

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»



Завідувач кафедри
/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

« 21 » 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

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

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції**

Theme **Reconstruction of the sorting station K in order to create a support technical station**

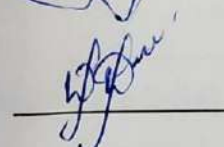
Керівник дипломної роботи

доц.  Олександр МАЗУРЕНКО

Нормоконтролер

доц.  Микола БЕРЕЗОВИЙ

Студентка групи У32021

 Юлія БОНДАРЕНКО

Student

Bondarenko Yuliia

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені
академіка В. Лазаряна**

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)

отримав студент групи У32021 Бондаренко Юлія Дмитрівна
(номер групи) (ПІБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): Реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції

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, вагонопотоки та поїздопотоки станції; технологічний процес роботи станції; техніко-розпорядчий акт станції;

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

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

1. План сортувальної станції К

2. Добовий план-графік роботи сортувальної станції К

Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; мета, об'єкт, предмет дослідження; діаграма вагонопотоків станції К;
діаграма поїздопотоків станції К; середня тривалість зайняття колій поїздами різних
категорій в парках станції; варіанти реконструкції колійного розвитку станції;
варіанти конструкції парку прийому; обраний варіант конструкції парку прийому;
основні показники роботи сортувальної станції К; кінцевий слайд

6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Аналіз проблем функціонування технічних станцій в сучасних умовах	строк 1		20
2. Техніко-експлуатаційна характеристика сортувальної станції	строк 1	1	5
3. Визначення розрахункових обсягів роботи станції та розмірів руху поїздів на прилеглих лініях	строк 1		10
4. Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій та визначення необхідної кількості колій в парках станції	строк 2		25
5. Аналіз колійного розвитку станції та розробка пропозицій щодо його реконструкції	строк 3		20
6. Удосконалення технологічного процесу роботи станції	строк 3		10
7. Розробка добового плану-графіка роботи станції та розрахунок її показників	строк 3	1	10
Всього		2	100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Мазуренко О. О.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Бондаренко Ю. Д.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновку та 5 додатків. Повний обсяг роботи – 131 сторінка; з них основний текст на 105 сторінках містить 15 ілюстрацій, 13 таблиць та 42 літературних джерела.

Об'єктом роботи є конструкція та технологічний процес роботи сортувальної станції.

Метою роботи є реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції.

В роботі визначені обсяги роботи сортувальної станції, виконано аналіз недоліків її конструкції та технології, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, детально розроблено варіанти колійного розвитку нового парку прийому, розраховано додаткові експлуатаційні витрати в залежності від конструкцій горловин, обрано найбільш раціональну конструкцію, для перевірки якості роботи сортувальної станції після реконструкції та удосконалення технології роботи розроблено добовий план-графік та визначено його показники.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: КОЛІЙНИЙ РОЗВИТОК, СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНА РОБОТА, ЗАВАНТАЖЕННЯ ГОРЛОВИНИ, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ОЦІНКА, ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	8
1.1 Проблеми реформування та розвитку залізничного транспорту України	8
1.2 Проблеми функціонування залізничних станцій в сучасних умовах.....	14
1.3 Постановка задачі дипломної роботи.....	22
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ.....	24
2.1 Технічна характеристика станції.....	24
2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції.....	27
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗМІРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ПРИЛЕГЛИХ ЛІНІЯХ	29
3.1 Розрахунок маси поїзда	30
3.2 Перевірка маси состава при рушанні з місця	32
3.3 Перевірка маси поїзда по довжині приймально-відправних колій.....	34
3.4 Визначення розмірів поїздопотоків станції.....	35
3.5 Визначення необхідної пропускної здатності і числа головних колій на лініях, які примикають до станції К	37
4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ В ПАРКАХ СТАНЦІЇ.....	39
4.1 Нормування елементів гірочної технології	39
4.2 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування	45

					0042.160229.ДР.2021.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Бондаренко					Н	4	131
Керівн.	Мазуренко					УДУНТ		
Н. контр.	Березовий							

4.3 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом свого формування	48
4.4 Визначення тривалості заняття колії поїздом свого формування.....	49
4.5 Визначення тривалості заняття колії транзитним поїздом.....	54
4.6 Розрахунок необхідної кількості колій в парках станції	57
5 АНАЛІЗ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ ТА РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЙОГО РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	61
5.1 Аналіз варіанту удосконалення колійного розвитку станції.....	61
5.2 Нормування елементів гірочної технології	67
5.3 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування в парк прийому	72
5.4 Розрахунок необхідної кількості колій у парку прийому	72
5.5 Розробка варіантів та вибір раціональної конструкції парку прийому	73
6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ ..	81
6.1 Технологія роботи з составами транзитних поїздів	81
6.2 Технологія обробки поїздів, що прибувають в розформування	82
6.3 Технологія розформування і формування составів	86
6.4 Підготовка составів свого формування до відправлення.....	89
7 РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ПОКАЗНИКІВ.....	93
ВИСНОВКИ	99
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	101
ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ.....	106
ДОДАТОК Б. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПОЇЗДІВ, ЩО НАДХОДЯТЬ НА КОЖНУ КОЛІЮ ТА ДОДАТКОВІ ВИТРАТИ ЗА ВАРІАНТАМИ	107
ДОДАТОК В. ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКУ	114
ДОДАТОК Г. МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ	118
ДОДАТОК Д. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	131

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АСОУП – автоматизована система оперативного управління перевезеннями

АСУСС – автоматизована система управління сортувальними станціями

ВОХР – воєнізована охорона

ДСПП – черговий по парку

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ІСЦ – інформаційний станційний центр

НЛ – натурний лист

ПТО – пункт технічного обслуговування

СП – стрілочний перевід

ТГНЛ – телеграма-натурний лист

ТРА – техніко-розпорядчий акт

ВСТУП

Сортувальні станції призначені для масової переробки вагонів і формування поїздів відповідно до загально мережевого плану формування поїздів. На станції виконуються ремонт вагонів, операції із транзитними вантажними поїздами, сортування дрібних відправок і контейнерів, екіпірування локомотивів, і т. д. На сортувальних станціях формують наскрізні, дільничні й збірні поїзди. Сортувальна станція одночасно переробляє місцеві й транзитні вагонопотоки.

В дипломній роботі пропонується виконати реконструкцію та удосконалення технології роботи сортувальної станції К з метою створення опорної сортувальної станції.

Для цього необхідно перевірити відповідність наявного технічного оснащення станції існуючому обсягу переробки. Також слід визначити ступінь завантаження горловин, визначити тривалість зайняття колій кожного з парків станції поїздами різних категорій.

Після виконання аналізу технічного оснащення станції, буде розроблено 2 варіанти реконструкції станції К. Один з варіантів буде передбачати збільшення кількості колій в приймально-відправних парках станції. Другий варіант буде передбачати можливість побудови нового парку прийому. Це значно спростить процес розформування составу, скоротить тривалість знаходження на станції вагонів з переробкою і забезпечить безпеку руху поїздів. Варіанти конструкції парку прийому будуть розроблятися за критерієм найменшої кількості відхилень по стрілочних переводах та кривих по маршруту слідування. Оптимальним буде варіант обраний на підставі техніко-економічного порівняння за допомогою визначення пріоритетності та моделювання колії прибуття та часу зайняття колії. Крім цього, другий варіант реконструкції передбачатиме удосконалення технології прийому та обслуговування поїздів.

Для обраного варіанту удосконалення колійного розвитку станції необхідним є перевірка її працездатності з урахуванням запропонованих вдосконалень. Це можливо виконати за допомогою побудови добового плану-графіку роботи станції та визначенню його основних показників.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

1.1 Проблеми реформування та розвитку залізничного транспорту України

Транспортна система України включає в себе всі відомі види транспорту, але основним її видом є залізничний транспорт. Стабільне та ефективне функціонування залізничного транспорту є необхідною умовою для забезпечення обороноздатності, національної безпеки і цілісності держави, підвищення рівня життя населення [1].

В умовах глобалізації економіки та з огляду на транзитні можливості країни залізничний транспорт України потребує реформування. Для широкого включення його в систему міжнародних перевезень вантажів, необхідно вирішувати складні проблеми адаптації до роботи в умовах ринкових відносин та забезпечення зростаючих вимог до якості та ефективності транспортних послуг. Однією з основних задач, на даний момент, є зниження витрат на організацію перевезень вантажів з метою залучення додаткових обсягів перевезень та покращення конкурентоспроможності з автомобільним транспортом. Вирішення цього питання має багато напрямків, так як витрати на організацію перевезень залежать від значної кількості впливаючих факторів.

Одним з напрямків зниження витрат на організацію перевезень є зменшення витрат на просування вагонів до кінцевої станції за рахунок раціонального використання ресурсів станцій та залізничних перегонів.

Інфраструктура залізничного транспорту повинна реформуватися з урахуванням, насамперед, необхідності комплексного розвитку мережі залізниць. Це означає, що державі за допомогою різних методів регулювання слід стимулювати не стільки виключно використання інфраструктури, скільки її відновлення і розвиток [2-4].

Стратегією розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року [5] визначено основні напрями її реалізації, до яких віднесено, зокрема підвищення конкурентоспроможності залізниць на ринку транспортних послуг, удосконалення технології організації перевезень, в т. ч. за рахунок збалансування інтересів залізниць та споживачів їх послуг і створення мережі логістичних структур тощо.

Основним завданням реформування залізничного транспорту України має бути, перш за все, ефективність функціонування галузі як цілісної інфраструктурної системи.

Реформування залізничного транспорту в Україні - це найбільший проект, який переслідує досягнення важливих соціально-економічних та інших цілей. Тому, як будь-який великомасштабний проект, реформи вимагають великих витрат і потребують техніко-економічного обґрунтування з визначенням витрат на реформування та оцінку його ефективності. Головним очікуванням від реформи Укрзалізниці є зростання ефективності роботи залізничного транспорту, залучення інвестицій до розвитку залізничного транспорту усіх форм власності за сприяння Уряду [6].

Залізничні перевезення – важлива складова інфраструктури та економічної системи України, яка за останні двадцять років накопичила значний перелік проблем та дисбалансів.

Перспективними напрямками модернізації залізничного транспорту України, згідно з [7-9], є: 1) організаційна та 2) техніко-технологічна модернізація з метою динамічного розвитку та нарощування обсягів перевезень вантажів і пасажирів відповідно до потреб соціально-економічного розвитку країни.

Техніко-технологічна модернізація залізничного транспорту України передбачає модернізацію залізничної інфраструктури (електрифікація залізничної мережі; усунення «вузьких» місць в інфраструктурі залізничного транспорту; модернізація інфраструктури транзитних перевезень; впровадження швидкісного руху) та модернізацію рухомого складу залізничного транспорту (оновлення

локомотивного парку залізничних доріг; оновлення пасажирського рухомого складу; оновлення вантажного рухомого складу).

В роботі [10] вказується, що сучасні проблеми функціонування залізничного транспорту України характеризуються не тільки постійним падінням обсягів перевезень, використанням морально застарілого рухомого складу, колійної техніки та технологій ремонту й утримання виробничих запасів, а й втратою галузю іміджу надійного транспортного перевізника. Зношена колія та висока енергомісткість перевізного процесу стали реаліями Укрзалізниці, які не дозволяють розвиватись галузі на одному рівні з європейськими залізницями.

Нині інфраструктура залізничного транспорту, ще має резервні пропускні спроможності, але у цілому залізнична транспортна система застаріла і значною мірою втратила свою колишню працездатність [11]. За даними Укрзалізниці, за показником забезпечення тягою залізниці втратили з 1992 року 38 % потенційних перевізних можливостей, за забезпеченням вантажними вагонами – понад 50 %.

В роботі [12] також наголошується, що на залізницях прогресує тенденція до збільшення фізичного зносу й морального старіння основних фондів. Усе це в умовах жорсткої конкуренції призводить до зниження якості транспортного обслуговування вітчизняних підприємств і населення, створює реальну загрозу економічній безпеці держави.

Пріоритетні завдання інноваційного розвитку залізничного транспорту знайшли своє відображення в Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року [5]:

- оновлення і модернізація основних фондів, насамперед рухомого складу: підвищення продуктивності роботи рухомого складу, подовження термінів його експлуатації;

- застосування ресурсозберігаючих технологій, технічного обслуговування і ремонту інфраструктури та рухомого складу;

- впровадження технологій перевізного процесу, орієнтованих на високу якість транспортних послуг і зниження ресурсоемності перевезень.

В роботах [13,14] відзначається, що залізничний транспорт України протягом тривалого часу працює в умовах відсутності державного інвестування, тому в найближчій перспективі залізницям необхідно розраховувати тільки на власні фінансові ресурси. Збільшити їх слід не тільки завдяки зростанню обсягів перевізної роботи, а й за рахунок покращення якості її здійснення. Тому підвищення якості експлуатаційної роботи залізниць у сучасних умовах набуває особливої актуальності. Крім цього, потребує істотної модернізації інфраструктура залізниць. Це вимагає проведення певних наукових досліджень якісної сторони перевізного процесу з урахуванням як змін кількісних показників роботи залізниць сьогодні і в перспективі, так і технічного стану інфраструктури [15, 16].

У статті [17] відзначається, що потенційні економічні переваги можуть призвести до ускладнення ефективної діяльності залізничного транспорту. Тобто, підвищена складність перевізного процесу призводить до збільшення густини перевезень і, як наслідок, до зменшення пропускної спроможності. Важливо враховувати амортизацію, особливо колійної інфраструктури, через високу капіталомісткість процесу.

1.2 Проблеми функціонування залізничних станцій в сучасних умовах

Згідно Державної програми реформування залізничного транспорту України [18] своєчасна доставка вантажів одержувачам – найважливіший обов'язок залізничного транспорту. Це є одним із шляхів забезпечення конкурентоспроможності залізниць.

Серед багатьох проблем, які існують на залізничному транспорті України, значну увагу привертає питання зниження собівартості перевезень вантажів. Вирішення цього питання має багато напрямків, так як собівартість перевезень залежить від значної кількості впливаючих факторів. Одним з них є обіг вагона.

На якість роботи підрозділів залізничного транспорту значно впливає виконання одного з основних якісних показників – обігу вантажного вагону. Однією з основних задач експлуатації є приведення значення обігу вагону до нормативних значень встановлених технічними нормативами [19].

В роботі [20] було проведено аналіз даних про виконання розрахункових термінів доставки вантажів. Результат аналізу показав, що з простроченням до-ставляється кожен 7-й контейнер і кожен 20-й вагон.

Простій вагону на технічних станціях, що становить приблизно 40-45% від загальної величини обігу, є найбільш вагомим елементом обігу [21].

В теперішній час пропускна спроможність і технологічні процеси роботи багатьох станцій не дають змоги прискорити просування вагонопотоків і скоротити тривалість простою транзитних вагонопотоків з переробкою та без переробки.

У зв'язку з цим актуальним є розгляд питання скорочення тривалості простою вагонів на сортувальних станціях, на яких виконується більше половини загального обсягу роботи. Для раціоналізації використання вагонного парку, покращення якісних та кількісних показників роботи станцій необхідно намагатися зменшувати, всіма можливими способами, час обігу вантажного вагону шляхом дотримання встановлених технологічними нормативами значень. основні резерви для прискорення обігу вагона заключаються в покращенні роботи залізничних станцій та дільниць [22].

Скорочення тривалості обігу вагона може бути одержано за рахунок зменшення повного рейсу вагона, підвищення технічної швидкості, зниження кількості тривалості зупинок на проміжних станціях, підвищення відстані про-бігу поїздів без технічного огляду, часу простою під технічними та вантажними операціями [22-24].

Питанню скорочення тривалості простою вантажних вагонів на техніч-них станціях приділяється увага багатьох вчених. Так в роботі [25] автори вважають, що ефективність роботи сортувальних станцій з існуючим рівнем авто-

матизації та механізації знижується. З одного боку, утворилася потужність, що не використовується, з іншого – зростаючий знос засобів механізації та автоматизації призводить до погіршення якості виконання процесу та таких показників, як простій вагонів, гірковий цикл, ступінь використання станційних колій. Оптимізація технології сортувальної станції в умовах недостатнього фінансування обумовлена необхідністю скорочення експлуатаційних витрат і поліпшення показників рентабельності залізниць у цілому.

Згідно з [25] тривалість знаходження на сортувальній станції вагонопотоку, що надійшов на переробку, можна представити як функцію чотирьох величин:

$$t_{\Pi} = f(t_{\text{техн}}, t_{\text{техн}}^{\text{оч}}, t_{\text{нак}}, t_{\text{інш}}),$$

де $t_{\text{техн}}$ – тривалість технічних операцій;

$t_{\text{техн}}^{\text{оч}}$ – міжопераційні простої в очікуванні технологічних операцій;

$t_{\text{нак}}$ – простій вагонів під накопиченням;

$t_{\text{інш}}$ – інший час знаходження вагонів на станції (очікування локомотива, повторне сортування та ін.).

Кожна з цих чотирьох величин є достатньо складною функцією, яка залежить від технічного оснащення станції, технологічного процесу роботи та низки випадкових факторів (зайнятість працівників, колій, метеорологічні умови, технічний стан рухомого складу і колій та ін.), і має свій коефіцієнт варіації.

До факторів, що впливають на величину простою вагонів та залежать від роботи станцій і взаємодіючих з нею ланок, відносять:

- обсяг і характер роботи, яка виконується на станції та її елементах;
- відповідність технічної потужності станції та її елементів обсягам роботи, що виконується;

- відповідність інтенсивності обслуговування вхідному потоку вимог при забезпеченні експлуатаційної надійності на кожному складовому елементі станції;

- тривалість технологічних перерв у роботі обслуговуючих пристроїв;

- наявність резервів переробної спроможності та можливостей згладжування впливу коливань тривалості обслуговування;

- ступінь відображення в прийнятій технології роботи оптимальної взаємодії між складовими елементами станції та прилеглими ділянками залізничних напрямків і графіком руху поїздів;

- взаємопов'язаність роботи станції та під'їзних колій, які вона обслуговує;

- використання методів календарного планування навантаження;

- якість оперативного та поточного планування роботи станції та взаємодіючих з нею елементів;

- рівень інформаційного забезпечення;

- ступінь використання ЕОМ та автоматизованих систем управління.

Скорочення тривалості простою вагонів на технічній станції, згідно [25], можна досягти за рахунок:

- подальшого удосконалення системи організації вагонопотоків;

- підвищення транзитності та зниження трудомісткості переробки вагонопотоків;

- впровадження в дію всіх елементів нових типів технологічних процесів роботи;

- скорочення часу на обробку поїздів, перш за все в парках приймання та відправлення, шляхом удосконалення оперативного планування, підвищення достовірності інформації про підхід поїздів та вантажів, поліпшення її використання;

- підвищення відповідальності диспетчерського апарату за своєчасне забезпечення локомотивами та вивіз поїздів;

– подальшого підвищення якості використання сортувальних пристроїв, скорочення технологічних перерв між операціями, впровадження прогресивних методів попутного та паралельного насуву та розпуску составів, утримання в справному стані гіркової техніки та профілів гірок і підгіркових колій, укладання других колій насуву та розпуску, додаткових сортувальних колій та допоміжних гірок малої потужності, обладнаних засобами механізації.

В роботі [26] звертається увага на те, що при незначному зменшенні експлуатаційної довжини колійного розвитку залізниць України суттєво зросли середньодобові розміри робочого парку вантажних вагонів. Співвідношення розмірів даного парку до експлуатаційної довжини колій продовжує зростати.

В останні роки відбулося досить значне зниження обсягів перевізної роботи та вивільнення виробничих потужностей, однак при цьому не відбулося кардинальних покращень у роботі залізниць. Як і раніше спостерігаються великі міжопераційні простої рухомого складу, зросло його нераціональне використання. Невиправдані простої – одна з причин зниження конкурентоспроможності залізниць [27-30].

Величина простою вагона має найважливіше значення для експлуатаційної діяльності залізниць і безпосередньо впливає на ефективність використання вагонного парку.

Простій вагона на технічній станції складається з двох основних елементів: під технологічними операціями і в очікуванні їх. При розробці заходів щодо поліпшення використання вагонів особлива увага повинна бути приділена доведення до мінімуму тривалості часу очікування операцій.

Сутність і характер складових елементів простою перерахованих вище категорій вагонів різні як для виконання технологічних операцій, так і в очікуванні їх.

Для забезпечення мінімального простою вагонів і скорочення простою в очікуванні виконання операцій на станції технологія роботи з ними повинна

передбачати взаємну узгодженість і паралельність у виконанні технічних, маневрових, вантажних і комерційних операцій.

У загальному вигляді рішення поставленого завдання, згідно [31], може бути представлено в такий спосіб:

- аналіз фактичного стану простою вагона в цілому і по складовим елементам у всіх ланках, що беруть участь в роботі з вагонами;
- виявлення причин, що впливають на завищення норм простою вагонів;
- розробка заходів щодо ліквідації труднощів при вдосконаленні взаємодії;
- розрахунки оптимальних норм простою вагонів в цілому по складовим елементам;
- складання комплексного добового плану-графіка роботи з вагонами по всіх ланках, які беруть участь в ній;
- спостереження за просуванням вагонів і прийняття взаємоузгоджених рішень по ліквідації труднощів в разі їх виникнення.

В роботі [32] відзначається, що техніко-технологічний розвиток підприємств залізничного транспорту є одним із ключових елементів забезпечення їх конкурентоспроможності. Низький рівень техніко-технологічного розвитку залізниць обумовлений недостатністю фінансових ресурсів, великим строком окупності інвестицій та значним зносом основних фондів. До першочергових заходів щодо техніко-технологічного розвитку, які є базою для реалізації стратегічних напрямків, слід віднести комплексне оновлення технічної бази за рахунок оновлення технологічної оснастки залізниць. В умовах дефіциту фінансових ресурсів забезпечення комплексного оновлення техніко-технологічної бази потребує подальшого дослідження та пошуку інноваційно-інвестиційних інструментів техніко-технологічного розвитку підприємств залізничного транспорту.

Основним конструктивним елементом, що визначає експлуатаційні показники станції, є їх колійний розвиток, який характеризується числом і корисною довжиною колій в основних парках. Від цих характеристик залежить міст-

кість станції - максимально можлива кількість вагонів, який одночасно може знаходитися на станції при збереженні її працездатності. Крім того, цей показник грає важливу роль у її переробній спроможності, тобто кількість вагонів, які можуть бути перероблені за добу.

Положення ускладнилось з переходом на ринкові механізми господарювання, коли радикально змінилися форми взаємовідносин підприємств та магістральних залізних доріг і замість норми простою була введена плата за тривалість використання вагонів зовнішнього парку.

Однією з непередбачуваних зовнішніх та виробничих факторів стало збільшення нерівномірності перевізного процесу в умовах функціонування великої кількості власників рухомого складу, що призвело до деформації технологічних процесів переробки вагонопотоку і, як наслідок, до збільшення їх тривалості.

Відомо, що при переробці вагонопотоків з ним проводяться технологічні операції, час на виконання яких нормується, а також відбувається очікування виконання наступних технологічних операцій, час яких має імовірнісний характер і залежить від впливу окремо взятих чинників або їх груп. Ці складові утворюють загальну тривалість переробки вагонів на станціях промислових підприємств.

В останні роки на магістральних залізницях співвідношення місткості станційних колій і переробленого вагонного парку суттєво зменшується. Це обумовлено зростанням обсягів навантаження і розвантаження вантажів і загального вантажопотоку залізниць при факті скорочення станційної місткості.

Це призводить до погіршення практично всіх основних якісних показників роботи залізниць і в першу чергу до зростання обороту вантажного вагона [33].

У зв'язку з цим магістральні залізниці активно працюють над вдосконаленням існуючих нормативів співвідношення місткості колій станцій і вагонних парків. В роботі [34] на основі аналізу впливу розміщення вагонного парку на

експлуатаційну роботу залізниць і оцінки дії інших факторів пропонується методика визначення технологічних нормативів оптимального співвідношення вагонних парків і місткості колій станцій різного функціонального призначення.

У зв'язку з цим необхідно в першу чергу визначити перспективи й оцінити вплив всіх основних факторів на співвідношення місткості колій станцій і величину вагонопотоків, а потім визначити методичні підходи до розрахунку такого показника для умов підприємств.

Основні компоненти схеми колійного розвитку промислових підприємств - станції і перегінні колії - мають досить тісний функціональний і структурний взаємозв'язок з вагонопотоками. Перенасичення поїздами вхідних і розподільчих станцій підприємств призводить до порушення експлуатаційної роботи не тільки станції, а й взаємодії з виробничими цехами, а також з суміжними видами транспорту. Це призводить до того, що станція виконує ряд додаткових функцій, які не вписуються в її технологічну роботу з переробки вагонопотоків, що в першу чергу впливає на тривалість міжопераційних простоїв і експлуатаційних показників [34].

У роботі [35] відзначається, що покращення роботи технічної станції можливе за рахунок оздоровлення верхньої будови колії, заміни існуючих стрілочних переводів з глухими пересіченнями, що дозволить збільшити швидкість руху маневрових составів. Включення стрілок в електричну централізацію також дозволить скоротити час виконання маневрів. Мінімізація порожніх пробігів на станції, скорочення часу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на під'їзних коліях шляхом їх механізації, автоматизації та вдосконалення технології дасть змогу скоротити простій місцевого вагона на станції.

Ще один напрямок реформування залізничного транспорту пов'язаний з реалізацією поетапної концентрації сортувальної роботи на найбільш потужних крупних, технічно оснащених сортувальних станціях з відповідною їх модернізацією, впровадженням сучасних технологій і новітньої техніки для переробки і обслуговування, врахуванням перспективних обсягів роботи і перспективного

раціонального розподілу продуктивних сил держави.

Остаточний варіант розміщення сортувальних станцій і розподілу між ними сортувальної роботи для конкретного етапу перспективного з економіки держави має забезпечувати дотримання наступних принципів:

- повна реалізація раціональної організації вагонопотоків (оптимального рівня плану формування поїздів) з розвитком маршрутизації перевезень і розширенням сфери використання групових поїздів;

- забезпечення мінімальних пробігів локомотивів і вагонів, скорочення простоїв на сортувальних станціях; максимальне використання існуючих сортувальних станцій і їх оснащення з усуненням недоліків в колійному розвитку;

- дотримання сучасних вимог щодо реалізації раціональної місцевої роботи (реалізація оперативного управління місцевими вагонопотоками і гнучкої технології їх переробки);

- створення економічно обґрунтованих резервів потужностей і забезпечення маневровості в роботі мережі, стійкості на перспективу оптимальних варіантів розподілу роботи і завантаження сортувальних станцій (характеризується зростанням кількості призначень і вагонів з переробкою за послідовними етапами розвитку економіки);

- забезпечення найкращої взаємодії і ув'язки в роботі всіх сортувальних станцій мережі;

- більш широке впровадження ресурсозберігаючих технологій (в маневровій роботі, при розформуванні составів, визначенні оптимальних параметрів повздожнього профілю гірки та інше);

- підвищення рівня безпеки і обороноздатності держави; мінімальні обсяги інвестицій на розвиток існуючих сортувальних станцій.

Нагальним є впровадження маловитратних технологій місцевої роботи дільниць, орієнтованих на прискорення доставки вантажів з мінімальними витратами, раціональним використанням технічних засобів на дільницях і розширенням переліку сервісних послуг (підвищення якості оперативного планування

місцевої роботи, використання збірно-дільничних поїздів, призначення позаграфікових вивізних поїздів та інше). Ефективність роботи кожної дільниці повинна встановлюватися з урахуванням запитів вантажовласників і інтересів залізниць щодо забезпечення рентабельності дільниць.

В роботі [36] пропонується вдосконалення технології роботи станцій з незначними капітальними вкладенням з метою скорочення простоїв вагонів на станціях та зменшення собівартості переробки одного вагона завдяки впровадженню наступного:

- проведенню незначних конструктивних змін в горловинах і тим самим зменшенню їх завантаження і затримки вагонопотоків;
- прискоренню і зменшенню витрат на маневрову роботу завдяки впровадженню економічно обґрунтованих раціональних методів формування багатогрупових составів, як на витяжних коліях, так і на сортувальних гірках з мінімальною тривалістю виконання операцій;
- здійсненню розподілу сортувальних колій на станціях між призначеннями з мінімізацією експлуатаційних витрат на формування поїздів і скороченню обсягів повторної переробки вагонів;
- підвищенню ефективності функціонування автоматизованих систем управління сортувальними станціями на підставі отримання достовірної інформації в режимі реального часу для раціоналізації планування поїзної і вантажної роботи;
- здійснення перенесення з вантажних станцій підбірки вагонів сформованих по вантажоодержувачах (вантажовідправниках), а по можливості, і по конкретних вантажних фронтах і вантажах на сортувальні і дільничні станції з наявними резервами їх переробної спроможності;
- приведенню технічного оснащення станцій до тих розмірів вагонопотоків, які переробляються на них; вдосконаленню схеми деяких станцій з метою скорочення наявною подвійної переробки вагонів на них;
- оптимізації персоналу пунктів технічного обслуговування вагонів з ура-

хуванням реальних обсягів вагонопотоків;

- приведенню параметрів вихідних потоків готових до відправлення поїздів у відповідність до параметрів пред'явлення поїзних локомотивів під состав;
- удосконаленню технології прикордонних станцій; впровадженню раціональної системи гнучкого поїздоутворення на основі оперативних технологіко-економічних розрахунків;
- упровадженню електронних провізних документів та інше.

Слід підвищити ефективність функціонування малодіяльних дільниць з врахуванням світового досвіду, а саме на підставі державної програми реорганізувати їх шляхом перетворення в самостійні другорядні залізниці із можливою зміною форм власності, передачею в оренду, концесію, переведенням їх на денну роботу та інше.

Слід реалізувати диференціацію вантажних перевезень з урахуванням запитів вантажовласників за режимами доставки вантажів в залежності від швидкості руху (звичайна, прискорена або термінова доставка), а також за періодами курсування (денні, нічні, постійні і тимчасові поїзди) із дотриманням гнучкого для клієнтів часу відправлення і прибуття, а також із забезпеченням бажаної швидкості, надійності і регулярності перевезень. Широка диференціація поїздів за їх категоріями представляє собою, як свідчить світовий досвід, найбільш економічну форму освоєння перевезень і створює сприятливі умови вантажовласникам, які завдяки заздалегідь розробленим і об'явленим розкладом в змозі вибрати найбільш раціональні варіанти перевезень.

В роботі [37] обґрунтовується роль ефективності операційної діяльності станції у процесі забезпечення конкурентоспроможності залізничних перевезень. Техніко-технологічна модернізація структурних підрозділів залізничного транспорту створить умови для забезпечення прозорості фінансової діяльності, забезпечення якості транспортних послуг та безпеки руху, а також підвищення рівня конкурентоспроможності залізничних перевезень. Одними з основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничних станцій є удосконалення

їх конструктивних параметрів і технології роботи. При цьому особливу актуальність здобуває проблема ефективного техніко-економічного керування станціями, основне завдання якого – приймати економічно обґрунтовані рішення як при оперативному керуванні, так і при плануванні організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення ефективності роботи станцій згідно із збалансованою системою показників. Таким чином можна констатувати, що розвиток технічних станцій та їх раціональне оснащення сприяє зменшенню простою транзитних вагонів, що в свою чергу, дозволяє знизити обіг вагону.

1.3 Постановка задачі дипломної роботи

В умовах реформування залізничного транспорту та економіки країни в цілому виникає необхідність формувати таку транспортну систему, щоб вона забезпечувала всі потреби держави, а також мала необхідні резерви. Тож, необхідно поліпшувати технології роботи сортувальних станцій в умовах приведення потужності існуючих пристроїв у відповідності до розрахункових обсягів перевезень.

Через скорочення розмірів перевезень на деяких залізницях України частка сортувальних станцій віднесена до вантажних або дільничних. На сьогоднішній день постає питання про розгляд концентрації сортувальної роботи на меншій кількості сортувальних станцій. На цих станціях, у більшості випадків, концентрується сортувальна робота, що виконувалася раніше на декількох невеликих станціях. Як наслідок концентрації – зменшується кількість працівників, числа маневрових локомотивів, досягається прискорення просування вагонів, і в кінцевому підсумку зниження експлуатаційних витрат.

Сортувальна станція К розташована на одному з найбільш вантажонапружених напрямків Укрзалізниці. Додаткові простої поїздів у парках станції виникають через збільшення вагонопотоку та незмінності технічного оснащення. При цьому, в періоди інтенсивного надходження поїздів, до небажаних наслідків може призвести збільшення ворожих маршрутів у стрілочних горловинах приймально-відправних парків.

В даній дипломній роботі розглядається одна з технічних станцій, яка знаходиться на напрямку, де відбулося збільшення вагонопотоку, а технічне оснащення – залишилося незмінним. Необхідно виявити основні напрями удосконалення конструкції станції, перевірити відповідність технічного оснащення станції (кількість колій в парках, кількість бригад і груп в бригадах технічного обслуговування, кількість маневрових локомотивів і т.д.). При цьому метою дипломної роботи є зниження тривалості знаходження транзитних вагонів на станції за рахунок удосконалення колійного розвитку та технології роботи станції.

2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Станція К - це сортувальна станція, основною роботою якої є сортування вагонів по призначеннях, проходження і формування з цих вагонів поїздів; огляд і підготовка поїздів і вагонів у технічному і комерційному відношенні; виконання операцій з пропуску поїздів без переробки; ремонт і екіпірування локомотивів; ремонт і технічне обслуговування вагонів [38]. Схема станції К наведена на рисунку 2.1.

2.1 Технічна характеристика станції

2.1.1 Прилеглі до станції перегони і основні засоби сигналізації та зв'язку

До станції примикає чотири підходи:

а) у парному напрямку:

підхід Ч – двоколіїний, обладнаний двоколіїним одностороннім автоблокуванням;

підхід Д – двоколіїний, обладнаний двоколіїним одностороннім автоблокуванням;

б) у непарному напрямку:

підхід П – двоколіїний, обладнаний двоколіїним одностороннім автоблокуванням;

підхід К – одноколіїний, обладнаний одноколіїним двостороннім автоблокуванням.

На прилеглих до станції ділянках обертаються:

- у вантажному русі – електровози серії ВЛ-8, ВЛ-10 та тепловози ТЕ-3;
- у пасажирському русі – електровози серії ЧС-2, ЧС-7;
- в приміському русі – електросекції ЕР-1, ЕР-2^т.

2.1.2 Станційні колії та їх спеціалізація

Станція К складається з чотирьох парків, з яких паралельно розташовані приймально-відправний парк «А», сортувально-відправний парк, приймально-відправний парк «Б», а послідовно до них розташований парк відправлення.

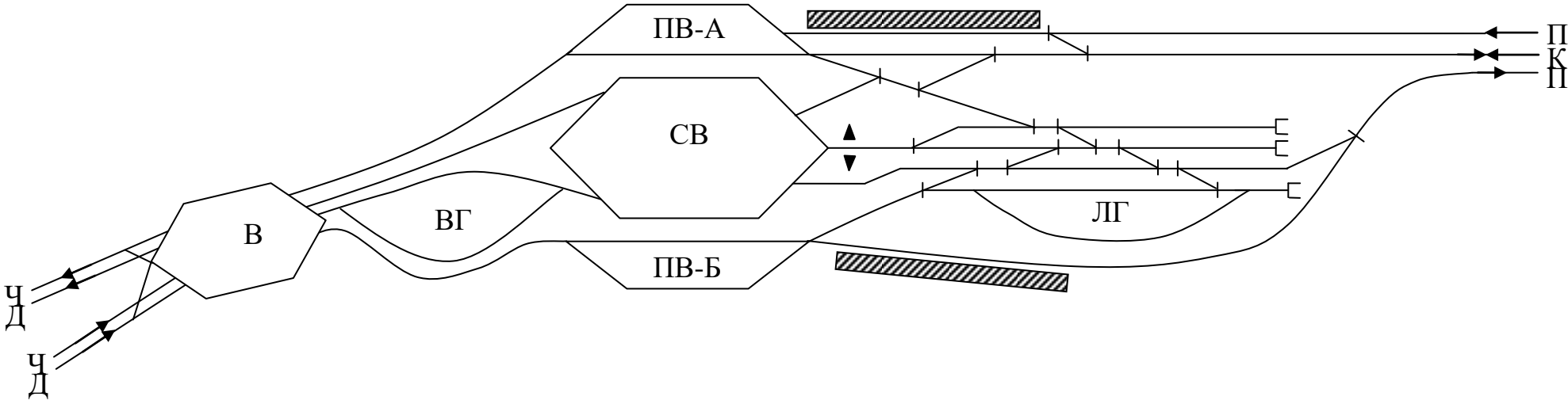


Рисунок 2.1 – Схема сортувальної станції К

Приймально-відправний парк «А» має 7 приймально-відправних колій спеціалізованих для прийому транзитних поїздів з переробкою і без переробки з напрямків П, К та для відправлення транзитних поїздів на Ч, Д. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах 850 м-1024 м.

Приймально-відправний парк «Б» має 8 приймально-відправних колій і одну навантажувально-розвантажувальну колію. Приймально-відправні колії спеціалізовані для прийому транзитних поїздів з переробкою і без переробки з напрямків Ч, Д та для відправлення транзитних поїздів на П і К. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах 911 м-1267 м.

Сортувально-відправний парк «СВ» має 28 колій з яких: 26 колій призначені для накопичення составів за планом формування, 1 колія для ремонту і 1 колія для затриманих вагонів. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах 651 м - 1139 м.

Парк відправлення «В» має 8 колій, які призначені для виставки, відправлення поїздів свого формування і пропуску транзитних поїздів, що проходять по головних коліях І і ІІ на П і К, а також І, ІІ для прийому і відправлення пасажирських поїздів. Корисна довжина колій парку знаходиться в межах 850 м - 945 м.

2.1.3 Споруди та пристрої

Станція обладнана маршрутно-релейною електричною централізацією стрілок та сигналів, управління якими здійснюється з пульт-табло, встановленого в приміщенні чергових по станції.

Станція обладнана пристроями пневматичного обдування для очищення стрілок від снігу в зимову пору року.

Для забезпечення диспетчерського керівництва маневровою роботою й організації прийому та відправлення поїздів станція обладнана наступними засобами зв'язку:

- поїзним диспетчерським та міжстанційним зв'язком;
- прямим телефонним зв'язком;
- двобічним гучномовним парковим зв'язком;
- поїзним і маневровим радіозв'язком;

- телефонним зв'язком місцевої автоматизованої телефонної станції;
- зв'язком з інформаційним станційним центром (ІСЦ).

2.1.4 Сортувальні пристрої станції

Механізована сортувальна гірка розташована з непарної сторони сортувально-відправного парку обладнана гірковою автоматичною централізацією (ГАЦ), має 2 колії насуву. Гальмування відчепів, що спускаються з гірки, виконується вагонними уповільнювачами на трьох гальмових позиціях.

2.1.5 Локомотивне і вагонне господарство

З непарної сторони сортувально-відправного парку паралельно коліям насуву розміщено локомотивне господарство, де виконується ремонт та технічне обслуговування локомотивів.

Послідовно парку відправлення та сортувально-відправному парку розміщено вагонне господарство де виконуються планові види ремонту вагонів.

2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції

2.2.1 Робота з поїздами і вагонами

Станція пропускає вагонопотік, що надходять зі сторони підходів П, К, Д, Ч. Непарний вагонопотік, що надходить з П і К в основному навантажений; парний, що надходить з Ч – змішаний з великим відсотком порожнього потоку.

У приймально-відправному парку «А» виконується обробка поїздів, що надходять з П і К і відправляються на Д, Ч.

При ускладненнях із пропуском парних потоків у приймально-відправному парку «Б», транзитні і в розформування поїзди, що надходять з Ч та відправляються на П і К, приймаються в парк «А».

У приймально-відправному парку «Б» виконується обробка транзитних і поїздів, що надходять у розформування з Д, Ч.

У сортувально-відправному парку виконується розформування поїздів через механізовану сортувальну гірку, формування поїздів на П, К, Д, Ч відповідно до плану формування поїздів, обробка і виставка поїздів свого формування на П, К, Д, Ч колій сортувального парку за допомогою двох витяжних колій, відправлення поїздів свого формування на П, К.

У парку відправлення виконується обробка і відправлення поїздів свого формування на Д, Ч і пропуск транзитних і пасажирських поїздів з П, К, Д, Ч.

Поїзні локомотиви з-під парних транзитних поїздів прибулих у парк «Б» подаються до депо по I головній колії через пост «Д». Поїзні локомотиви, що подаються з депо під непарні поїзди на колії приймально-відправного парку «А» подають з II-го контролю по ходовій колії сортувального парку.

2.2.2 Маневрова робота

Маневрова робота станції заключається в наступному:

- розформування поїздів через сортувальну гірку;
- формування составів, перестановка сформованих составів на колії відправлення;
- відчеплення технічно несправних вагонів та перестановка їх на відповідні колії для виконання ремонту.

Для забезпечення виконання маневрової та сортувальної роботи на станції використовується 4 маневрових локомотива серії ЧМЕ-3, оснащених маневровим зв'язком.

Маневрова робота на станції виконується на трьох маневрових районах:

1-й маневровий район – 1 локомотив серії ЧМЕ-3 (непарна горловина приймально-відправного парку «А», непарна горловина сортувально-відправного парку) – розформування, формування составів, причеплення і відчеплення вагонів;

2-й маневровий район – 1 локомотив серії ЧМЕ-3 (непарна горловина приймально – відправного парку «Б», непарна горловина сортувально-відправного парку, витяжна колія № 46) – розформування, формування составів, причеплення і відчеплення вагонів;

3-й маневровий район – 2 локомотива серії ЧМЕ-3 (парні горловини приймально-відправних парків, парна горловина сортувально-відправного парку, парк відправлення, вантажний район) – формування составів, відчеплення несправних вагонів, перестановка составів в парк відправлення.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗМІРІВ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ПРИЛЕГЛИХ ЛІНІЯХ

Визначення розрахункових обсягів роботи станції К передбачає розрахунок маси поїзда, кількості вагонів в складі поїзда та поїздопотоків, що проходять через станцію К. Масу поїзда слід перевірити за умови рушання з місця та по довжині приймально-відправних колій. Після цього визначається необхідна пропускна здатність і число головних колій на примикаючі лінії.

Визначимо загальний вагонопотік з переробкою який прибуває на станцію К згідно додатку А, таблиці А.1 і розрахунок зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Транзитний вагонопотік з переробкою

Із \ На	П	К	Ч	Д	ст.К	Всього вагонів
П	-	-	957	163	5	1125
К	-	-	368	96	6	470
Ч	853	440	-	185	2	1480
Д	134	85	156	-	-	375
ст.К	2	6	4	1	-	13
Всього вагонів	989	531	1485	445	13	3463

Загальний транзитний вагонопотік з переробкою, який прибуває на станцію К складає 3463 вагони.

Визначимо загальний транзитний вагонопотік який проходить станцію К без переробки згідно додатку А, таблиця А.2 і розрахунок зведемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Транзитний вагонопотік без переробки

Із \ На	П	К	Ч	Д	Всього
П	-	-	1037	103	1140
К	-	-	520	156	676
Ч	1300	312	-	-	1612
Д	154	260	-	-	414
Всього	1454	572	1557	259	3842

Загальний транзитний вагонопотік який проходить станцію К без переробки становить 3842 вагони.

Визначимо розміри пасажирського руху згідно додатку А, таблиця А.3 і розрахунок зведемо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розміри пасажирського руху

Із \ На		Транзитні пасажирські				Приміські	Всього
		П	К	Ч	Д	ст.К	
Транзитні паса- жирські	П	-	-	34	-	2	36
	К	-	-	5	2	1	8
	Ч	32	3	-	-	10	45
	Д	-	1	-	-	2	3
Приміські	ст.К	2	1	10	1	-	14
Всього		34	5	49	3	15	106

Загальні розміри пасажирського руху, що проходить станцію К становить 106 поїздів.

3.1 Розрахунок маси поїзда

Масу поїзда потрібно визначати виходячи з умов повного використання потужності і тягових якостей локомотива.

У залежності від характеру профілю колії даної ділянки розрахунок маси вантажного поїзда виконується виходячи з умов невинного руху по існуючому

розрахунковою керівною підйому з рівномірною швидкістю за формулою [39]:

$$Q = \frac{F_{\text{кр}} - P(\omega'_0 + i_p)}{\omega''_0 + i_p}, m \quad (3.1)$$

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

P - розрахункова маса локомотива, m ;

ω'_0 - основний питомий опір руху локомотива, $H/\kappa H$;

ω''_0 - основний питомий опір руху поїзда, $H/\kappa H$;

i_p - крутість розрахункового керівного підйому, ‰ .

Параметри поїзних локомотивів прийнято відповідно до Правил тягових розрахунків [39].

Основний питомий опір руху локомотива ω'_0 в режимі тяги під струмом залежить від швидкості руху і конструкції колії. Основний питомий опір руху для електровозів і тепловозів при русі по ланковому шляху визначається за формулою [39]:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V_p + 0,0003 \cdot V_p^2, H/\kappa H \quad (3.2)$$

де V_p – розрахункова швидкість руху при підйомі на розрахунковий ухил, км/год .

Основний питомий опір руху вантажних вагонів w_0 у складі поїзда також залежить від конструкції колії і при середній масі поїзда, що приходить на одну вісь колісної пари q_0 , визначається за формулою [39]:

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1V_p + 0,0025V_p^2}{q_0}, H/\kappa H \quad (3.3)$$

де q_0 – середня маса состава, яка приходить на вісь колісної пари вантаженого вагона, m .

Так як середня маса вантажного вагона складає 80 *m* (див. додаток А.2), то середнє навантаження на вісь становить $q_0 = 80/4 = 20$ *m*.

Визначимо основний питомий опір руху локомотива та поїзда для ділянки ст.К-П (для електровоза ВЛ-8 $F_{кр} = 46500$ *кН*, $P = 184$ *m*, $V_p = 43,3$ *км/год* згідно [39]):

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot (43,3)^2 = 2,89 \text{ Н/кН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot (43,3)^2}{20} = 1,3 \text{ Н/кН}.$$

Тоді при керівному ухилі $i_k = 9,2$ ‰ (див. додаток А.2) маса складу становитиме:

$$Q = \frac{46500 - 184 \cdot (2,89 + 9,2)}{1,3 + 9,2} = 4210 \text{ } m.$$

Приймаємо 4200 *m*.

Визначимо кількість вагонів у складі поїзда за формулою:

$$m_{\text{сост}} = \frac{Q}{q}, \text{ ваг} \quad (3.4)$$

де Q – маса складу, *m*;

q – маса одного вагону, *m*.

Таким чином кількість вагонів у складі поїзда становить:

$$m_{\text{сост}} = \frac{4200}{75} = 56 \text{ ваг}.$$

Для всіх інших ділянок, що примикають до станції, розрахунок аналогічний, результати розрахунків наведено в таблиці 3.4.

3.2 Перевірка маси складу при русанні з місця

Виконаємо перевірку розрахункової маси поїзда при русанні з місця, згідно [39], за формулою:

$$Q_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{кр}}}{\omega_{\text{тр}} + i_p} - P, \text{ } m \quad (3.5)$$

Таблиця 3.4 – Розрахунок маси поїзда та кількості вагонів у його складі

Назва ділянки	Тип локомотива	Розрахункова сила тяги $F_{кр}, кН$	Розрахункова маса $P, т$	Розрахункова швидкість $V, км/год$	Крутість розрахункового керованого підрізу $i_p, ‰$	Основний питомий опір руху локомотива $\omega'_0, Н/кН$	Основний питомий опір руху складу $\omega''_0, Н/кН$	Маса состава $Q, т$	Кількість вагонів в складі	
									$m_{сост}$	Прийнято
К-П	ВЛ-8	46500	184	43,3	9,2	2,89	1,3	4200	56	52
К-К	ВЛ-10	46000	184	46,7	8,7	3,02	1,4	4300	57	52
К-Ч	ТЕ-3	40400	254	20,5	7,5	2,23	1,0	4450	59	52
К-Д	ВЛ-8	46500	184	43,3	10	2,89	1,3	3900	52	52

де $F_{\text{кр}}$ - сила тяги при рушанні з місця, κH ;

$\omega_{\text{тр}}$ - питомий опір поїзда при рушанні з місця.

Питомий опір состава при рушанні з місця визначається за формулою:

$$\omega_{\text{тр}} = \frac{28}{q_0 + 7}, \text{ Н/кН.} \quad (3.6)$$

Питомий опір состава при рушанні з місця становить:

$$\omega_{\text{тр}} = \frac{28}{20 + 7} = 1,04 \text{ Н/кН.}$$

Маса поїзда для окремої ділянки становить:

– ділянка ст.К-Д (для ВЛ-8 $F_{\text{кр}} = 60700 \text{ кН}$ згідно [39]):

$$Q_{\text{тр}} = \frac{60700}{1,04 + 10} - 184 = 5314,2 \text{ т.}$$

– ділянка ст.К-П (для ВЛ-8 $F_{\text{кр}} = 60700 \text{ кН}$ згідно [39]):

$$Q_{\text{тр}} = \frac{60700}{1,04 + 9,2} - 184 = 5743,7 \text{ т.}$$

– ділянка ст.К -К (для ВЛ10 $F_{\text{кр}} = 62600 \text{ кН}$ згідно [39]):

$$Q_{\text{тр}} = \frac{62600}{1,04 + 8,7} - 184 = 6243,1 \text{ т.}$$

– ділянка ст.К -Ч (для ТЕ3 $F_{\text{кр}} = 52000 \text{ кН}$ згідно [39]):

$$Q_{\text{тр}} = \frac{52000}{1,04 + 7,5} - 254 = 5835 \text{ т.}$$

Маса поїзда розрахована для кожної з ділянок менше маси при рушанні, тобто умова рушання составу з місця виконується.

3.3 Перевірка маси поїзда по довжині приймально-відправних колій

Довжина поїзда не повинна перевищувати прийнятої на станції корисної довжини колії – 850 м.

Довжина поїзда визначається за формулою [39]:

$$l_{\Pi} = m_c l_B + l_L + 10, \text{ м} \quad (3.7)$$

де l_L - довжина локомотива, м;

m_c - кількість вагонів у складі поїзда, ваг;

l_B - довжина вагона, $l_B = 15$ м.

Визначимо довжину поїзда для кожної з ділянок:

- ділянка К-Д (для ВЛ-8 $l_L = 28$ м [39]): $l_{\Pi} = 52 \cdot 15 + 28 + 10 = 818$ м;
- ділянка К-П (для ВЛ-8 $l_L = 28$ м [39]): $l_{\Pi} = 56 \cdot 15 + 28 + 10 = 878$ м;
- ділянка К-К (для ВЛ-10 $l_L = 34$ м [39]): $l_{\Pi} = 57 \cdot 15 + 33 + 10 = 898$ м;
- ділянка К-Ч (для ТЕ-3 $l_L = 36$ м [39]): $l_{\Pi} = 59 \cdot 15 + 34 + 10 = 929$ м.

Результати розрахунків маси поїзда та кількості вагонів у складі поїзда наведені у табл. 3.4.

Виходячи з умови, що довжина состава не повинна перевищувати довжину приймально-відправних колій для всіх напрямків приймаємо склад поїзда $m_c = 52$ ваг і $l_{\text{кор}} = 850$ м.

3.4 Визначення розмірів поїздопотоків станції

Враховуючи склад вантажного поїзда визначимо величину поїздопотоків для кожної ділянки за наступною формулою:

$$N_{\Pi} = \frac{N}{m}, \text{ поїздів} \quad (3.8)$$

де N_{Π} – кількість поїздів на напрямку;

N – вагонопотік напрямку;

m – кількість вагонів у складі поїзда.

Наприклад, з ділянки П на станцію прибуває (див. табл. 3.1) 1125 вагонів, отже, при $m=52$ ваг, поїздопотік становить:

$$N_{\Pi} = \frac{1125}{52} = 21,63 \text{ поїзда.}$$

Приймаємо $N_{\Pi} = 22$ поїзда.

На основі розрахованої кількості вагонів у складі поїзда визначаємо поїздопотоки, що надходять у розформування на станцію К та проходять через станцію без переробки і зводимо їх відповідно до таблиці 3.5 та таблиці 3.6.

Таблиця 3.5 – Транзитний вагонопотік та поїздопотік з переробкою

Із \ На	П	К	Ч	Д	на ст.К	Всього вагонів	Всього поїздів	З них збірні
П	-	-	957	163	5	1125	22	1
К	-	-	368	96	6	470	10	2
Ч	853	440	-	185	2	1480	29	2
Д	134	85	156	-	-	375	8	2
на ст.К	2	6	4	1	-	13		-
Всього вагонів	989	531	1485	445	13	3463	-	-
Всього поїздів	20	11	29	9	-	-	69	-
З них збірні	2	2	1	1	-	-	-	-

Загальна кількість поїздів, що проходять станцію К з переробкою з урахуванням збірних складає 69 поїздів.

Таблиця 3.6 – Транзитний поїздопотік без переробки

Із \ На	П	К	Ч	Д	Всього
П	-	-	20	2	22
К	-	-	10	3	13
Ч	25	6	-	-	31
Д	3	5	-	-	8
Всього	28	11	30	5	74

Загальний транзитний поїздопотік, який проходить станцію К без переробки становить 74 поїзди.

Визначимо розміри пасажирського руху згідно додатку А таблиця А.3, а результати розрахунків зведемо в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Розміри пасажирського руху

Із \ На	Транзитні пасажирські				Приміські	Всього	
	П	К	Ч	Д	ст. К		
Транзитні пасажирські	П	-	-	34	-	2	36
	К	-	-	5	2	1	8
	Ч	32	3	-	-	10	45
	Д	-	1	-	-	1	2
Приміські	ст. К	2	1	10	1	-	14
Всього		34	5	49	3	14	105

Загальні розміри пасажирського руху, що проходить станцію К становить 105 поїздів.

3.5 Визначення необхідної пропускної здатності і числа головних колій на лініях, які примикають до станції К

Потрібна пропускна здатність ліній, що примикають до станції, визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \alpha \cdot (N_{\text{вант}} + N_{\text{пас}} \cdot \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} \cdot (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \text{ пар поїздів} \quad (3.9)$$

де α - коефіцієнт резерву пропускної здатності; $\alpha=1,2$ [38];

$N_{\text{вант}}$ – число вантажних поїздів на даній лінії;

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

$\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнт знімання вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними поїздами; $\varepsilon_{\text{пас}}=1,5, \varepsilon_{\text{зб}}=2$ [38].

Величини $N_{\text{вант}}, N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$ беремо з табл. 3.5, табл. 3.6 і табл. 3.7, при неоднакових розмірах руху поїздів у парному і непарному напрямках приймаємо більше значення.

Для станції К потрібна пропускна здатність ліній, що примикають, скла-

дає:

$$N_{\text{к-п}} = 1,2 \cdot (48 + 36 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 124,8 \text{ пар поїздів.}$$

Приймаємо 124 *пари поїздів* – двоколійна лінія, автоблокування приймаємо у відповідності [38];

$$N_{\text{к-к}} = 1,2 \cdot (23 + 8 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 44,4 \text{ пар поїздів.}$$

Приймаємо 44 *пари поїздів* – одноколійна лінія, диспетчерська централізація і двоколійні вставки [38];

$$N_{\text{к-ч}} = 1,2 \cdot (60 + 49 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 161,4 \text{ пара поїздів.}$$

Приймаємо 161 *пару поїздів* – двоколійна лінія, автоблокування приймаємо у відповідності [38];

$$N_{\text{к-д}} = 1,2 \cdot (16 + 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 27 \text{ пар поїздів.}$$

Приймаємо 27 *пар поїздів* – одноколійна лінія, диспетчерська централізація приймаємо у відповідності [38].

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що потрібна пропускна здатність менша за наявну, тобто існуюче технічне оснащення перегонів відповідає необхідному.

4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ В ПАРКАХ СТАНЦІЇ

Визначення необхідної кількості колій в парках станції передбачає розрахунок середньої тривалості заняття колії поїздами різних категорій, які надходять в окремий парк. Для визначення середньої тривалості заняття колії необхідно визначити тривалість виконання кожної окремої технологічної операції, з урахуванням технічного оснащення парку та особливостей технології роботи станції по обслуговуванню поїздів.

4.1 Нормування елементів гірочної технології

Час на виконання операцій по розформуванню составів з гірки складається з тривалості заїзду, витягування, насуву, розпуску та осаджування.

Тривалість заїзду гірочного локомотива у хвіст состава складає:

$$t_3 = t'_3 + t_{\text{зал}}, \quad (4.1)$$

де t'_3 – час виконання гірочним локомотивом рейсу від горба гірки під состав, *хв*;

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

$$t'_3 = \frac{0.06 \cdot l_3}{V_3^{\text{cp}}}, \quad (4.2)$$

де l_3 – відстань заїзду, *м*;

V_3^{cp} – середня швидкість заїзду, $V_3^{\text{cp}} = 19,5$ *км/год*.

Середня затримка через залежність маршрутів у горловинах парку згідно [39] розраховується за формулою:

$$t_{\text{зал}} = 0,011 \cdot N_p, \quad (4.3)$$

де N_p – кількість поїздів, що прибувають у розформування в даний парк за добу.

Тривалість витягування составу на витяжну колію складає:

$$t_{\text{ВИТ}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{ВИТ}}}{V_{\text{ВИТ}}}, \quad (4.4)$$

де $l_{\text{ВИТ}}$ – довжина напіврейсу витягування, м;

$V_{\text{ВИТ}}$ – швидкість витягування, $V_{\text{ВИТ}} = 8$ км/год.

Тривалість насуву складає:

$$t_{\text{Н}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{Н}}}{V_{\text{Н}}^{\text{ср}}}, \quad (4.5)$$

де $l_{\text{Н}}$ – довжина колії насуву, м;

$V_{\text{Н}}^{\text{ср}}$ – середня швидкість насуву, $V_{\text{Н}}^{\text{ср}} = 5$ км/год [38].

Норма часу на осаджування вагонів на коліях парку для одного составу визначається за формулою:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot m, \quad (4.6)$$

де m – кількість вагонів у складі поїзду.

Тривалість розпуску составу визначається за наступною формулою:

$$t_{\text{р}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{ваг}} \cdot m_{\text{с}}}{V_{\text{р}}}, \quad (4.7)$$

де V_p – швидкість розпуску, $V_p = 6,95$ км/год згідно [38].

Час очікування составом розформування [39] визначається за формулою:

$$t_0^p = \frac{\psi_{\Gamma} \cdot (v_{\text{ГОТ}}^2 + v_{\Gamma}^2) \cdot t_{\Gamma}}{2 \cdot (1 - \gamma_3 \cdot \psi_{\Gamma})}, \quad (4.8)$$

де ψ_{Γ} – завантаження гірки, визначається як:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{N_p \cdot t_{\Gamma}}{24}, \quad (4.9)$$

v_{Γ} – коефіцієнт варіації гіркового технологічного інтервалу; $v_{\Gamma} = 0,35$ [39];

γ_3 – частка поїздів із завершальними групами, що розформовуються через гірку; $\gamma_3 = 0,5$;

$v_{\text{ГОТ}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками пункту технічного обслуговування (ПТО);

$$v_{\text{ГОТ}} = v_{\text{ВХ}} - (v_{\text{ВХ}} - v_{\text{ТО}}) \cdot \psi_{\text{бр}}^{2v_{\text{ВХ}}}. \quad (4.10)$$

Час на виконання операцій по розформуванню составів з гірки, який прибуває у парк «А»:

Визначимо тривалість насуву:

$$t_{\text{Н}} = \frac{0,06 \cdot 300}{5} = 3,6 \text{ хв.};$$

Приймаємо $t_{\text{Н}} = 4$ хв.

Визначимо тривалість заїзду:

$$l_3 = 300 + 650 = 950 \text{ м};$$

$$t'_3 = \frac{0,06 \cdot 950}{19,5} = 2,9 \text{ хв};$$

$$t_{\text{зал}} = 0,011 \cdot 32 = 0,35 \text{ хв};$$

$$t_3 = 2,9 + 0,4 = 3,3 \text{ хв};$$

Приймаємо $t_3 = 4 \text{ хв}$.

Визначимо тривалість витягування:

$$t_{\text{вит}} = \frac{0,06 \cdot 1450}{8} = 11 \text{ хв}.$$

Визначимо тривалість розпуску:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 15 \cdot 52}{6,95} = 6,7 \text{ хв};$$

Приймаємо $t_p = 7 \text{ хв}$.

Визначимо тривалість осаджування:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 52 = 3,12 \text{ хв};$$

Приймаємо $t_{\text{ос}} = 3 \text{ хв}$.

Час на виконання операцій по розформуванню составів з гірки, який прибуває у парк «Б»:

Визначимо тривалість насуву:

$$t_n = \frac{0,06 \cdot 300}{5} = 3,6 \text{ хв};$$

Приймаємо $t_n = 4 \text{ хв}$.

Визначимо тривалість заїзду:

$$l_3 = 300 + 650 = 950 \text{ м};$$

$$t'_3 = \frac{0,06 \cdot 950}{19,5} = 2,9 \text{ хв};$$

$$t_{\text{зал}} = 0,011 \cdot 37 = 0,4 \text{ хв};$$

$$t_3 = 2,9 + 0,4 = 3,3 \text{ хв};$$

Приймаємо $t_3 = 4 \text{ хв}$.

Визначимо тривалість витягування:

$$t_{\text{вит}} = \frac{0,06 \cdot 1450}{8} = 11 \text{ хв.}$$

Визначимо тривалість розпуску:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 15 \cdot 52}{6,95} = 6,7 \text{ хв.}$$

Визначимо тривалість осаджування:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 52 = 3,12 \text{ хв.};$$

Приймаємо $t_{\text{ос}} = 3 \text{ хв.}$

Побудуємо технологічний графік роботи гірки, який являє собою графічне відображення процесів розформування составів. На графіку відтворено роботу двох гірочних локомотивів по потоково-кільцевому способу. Осаджування виконується після трьох розпусків (рисунок 4.1).

За технологічним графіком гірковий цикл становить:

$$T_{\text{ц}} = 96 \text{ хв.}$$

Відповідно гірковий технологічний інтервал складає:

$$t_{\Gamma} = \frac{T_{\text{ц}}}{N_{\text{р}}^{\text{ц}}} = \frac{96}{6} = 16 \text{ хв.}$$

Завантаження гірки:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{69 \cdot 16}{1440} = 0,77.$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО з парку «А»:

$$v_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,43^{2 \cdot 0,7} = 0,55.$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО з парку «Б»:

$$v_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,49^{2 \cdot 0,7} = 0,52.$$

Час очікування розформування составом, що прибуває в парк «А»:

$$t_o^p = \frac{0,77 \cdot (0,55^2 + 0,4^2) \cdot 16}{2 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,82)} = 5,14 \text{ хв.}$$

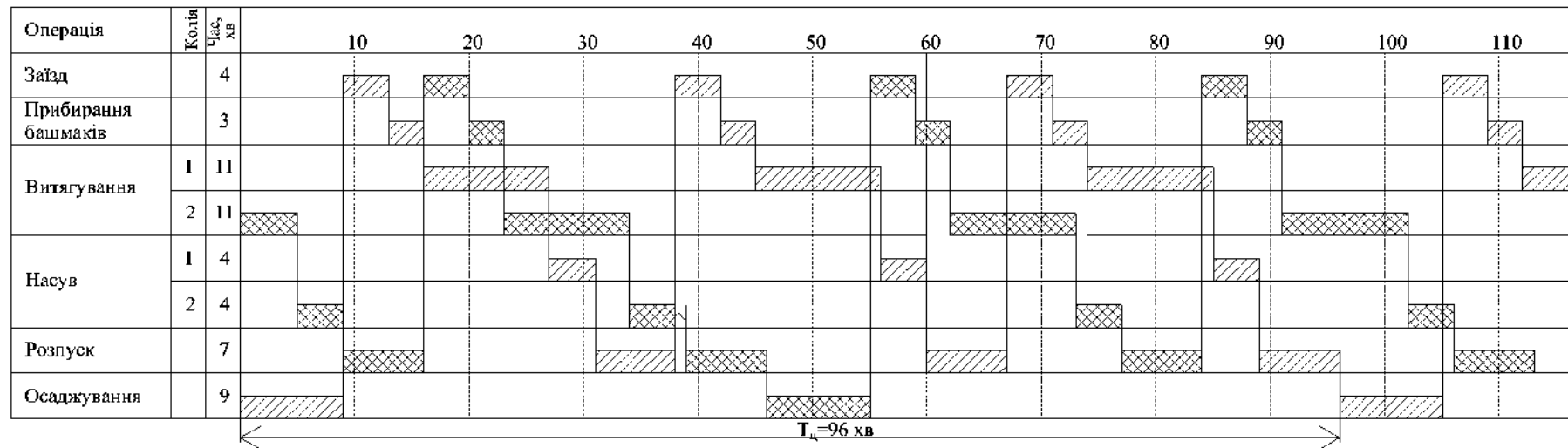


Рисунок 4.1 – Технологічний графік роботи сортувальної гірки

Час очікування розформування составом, що прибуває в парк «Б»:

$$t_o^p = \frac{0,77 \cdot (0,52^2 + 0,4^2) \cdot 16}{2 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,82)} = 4,79 \text{ хв.}$$

4.2 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування

Середній час заняття колії поїздом, що прибув у розформування визначається за формулою:

$$T_{зк} = t_M + t_{вх} + t_o^{тo} + t_{то} + t_o^p + t_{вип}, \quad (4.11)$$

де t_M – час приготування маршруту прийому поїзда, $t_M = 0,015 \text{ год}$;

$t_{то}$ – час на технічне обслуговування состава, $год$;

$t_o^{тo}$ – час очікування технічного обслуговування, $год$;

$t_{вип}$ – час на витягування состава, $год$;

t_o^p – час очікування составом розпуску, $год$;

$t_{вх}$ – час проходження поїздом вхідної відстані, $год$;

$$t_{вх} = \frac{L_{вх}}{V_{вх}}, \quad (4.12)$$

де $L_{вх}$ – довжина вхідної відстані, $км$;

$$L_{вх} = L_{горл} + L_{п}, \quad (4.13)$$

де $L_{горл}$ – відстань від вхідного світлофора до граничного стовпчика колії парку прийому, $км$;

$L_{п}$ – довжина поїзда, $км$; $L_{п} = l_{лок} + l_{в} \cdot m$;

$V_{вх}$ – швидкість входу поїзда на бокову колію, $V_{вх} = 40 \text{ км/год}$.

Час на технічний огляд состава визначається за формулою:

$$t_{\text{ТО}} = \frac{\tau \cdot m}{k_{\text{гр}}} + a, \quad (4.14)$$

де $k_{\text{гр}}$ – число груп оглядачів у бригаді, відповідно до техпроцесу;

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

m – склад поїзда;

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій, що приходяться на один состав, $a=0,04$ год.

При обробці поїздів однією бригадою завантаження бригади визначається за формулою:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{N \cdot t_{\text{ТО}}}{24}, \quad (4.15)$$

де N – кількість поїздів, що прибувають у даний парк.

Час очікування технічного огляду визначається за формулою:

$$t_{\text{ТО}}^{\circ} = \frac{\psi_{\text{бр}} (v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{ТО}}^2) \cdot t_{\text{ТО}}}{2(1 - \psi_{\text{бр}})}, \quad (4.16)$$

де $v_{\text{ТО}}$ – коефіцієнт варіації тривалості техобслуговування; $v_{\text{ТО}}=0,3$ [39];

$v_{\text{вх}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження поїздів у розформування; $v_{\text{вх}}=0,7$ [39].

4.2.1 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом що прибув у розформування в приймально-відправний парк «А»

Знайдемо час на проходження вхідної відстані:

$$l_{\text{п}} = 52 \cdot 15 + 33 + 10 = 823 \text{ м};$$

$$L_{\text{вх}} = 0,6 + 0,823 = 1,423 \text{ км};$$

$$t_{\text{вх}} = \frac{1,4}{40} = 0,036 = 2,16 \text{ хв.}$$

У парку «А» для обслуговування поїздів прибуваючих в розформування є одна тригрупна бригада, при цьому час на обслуговування одного поїзда складе:

$$t_o = \frac{0,016 \cdot 52}{3} + 0,04 = 0,32 \text{ год} = 19,2 \text{ хв.}$$

Завантаження бригади при цьому становить:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{32 \cdot 0,32}{24} = 0,43.$$

Час очікування технічного обслуговування:

$$t_{\text{то}}^o = \frac{0,43 \cdot (0,7^2 + 0,3^2) \cdot 0,32}{2 \cdot (1 - 0,43)} = 0,07 \text{ год} = 4,2 \text{ хв.}$$

Середній час заняття колії составом:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,036 + 0,07 + 0,32 + 0,09 + 0,18 = 0,711 \text{ год.}$$

4.2.2 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом що прибув у розформування в приймально-відправний парк «Б»

Знайдемо час на проходження вхідної відстані:

$$L_{\text{вх}} = 0,823 + 1,4 = 2,223 \text{ км};$$

$$t_{\text{вх}} = \frac{2,223}{40} = 0,056 \text{ год} = 3,4 \text{ хв};$$

$$l_{\text{п}} = 52 \cdot 15 + 33 + 10 = 823 \text{ м.}$$

У парку «Б» для обслуговування поїздів прибуваючих в розформування є одна тригрупна бригада при цьому час на обслуговування одного поїзда становить:

$$t_o = \frac{0,016 \cdot 52}{3} + 0,04 = 0,32 \text{ год} = 19,2 \text{ хв.}$$

Завантаження бригади при цьому складе:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{37 \cdot 0,32}{24} = 0,49.$$

Час очікування технічного обслуговування:

$$t_{\text{о}}^{\text{го}} = \frac{0,49 \cdot (0,7^2 + 0,3^2) \cdot 0,32}{2 \cdot (1 - 0,49)} = 0,082 \text{ год} = 4,92 \text{ хв.}$$

Середня тривалість заняття колії составом:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,056 + 0,32 + 0,082 + 0,08 + 0,18 = 0,733 \text{ год.}$$

4.3 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом свого формування

Згідно з планом формування поїздів станція формує одногрупні та збірні поїзди. Перевіримо норми часу на закінчення формування цих поїздів.

Час на закінчення формування одногрупних поїздів визначається за формулою:

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = T_{\text{ПТЕ}} + T_{\text{підт}}, \quad (4.17)$$

де $T_{\text{ПТЕ}}$ – час, необхідний на розстановку вагонів у поїзді у відповідності до вимог ПТЕ, хв;

$T_{\text{підт}}$ – норма часу на підтягування состава з боку витяжної колії, хв.

$$T_{\text{ПТЕ}} = B + E \cdot m_{\text{ф}}, \quad (4.18)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти, $B=0,96$, $E=0,06$ відповідно до [31].

$$T_{\text{ПТЕ}} = 0,96 + 0,06 \cdot 52 = 4,08 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot m_{\text{ф}}. \quad (4.19)$$

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot 52 = 4,16 \text{ хв.}$$

$$T_{зф}^{од} = 4,08 + 4,16 = 8,24 \text{ хв.}$$

Формування збірної поїзда, накопиченого на одній колії, складається з сортування вагонів на кінцях колій по кількості проміжних станцій і збирання состава на колії формування, та визначається за формулою:

$$T_{зф}^{зб} = T_c + T_{зб}, \quad (4.20)$$

в свою чергу:

$$T_c = A \cdot g + B \cdot m_c, \quad (4.21)$$

де A, B – нормативні коефіцієнти; $A=0,41$, $B=0,32$ [31].

$$T_c = 0,41 \cdot 12 + 0,32 \cdot 52 = 21,56 \text{ хв.}$$

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{зб}, \quad (4.22)$$

де p – кількість груп, що збираються на колії формування; $p=7$;

$m_{зб}$ – кількість вагонів, що збираються у групах; $m_{зб}=7$.

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 7 + 0,3 \cdot 7 = 14,7 \text{ хв.};$$

$$T_{зф}^{зб} = 21,56 + 14,7 = 36,26 \text{ хв.}$$

4.4 Визначення тривалості заняття колії поїздом свого формування

Середня тривалість заняття колії поїздом свого формування визначається за формулою:

$$T_{зк}^{сф} = t_m + t_{пер} + t_o^{тo} + t_{то} + t_o^п + t_{пг} + t_o^B + t_B, \quad (4.23)$$

де $t_{пг}$ – час на пробу гальм, год; $t_{пг}=0,15$ год;

t_B – час заняття маршруту при відправленні поїзда; $t_B = 0,05 \text{ год}$;

t_o^B – час очікування відправлення, год.

Тривалість перестановки состава в парк відправлення складає:

$$t_{\text{пер}} = a + b \cdot m_c, \quad (4.24)$$

де a, b – нормативні коефіцієнти, які залежать від відстані та типу маневрового локомотива.

Середній час очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_o^{\Pi} = \frac{n_o^{\Pi}}{\lambda}, \quad (4.25)$$

де λ - інтенсивність прибуття поїздів у даний парк;

n_o^{Π} - кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$n_o^{\Pi} = (1,16 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 0,81 \cdot v_{\text{л}}^2 - 0,35 + \varepsilon) + (2,58 \cdot v_{\text{гот}}^2 + 3,23 \cdot v_{\text{л}}^2 + 0,75)(\Psi_{\text{л}} - 0,7) \quad (4.26)$$

При цьому $v_{\text{л}} = 0,5$.

Тривалість очікування відправлення визначається за формулою:

$$t_o^{\text{OB}} = \frac{n_o^{\text{OB}}}{\lambda}, \quad (4.27)$$

де λ – інтенсивність прибуття поїздів у даний парк.

$$\lambda = \frac{N_{\text{пр(відпр)}}}{1440}, \quad (4.28)$$

$n_o^{об}$ – середня довжина черги в очікуванні відправлення:

$$n_o^{об} = \frac{\psi_y (1 + v_{об}^2) + (v'_{гог})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{\psi_y} - 1 \right)} + \varepsilon, \quad (4.29)$$

де ψ_y – завантаження ділянки, на яку відправляються поїзди

$$\psi_y = \frac{N_{тр} + N_{сф}}{n_{вант}}, \quad (4.30)$$

де $n_{вант}$ – наявна пропускна здатність ділянки.

$$n_{вант} = N - N_{пас} \cdot \varepsilon_{пас} - N_{зб} (\varepsilon_{зб} - 1), \quad (4.31)$$

де $\varepsilon_{пас}$, $\varepsilon_{зб}$ – відповідно коефіцієнти знімання пасажирських і збірних поїздів, $\varepsilon_{пас} = 1,5$; $\varepsilon_{зб} = 2,0$.

4.4.1 Середня тривалість заняття колії поїздом свого формування, що відправляється з парку відправлення

Тривалість технічного обслуговування складає:

$$t_{то} = (1 - 0,1) \frac{0,016 \cdot 52}{2} + 0,1 \left(0,3 + \frac{0,016 \cdot 52}{2 \cdot 2} \right) = 0,416 \text{ год.}$$

$$\frac{38 \cdot 0,416}{24} \leq S \leq \frac{38 \cdot 0,416}{12}.$$

Так як $0,66 \leq S \leq 1,32$, то приймаємо $S = 1$.

Завантаження бригади становить:

$$\psi_{бр} = \frac{38 \cdot 0,416}{24} = 0,66.$$

Тривалість очікування технічного обслуговування:

$$t_o^{TO} = \frac{0,66(0,7^2 + 0,2^2)0,416}{2(1 - 0,66)} \left(\frac{0,66}{1 - 0,66} + 1 \right)^{-1} = 0,073 \text{ год.}$$

Кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$v_{ГОТ} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,66^{2 \cdot 0,7} = 0,42;$$

$$n_o^П = (1,16 \cdot 0,42^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + (2,58 \cdot 0,42^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75) \times \\ \times (0,75 - 0,7) = 0,238$$

Середній час очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_o^П = \frac{0,238 \cdot 24}{38} = 0,15 \text{ год.}$$

Час в очікуванні відправлення:

– на ділянку Т-Ч: $n_{\text{вант}} = 161 - 49 \cdot 1,5 - 2 \cdot (2 - 1) = 86$ поїздів;

$$\Psi_y = \frac{29 + 30}{86} = 0,69;$$

$$n_o^B = \frac{0,69(1 + 0,6^2) + 0,7^2 - 1}{2 \cdot \left(\frac{1}{0,69} - 1 \right)} + 0,08 = 0,557;$$

$$t_o^B = \frac{0,557 \cdot 24}{59} = 0,227 \text{ год.}$$

– на ділянку Т-Д: $n_{\text{вант}} = 27 - 3 \cdot 1,5 - 2 \cdot (2 - 1) = 21$ поїздів;

$$\Psi_y = \frac{9 + 5}{21} = 0,67;$$

$$n_o^B = \frac{0,67(1 + 0,4^2) + 0,5^2 - 1}{2 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right)} + 0,08 = 0,108;$$

$$t_o^B = \frac{0,108 \cdot 24}{14} = 0,184 \text{ год.}$$

Середня тривалість очікування відправлення:

$$t_o^B = \frac{0,227 \cdot 59 + 0,184 \cdot 14}{59 + 14} = 0,219 \text{ год.}$$

Тривалість перестановки в парк відправлення становить:

$$t_{\text{пер}} = 2,89 + 0,048 \cdot 52 = 5,386 \text{ хв} = 0,089 \text{ год.}$$

Середня тривалість заняття колії поїздом свого формування складе:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,089 + 0,073 + 0,416 + 0,15 + 0,15 + 0,219 + 0,05 = 1,162 \text{ год.}$$

4.4.2 Середня тривалість заняття колії поїздом свого формування, що відправляється з сортувально-відправного парку.

Тривалість технічного обслуговування:

$$t_{\text{то}} = (1 - 0,1) \frac{0,016 \cdot 52}{2} + 0,1 \cdot \left(0,3 + \frac{0,016 \cdot 52}{2 \cdot 2} \right) = 0,416 \text{ год};$$

$$\frac{31 \cdot 0,416}{24} \leq S \leq \frac{31 \cdot 0,416}{12}.$$

Так як $0,54 \leq S \leq 1,08$, то приймаємо $S = 1$.

Завантаження бригади:

$$\Psi_{\text{БР}} = \frac{31 \cdot 0,416}{24} = 0,54.$$

Тривалість очікування технічного обслуговування:

$$t_{\text{о}}^{\text{то}} = \frac{0,54 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,416}{2(1 - 0,54)} \left(\frac{0,54}{1 - 0,54} + 1 \right)^{-1} = 0,06 \text{ год.}$$

Кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$v_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,54^{2 \cdot 0,7} = 0,49;$$

$$n_{\text{о}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,49^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + \\ + (2,58 \cdot 0,49^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75) \cdot (0,75 - 0,7) = 0,32.$$

Середня тривалість очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_{\text{о}}^{\text{л}} = \frac{0,32 \cdot 24}{31} = 0,248 \text{ год.}$$

Тривалість очікування відправлення:

$$\text{– на ділянку К-К: } n_{\text{вант}} = 44 - 8 \cdot 1,5 - 2 \cdot (2 - 1) = 31 \text{ поїзд};$$

$$\Psi_y = \frac{11+11}{31} = 0,71;$$

$$n_o^B = \frac{0,71 \cdot (1+0,4^2) + 0,5^2 - 1}{2 \cdot \left(\frac{1}{0,71} - 1 \right)} + 0,08 = 0,17;$$

$$t_o^B = \frac{0,17 \cdot 24}{22} = 0,185 \text{ год.}$$

– на ділянку К-П: $n_{\text{вант}} = 124 - 36 \cdot 1,5 - 2 \cdot (2 - 1) = 69 \text{ поїздів};$

$$\Psi_y = \frac{20+28}{69} = 0,7;$$

$$n_o^B = \frac{0,7 \cdot (1+0,6^2) + 0,7^2 - 1}{2 \cdot \left(\frac{1}{0,7} - 1 \right)} + 0,08 = 0,596;$$

$$t_o^B = \frac{0,596 \cdot 24}{48} = 0,298 \text{ год.}$$

Середня тривалість в очікуванні відправлення:

$$t_o^B = \frac{0,185 \cdot 22 + 0,298 \cdot 48}{22 + 48} = 0,262 \text{ год.}$$

$$T_{\text{зк}} = 0,06 + 0,416 + 0,248 + 0,15 + 0,262 + 0,05 = 1,186 \text{ год.}$$

4.5 Визначення тривалості заняття колії транзитним поїздом

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом зі зміною локомотива визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}}^{\text{TP}} = t_{\text{м}} + t_{\text{вх}} + t_{\text{о}}^{\text{TO}} + t_{\text{то}} + t_{\text{о}}^{\text{л}} + t_{\text{пг}} + t_{\text{о}}^{\text{B}} + t_{\text{в}}, \quad (4.32)$$

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом без зміни локомотива визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}}^{\text{TP}} = t_{\text{м}} + t_{\text{вх}} + t_{\text{о}}^{\text{TO}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пг}} + t_{\text{о}}^{\text{B}} + t_{\text{в}}, \quad (4.33)$$

4.5.1 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з транзитним поїздом, що прибув в приймально-відправний парк «А»

Тривалість технічного обслуговування в даному парку складає:

$$t_{\text{то}} = (1 - 0,1) \frac{0,016 \cdot 52}{2} + 0,1 \cdot \left(0,3 + \frac{0,016 \cdot 52}{2 \cdot 2} \right) = 0,416 \text{ год};$$

$$\frac{35 \cdot 0,416}{24} \leq S \leq \frac{35 \cdot 0,416}{12}.$$

Так як $0,58 \leq S \leq 1,16$, то приймаємо $S = 1$.

Завантаження бригади:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{35 \cdot 0,416}{24} = 0,58.$$

Тривалість очікування технічного обслуговування:

$$t_{\text{о}}^{\text{то}} = \frac{0,58 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,416}{2 \cdot (1 - 0,58)} \left(\frac{0,58}{1 - 0,58} + 1 \right)^{-1} = 0,064 \text{ год}.$$

Кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$v_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,58^{2 \cdot 0,7} = 0,47;$$

$$n_{\text{о}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,47^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + \\ + (2,58 \cdot 0,47^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75) \cdot (0,75 - 0,7) = 0,295$$

Середня тривалість очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_{\text{о}}^{\text{л}} = \frac{0,295 \cdot 24}{30} = 0,236 \text{ год}.$$

Середня тривалість очікування відправлення становить:

$$t_{\text{о}}^{\text{в}} = \frac{0,227 \cdot 59 + 0,184 \cdot 14}{59 + 14} = 0,219 \text{ год}.$$

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом зі зміною локомотива становить:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,036 + 0,064 + 0,416 + 0,236 + 0,15 + 0,219 + 0,05 = 1,186 \text{ год}.$$

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом без зміни локомотива становить :

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,036 + 0,064 + 0,416 + 0,15 + 0,219 + 0,05 = 0,95 \text{ год.}$$

4.5.2 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з транзитним поїздом, що прибув в приймально-відправний парк «Б»

Тривалість технічного обслуговування в даному парку складає:

$$t_{\text{то}} = (1 - 0,1) \frac{0,016 \cdot 52}{2} + 0,1 \cdot \left(0,3 + \frac{0,016 \cdot 52}{2 \cdot 2} \right) = 0,416 \text{ год};$$

$$\frac{39 \cdot 0,416}{24} \leq S \leq \frac{39 \cdot 0,416}{12}.$$

Так як $0,65 \leq S \leq 1,3$, то приймаємо $S = 1$.

Завантаження бригади складе:

$$\Psi_{\text{БР}} = \frac{39 \cdot 0,416}{24} = 0,65.$$

Тривалість очікування технічного обслуговування:

$$t_{\text{о}}^{\text{то}} = \frac{0,65 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,416}{2 \cdot (1 - 0,65)} \left(\frac{0,65}{1 - 0,65} + 1 \right)^{-1} = 0,072 \text{ год.}$$

Кількість составів, що очікують причеплення локомотива:

$$v_{\text{ГОТ}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,65^{2 \cdot 0,7} = 0,43;$$

$$n_{\text{о}}^{\text{л}} = (1,16 \cdot 0,43^2 + 0,81 \cdot 0,5^2 - 0,35 + 0,08) + (2,58 \cdot 0,43^2 + 3,23 \cdot 0,5^2 + 0,75) \times \\ \times (0,75 - 0,7) = 0,249$$

Середня тривалість очікування причеплення поїзного локомотива:

$$t_{\text{о}}^{\text{л}} = \frac{0,249 \cdot 24}{31} = 0,193 \text{ год.}$$

Середня тривалість в очікуванні відправлення складе:

$$t_{\text{о}}^{\text{в}} = \frac{0,185 \cdot 22 + 0,298 \cdot 48}{22 + 48} = 0,262 \text{ год.}$$

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом зі зміною локомотива становить:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,056 + 0,072 + 0,416 + 0,193 + 0,15 + 0,262 + 0,05 = 1,214 \text{ год.}$$

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом без зміни локомотива становить:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,056 + 0,072 + 0,416 + 0,15 + 0,262 + 0,05 = 1,021 \text{ год.}$$

4.6 Розрахунок необхідної кількості колій в парках станції

Кількість колій, необхідних для прийому поїздів в розформування розраховується за допомогою формули:

$$П_{\text{р}} = \frac{N_{\text{р}} T_{\text{зк}}}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (4.34)$$

де $v_{\text{зк}}$ - коефіцієнт варіації часу заняття колії составом, $v_{\text{зк}} = 0,5$ [39].

Кількість колій для прийому транзитних поїздів згідно [39] визначається за формулою:

$$П_{\text{тр}} = \frac{N_{\text{тр}} T_{\text{зк}}}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (4.35)$$

Кількість колій в парку відправлення згідно [39] визначається за формулою:

$$П_{\text{в}} = \frac{N_{\text{в}} T_{\text{зк}}}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (4.36)$$

Кількість колій необхідна для відправлення поїздів з сортувально-відправного парку визначається за формулою:

$$n_{\text{св}} = 0,8 \cdot П_{\text{св}}, \quad (4.37)$$

$$P_{\text{св}} = \frac{N T}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (4.38)$$

Необхідна кількість сортувальних колій визначається виходячи з плану формування поїздів, обсягів місцевої роботи, необхідності ремонту вагонів та врахувати колії для відправлення поїздів. Спочатку для кожного призначення плану формування виділяється по одній колії, а для тих з них, що мають потужність більш 200 вагонів – дві колії.

4.6.1 Розрахунок потрібної кількості колій в приймально-відправному парку «А»

Для прийому поїздів в розформування в парку «А»:

$$P_{\text{р}} = \frac{32 \cdot 0,711}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 3,71 \text{ колій.}$$

Для прийому транзитних поїздів в парк «А»:

$$P_{\text{тр}} = \frac{5 \cdot 0,95 + 30 \cdot 1,186}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 5,8 \text{ колій.}$$

Необхідна кількість колій в парку «А» для прийому поїздів становить:

$$P^{\text{А}} = 3,71 + 5,8 = 9,51 \text{ колій.}$$

Тобто в приймально-відправному парку необхідно мати 10 колій. Маємо лише 7 приймально-відправних колій з чого робимо висновок, що наявної кількості колій прийому в парку «А» недостатньо.

4.6.2 Розрахунок потрібної кількості колій в приймально-відправному парку «Б»

Для прийому поїздів в розформування в парку «Б»:

$$P_{\text{р}} = \frac{37 \cdot 0,733}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 4,23 \text{ колій.}$$

Для прийому транзитних поїздів в парк «Б»:

$$P_{\text{тр}} = \frac{8 \cdot 1,021 + 31 \cdot 1,214}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 6,45 \text{ колій.}$$

Необхідна кількість колій в парку «Б» для прийому поїздів становить:

$$P^B = 4,23 + 6,45 = 10,68 \text{ колій.}$$

Тобто в приймально-відправному парку необхідно мати 11 колій. Маємо лише 8 приймально-відправних колій з чого робимо висновок, що наявної кількості колій прийому в парку «Б» недостатньо.

4.6.2 Розрахунок потрібної кількості колій в парку відправлення «В»

Кількість колій в парку відправлення:

$$P_B = \frac{38 \cdot 1,162}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 6,26 \text{ колій.}$$

В парку відправлення необхідно мати 7 приймально-відправних колій, маємо 8. Тобто для відправлення поїздів кількість колій в парку відправлення достатня.

4.6.3 Розрахунок потрібної кількості колій в сортувально-відправному парку «СВ»

Кількість колій для накопичення вагонів за планом формування поїздів визначимо у таблиці 2.1.

Для відправлення поїздів з сортувально-відправного парку необхідно мати:

$$P_{CB} = \frac{31 \cdot 1,186}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 5,38 \text{ колій.}$$

$$n_{CB} = 0,8 \cdot 5,38 = 4,3 \text{ колії.}$$

Тобто для відправлення поїздів з сортувально-відправного парку нам необхідно мати 5 колій. Загалом у сортувально-відправному парку необхідно:

$$P_{CB} = 5 + 27 = 32 \text{ колії.}$$

Отже в парку «СВ» необхідно мати 32 колії. Кількість колій у парку становить 28 і не відповідає розрахунковій. Для усунення цієї невідповідності пропонується формувати малопотужні потоки, такі як збірні на Д та Ч,

збірні на П та К, на одній колії замість виділення окремої колії під кожне з призначень. Розрахунок кількості сортувальних колій наведемо у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок кількості сортувальних колій у парку «СВ»

Призначення колії	Потужність вагонопотоку	Кількість колій	Номера колій
Для наскрізних на П1	234	2	44,43
Для наскрізних на П2	174	1	42
Для наскрізних на П3	154	1	41
Для наскрізних на П4	188	1	38
Для дільничних на напрямок П	186	1	37
Для збірних на напрямок П	53	1	36
Для наскрізних на К1	136	1	35
Для наскрізних на К2	123	1	11
Для наскрізних на К3	100	1	12
Для дільничних на напрямок К	109	1	13
Для збірних на напрямок К	63	1	14
Для наскрізних на Ч1	414	2	28,27
Для наскрізних на Ч2	361	2	32,31
Для наскрізних на Ч3	389	2	33,34
Для дільничних на напрямок Ч	292	2	25,26
Для збірних на напрямок Ч	29	1	24
Для наскрізних на Д1	137	1	23
Для наскрізних на Д2	155	1	22
Для дільничних на напрямок Д	124	1	21
Для збірних на напрямок Д	29	1	18
Для місцевих	13	1	17
Для ремонту вагонів		1	16
Разом		27	

5 АНАЛІЗ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ ТА РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ЙОГО РЕКОНСТРУКЦІЇ

5.1 Аналіз варіанту удосконалення колійного розвитку станції

Кількість колій в приймально-відправних парках А і Б, відповідно до розділу 4, є меншою ніж необхідно для обслуговування існуючої кількості поїздів. Отже, колійний розвиток станції потребує удосконалення.

Найпростішим варіантом реконструкції є збільшення кількості колій в них (див. рисунок 5.1). Але при цьому необхідно звернути увагу на завантаження горловин, чи не перевищить воно допустимі значення.

Другим варіантом реконструкції колійного розвитку є проектування окремого парку прийому (див. рисунок 5.2), який може бути розташований перед сортувальним парком. Цей варіант вирішує не тільки питання недостатності колій, але й питання розвантаження горловин приймально-відправних парків та забезпечення безпеки руху поїздів. Але даний варіант потребує також удосконалення технології роботи станції по обслуговуванню поїздів, які прибувають у переробку.

Завантаження горловини будь-якої складності протягом розрахункового періода (або доби) можна визначити аналітично, застосовуючи метод урахування співпадінь операцій на паралельних маршрутах.

Для зручності і систематизації розрахунків необхідно скласти таблицю з переліком усіх маршрутів горловини, яка розглядається, спочатку по прийому і відправленню поїздів, а потім маневрових. Таблиці з переліком усіх маршрутів для всіх варіантів приведені далі.

В таблиці для кожного маршруту відзначаються позначкою «П» усі попередні маршрути, котрим даний маршрут є паралельним. Потім визначається облікова тривалість $T_i^{об}$ пересування на кожному маршруті і відношення $q_i^{об}$ цієї тривалості до розрахункового періоду. При нерівномірному руху розрахунок завантаження повинно визначатися не на добу, а на період інтенсивного руху T_p і розміри руху n повинні відповідати цьому періоду. Якщо даному маршруту немає паралельних серед попередніх, то $T_i^{об}$ і $q_i^{об}$ визначаються за формулами:

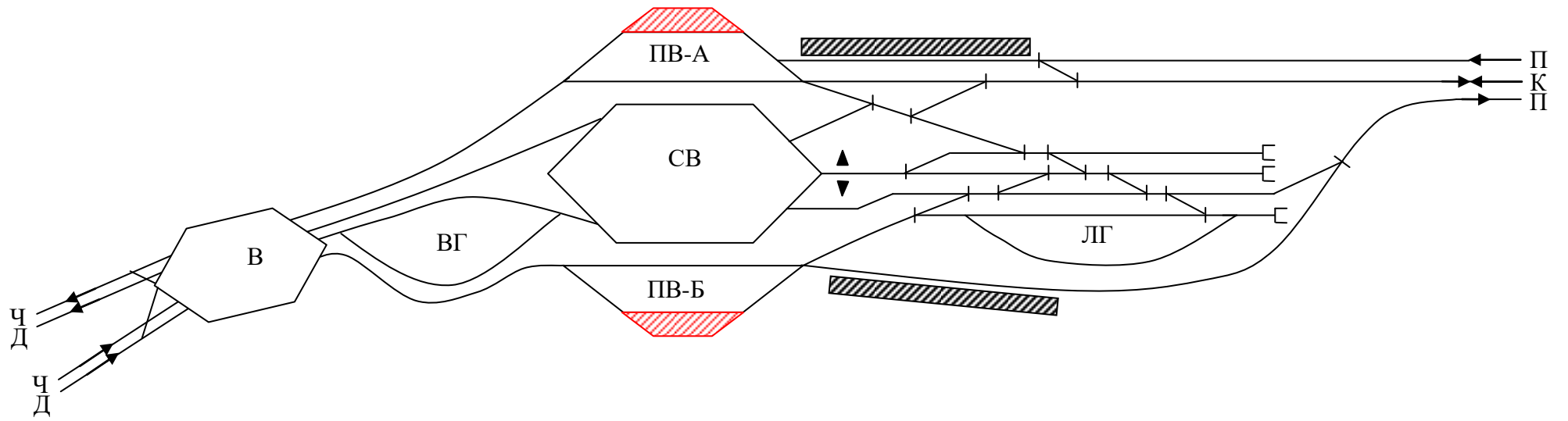


Рисунок 5.1 – Варіант 1 удосконалення колійного розвитку станції

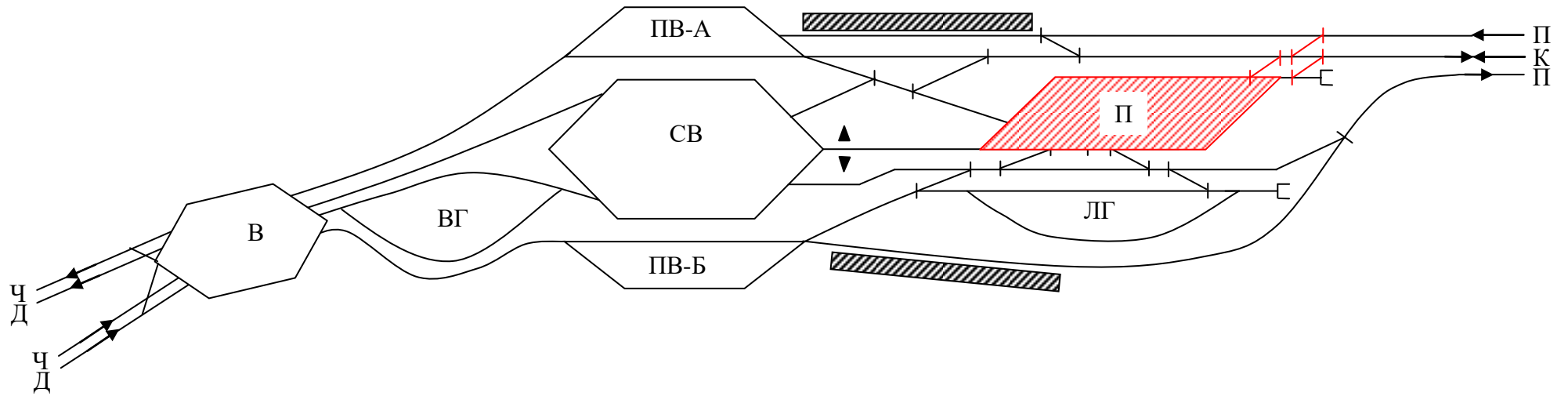


Рисунок 5.2 – Варіант 2 удосконалення колійного розвитку станції

$$T_i^{об} = n_i t_i, \quad (5.1)$$

$$q_i^{об} = \frac{n_i t_i}{T_p}, \quad (5.2)$$

де $n_i t_i$ – завантаження стрілок протягом розрахункового періоду, що визначається як сума добутку числа пересувань різного виду по кожному маршруту на тривалість зайняття стрілки або горловини одним пересуванням;

T_p – розрахунковий період, $T_p = 200$ хв.

При наявності паралельних маршрутів серед попередніх облікову тривалість пересувань визначають за формулою:

$$T_i^{об} = n_i t_i (1 - c \sum q_{поп}^{об}), \quad (5.3)$$

$$q_i^{об} = \frac{T_i^{об}}{T_p}, \quad (5.4)$$

де $\sum q_{поп}^{об}$ – сума $q_i^{об}$ попередніх в таблиці паралельних маршрутів;

c – коефіцієнт, що вводиться до $\sum q_{поп}^{об}$, якщо даний маршрут маневровий $c=1,5$; якщо даний маршрут поїзний $c=1$.

Завантаження горловин визначається за формулою:

$$\psi_{горл} = \frac{\sum T_i^{об}}{T_p}, \quad (5.5)$$

Визначимо завантаження горловин для існуючого колійного розвитку. Розрахунки завантаження непарних стрілочних горловин приймально-відправних парків наведено у таблицях 5.1 та 5.2.

Завантаження непарної горловини парку «А» дорівнює:

$$\psi_{горл} = \frac{175,33}{200} = 0,88.$$

Таблиця 5.1 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку “А” до удосконалення колійного розвитку станції

№ п/п	Назва маршруту	$N_{\text{доб}}$	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршруту													$\sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	c	$1-c \sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	$T_i^{\text{об}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
						$q_i^{\text{об}}$																
0,100	0,045	0,100	0,045	0,096	0,015	0,055	0,203	0,021	0,055	0,021	0,060	0,060										
1	Прийом транзитних з П на 2,3	22	4	5	20	■													–	–	1	20,00
2	Прийом транзитних з К на 4-6	13	2	5	10	п	■												0,100	1	0,900	9,00
3	Прийом в розформування з П на 7-9	22	4	5	20	–	–	■											–	–	1	20,00
4	Прийом в розформування з К на 7-9	10	2	5	10	п	–	–	■										0,100	1	0,900	9,00
5	Прослідкування пасажирських з П по I гол	36	7	3	21	–	п	–	п	■									0,087	1	0,913	19,17
6	Прослідкування пасажирських з К по I гол	8	1	3	3	–	–	–	–	–	■								–	–	1	3,00
7	Заїзд на 7-9	32	6	3	18	п	п	–	–	п	п	■							0,256	1,5	0,616	11,08
8	Витягування з 7-9	32	6	11	66	п	п	–	–	п	п	–	■						0,256	1,5	0,616	40,63
9	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 4-6	13	2	3	6	п	–	–	–	п	п	–	–	■					0,211	1,5	0,684	4,10
10	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 7-9	32	6	3	18	п	п	–	–	п	п	–	–	–	■				0,256	1,5	0,616	11,08
11	Подача локомотива з ЛХ на 4-6	13	2	3	6	п	–	–	–	п	п	–	–	–	–	■			0,211	1,5	0,684	4,10
12	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 2-3	20	4	3	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■		–	–	1	12,00
13	Подача локомотива з ЛХ на 2-3	20	4	3	12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■	–	–	1	12,00

Таблиця 5.2 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку “Б” до удосконалення колійного розвитку станції

№ п/п	Назва маршруту	$N_{\text{доб}}$	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	c	$1-c \sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	$T_i^{\text{об}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
						$q_i^{\text{об}}$													
						0,125	0,050	0,086	0,013	0,062	0,039	0,062	0,227	0,038	0,038				
1	Відправлення транзитних на П з 1,3-5	28	5	5	25	■										–	–	1	25,00
2	Відправлення транзитних на К з 1,3-6	11	2	5	10	–	■									–	–	1	10,00
3	Пропуск пасажирських по П гол на П	34	6	3	18	–	п	■								0,050	1	0,95	17,10
4	Пропуск пасажирських по П гол на К	5	1	3	3	п	–	–	■							0,125	1	0,875	2,63
5	Прибирання локомотива з 6-9 в ЛХ	38	7	3	21	п	п	п	п	■						0,274	1,5	0,59	12,38
6	Відправлення свого формування на К	11	2	5	10	п	–	п	–	–	■					0,211	1	0,79	7,90
7	Заїзд маневрового локомотива на 6-9	38	7	3	21	п	п	п	п	–	–	■				0,274	1,5	0,59	12,38
8	Витягування з 6-9	38	7	11	77	п	п	п	п	–	–	–	■			0,274	1,5	0,59	45,40
9	Прибирання локомотива з 1,3-5 в ЛХ	36	7	3	21	–	–	п	п	–	п	п	п	■		0,427	1,5	0,36	7,55
10	Подача локомотива з ЛХ на 1,3-5	36	7	3	21	–	–	п	п	–	п	п	п	–	■	0,427	1,5	0,36	7,55

Завантаження непарної горловини парку «Б» дорівнює:

$$\psi_{\text{горл}} = \frac{147,88}{200} = 0,74.$$

При існуючому колійному розвитку станції К завантаження непарних горловин приймально-відправних парків наближені до максимально допустимого значення. При незначному збільшенні поїздопотоків виникатимуть додаткові витрати, пов'язані з затримками перед вхідними світлофорами при прийомі поїздів.

Розглянемо завантаження горловин при другому варіанті удосконалення колійного розвитку станції. Розрахунки завантаження непарних стрілочних горловин приймально-відправних парків наведено у таблицях 5.3 та 5.4.

Завантаження непарної горловини парку «А» складе:

$$\psi_{\text{горл}} = \frac{74,38}{200} = 0,37.$$

Завантаження непарної горловини парку «Б» складе:

$$\psi_{\text{горл}} = \frac{90,34}{200} = 0,45.$$

Для подальшого розгляду приймаємо другий варіант удосконалення колійного розвитку станції.

5.2 Нормування елементів гірочної технології

Для нормування елементів гірочної технології скористаємось формулами, наведеними в розділі 4.

Тривалість насуву за формулою (4.5) складе:

$$t_{\text{н}} = \frac{0,06 \cdot 200}{5} = 2,4 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{\text{н}}=3 \text{ хв.}$

Тривалість заїзду за формулами (4.1-4.3) складе:

$$l_3 = 1750 \text{ м;}$$

$$t_3' = \frac{0,06 \cdot 1750}{19,5} = 5,39 \text{ хв;}$$

Таблиця 5.3 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку “А” після удосконалення колійного розвитку станції

№ п/п	Назва маршруту	$N_{\text{доб}}$	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	c	$1-c \sum q_{\text{поп}}^{\text{об}}$	$T_i^{\text{об}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
						$q_i^{\text{об}}$													
						0,100	0,045	0,100	0,015	0,020	0,020	0,020	0,020	0,015	0,015				
1	Прийм транзитних з П на 2-6	22	4	5	20	■											1	20,00	
2	Прийм транзитних з К на 7-9	13	2	5	10	п	■								0,100	1	0,900	9,00	
3	Прослідкування пасажирських з П по І гол	36	7	3	21	–	п	■							0,045	1	0,955	20,05	
4	Прослідкування пасажирських з К по І гол	8	1	3	3	–	–	–	■								1	3,00	
5	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 4-6	13	2	3	6	п	–	п	п	■					0,215	1,5	0,677	4,06	
6	Подача локомотива з ЛХ на 4-6	13	2	3	6	п	–	п	п	–	■				0,215	1,5	0,677	4,06	
7	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 7-9	13	2	3	6	п	–	п	п	–	–	■			0,215	1,5	0,677	4,06	
8	Прослідкування локомотива з ЛХ на 7-9	13	2	3	6	п	–	п	п	–	–	–	■		0,215	1,5	0,677	4,06	
9	Прослідкування локомотива по вільній колії в ЛХ з 2-3	7	1	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	■			1	3,00	
10	Подача локомотива з ЛХ на 2-3	7	1	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■			1	3,00

Таблиця 5.4 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку “Б” після удосконалення колійного розвитку станції

№ п/п	Назва маршруту	$N_{\text{доб}}$	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута									$\sum q_{\text{пол}}^{\text{об}}$	c	$1-c \sum q_{\text{пол}}^{\text{об}}$	$T_i^{\text{об}}$
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
						$q_i^{\text{об}}$												
						0,125	0,044	0,087	0,015	0,039	0,018	0,018	0,054	0,054				
1	Відправлення транзитних на П з 1,3-5	28	5	5	25	■											1	25,00
2	Відправлення транзитних на К з 6-9	11	2	5	10	п	■								0,125	1	0,875	8,75
3	Пропуск пасажирських по П гол на П	34	6	3	21	п	п	■							0,169	1	0,831	17,46
4	Пропуск пасажирських по П гол на К	5	1	3	3	-	-	-	■								1	3,00
5	Відправлення свого формування на К	11	2	5	10	п	-	п	-	■					0,212	1	0,788	7,88
6	Прибирання локомотива з 6-9 в ЛХ	11	2	3	6	п	-	п	п	п	■				0,267	1,5	0,6	3,60
7	Подача локомотива з ЛХ на 6-9	11	2	3	6	п	-	п	п	п	-	■			0,267	1,5	0,6	3,60
8	Прибирання локомотива з 1,3-5 в ЛХ	25	5	3	15	-	п	п	п	п	-	-	■		0,185	1,5	0,722	10,83
9	Подача локомотива з ЛХ на 1,3-5	25	5	3	15	-	п	п	п	п	-	-	-	■	0,185	1,5	0,722	10,83

$$t_{\text{зал}} = 0,011 \cdot 37 = 0,407 \text{ хв};$$

$$t_3 = 5,39 + 0,407 = 5,8 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_3=6 \text{ хв.}$

Тривалість розпуску за формулою (4.7) складе:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 15 \cdot 52}{6,95} = 6,7 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_p=7 \text{ хв.}$

Тривалість осаджування за формулою (4.6) складе:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 52 = 3,12 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{\text{ос}}=3 \text{ хв.}$

Побудуємо технологічний графік роботи гірки який являє собою графічне відображення процесів розформування составів. Осаджування виконується після трьох розпусків. Технологічний графік роботи гірки наведено на рисунку 5.3.

За технологічним графіком гірковий цикл становить:

$$T_{\text{ц}} = 37 \text{ хв.}$$

Відповідно гірковий технологічний інтервал складає:

$$t_{\text{г}} = \frac{T_{\text{ц}}}{N_{\text{п}}^{\text{ц}}} = \frac{37}{3} = 12,33 \text{ хв.}$$

Завантаження гірки при цьому становить:

$$\Psi_{\text{г}} = \frac{69 \cdot 12,33}{1440} = 0,59.$$

Коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО з парку прийому за формулою (4.10) становить:

$$v_{\text{гот}} = 0,7 - (0,7 - 0,2) \cdot 0,71^{2 \cdot 0,7} = 0,39.$$

Час очікування розформування составом, що прибуває в парк прийому за формулою (4.8) становитиме:

$$t_o^p = \frac{0,59 \cdot (0,39^2 + 0,4^2) \cdot 14}{2 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,59)} = 1,83 \text{ хв.}$$

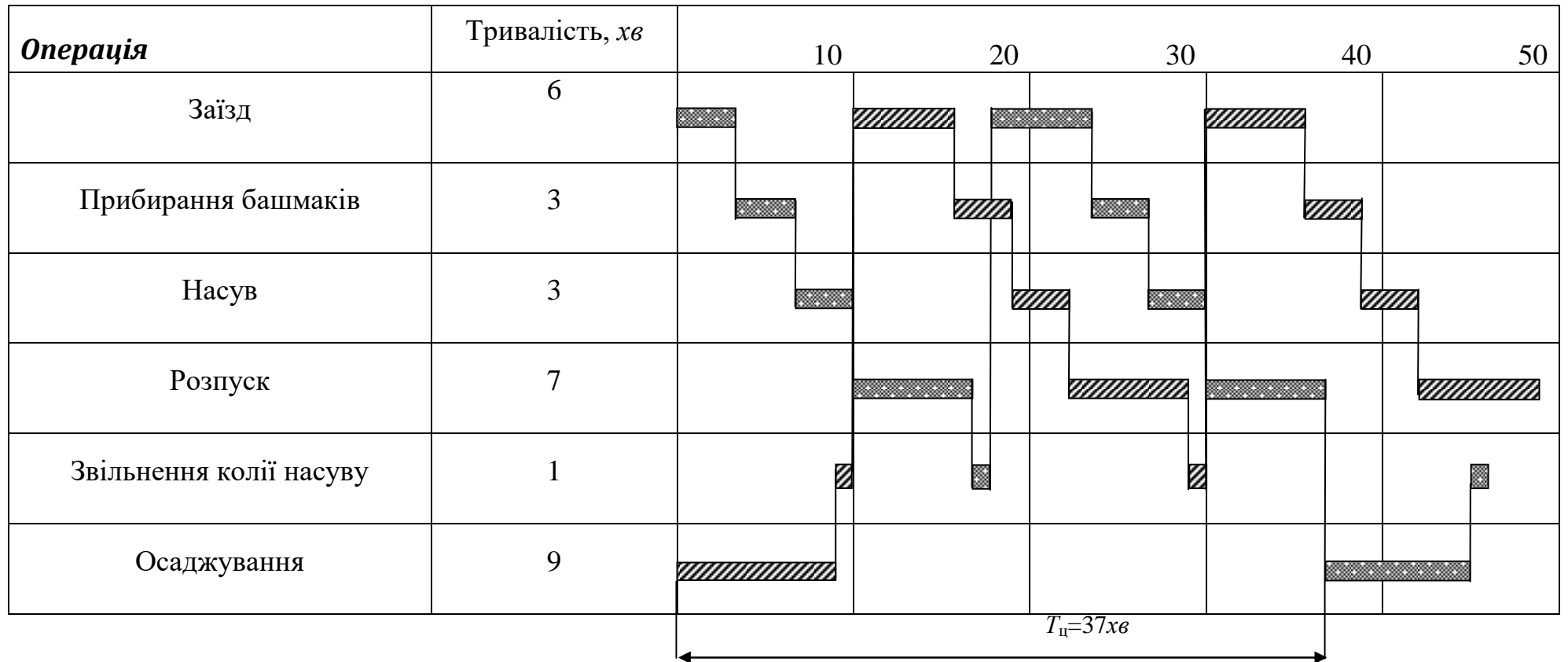


Рисунок 5.3 – Технологічний графік роботи сортувальної гірки

5.3 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування в парк прийому

Знайдемо за формулою (4.12) тривалість проходження вхідної відстані:

$$t_{\text{вх}} = \frac{0,8}{40} = 0,02 \text{ год. (при } L_{\text{вх}} = 800 \text{ м)}$$

Кількість груп в бригаді знаходимо з нерівності:

$$\frac{69 \cdot 0,016 \cdot 52}{24} \leq K \leq \frac{69 \cdot 0,016 \cdot 52}{12}; \quad 2,4 \leq K \leq 4,8.$$

Приймаємо $K=4$, тоді тривалість обслуговування одного поїзда за формулою (4.14) складе:

$$t_{\text{го}} = \frac{0,016 \cdot 52}{4} + 0,04 = 0,248 \text{ год.}$$

Завантаження бригади за формулою (4.15) становитиме:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{69 \cdot 0,248}{24} = 0,71.$$

Тривалість очікування технічного обслуговування за формулою (4.16) складе:

$$t_{\text{о}}^{\text{го}} = \frac{0,71 \cdot (0,7^2 + 0,2^2) \cdot 0,248}{2 \cdot (1 - 0,71)} = 0,161 \text{ год.}$$

Середня тривалість заняття колії составом за формулою (4.11) становитиме:

$$T_{\text{зк}} = 0,015 + 0,02 + 0,248 + 0,161 + 0,031 + 0,05 + 0,112 = 0,637 \text{ год.}$$

5.4 Розрахунок необхідної кількості колій у парку прийому

Кількість колій у парку прийому розраховується за допомогою формули:

$$N_{\text{пп}} = \frac{N_{\text{р}} T_{\text{зк}}}{24} (1 + f \sqrt{v_{\text{вх}}^2 v_{\text{зк}}^2 + v_{\text{вх}}^2 + v_{\text{зк}}^2}) + 1, \quad (5.6)$$

де $v_{\text{зк}}$ - коефіцієнт варіації часу заняття колії составом, $v_{\text{зк}} = 0,5$.

$$N_{\text{пп}} = \frac{69 \cdot 0,637}{24} (1 + 2 \sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 6,23 \text{ колій.}$$

Отже для прийому поїздів у розформування в парку прийому необхідно мати 7 колій.

5.5 Розробка варіантів та вибір раціональної конструкції парку прийому

Для подальшого удосконалення колійного розвитку станції необхідно розробити конкурентноспроможні варіанти конструкції приймального парку. Так як парк має дві горловини, то необхідно розробити конструкцію кожної з них та обрати найбільш раціональну конструкцію за певним критерієм.

Горловина є найбільш відповідальним елементом залізничної станції. Її конструкція в значній мірі визначає пропускну спроможність станції, тривалість пересувань, затримки рухомого складу через ворожість маршрутів, застосування ефективних методів роботи та умов застосування сучасних засобів автоматизації та телемеханіки. На даний час встановлено перелік вимог до схем стрілочних горловин станції. Ці вимоги торкаються компактності горловин, точності пересувань рухомого складу, розділу масових пересувань по паралельним маршрутам, мінімальної кількості стрілочних переводів на головних коліях.

5.5.1 Розробка конструкції парної горловини парку прийому

Конструкція парної горловини має забезпечувати виконання наступних операцій: насув та розпуск составів, прибирання поїзних локомотивів, можливість витягування составів з парку «А», відправлення поїздів з сортувально-відправного парку у напрямку підходів К і П, прийом поїздів з підходів Ч і Д.

Кількість колій у парку прийому для приймання поїздів з підходів Ч і Д за формулою (4.34) становить:

$$P_{\text{чд}} = \frac{37 \cdot 0,591}{24} (1 + 2\sqrt{0,7^2 \cdot 0,5^2 + 0,7^2 + 0,5^2}) + 1 = 3,61 \text{ колій.}$$

Отже в парку прийому має забезпечуватись приймання поїздів у розформування з підходів Ч та Д не менш ніж на 4 колії.

Але навіть виконання цих вимог не гарантує загальну економічність горловин через те, що перелік вимог не включає декілька важливих положень по забезпеченню цієї економічності. Перш за все необхідно проектувати найбільш сприятливий план масових поїзних маршрутів з мінімальною кількістю скривлень їх на стрілочних переводах та кривих малих радіусів.

5.5.2 Розробка варіантів конструкції парку прийому

В ході розробки конструкції парку прийому було запроєктовано 3 варіанти конструкції непарної горловини та 2 варіанти конструкції парної горловини. Оскільки в парк прибувають поїзди з двох напрямків то розглядається не окремо кожна горловина, а парк в цілому. Після комбінування варіантів горловин, отримано 6 варіантів конструкції парку прийому.

Розроблені варіанти конструкції парку прийому наведено на рисунках 5.1-5.6

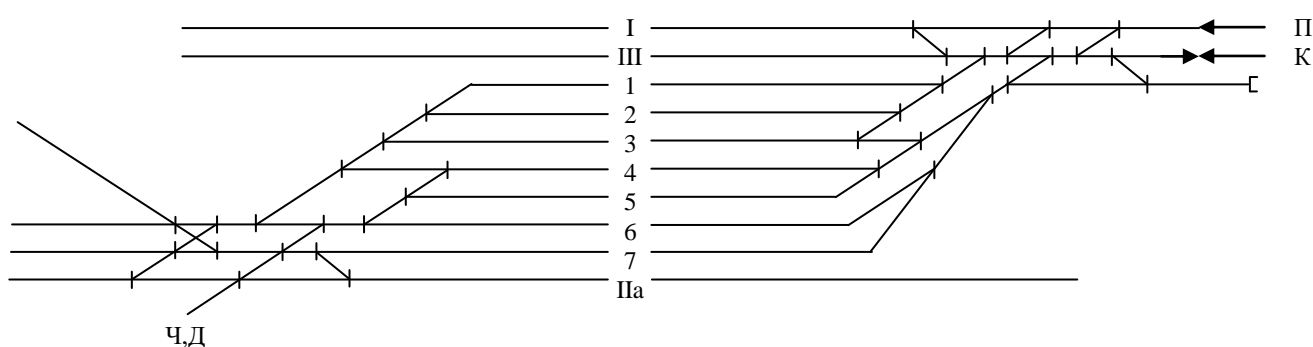


Рисунок 5.1 – Конструкція парку прийому (варіант 1)

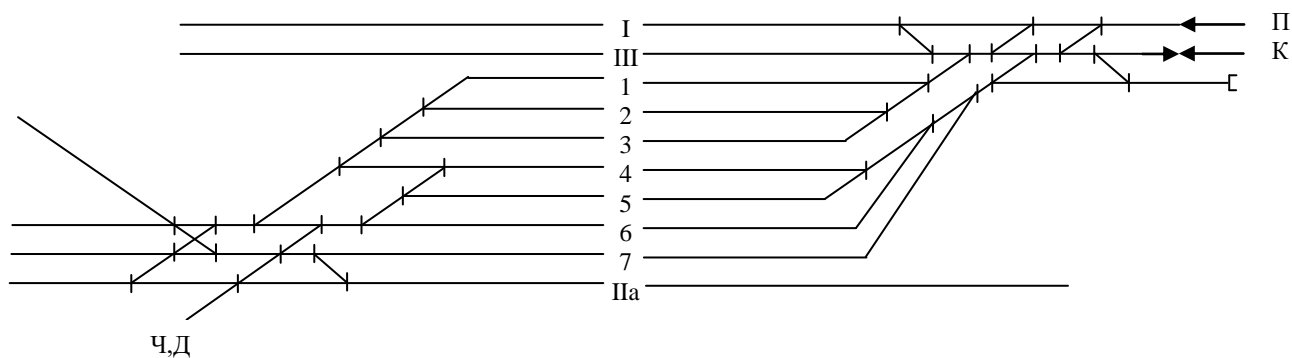


Рисунок 5.2 – Конструкція парку прийому (варіант 2)

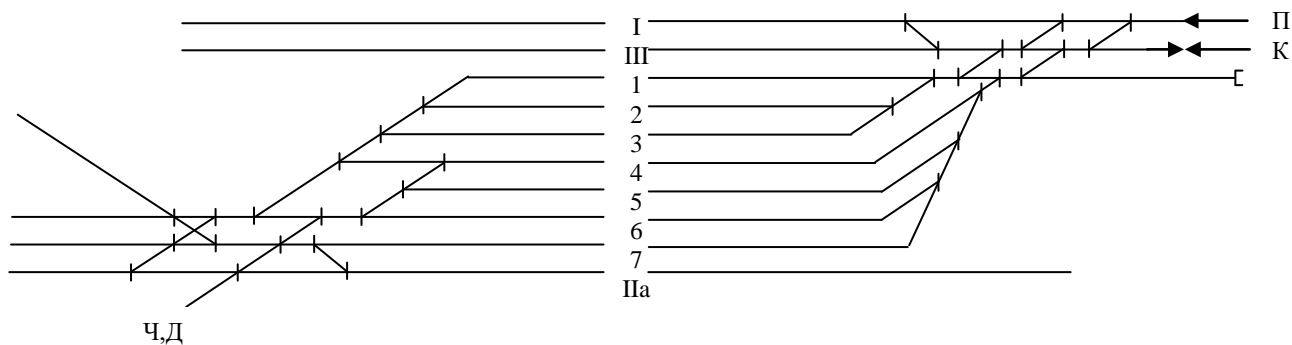


Рисунок 5.3 – Конструкція парку прийому (варіант 3)

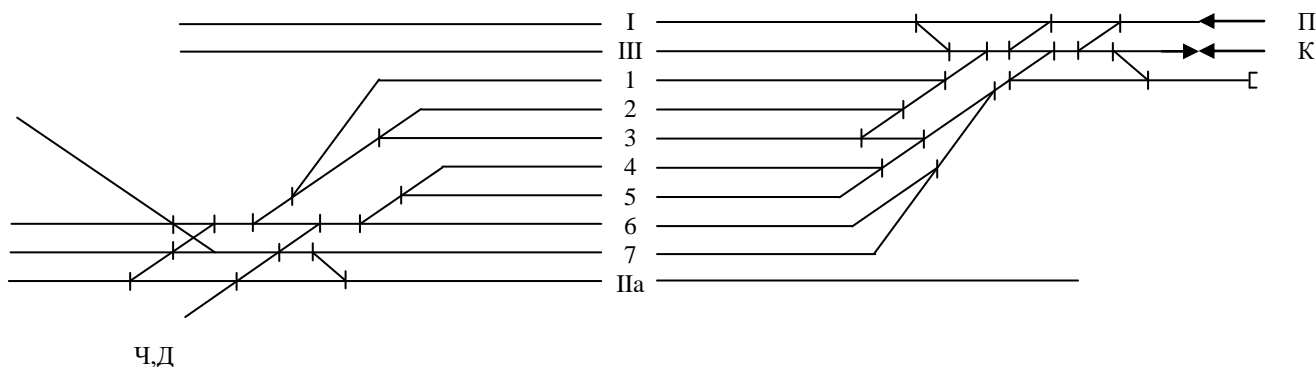


Рисунок 5.4 – Конструкція парку прийому (варіант 4)

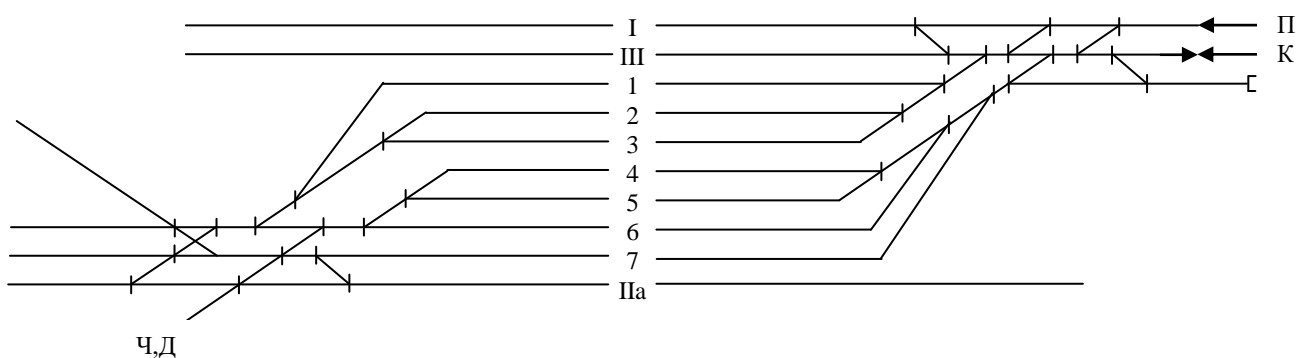


Рисунок 5.5 – Конструкція парку прийому (варіант 5)

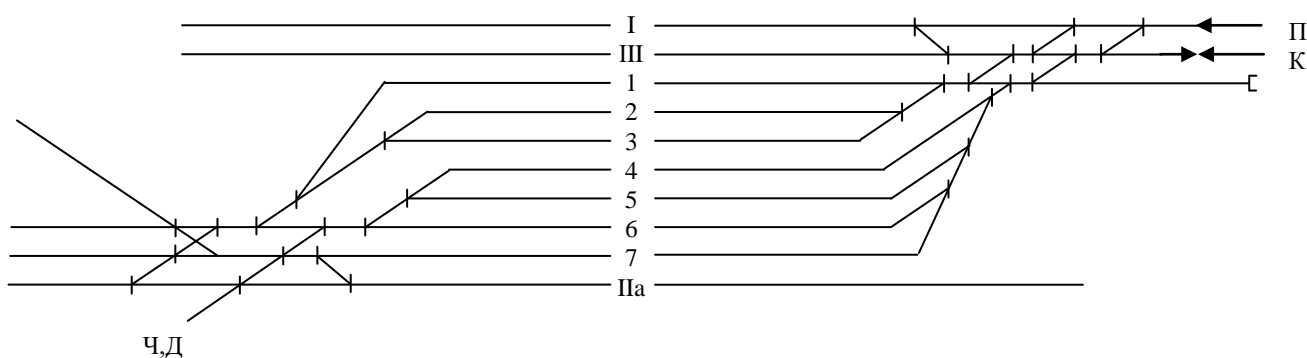


Рисунок 5.6 – Конструкція парку прийому (варіант 6)

Розроблені варіанти горловин відрізняються між собою кількістю колій, які входять до кожної з секцій, кутами примикання окремих колій (використано кути 1α та 2α). Варіанти 3 та 6, крім цього, мають безпосередній вихід на локомотивний тупик з приймальних колій. Це забезпечує більшу безпеку руху поїздів.

5.5.3 Визначення раціональної конструкції горловини

Для порівняльної економічної оцінки проектних рішень горловин використаємо додаткові експлуатаційні витрати $C_{кд}$, які пов'язані з ремонтом стрілочних переводів та рухомого складу.

Для визначення річної суми кутів повороту по трасі маршруту на стрілочних переводах та в кривих, необхідно змоделювати кількість поїздів, що будуть відхилитися на відповідні колії приймального парку. Порядок моделювання заняття колій наступний:

1. Моделювання прибуття поїздів за добу;
2. Моделювання колії прийому поїзда. Поїзд, що прибуває, приймається на колію з найменшим відхиленням по стрілочним переводам та кривим;
3. Моделювання тривалості обслуговування поїздів в залежності від їх категорії(від моменту прибуття до моменту закінчення розформування);
4. Визначення добової та річної суми кутів повороту по трасі маршруту на стрілочних переводах та в кривих.

Моделювання моментів прибуття поїздів будемо виконувати для наявної кількості поїздів, що прибувають в парк (69 поїздів), а також для максимальної кількості поїздів, яка може обслуговуватись в парку при даній кількості колій (79 поїздів).

Закон моделювання – закон Ерланга обмежений знизу:

$$t_{\text{приб}} = \frac{M[I] - T_{\text{min}}}{K} \cdot \ln \sum_{i=1}^K r_i + T_{\text{min}}, \quad (5.7)$$

де $M[I]$ – математичне очікування інтервалу прибуття поїздів;

K – параметр Ерланга;

T_{min} – мінімальний інтервал прибуття поїздів з одного підходу;

r_j – рівномірно розподілена випадкова величина.

Моделювання тривалості заняття колії поїздом залежить від того, з якого підходу він прибув.

Моделювання тривалості обслуговування поїздів в залежності від категорії поїзда будемо виконувати в наступному порядку:

1. Визначаємо категорію поїзда;

2. Моделюємо тривалість обробки поїзда бригадою ПТО (τ). Тривалість обслуговування розраховуємо як випадкову величину, що рівномірно розподілена за наступною формулою:

$$t_{\text{обсл}} = M[\tau] + S[\tau] \cdot z_i, \quad (5.8)$$

де $M[\tau]$, $S[\tau]$ – відповідно математичне очікування тривалості обробки ($M[\tau]=38,2$ хв), та середньоквадратичне відхилення ($S[\tau]=9,7$);

z_i – нормально розподілена випадкова величина.

$$z_i = \sum_1^{12} r_j - 6, \quad (5.9)$$

Для моделювання колії прийому поїзда в приймальному парку приймемо умовну нумерацію колій (за умови найменшої кількості відхилень на стрілочних переводах та кривих). Пріоритетність колій обиралась з урахуванням кількості відхилень на стрілочних переводах та в кривих при прибутті на обрану колію. Причому для кожного варіанту розглядався прийом з кожного окремого підходу.

Результати вибору пріоритетності наведено в додатку Б, таблицях Б.1-Б.6 в залежності від варіанту горловини та виділяючи окремо підходи П, К та Ч, Д.

Також в додатку Б наведено результати моделювання заняття колій прийому для кожного з варіантів для підходів П, К та Ч,Д по варіантам в таблицях Б.7-Б.12 та результати визначення річної суми кутів відхилень на стрілочних переводах в таблицях Б.13-Б.18.

Визначивши річну суму кутів повороту не можна визначити, який варіант буде кращий. Для порівняння варіантів визначимо додаткові річні витрати по варіантах.

5.5.4 Техніко-економічне порівняння та вибір раціональної конструкції непарної горловини парку прийому

При порівнянні варіантів треба враховувати, що навіть в кривих з підвищенням зовнішньої рейки при радіусах менше 1000 м виникає додатковий знос рейки та рухомого складу. В горловинах при переломах маршрутів вантажних поїздів на стрілочних переводах з радіусом кривих всього 200 м при відсутності підвищення зовнішньої рейки, більш дорогої і менш міцної конструкції колії подібні витрати на один градус кута повороту збільшуються багатократно.

Для порівняльної економічної оцінки проектних рішень горловин використаємо додаткові експлуатаційні витрати $C_{\text{кд}}$, які пов'язані з ремонтом стрілочних переводів та рухомого складу. Додаткові експлуатаційні витрати визначаються за формулою [40]:

$$C_{\text{кд}} = (A_1 \cdot \sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}} + A_2 \cdot \sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}) \cdot (R_0 - R) \cdot B_{\text{кд}}, \text{ у.о} \quad (5.10)$$

де $B_{\text{кд}}$ – норма додаткових витрат в кривих малих радіусів на один градус додаткового кута повороту, віднесена на 1 м зменшення радіусу; $B_{\text{кд}} = 8,73 \cdot 10^{-4}$ у.о на 1 поїзд за добу [40];

A_1, A_2 – коефіцієнти, що враховують збільшення витрат по зносу рейок та рухомого складу відповідно в зоні стрілочного переводу при русі по боковій колії ($A_1=5$) та в зоні кривої ($A_2=1,5$);

R_0 – найменший радіус кривої, при якому не виникають додаткові витрати, $R_0=1000$ м;

R – радіус кривої, що розглядається, $R=200$ м;

$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}, \sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$ – річна сума кутів повороту по трасі маршруту, відповідно на стрілочних переводах та в кривих, град.

В даному дипломному проекті розглянуто 6 конкурентноспроможних варіантів парку.

За результатами моделювання заняття колій парку виконаємо розрахунок додаткових експлуатаційних витрат по варіантам при розмірах руху 69 та 79 поїздів.

Варіант 1:

Для поїздів, що прибувають з Ч, Д:

- при розмірі руху 69 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 122652,7 + 1,5 \cdot 0) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,73 \cdot 10^{-4} = 428303 \text{ у.о.};$$

- при розмірі руху 79 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 143480,5 + 1,5 \cdot 0) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,73 \cdot 10^{-4} = 501034 \text{ у.о.};$$

Для поїздів, що прибувають з П:

- при розмірі руху 69 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 180507,8 + 1,5 \cdot 23142,02) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,73 \cdot 10^{-4} = 654577 \text{ у.о.};$$

- при розмірі руху 79 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 208278,198 + 1,5 \cdot 23142,02) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,37 \cdot 10^{-4} = 751551 \text{ у.о.};$$

Для поїздів, що прибувають з К:

- при розмірі руху 69 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 34713,03 + 1,5 \cdot 11571,01) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,73 \cdot 10^{-4} = 133334 \text{ у.о.};$$

- при розмірі руху 79 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = (5 \cdot 39341,44 + 1,5 \cdot 11571,01) \cdot (1000 - 200) \cdot 8,37 \cdot 10^{-4} = 149502 \text{ у.о.};$$

Додаткові експлуатаційні витрати по 1 варіанту склали:

- при розмірі руху 69 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = 428303 + 654577 + 133334 = 1216214 \text{ у.о.};$$

- при розмірі руху 79 поїздів:

$$C_{\text{кд}} = 501034 + 751551 + 149502 = 1402087 \text{ у.о.};$$

Для інших варіантів розрахунок наведено в додатку Б у таблицях Б.13-Б.24.

Витрати по варіантах в залежності від розмірів руху зведемо до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Додаткові експлуатаційні витрати по варіантам, млн. у.о

№ варіанту	Розміри руху, поїзд/добу	
	69	79
1	1,216	1,402
2	1,154	1,370
3	1,475	1,741
4	0,120	0,139
5	0,112	0,130
6	0,133	0,158

За результатами досліджень по мінімальним додатковим експлуатаційним витратам, які пов'язані з ремонтом стрілочних переводів та рухомого складу при існуючих та максимальних розмірах руху, які можна обробити в парку прийому, оптимальним є варіант 5. Тому для проектування колійного розвитку парку прийому приймаємо варіант 5 конструкції горловини.

6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ

В розділах 4 та 5 було визначено, що колійний розвиток станції є недостатнім для існуючого обсягу переробки вантажних вагонопотоків та запропоновано удосконалити схему сортувальної станції за рахунок побудови окремого парку прийому. Це, відповідно, викликає необхідність удосконалення технології роботи з вантажними поїздами.

6.1 Технологія роботи з составами транзитних поїздів

До транзитних поїзд відносяться потяги, що проходять станцію без переробки або з частковою переробкою (зміною ваги або довжини поїзда). Транзитні поїзди приймаються в приймально-відправні парки «А», «Б» або (у разі необхідності) у парк відправлення.

Перед прийомом поїзда на станцію черговий по станції (оператор) сповіщає працівників ІСЦ, постів списування №1 та № 7, чергових по парках «А», «Б», парка відправлення. ДСПП відповідного парку сповіщає працівників ПТО і приймальників поїздів про прийом поїзда на дану колію і його призначення.

Прибулий поїзд зустрічають працівники ПТО і приймальники поїздів. При необхідності закріплення складу виконується відповідно до [41].

Обробка транзитного потягу складається з:

- технічного обслуговування і опробування автогальм;
- комерційного огляду складу і усунення комерційних несправностей;
- зміни локомотивів або локомотивних бригад.

При технічному огляді складу виявляються вагони, які вимагають відчінного ремонту, а також технічні несправності, які усуваються за технологічний час стоянки поїзда.

Про несправності вагонів, що підлягають усуненню без відчеплення від складу, оглядачі роблять крейдяні помітки, а вслід за ними слюсарі, що йдуть, проводять ремонт. Після закінчення технічного огляду, ремонту і готовності складу до відправлення старший оглядач повідомляє оператора ПТО і черговому по парку з подальшим записом в книгу ВУ–14.

Перед виконанням технічного огляду і ремонту склад огорожується з обох боків світлофорами з червоним вогнем централізованої огорожі.

Одночасно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд складу і усунення знайдених несправностей.

Про результати огляду складу в комерційному відношенні і готовності його до відправлення приймальник поїздів повідомляє чергового по парку з подальшою відміткою про це в книзі форми ГУ–98 і ВУ–14.

За наявності вагонів з комерційними несправностями, загрозливими збереженню вантажу і безпеки руху, і неможливості усунути їх без відчеплення від складу приймальник поїздів робить крейдяні помітки на вагонах з вказівкою місця постановки (вантажний двір) і повідомляє номер вагону парковому черговому. Черговий по парку вилучає з рулону перевізний документ на вагон, який вимагає подачі на колію усунення несправності, і повідомляє маневрового диспетчера про необхідність відчеплення даного вагону від складу.

Перед відправленням поїзда черговий по станції через чергового по парку переконується в готовності поїзда в технічному і комерційному відношенні.

Після причепки локомотива (якщо виконувалося відчеплення) до поїзда оглядачі–автоматчики проводять опробування автогальм, заповнюють довідку про гальма і вручають її машиністу локомотива.

При зміні локомотивних бригад (без зміни локомотива паралельно з технічним і комерційним оглядами) локомотивна бригада приймає локомотив і перевізні документи від оператора при черговому по парку під розпис в спеціальній книзі. Порядок виконання операцій, норми часу (розраховано в розділах 4 та 5) на обробку составів транзитних поїздів без зміни локомотивних бригад та зі зміною локомотивних бригад в приймально-відправних парках «А» та «Б» вказаний на рисунку 6.1 та рисунку 6.2.

6.2 Технологія обробки поїздів, що прибувають в розформування

Перед прибуттям поїзду в розформування черговий по станції ЕЦ-1 повідомляє працівників пункту технічного обслуговування і комерційного огляду колію прийому і номер поїзда.

№ п/п	Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда, хв.						Виконавці
			0	5	10	15	20	25	
1	Одержання від ДНЦ повідомлення про номер, час прибуття і призначення поїзда								Черговий по станції
2	Повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО та чергового локомотивного депо про номер, час прибуття, колію приймання поїзда.								Оператор при ДСП
3	Вихід працівників, які приймають участь в обробці поїзда до колії прийому.								Працівники станції, ПТО, ПКО
4	Огородження состава та технічний огляд								Працівники ПТО
5	Комерційний огляд								Працівники ПКО
6	Прийом і здача локомотива, пакета з перевізними документами Локомотивними бригадами.								Локомотивна бригада
7	Скорочене випробування автогальм і відправлення поїзда								Локомотивна бригада
Загальна тривалість обробки поїзда									

Рисунок 6.1 – Графік обробки транзитного поїзда без зміни локомотива

Найменування операцій	До при- буття пої- зду	Час, хв						Виконавці
		0	10	20	30	40	50	
Одержання від ДНЦ пові- домлення про номер, час прибуття і призначення поїзда								Черговий по станції
Повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО і скла- дацької бригади про но- мер, час та колію прийому.								Черговий по станції
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда.								Працівники СТЦ, ПТО і ПКО
Закріплення поїзда на ко- лії прийому								ДСПШ
Відчеплення поїзного ло- комотива								Локомотивна бригада, робі- тники ПТО
Прийом перевізних доку- ментів від локомотивної бригади								Оператор СТЦ
Технічний і комерційний огляд								Робітники ПТО, ПКО
Зняття башмаків								ДСПШ
Причеплення поїзного ло- комотива, проба авто- гальм, та вручення доку- ментів								Локомотивна бригада, ро- бітники ПТО, оператор СТЦ
Загальна тривалість об- робки поїзда								

Рисунок 6.2 – Графік обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива.

Поїзд, що прибуває, зустрічається працівниками ПТО, воєнізованою охороною та прийомоздавальниками поїздів.

Обробка поїзду в парку прибуття складається з наступних операцій:

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

Після зупинки поїзда ДСПП парку прийому на підставі отриманої інформації від чергового по станції закріплюють поїзд. Після закріплення складу і відчеплення локомотива працівники ПТО огорожують рухомий склад і приступають до його огляду. В парку прийому “П” обслуговування вагонів виконується однією бригадою, яка складається з чотирьох груп. Рухомий склад огорожується з обох боків світлофорами з червоним вогнем централізованого огороження. Включення світлофорів централізованого огороження проводить оператор ПТО.

В процесі підготовки составів до розформовування одночасно з технічним оглядом здійснюється ремонт автозчіпних приладів (постановка ланцюгів розчіпного приводу, заміна несправних розчіпних важелів). Оглядачі проводять відпуск гальм.

Паралельно з технічним оглядом приймальники поїздів оглядають вагони в комерційному відношенні, виявляючи комерційні несправності, які загрожують безпеці руху і збереження вантажу. Одночасно вони перевіряють наявність, стан пломб на вагонах з подальшою перевіркою відповідності відомостей про пломби з даними, вказаними в натурному листі і перевізних документах. Огляд вагонів по прибуттю виконують приймальники поїздів за участю стрільця воєнізованої охорони з подальшим записом в книзі ГУ–98 Результатів огляду і готовності поїзда до відправлення.

Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду, і зняття огорожі оператор ПТО повідомляє в ІСЦ номери вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, з подальшим заповненням на ці вагони повідомлень

ВУ–23, а приймальники поїздів – номери вагонів, які вимагають подачі на спеціальні колії (перевантаження, перевірка, виправлення навантаження) з подальшим складанням на них акту загальної форми ГУ–23 які не пізніше, ніж через 2 год після виписування доставляється в ІСЦ.

Порядок виконання операцій і норми часу на обробку составів (розраховано в розділі 5) в парку прибуття вказаний на рисунку 6.3.

6.3 Технологія розформування і формування составів

Сортувальна станція К призначена для планової переробки вагонів відповідно до плану формування.

Поїзди, що прибувають на станцію К в розформування по закінченню технічного обслуговування і комерційного огляду насуваються до горба гірки для подальшого розпуску. На підставі натурних листів прибулих составів про кількість, розташування і вагу вагонів по призначеннях плану формування, характеристик вантажів, що перевозяться, під керівництвом маневрового диспетчера виконується формування составів нових призначень.

На підставі сортувального листка черговий по гірці завчасно виконує операції по осадженню або підтягуванню вагонів на коліях сортувального парка, щоб забезпечити розміщення вагонів составу, який розформується, в межах місткості колії. Оператори гірки, оператори третьої гальмівної позиції, складачі гірки перед розпуском составу знайомляться з сортувальним листком і його особливими відмітками.

Перед початком розпуску складачі гірки повинні знаходитися на горбі гірки в зоні розчеплення вагонів. При цьому, один з укладачів, під час розпуску складу, повинен проводити відчеплення вагонів спеціальним розчіпним пристроєм (вилкою) згідно сортувального листка і розпорядження чергового по гірці або оператора-розпорядника; інший контролювати його дії, в необхідних випадках передавати додаткову інформацію черговому по гірці про стан рухомого складу, ходових якостей окремих відчепів, стан вантажу і інші відомості.

№ п/п	Назва операцій	До прибуття поїзда	По прибуттю поїзда, хв.						Виконавці	
			0	5	10	15	20	25		30
1.	Отримання, розмітка, передача ТГНЛ, ДСЦ і в СТЦ	5								Оператор СТЦ
2.	Повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО про час і колію прибуття поїзда	5								Оператор при ДСП
3.	Вихід працівників, які приймають участь в обробці поїзда до колії прийому	5								Працівники ПТО, ПКО
4.	Контрольна перевірка состава на вхідній горловині	5								Оператор СТЦ, чергові стр. постів
5.	Закріплення поїзда на колії прийому		3							ДСПП
6.	Відчеплення локомотива і загородження состава		2							ТЧМ, працівники ПТО
7.	Доставка перевізних документів			5						Оператор СТЦ
8.	Перевірка ТГНЛ, штемпелювання документів, перевірка перевізних документів				15					Оператор СТЦ, Оператор ЕОМ
9.	Складання сортувального листка							5		Оператор СТЦ
10.	Технічне обслуговування состава і відпуск автогальм				15					Працівники ПТО
11.	Комерційний огляд вагонів				15					Працівники ПКО
Загальний час обробки поїзда						30				

Рисунок 6.3 – Графік обробки поїзда, який прибув у переробку

Про ведення розпуску одним укладачем черговий по гірці зобов'язаний довести до відома машиніста гірчного або іншого локомотива ведучого надвиг і здійснювати особистий контроль за роботою укладача составів, шляхом спостереження і ведення переговорів по радіозв'язку. Розпуск рухомого складу виконується по жовтому сигналу гірчного світлофора.

В процесі розформування составу укладачі проводять розчіплення вагонів відповідно до сортувального листка. Місця розчіплення відчепів перевіряються в сортувальному листку по контрольному номеру останнього вагону у відчепі. При зміні напрямку руху відчепа, черговий по гірці (оператор – розпорядник, оператори виконавчого поста) по парковому зв'язку інформує операторів III-ї гальмівної позиції про зміну напрямку руху відчепа і при необхідності зупиняє розпуск состава. Після зупинки розпуску состава черговий по гірці черговий (оператор розпорядник) дає новий план розпуску.

Після закінчення розпуску черговий по гірці по радіостанції дає план роботи маневровому локомотиву (виконувати осадження, заїжджати в прийнятно-відправний парк для відчепки вагону з технічними або комерційними несправностями, заїжджати під склад для витягання на гірку). Заїзд під состав одиночним локомотивом і насув составу до горба гірки здійснюється без супроводу бригади складачів. При підході гірчного локомотива в парк прийому до складу, який підлягає розформуванню, машиніст, переконавшись у відсутності огорожі, причіплює локомотив. Після прибирання гальмівних башмаків з під состава по команді чергового по станції і відкритому маневровому світлофорі насуває состав до горба гірки.

Операції після закінчення формування окремих составів виконується із західної сторони сортувального парку бригадами складачів 3-го маневрового району. В окремих випадках ці операції можуть виконуватися і з боку гірки бригадами складачів, регулювальниками швидкості руху вагонів. Після закінчення формування состава маневровий диспетчер, черговий по гірці дає завдання складачу поїздів 3-го маневрового району на перевірку состава. Складач

перевіряє зчеплення і збіг подовжніх осей автозчеплень, вилучає гальмівні башмаки і переконується у відсутності перешкод для руху. Після перевірки состава складачем поїздів і доповіді маневровому диспетчеру, черговому по гірці виконується перестановка в парк відправлення.

Перестановка состава в парк відправлення здійснюється маневровими локомотивами 3-го маневрового району, по вказівці чергового по станції поста ЕЦ-2 без супроводу бригадою складачів і дозволу чергового по гірці. Маневровий диспетчер відповідно до плану відправлення поїздів дає черговому по станції ЕЦ-2 завдання на перестановку сформованого состава з вказівкою колії сортувального парку, призначення состава. Кількість осей і особливі відмітки (на явність вагонів з негабаритним або розрядним вантажем). Виставлений состав в парк відправлення закріплюється відповідно до ТРА.

6.4 Підготовка составів свого формування до відправлення

Після закріплення гальмівними башмаками виставленого составу ДСПП парку відправлення, черговий по станції ЕЦ-2 дає команду машиністу маневрового локомотива відчепитися від складу. ДСПП парку відправлення по парковому зв'язку повідомляє номер готового вагону закріпленого складу черговому по станції ЕЦ-2.

ДСПП парка відправлення за узгодженням з черговим по станції ЕЦ-2 пред'являє виставлений состав до технічного обслуговування і комерційного огляду по парковому зв'язку або по телефону. При пред'явленні складу ДСПП вказує номер колії, призначення, номер головного і хвостового вагонів.

В парку відправлення зі складом свого формування здійснюють наступні операції:

- технічний огляд і поточний безвідчепний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- здача документів локомотивній бригаді;
- причепка локомотива до потяга і опробування автогальм;
- закріплення і прибирання гальмівних башмаків.

Після пред'явлення состава до технічного огляду, оператор ПТО парку відправлення огорожує состав шляхом натиснення кнопки пульта огорожі і тим самим виключає можливість відкриття маневрового світлофора на дану колію.

Технічний огляд в парку відправлення виконується двома бригадами з трьох груп. Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду знімається огорожа оператором ПТО з подальшим записом в книзі форми ВУ-14, працівниками ПТО і приймальниками поїздів. Після причепки локомотива до потяга оглядачі-автоматчики проводять опробування автогальм.

Комерційний огляд виконується з двох сторін складу приймальниками поїздів з подальшим усуненням несправностей. Одночасно приймальники перевіряють наявність стану пломб на вагонах з подальшою перевіркою відповідності відомостей про пломби з даними, вказаними в натурному листку і перевізних документах. Огляд вагонів на відправлення виконують приймальники поїздів за участю стрільця воєнізованої охорони з подальшим записом в книзі ГУ-98 результатів огляду і готовності потягів до відправлення.

Черговий поста ЕЦ-2 перед перестановкою состава з колій сортувально-відправного парку в парк відправлення повідомляє оператора електронних обчислювальних машин (ЕОМ) поста №3 номер колії, з якої і на яку виконується перестановка і призначення складу. Оператор поста списування №3 в момент перестановки состава виконує контрольну перевірку номерів вагонів 06 повідомленням, за допомогою телетайпного апарату.

Оператор ІСЦ виконує звірку 06 повідомлення і накопичувальної відомості, підбірку документів і відправку документів в парк відправлення, при цьому реєструючи в спеціальному журналі наступні дані: номер состава, номер колії сортувального парку, станцію призначення, кількість вагонів, вагу поїзда, умовну довжину, кількість пакетів вантажних документів.

Для виконання маневрової роботи в західній горловині парку відправлення по відставці вагонів з технічними і комерційними несправностями, які неможливо усунути за час стоянки состава, використовується маневровий або поїзний локомотив. Маневри проводяться тільки осаджуванням з відставкою і

закріпленням вагонів на одній з колій парку відправлення.

ДСПП сортувально-відправного парка за узгодженням з черговим по станції ЕЦ-2 пред'являє виставлений состав до технічного обслуговування і комерційного огляду по парковому зв'язку або по телефону. При пред'явленні складу ДСПП вказує номер колії, призначення, номер головного і хвостового вагонів.

Порядок виконання операцій і норми часу на обробку составів (розраховано в розділі 5) свого формування показаний на рисунку 6.4.

В сортувально-відправному парку зі складом свого формування здійснюються наступні операції:

- технічний огляд і поточний безвідчепний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- причеплення локомотива до поїзда і опробування автогальм;
- закріплення і прибирання гальмівних башмаків.

Після пред'явлення состава до технічного огляду, оператор ПТО сортувально-відправного парка огороджує состав шляхом натиснення кнопки пульта огороження і тим самим виключає можливість відкриття маневрового світлофора на дану колію.

Технічний огляд в парку відправлення виконується одною бригадою з двох груп. Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду знімається огорожа оператором ПТО з подальшим записом в книзі форми ВУ-14, працівниками ПТО і приймальниками поїздів. Після причепки локомотива до потяга оглядачі-автоматчики проводять опробування автогальм.

Комерційний огляд виконується з двох сторін складу приймальниками поїздів з подальшим усуненням несправностей. Одночасно приймальники перевіряють наявність стану пломб на вагонах з подальшою перевіркою відповідності відомостей про пломби з даними, вказаними в натурному листку і перевізних документах. Огляд вагонів на відправлення виконують приймальники поїздів за участю стрільця воєнізованої охорони з подальшим записом в книзі ГУ-98 результатів огляду і готовності потягів до відправлення.

Після відправлення поїзда черговий по станції ЕЦ-1, ЕЦ-2 передає вузловому диспетчеру номер поїзда і номер колії, з якої відправився поїзд і його призначення.

№ п/п	Назва операцій	До початку обробки поїзда	Після пред'явлення поїзда, хв.					Виконавці
			0	10	20	30	40	
1.	Повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО про час і колію формування поїзда	5						ДСПГ
2.	Вихід працівників, які беруть участь в обробці поїзда до колії	5						Працівники ПТО і ПКО
3.	Закріплення состава на колії		3					ДСПП
4.	Відчеплення локомотива і загородження состава		2					Локомот. бригада, працівники ПТО
5.	Закінчення підбору документів, передача натурного листа на ЕОМ			20				Оператор ЕОМ
6.	Обробка натурного листа і конвертування документів				5			Оператор ЕОМ
7.	Технічне обслуговування состава			25				Працівники ПТО
8.	Комерційний огляд вагонів працівниками ПКО			25				Працівники ПКО
9.	Доставка документів на локомотив і одночасна перевірка состава з натурри					12		Оператор СТЦ
10.	Причеплення локомотива, повна проба гальм, зняття гальмових башмаків					15		ТЧМ, ПТО ДСПП
Загальний час обробки поїзда				45				

Рисунок 6.4 – Графік обробки поїзда свого формування

7 РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ-ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ПОКАЗНИКІВ

Добовий план-графік роботи станції будується для перевірки взаємодії всіх елементів технологічного процесу після виконання реконструкції та зміни технології роботи станції.

На основі добового плану-графіку роботи можна визначити завантаження усіх елементів станції і на основі цього зробити висновок про забезпечення станцією переробки усіх поїздів, що прибувають. Якщо завантаження окремих елементів не більше 75% - станція забезпечена технічними засобами оптимально. Якщо завантаження окремих елементів більше 75% - станція недостатньо забезпечена необхідними технічними засобами і потребує їх збільшення або удосконалення. Якщо завантаження окремих елементів менше 40% - станція має надлишок технічних засобів, що свідчить про запас переробної спроможності.

Добовий план - графік розробляється у такій послідовності [42]:

- на сітку графіка наносяться поїзди, що прибувають на станцію (розклад поїздів наведено в додатку В);
- пропускаються пасажирські поїзди;
- виконуються операції по прийому поїздів у приймально-відправні парки;
- виконуються операції по обслуговуванню поїздів бригадами ПТО;
- відтворюється процес розформування поїздів (послідовно викреслюється робота локомотивів, вказується заняття елементів горловин парку);
- розносяться по коліям сортувального парку групи вагонів після розформування кожного состава (відповідно до додатку В);
- виконується місцева робота (усі вагони після вантажних операцій повертаються на колії сортувального парку за призначенням);

- на кожній колії сортувального парку будується процес накопичення вагонів з урахуванням залишків на 0 годин даної доби;
- відтворюється процес формування поїздів,
- сформовані состави відправляються з парку «СВ» або переставляються у парк В і відправляються з нього;
- виконуються операції по технічному обслуговуванню поїздів, причепка поїзного локомотива, випробування гальм і відправлення на перегони. Ці поїзди показуються на графіку.

На основі добового плану-графіку розраховуються наступні показники:

- простій транзитного вагона без переробки

$$t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}}}, \quad (7.1)$$

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}$ - вагоно-хвилини простою транзитних вагонів без переробки за добу;

$n_{\text{тр}}^{\text{б/п}}$ - кількість транзитних вагонів без переробки, що проходять через станцію за добу.

$$t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = \frac{247156}{3842} = 64 \text{ хв} = 1,07 \text{ год.}$$

- простій транзитного вагона з переробкоюю

$$t_{\text{тр}}^{\text{з/п}} = t_{\text{пп}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{ПВП}} + t_{\text{СВП}}, \quad (7.2)$$

де $t_{\text{пп}}$ - середній час простою вагона у парку прийому;

$t_{\text{нас}}$ - тривалість насуву;

$t_{\text{розф}}$ - тривалість розформування;

$t_{\text{нак}}$ - середній час простою вагона під накопиченням;

$t_{зф}$ - тривалість завершення формування;

$t_{пер}$ - тривалість перестановки у парк відправлення;

$t_{ПВ}$ - середній час простою вагона у парку відправлення;

$t_{СВП}$ - середній час простою вагона у сортувально-відправному парку.

Тривалість знаходження в парку прийому:

$$t_{пп} = \frac{16276,1}{3463} = 4,7 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону під накопиченням:

$$t_{нак} = \frac{28507,96}{3796} = 7,51 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону в приймально-відправному парку:

$$t_{ПВП} = \frac{5812,6}{3588} = 1,62 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи П, К визначається за формулою:

$$t_{тр}^{з/п} = t_{пп} + t_{нак} + t_{розф} + t_{нак} + t_{зф} + t_{СВП} \quad (7.3)$$

Отже, тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи П, К складає:

$$t_{тр}^{зп(П,К)} = 4,7 + 0,05 + 0,12 + 7,51 + 0,15 + 0,67 = 13,2 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи Ч, Д визначимо за формулою:

$$t_{тр}^{з/п} = t_{пп} + t_{нак} + t_{розф} + t_{нак} + t_{зф} + t_{пер} + t_{ПВП} \quad (7.4)$$

Отже, тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи Ч, Д складає:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зн(Ч,Д)}} = 4,7 + 0,05 + 0,12 + 7,51 + 0,15 + 0,1 + 1,62 = 14,25 \text{ год.}$$

Середньозважена величина простою транзитного вагону з переробкою на станції становить:

$$t = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{зн(Ч,Д)}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зн(Ч,Д)}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зн(П,К)}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зн(П,К)}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{зн(Ч,Д)}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зн(П,К)}}} = \frac{1930 \cdot 13,2 + 1520 \cdot 14,25}{1930 + 1520} = 13,66 \text{ год}$$

- добовий вагонообіг станції

$$n_{\text{во}} = n_{\text{пр}} + n_{\text{від}}, \quad (7.5)$$

де $n_{\text{пр}}$, $n_{\text{від}}$ - кількість вагонів, що прибувають і відправляються зі станції за добу.

Добовий вагонообіг станції становить:

$$n_{\text{во}} = 3463 + 3463 = 6926 \text{ вагонів.}$$

- робочий парк вагонів

$$n_{\text{роб}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{з/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{з/п}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}}{24}, \quad (7.6)$$

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}$ - вагоно-години простою транзитних вагонів без переробки за добу;

$\sum n_{\text{тр}}^{\text{з/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{з/п}}$ - вагоно-години простою транзитних вагонів з переробкою за добу.

Робочий парк вагонів становить:

$$n_{\text{роб}} = \frac{3463 \cdot 18,86 + 3842 \cdot 1,07}{24} = 2893 \text{ вагонів.}$$

- коефіцієнт використання кожного маневрового локомотива:

$$k_{\text{лок}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{24 - T_{\text{тех}}}, \quad (7.7)$$

де $\sum t_{\text{ман}}$ - сумарна тривалість маневрової роботи локомотива за добу (визначається згідно добового плану-графіку);

$T_{\text{тех}}$ - тривалість технологічної перерви роботи локомотива (приймаємо $T_{\text{тех}} = 1,0 \text{ год.}$).

Розрахуємо коефіцієнт завантаження гіркових локомотивів:

Для першого локомотива він складатиме:

$$k_{\text{лок}}^1 = \frac{13,03}{24-1} = 0,57.$$

Для другого локомотива він складатиме:

$$k_{\text{лок}}^2 = \frac{12,27}{24-1} = 0,53.$$

Розрахуємо коефіцієнти використання маневрових локомотивів, які працюють в парній горловині сортувально-відправного парку

Для першого локомотива він складатиме:

$$k_{\text{лок}}^1 = \frac{10,2}{24-1} = 0,44.$$

Для другого локомотива він складатиме

$$k_{\text{лок}}^2 = \frac{8,21}{24-1} = 0,36.$$

Коефіцієнт завантаження маневрових локомотивів менше 40%, що свідчить про запас переробної спроможності.

- переробна спроможність сортувальної гірки визначається за формулою:

$$N_{\text{пер}} = \frac{0,97 \cdot (1440 - t_{\text{тех}}) \cdot m}{t_{\Gamma}}, \quad (7.8)$$

де $t_{\text{тех}}$ - тривалість технологічної перерви у роботі гірки (приймаю $t_{\text{тех}} = 60 \text{ хв}$);

m – состав поїзда, $m=52$ ваг;

t_{Γ} – тривалість гіркового технологічного інтервалу, $t_{\Gamma}=12,33$ хв.

Отже, переробна спроможність сортувальної гірки складає:

$$N_{\text{пер}} = \frac{0,97 \cdot (1440 - 60) \cdot 52}{12,33} = 3117 \text{ ваг};$$

- коефіцієнт використання сортувальної гірки:

$$k_{\text{сг}} = \frac{\sum t_{\text{сг}}}{1440 - t_{\text{тех}}}, \quad (7.9)$$

де $\sum t_{\text{сг}}$ - тривалість зайняття сортувальної гірки.

$$k_{\text{сг}} = \frac{11,5}{24 - 1} = 0,5.$$

Отже, проаналізувавши розраховані показники добового плану-графіку можна зробити висновок, що станція К забезпечена технічними засобами оптимально і забезпечує переробку усіх вантажних поїздів, що прибувають після удосконалення її конструкції.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було виконано аналіз схеми та технології роботи сортувальної станції К, розраховано обсяги роботи, виконано перевірку існуючого технічного оснащення прилеглих ліній. На станцію за добу прибуває 69 поїздів у розформування, 74 транзитні поїзда без переробки. Станція К за добу формує 69 поїздів різних категорій, а також пропускає 105 пар пасажирських поїздів.

В дипломній роботі виконано нормування тривалості операцій технологічного процесу, а саме: нормування елементів гірочної технології, розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування, свого формування та транзитним поїздом.

Перевірка технічного оснащення станції показала, що в приймально-відправних парках А та Б, а також сортувально-відправному парку наявна кількість колій є недостатньою, тобто парки не справляються із заданими розмірами руху. В парку А наявна кількість складає 7 колій, а необхідна – 10. В парку Б наявна кількість колій 8, а необхідна – 11. В сортувально-відправному парку, для вирішення даної проблеми було запропоновано формувати малопотужні потоки, такі як збірні на Д та Ч, збірні на П та К, на одній колії замість виділення окремої колії під кожне з призначень. В приймально-відправних парках А та Б було виконано перевірку завантаження горловин, яка показала, що завантаження горловин парків знаходиться на межі допустимих значень. Для парку А коефіцієнт завантаження становить 0,88, для парку Б – 0,74. При незначному збільшенні розмірів руху завантаження горловин перевищить максимально допустиме, тому, як варіант удосконалення колійного розвитку, був прийнятий варіант з побудовою окремого парку прийому. При цьому було удосконалено технологію роботи станції. Це спрощує процес розформування составів та зменшує завантаження непарних горловин приймально-відправних парків до значення 0,37 в парку А та 0,45 в парку Б.

Для удосконалення колійного розвитку було розроблено 6 варіантів

конструкції парку прийому та проведені техніко економічні розрахунки. Оптимальний варіант вибраний за найменшими додатковими експлуатаційними витратами, що виникають при русі по стрілочних переводах та кривих. Для вибраного варіанту ці витрати складають 0,112 млн. у.о.

Для перевірки взаємодії всіх елементів станції між собою та з прилеглими ділянками після запропонованого удосконалення колійного розвитку було побудовано графічну модель роботи станції К у вигляді добового плану-графіку та визначено ряд показників, що характеризують роботу сортувальної станції.

Після виконаної реконструкції станції завантаження всіх її технічних пристроїв, стрілочних горловин парків та завантаження бригад ПТО не перевищує допустимих норм. Отже, після побудови окремого парку прийому при заданих обсягах роботи та запропонованій технології роботи виконуються всі умови взаємодії основних технологічних процесів на станції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/60705298>.
2. Любохинець Л.М. Реформування залізничного транспорту: Досвід країн ЄС [Текст] / Л. М. Любохинець // Зб. наук. праць ДНУЗТ ім.. акад.. В. Лазаряна. – 2016. - № 12– С. 77-83.
3. Кірпа Г.П. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: монографія / Г.П. Кірпа .- видання «ДІТ» - 2004. – 248 с.
4. Юхновський І. Р. Транспортний комплекс України. Залізничний транспорт: Проблеми та перспективи / І. Р. Юхновський, Г. Б. Лебеда, Т. І. Попова; за ред. І. Р. Юхновського. – К.: ФАДА, ЛТД, 2006. – 288 с.
5. Транспортна стратегія України на період до 2020 року, схвалена розпорядженням КМУ від 20.10.2010 р. № 2174-р [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ten-t.org.ua/transport_strategy_of_ukraine.
6. Дар'я Січкара. Бізнес очікує на реформу ринку залізничних перевезень. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eba.com.ua/biznes-ochikuye-na-reformu-ryнку-zaliznychnyh-perevezen/>.
7. Стасюк О.М. Пріоритетні напрями розвитку залізничного транспорту України в нових умовах [Текст] / О.М. Стасюк // Збірник наукових праць ДЕ-ТУТ. Серія «Економіка і управління». – 2016. – вип. 36. – С. 154-163.
8. Чебанова Н.В. Реструктуризація залізничної галузі – теоретичні аспекти і методичні підходи [Текст] / Н.В. Чебанова, Т.І. Єфименко // Залізничний транспорт України. – 2002. - №1. – С. 31.
9. Аксенов, И.М. Особенности реструктуризации в современных условиях [Текст] / И.М. Аксенов, В.В. Пасечник // Залізничний транспорт України. – 2001. - №1. – С. 7.
10. Кірдіна О.Г. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку залізничного транспорту [Текст] / О.Г. Кірдіна // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 50 – С. 285-289.

11. Шапочка М.К. Впровадження європейського досвіду в оптимізацію інфраструктури залізничного транспорту України [Текст] / М.К. Шапочка, О.І. Рибіна // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – 2011. – №1. – С. 615-623.

12. Пинчук Е. П. Можливі моделі реформування залізничного транспорту України [Текст] / Е. П. Пинчук // Збірник наукових праць ДНУЗТ, серія «Проблеми економіки транспорту» – 2015. – Вип. 10. – С. 50-58.

13. Дейнека О.Г. Проблеми реформування залізничного транспорту України [Текст] / О.Г. Дейнека, М.С. Маковський // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2015. – вип. 158, том 1 – С. 54-62.

14. Дикань В.Л., Кушнір І.Ю. Ефективність вантажних залізничних перевезень та її підвищення в умовах інтеграції залізничного транспорту України у світову транспортну систему / В.Л. Дикань, І.Ю. Кушнір // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2003. – № 4. – С. 77-82.

15. Буркхардт Э.А. Эффективна ли смешанная собственность предприятий [Текст] / Э.А. Буркхардт // Залізничний транспорт України. – 2003. - №1. – С. 58.

16. Мукмінова Т.А. Структура природної монополії на залізничному транспорті України та деякі підходи стосовно її реформування [Текст] / Т.А. Мукмінова // Вісник ХНУ ім. Каразіна: зб. наук. праць. – 2002. – Вип. 565. – С. 79-87.

17. Задоя В.О. Щодо питання оцінки ефективності діяльності залізничного транспорту // Вісник економіки транспорту і промисловості. 2015. №51. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/schodo-pitannya-otsinki-efektivnosti-diyalnosti-zaliznichnogo-transportu>.

18. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010—2019 роки. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mintrans.gov.ua>.

19. Габа, В.В. Оптимізація параметрів залізничної транспортної системи з метою прискорення доставки вантажів [Текст]: дис....канд. техн. наук

05.22.01 «Транспортні системи» / В.В. Габа; Київський ун-т економіки і технологій транспорту. – К. : ДЕТУТ, 2005. – 144 с.

20. Котенко А.М. Пропозиції щодо виконання термінів доставки вантажів при їх перевезенні залізничним транспортом [Текст] / А.М. Котенко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2010. – вип. 112. – С. 1-5.

21. Бутько Т.В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону [Текст] / Т.В. Бутько, О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2010. – №22. – С. 18-26.

22. Лаврухін О.В. Формування моделі управління процесом просування поїздопотоків в умовах стабілізації обігу вантажного вагону [Текст] / О.В. Лаврухін, М.О. Шапка // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2011. – №28 – С. 11-16.

23. Мачерет Д.А. Экономическое значение ускорения оборота грузового вагона // Д.А. Мачерет // Экономика железных дорог. – 2014. – № 11. – С. 25–29.

24. Марценюк Л. Аналіз обігу вантажних вагонів та шляхи його зменшення [Електронний ресурс] / Л. Марценюк // Інтернет-конференція: тези - Тернопільський інститут АПВ НААН, 2011. – Режим доступу: http://confiapv.at.ua/publ/konf_14_15_grudnja_2011_r/sekcija_5_ekonomichni_nauki/analiz_obigu_vantazhnikh_vagoniv_ta_shljakhi_jogo_zmenschennja/29-1-0-1353.

25. Музикіна Г.І. Скорочення простою вагонів на сортувальних станціях за рахунок ефективності їх роботи [Текст] / Г.І. Музикіна, Болвановська Т.В. // Збірник наукових праць ДЕТУТ. – 2007. – № 12–С. 131-136.

26. Журавель І.Л. Проблеми регулювання ємності колійного розвитку залізничних станцій [Текст] / І. Л. Журавель // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – 2014. – Вип. 8 – С. 51-57.

27. Малахова О.А. Удосконалення роботи технічної станції в умовах нерівномірності вагонопотоку [Текст] / О.А. Малахова, М.І. Князева // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2015. – вип. 152. – С. 50-55.

28. Бауліна Г. С. Дослідження міжопераційних простоїв вагонів на вантажних станціях та під'їзних коліях [Електронний ресурс]/ Г. С. Бауліна // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. - 2014. - № 37. - С. 29-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpdizt_2014_37_8.

29. Альошинський Є.С. Аналіз впливу простою міжнародного вагонопотоку на оборот вагонів [Електронний ресурс] / Є.С. Альошинський, О.С. Пестременко-Скрипка // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2013. - Вип. 137. - С. 24-29. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2013_137_6.

30. Лючков Д.С. Аналіз варіантів удосконалення технології обслуговування вантажних транзитних поїздів у міжнародному сполученні [Текст] / Д.С. Лючков, Т.В. Олешко // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. – 2015. – вип. 158, том 1. – С. 36-41.

31. Айтхожина А.С. Технологический процесс работы железнодорожных станций в современных условиях [Електронний ресурс] / режим доступу: <http://repository.enu.kz/bitstream/handle/123456789/8073/tehnologicheskii-process-raboty-zheleznodorozhnyh-stancii-v-sovremennyh-usloviyah.pdf>

32. Соломніков І.В. Техніко-технологічний розвиток підприємств залізничного транспорту: проблеми та стратегічні пріоритети [Текст] / І.В. Соломніков // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2015. – № 52–С. 74-78.

33. Маслак А.В. Основные принципы определения соотношения объемов переработки вагонопотоков и вместимости путей станций металлургических предприятий [Текст] / А.В. Маслак, Е.В.Кирицева, В.Э.Парунакян // Вісник СНУ ім. В.Даля. – 2013. - № 9 (198). – С. 99-103.

34. Бородин А.Ф. Рациональное соотношение вместимости путей станций и вагонных парков с учетом увеличения доли частных вагонов [Текст] / А.Ф. Бородин, В.А. Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 3. – С.8-19.

35. Федорюк Д. П. Аналіз можливих шляхів зменшення простою місцевого вагона на станції Рутченкове [Електронний ресурс] / Д. П. Федорюк // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. - 2014. - Вип. 144. - С. 27-30. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2014_144_7

36. Яновський П.О. Перспективні напрямки удосконалення технологій перевезень [Текст] / П.О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2009. – № 4–С. 35-39.

37. Брайковська А.М. Ефективність роботи станції як фактор конкурентоспроможності залізничного транспорту [Текст] / А.М. Брайковська, Т. Кундоба // Збірник наукових праць ДЕУТУТ. Серія «Економіка і управління». – 2015. – вип. 34. – С. 71-78.

38. Савенко А. С. Окунь О. Г. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни “Управління експлуатаційною роботою та якістю перевезень на залізничному транспорті”. Частина 1 “Організація роботи сортувальної станції [Текст] / А. С. Савенко, О. Г. Окунь // – Дніпропетровськ, 1997. – 28 с.

39. Сотников И. Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах [Текст] / И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1986. – 232 с.

40. Томилина Г.С. Схемы горловин участковых станций с минимальными затратами на ремонт стрелочных переводов и подвижного состава [Текст] / Г.С. Томилина // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. – Гомель: БелИЖТ, 1987. – с.74-78.

41. Технологічний процес роботи станції [Текст].

42. Тихомиров И. Г. Технология работы участковых и сортировочных станций [Текст] / Под ред. И. Г. Тихомирова // – М.: Транспорт, 1986. – 214 с.

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця А.1 – Вагонопотік з переробкою

Із \ На	П	К	Ч	Д	ст. К
П	-	-	957	163	5
К	-	-	368	96	6
Ч	853	440	-	185	2
Д	134	85	156	-	-
ст. К	2	6	4	1	-

Таблиця А.2 – Вагонопотік без переробки

Із \ На	П	К	Ч	Д
П	-	-	1037	103
К	-	-	520	156
Ч	1300	312	-	-
Д	154	260	-	-

Таблиця А.3 – Розміри пасажирського руху

Із \ На	Транзитні пасажирські				Приміські	
	П	К	Ч	Д	ст.К	
Транзитні пасажирські	П	-	-	34	-	2
	К	-	-	5	2	1
	Ч	32	3	-	-	10
	Д	-	1	-	-	2
Приміські	ст.К	2	1	10	1	-

ДОДАТОК Б
ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПОЇЗДІВ, ЩО НАДХОДЯТЬ НА КОЖНУ
КОЛІЮ ТА ДОДАТКОВІ ВИТРАТИ ЗА ВАРІАНТАМИ

Таблиця Б.1 – Порядок прийому поїздів за варіантом 1

Напря́м	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	5	3	1	1	1
2	6	1	-	1	4	-	2	-
3	5	3	-	2	4	-	2	-
4	4	3	-	3	4	-	2	-
5	-	-	-	4	4	-	2	-
6	-	-	-	7	4	2	2	2
7	-	-	-	6	5	1	3	1

Таблиця Б.2 – Порядок прийому поїздів за варіантом 2

Напря́м	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	3	3	1	1	1
2	6	1	-	5	3	1	1	1
3	5	3	-	1	4	-	2	-
4	4	3	-	2	4	-	2	-
5	-	-	-	4	4	-	2	-
6	-	-	-	6	4	2	2	2
7	-	-	-	7	4	2	2	2

Таблиця Б.3 – Порядок прийому поїздів за варіантом 3

Напря́м	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	1	4	-	2	-
2	6	1	-	3	5	1	3	1
3	5	3	-	4	5	1	3	1
4	4	3	-	2	6	-	4	-
5	-	-	-	7	6	2	4	2
6	-	-	-	5	7	1	5	1
7	-	-	-	6	7	1	5	1

Таблиця Б.4 – Порядок прийому поїздів за варіантом 4

Напрямок	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	2	3	1	1	1
2	6	1	-	5	3	1	2	-
3	4	2	1	1	4	-	2	-
4	5	3	-	3	4	-	2	-
5	-	-	-	4	4	-	2	-
6	-	-	-	6	5	1	3	1
7	-	-	-	7	4	2	2	2

Таблиця Б.5 – Порядок прийому поїздів за варіантом 5

Напрямок	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	3	3	1	1	1
2	6	1	-	5	3	1	1	1
3	4	2	1	1	4	-	2	-
4	5	3	-	2	4	-	2	-
5	-	-	-	4	4	-	2	-
6	-	-	-	6	4	2	2	2
7	-	-	-	7	4	2	2	2

Таблиця Б.6 – Порядок прийому поїздів за варіантом 6

Напрямок	Парний			Непарний				
	№ колії	З підходів Ч, Д		№ колії	З підходу П		З підходу К	
		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих		Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	1	4	-	2	-
2	6	1	-	3	5	1	3	1
3	4	2	1	4	5	1	3	1
4	5	3	-	2	6	-	4	-
5	-	-	-	7	6	2	4	2
6	-	-	-	5	7	1	5	1
7	-	-	-	6	7	1	5	1

Таблиця Б.7 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 1

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	7	4	-	8	4	-
2	3	1	-	3	2	-
3	1	-	-	2	-	-
4	1	-	4	2	-	5
5	10	5	4	10	5	5
6	-	-	11	-	-	13
7	-	-	18	-	-	19

Таблиця Б.8 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 2

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	3	1	-	3	1	-
2	2	-	-	3	1	-
3	13	5	-	14	5	-
4	-	-	4	-	-	6
5	4	4	4	5	5	6
6	-	-	13	-	-	14
7	-	-	16	-	-	16

Таблиця Б.9 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 3

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	13	5	-	14	5	-
2	2	-	-	3	-	-
3	6	3	-	7	4	-
4	1	2	3	1	3	4
5	-	-	6	-	-	8
6	-	-	12	-	-	14
7	-	-	16	-	-	16

Таблиця Б.10 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 4

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	8	4	-	10	4	-
2	3	1	-	3	2	-
3	2	-	-	2	1	-
4	-	-	5	-	-	7
5	9	5	4	10	5	5
6	-	-	12	-	-	14
7	-	-	16	-	-	16

Таблиця Б.11 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 5

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	2	2	-	3	2	-
2	2	-	-	2	-	-
3	12	6	-	13	6	-
4	-	-	6	-	-	8
5	6	2	3	7	4	4
6	-	-	12	-	-	13
7	-	-	16	-	-	17

Таблиця Б.12 – Заняття колій прийому поїздами, що прибувають по варіанту 6

№ колії	Кількість поїздів що прибувають на цю колію					
	69 поїздів за добу			79 поїздів за добу		
	Із П	Із К	Із Ч, Д	Із П	Із К	Із Ч, Д
1	13	5	-	13	5	-
2	2	-	-	3	-	-
3	6	4	-	8	5	-
4	1	1	6	1	2	7
5	-	-	3	-	-	5
6	-	-	12	-	-	14
7	-	-	16	-	-	16

Таблиця Б.13 – Річна сума кутів відхилень по 1 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$
69	122652,7	-	180507,7	23142,0	34713,0	11571,0
79	143480,5	-	208278,1	23142,0	39341,4	11571,0

Таблиця Б.14 – Річна сума кутів відхилень по 2 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$
69	122652,7	-	164308,4	39341,4	25456,2	20827,8
79	152737,3	-	187450,4	43969,8	32398,8	23142,0

Таблиця Б.15 – Річна сума кутів відхилень по 3 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$
69	127281,1	-	229106,0	16199,4	57855,1	11571,0
79	152737,3	-	263819,1	18513,6	71740,3	16199,4

Таблиця Б.16 – Річна сума кутів відхилень по 4 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$
69	115710,1	11571,0	182822,0	20827,8	34713,0	11571,0
79	136537,9	16199,4	208278,2	23142,0	43969,8	11571,0

Таблиця Б.17 – Річна сума кутів відхилень по 5 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$
69	113395,9	13885,2	161994,2	41655,6	27770,4	18513,6
79	134223,7	18513,6	185136,2	46284,0	32398,8	23142,0

Таблиця Б.18 – Річна сума кутів відхилень по 6 варіанту

Кількість прибуваючих поїздів	Підходи					
	Ч,Д		П		К	
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$
69	113395,9	13885,2	229106,0	16199,4	30084,6	11571,0
79	136537,9	16199,4	266133,3	20827,8	37027,2	16199,4

Таблиця Б.19 – Додаткові витрати по варіанту 1

Розміри руху	3 підходу Ч, Д			3 підходу П			3 підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	122652,7	-	0,428	180507,8	23142,0	0,655	34713,0	11571,0	0,133	1,216
79	143480,5	-	0,501	208278,1	23142,0	0,752	39341,4	11571,0	0,150	1,402

Таблиця Б.20 – Додаткові витрати по варіанту 2

Розміри руху	3 підходу Ч,Д			3 підходу П			3 підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	122652,7	-	0,428	164308,4	39341,4	0,615	25456,2	20827,8	0,111	1,154
79	152737,3	-	0,533	187450,4	43969,8	0,700	32398,8	23142,0	0,137	1,370

Таблиця Б.21 – Додаткові витрати по варіанту 3

Розміри руху	З підходу Ч,Д			З підходу П			З підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	127281,1	-	0,444	229106,0	16199,4	0,817	57855,1	11571,0	0,214	1,475
79	152737,3	-	0,533	263819,1	18513,6	0,941	71740,3	16199,4	0,267	1,741

Таблиця Б.22 – Додаткові витрати по варіанту 4

Розміри руху	З підходу Ч,Д			З підходу П			З підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	115710,1	11571,0	0,406	182822,0	20827,8	0,660	34713,0	11571,0	0,133	0,120
79	136537,9	16199,4	0,479	208278,2	23142,0	0,752	43969,8	11571,0	0,166	0,139

Таблиця Б.23 – Додаткові витрати по варіанту 5

Розміри руху	З підходу Ч,Д			З підходу П			З підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	113395,9	13885,2	0,398	161994,2	41655,6	0,609	27770,4	18513,6	0,116	0,112
79	134223,7	18513,6	0,471	185136,2	46284,0	0,695	32398,8	23142,0	0,138	0,130

Таблиця Б.24 – Додаткові витрати по варіанту 6

Розміри руху	З підходу П			З підходу П			З підходу К			$\sum C_{\text{кд}}$, млн. у.о
	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	$\sum \alpha_{\text{стр}}^{\text{річн}}$	$\sum \alpha_{\text{кр}}^{\text{річн}}$	$C_{\text{кд}}$, млн. у.о	
69	113395,9	13885,2	0,398	229106,0	16199,4	0,817	30084,6	11571,0	0,117	0,133
79	136537,9	16199,4	0,479	266133,3	20827,8	0,951	37027,2	16199,4	0,146	0,158

2. РОЗКЛАД ПОЇЗДІВ ПО ПРИЗНАЧЕННЯМ

Поїзди з напрямку П																							
П	Р	И	З	Н	А	Ч	Е	Н	Н	Я													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	:	М	І
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	12	13	2	4	2	4	2	2	:	52	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	14	5	-	6	-	4	-	:	52	2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	3	-	6	-	3	1	:	52	3
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	4	-	12	1	3	6	-	-	-	:	52	4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7	18	5	-	2	1	1	-	-	:	52	5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	14	13	4	-	2	1	2	-	-	:	52	6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5	13	8	1	3	3	2	1	1	:	52	7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	13	-	11	1	5	-	4	-	-	:	52	8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	8	11	9	1	2	2	1	-	-	:	52	9
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	10	11	3	1	3	2	6	1	-	:	52	10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	7	20	8	-	1	2	-	-	-	:	52	11
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9	9	8	-	3	2	1	-	-	:	52	12
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	16	-	6	6	7	-	-	:	52	13
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	2	20	12	-	2	-	1	1	-	:	52	14
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	22	-	-	-	8	-	-	:	52	15
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	23	6	-	3	2	1	-	-	:	52	16
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6	18	6	-	2	2	3	-	1	:	52	17
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	2	-	23	1	11	7	-	-	-	:	52	18
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	6	12	-	-	-	-	1	-	-	:	33	19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	7	22	-	-	-	-	2	-	-	:	52	20
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	10	29	-	-	-	-	2	-	-	:	52	21
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	7	26	-	-	-	-	3	-	-	:	52	22

Поїзди з напрямку Д																							
П	Р	И	З	Н	А	Ч	Е	Н	Н	Я													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	:	М	І
-	-	8	7	3	-	4	6	-	-	8	2	4	-	10	-	-	-	-	-	-	:	52	1
-	-	-	-	-	4	-	7	-	-	6	9	11	-	15	-	-	-	-	-	-	:	52	2
-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	7	-	6	7	-	3	-	-	-	-	-	:	31	3
-	-	13	-	17	-	4	-	-	-	-	7	-	6	5	-	-	-	-	-	-	:	52	4
-	11	5	6	7	3	-	-	-	5	-	5	6	2	-	2	-	-	-	-	-	:	52	5
4	4	5	6	6	-	7	-	-	-	8	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	:	52	6
-	1	1	3	2	8	1	13	-	-	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	:	32	7
-	1	-	-	-	-	7	-	-	-	4	-	5	15	20	-	-	-	-	-	-	:	52	8

Поїзди з напрямку К																							
П	Р	И	З	Н	А	Ч	Е	Н	Н	Я													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	:	М	І
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	10	12	2	4	4	2	2	2	:	52	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	10	4	-	10	-	2	2	:	52	2
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	10	-	-	2	3	-	-	1	:	27	3
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	15	8	1	3	-	3	-	-	:	52	4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	18	9	4	-	3	5	2	-	-	:	52	5
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	24	7	-	3	-	-	1	1	:	52	6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6	8	6	1	1	6	1	-	-	:	52	7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	8	7	6	-	-	8	4	-	-	:	52	8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	6	1	-	3	7	1	-	-	:	27	9
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11	11	6	-	6	9	1	-	-	:	52	10

Поїзди з напрямку Ч																							
П	Р	И	З	Н	А	Ч	Е	Н	Н	Я													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	:	М	І
-	10	8	12	-	-	4	2	7	6	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	:	52	1
-	-	18	-	10	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7	-	-	:	52	2
-	-	-	-	-	-	-	-	20	16	8	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	:	52	3
-	7	6	9	8	3	5	7	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	:	52	4
23	9	6	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	2	-	:	52	5
14	3	7	5	-	-	8	-	3	3	2	-	-	-	-	-	2	1	2	2	-	:	52	6
10	3	7	-	8	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	:	38	7
-	11	6	-	-	5	3	5	-	7	2	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	:	52	8
-	-	-	-	11	6	-	14	-	-	6	-	-	-	-	-	8	7	-	-	-	:	52	9
16	-	-	13	-	3	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	3	4	4	-	-	:	52	10
-	14	-	-	-	5	-	12	-	-	5	-	-	-	-	-	5	-	8	3	-	:	52	11
21	-	11	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	:	52	12
-	14	6	17	-	-	13	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-	5	-	1	:	52	13
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	3	-	:	52	14
-	-	15	-	-	-	-	13	6	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	:	52	15
20	-	5	-	-	3	-	3	12	-	4	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	:	52	16
9	-	-	-	3	-	20	8	-	7	1	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	:	52	17
11	17	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	:	52	18
-	-	-	-	22	3	8	4	11	0	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	:	52	19
-	-	-	-	9	-	10	-	-	15	-	-	-	-	-	-	6	-	12	-	-	:	52	20
13	-	-	2	14	1	-	3	4	9	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	:	52	21
-	15	4	17	8	2	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	:	52	22
9	10	3	6	11	-	4	1	3	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	-	:	52	23
9	8	3	9	9	-	5	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	:	52	24
16	-	8	7	-	-	5	6	5	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	:	52	25
15	-	6	5	8	-	3	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-	-	:	52	26
-	16	-	7	-	-	3	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	:	38	27
1	8	-	8	30	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	:	52	28
11	12	2	-	-	-	11	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	:	52	29

ДОДАТОК Г
МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

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

1

ТЕМА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ:

Реконструкція сортувальної станції К з метою
створення опорної технічної станції

Доповідач: Бондаренко Юлія Дмитрівна

Мета роботи:

реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції.

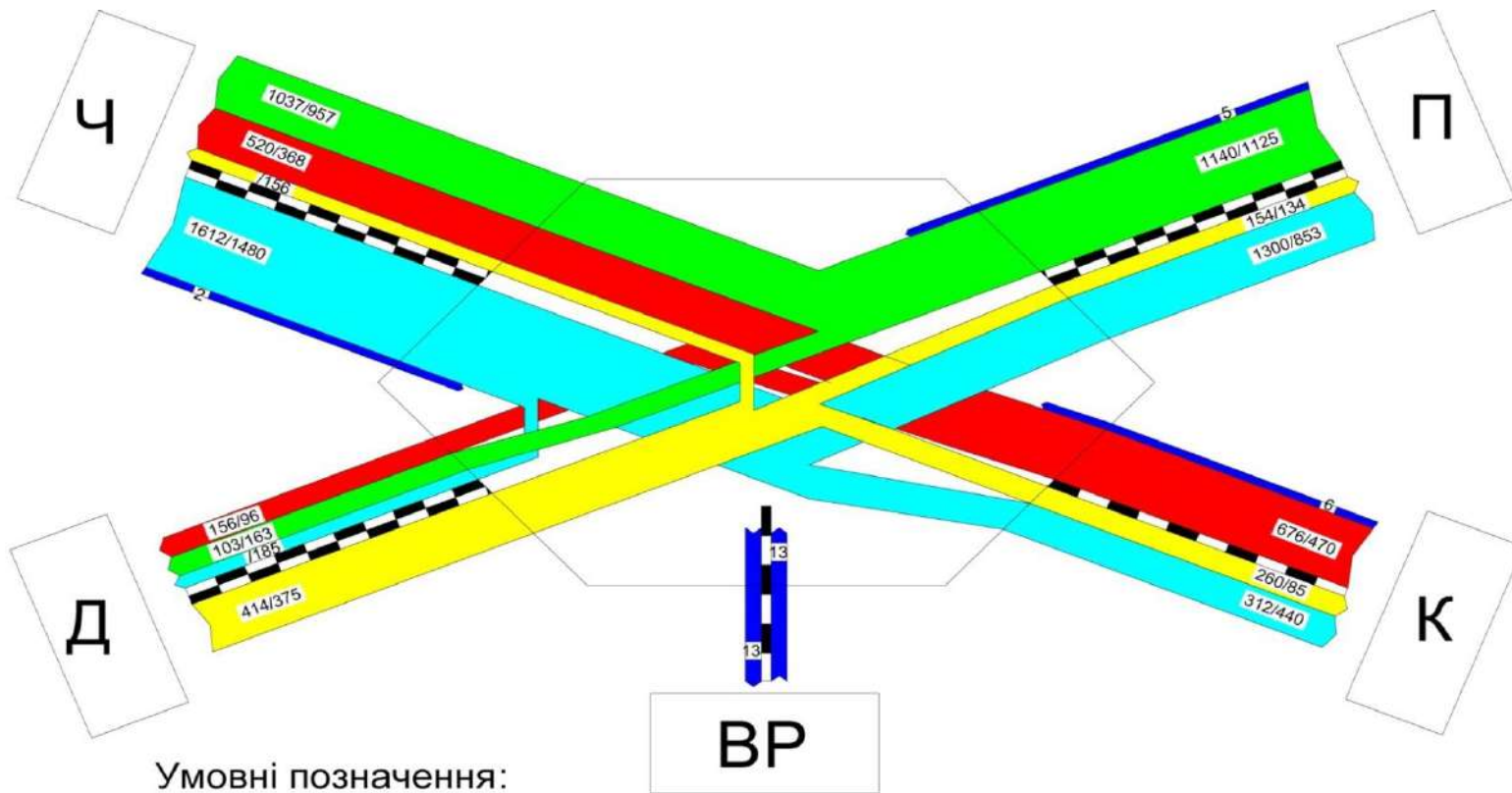
Об'єкт дослідження:

конструкція та технологічні процеси роботи сортувальної станції.

Предмет дослідження:

технологія роботи сортувальної станції.

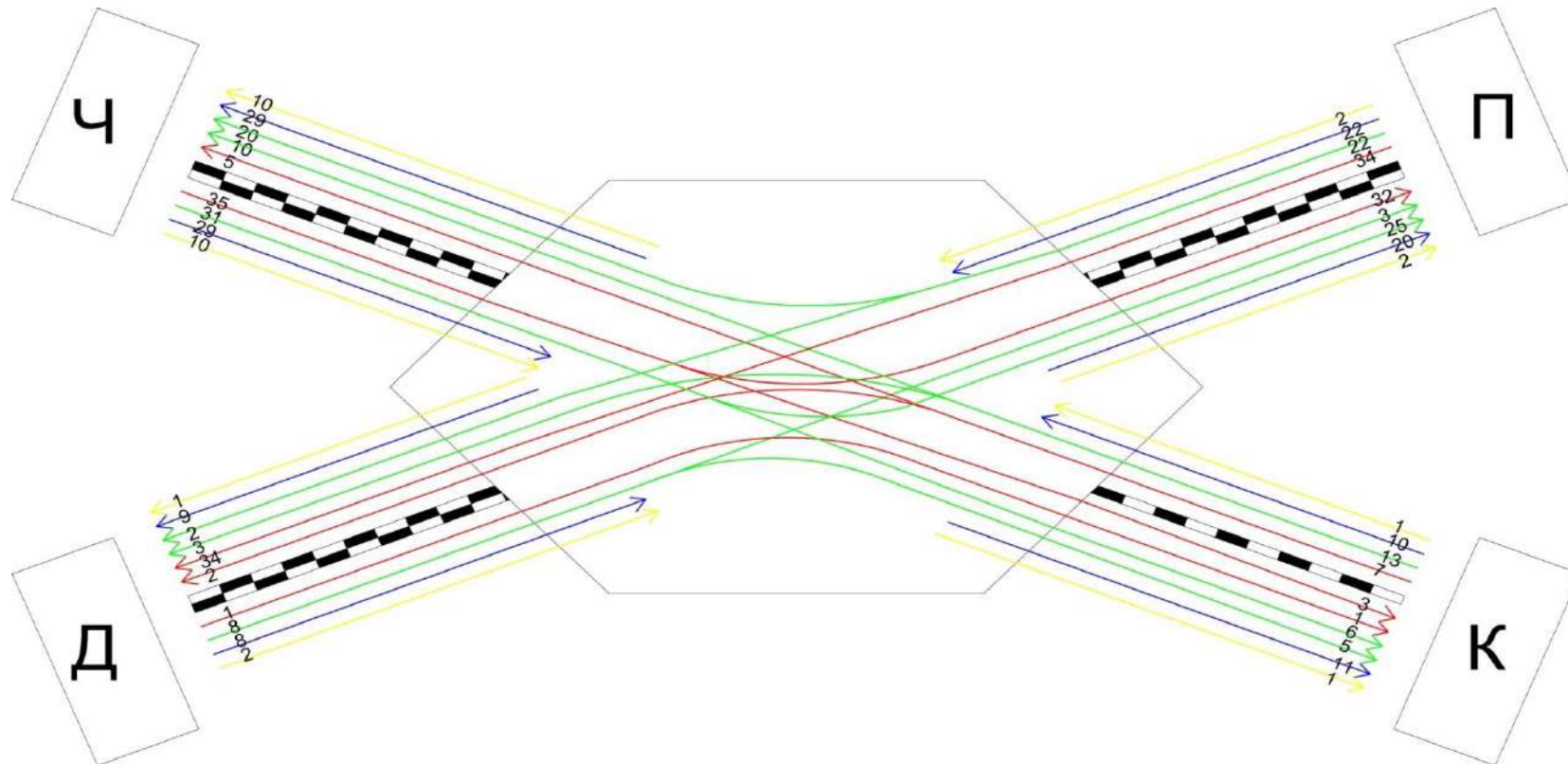
ДІАГРАМА ВАГОНОПОТОКІВ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ К



Умовні позначення:

-  Транзитний вагонопотік з Д
-  Транзитний вагонопотік з К
-  Транзитний вагонопотік з П
-  Транзитний вагонопотік з Ч
-  Місцевий вагонопотік
- 1352/1081 Транзитний вагонопотік без переробки / з переробкою

ДІАГРАМА ПОЇЗДОПОТОКІВ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ К

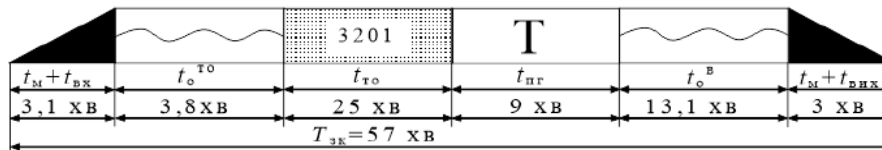


Умовні позначення:

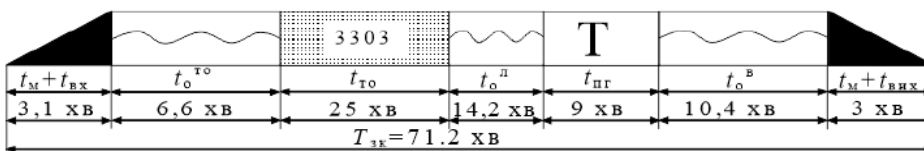
- Транзитні пасажирські
- Транзитні вантажні без переробки
- Транзитні вантажні з переробкою
- Приміські

СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАЙНЯТТЯ КОЛІЙ ПОЇЗДАМИ РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ В ПАРКАХ «А» ТА «Б»

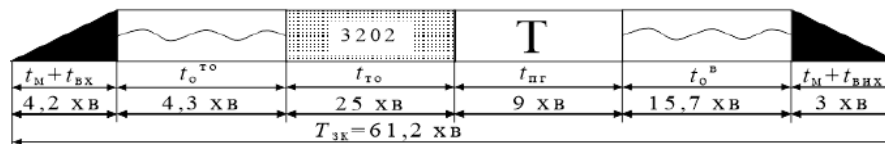
СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ТРАНЗИТНИМ ПОЇЗДОМ БЕЗ ЗМІНИ ЛОКОМОТИВУ КОЛІЙ ПАРКУ «А»



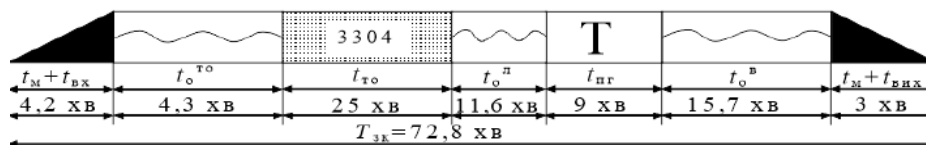
СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ТРАНЗИТНИМ ПОЇЗДОМ ЗІ ЗМІНОЮ ЛОКОМОТИВУ КОЛІЙ ПАРКУ «А»



СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ТРАНЗИТНИМ ПОЇЗДОМ БЕЗ ЗМІНИ ЛОКОМОТИВУ КОЛІЙ ПАРКУ «Б»

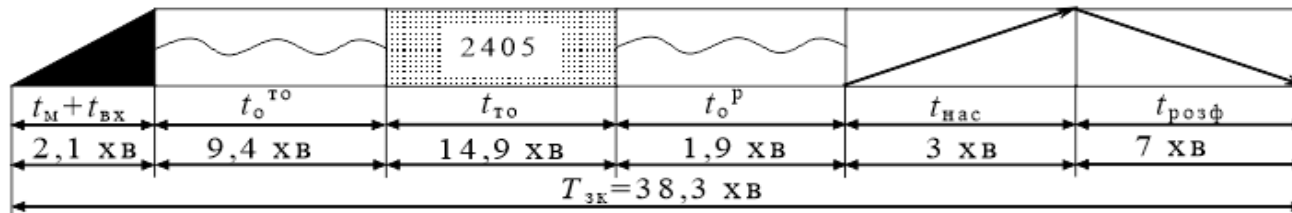


СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ТРАНЗИТНИМ ПОЇЗДОМ ЗІ ЗМІНОЮ ЛОКОМОТИВУ КОЛІЙ ПАРКУ «Б»

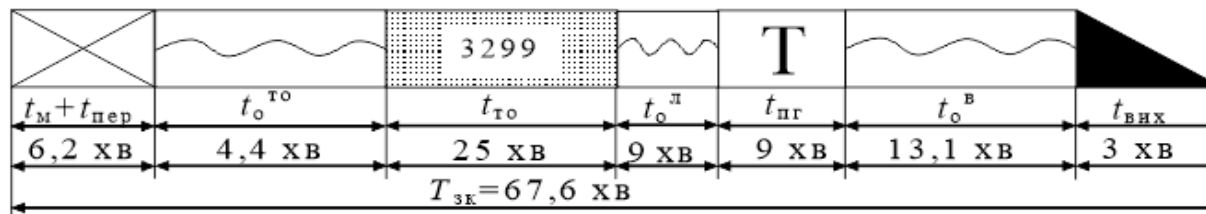


СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАЙНЯТТЯ КОЛІЙ ПОЇЗДАМИ РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ У ПАРКАХ «П», «В» ТА «СВ»

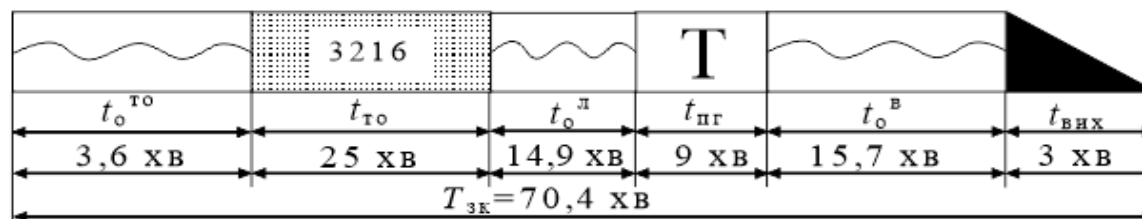
СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ПОЇЗДОМ
У РОЗФОРМУВАННЯ КОЛІЇ ПАРКУ «П»



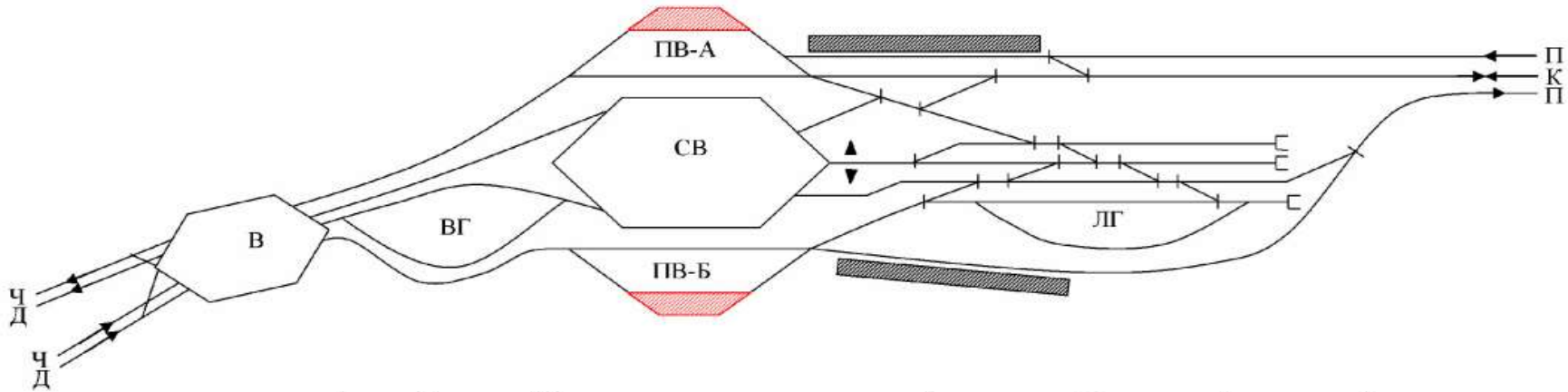
СЕРЕДНЯ ТРИВАЛІСТЬ ЗАНЯТТЯ ПОЇЗДОМ
СВОГО ФОРМУВАННЯ КОЛІЇ ПАРКУ «В»



СВОГО ФОРМУВАННЯ КОЛІЇ ПАРКУ «СВ»



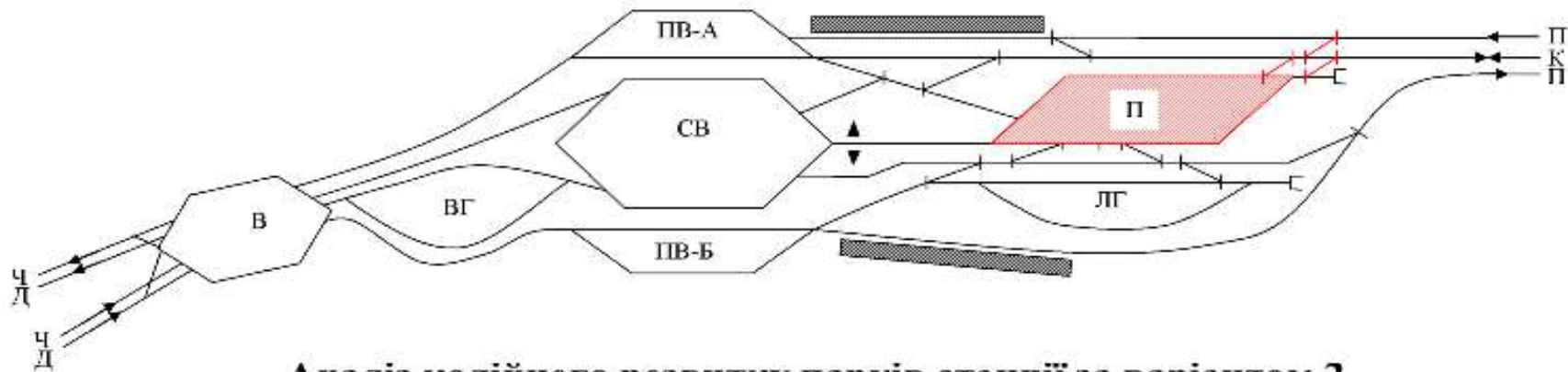
ВАРІАНТ 1 РЕКОНСТРУКЦІ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ



Аналіз колійного розвитку парків станції за варіантом 1

	Умовні позначення	Парк А			Парк Б			Парк В	Парк СВ
		приймально-відправний			приймально-відправний			відправний	сортувально-відправний
Спеціалізація парку									
Кількість бригад ПТО	S	2			2			1	1
Кількість груп у бригаді ПТО	k	3	2		3	2		2	
Кількість поїздів	N	32	30	5	37	31	8	38	31
Середній час заняття колій поїздом, хв	$T_{зк}$	42,6	71,2	57,0	44,1	72,8	61,2	69,7	71,2
Необхідна кількість колій	Π	10			11			7	32
Наявна кількість колій	Π	7			8			7	28

ВАРІАНТ 2 РЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ

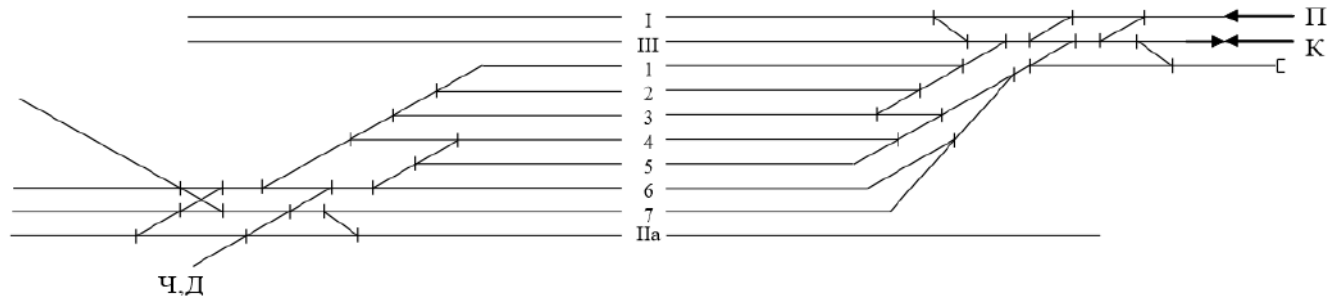


Аналіз колійного розвитку парків станції за варіантом 2

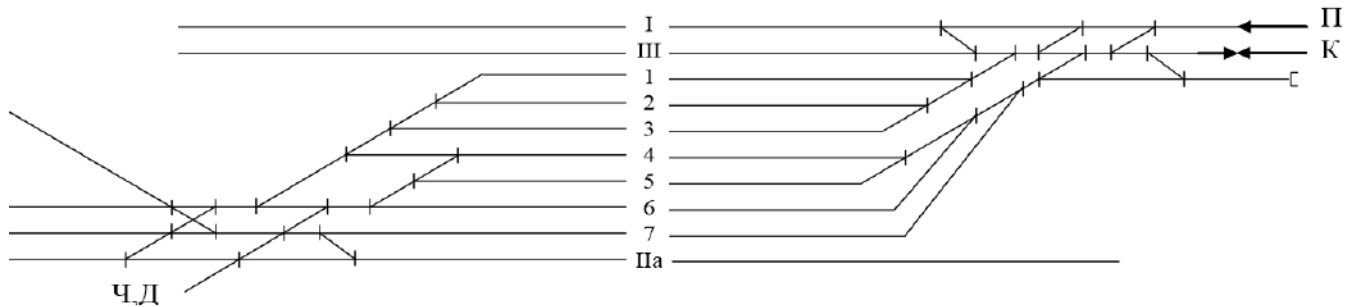
	Умовні позначення	Парк П	Парк А		Парк Б		Парк В	Парк СВ
Спеціалізація парку		приймальний	приймально-відправний		приймально-відправний		відправний	сортувально-відправний
Кількість бригад ПТО	S	1	1		1		1	1
Кількість груп у бригаді ПТО	k	4	2		2		2	2
Кількість поїздів	N	69	30	5	31	8	38	31
Середній час заняття колій поїздом, хв	$T_{зк}$	38,2	71,2	57,0	72,8	61,2	69,7	71,2
Необхідна кількість колій	$П$	7	6		7		7	32
Наявна кількість колій	$П$	—	7		8		7	28

ВАРІАНТИ 1-3 КОНСТРУКЦІЇ ПАРКУ ПРИЙОМУ

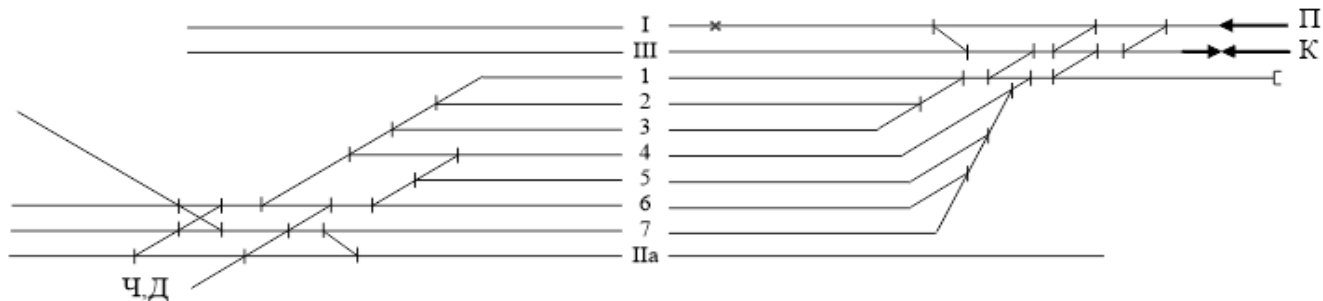
Варіант 1 конструкції горловин парку прийому станції К



Варіант 2 конструкції горловин парку прийому станції К

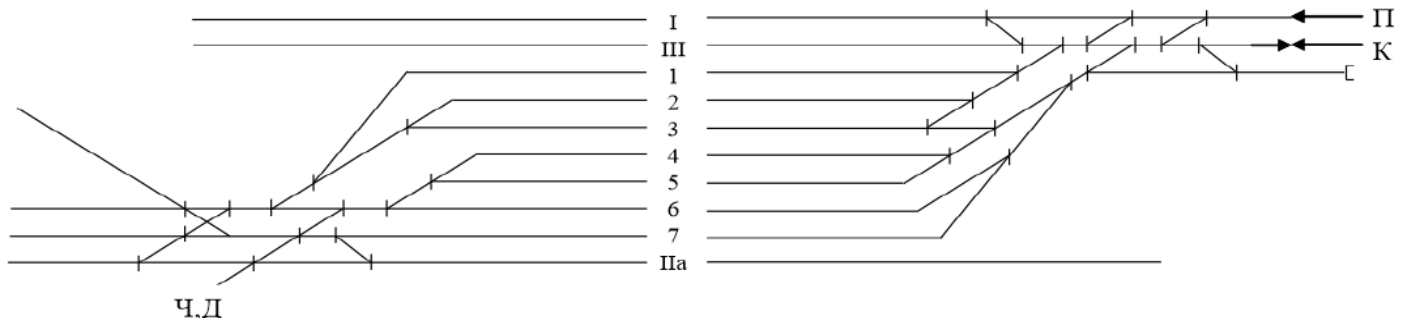


Варіант 3 конструкції горловин парку прийому станції К

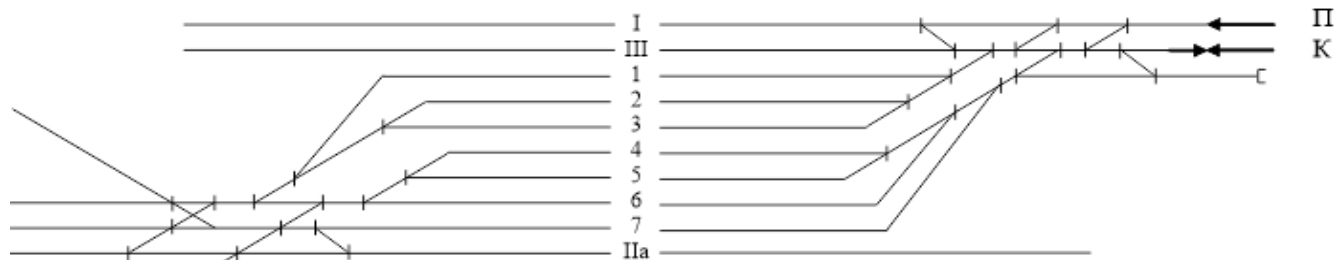


ВАРІАНТИ 4-6 КОНСТРУКЦІЇ ПАРКУ ПРИЙОМУ

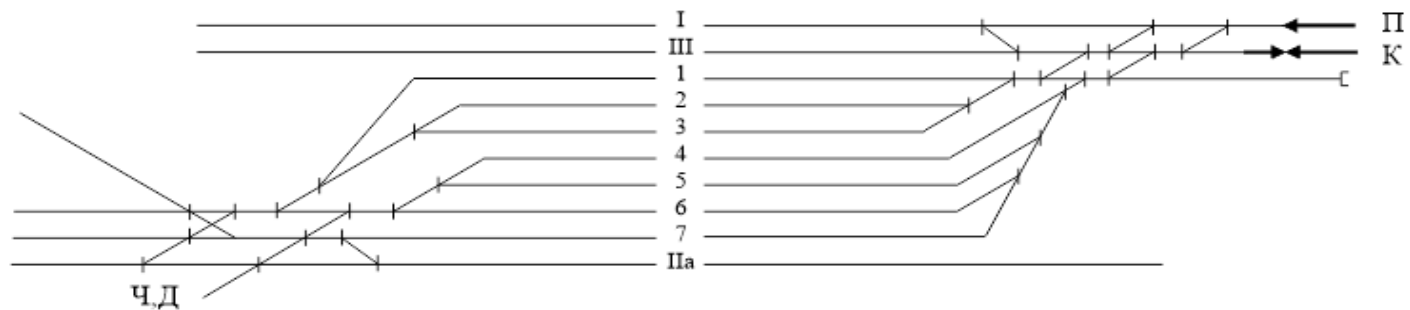
Варіант 4 конструкції горловин парку прийому станції К



Варіант 5 конструкції горловин парку прийому станції К

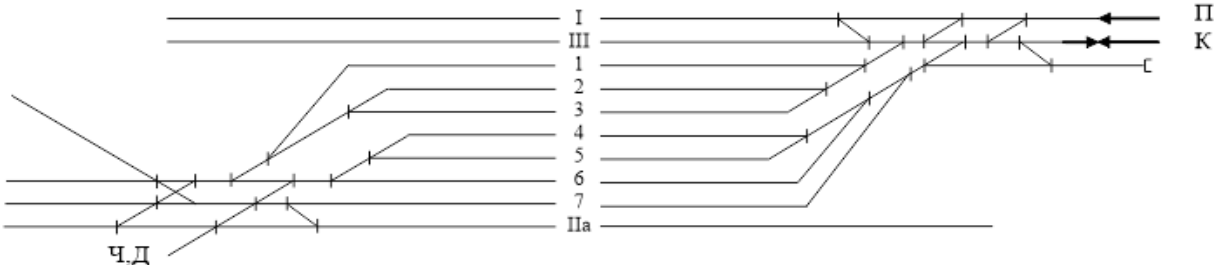


Варіант 6 конструкції горловин парку прийому станції К



ОБРАНИЙ ВАРІАНТ КОНСТРУКЦІЇ ПАРКУ ПРИЙОМУ – ВАРІАНТ 5

Варіант 5 конструкції горловин парку прийому станції К



Пріоритет колій та кількість відхилень по стрілочним переводах та кривих по маршруту прийому

Напрям	Парний			Непарний				
	№ п/п	№ колії	3 підходу Ч. Д		№ колії	3 підходу П		3 підходу К
Кількість стрілочних переводів			Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів		Кількість кривих	Кількість стрілочних переводів	Кількість кривих
1	7	1	-	3	3	1	1	1
2	6	1	-	5	3	1	1	1
3	4	2	1	1	4	-	2	-
4	5	3	-	2	4	-	2	-
5	-	-	-	4	4	-	2	-
6	-	-	-	6	4	2	2	2
7	-	-	-	7	4	2	2	2

Розміри руху	3 підходу Ч.Д			3 підходу П			3 підходу К			$\sum C_{кд}$, млн. у.о.
	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$C_{кд}$, млн. у.о.	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$C_{кд}$, млн. у.о.	$\sum \alpha_{стр}^{річн}$	$\sum \alpha_{кр}^{річн}$	$C_{кд}$, млн. у.о.	
69	113395,9	13885,2	0,398	161994,2	41655,6	0,609	27770,4	18513,6	0,116	0,112
79	134223,7	18513,6	0,471	185136,2	46284,0	0,695	32398,8	23142,0	0,138	0,130

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ К

1. Простий транзитного вагону без переробки

$$t_{\text{т}}^{\text{бн}} = \frac{\sum n_{\text{т}}^{\text{бн}} \cdot t_{\text{т}}^{\text{бн}}}{\sum n_{\text{т}}^{\text{бн}}}$$

$$\sum n_{\text{т}}^{\text{бн}} \cdot t_{\text{т}}^{\text{бн}} = 247156 \text{ ваг-год}; \sum n_{\text{т}}^{\text{бн}} = 3842 \text{ ваг}; t_{\text{т}}^{\text{бн}} = \frac{247156}{3842} = 1,07 \text{ год.}$$

2. Простий транзитного вагону з переробкою

$$t_{\text{т}}^{\text{зн}} = t_{\text{пн}} + t_{\text{мак}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{мак}} + t_{\text{ф}} + t_{\text{пф}} + t_{\text{пвп}} + t_{\text{свп}}; t_i = \frac{\sum n_i \cdot t_i}{\sum n_i}$$

$$\text{Тривалість знаходження в парку прийому: } t_{\text{пн}} = \frac{16276,1}{3463} = 4,7 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону під накопиченням:

$$t_{\text{мак}} = \frac{29798,6}{3796} = 7,85 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону в приймально-відправному парку:

$$t_{\text{пвп}} = \frac{5812,6}{3588} = 1,62 \text{ год}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи П, К:

$$t_{\text{т}}^{\text{зн(П,К)}} = 4,7 + 0,05 + 0,12 + 7,85 + 0,15 + 9,35 = 22,22 \text{ год.}$$

Тривалість знаходження транзитного вагону з переробкою на підходи Ч, Д:

$$t_{\text{т}}^{\text{зн(Ч,Д)}} = 4,7 + 0,05 + 0,12 + 7,85 + 0,15 + 0,1 + 1,62 = 14,59 \text{ год.}$$

Середньозважена величина простою транзитного вагону з переробкою:

$$t = \frac{\sum n_{\text{т}}^{\text{зн(Ч,Д)}} \cdot t_{\text{т}}^{\text{зн(Ч,Д)}} + \sum n_{\text{т}}^{\text{зн(П,К)}} \cdot t_{\text{т}}^{\text{зн(П,К)}}}{\sum n_{\text{т}}^{\text{зн(Ч,Д)}} + \sum n_{\text{т}}^{\text{зн(П,К)}}} = \frac{1930 \cdot 14,59 + 1520 \cdot 22,22}{1930 + 1520} = 18,86 \text{ год}$$

ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ К

3. Середньозважена величина простою транзитного вагону

$$t = \frac{\sum n_{\text{тп}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тп}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тп}}^{\text{зм}} \cdot t_{\text{тп}}^{\text{зм}}}{\sum n_{\text{тп}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тп}}^{\text{зм}}} = \frac{3842 \cdot 1,07 + 3463 \cdot 18,86}{3842 + 3463} = 9,5 \text{ год}$$

4. Коефіцієнт використання маневрового локомотива

$$K_n = \frac{\sum t_{\text{зм}}}{24 - T_{\text{зм}}}$$

Гірковий: локомотив 1: $k_{\text{лок}}^1 = \frac{13,03}{24-1} = 0,57$; локомотив 2: $k_{\text{лок}}^2 = \frac{12,27}{24-1} = 0,53$.

Парк СВ: локомотив 1: $k_{\text{лок}}^1 = \frac{10,2}{24-1} = 0,44$; локомотив 2: $k_{\text{лок}}^2 = \frac{8,21}{24-1} = 0,36$.

5. Завантаження сортувальної гірки

$$|k_{\text{ср}} = \frac{\sum t_{\text{ср}}}{24 - T_{\text{н}}} = \frac{11,5}{24-1} = 0,5$$

ДОДАТОК Д
ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

1. Дипломна робота «Реконструкція сортувальної станції К з метою створення опорної технічної станції» – пояснювальна записка, 131 стор.;
2. Лист 1 «Масштабний план сортувальної станції К»;
3. Лист 2 «Добовий план-графік роботи сортувальної станції К»»;
4. Мультимедійний демонстраційний матеріал до дипломної роботи – презентація, 13 слайдів.