_{зф}$ – норма тривалості на підтягування з боку витяжок, хв.

$$T_{пте} = B + E \cdot m \quad (4.22)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти, $B = 1,60$, $E = 0,10$;

$$T_{пте} = 1,60 + 0,10 \cdot 54 = 7,0 \text{ хв}$$

$$T_{підт} = 0,08 \cdot 54 = 4,32 \text{ хв}$$

Таким чином

$$T_{зф}^{од} = 7,0 + 4,32 = 11,32 \text{ хв.}$$

Тривалість закінчення формування збірного поїзда при формуванні його через гірку обчислюється за формулою:

$$T_{зф}^{зб} = t_z + t_{вит} + t_{нас} + t_{розп} + t_{зб} \quad (4.23)$$

де $t_{зб}$ – тривалість на збирання вагонів з кінців сортувальних колій на одну;

$$t_{зб} = 1,8p + 0,3m_{зб}, \quad (4.24)$$

де p – кількість станцій, що обслуговуються збірним поїздом, $p=4$;

$m_{зб}$ – склад збірного поїзду, $m_{зб}=30$ ваг.

$$t_{зб} = 1,8 \cdot 4 + 0,3 \cdot 30 = 16,2 \text{ хв};$$

$$t_3 = \frac{0,06 \cdot l_3}{V_3} = \frac{0,06 \cdot 400}{19,5} = 1,23 \text{ хв},$$

$$t_{\text{виг}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{виг}}}{V_{\text{виг}}} = \frac{0,06 \cdot (400 + 100 + 30 \cdot 14,4)}{10} = 5,59 \text{ хв},$$

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + \frac{0,068 \cdot (400 - 60)}{10} = 3,73 \text{ хв};$$

$$t_{\text{рос}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{в}} \cdot m}{V_{\text{рос}}} = \frac{0,06 \cdot 14,4 \cdot 30}{5} = 5,18 \text{ хв}.$$

Отже, тривалість завершення формування збірного поїзду

$$T_{зф}^{зб} = 1,23 + 5,59 + 3,73 + 5,18 + 16,2 = 31,93 \text{ хв}.$$

4.5. Розрахунок кількості локомотивів на станції

Для обробки місцевих вагонів (подачі на місця загального та незагального користування і прибирання вагонів з них) приймаю 3 подачі-прибирання вагонів тривалістю 1,5 год кожна. Подачі-прибирання виконує господарський локомотив станції П.

4.5.1. Розрахунок кількості гірочних локомотивів.

На станції П працює один гірочний локомотив. Виконаємо перевірку завантаження його роботою по розформуванню одnogрупник поїздів та формуванню збірних поїздів.

Завантаження локомотива визначимо за формулою:

$$\Psi_{\text{лок}} = \frac{N_{зб} T_{зф}^{зб} + N_{\text{д}} t_{\text{розф}}}{M_{\text{лок}} \cdot (1440 - T_{\text{ек}})} \quad (4.25)$$

де $N_{зб}$ – кількість збірних поїздів, $N_{зб} = 6$ поїздів;

N_d – кількість дільничних поїздів, $N_p = 15$ поїздів;

$M_{\text{лок}}$ – кількість гіркових локомотивів;

$T_{\text{ек}}$ – тривалість експлуатаційних перерв, $T_{\text{ек}} = 90$ хв;

Отже, отримаємо

$$\Psi_{\text{лок}} = \frac{6 \cdot 31,93 + 15 \cdot 11,32}{1 \cdot (1440 - 90)} = 0,27$$

Зважаючи що завантаження локомотива значно менше одиниці, він зможе обробити даний вагонопотік станції П.

4.5.2. Розрахунок кількості локомотивів в хвості СП.

На станції П, в хвості СП «В», працює 1 маневровий локомотив. Визначимо потрібну кількість маневрових локомотивів згідно [40] за формулою:

$$M_{\text{лок}}^{\Gamma} = \frac{k \cdot (N_{\text{од}} \cdot T_{\text{зф}}^{\text{од}} + N_{\text{пз}} t_{\text{пз}})}{1440 - T_{\text{ек}}} \quad (4.26)$$

де $N_{\text{од}}$ – кількість односторонніх поїздів, що формуються, $N_{\text{од}} = 16$ поїздів;

$N_{\text{пз}}$ – кількість подач-забирань на вантажний двір, $N_{\text{пз}} = 3$;

k – коефіцієнт, що враховує додаткові маневрові пересування локомотиву, приймаю $k = 1,2$;

$$M_{\text{лок}}^{\text{х}} = \frac{1,2 \cdot (16 \cdot 12 + 3 \cdot 90)}{1440 - 90} = 0,41$$

Достатньо мати 1 локомотив в хвості СП, завантаження якого:

$$\psi_{\text{лок}} = \frac{16 \cdot 12 + 3 \cdot 90}{1440 - 90} = 0,34$$

4.6. Перевірка кількості колій в парках станції

4.6.1. Перевірка кількості колій в приймально-відправних парках станції

Кількість колій в приймально-відправному парку визначається за формулою згідно [39]:

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{\text{зан}}}{I_j} \gamma_j, \quad (4.27)$$

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середньозважений час заняття колії поїздом (визначений в розділі 3);

I_j – розрахунковий інтервал прибуття поїздів j -ї лінії;

γ_j – частка поїздів, які поступають з j -ї лінії від загальної кількості поїздів, прибуваючих на станцію з цієї лінії;

n – кількість ліній, що примикають до станції.

4.6.2 Визначення часу очікування виводу поїздів з парку

Час очікування відправлення вантажних поїздів визначається окремо для кожної прилеглої до парку лінії:

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot N_{\text{ван}} (1 + v_{\text{от}}^2)}{N_{\text{ван}}^{\text{max}} (N_{\text{ван}}^{\text{max}} - N_{\text{ван}})}, \text{ хв.} \quad (4.28)$$

де $N_{\text{ван}}$ – число вантажних поїздів, що відправляються на дану лінію в середньому за добу;

$N_{\text{ван}}^{\text{max}}$ – максимальне число вантажних поїздів, яке може бути відправлено на лінію;

$v_{\text{от}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на лінію ($v_{\text{от}} = 0,7$).

$$N_{\text{ван}}^{\text{max}} = N - N_{\text{пас}} \cdot \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} \cdot (\varepsilon_{\text{зб}} - 1), \quad (4.29)$$

де N – наявна пропускна спроможність лінії, яка визначається залежно від потрібної по табл. 4 [39].

Визначимо тривалість очікування відправлення для кожного підходу.

Лінія К – П: при $N_{\text{п}} = 84$ парах поїздів взято $N = 100$ пар поїздів

$$N_{\text{ван}}^{\text{max}} = 100 - 21 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 66 \text{ поїздів}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 36 (1 + 0,7^2)}{66 (66 - 36)} = 19,5 \text{ хв}$$

Лінія Р – П: при $N_{\text{п}} = 72$ парах поїздів взято $N = 100$ пар поїздів

$$N_{\text{ван}}^{\text{max}} = 100 - 17 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 72 \text{ поїзда}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 26 (1 + 0,7^2)}{72 (72 - 26)} = 8,4 \text{ хв}$$

Лінія Т – П: при $N_{\text{п}} = 44$ парах поїздів взято $N = 54$ пари поїздів

$$N_{\text{ван}}^{\text{max}} = 54 - 11 \cdot 1,5 - 2(2 - 1) = 35 \text{ поїздів}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 15 (1 + 0,7^2)}{35 (35 - 15)} = 23,0 \text{ хв}$$

Час очікування прибирання составу, що прибуває в розформовування з парку на витяжну колію визначаємо за формулою:

$$t_{\text{очприб}} = \frac{N_{\text{р}} \cdot t_{\text{г}}^2 (1 + v_{\text{г}}^2)}{2(1440 - N_{\text{р}} \cdot t_{\text{г}})}, \text{ хв.} \quad (4.30)$$

де $v_{\text{г}}$ – коефіцієнт варіації гірочного інтервалу ($v_{\text{г}} = 0,5$);

$N_{\text{р}}$ – середньодобове число поїздів, що розформовується;

$t_{\text{г}}$ – гірочний технологічний інтервал, хв. (прийнято $t_{\text{г}} = 30$ хв.).

$$N_{\text{р}} = N_{\text{дільн}} + N_{\text{зб}}, \quad (4.31)$$

де $N_{\text{дільн}}$, $N_{\text{зб}}$ – відповідно, середнє число в розформовування дільничних і збірних поїздів, що прибувають; всього $N_{\text{р}} = 12$ поїздів

$$t_{\text{оч.приб}} = \frac{21 \cdot 30^2 (1 + 0,5^2)}{2(1440 - 21 \cdot 30)} = 14,6 \text{ хв}$$

4.6.3 Розрахунок середньозваженого часу заняття колій у приймально-відправних парках

Розрахунок часу $t_{\text{зан}}$ для парків ПВ «А» та ПВ «Б» станції П зведений у табл. 4.3 з урахуванням спеціалізації парків та розрахованих значень $t_{\text{г}}$ та $t_{\text{ов}}$.

Таблиця 4.3– Розрахунок часу $t_{\text{зан}}$ для парків ПВ «А» і ПВ «Б»

№	Категорія поїзда	Напрямок	$t_{\text{т}}, \text{ хв}$	$t_{\text{ов}}, \text{ хв}$	$t_{\text{зан}}, \text{ хв}$	Парк «Б»		Парк «А»	
						N	Nt	N	Nt
1	Транзитний без зміни	на К	40,1	19,5	59,6	29	1728,4	-	-
		на Р		8,4	48,5	-	-	15	727,5
		на Т		23,0	63,1	-	-	6	378,6
2	Транзитний з зміною	на К	51,5	19,5	71,0	-	-	-	-
		на Р		8,4	59,9	5	299,5	-	-
		на Т		23,0	74,5	5	372,5	-	-
3	Дільничний	розф.	42,7	14,6	57,3	-	-	12	687,6
4	Збірний	розф.	42,7	14,6	57,3	-	-	6	343,8
5	Свого формування	на К	52,1	19,5	71,6	-	-	7	501,2
		на Р		8,4	60,5	-	-	6	363
		на Т		23,0	75,1			4	300,4
Разом						39	2400,4	56	3302,1

Середньозважений час заняття колії в приймально-відправних парків визначимо за формулою (4.3) по підсумковим значенням табл. 4.3.

$$t_{\text{зан}}^{\text{ПВ "А"}} = \frac{3302,1}{56} = 59,0 \text{ хв}, \quad t_{\text{зан}}^{\text{ПВ "Б"}} = \frac{2400,1}{39} = 61,54 \text{ хв}$$

4.6.4 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів

Розрахунковий інтервал прибуття визначаємо для кожної прилеглої до станції лінії, у тому числі і для сортувального парку станції за формулою:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.32)$$

де $\bar{I}$, $I_{\min}$ - відповідно, середній і мінімальний інтервали прибуття поїздів з лінії, хв.

4.6.5 Визначення мінімального інтервалу прибуття поїздів

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії може бути прийнятий по табл. 4 [39] залежно від прийнятої наявної пропускної спроможності:

1) лінія К – П: $N = 100$ пар поїздів, $I_{\min} = 10 \text{ хв}$.

2) лінія Р – П: $N = 100$ пар поїздів, $I_{\min} = 10$ хв.

3) лінія Т – П: $N = 54$ пари поїздів, $I_{\min} = 15$ хв.

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування з сортувального парку визначимо за формулою:

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{t_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.33)$$

де $t_{\text{лф}}$ – середньозважений час зайнятості маневрового локомотива формуванням та виставкою складів до ПВ парків;

$m_{\text{в}}$ – число витяжних колій, на яких може одночасно виконуватися формування ($m_{\text{в}}=2$).

$$t_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} \cdot t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.34)$$

де $t_{\text{лф}}^{\text{д}}$, $t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ – час зайнятості локомотива формуванням і виставкою до парку, відповідно, дільничних і збірних поїздів (прийняте $t_{\text{лф}}^{\text{д}}=25$ хв, $t_{\text{лф}}^{\text{зб}}=50$ хв).

$$t_{\text{лф}} = \frac{11 \cdot 25 + 6 \cdot 50}{11 + 6} = 33,82 \text{ хв.}$$

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{33,82}{2} = 16,91 \text{ хв.}$$

4.6.6 Визначення середнього інтервалу прибуття поїздів

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії визначаємо за формулою:

$$\bar{I} = \frac{1440 - 1440 / N(\beta(N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1)N_{\text{ван}})}{N_{\text{ван}}}, \quad (4.34)$$

де β – коефіцієнт збільшення розрахункових розмірів вантажного руху в окрему добу в слідство внутрішньомісячної нерівномірності ($\beta = 1,15$);

$N_{\text{ван}}$ – число вантажних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії;

$N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$ – відповідно, число пасажирських і збірних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії.

$$\bar{I}_{\text{К-П}} = \frac{1440 - 1440 / 100 (1,15(21 \cdot 1,5 + 2 (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 28)}{28} = 29,46 \text{ хв.}$$

$$\bar{I}_{\text{Р-П}} = \frac{1440 - 1440 / 100 (1,15(17 \cdot 1,5 + 2 (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 32)}{32} = 28,61 \text{ хв.}$$

$$\bar{I}_{\text{Т-П}} = \frac{1440 - 1440 / 54 (1,15(11 \cdot 1,5 + 2 (2 - 1)) + (1,15 - 1) \cdot 18)}{18} = 44,48 \text{ хв.}$$

Середній інтервал виставки поїздів свого формування:

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \quad (4.35)$$

де $N_{\text{сф}}$ - число формованих поїздів за добу ($N_{\text{сф}} = 20$ поїздів)

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{17} = 84,7 \text{ хв}$$

4.6.7 Визначення значень розрахункових інтервалів прибуття поїздів

$$I_{\text{К-П}} = \frac{10 + 29,46}{2} = 19,73 \text{ хв}, \quad I_{\text{Р-П}} = \frac{10 + 28,61}{2} = 19,31 \text{ хв},$$

$$I_{\text{Т-П}} = \frac{15 + 44,48}{2} = 29,74 \text{ хв}, \quad I_{\text{сф}} = \frac{16,91 + 84,7}{2} = 50,81 \text{ хв.}$$

4.6.8 Визначення числа колій в приймально-відправних парках

Визначимо частку поїздів, що поступають з кожного напрямку до ПВ «А» та ПВ «Б»:

– для парку ПВ «А»:

$$\gamma_{\text{К}} = 28/28 = 1,0, \quad \gamma_{\text{Р}} = 7/32 = 0,22, \quad \gamma_{\text{Т}} = 4/18 = 0,22, \quad \gamma_{\text{сф}} = 17/17 = 1,0.$$

Таким чином, в даний парк з напрямку К поступають всі транзитні вантажні поїзди та з СП «В» переставляються усі поїзди свого формування, а з напрямків Р та Т – лише поїзди, що поступають в розформування.

– для парку ПВ «Б»:

$$\gamma_K = 0/28 = 0,0, \gamma_P = 25/32 = 0,78, \gamma_T = 14/18 = 0,78, \gamma_{cf} = 0/17 = 0,0.$$

тобто до даного парку поступають всі транзитні вантажні поїзди з К та П.

Визначимо потрібне число колій до ПВ парків дільничної станції за формулою (4.27):

$$m_{ПВ"А"} = \frac{59}{19,73} \cdot 1,0 + \frac{59}{19,31} \cdot 0,22 + \frac{59}{29,74} \cdot 0,22 + \frac{59}{50,81} \cdot 1,0 = 4,9 \text{ кол}$$

$$m_{ПВ"Б"} = \frac{61,54}{19,73} \cdot 0,0 + \frac{61,54}{19,31} \cdot 0,78 + \frac{61,54}{29,74} \cdot 0,78 + \frac{61,54}{50,81} \cdot 0,0 = 4,1 \text{ кол}$$

Таким чином, у парку ПВ «А» станції П потрібно мати 5 колій, що відповідає існуючій їх кількості, а у парку ПВ «Б» необхідно 5 колій, що на 2 колії переважає існуючий колійний розвиток даного парку і у цьому зв'язку необхідно вирішувати питання про збільшення їх кількості або пришвидшувати обслуговування составів у цьому парку.

4.6.9. Перевірка кількості колій в сортувальному парку «В».

Для визначення кількості колій в сортувальному парку використана наступна методика:

$$m = m_{осн} + 0,8 \cdot m_{дод} , \quad (4.36)$$

де $m_{осн}$ – необхідна кількість колій в сортувальному парку;

$m_{дод}$ - необхідна кількість колій для відсіву, перестановки при очищенню колій, для місцевих вагонів та інших потреб станції.

Визначимо кількість колій в парку «В» за вагонопотоком на кожне призначення (таблиця 4.4) згідно рекомендацій [39]; дані взяті із Додатку А.4, табл. А.6.

Згідно плану формування поїздів, станція формує збірні та одnogрупні поїзди на 7 призначень. За табл. 4.3 отримаємо кількість колій $П_{осн} = 9 \text{ кол.}$ Додаткова кількість колій в сортувальному парку виділяється для потреб станції – 1 колія, тобто $П_{дод} = 1 \text{ колія.}$

Таблиця 4.4 – Визначення кількості колій в СП

З \ На	К		Р		Т		П	Всього
	діл	зб	діл	зб	діл	зб		
К	0	0	175	40	93	36	25	369
Р	185	40	0	0	73	24	22	344
Т	91	20	84	20	0	0	14	229
П	20	0	22	0	19	0	0	61
Всього	296	60	281	60	185	60	61	1003
Колій	2	1	2	1	1	1	1	9

Таким чином, загальна потрібна кількість колій в парку «В» становить:

$$P_{\text{СП}} = P_{\text{осн}} + P_{\text{дод}} = 9 + 1 = 10 \text{ колій.}$$

На станції є 10 колій, отже заходів по збільшенню кількості колій в СП проводити не потрібно.

4.6.9. Розрахунок кількості витяжних колій.

Кількість витяжних колій в хвості сортувального парку згідно [40] розраховується за формулою:

$$M_{\text{вк}} = \frac{N_{\text{зф}} T_{\text{зф}}}{24 \cdot 60} \left(1 + \sqrt{0.5 \cdot (1 + v_{\text{зф}}^2) \frac{e_{\text{сг}}}{e_{\text{лг}}}} \right) \quad (4.37)$$

де $v_{\text{зф}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами закінчення формування поїздів, $v_{\text{зф}} = 0,3$;

$e_{\text{лг}}$, $e_{\text{сг}}$ – вартість локомотиво-годин та составо-години, приймаю згідно [40] $e_{\text{лг}} = 65$ грн, $e_{\text{сг}} = 44$ грн.

$$M_{\text{вк}} = \frac{20 \cdot 11,32}{24 \cdot 65} \left(1 + \sqrt{0,5(1 + 0,3^2) \cdot \frac{44}{60}} \right) = 0,36 \text{ кол}$$

Необхідна 1 витяжна колія в горловині формування станції П, що відповідає існуючій кількості.

5 АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

5.1 Характеристика існуючої сортувальної гірки

Існуюча гірка станції П є гіркою малої потужності (ГМП) висотою 2,16 м. Гальмування відчепів при розпуску здійснюється на двох гальмівних позиціях (ГП), обладнаних вагонними уповільнювачами: на першій гальмівній позиції сповільнювач КНП-5, а на парковій гальмівній позиції – 2хРНЗ-2М (дивись Додаток А.4).

Колійний розвиток сортувального парку станції П складає 10 колій.

5.2 Розрахунок необхідної висоти сортувальної гірки

Як відомо, висотою гірки H_g називається різниця між відмітками вершини гірки (ВГ) і розрахункової точки (РТ), що лежить на розрахунковій, важкій колії на відстані 50 м від кінця паркової гальмівної позиції (ПГП) [42].

Згідно [43] при розрахунку висоти гірки весь маршрут прямування відчепа з гірки розбито на 3 розрахункові ділянки, кожна з яких характеризується розрахунковою швидкістю скочування, що наведено у таблиці 5.1:

Таблиця 5.1 – Середні швидкості руху вагонів на розрахункових ділянках

№ ділянок	Межі ділянок	V_i , м/с
1	ВГ- Початок ГП1	3,5
2	Початок ГП1- Початок ПГП	3,0
3	Початок ПГП - РТ	1,4

Висота є одним з головних параметрів сортувальної гірки і визначається згідно [43] за формулою:

$$H_p = k_p (\bar{h}_{\text{очн}} + \bar{h}_{\text{ск}} + \bar{h}_{\text{св}}) + h_{\text{сн}} - h_o, \quad (5.1)$$

де k_p – міра відхилення розрахункового значення h_w від його середньої величини (для ГМП $k_p = 1,5$);

$\bar{h}_{\text{осн}}, \bar{h}_{\text{ск}}, \bar{h}_{\text{св}}$ – середні величини питомої роботи відповідних сил опору руху:

основного, стрілочних переводів і кривих ділянок, середовища і вітру, *м е. в.*;

$h_{\text{сн}}$ – питома робота опору руху від снігу та інею, *м е. в.*;

h_0 – енергетична висота, яка відповідає швидкості розпуску, *м е. в.*

На кожній з розрахункових ділянок визначається величина сил опору.

Розрахунок втрат енергетичних висот при визначенні H_p виконується для розрахункового бігуна, який характеризується наступними параметрами [43] – критий, 4-вісний вагон на роликових підшипниках, $Q=25$ т, $w_0 = 1,75$ Н/кН.

Таким чином, H_r визначається по умові докочування розрахункового поганого бігуна від ВГ до РТ.

5.3 Визначення втрат енергетичних висот від сил опору руху відчепів

Параметри кожної розрахункової ділянки (довжина, число стрілочних переводів і сума кутів повороту) наведені в таблиці 5.2.

Втрати енергетичних висот розраховуються згідно [43] за наступними формулах:

– від основного опору:

$$\bar{h}_{\text{осн}} = \bar{w}_0 \cdot L_p \cdot 10^{-3}, \quad (5.2)$$

де L_p – розрахункова довжина маршруту від ВГ до РТ, м. ($L_p = 317,34$ м);

w_0 – основний питомий опір розрахункового бігуна, Н/кН.

$$h_{\text{осн}} = 1,75 \cdot 343,554 \cdot 10^{-3} = 0,636 \text{ м. е. в.}$$

– від опору стрілок і кривих:

$$\bar{h}_{\text{ск}} = (0,56 \cdot n + 0,23 \sum \varphi) \cdot \bar{V}^2 10^{-3}, \quad (5.3)$$

де $n, \sum \varphi$ – кількість стрілочних переводів і сума кутів повороту (включаючи стрілочні) на маршруті або ділянці скочування;

$\bar{V}$ – середня швидкість вагону на маршруті (ділянці) скочування, м/с.

Розрахунок опору від стрілок і кривих для розрахункових ділянок по маршруту на колії 25 і 24 виконаний в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок опору від стрілок і кривих

Ділянки	$L, м$	$\Sigma\varphi, \text{градуси}$		$n, \text{шт}$	$\bar{V}_i, \text{м/с}$	$h_{\text{скі}}, \text{м.е.в.}$	
		колія 25	коліям 24			колія 25	колія 24
1	53,48	0	0	0	3,5	0	0
2	230,229	58,155	48,693	3	3	0,136	0,116
3	59,85	0	0	0	1,4	0	0
Σ	343,554	-	-	-	-	0,139	0,119

- від опору снігу і інію згідно [43]:

$$h_{\text{сн}} = w_{\text{сн}} \cdot L \cdot 10^{-3} \quad (5.4)$$

де $w_{\text{сн}}$ - питомий опір від снігу та інію на i -ї ділянці, $H/\kappa H$.

Згідно таблиці А.4 Додатку А.3 температури становить -30°C , при цьому згідно [43] $w_{\text{сн}} = 0,50 H/\kappa H$.

Опір від снігу та інію розраховується для зимових умов в межах стрілочної зони і на сортувальних коліях.

$$L_{\text{сн}} = L_3 + L_2 - l_{\text{гп1}} = 230,229 + 59,85 - 12,475 = 277,604 \text{ м} \quad (5.5)$$

$$h_{\text{сн}} = 0,5 \cdot 277,604 \cdot 10^{-3} = 0,139 \text{ м. е. в.}$$

Енергетична висота відчепу на вершині гірки згідно [43]:

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g'} \quad (5.6)$$

де V_0 - швидкість розпуску (для ГМП $V_0 = 1,20 \text{ м/с}$);

g' - прискорення вільного падіння з урахуванням інерції частин, що обертаються, м/с^2

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0.42 \cdot n_{oc}}{Q}} \quad (5.7)$$

де g – нормальне прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

n_{oc} – число осей в розрахунковому відчепі, $n_{oc} = 4$;

Q – вага розрахункового відчепа, $Q = 25 \text{ т}$.

Тоді

$$g' = \frac{9,81}{1 + \frac{0.42 \cdot 4}{25}} = 9,19 \text{ м/с}^2,$$

$$h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,19} = 0,078 \text{ м.е.в.}$$

Питомий опір від середовища і вітру залежить від типу вагону, швидкості його руху, швидкості і напрямку вітру і визначається по формулі згідно [43]:

$$\pm w_{cv} = K_{bc} C_x V_p^2 \quad (5.8)$$

де K_{bc} – приведений коефіцієнт параметрів відчепа і середовища;

C_x – коефіцієнт повітряного опору вагону;

V_p – результуюча (відносна) швидкість вагону і вітру, м/с .

Коефіцієнт K_{bc} для окремих вагонів визначається по формулі згідно [43]:

$$K_{bc} = \frac{17,8 \cdot S}{(273 + t)Q}, \quad (5.9)$$

де S – площа поперечного перетину вагону, м^2 (для критого вагону $S = 9,7 \text{ м}^2$);

t – температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ ($t = -30^{\circ}\text{C}$);

Q – вага вагону, $Q = 25 \text{ т}$.

Для визначення результуючої швидкості V_p необхідно розрахувати середню швидкість вітру $V_{\text{вітру}}$. Швидкість вітру в даному випадку визначається за розою вітрів (рисунок 5.1), яка складається за даними метеорологічних спостере-

жень (Додаток А.4, табл. А.5) на станції і азимуту напрямку розпуску (180°). При цьому беруться до уваги тільки ті напрямки вітру, які є зустрічними напрямку розпуску.

Виходячи з рози вітрів видно, що зустрічними напрямку розпуску будуть вітри Пд, Пд-Зх, Сх, Пд-Сх.

Середня швидкість вітру згідно [43] визначається по формулі:

$$V_{\text{вітру}} = \frac{\sum V_i P_i}{\sum P_i} \quad (5.10)$$

де V_i - швидкість вітру i -го напрямку, м/с;

P_i – ймовірність того, що вітер буде i -го напрямку.

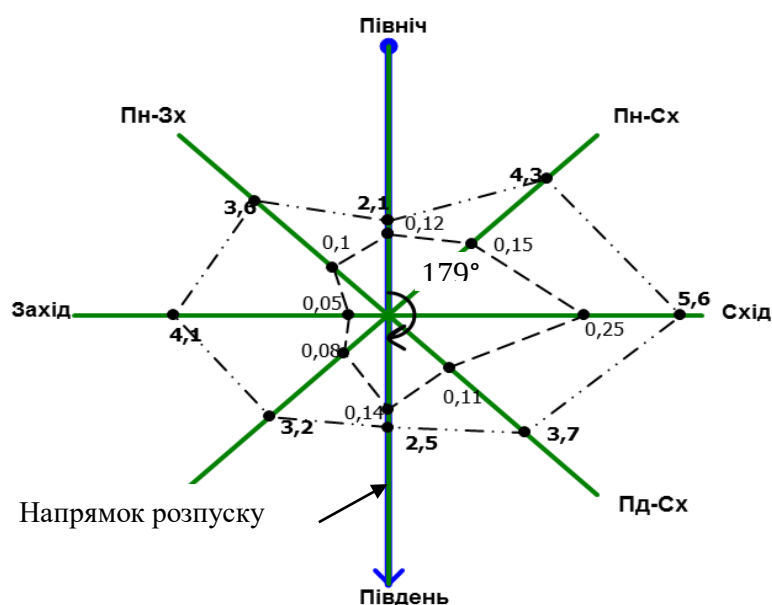


Рисунок 5.1 – Роза вітрів

Таким чином, середньозважена швидкість вітру за даними Додаток А.4, табл. А.5 складе

$$V_{\text{вітру}} = \frac{5,6 \cdot 0,25 + 3,7 \cdot 0,11 + 2,5 \cdot 0,14 + 3,2 \cdot 0,08}{0,25 + 0,11 + 0,14 + 0,08} = 4,2 \text{ м/с}$$

Кут напрямку вектора $V_{\text{вітру}}$ вважаємо рівним $\beta = 0$ (вітер зустрічний – лобовий). При кутах $\beta < 30^\circ$ результуюча швидкість розраховується по формулі:

$$V_p = V_{\text{ваг}} + V_{\text{вітру}}, \quad (5.11)$$

де $V_{\text{ваг}}$ – швидкість вагону на i -м ділянці.

Кут α між напрямком руху вагону і напрямком результуючої вітру:
 $\alpha = \beta/2 = 0$ (так як $\beta = 0$). По [43] визначимо значення C_x (при $\alpha = 0$, $C_x = 1,12$):

$$K_{\text{вс}} = \frac{17,8 \cdot 9,7}{(273 - 30) \cdot 25} = 0,0272$$

Розрахунок втрат від опору середовища і вітру виконано в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок втрат від опору середовища і вітру

Ділянка	$L, \text{ м}$	$V, \text{ м/с}$	$V_p, \text{ м/с}$	$w_{\text{св}}, \text{ Н/кН}$	$h_{\text{св}}, \text{ м. е. в}$
1	53,48	3,5	7,7	1,87	0,1
2	230,224	3,0	7,2	1,63	0,375
3	59,85	1,4	5,6	0,98	0,059
Разом	343,554				0,534

5.4 Визначення висоти гірки та параметрів профілю

Знаючи сумарні втрати $h_{\Sigma\omega}$ від кожного виду опору, а також енергетичну висоту розрахункового бігуна на вершині гірки ($h_0 = 0,078 \text{ м. е. в.}$), по формулі (5.1) визначимо розрахункову висоту сортувальної гірки:

$$H_p = 1,5 (0,636 + 0,139 + 0,534) + 0,139 - 0,078 = 1,97 \text{ м}$$

Для подальших розрахунків використовуємо значення висоти існуючої гірки, яка рівна $H_r = 2,16 \text{ м}$. Існуючий поздовжній профіль сортувальної гірки наведено в таблиці 5.4. згідно таблиці А.6 Додатку А.4.

Таблиця 5.4 – Параметри поздовжнього профілю сортувальної гірки

Параметри	Значення параметрів					
№ елемента	1	2	3	4	5	6
Ухил, ‰	0,6	1,5	2,0	7,0	16,0	41,0
Довжина, м	47	15,85	211,754	18,475	20,48	30,0

5.5 Побудова графіків втрат енергетичних висот для розрахункових відчепів

Для того, щоб перевірити працездатність сортувальної гірки, необхідно промодельовати процес розпуску составів з гірки. Однією з найпростіших моделей є графічна модель, що значно спрощує побудову графіків швидкості і часу для розрахункових відчепів, на підставі аналізу яких робиться висновок про працездатність гірки. План і профіль існуючої сортувальної гірки повинен забезпечувати розділення розрахункової групи відчепів на стрілочних переводах (СП), уповільнювачах, граничному стовпчику (ГС).

Розрахунковою групою відчепів для гірки малої потужності приймається: П – Х – П [43], де П – поганий бігун, Х – хороший бігун. При цьому П скочується на «важку» колію (колія 25), Х – на суміжну з ним (колія 24).

Характеристика розрахункових бігунів наведена в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Характеристики розрахункових бігунів

Тип	Рід	Осей	Q, t	$w_0, H/кН$	$l_b, м$	$b_k, м$	$S, м^2$	$g', м/с^2$	$K_{вс}$
П	ПВ	4	25	4,0	13,92	10,5	8,5	9,19	0,0272
Х	ПВ	4	70	0,8	13,92	10,5	8,5	9,58	0,0089

При моделюванні прийнято наступні умови: швидкість розпуску 1,2 м/с, зимовий період ($t = -30^{\circ}C$), вітер зустрічний – боковий ($\beta = 30^{\circ}$). Крім того, криві втрат енергетичних висот для Х будуються для двох режимів: без гальмування та з гальмуванням на гальмівних позиціях.

Розрахунки втрат енергетичної висоти для розрахункових бігунів зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок втрат енергетичної висоти для П і Х

Діля- нка	Параметри		Параметри розрахункових бігунів								
	$L, м$	$V, м/с$	$V_B, м/с$	$w_0, H/κH$	$V_p, м/с$	$w_{CB}, H/κH$	Втрати енергетичної висоти				
							$h_{очн}$	$h_{ск}$	h_{CB}	h_w	H_w
Поганий ($K_{BC} = 0,0272, C_x = 1,75$)											
1	53,48	3,5	4,16	4	7,66	2,56	0,214	0	0,137	0,351	0,351
2	230,229	3	4,16	4	7,16	2,24	0,921	0,136	0,516	1,573	1,924
3	59,85	1,4	4,16	4	5,56	1,35	0,239	0	0,081	0,32	2,244
Хороший ($K_{BC} = 0,0089, C_x = 1,75$)											
1	53,48	3,5	4,16	0,8	7,66	0,92	0,043	0	0,049	0,092	0,092
2	230,229	3	4,16	0,8	7,16	0,8	0,184	0,116	0,184	0,484	0,576
3	59,85	1,4	4,16	0,8	5,56	0,48	0,048	0	0,029	0,077	0,653

Визначимо енергетичну висоту розрахункових бігунів на вершині гірки:

$$g_{п}' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{25}} = 9,19 \text{ м/с}^2; \quad h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,19} = 0,078 \text{ м.в.}$$

$$g_{х}' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{70}} = 9,58 \text{ м/с}^2; \quad h_0 = \frac{1,2^2}{2 \cdot 9,58} = 0,073 \text{ м.в.}$$

Виходячи із отриманих даних можна сказати, що висота гірки забезпечує докочування поганого бігуна до РТ.

Швидкість Х в розрахунковій точці значно перевищує допустиму швидкість зіткнення вагонів (1,4 м/с). В цьому зв'язку необхідно виконати гальмування цього бігуна на гальмівних позиціях. Гальмування виконується так, щоб вирівняти швидкості П і Х на розрахункових ділянках. При цьому слід враховувати максимальну потужність гальмівних позицій.

5.6 Побудова графіків швидкості та тривалості скочування розрахункових бігунів

Графіки швидкості і часу руху $V = f(S)$ і $T = f(S)$ будуються для кожного з трьох розрахункових відчепів, що беруть участь в моделюванні процесу скочу-

вання (П – Х – П), для яких були побудовані втрати енергетичних висот.

Розрахунки швидкості виконуються перш за все в характерних (контрольних) точках, якими є:

- вхід на гальмову позицію (координата $SE_{ГП}$) і вихід із неї ($SG_{ГП}$);
- вхід на ізолювану секцію стрілочного перевodu, уповільнювача ($SE_{ІД}$) і вихід із неї ($SG_{ІД}$);
- підхід до граничного стовпчика ($SE_{ГС}$) і прохід за нього ($SG_{ГС}$).

Координати SE , SG відповідають положенню центра ваги вагона у моменти заняття (входу) та звільнення (виходу) відповідних елементів:

- для зон гальмування

$$SE = SPI - b_K/2; \quad SG = SPI + l_{ГП} + b_K/2;$$

- для ізолюваних ділянок стрілок

$$SE = SPI - b_K/2; \quad SG = SPI + l_{ІД} + b_K/2;$$

- для граничного стовпчика

$$SE = SPI - l_B/2; \quad SG = SPI + l_B/2,$$

де SPI – координата початку відповідного елемента, визначається, користуючись розгорнутим планом маршруту;

$l_{ГП}$, $l_{ІД}$ – відповідно довжина гальмової позиції та ізолюваної ділянки;

b_K , l_B – відповідно колісна база та довжина вагона.

Координати контрольних точок наведені в таблиці 5.7.

Визначення швидкості скочування можливе за формулою:

$$V_i = \sqrt{2g'h_i}, \quad (5.12)$$

де h_i – залишкова енергетична висота в i -й точці, м *е. в.*

Таблиця 5.7 – Розрахунок координат контрольних точок маршруту скочування

Найменування елементів	СП, м	$l_{\text{ГП}}, l_{\text{Д}},$ м	SE, м	SG, м
ІД СП 301	66,455	11,38	47,73	71,205
ІД ГП 1	53,48	13,48	48,23	71,205
ІД СП 307	126,661	11,38	121,411	143,291
ІД СП 317	150,631	11,38	145,381	167,261
ГС	197,241	0	190,281	204,201
ПГП	283,709	9,85	278,459	298,809

Побудова графіків тривалості скочування $T = f(S)$ виконується на тому ж кресленні, що і $V=f(S)$. Знаючи швидкість відчепа в кожній точці (V_i і V_{i+1}), а також відстань між цими точками ($S_{i,i+1}$), визначається час ходу відчепа між i -ю і $i+1$ точками:

$$t_{i,i+1} = \frac{2 \cdot \Delta S_{i,i+1}}{V_i + V_{i+1}}, \quad (5.13)$$

Визначивши $t_{i,i+1}$ на всіх ділянках можна визначити загальний час ходу відчепа від ВГ до j -й точки:

$$T_j = \sum_{i=1}^j t_i, \quad (5.14)$$

Інтервал між відчепами на вершині гірки приблизно можна визначити як:

$$I_0 = \frac{S}{V_0} = \frac{l_{\text{В}}^1 + l_{\text{В}}^2}{2 \cdot V_0}, \quad (5.15)$$

де $l_{\text{В}1}, l_{\text{В}2}$ – довжина відповідно першого і другого відчепів (13,92 м).

$$I_0 = \frac{13,92 + 13,92}{2 \cdot 1,2} = 11,60 \text{ с}$$

Тобто Х з'явиться на ВГ через 11,60 с після П, а наступний за Х П з'явиться на ВГ через 11,60 с після Х і через 23,20 с після першого ДП.

«Дифи» визначаються в кожній розрахунковій точці:

$$\Delta t_j = T_j^{\Pi} - T_j^X, \quad (5.16)$$

Результати розрахунків швидкості та тривалості скочування відцепів наведені в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Розрахунок швидкості та тривалості скочування вагонів

№ точки	Назва точки	S, м	$\Delta S, м$	Y _h , мм		V, м/с		t _x , с		T _x , с		$\Delta t, с$
				П	Х	П	Х	П	Х	П	Х	
1	ВГ	0	10	3,9	3,75	1,2	1,2	5,01	4,77	0	0	0
2	Пром.	10		21,1	23,4	2,79	2,99			5,01	4,77	0,24
3	Пром.	20	10	38,3	43	3,75	4,06	3,06	2,84	8,07	7,61	0,46
4	Пром.	30	10	55,4	62,5	4,51	4,89	2,42	2,23	10,49	9,84	0,65
5	Пром.	39	9	59,6	68,9	4,68	5,14	1,96	1,79	12,45	11,63	0,82
6	Вхід на ІД ГП1	47,73	8,73	63,7	75,1	4,84	5,36	1,83	1,66	14,28	13,29	0,99
7	Початок ГП1	48,23	0,5	64	75,5	4,85	5,38	0,1	0,09	14,38	13,38	1
8	Пром.	50,48	2,25	65	73	4,89	5,29	0,46	0,42	14,84	13,8	1,04
9	Вхід на ІД СП301	61,205	10,725	65,2	56,4	4,9	4,65	2,19	2,16	17,03	15,96	1,07
10	Пром.	68,955	7,75	65,3	44,3	4,9	4,12	1,58	1,77	18,61	17,73	0,88
11	Кінець ГП1	71,205	2,25	64,7	40,2	4,88	3,92	0,46	0,56	19,07	18,29	0,78
12	Вихід із ІД ГП1	71,705	0,5	64,6	40,2	4,87	3,92	0,1	0,13	19,17	18,42	0,75
13	Вихід із ІД СП301	83,085	11,38	61,8	40,2	4,77	3,92	2,36	2,9	21,53	21,32	0,21
14	Пром.	103,085	20	57	40	4,58	3,92	4,28	5,1	25,81	26,42	-0,61
15	Вхід на ІД СП307	121,411	18,326	52,5	39,9	4,39	3,91	4,09	4,68	29,9	31,1	-1,2
16	Пром.	132,411	11	49,9	39,9	4,28	3,91	2,54	2,81	32,44	33,91	-1,47
17	Вихід із ІД СП307	143,291	10,88	47,3	39,8	4,17	3,91	2,58	2,78	35,02	36,69	-1,67
18	Вхід на ІД СП317	145,381	2,09	46,8	39,8	4,15	3,91	0,5	0,53	35,52	37,22	-1,7
19	Пром.	156,381	11	44,1	39,7	4,03	3,9	2,69	2,82	38,21	40,04	-1,83
20	Вихід із ІД СП317	167,261	10,88	41,5	39,7	3,91	3,9	2,74	2,79	40,95	42,83	-1,88
21	Пром.	179,261	12	38,6	39,6	3,77	3,9	3,13	3,08	44,08	45,91	-1,83
22	Вхід на ГС	190,281	11,02	35,9	39,6	3,63	3,9	2,98	2,83	47,06	48,74	-1,68
			13,92					3,93	3,57			

Продовження таблиці 5.8

№ точки	Назва точки	S, м	ΔS , м	Y_h , мм		V, м/с		t_x , с		T_x , с		Δt , с
				П	Х	П	Х	П	Х	П	Х	
23	Вихід із ГС	204,201	19	32,6	39,5	3,46	3,89	5,7	4,88	50,99	52,31	-1,32
24	Пром.	223,201		28	39,4	3,21	3,89			56,69	57,19	-0,5
25	Пром.	242,201	19	23,4	39,3	2,93	3,88	6,19	4,89	62,88	62,08	0,8
26	Пром.	261,201	19	18,8	39,2	2,63	3,88	6,83	4,9	69,71	66,98	2,73
27	Початок ПГП	278,459	17,258	14,7	39,2	2,32	3,88	6,97	4,45	76,68	71,43	5,25
28	Пром.	280,709	2,25	14,3	35,6	2,29	3,69	0,98	0,59	77,66	72,02	5,64
29	Пром.	296,559	15,85	10,9	10,3	2	1,99	7,39	5,58	85,05	77,6	7,45
30	Кінець ПГП	298,809	2,25	10,4	6,7	1,96	1,6	1,14	1,25	86,19	78,85	7,34
31	Пром.	313,809	15	6,7	6,1	1,57	1,53	8,5	9,58	94,69	88,43	6,26
32	Пром.	328,809	15	3,2	5,6	1,08	1,46	11,32	10,03	106,01	98,46	7,55
33	РТ	343,554	14,75	0	5,05	0	1,39	27,31	10,3	133,32	108,76	25,46

5.7 Перевірка умов розділення розрахункової групи відчепів на розділових елементах

Відомо, що конструкція сортувальної гірки, а також її технічне оснащення, повинні забезпечувати розмежування відчепів на окремих елементах. Розмежування потрібне з метою переведення між суміжними відчепами стрілок і вагоноуповільнювачів з одного положення в інше, безперешкодного прослідкування відчепами граничних стовпчиків, а також нормального функціонування пристроїв ГАЦ і систем автоматизації.

Розмежування забезпечується, якщо є достатній інтервал часу між послідовними моментами звільнення елемента відчепом і заняття його наступним відчепом. Для окремого елемента моментами заняття і звільнення його відчепами вважаються: для стрілочного переводу, вагоноуповільнювача, проміжної ділянки – вхід на їх ізольовану секцію і вихід з неї крайніх колісних пар відчепа, для граничного стовпчика – підхід до нього і прохід за нього торцевих стінок відчепа.

З метою забезпечення розмежування суміжних відчепів кожен з них повинен входити на елемент після його звільнення попереднім відчепом, тобто повинна витримуватись умова:

$$I_o + TE_2 > TG_1, \quad (5.17)$$

де I_o – інтервал відриву суміжних відчепів на ВГ;

TE_2 – тривалість скочування другого відчепа в парі від ВГ до входу на елемент;

TG_1 – тривалість скочування першого відчепа від ВГ до виходу з елемента.

Проміжок часу між моментами звільнення елемента першим відчепом (TG_1) і моментом заняття другим відчепом (TE_2) являє собою резерв інтервалу δt , величину якого можна розрахувати як

$$\delta t = I_o + TE_2 - TG_1, \quad (5.18)$$

Для надійного розмежування відчепів на окремому розподільному елементі потрібно мати резерв інтервалу не менше $\delta t_{\min}$, величина якого залежить від типу елемента:

- для граничного стовпчика $\delta t_{\min} = 0$;
- для ізолюваних ділянок стрілочних переводів враховується інерційність (запізнення) релейної апаратури на звільнення елемента, яка згідно з [43] становить $\delta t_{\min} = 1$ с;
- для ізолюваних ділянок вагонних уповільнювачів враховується тривалість переведення уповільнювача з одного стану в інший, тобто $\delta t_{\min} = t_{\text{пу}}$.

Величина $t_{\text{пу}}$ приймається по табл. 5.1 [43] у залежності від типу вагонного уповільнювача і враховується як тривалість його переведення у гальмовий стан (τ_r) для сполучення бігунів $\Pi_1 - X_2$ і як тривалість розгальмування (τ_p) - для сполучення $X_1 - \Pi_2$. Наприклад, для уповільнювачів КНП-5: $\tau_r = 0,8$ с, $\tau_p = 1,2$ с.

Таким чином, можливість розмежування відчепів відповідає умові:

$$\delta t \geq \delta t_{\min}, \quad (5.19)$$

Визначення інтервалів між відчепами на розділювальних елементах наведено в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 Розрахунок інтервалів між відчепами на розділювальних елементах

№№ п/п	Назва	Сполучення П ₁ - Х ₂				Сполучення Х ₁ - П ₂			
		TE_2, c	TG_1, c	$\delta t, c$	$\delta t_{\min}, c$	TE_2, c	TG_1, c	$\delta t, c$	$\delta t_{\min}, c$
1	ІД ГП1	13,29	19,17	5,72	0,8	14,28	18,42	7,46	1,2
2	ГС	48,74	50,99	9,35	0	47,06	52,31	6,35	0
3	ІД СП301	15,96	21,53	6,03	1	17,03	21,32	7,31	1
4	ІД СП307	31,1	35,02	7,68	1	29,9	36,69	4,81	1
5	ІД СП317	37,22	40,95	7,87	1	35,52	42,83	4,29	1

Так, як усі інтервали відповідають умові (5.18), то можливість розмежування відчепів забезпечується, а також конструкція гірки відповідає вимогам [43] в плані можливості забезпечення встановленої швидкості розпуску.

5.8 Визначення розрахункової швидкості розпуску та переробної спроможності сортувальної гірки

Оскільки резерви інтервалів на розділювальних елементах є, то це означає, що є можливість підвищення швидкості розпуску, а також і переробної спроможності сортувальної гірки.

Максимальна швидкість розпуску за умови поділу відчепів на окремо взятому елементі розраховується за формулою:

$$V_{0\max} = \frac{l_{\text{вар}1} + l_{\text{вар}2}}{2(I_0 - \delta t + \delta t_{\min})} \quad (5.20)$$

Розрахунки виконано у вигляді таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Визначення максимально можливої швидкості розпуску для окремих розділювальних елементів

№№ п/п	Назва	Сполучення П ₁ – Х ₂			Сполучення Х ₂ – П ₁			V _{0max} , м/с
		δt, с	δt _{min} , с	V _{0max} , м/с	δt, с	δt _{min} , с	V _{0max} , м/с	
1	ІД ГП1	5,72	0,8	2,08	7,46	1,2	2,61	2,08
2	ГС	9,35	0	6,19	6,35	0	2,65	2,65
3	ІД СП301	6,03	1	2,12	7,31	1	2,63	2,12
4	ІД СП307	7,68	1	2,83	4,81	1	1,79	1,79
5	ІД СП317	7,87	1	2,94	4,29	1	1,68	1,68

Переробна спроможність гірки визначається за формулою:

$$N_{\pi} = \frac{\alpha_{\text{вр}} \cdot (1440 - T_{\text{пост}})}{p_{\Gamma} t_{\Gamma}} \cdot m_{\text{с}}, \quad (5.21)$$

де $\alpha_{\text{вр}}$ – коефіцієнт, що враховує перерви в роботі гірки через ворожі пересування, $\alpha_{\text{вр}}=0,97$;

$T_{\text{пост}}$ – час заняття гірки за добу постійними технологічними перервами для технічного обслуговування та ремонту гірочних пристроїв, зміни локомотивних бригад і т.і., $T_{\text{пост}}=60$ хв;

t_{Γ} – гірочний технологічний інтервал, за результатами розрахунків він становить $t_{\Gamma}=22$ хв;

$m_{\text{с}}$ – кількість вагонів в составі, згідно розділу 3 $m_{\text{с}}=54$ ваг;

p_{Γ} – коефіцієнт надійності технічних засобів гірки, $p_{\Gamma}=1,12$.

$$N_{\pi} = \frac{0,97 \cdot (1440 - 60)}{1,12 \cdot 22} \cdot 54 = 4205 \text{ ваг / добу}$$

Отже, завантаження гірки станції П дорівнює:

$$\Psi_r = \frac{1003}{4205} = 0,24$$

Оскільки отриманий коефіцієнт завантаження гірки не перевищує максимального критичного його значення, тобто 0,85, то можна зробити висновок, що гірка не лише відповідає обсягам роботи, але і має значні резерви для їх подальшого зростання.

6 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІІ ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНОГО ПАРКУ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П

6.1 Характеристика задачі дослідження

Згідно прийнятої легенди дипломної роботи, перерозподіл транспортних потоків в районі станції П однозначно приведе до суттєвого зростання транзитного вагонопотоку через неї. З врахуванням цього зростає актуальність питання перевірки та приведення у відповідність новим збільшеним обсягам роботи як технічного оснащення даної станції, так і технології її роботи. Крім цього, виникає необхідність аналізу достатності колійного розвитку приймально-відправного парку та вирішення задачі обслуговування транзитних поїздів.

Розрахунки, які були виконані у розділі 4, дозволили стверджувати, що існуючого колійного розвитку приймально-відправного парку «Б», який складав 3 колії, недостатньо для нормальної роботи цього парку та ритмічного обслуговування відповідних поїздів. Згідно результатів розрахунків, виконаних в розділі 3, в даному парку необхідно, після збільшення кількості транзитних поїздів, передбачити 5 приймально-відправних колій.

У зв'язку з цим в даному розділі буде розглянуто декілька варіантів реконструкції горловин приймально-відправного парку з метою пошуку раціонального із них.

Схема горловин існуючого приймально-відправного парку наведена на рисунку 6.1:

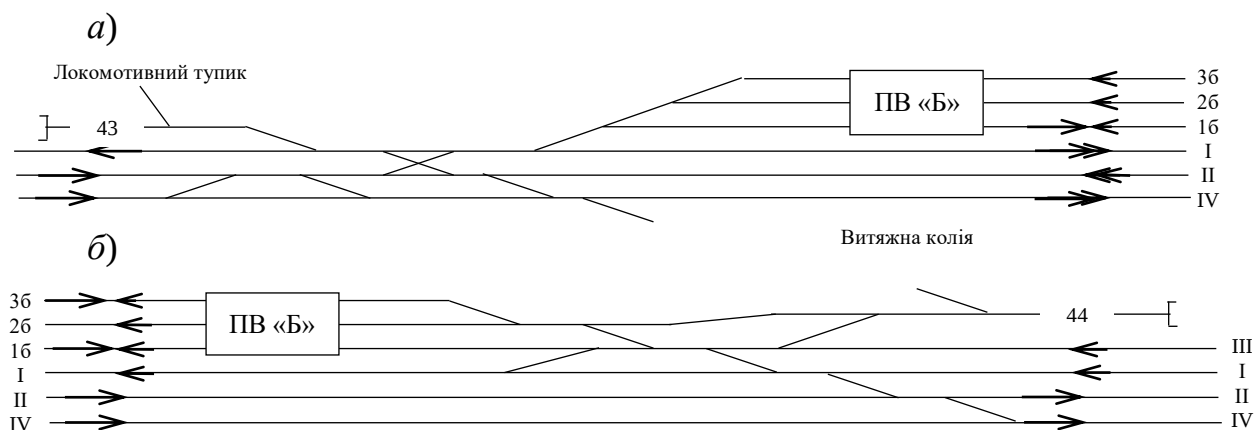


Рисунок 6.1 – Схема парку ПВ «Б»:

а) непарна горловина, б) парна горловина

Колії приймально-відправного парку «Б» 1б – 3б спеціалізовані для обробки транзитних поїздів. На всіх коліях даного парку можуть обслуговуватись поїзди як з Т та Р на К, так і кутові поїзди: з Т на Р та з Р на Т.

Головні колії I-IV призначені для пропуску, а також прийому, обслуговування та відправлення пасажирських поїздів зі всіх напрямків. Причому, пасажирський поїздопотік та поїздопотік у розформування з ліній Т та Р перед парком ПВ «Б» направляється на I головну колію.

Крім цього поблизу приймально-відправного парку є ряд допоміжних колій, які використовуються для внутрішньостанційних переміщень (у тому числі, і переміщень поїзних локомотивів у ЛГ та навпаки, або переміщень цих локомотивів з приймально-відправного парку у парк відправлення), і таким чином виконувати реконструкцію горловин приймально-відправного парку потрібно з врахуванням мінімальної зміни існуючого технічного оснащення.

З метою збільшення колійного оснащення парку «Б», було запропоновано по 2 варіанта реконструкції кожної горловини цього парку. При цьому варіантів сполучень двох варіантів двох горловин буде 4.

Всі варіанти будуть використані для подальшого аналізу та розрахунків, а найбільш раціональний із цих варіантів буде прийнято для впровадження.

6.2 Характеристика варіантів реконструкції парку «Б»

При розробці першого варіанту кожної горловини була поставлена за мету мінімізувати зміни існуючого колійного розвитку по відношенню до наявного. В той же час при проектуванні другого варіанту обох горловин акцент було зроблено на підвищенні ритмічності та поточності руху поїздів, максимальній кількості необхідних паралельних пересувань. Звісно, що варіанти проектуються так, щоб виконувалась умова щодо забезпечення мінімальної корисної довжини колій парку «Б», що складає 850 м.

Дані горловини відрізняються між собою різними параметрами проектування та демонтажу технічного оснащення.

Два варіанти реконструкції непарної горловини парку ПВ «Б» наведені на рисунку 6.2.

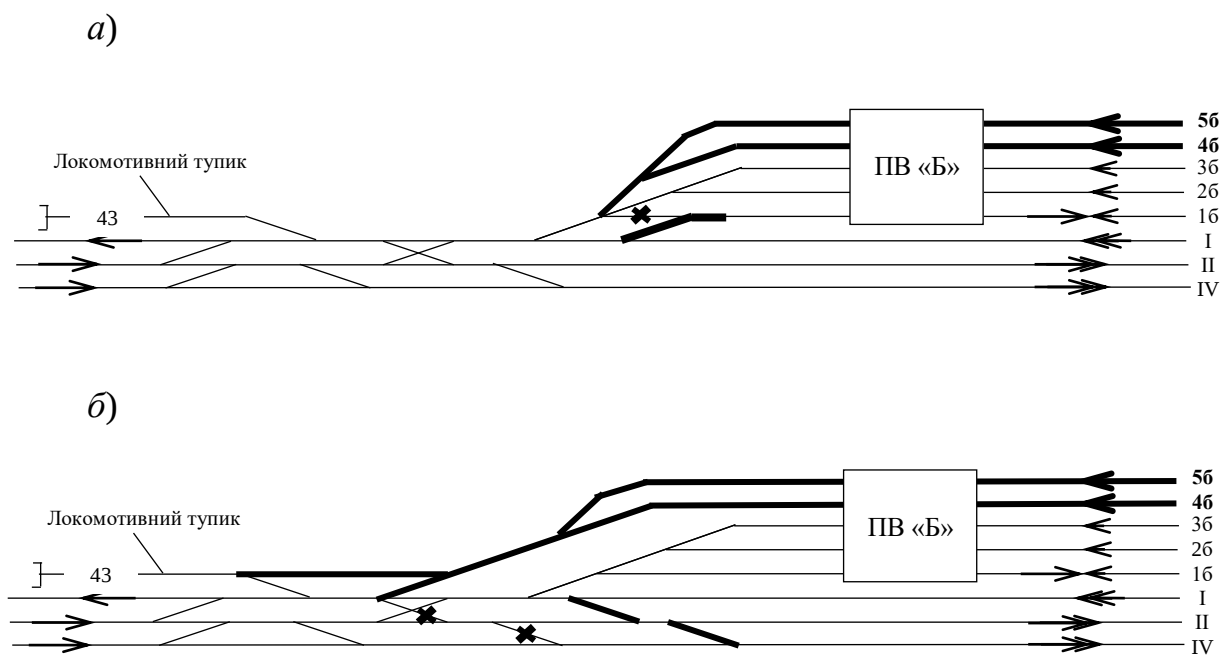


Рисунок 6.2 – Варіанти реконструкції непарної горловини ПВ «Б»:

а) 1-й варіант, б) 2-й варіант

Варіанти реконструкції парної горловини парку Б (див. рисунок 6.3) проєктуються з аналогічними вимогами, що і попередні варіанти.

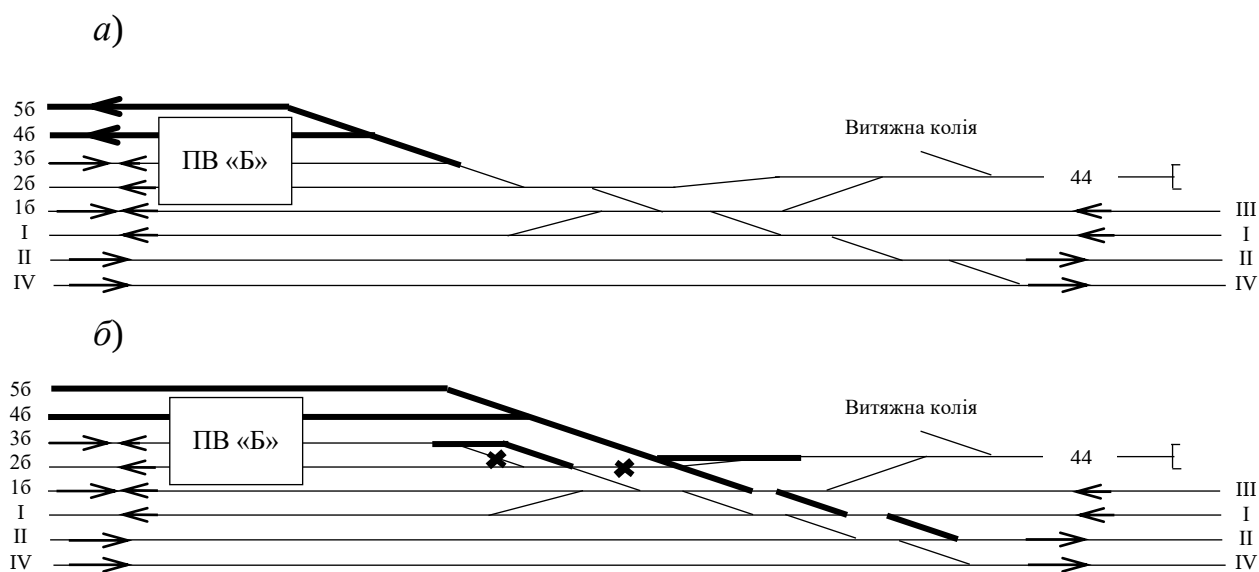


Рисунок 6.3 – Варіанти реконструкції парної горловини ПВ «Б»:

а) 1-й варіант, б) 2-й варіант

Масштабне проектування розроблених варіантів дозволило зробити висновок, що 1-й варіант реконструкції парної горловини парку «Б» потребує мінімальних змін в його конструкції, однак не забезпечує паралельність виконання операцій прийому поїздів з Р та Т.

Другий варіант, навпаки, забезпечує паралельність операцій, однак, при цьому, потребує більших обсягів перевлаштування горловини.

В результаті комбінації запропонованих варіантів реконструкції двох горловин отримаємо 4 варіанти схем приймально-відправного парку «Б», які наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Варіанти реконструкції приймально-відправного парку «Б»

№ п/п	№ варіанту реконструкції	
	Парна горловина	Непарна горловина
1	1 варіант	1 варіант
2	2 варіант	1 варіант
3	1 варіант	2 варіант
4	2 варіант	2 варіант

6.3. Визначення обсягів робіт по реконструкції парку

Виконавши масштабне проектування отриманих варіантів парку «Б» визначимо основні їх показники.

Так, обсяги виконаних робіт за 1-м варіантом реконструкції приймально-відправного парку «Б» будуть наступними:

- укладання 2,135 км колії;
- розбирання 0,175 км колії;
- укладання 5 стрілочних переводів;
- розбирання 1 стрілочного переводу;
- спорудження 2,135 км контактної мережі;
- розбирання 0,175 км контактної мережі.

Для інших варіантів параметри визначаємо аналогічним чином. Зведемо усі характеристики 4-х варіантів реконструкції у таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Обсяги робіт за варіантами реконструкції

Назва роботи	Варіанти реконструкції			
Укладання колії, <i>км</i>	2,135	2,563	2,656	2,972
Демонтаж колії, <i>км</i>	0,175	0,35	0,22	0,51
Укладання стрілочних переводів, <i>шт</i>	5	11	6	16
Демонтаж стрілочних переводів, <i>шт</i>	1	3	4	6
Побудова контактної мережі, <i>км</i>	2,135	2,563	2,656	2,972
Демонтаж контактної мережі, <i>км</i>	0,175	0,35	0,22	0,51

6.4. Визначення тривалості та кількості затримок за варіантами удосконалення конструкції

Для кожної пари пересічних потоків вірогідна тривалість затримок T_z є множення вірогідного числа затримок K_z на середню тривалість затримки τ однієї пари поїздів [44]:

$$T_z = K_z \cdot \tau, \quad (6.1)$$

де K_z – кількість затримок;

τ – середнє значення затримок.

Кількість затримок визначається за формулою [44]:

$$K = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_1 + t_2)}{1440}, \quad (6.2)$$

Середнє значення затримок відрізняється для рівномірних (τ_p) та нерівномірних (τ_n) маршрутів, і може бути визначене за формулами:

$$\tau_p = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2 \cdot (t_1 + t_2)}, \quad \tau_n = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad (6.3)$$

де t_1, t_2 – час заняття перетину поїздом відповідного маршруту, *хв*;

N_1, N_2 – кількість поїздів по відповідних маршрутах за добу.

Час заняття маршруту перетину одним поїздом приймається 5 хв для вантажних поїздів 6 хв для виставлення поїздів свого формування [44].

Результати розрахунків кількості та тривалості затримок для першого варіанту реконструкції парної горловини парку «Б» станції П зведемо у таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок кількості та тривалості затримок для першого варіанту реконструкції парної горловини парку «Б»

№ п/п	Маршрути		Н/Р	N_1	N_2	t_1	t_2	K_3	τ_3	T_3
	Маршрут I	Маршрут II								
1	Прийом пасажирських поїздів із Р	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	17	5	6	3	0,53	4,5	2,39
2	Прийом пасажирських поїздів із Р	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	17	5	6	3	0,53	4,5	2,39
3	Прийом пасажирських поїздів із Т	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	11	5	6	3	0,34	4,5	1,53
4	Прийом пасажирських поїздів із Т	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	11	5	6	3	0,34	4,5	1,53
5	Прийом вантажних у розформування із Р	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	7	5	5	3	0,19	4	0,76
6	Прийом вантажних у розформування із Р	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	7	5	5	3	0,19	4	0,76
7	Прийом вантажних у розформування із Т	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	4	5	5	3	0,11	4	0,44
8	Прийом вантажних у розформування із Т	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	4	5	5	3	0,11	4	0,44
9	Прийом вантажних у розформування із Т	Прийом вантажних у розформування із Р	Р	4	7	5	5	0,19	2	0,38
10	Прийом вантажних транзитних із Р	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	25	5	5	3	0,69	4	2,76
11	Прийом вантажних транзитних із Р	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	25	5	5	3	0,69	4	2,76
12	Прийом вантажних транзитних із Т	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	14	5	5	3	0,39	4	1,56
13	Прийом вантажних транзитних із Т	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	14	5	5	3	0,39	4	1,56
Всього								4,69	-	19,26

Результати розрахунків кількості та тривалості затримок для другого варіанту реконструкції парної горловини парку «Б» станції П зведемо у таблицю 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок кількості та тривалості затримок для другого варіанту реконструкції парної горловини парку «Б»

№ п/п	Маршрути		Н/Р	N ₁	N ₂	t ₁	t ₂	K ₃	τ ₃	T ₃
	Маршрут I	Маршрут II								
1	Прийом пасажирських поїздів із Р	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	17	5	6	3	0,53	4,5	2,39
2	Прийом пасажирських поїздів із Р	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	17	5	6	3	0,53	4,5	2,39
3	Прийом пасажирських поїздів із Т	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	11	5	6	3	0,34	4,5	1,53
4	Прийом пасажирських поїздів із Т	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	11	5	6	3	0,34	4,5	1,53
5	Прийом вантажних у розформування із Р	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	7	5	5	3	0,19	4	0,76
6	Прийом вантажних у розформування із Р	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	7	5	5	3	0,19	4	0,76
7	Прийом вантажних у розформування із Т	Відправлення транзитних поїздів на Р	Н	4	5	5	3	0,11	4	0,44
8	Прийом вантажних у розформування із Т	Відправлення транзитних поїздів на Т	Н	4	5	5	3	0,11	4	0,44
9	Прийом вантажних у розформування із Т	Прийом вантажних у розформування із Р	Р	4	7	5	5	0,19	2	0,38
Всього								2,53	-	10,62

Аналогічно визначимо кількості та тривалості затримок для першого варіанту реконструкції непарної горловини парку «Б» станції П та зведемо результати для першого варіанту у таблицю 6.5, а для другого – у таблицю 6.6.

Таблиця 6.5 – Розрахунок кількості та тривалості затримок для першого варіанту реконструкції непарної горловини парку «Б»

№ п/п	Маршрути		Н/Р	N ₁	N ₂	t ₁	t ₂	K ₃	τ ₃	T ₃
	Маршрут I	Маршрут II								
1	Відправлення транзитних поїздів на К	Прибирання поїзних локомотивів з колій ПВ «Б» на колію №43	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
2	Відправлення транзитних поїздів на К	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
3	Відправлення транзитних поїздів на К	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
4	Відправлення транзитних поїздів на К	Подача поїзних локомотивів з колії №43 на колії ПВ «Б»	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53

Продовження таблиці 6.5

№ п/п	Маршрути		Н/Р	N ₁	N ₂	t ₁	t ₂	K ₃	τ ₃	T ₃
	Маршрут I	Маршрут II								
5	Прийом вантажних у розформування із Р	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	7	10	5	2	0,34	3,5	1,19
6	Прийом вантажних у розформування із Р	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	7	10	5	2	0,34	3,5	1,19
7	Прийом вантажних у розформування із Т	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	4	10	5	2	0,19	3,5	0,67
8	Прийом вантажних у розформування із Т	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	4	10	5	2	0,19	3,5	0,67
9	Прийом пасажирських поїздів із Р	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	17	10	6	2	0,94	4	3,76
10	Прийом пасажирських поїздів із Р	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	17	10	6	2	0,94	4	3,76
11	Прийом пасажирських поїздів із Т	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	11	10	6	2	0,61	4	2,44
12	Прийом пасажирських поїздів із Т	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	11	10	6	2	0,61	4	2,44
Всього								8,2	-	26,24

Таблиця 6.6 – Розрахунок кількості та тривалості затримок для першого варіанту реконструкції непарної горловини парку «Б»

№ п/п	Маршрути		Н/Р	N ₁	N ₂	t ₁	t ₂	K ₃	τ ₃	T ₃
	Маршрут I	Маршрут II								
1	Відправлення транзитних поїздів на К	Прибирання поїзних локомотивів з колій ПВ «Б» на колію №43	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
2	Відправлення транзитних поїздів на К	Прямування поїзних локомотивів з колії №43 в ЛГ	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
3	Відправлення транзитних поїздів на К	Прямування поїзних локомотивів з ЛГ на колію №43	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
4	Відправлення транзитних поїздів на К	Подача поїзних локомотивів з колії №43 на колії ПВ «Б»	Н	29	10	3	2	1,01	2,5	2,53
Всього								4,04	-	10,12

З урахуванням того, що раніше було розроблено по 2 варіанти удосконалення конструкції кожної горловини отримаємо 4 варіанти реконструкції приймально-відправного парку «Б», для кожного з яких визначимо параметри затримок у таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Розрахунок кількості та тривалості затримок для варіантів реконструкції приймально-відправного парку «Б»

№ п/п	Варіант реконструкції парку ПВ «Б»						K_3	T_3
	Парна горловина			Непарна горловина				
	№ варіанту	K_3	T_3	№ варіанту	K_3	T_3		
1	1 варіант	4,69	19,26	1 варіант	8,2	26,24	12,89	45,5
2	2 варіант	2,53	10,62	1 варіант	8,2	26,24	10,83	36,86
3	1 варіант	4,69	19,26	2 варіант	4,04	10,12	8,73	29,38
4	2 варіант	2,53	10,62	2 варіант	4,04	10,12	6,67	20,74

Отримані у даному розділі показники будуть використані для економічної оцінки кожного варіанту реконструкції станції та вибору із них раціонального за меншими модифікованими приведеними витратами.

6.5 Визначення раціонального варіанту удосконалення конструкції

Для визначення економічних показників з таблиці А.7 Додатку А.5 були прийняті питомі капітальні витрати та наведені в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 – Питомі капітальні витрати на одиницю вимірника

Назва роботи	Вимірник	Вартість, тис. грн
Укладання колії	1 км	2000
Демонтаж колії	1 км	1000
Укладання стрілочних переводів	комплект	500
Демонтаж стрілочних переводів	комплект	250
Побудова контактної мережі	1 км	2500
Демонтаж контактної мережі	1 км	1250

Розрахуємо модифіковані приведені витрати за варіантами на реконструкцію приймально-відправного парку «Б», і за мінімальним значенням цих витрат визначимо раціональний варіант реконструкції.

Для варіантів з одноетапними капіталовкладеннями і постійними в часі експлуатаційними модифікованими витратами приведені річні витрати визначаємо за сумарними приведеними капітальними та експлуатаційними витратами, які визначаються для кожного варіанту за формулою [45–46]:

$$МПВ_i = K_{0i} + (1 - \gamma) \frac{E_i}{D}, \quad (6.4)$$

де i – варіант реконструкції парку станції;

K_{0i} – одноразові капітальні вкладення, тис. грн;

γ – частка податкових відрахувань від прибутку;

E_i – річні експлуатаційні (поточні) витрати, тис. грн;

D – норма дисконту, тис. грн.

Сумарні капіталовкладення на реконструкцію горловини парку відправлення визначаються за формулою:

$$K_i = K_{\text{км}} + K_{\text{кол}} + K_{\text{сп}} + K_{\text{км}}^P + K_{\text{кол}}^P + K_{\text{сп}}^P, \quad (6.5)$$

де $K_{\text{км}}$ – капітальні вкладення на укладання контактної мережі;

$K_{\text{кол}}$ – капітальні вкладення на укладання колії;

$K_{\text{сп}}$ – капітальні вкладення на укладання стрілочного переводу;

$K_{\text{км}}^P$ – капітальні вкладення на розбирання контактної мережі;

$K_{\text{кол}}^P$ – капітальні вкладення на розбирання колії;

$K_{\text{сп}}^P$ – капітальні вкладення на розбирання стрілочних переводів.

Капітальні вкладення на укладання контактної мережі визначаються за формулою:

$$K_{\text{км}} = L_{\text{км}} \cdot C_{\text{км}} \cdot 10^{-3} \quad (6.6)$$

де $L_{\text{км}}$ – загальна довжина контактної мережі, яку необхідно укласти, км;

$C_{\text{км}}$ – вартість укладання 1 км контактної мережі, грн.

Капітальні вкладення на укладання колії визначаються за формулою:

$$K_{\text{кол}} = L_{\text{кол}} \cdot C_{\text{кол}} \cdot 10^{-3} \quad (6.7)$$

де $L_{\text{кол}}$ – загальна довжина колії;

$C_{\text{кол}}$ – вартість укладання 1 км колії, грн.

Капітальні вкладення на укладання стрілочного переводу визначаються за формулою:

$$K_{\text{сп}} = N_{\text{сп}} \cdot C_{\text{сп}} \cdot 10^{-3} \quad (6.8)$$

де $N_{\text{сп}}$ – кількість укладених стрілочних переводів;

$C_{\text{сп}}$ – вартість стрілочного переводу.

Капітальні вкладення на розбирання контактної мережі визначаються за формулою:

$$K^p_{\text{км}} = L^p_{\text{км}} \cdot C^p_{\text{км}} \quad (6.9)$$

де $L^p_{\text{км}}$ – загальна довжина контактної мережі, яку необхідно розібрати;

$C^p_{\text{км}}$ – вартість розбирання 1 км контактної мережі.

Капітальні вкладення на розбирання колії визначаються за формулою:

$$K^p_{\text{кол}} = L^p_{\text{кол}} \cdot C^p_{\text{кол}} \cdot 10^{-3} \quad (6.10)$$

де $L^p_{\text{кол}}$ – загальна довжина колії, яку необхідно розібрати;

$C^p_{\text{кол}}$ – капітальні вкладення на розбирання колії.

Капітальні вкладення на розбирання стрілочних переводів визначаються за формулою:

$$K^p_{\text{сп}} = N^p_{\text{сп}} \cdot C^p_{\text{сп}} \cdot 10^{-3} \quad (6.11)$$

де $N^p_{\text{сп}}$ – кількість стрілочних переводів, які необхідно розібрати;

$C^p_{\text{сп}}$ – вартість розбирання стрілочного переводу.

Визначимо капітальні витрати на реконструкцію горловини по варіантам у табличному вигляді (див. таблицю 6.9) з використанням рекомендацій [45–46].

Таблиця 6.9 – Капітальні витрати по варіантам реконструкції

Назва роботи	Варіанти реконструкції			
	1	2	3	4
Укладання колії, км.	4270	5126	5312	5944
Розбирання колії, км.	175	350	220	510
Укладання стрілочних переводів марки 1/9, шт.	2500	5500	3000	8000
Розбирання стрілочних переводів, шт.	250	750	1000	1500
Побудова контактної мережі, км.	5337,5	6407,5	6640	7430
Розбирання контактної мережі, км.	218,75	437,5	275	637,5
Капітальні витрати K_i	12751,3	18571	16447	24021,5

Сумарні експлуатаційні витрати на реконструкцію горловини по i -му варіанту:

$$E_i = E_{\text{км}} + E_{\text{кол}} + E_{\text{сп}} \quad (6.12)$$

де $E_{\text{км}}$ – експлуатаційні витрати на утримання контактної мережі;

$E_{\text{кол}}$ – експлуатаційні витрати на утримання колії;

$E_{\text{сп}}$ – експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів.

Експлуатаційні витрати на утримання контактної мережі визначаються за формулою:

$$E_{\text{км}} = L_{\text{км}} \cdot e_{\text{км}} \cdot 10^{-3} \quad (6.13)$$

де $L_{\text{км}}$ – довжина контактної мережі, яку укладають;

$e_{\text{км}}$ – витрати на утримання контактної мережі.

Експлуатаційні витрати на утримання колії визначаються за формулою:

$$E_{\text{кол}} = L_{\text{кол}} \cdot e_{\text{кол}} \cdot 10^{-3} \quad (6.14)$$

де $L_{\text{кол}}$ – довжина колії, яку укладають;

$e_{\text{кол}}$ – витрати на утримання колії.

Експлуатаційні витрати на утримання стрілочних переводів визначаються за формулою:

$$E_{\text{сп}} = N_{\text{сп}} \cdot e_{\text{сп}} \cdot 10^{-3} \quad (6.15)$$

де $N_{\text{сп}}$ – кількість укладених стрілочних переводів;

$e_{\text{сп}}$ – витрати на утримання стрілочних переводів.

Для визначення економічних показників були прийняті наступні питомі експлуатаційні витрати на одиницю вимірника (таблиця 6.10).

Таблиця 6.10 – Питомі експлуатаційні витрати на одиницю вимірника

Назва роботи	Вимірник	Витрати на утримання за місяць, тис. грн	Витрати на утримання за рік, тис. грн
Утримання колії	1 км	58	696
Утримання стрілочних переводів	1 комп	11	132
Утримання контактної мережі	1 км	15	180

Експлуатаційні витрати по варіантам визначимо в таблиці 6.11 за даними таблиці 6.2 та [46].

Таблиця 6.11 – Експлуатаційні витрати по варіантами реконструкції

Показник	Варіанти реконструкції			
	1	2	3	4
$E_{\text{кол}}, \text{ тис. грн.}$	1485,96	1783,85	1848,58	2068,51
$E_{\text{сп}}, \text{ тис. грн.}$	660	1452	792	2112
$E_{\text{км}}, \text{ тис. грн.}$	384,3	461,34	478,08	534,96
$E_i, \text{ тис. грн.}$	2530,26	3697,19	3118,66	4715,47

Враховуючи значення капітальних та експлуатаційних витрат, визначимо приведені витрати на реконструкцію горловини за варіантами в таблиці 6.12.

Таблиця 6.12 – Модифіковані приведені витрати по варіантам реконструкції

Показник	Варіанти реконструкції			
	1	2	3	4
K_i , тис. грн.	12751,3	18571	16447	24021,5
E_i , тис. грн.	2530,26	3697,19	3118,66	4715,47
$МПВ_i$, тис. грн.	28565,4	41678,4	35938,6	53493,2

Висновок: порівнявши значення приведених витрат за варіантами, визначаємо варіант з мінімальними. Так, мінімальні приведені витрати має перший варіант реконструкції приймально-відправного парку (28565,4 тис. грн). Даний варіант буде раціональним, і, отже, реконструкція виконуватиметься саме за цим варіантом.

7. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ П

Дільнична станція П, що розглядається у даній дипломній роботі, виконує значний обсяг як поїзної так і вантажної роботи з обслуговування підприємств та населення міста. В даному розділі буде описана технологія роботи станції як з пасажирськими так і з вантажними поїздами. Нормативи технологічних операцій, для побудови графіків їх обслуговування в парках станції, були визначені у розділі 4, а порядок обслуговування різних категорій поїздів взято із [47].

7.1 Технологія роботи з составами, які поступили в переробку

Бригади працівників ПТО станції П зустрічають поїзд із К, Р або Т на коліях парку ПВП «А» (колії №1–5), щоб мати змогу помітити всі несправності, які можна виявити тільки під час руху вагонів. Для прискорення процесу технічного обслуговування застосовується тригрупна система огляду складу. Групи здійснюють одночасний паралельний огляд вагонів.

Після відчеплення локомотива від складу поїзда і прямування його у локомотивне депо, машиніст локомотива передає поїзні документи в бункер, встановлений на приміщенні СТЦ, звідки їх забирає оператор СТЦ.

Обробка складів на коліях парку ПВП «А» складається з операцій:

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

При технічному обслуговуванні складу, тобто при підготовленні його до розформування через сортувальну гірку, на колії приймання визначаються вагони, які вимагають ремонту з відчепленням від складу (у вагонному депо з одночасною передачею оператору ПТО усіх необхідних даних для виписки форми ВУ-23), а також вагони з технічними несправностями, які можуть бути усунені в парку відправлення за час, встановлений технологічним процесом роботи станції. Вагони, які вимагають ремонту з відчепленням, розмічаються з зазначенням місця виконання ремонту (сортувальні колії, вагонне депо, ремонтний пункт).

Одночасно з технічним обслуговуванням і комерційним оглядом оператор СТЦ по прибуттю перевіряє документи і відповідність вагонів у складі прибулого поїзда. Оглянутий склад, за наявності вільного гірочного локомотиву через колію насуву подається на гірку.

Технологічний графік обслуговування складів в розформування в парку ПВ «А» наведено на рисунку 7.1 з використанням даних розділу 4.

Найменування операції	До при- буття	Час, хв									Виконавець
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер і час прибуття поїзда											Черговий по станції
Оповіщення відповідних працівників про номер поїзда і номер колії прийому											Черговий по станції
Прийом поїзда на колію ПВП1											—
Закріплення поїзда											Сигналіст
Відпуск автогальм і відчеплення поїзного локомотива											Локомотивна бригада
Технічне обслуговування поїзда бригадою ПТО та комерційний огляд поїзда											Бригада ПТО, приймальники поїздів
Заїзд маневрового локомотива під склад											Машиніст ман. локомотива
Зняття закріплення поїзда											Сигналіст
Витягування складу поїзда з колій ПВП-1 на витяжну колію №15											Машиніст ман. локомотива, складач поїздів
Загальна тривалість обробки поїзда на колії ПВП-1											

Рисунок 7.1 – Графік обробки поїзда, що надійшов у розформування

7.2. Технологія розформування і формування составів

Розформування і формування составів поїздів є єдиним процесом і виконується на основі даних накопичення вагонів на коліях сортувального парку «В» (колії № 11–20) і даних натурних листів составів, що прибули, про кількість, розташування і масу вагонів за призначенням згідно з планом формування, характеристик вантажів, що перевозяться. Під керівництвом маневрового диспетчера здійснюється формування составів нових призначень.

Керуючись даними інформації про підхід поїздів, наявність вагонів на коліях СП «В», планом формування і планом відправлення поїздів, маневровий диспетчер встановлює послідовність розпуску составів з урахуванням одночасного забезпечення формування составу визначеного призначення.

Перед розпуском составу черговий по гірці, ознайомившись з сортувальним листком, впевнюється у можливості розміщення вагонів составу, який розформується, в межах сортувальних колій, сповіщає по радіозв'язку машиніста локомотива про масу составу, його довжину і характер вантажів у ньому, а по гучномовному зв'язку – усіх причетних до розпуску працівників план розпуску. Далі машиніст маневрового локомотива керується показаннями гіркового світлофора і вказівками чергового по сортувальній гірці.

Графік роботи гірки по розформуванню составів побудований з використанням даних розділу 3 та наведений на рисунку 7.2.

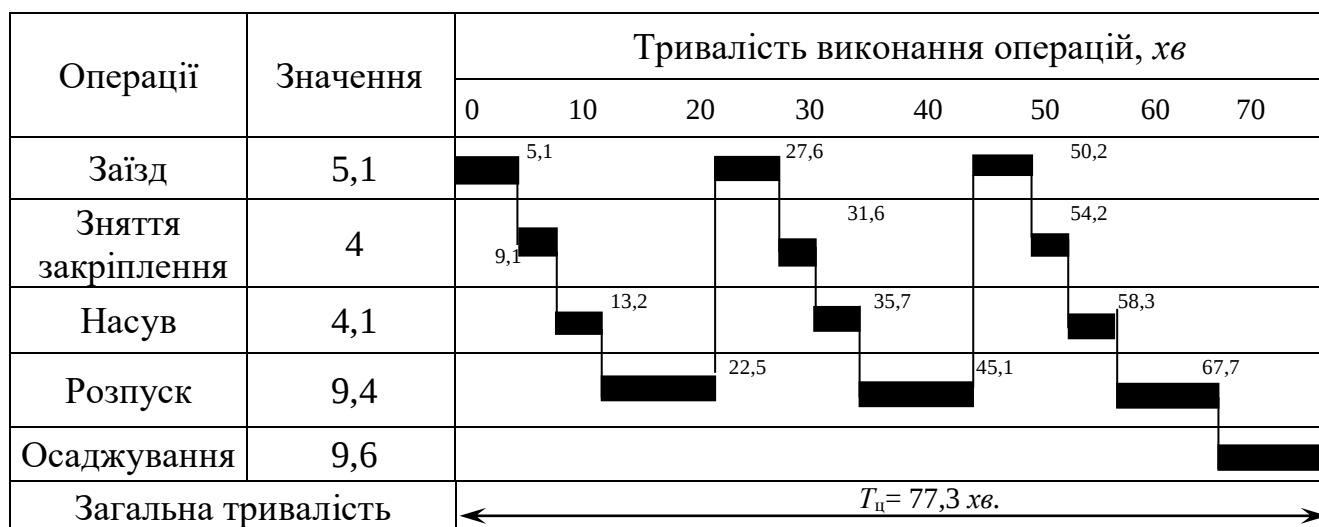


Рисунок 7.2 – Графік роботи гірки по розформуванню составів

Після заповнення колій СП «В» виконується осаджування вагонів на коліях для ліквідації вікон і отримання достатнього простору для подальшого розформування. Після завершення накопичення составів у СП «В» виконується закінчення формування.

Осаджування вагонів і з'єднання їх в одну групу зі сторони сортувальної гірки виконується маневровим тепловозом з таким розрахунком, щоб вагони з східної сторони не вийшли за межі колії. Для цього залучається ДСПО парного поста, який з башмаком в руках слідкує за наближенням рухомого складу і по радіозв'язку постійно інформує машиніста на скільки вагонів ще можна осаджувати. Перший вагон повинен у таких випадках зупинитися навпроти колонки з шлангом для наповнення стиснутими повітрям гальмової магістралі составу.

7.3. Технологія обробки транзитних вантажних поїздів

До транзитних поїздів відносяться поїзди, які проходять станцію без переробки, або з частковою переробкою (зміна маси або довжини).

Транзитні поїзди приймаються на колії приймально-відправного парку «А» (колії №1а–5а) та «Б» (колії №1б–5б). Ці колії обладнані мережею стиснутого повітря з колонками для наповнення ним гальмової системи составів і випробування автогальм, запасом деталей вагонів для їх безвідчіпного ремонту, системою електрозварювання, пристроями для механізації ремонтних робіт, двостороннім гучномовним зв'язком. До прибуття транзитного поїзда станція отримує від поїзного диспетчера інформацію про його номер, призначення і час прибуття на станцію.

Перед прийомом поїзда черговий по станції поста ЕЦ сповіщає працівників СТЦ, ПКО, ПТО про очікуване прибуття поїзда, вказуючи при тому номер колії прийому, час прибуття. Працівники, які беруть участь в його обробці, зустрічають його біля колію прийому. Закріплення состава поїзда здійснюється порядком, вказаним у ТРА станції. Поїзні документи від локомотивної бригади приймає оператор СТЦ, або за вказівкою маневрового диспетчера інший працівник станції і пересилає їх з ПВП в СТЦ.

В обробку транзитного поїзда входять наступні операції:

- технічного обслуговування состава і випробування автогальм;
- комерційного огляду і усунення комерційних недоліків.

Після відчеплення і від'їзду поїзного локомотива состав централізованим порядком огорожується заборонними сигналами і тільки після цього дозволяється приступати до технічного обслуговування і комерційного огляду. Під час технічного огляду состава виявляються вагони, які вимагають ремонту з відчепленням, а також технічні несправності, які можуть бути усунені без відчеплення за час графікової стоянки поїзда. На вагонах, які потребують ремонту з відчепленням, оглядачі вагонів роблять крейдою написи, вказуючи, куди належить подати вагон (вагонне депо, ремонтна колія, чи перевантаження) і через старшого оглядача, або оператора ПТО повідомляють диспетчера.

Одночасно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд вагонів состава і усунення комерційних недоліків. У випадках неможливості усунення комерційних недоліків без відчеплення вагона, старший прийомоздавач ПКО на вагоні з лівої сторони по ходу поїзда крейдою робить відмітку, наприклад: «Перевірка парк ПВ», негайно повідомляє маневрового диспетчера, передаючи йому номери таких вагонів. Причеплення поїзного локомотива не повинно бути пізнішим 10 хвилин до його відправлення.

Технологічний графік обслуговування транзитних поїздів в парку ПВ «А» наведено на рисунку 7.3 з використанням даних розділу 3.

7.4. Технологія обробки поїздів свого формування

Поїзди свого формування відправляються з колій парку ПВ «А» (колії №№1а–5а) на К, Р та Т.

Перед відправленням вони підлягають огляду бригадою ПТО. Бригади працівників ПТО зустрічають поїзд на цих коліях, щоб мати змогу помітити несправності, які можна виявити тільки під час руху вагонів. Для прискорення процесу технічного обслуговування застосовується двогрупна система огляду составу. Групи здійснюють одночасний паралельний огляд вагонів після відчеплення маневрового локомотива від составу прибулого поїзда.

Одночасно з технічним обслуговуванням і комерційним оглядом оператор СТЦ по відправленню перевіряє документи і відповідність вагонів у составі поїзда. Оглянутий состав, за наявності поїзного локомотиву відправляється зі станції на К, Р або Т.

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда								Виконавці
		Час, хв.								
		0	10	20	30	40	50	60		
Одержання від ДСЦ повідомлення про номер поїзда і час його прибуття									ДСП	
Сповіщення працівників СТЦ, ПТО, ПКО, про час і колію прибуття поїзда									ДСП	
Контрольна перевірка составу у вхідній горловині									Оператор СТЦ, теле-тайпіст	
Закріплення та огороження состава									Сигналіст, оператор ПТО	
Відчеплення поїзного локомотива									Машиніст локомотиву	
Доставка перевізних документів в СТЦ									Оператор СТЦ	
Технічне обслуговування состава, відпускання гальм									Працівник ПТО	
Комерційний огляд состава									Приймачі поїздів	
Доповідь про закінчення огляду. Зняття огороження з состава									Оператор ПТО	
Конвертування і пересилка документів в парк приймально-відправний									Оператор СТЦ	
Причеплення поїзного локомотива									Локомотивна бригада	
Вручення документів машиністу локомотива									Оператор при ДСП	
Повне випробовування автогальм									Локомотивна бригада, працівники ПТО	
Загальна тривалість обробки поїзда										

Рисунок 7.3 – Графік обробки транзитного поїзда

Обробка составів на колії відправлення складається з наступних операцій:

- технічного і комерційного обслуговування вагонів;
- контрольної перевірки составу;
- перевірки наявності перевізних документів.

Технологічний графік обслуговування составів свого формування в ПВП-2 приведено на рисунку 7.4 з використанням даних розділу 3.

Найменування операції	До прибуття	Час, хв									Виконавець
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Перестановка поїзда											—
Закріплення поїзда		4									Сигналіст
Відчеплення маневрового локомотива		2									Локомотивна бригада
Обробка поїзда бригадою ПТО та ПКО				21							Бригада ПТО Приймальники поїздів
Причеплення поїзного локомотива							2				Локомотивна бригада
Зняття закріплення								4			Сигналіст
Проба автогальм									11		Автоматники
Загальна тривалість				44							

Рис. 7.4 – Графік обробки поїздів свого формування

7.5. Технологія роботи з пасажирськими поїздами

Пасажирські поїзди дальнього слідування проходять станцію без зупинки, а місцеві та приміські пасажирські поїзди обслуговуються біля платформ у пасажирському парку «Г».

Приміські поїзди після висадки пасажирів виставляються на колії відстою де екіпіруються і очікують моменту подачі під посадку пасажирів з платформ на коліях пасажирського парку. Для обслуговування пасажирів на станції є квиткові каси, зала очікування та ін..

8. СКЛАДАННЯ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ П ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

Добовий план-графік роботи будь-якої станції – це графічне відображення роботи станції: прийому поїздів, їх обробки в станційних парках та відправлення. При його побудові на ньому за допомогою спеціальних позначень відображають роботу всіх обслуговуючих пристроїв, які знаходяться на станції. Серед даних пристроїв може бути сортувальна гірка, витяжні колії, маневрові локомотиви та будь-які інші, які так чи інакше характеризують роботу станції.

Метою побудови добового плану-графіку є спроба узгодження роботи всіх елементів станції, а також їх взаємодію з графіком прибуття і відправлення поїздів, з роботою під'їзних колій підприємства. Також добовий план-графік дає можливість визначити завантаження окремих парків, колій, горловин, маневрових локомотивів, виконання нормативів часу знаходження на станції вагонів різних категорій обробки. Перерозподіл роботи, коректування підводу і відправлення поїздів і передач в процесі складання добового плану-графіку дозволяють удосконалити технологічний процес, покращити показники роботи станції. Тобто, добовий план-графік роботи станції є графічною моделлю роботи станції, що використовується в основному для визначення показників роботи станції при пошуках оптимального варіанту технічного оснащення станції.

8.1. Вихідні дані для розробки добового плану-графіку

Для розробки добового плану-графіку вихідними даними є:

- розклад всіх поїздів зі всіх напрямків;
- розподіл вагонів поїздів у розформування зі всіх напрямків по призначенням плану формування поїздів (ПФП);
- технологія обробки поїздів, що розроблена у розділі 7;
- тривалість виконання операцій, що наведена в розділі 3.

В даній дипломній роботі було виконано моделювання розкладу прибуття усіх поїздів за допомогою ЕОМ, а також змодельовано розподіл вагонів за призначеннями плану формування поїздів для усіх поїздів у розформування (Додаток Б).

8.2 Розробка добового плану-графіку роботи станції

Кожен з технічних пристроїв станції чи каналів обслуговування (наприклад, бригада ПТО) на добовому плані-графіку зображується в окремому рядку.

Також на ньому в масштабі часу показуємо:

- підхід поїздів по графіку руху зі всіх прилеглих до станції напрямків;
- знаходження поїздів у парку прибуття з виділенням часу прийому, обробки составів, простоїв в очікуванні обслуговування;
- зайнятість поїзними та маневровими пересуваннями найбільш завантажених стрілок горловин парків;
- розформування составів з виділенням операцій, що виконуються кожним маневровим локомотивом, та зайнятість пристроїв (гірки, колії насуву);
- накопичення вагонів на сортувальних коліях з показом моментів завершення накопичення складів, зайнятість сортувальних колій при закінченні формування;
- роботу витяжних колій формування і окремо маневрових локомотивів з фіксацією операцій закінчення формування;
- знаходження поїздів свого формування у парку ПВ «А» з виділенням операцій обробки составів і очікування відправлення;
- знаходження транзитних поїздів в парках станції з виділенням операцій обробки составів і очікування відправлення;
- відправлення поїздів на графіку на всі прилеглі до станції перегони.

При побудові плану-графіку повинна бути врахована можлива ворожість різних технологічних переміщень, час звільнення пристроїв (колії парку, сортувальної гірки), локомотивів і бригад ПТО після виконання операцій. Це дозволяє виявити міжопераційні простої та простої поїздів, які можуть виникнути внаслідок недостатнього колійного розвитку.

8.3. Визначення показників добового плану-графіку роботи станції

За добовим планом-графіком розраховуються наступні показники:

1. Простій транзитного вагону без переробки:

$$t_{mp}^{\delta n} = \frac{\sum n_{mp}^{\delta n} t_{mp}^{\delta n}}{\sum n_{mp}^{\delta n}} \quad (8.1)$$

де $\sum n_{mp}^{\delta n} t_{mp}^{\delta n}$ - вагоно-години простою транзитних вагонів за добу, із добового плану-графіку становлять

$$\text{ПВ «А»} \quad \sum n_{mp}^{\delta n} t_{mp}^{\delta n} = 286 \text{ ваг-год.};$$

$$\text{ПВ «Б»} \quad \sum n_{mp}^{\delta n} t_{mp}^{\delta n} = 819 \text{ ваг-год.};$$

$\sum n_{mp}^{\delta n}$ - кількість транзитних вагонів, що обслуговуються в парку за добу, із добового плану-графіку прийнято

$$\text{ПВ «А»} \quad \sum n_{mp}^{\delta n} = 1134 \text{ ваг.}$$

$$\text{ПВ «Б»} \quad \sum n_{mp}^{\delta n} = 2106 \text{ ваг,}$$

Тоді простій одного транзитного вагону без переробки становить

$$\text{ПВ «А»} \quad t_{mp}^{\delta n} = \frac{286}{819} = 0,35 \text{ год.}$$

$$\text{ПВ «Б»} \quad t_{mp}^{\delta n} = \frac{822}{2106} = 0,39 \text{ год.}$$

2. Простій транзитного вагону з переробкою:

$$t_{mp}^{zn} = t_{nn} + t_{роз} + t_{нак} + t_{оч}^{зф} + t_{зф} + t_{нв} \quad (8.2)$$

де t_{nn} – середня тривалість простою вагону у парку прийому;

$t_{роз}$ – середня тривалість простою вагону під час розформування;

$t_{нак}$ – середня тривалість простою вагону під накопиченням;

$t_{нв}$ – середня тривалість простою вагону під час обробки по відправленню.

Усі перераховані вище величини можуть бути визначені за наступними формулами:

$$t_i = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \quad (8.3)$$

Тоді елементи виразу 8.3 будуть рівні:

$$t_{mn} = \frac{822}{1003} = 0,82 \text{ год};$$

$$t_p = \frac{160,48}{1003} = 0,16 \text{ год};$$

$$t_{\text{нак}} = \frac{6458}{1003} = 6,44 \text{ год};$$

$$t_{\text{оч}}^{\text{зф}} = \frac{220,66}{1003} = 0,22 \text{ год};$$

$$t_{\text{зф}} = \frac{421}{1003} = 0,42 \text{ год};$$

$$t_{\text{ПВП-А}} = \frac{585}{1003} = 1,08 \text{ год}.$$

Отже, простій транзитного вагону з переробкою становить

$$t_{\text{мп}}^{\text{зн}} = 0,82 + 0,16 + 6,44 + 0,22 + 0,42 + 1,08 = 9,14 \text{ год}$$

3. Середньозважений простій транзитного вагону склав

$$t_{\text{мп}} = \frac{\sum n_{\text{мп}}^{\text{бн}} t_{\text{мп}}^{\text{бн}} + \sum n_{\text{мп}}^{\text{зн}} t_{\text{мп}}^{\text{зн}}}{\sum n_{\text{мп}}^{\text{бн}} + \sum n_{\text{мп}}^{\text{зн}}} = \frac{286 + 819 + 9167,42}{819 + 2106 + 1003} = 2,54 \text{ год}$$

4. Робочий парк транзитних вагонів становитиме:

$$n_p = \frac{1003 \cdot 9,14 + 819 \cdot 0,25 + 2106 \cdot 0,39}{24} = 425 \text{ ваг.}$$

5. Коефіцієнт використання маневрових локомотивів становить:

$$K_{\text{л}} = \frac{\sum t}{24 - T_{\text{л}}} \quad (8.4)$$

де $T_{\text{л}}$ – час технологічних перерв.

– для маневрового гірочного локомотива

$$K_{\text{л}} = \frac{3,5}{24 - 1} = 0,15$$

– для локомотива, який працює в хвості сортувального парку

$$K_{\text{л}} = \frac{11,67}{24-1} = 0,51.$$

7. Коефіцієнт використання гірки становить

$$K_{\text{г}} = \frac{t_{\text{роз}}}{t_{\text{с}}} = \frac{9,33}{21,8} = 0,43.$$

В результаті аналізу показників роботи станції П можна прийти до висновку, що технічне оснащення даної станції після реконструкції повністю відповідає обсягам роботи. З врахуванням того, що коефіцієнти використання маневрових локомотивів та сортувальної гірки значно менші максимально можливого значення, то вважаємо, що даного технічного оснащення цілком достатньо для нормальної роботи станції П.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було виконаний аналіз конструкції та технології роботи дільничної станції П. В процесі виконання роботи були розраховані обсяги роботи станції П, запроектовано її план, побудовано діаграми вагоно- та поїздо- потоків.

Виконана перевірка колійного розвитку приймально-відправних і сортувального парків на достатність показала, що потрібна кількість колій як в непарному приймально-відправному парку ПВ «А», так і в парному парку ПВ «Б» складає 5 колій, а у сортувальному парку «В» – 10 колій. Вказана кількість колій відповідає існуючій їх кількості в приймально-відправному парку «А» та сортувальному парку «В». У той же час потрібна кількість у парку ПВ «Б» виявилась на 2 колії більше ніж їх наявна кількість, у зв'язку з чим необхідно виконати реконструкцію цього парку.

Для побудови добового плану-графіку було виконано нормування технологічних операцій на станції П, при цьому було розраховано необхідну кількість бригад ПТО та груп в них, яка повністю відповідає існуючій їх кількості.

В розділі деталі проекту було розроблено варіанти удосконалення приймально-відправного парку Б, визначено параметри варіантів реконструкції парку в цілому та за економічними показниками визначено раціональний варіант вказаної реконструкції за критерієм мінімальних витрат.

Для сортувальної гірки з висотою 2,16 м було виконано перевірку достатності її висоти, а також параметри її поздовжнього профілю. Вказані перевірки показали, що дана гірка забезпечує докочування вагонів до розрахункової точки розрахункових відчепів, а також забезпечує їх надійне розділення на розділювальних елементах.

Після проведення всіх удосконалень конструкції була розроблена технологія роботи станції, розраховано тривалість виконання основних операцій технологічного процесу та розроблені технологічні графіки обробки поїздів.

Можливість реалізації удосконалення було перевірено шляхом побудови добового плану-графіку та визначення показників роботи дільничної станції П.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций № 111 [Текст] – Киев, КиевГипроТранс, 1987. – 33 с.
2. Приднепровская железная дорога [Электронный ресурс] – Режим доступа: / <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
3. Козаченко Д. Н. Анализ инфраструктуры Украины по обеспечению перспективных объемов переработки и экспорта зерна [Текст] / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. В. Рустамов // Тези наук.-практ. конф. / Мін-во освіти і науки України, Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2014. – С. 34–37
4. ПГОК экспортировал более 3.8 млн тонн окатышей, опередив другие ГОКи СНГ [Электронный ресурс] – Режим доступа: / <http://uaprom.info/news/144672>.
5. Украина может снизить поставки ЖРС в Китай [Электронный ресурс] – Режим доступа: / <http://odnako.su/news/finance/-313449>.
6. Образцов В. Н. Станции и узлы. Ч. II. [Текст] / В. Н. Образцов – Москва: Трансжелдориздат, 1938. – 492 с.
7. Образцов В. Н. Станции и их принадлежности / В. Н. Образцов. – Москва: Московский ин-т инженеров транспорта, 1922. – 76 с.
8. Земблинов С. В. Восстановление станций и узлов [Текст] / С. В. Земблинов, А. С. Герасимов, Н. И. Тышкевич; // М: ТрансЖелДорИздат, 1944. – 232 с.
9. Скалов К. Ю. Железнодорожные станции и узлы / К. Ю. Скалов. – Москва: ТрансЖелДорИздат, 1955. – 408 с.
10. Скалов К. Ю. Развитие железнодорожных станций и узлов / К. Ю. Скалов. – Москва: ТрансЖелДорИздат, 1960. – 296 с.
11. Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справочное и методическое руководство / Под ред. А. М. Козлова и К. Г. Гусевой. – Москва: Транспорт, 1981. – 592 с.

12. Пособие к СНиП 2.05.07-85. Пособие по проектированию промышленных железнодорожных станций. – Утв. приказом СоюзПромТрансНИИПроекта №200 от 14.10.86. – Москва: СтройИздат, 1986. – 254 с.
13. Типовой технологический процесс работы грузовой станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1965. – 151 с.
14. Типовой технологический процесс работы грузовой станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1976. – 206 с.
15. Типовой технологический процесс работы сортировочной станции, М. : Изд-во «Транспорт». – 1976. – 99 с.
16. Журавель І. Л. Проблеми регулювання ємності колійного розвитку залізничних станцій [Текст] / І. Л. Журавель // Зб. наук. пр. ДНУЗТ «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпропетровськ, 2014. – Вип. 8. – С. 51–57.
17. Журавель В. В. Підвищення ефективності функціонування промислової станції шляхом вдосконалення її конструкції [Текст] / В. В. Журавель, І. Л. Журавель // Вост.-Европ. журн. передових технологій. – 2015. – № 2/3 (74). – С. 61–67.
18. История диаграммы Ганта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gibtech.ru/blog/discus?entry_id=177 . – Перевірено 08.11.2018
19. Лустина, Е. Небольшой рассказ о Генри Ганте [Електронний ресурс] / Лустина Е. – Режим доступу: <http://www.mental-skills.ru/synopses/524.html>. – Перевірено 08.11.2018
20. Технологічний процес роботи одеської залізниці. Державна адміністрація залізничного транспорту України. – Одеса: Державна адміністрація залізничного транспорту України. – 2009. – 168 с.
21. Разумов И. М. Сетевые графики в планировании [Текст] / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А. В. Проскуряков – Москва : Высшая школа. – 1967 г. – 170 с.
22. Конспект лекцій «Технологія і управління роботою станцій та вузлів» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua-referat.com>. – Перевірено 08.11.2018

23. Скалозуб, В.В. О применении расширенного логистического отображения для анализа и прогнозирования параметров процессов железнодорожного транспорта [Текст] / В.В. Скалозуб, И.В. Клименко // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2012. – № 3-4 (4-5). – С. 57-62.

24. Карпов, Ю. Г. Теория автоматов / Ю. Г. Карпов // Санкт-Петербург. : Питер, 2003 –208 с.

25. Котов, В. Е. Сети Петри / В. Е. Котов. – Москва : Наука, 1984. –160 с.

26. Лаврухин, А.В. Формирование интеллектуальной модели функционирования железнодорожной станции при выполнении поездной работы / А.В. Лаврухин // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту – 2015. – № 1(55). - С. 43-53.

27. Леоненков, А. В. Самоучитель UML / А. В. Леоненков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002 – С.183–196.

28. Таль К.К. Основные вопросы применения методов моделирования при проектировании станции и узлов. // Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 47. - М.: ЦНИИС - 1971. - с. 56 - 96.

29. Таль К.К. О классификации методов моделирования, используемых для расчета станций и узлов. // Вопросы проектирования и расчета железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 90. - М.: ЦНИИС, 1976. - с. 74 - 90.

30. Альошинський, Є.С. Моделювання системи переробки експортно-імпортного вантажопотоку на припортових залізничних станціях Петрі [Текст] / Є.С. Альошинський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 3/3(33). – С. 20-23

31. Лаврухін, О. В. Формування основ щодо розробки автоматизованої інтелектуальної системи управління рухом вантажних поїздів на станції [Текст] / О. В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: наук.-техн. журнал. – Харків, 2011. – Вип. 3. – С. 3-8.

32. Рахмангулов, А.Н. Особенности построения имитационной модели технологии работы железнодорожной станции в системе AnyLogic/ А.Н. Рахман-

гулов, П.Н. Мишкурлов // Сборник научных трудов Sworld. материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании' 2012». – 2012. – Т. 2. № 4. – С. 7-13.

33. Ковалев, В.И. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Ковалев, В.И., Гапанович В.А., Грачев А.А и др. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.

34. Боггс, У. UML и Rational Rose 2002 [Текст] / Уэнди Боггс, Майкл Боггс. – Волгоград: Лори, 2004, – 510 с.

35. Каликина, Т.Н. Технический комплекс железнодорожного транспорта и технологическое управление : учеб. пособие / Т.Н. Каликина, Т.А. Одуденко // – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008.

36. Апатцев В. И. Железнодорожные станции и узлы. Курс лекций. - М.: РГОТУПС, 2002.- 113 с.

37. Сычев Е.И., Иванов-Толмачев И.А. Реконструкция узловой участковой станции. Учебное пособие. — М.: МИИТ, 2002. — 103 с.

38. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст]: – М.: Транспорт, 1981. – 287 с.

39. Залізничні станції та вузли. Проектування дільничних станцій [Текст]: Метод. вказ. до курс. та дип. проектування / В. І. Бобровський , В. В Журавель та ін. –Д.: ДНУЗТ. 2008. – 34 с.

40. Сотников И. Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990.

41. Козлов А. М., Гусева К. Г. Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справочное и методическое руководство – М.: Транспорт, 1980.

42. Правила та норми проектування сортувальних пристроїв на залізницях СРСР [Текст]: ВСН 207-89 / МПС – М.: Транспорт, 1992.

43. М.П. Божко М.П. Розрахунок і проектування сортувальної гірки [Текст]: методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Частина 1, 2. / М.П. Божко, Ю. О. Муха. – Д.: ДНУЗТ, 2001, 2009.

44. Савченко И. Е., Земблинов С. В., Страковский И. И. Железнодорожные станции и узлы. Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. В. М. Акулиничева, Н. Н. Шабалина, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980.

45. Кулаєв Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту [Текст] / Навчальний посібник. – Ніжин: Видавництво "Аспект-Поліграф", 2006. – 232 с.

46. «Показники по віднесенню відособлених структурних підрозділів залізниць та підприємств до груп (класів) з оплати праці керівників», затв. нак. №88-Ц від 04 квітня 2003 року.

47. Типовой технологический процесс работы дільничної станції: – К.: Транспорт України, 1990.

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

А.1 Технічна характеристика прилеглих ліній

Прийняти, що на прилеглих до станції П дільницях обертаються:

- у вантажному русі – електровози серії ВЛ80;
- у пасажирському русі – електровози серії ЧС4;
- в приміському русі – електросекції ЕР9.

Ухили на лініях прийняти такими: П-К 8,0 ‰, П-Р 7,0 ‰, П-Т 5,0 ‰.

Маси вагонів прийняти такими: масу вагону нетто 61 т, тара 23 т.

А.2 Дані для розрахунку обсягів роботи станції П

Таблиця А.1 – Пасажирські поїздопотоки дільничної станції П

З \ На	К	Р	Т	П
К	-	10	6	5
Р	10	-	3	4
Т	6	3	-	2
П	5	4	2	-

Таблиця А.2 – Транзитні вагонопотоки дільничної станції П без переробки

З \ На	К	Р	Т
К	-	810	324
Р	1080	-	270
Т	486	270	-

Таблиця А.3 Вагонопотоки дільничної станції П, що перероблюються

З \ На	К	Р	Т	П
К	-	215	129	25
Р	225	-	97	22
Т	111	104	-	14
П	20	22	19	-

А.3 Дані для перевірки технічного оснащення станції П

Довжина блок-ділянок $l'_{\text{бл}} = 1500 \text{ м}$, $l''_{\text{бл}} = 1200 \text{ м}$.

Встановлена швидкість руху на дільницях $V = 90 \text{ км/год}$,

Таблиця А.4 – Розподіл вагонопотоку з переробкою

З \ На	К		Р		Т		П
	діл	зб	діл	зб	діл	зб	
К	0	0	175	40	93	36	25
Р	185	40	0	0	73	24	22
Т	91	20	84	20	0	0	14
П	20	0	22	0	19	0	0

А.4 Дані для перевірки роботи сортувальної гірки станції П

Висота існуючої гірки малої потужності 2,16 м.

Азимут розпуску вагонів 179 градусів.

Тип вагонних уповільнювачів: I ГП – 1хКНП-5; II ГП – 2хРНЗ-2М.

Таблиця А.5 Дані метеорологічних спостережень

Параметри вітру	Розрахункова температура повітря -30°C							
	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
Швидкість, м/с	2,1	4,3	5,6	3,7	2,5	3,2	4,1	3,6
Повторюваність	0,12	0,15	0,25	0,11	0,14	0,08	0,05	0,1

Таблиця А.6 – Параметри поздовжнього профілю сортувальної гірки

Параметри	Значення параметрів					
№ елемента	1	2	3	4	5	6
Ухил, ‰	0,6	1,5	2,0	7,0	16,0	41,0
Довжина, м	47	15,85	211,754	18,475	20,48	30,0

А.5 Дані для виконання економічних розрахунків

Таблиця А.7 – Питомі капітальні витрати на одиницю вимірника

Назва роботи	Вимірник	Вартість, тис. грн
Укладання колії	1 км	2000
Демонтаж колії	1 км	1000
Укладання стрілочних переводів	комплект	500
Демонтаж стрілочних переводів	комплект	250
Побудова контактної мережі	1 км	2500
Демонтаж контактної мережі	1 км	1250

ДОДАТОК Б

ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ РОБОТИ СТАНЦІЇ П

Б.1 Результати моделювання моментів прибуття поїздів на станцію П

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку Л:

Розклад прибуття поїздів із Л

$N_T = 22$; $N_P = 6$; $N_{П} = 8$; $T_{\min} = 10.0$; $K = 2$

1	1год	49хв	- Т	2	2год	34хв	- Т	3	3год	11хв	- Т
4	3год	50хв	- Р	5	4год	12хв	- Т	6	4год	50хв	- Т
7	5год	6хв	- Р	8	5год	50хв	- Р	9	6год	3хв	- Р
10	6год	32хв	- Р	11	6год	58хв	- Р	12	7год	55хв	- Р
13	8год	22хв	- Т	14	8год	57хв	- Т	15	9год	54хв	- Р
16	10год	36хв	- Т	17	11год	04хв	- Т	18	11год	33хв	- Т
19	12год	13хв	- Т	20	12год	51хв	- Т	21	13год	23хв	- Т
22	14год	10хв	- Т	23	15год	18хв	- Р	24	17год	18хв	- Р
25	18год	14хв	- Т	26	18год	44хв	- Р	27	19год	28хв	- Т
28	19год	41хв	- Т	29	20год	0хв	- Р	30	21год	17хв	- Т
31	21год	37хв	- Р	32	22год	10хв	- Т	33	22год	22хв	- Т
34	22год	46хв	- Т	35	23год	18хв	- Р	36	23год	30хв	- Т

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку В:

Розклад прибуття поїздів із В

$N_T = 39$; $N_P = 5$; $N_{П} = 9$; $T_{\min} = 10.0$; $K = 2$

1	0год	15хв	- Т	2	0год	48хв	- Р	3	1год	13хв	- Р
4	1год	31хв	- Т	5	1год	50хв	- Р	6	2год	0хв	- Т
7	2год	18хв	- Т	8	2год	57хв	- Т	9	3год	14хв	- Т
10	4год	1хв	- Т	11	4год	29хв	- Т	12	5год	3хв	- Т
13	5год	18хв	- Р	14	5год	37хв	- Т	15	6год	20хв	- Т
16	6год	47хв	- Р	17	7год	0хв	- Т	18	7год	27хв	- Р
19	7год	35хв	- Т	20	7год	45хв	- Т	21	8год	17хв	- Р
22	8год	37хв	- Т	23	9год	08хв	- Т	24	9год	50хв	- Т
25	10год	3хв	- Т	26	10год	50хв	- Т	27	11год	32хв	- Т
28	11год	57хв	- Р	29	12год	10хв	- Т	30	12год	42хв	- Т
31	12год	54хв	- Т	32	13год	21хв	- Р	33	13год	47хв	- Т
34	14год	6хв	- Р	35	14год	16хв	- Т	36	14год	26хв	- Р
37	14год	40хв	- Т	38	15год	40хв	- Т	39	16год	0хв	- Р
40	16год	18хв	- Т	41	16год	40хв	- Т	42	17год	32хв	- Т
43	17год	53хв	- Т	44	18год	10хв	- Т	45	20год	2хв	- Т
46	20год	14хв	- Р	47	20год	24хв	- Т	48	20год	53хв	- Т
49	21год	17хв	- Т	50	21год	58хв	- Т	51	22год	15хв	- Т
52	22год	42хв	- Р	53	23год	26хв	- Т				

Результати моделювання моментів прибуття поїздів з напрямку К:

Розклад прибуття поїздів із К

$N_T = 16$; $N_P = 4$; $N_{\Pi} = 3$; $T_{\min} = 18.0$; $K = 2$

1	0год	27хв	-	Т	2	0год	45хв	-	Р	3	3год	30хв	-	Т
4	4год	6хв	-	Т	5	4год	32хв	-	Т	6	5год	19хв	-	Т
7	6год	44хв	-	Р	8	7год	10хв	-	Т	9	7год	32хв	-	Т
10	9год	0хв	-	Т	11	10год	42хв	-	Т	12	11год	10хв	-	Р
13	11год	45хв	-	Т	14	12год	34хв	-	Т	15	16год	34хв	-	Р
16	18год	2хв	-	Р	17	18год	31хв	-	Т	18	19год	4хв	-	Р
19	20год	11хв	-	Т	20	20год	59хв	-	Т	21	21год	35хв	-	Т
22	21год	52хв	-	Т	23	22год	30хв	-	Р					

Б.2 Результати моделювання розподілу вагонів по коліям сортувального парку

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку Л:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
-	-	-	7	15	-	32	5	6	-	:	65
-	-	-	5	14	-	38	3	5	-	:	65
-	-	-	4	9	-	48	2	2	-	:	65
-	-	-	3	12	-	18	14	-	-	:	47
-	-	-	7	-	-	52	-	6	-	:	65
-	-	-	1	-	-	42	-	5	-	:	48

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку В:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
18	-	10	1	4	-	-	-	6	-	:	39
42	-	14	4	1	-	-	-	4	-	:	65
30	-	16	2	9	-	-	-	8	-	:	65
40	-	6	7	6	-	-	-	6	-	:	65
30	-	8	5	10	-	-	-	12	-	:	65

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з напрямку К:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
-	-	8	-	-	34	-	-	2	-	:	44
22	-	7	-	-	5	-	6	4	-	:	44
23	-	8	-	-	25	-	5	4	-	:	65
11	-	3	-	-	44	-	5	2	-	:	65

Результати моделювання розподілу вагонів для поїздів з ВР:

Призначення на колії сортувального парку:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	:	состав
13	-	-	8	-	15	-	-	-	-	:	36
8	-	-	10	-	18	-	-	-	-	:	36

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

№ п/п	Назва матеріалу ДР, що надано до захисту	Аркушів (слайдів)	Характеристика матеріалу	Формат листа
1	Реконструкція дільничної станції у зв'язку зі збільшенням кількості вантажних поїздів, що обслуговуються	110	Пояснювальна записка	A4
2	План дільничної станції П	1	Лист 1	A4×12
3	План та профіль сортувальної гірки; графіки швидкості та часу	1	Лист 2	A1
4	Добовий план-графік роботи станції П	1	Лист 3	A0
5	Мультимедійний демонстраційний матеріал	14	Слайди	A4