

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри
/М. І. Березовий/

«_____» _____ 20__ 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 дільничної станції В у зв'язку з примиканням нової лінії**

Theme **Reconstruction of the section station В due to the connection of a new line**

Керівник дипломної роботи ст. викл. _____ Л. О. Єльнікова

Нормоконтролер доц. _____ М. І. Березовий

Студент групи У31921 _____ П. О. Крупій

Student Krupii Pavlo

Дніпро – 2020

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків та 2 додатків. Повний обсяг проекту – 114 сторінка; з них основний текст на 106 сторінках, містить 12 ілюстрації, 20 таблиць та 38 літературних джерел.

Об'єктом дослідження дипломної роботи є процес функціонування дільничних станцій.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування дільничної станції за рахунок удосконалення колійного розвитку та технології обслуговування поїздів.

В роботі перевірена відповідність технічного оснащення дільничної станції її обсягам роботи та розроблені варіанти реконструкції її колійного розвитку з урахуванням збільшення обсягу транзитного вагонопотоку, а також примиканням нової лінії. На основі аналізу запропонованих варіантів реконструкції горловин непарного приймально-відправного парку та розрахунку модифікованих приведених витрат, обрано кращі варіанти колійного розвитку за умови найменших витрат на перебудову станції. З урахуванням змін розроблено технологію обслуговування поїздів різних категорій та побудовано добовий план-графік роботи дільничної станції і визначено показники її роботи.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ СТАНЦІЇ, НАЙБІЛЬШ ЗАВАНТАЖЕНИЙ ЕЛЕМЕНТ, МОДИФІКОВАНІ ПРИВЕДЕНІ ВИТРАТИ, БЕЗПЕКА РУХУ.

ЗМІСТ

1	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ПИТАННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ.....	6
1.1	Аналітичний розрахунок завантаження горловин.	6
1.2	Графічний спосіб перевірки достатності числа колій і пропускної здатності горловин.....	8
1.3	Методи проектування залізничних станцій на основі імітаційного моделювання.....	9
1.4	Постановка задачі дипломної роботи	18
2	ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В.....	19
2.1	Технічне оснащення станції	19
2.2	Характеристика експлуатаційної роботи станції	21
2.3	Характеристика маневрової роботи, яка виконується в основних районах ...	23
2.4	Планування роботи станції.....	24
3	ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В.....	28
3.1	Вихідні дані для визначення обсягів роботи станції	28
3.2	Визначення маси поїзда	29
3.3	Визначення кількості вагонів у складі поїзда.....	30
3.4	Розрахунок транзитних та у розформування поїздопотоків станції	31
3.5	Визначення потрібної пропускної спроможності підходів	32
4	ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В	35
4.1	Розрахунок норм тривалості технологічних операцій в парках станції В	35
4.1.1	Методика визначення тривалості технологічних операцій з поїздами.....	35
4.1.2	Визначення часу зайняття колії при прийомі та відправленні поїзда	36
4.1.3	Розрахунок тривалості технологічного огляду составів бригадою ПТО..	39
4.1.4	Розрахунок часу на закінчення формування.....	42
4.1.5	Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій.....	44

4.2	Перевірка колійного розвитку дільничної станції В.....	45
4.2.1	Методика розрахунку кількості колій в приймально-відправних парках	45
4.2.2	Визначення середньозваженої тривалості зайняття колії поїздами	46
4.2.3	Визначення тривалості очікування виводу поїздів із парків	46
4.3	Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів на станцію	53
4.4	Розрахунок кількості колій у приймально-відправних парках станції	56
4.5	Визначення кількості колій у сортувальному парку.....	57
5	РОЗРОБЛЕННЯ ВАРІАНТІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В ТА ЇХ ПОРІВНЯННЯ.....	59
5.1	Реконструкція парної горловини приймально-відправного парку ПВ1	59
5.2	Реконструкція непарної горловини приймально-відправного парку ПВ1	64
5.3	Економічне порівняння варіантів реконструкції дільничної станції В	67
5.3.1	Визначення обсягів капітальних вкладень у реконструкцію по розглянутих варіантах.....	69
5.3.2	Визначення експлуатаційних витрат по варіантах	72
5.3.3	Розрахунок модифікованих приведених витрат.....	74
6	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В	76
6.1	Технологія роботи з транзитними поїздами без зміни локомотива	76
6.2	Технологія роботи з транзитним поїздом зі зміною локомотива	79
6.3	Технологія роботи з поїздами у розформування.....	81
6.4	Технологія роботи з поїздами свого формування при їх відправленні.....	85
7	МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В	87
8	БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ ПРИ ПОРУШЕННІ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ СЦБ ТА ЗВ'ЯЗКУ	94
	ВИСНОВКИ.....	100
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	102
	ДОДАТОК А.....	107
	ДОДАТОК Б.....	110

ВСТУП

Питання пришвидшення просування вагопотоків завжди було актуальним і тісно пов'язане з технічним станом залізниць. Так, пропускна спроможність ліній повинна відповідати потребам та задовольняти вимоги виробництва, пасажиробігу, тощо. Тому при будівництві підприємств будь-якої сфери необхідно передбачити розвиток транспортних шляхів як для побудови власне виробництва, так і для забезпечення його функціонування.

Дана дипломна робота присвячена перебудові дільничної станції у зв'язку з примиканням нової лінії. Така необхідність виникла через значне зростання вагопотоків з напрямку Н. Оскільки перебудова станції – задача комплексна, тому потребує перегляду технічних потужностей станції, а також зміну технологічних та організаційних моментів роботи.

Об'єктом дослідження дипломної роботи є процес функціонування дільничних станцій.

Предметом дослідження є дільнична станція.

Метою даної роботи є підвищення ефективності функціонування дільничної станції за рахунок удосконалення колійного розвитку та технології обслуговування поїздів у зв'язку з примиканням нового підходу.

В дипломній роботі треба виконати розрахунок обсягів роботи станції з урахуванням вагопотоків з нової лінії та перевірити технічні параметри станції. У випадку необхідності збільшення кількості колій в парках станції, треба розробити варіанти реконструкції колійного розвитку станції, порівняти такі варіанти за різними критеріями. Окрім того, треба розробити технологію обслуговування поїздів, що прибувають та відправляються на нову лінію. Слід передбачити достатню кількість обслуговуючого персоналу для запобігання виникнення невикористаних простоях в очікуванні обслуговування составів поїздів. Для остаточного затвердження запропонованих заходів треба побудувати добовий план-графік роботи дільничної станції та на основі його аналізу зробити висновок про достатність технічних засобів станції та якість обслуговування поїздів різних категорій.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ПИТАННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ

При проектуванні вузлових дільничних станцій необхідно виконувати наступні умови:

1. Приймально-відправні парки спеціалізуються за направленням руху; спеціалізація парків по лініям можлива на вузлових станціях одноколійних ліній.

2. При зливанні двох одноколійних або двоколійної та одноколійної ліній при невеликих розмірах пасажирського руху на станціях поперечного типу, розв'язки підходів можуть проектуватися в одному рівні, в інших випадках встановлюються розв'язки в різних рівнях.

3. Розташування головних колій на підходах та конструкції горловин повинні забезпечувати можливість одночасного прийому поїздів зі всіх підходів, що примикають до даної горловини підходів та відправлення на ці підходи.

В даний час для визначення затримок поїзних і маневрових пересувань в горловині залізничних станцій різних конструкції може бути використаний один з чотирьох методів розрахунку:

- аналітичний детермінований (за аналітичними формулами);
- аналітичний імовірнісний (за формулами теорії масового обслуговування);
- графоаналітичний (побудова добового плану-графіка);
- імітаційне моделювання (докладне відтворення технології в комп'ютерній моделі і проведення експериментів) [1].

1.1 Аналітичний розрахунок завантаження горловин.

Аналітичний метод простий у використанні і вимагає менше часу на виконання розрахунків у порівнянні з іншими. Даний метод передбачає використання аналітичних виразів і підрозділяється на детермінований і імовірнісний. У першому випадку для розрахунку використовуються аналітичні формули, а в другому - виразу, засновані на теорії масового обслуговування. Однак використання даного методу дає значні похибки, так як розрахунок ведеться по окремих елементах (парки станції,

горловини, сортувальні та вантажні пристрої), і не враховує їх взаємного впливу і особливостей схем станції на шуканий результат [2].

У схемах дільничних станцій є в горловинах перетину маршрутів прямування поїздів з іншими поїзними або маневровими маршрутами. Ці перетину впливають на завантаження горловин, величину затримок рухомого складу і пропускну здатність станцій.

При проектуванні станцій можуть застосовуватися три основних види аналітичних розрахунків завантаження горловин:

- аналітичний розрахунок сумарної завантаження типових перетинів (для найбільш відповідальних стрілок);
- загальний аналітичний розрахунок сумарної завантаження горловин;
- перевірка допустимості перетинів в горловинах по інтервалу проходження поїздів (при високій частоті прямування поїздів у години інтенсивного руху).

Всі розрахунки сумарної завантаження можуть вестися за добовими розмірами руху тільки у випадках порівняно рівномірного руху поїздів протягом доби. Допустимою вважається завантаження, величина якої менше 1440 хв.

При нерівномірному русі, і особливо у випадках пропуску через горловину значного числа пасажирських поїздів, за розрахунковий період слід приймати не добу, а період згущеного руху (90-120 хв).

Таким чином, при перетині будь-якого маршруту з двома паралельними маршрутами завантаження від пересувань на одному з паралельних маршрутів враховується не повністю. Величина зменшення залежить від того, яку частку від доби становить завантаження від пересувань на першому паралельному маршруті (першим можна вважати будь-який з маршрутів).

Загальний аналітичний розрахунок сумарної завантаження горловини. Завантаження горловини будь-якої складності протягом розрахункового періоду (або доби) можна визначити аналітично, застосувавши викладений вище метод обліку збіги операцій на паралельних маршрутах.

Для зручності і систематизації розрахунків можна скласти таблицю з перерахуванням всіх маршрутів розглянутої горловини спочатку з приймання і відправлення поїздів, потім маневрових [3].

Для розрахунку пропускної здатності горловина ділиться на елементи, число яких повинно бути не менше максимально можливої кількості одночасно здійснюваних в горловині пересувань. До складу кожного елемента включається група спільно працюючих стрілочних переводів. В один елемент повинні входити знаходяться на одному шляху обидва стрілочних переводи перехресного з'їзду з глухим перетином і переклади, що входять в один ізольований стрілочний ділянку (секцію).

Пропускна здатність стрілочної горловини визначається по її розрахунковому елементу, найбільш завантаженому комплексом пересувань, з урахуванням перерв в його використанні через наявність ворожих маршрутів, що припадають на один поїзд.

Статистична обробка результатів розрахунків пропускної здатності горловин показує наявність кореляційної зв'язку між коефіцієнтом завантаження горловини і параметром, що характеризує складність роботи розглянутої горловини [2].

1.2 Графічний спосіб перевірки достатності числа колій і пропускної здатності горловин

Графічний метод дає наочне зображення реалізації станційних процесів, дозволяє більшою мірою, ніж аналітичний, врахувати взаємодію прилеглих ділянок, станції і її окремих елементів, а також особливості схеми станції. Даний метод дає більш точний результат, особливо при складних горловинах, але є більш трудомістким. Для застосування графічного методу в розрахунках станційних пристроїв необхідно попередньо розробити графіки руху поїздів на прилеглих до станції ділянках для намічаються розмірів руху. Результат розрахунку буде відповідати лише цього прийнятому графіку руху поїздів [2].

Графічним способом перевіряють достатність колійного розвитку станції на задані розміри руху (при заданому або спеціально побудованому графіку руху поїздів). Цей спосіб застосовують при різкій нерівномірності проходження потягів,

наявності періодів інтенсивного руху поїздів з мінімальними інтервалами і складної конструкції горловин з паралельними маршрутами. Сутність його полягає в побудові графіка роботи станції, що пов'язана з графіком руху поїздів на прилеглих перегонах. Для перевірки зазвичай береться період інтенсивної роботи станції тривалістю 4-6 ч, а в деяких складних випадках розрахунок ведеться на цілу добу. Перевірці підлягають колії приймання і відправлення вантажних і пасажирських поїздів, горловини, витяжні і ходові шляхи.

Тривалість операцій з поїздами на приймально-відправних коліях і час на розформування дільничних і збірних поїздів приймають відповідно до норм технологічного процесу. Тривалість заняття окремих елементів прийнятими і відправляються поїздами і маневровими пересуваннями розраховується за відомими формулами.

В результаті побудови графіка розраховується завантаження всіх елементів для подальшого їх аналізу [4].

1.3 Методи проектування залізничних станцій на основі імітаційного моделювання

Механічне проектування зарекомендувало себе як надійний інструмент досягнення мети протягом десятків років. Головний акцент у ньому ставиться на досвід проектувальника. Технологія відтворення елементів колійного розвитку ручним способом потребує використання прямолінійних, криволінійних і складних шаблонів та використання примітивних засобів редагування зображення схеми, а контроль з'єднання елементів проводиться візуально без розрахунків точок сполучення. Починаючи з 60-70-х років ХХ сторіччя паралельно з розвитком обчислювальної бази відбувається накопичення кількісних знань, пов'язаних з пошуком і реалізацією оптимальних алгоритмів розрахунку колійного розвитку, технічного оснащення й технологічних параметрів. У 1962-1963 роках у колишньому СРСР проводився ряд науковотехнічних нарад, що присвячувались теоретичним і практичним аспектам застосування ЕОМ при проектуванні станцій та вузлів. Були розроблені різноманітні програмні рішення з застосуванням ЕОМ для розрахунків

обсягів земляних робіт по поперечним профілям полотна, визначення елементів повздовжнього профілю головної колії в межах станції. У 1975 році було видано керівництво по розрахунку станцій шляхом моделювання на ЕОМ. У 1980-ті роки розвивають підхід координатного вводу елементів станції. При цьому одним з недоліків є те, що проектувальник виконує усі розрахунки, пов'язані з визначенням положення центрів стрілочних переводів, граничних стовпчиків, сигналів, вершин кутів повороту. З 90-х років у напрямку автоматизації проектування залізничних станцій отримують розвиток так звані SCADA-системи (Supervisory Control And Data Acquisition - системи диспетчерського управління та збору даних), що сприяють залученню автоматизованих форм наскрізної розробки проектів. У напрямку застосування автоматизованих програм для проектування залізничних станцій та вузлів займалися та продовжують займатися вчені таких провідних установ, як Білоруський державний університет транспорту, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. Лазаряна, Українська державна академія залізничного транспорту. Питанням їх удосконалення присвячені праці Осьмініна А.Т., Сологуба Н.К., Правдіна Н.В., Головнича О.К., Вакуленка С.П., Негрея В.Я., Луговцева М.М., Перегуда Я.А., Бобровського В.І., Берестова І.В., Огара О.М., Лючкова Д.С. [4-8].

В останні роки починають застосовуватися нові методи імітаційного моделювання: потенційної ефективності, моделі, що самоорганізуються, і комбінований метод. Застосування цих методів дозволяє будувати моделі, які практично адекватні реальним транспортним об'єктам. Їх використання дозволяє вибрати оптимальний варіант розвитку залізничних станцій і вузлів, з точки зору економічної ефективності, дослідити технологічні процеси на станціях, що проектуються, визначити та окреслити шляхи посилення пропускнуої спроможності станцій і вузлів.

Останнім часом рядом вчених запропоновано напрямок в методах дослідження складних систем, що полягає в необхідності створення «синтезу моделей» або «імітаційних систем». Останні являють собою комплекси імітаційної

математичної моделі. Такий підхід дозволяє об'єднати переваги формальних оптимізаційних та імітаційних моделей, які компенсують їхні недоліки.

В даний час в інженерних розрахунках найбільш широко використовуються вирази, засновані на рішенні диференціальних рівнянь або описані законами теорії масового обслуговування [9].

Диференційні рівняння використовуються найчастіше для знаходження оптимального числа колій у парках, інтервалу між поїздами або маневровими подачами, раціональної потужності технічних пристроїв і т.п. Вважається, що параметр, який оптимізується залежить від одного або декількох аргументів. Іноді процеси описуються в дискретному вигляді, тоді використовуються, так звані, різницеві рівняння. При цьому не враховуються випадкові коливання.

Моделі теорії масового обслуговування (ТМО) використовуються для описів випадкових процесів, що протікають на станціях, частіше сортувальних. Потоки представляються випадковими (некерованими). Це занадто велике спрощення, де станційні процеси істотно керовані. Моделі ТМО виникли як реакція на зайву детермінованість методів, що використовувались до цього, і відіграли певну позитивну роль у розвитку транспортної науки. Насправді, моделі ТМО вирішують наступну задачу: скільки технічних засобів буде потрібно і які виникнуть простої вагонів при переробці потоків. Перш ніж застосовувати моделі ТМО, необхідно переконатися, що коливання потоків є дійсно випадковими і роллю управління можна знехтувати [10].

Розробки подібного роду імітаційних систем для моделювання залізничних станцій присвячені роботі [11]. Запропонована методика заснована на використанні апарату теорії ймовірностей для моделювання вхідних потоків заявок і тривалості їх обслуговування. Модель застосовується для прогнозування роботи станцій в різних умовах і при виборі варіантів технічних рішень. Недоліком запропонованої моделі є укрупнення розгляд технологічних процесів обробки поїздів і вагонів у парках станції, що не дозволяє досить точно моделювати роботу станції. В роботі [12-14] імітаційна модель станції використовується для оцінки її експлуатаційної надійності.

При цьому станція розглядається як комплекс взаємопов'язаних уніфікованих модулів. Такий підхід дозволив створити типовий алгоритм для формалізації обслуговуючих каналів будь-якого типу. Розроблена в [14] модель дає можливість визначити показники роботи основних підсистем станції, завантаження технічних засобів і виконавців, а також виконати поелементний аналіз простою вагонів на станції.

Широке поширення останнім часом отримали моделі транспортних об'єктів, розроблені з використанням апарату мереж Петрі [15-17]. Технологічний процес обробки поїздів в таких моделях є послідовністю позицій (станів) і переходів. При цьому переходи імітують обробку об'єктів протягом заданого часу, а позиції характеризують поточний стан системи та визначають умови переходів. При виконанні умов перехід спрацьовує, в результаті чого змінюється поточна розмітка мережі. Зокрема, в [16,17] розглядаються можливості використання апарату мереж Петрі для моделювання сортувальних станцій та інших транспортних комплексів. Науковцями розроблена методика представлення комплексу «сортувальна станція - прилеглі ділянки» у вигляді мережі Петрі. У даній роботі показано, що шляхом ускладнення структури мережі можна досягти будь-якого ступеня деталізації, що моделюється. Передбачена також можливість моделювання випадкових інтервалів між поїздами вхідного потоку, а також інших параметрів. Для реалізації моделі на ЕОМ можуть бути використані спеціалізовані програмні продукти.

Використання мереж Петрі дозволяє скоротити витрати часу на розробку моделей транспортних об'єктів, а також спростити процес їх створення. Разом з тим, як недолік, слід зазначити відсутність в моделі алгоритму вибору черговості виконання окремих операцій при виникненні конфліктних ситуацій. Крім того, схема колійного розвитку станції представлена в моделі спрощено у вигляді переходу «горловина»; заміна ж його самостійної мережею Петрі, яка описує конкретну схему горловини, призведе до суттєвого ускладнення структури моделі і тим самим ускладнить її побудову і аналіз. Окрім того, в моделі на базі мережі Петрі досить

важко імітувати рух транспортних об'єктів для розрахунку витрат, пов'язаних з їх переміщенням.

Найбільш перспективним напрямком при оптимізації транспортних вузлів є створення гібридних систем оптимізації, що включають в себе імітаційну модель, набір формалізованих оптимізаційних моделей вузла і блок їх стикування.

Оптимізуючі моделі повинні найбільшою мірою відображати характерні властивості вузла, тобто повинні бути не статичними, а динамічними, враховувати випадкові фактори і допускати можливість введення векторного критерію.

Моделі, призначені для вивчення взаємодії станцій з прилеглими ділянками, характерні повною відсутністю опису станційних пересувань і укрупненням імітації основних технологічних процесів.

Комплекс програм моделювання роботи об'єкта включає в себе ряд блоків. Побудова моделі по блоковій структурі дозволяє найбільш легко видозмінити її і, тим самим, пристосовувати до вирішення різноманітних завдань. Ці основи математичного моделювання застосовуються, наприклад, для розрахунків складних видів з'єднань колій з застосуванням ЕОМ. Автоматизація цих розрахунків забезпечує високу точність і різко скорочує витрати інженерно-технічної праці. Особливо ефективно застосування ЕОМ при проектуванні реконструкції горловин в складних умовах, коли необхідно відшукати оптимальне рішення із великої кількості можливих варіантів.

Для розрахунків окремих елементів горловин станції або в повному вигляді за розрахунковим рівнянням з'єднання колій розробляється спеціальний алгоритм розрахунку, тобто схема послідовного виконання розрахунків з отриманням поетапних результатів, співставлення їх з оптимальним розміщенням розрахованого елемента горловини на плані станції; у випадку прийнятності рішення передбачається подальше продовження розрахунків взаємопов'язаних елементів станції. За розробленим алгоритмом складається програма, вводиться в ЕОМ, виконується весь математичний розрахунок заданого елемента за алгоритмами розрахунку з'єднання колій в автоматичному режимі.

Однією з систем імітаційного моделювання, в якій реалізовані всі три сучасні парадигми побудови імітаційних моделей: системно-динамічна, дискретно-подієва і агентна є програмна система AnyLogic [18,19]. Цей продукт дозволяє комбінувати всі три парадигми в рамках однієї моделі, що значно розширює сферу застосування цієї системи порівняно з аналогічними програмами. Крім того, наявність сучасного графічного інтерфейсу дозволяє конструювати моделі з численних готових об'єктів, що містяться в готових проблемно орієнтованих бібліотеках. Наприклад, для створення імітаційних моделей роботи об'єктів залізничного транспорту існує «Залізнична бібліотека».

«Залізнична бібліотека» дозволяє ефективно моделювати і візуалізувати функціонування залізничних об'єктів будь-якого масштабу та рівня складності – від окремих станцій та залізничних ліній, до залізничних вузлів і колій незагального користування великих промислових підприємств. Основним недоліком «Залізничної бібліотеки» є її орієнтація на моделювання виключно поїзної роботи, організованої на основі графіка руху поїздів. У разі коректного опису моделі графіка руху поїздів виключається зайнятість одних і тих же елементів колійного розвитку роздільних пунктів різними поїздами. Однак при моделюванні маневрової роботи виникає необхідність перевірки вільності всіх елементів колійного розвитку, що входять у маршрут руху маневрових составів, для виключення ситуації «зіткнення» моделі таких составів між собою і з транзитними поїздами, що проходять по станції

Особливістю опису залізничних об'єктів з використанням «Залізничної бібліотеки» системи AnyLogic є подання операцій перевізного процесу за допомогою певних об'єктів бібліотеки. При цьому поїзди, локомотиви та вагони подаються у вигляді «заявок», що оброблюються цими об'єктами. Схема колійного розвитку станції задається групою векторних фігур – ламаних ліній і окружностей, відповідно зображують залізничні колії та їх з'єднання (стрілочні переводи).

У роботах [20, 21] вченими розроблена загальна структура імітаційної ергатичної моделі залізничної станції, а також методика побудови її структурних підсистем. В цих роботах наведені також результати практичної апробації

розробленої ергатичній моделі підсистеми розформування однієї з великих сортувальних станцій для вирішення завдань, пов'язаних з удосконаленням її технічного оснащення і технології роботи. Отримані результати підтвердили високу ефективність ергатичних моделей при вирішенні науково-практичних завдань залізничного транспорту.

До недоліків ергатичних моделей можна віднести порівняно велику тривалість виконання експериментів, оскільки модель повинна функціонувати в режимі реального часу для можливості прийняття рішень людиною-оператором. Крім того, має місце певний вплив суб'єктивного фактору на кінцеві результати моделювання, так як показники роботи станції в ергатичній моделі істотно залежать як від професійних якостей оператора, так і від його психофізіологічних характеристик. Разом з тим авторами був розроблений підхід, який дозволяє істотно скоротити тривалість ергатичного моделювання; при цьому для зменшення впливу суб'єктивного фактору на результати роботи ергатичній моделі до виконання експериментів необхідно залучати тільки підготовлених фахівців.

В [22] представлена комп'ютерна модель, яка, на думку авторів, має такі переваги: є універсальною і підходить для дослідження роботи різних за призначенням і обсягами роботи станцій; програма має простий у зверненні інтерфейс, що не вимагає великої кількості часу для вивчення; результати моделювання відображаються в табличній формі і у вигляді графіків на будь-яку кількість діб; результати моделювання можна зберігати у вигляді малюнків і таблиць для подальшої обробки, аналізу і контролю; програма є портативною і не вимагає установки. Представлена комп'ютерна модель підходить для вивчення різноманітних дільничних, сортувальних, вантажних, пасажирських і проміжних станцій. Використання даної програми на станціях дозволить визначити необхідну потребу технічних і технологічних параметрів при зміні загальної кількості поїздопотоков. Застосування даної програми дозволяє наочно демонструвати різні ситуації в роботі станцій при зміні їх завантаження.

Показники роботи транспортної системи визначаються не тільки параметрами елементів, але і характером їх взаємодії. Це загальне правило підтверджується багатьма системними дослідженнями [23, 24]. Проте, технологічні властивості парків і горловин можна і потрібно розраховувати без урахування їх взаємодії [25]. Зокрема, твердження, що пропускна здатність будь-якого пристрою може бути правильно встановлена тільки в тому випадку, якщо при розрахунку не враховується можливе його обмеження пропускною здатністю сусідніх пристроїв є досить спрощеним. Відповідно до нього, якщо кожне з двох послідовно з'єднаних пристроїв має певну, окремо розраховану пропускну здатність (зовнішнього обмеження немає), то об'єднаний канал матиме пропускну здатність елемента з найменшим значенням даного параметра. Це невірно, тому що при взаємодії змінюються параметри обох пристроїв. Розрахунками на імітаційних моделях це доведено багаторазово і дуже переконливо [24, 26, 27]. Окрім того, є й інші спірні і неперевірені положення, на яких базуються розрахунки. Перше - горловину може представляти одна, найбільш завантажена стрілка, причому вона може бути зайнята на 100%. Друге - завантаження колій в парках визначається тільки виконуваними там технологічними операціями. Обидва положення помилкові [28]. У роботах [28, 29] був обґрунтований структурно-функціональний підхід до опису горловини - вона розглядається як сукупність «віртуальних каналів». Там же було показано, що навіть при спробі максимально завантажити стрілку виникають непереборні технологічні та структурні втрати. У публікаціях [28, 30] було показано, що далеко не завжди спостерігається пряма залежність затримок від рівня завантаження стрілок, впливає і характер завантаження

Для виконання вимог щодо проектування горловин парків колії, на яких в горловині виконується кілька масових різнорідних пересувань, намагаються секціонувати, тобто об'єднати в групи по кілька колій в кожній з укладанням відповідних з'єднань для паралельних пересувань. У різних літературних джерелах [3, 4] представлені схеми горловин приймально парків технічних станцій мають, як правило, 2-3 колії в секції. Зазвичай парки ділять на секції, прикріплюючи кожен з них до одного ходу (окремому маршруті пересування). Число секцій може

перевищити число ходів. В цьому випадку одночасне пересування складів можливо тільки за кількістю секцій, рівному числу ходів. Слід зазначити, що наявність в горловині станції числа ходів, більшого числа секцій, недоцільно. Це показник невдалої конструкції парку.

Вибір оптимального варіанта секціонування шляхів в горловинах станцій здійснюється шляхом порівняння витрат на укладання та утримання додаткових з'єднань колій з економією від скорочення затримок рухомого складу через ворожість маршрутів.

Транспортні об'єкти зі складною структурою, такі як залізничні станції, не піддаються суворій формалізації і достовірні показники їх роботи неможливо розрахувати ні за аналітичними формулами, ні за формулами теорії масового обслуговування, ні графо-аналитичним способом. Всі ці методи дають великі похибки і потенційно ведуть до недостовірних результатів. Порівняння вищеназваних методів розрахунку представлено в [1]. Так, автором зроблений висновок про те, що для розрахунку затримок рухомого складу в горловинах залізничних станцій найдоцільніше використовувати метод імітаційного моделювання. Окрім того, аналіз проектного рішення залізничної станції повинен проводитися виходячи з варіанта її повного розвитку. Таким чином, аналіз секціонування шляхів в горловинах прийнятно парків технічних станцій також повинен бути виконаний за варіантами повного розвитку станцій. Таким чином, представлені в статті результати моделювання роботи парку прийому свідчать про те, що приймати остаточне рішення по конструкціях горловин слід на основі оцінки можливих варіантів секціонування шляхів з використанням імітаційного моделювання роботи станції, тобто проводити так звану «модельну експертизу» проекту.

Використання імітаційного моделювання пов'язане з високою трудомісткістю побудови моделі, необхідністю великого числа реалізацій моделі і високої кваліфікації користувачів. В даний час фахівцями запропоновані способи подолання зазначених складнощів. Це створення систем автоматизованої побудови імітаційних моделей, а також способи оптимізації розрахунків [5].

1.4 Постановка задачі дипломної роботи

У зв'язку із розвитком економіки регіону та побудовою великих підприємств із значним обсягом перевезення вантажів залізничним транспортом, виникла необхідність побудови нової лінії. Такі заходи дадуть змогу зменшити перепробіги рухомого складу та скоротити терміни доставки вантажів.

В дипломній роботі необхідно визначити обсяг роботи дільничної станції та перевірити її технічне забезпечення, а також розрахувати число головних колій на підходах до станції.

Оскільки треба добудувати додаткову лінію, то виникне необхідність перебудови горловини станції в цілому. При цьому, новий проект має забезпечувати безпеку руху поїздів та якомога більшу кількість паралельних маршрутів. Тому необхідно розглянути кілька варіантів реконструкції горловин парків станції, порівняти їх за допомогою коефіцієнта завантаження та модифікованих приведених витрат.

Окрім змін колійного розвитку станції, необхідно розробити зміни до технології її роботи з урахуванням збільшення кількості поїздів, що перероблюються на станції. Ефективність розроблених заходів можна перевірити за допомогою побудови добового план-графіку роботи дільничної станції, а також розрахунку та аналізу показників її функціонування.

2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В

До станції В з парного напрямку примикають підходи К-В та Т-В, з непарного – М-В, за характером роботи – дільнична, за обсягом роботи – другого класу. Схема станції наведена на рисунку 2.1.

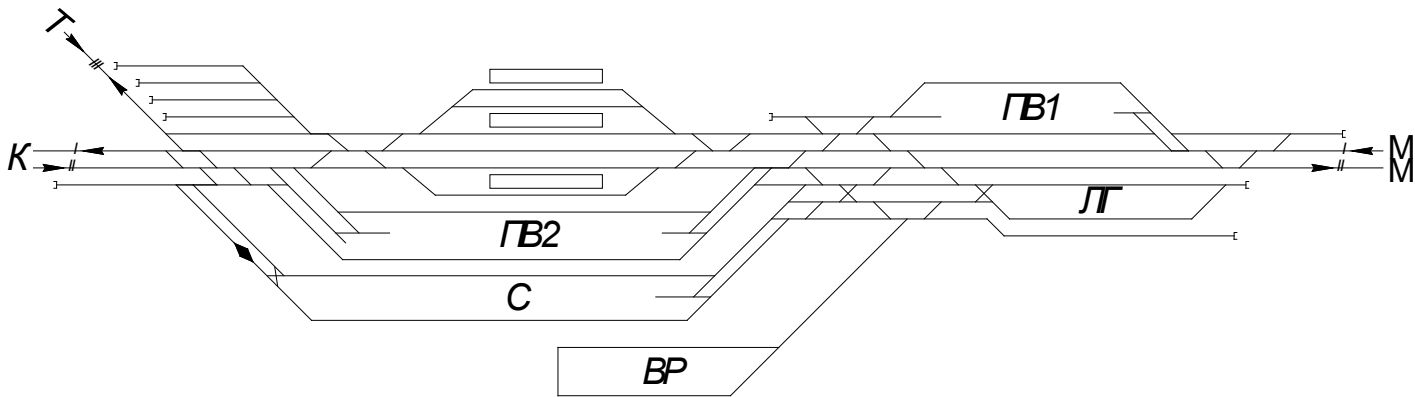


Рисунок 2.1 – Схема дільничної станції В

2.1 Технічне оснащення станції

За взаємним розташуванням приймально-відправних парків станція В - повздовжнього типу.

У парному напрямку до станції В прилягають такі перегони:

- К-В – двоколійний з одnobічним автоматичним блокуванням;
- Т-В - одноколійний з двобічним автоматичним блокуванням.

У непарному напрямку до станції В прилягають такі перегони:

- М-В – двоколійний з одnobічним автоматичним блокуванням (АБ).

Основний вид тяги на всіх прилеглих перегонах – тепловозна. На станції В розташоване оборотне депо для напрямку М-В.

Колійний розвиток станції згрупований у три парки:

- приймально-відправний парк в непарному напрямку ПВ-1;
- приймально-відправний парк для поїздів парного напрямку та поїздів у розформування з усіх напрямків - ПВ-2;
- сортувальний парк С.

Приймально-відправний парк 1 складається з 4 колій. Він призначений для

приймання транзитних поїздів з напрямку М. У парній горловині парку розташований локомотивний тупик № 23, у непарній – витяжна колія № 25. Довжина колій парку – 850-993 м.

Приймально-відправний парк 2 складається з 8 колій, призначених для прийому транзитних поїздів, що надходять на станцію з підходів К та Т, в тому числі кутових, а також поїздів у розформування з усіх напрямків, та відправлення поїздів свого формування на всі напрямки. У парній горловині парку розташована витяжна колія розформування №22, у непарній – витяжна колія формування № 24. Довжина колій парку – 850-1115 м.

Сортувальний парк складається з 10 колій, які ув'язані у два пучки по 5 колій. Парк С призначений для накопичення вагонів вантажних поїздів (дільничних та збірних), що відправляються зі станції В на всі напрямки. У хвостовій горловині сортувального парку розташована витяжна колія № 22, яка призначена для виконання закінчення формування накопичених составів та перестановки їх у ПВ2.

Сортувальна гірка – автоматизована, обладнана пристроями гіркової автоматичної централізації (ГАЦ) з гірковим мікропроцесорним програмно–задавальним пристроєм (ГПЗП–МП). Сортувальна гірка має дві гальмові позиції, із них: перша – перед розділовою стрілкою, друга – на коліях сортувального парку. На першій гальмівній позиції розташований по одному балковому натискному уповільнювачу з пневмогідравлічним приводом ВЗПГ-3, а на парковій гальмовій позиції – натискні уповільнювачі типу 2РНЗ–2М.

Сортувальна гірка обладнана автоматизованими гірочними гучномовними пристроями для інформації працівників гірки, приймального та сортувального парків про початок насуву составів на гірку. Працівники гірки застосовують такі пристрої: при розчепленні автозчепів вагонів вилка для розчеплення, при гальмуванні вагонів – вилки для укладки гальмових башмаків.

Маневрова робота на станції виконується 2 тепловозами серії ЧМЕ-3, один з яких використовується на гірці, другий- для формування составів, а також подачі,

розстановки та прибирання вагонів з вантажного району, що примикає до дільничної станції В.

Станція В оснащена електричною централізацією стрілок і сигналів та різними видами зв'язку.

На станції розташовано наступні службово-технічні будівлі: пост ЕЦ, пости централізації, приміщення чергових по парках, працівників ПКО, регулювальників швидкості руху вагонів, складачів поїздів, пост чергового по гірці, товарна контора.

Прямим телефонним оперативно-технологічним зв'язком обладнані всі робочі місця для передачі і прийому розпоряджень, обміну оперативною інформацією між працівниками станції, а також з черговими по сусідніх станціях і поїзними диспетчерами.

Стационарні радіостанції типу ЖРУ-СС (ЛЬОН Б – 160) для маневрового радіозв'язку встановлені на робочих місцях маневрового диспетчера, чергових по станції, чергового по гірці, операторів постів централізації, старшого оператора СТЦ по прибуттю, приймальника поїздів. На локомотивах встановлені локомотивні радіостанції.

Поїзний радіозв'язок є на посту ЕЦ для зв'язку чергових по станції з машиністами локомотивів поїздів на перегонах і станції.

Локомотивне депо станції В розташоване в непарній частині станції. В депо виконують всі види поточного ремонту, технічного обслуговування електровозів і тепловозів. Для виконання цих операцій в депо наявні: деповські споруди і майстерні, оглядові канали, деповські колії, пристрої реостатного випробування тепловозів, механізовані екіпірувальні пристрої, піскороздачі для електровозів і тепловозів.

2.2 Характеристика експлуатаційної роботи станції

На дільничну станцію надходять транзитні поїздопотоки з та без переробки з боку підходів К, Т та М.

Парк ПВ1 призначений для приймання та відправлення транзитних поїздів зі зміною локомотивів з напрямку М. Для зміни локомотивів використовується локомотивний тупик №23; для перестановки несправних вагонів на колії

сортувального парку для проведення ремонтних робіт використовується витяжна колія №25.

Парк ПВ2 призначений для приймання транзитних поїздів, в тому числі кутових, поїздів, які надходять у розформування, виконання технічного та комерційного огляду вагонів перед розпуском з сортувальної гірки, а також відправлення поїздів свого формування на всі напрямки:

- кутові транзитні поїзда з напрямків К, Т прибувають на колії 6-8;
- транзитні поїзда з напрямку Т прибувають на колію 10;
- транзитні поїзда з напрямку К прибувають на колії 12-14;
- поїзда в розформування з усіх напрямків приймаються на колії 16-20;
- поїзда свого формування переставляються з сортувального парку на колії 16-20 з подальшим відправлення на всі напрямки.

Для зміни поїзних локомотивів використовується витяжна колія №22; для перестановки несправних вагонів в парк С для проведення ремонтних робіт використовується витяжна колія №24.

З транзитними поїздами зі зміною локомотивів виконуються наступні операції: закріплення состава, відчеплення поїзного локомотива, огороження, виконання технічного та комерційного огляду й усунення виявлених несправностей, зняття огороження, подача поїзного локомотива, випробування гальм, зняття закріплення, вручення документів машиністу та відправлення поїзда.

З транзитними поїздами без зміни локомотивів виконуються наступні операції: закріплення состава, огороження, виконання технічного та комерційного огляду й усунення виявлених несправностей, зняття огороження, скорочене випробування гальм, зняття закріплення та відправлення поїзда.

Сортувальна гірка розташована зі сторони підходів К і Т. Після закріплення состава, поїзні локомотиви відчіпляються та прямують по вільній колії у локомотивне господарство. Після закінчення технічного та комерційного огляду вагонів, гірковий локомотив з витяжної колій №22 здійснює заїзд на відповідну колію парку ПВ2 та причеплення до состава, а після прибирання гальмових башмаків – насув составу на

сортувальну гірку та його розпуск. Після накопичення составу виконується закінчення формування відповідно до вимог ПТЕ та маневровим локомотивом вагони переставляються на вільну колію парку ПВ2. На коліях парку виконується технічне обслуговування та комерційний огляд вагонів, а при необхідності - безвідчипний ремонт й усунення комерційних несправностей. Поїзні локомотиви подаються до готових до відправлення составів по вільній колії з локомотивного господарства на відповідну колію парку.

2.3 Характеристика маневрової роботи, яка виконується в основних районах

З метою скорочення експлуатаційних витрат на вимогу керівництва залізниці або Головного департаменту перевезень Укрзалізниці може зменшуватися кількість маневрових локомотивів. Станційний диспетчер (ДСЦС), черговий по станції (ДСП), ДСЦ повинні забезпечити за таких умов безперебійну маневрову та місцеву роботу. Заміна маневрових електровозів на тепловози, зміна кількості маневрових електровозів здійснюється за оперативними наказами дирекції залізничних перевезень (ДН).

На станції маневрову роботу виконують 2 тепловози серії ЧМЕ – 3:

– перший – в парній горловині ПВ2 здійснює насув составів на гірку та осаджування вагонів. В тому числі, за вказівкою ДСЦ або чергового по гірці (ДСПГ) виконується робота з формування, закінчення формування, маневри з вагонами, які потребують особливих заходів застереження, та інші розпорядження ДСПГ;

–другий - виконує роботу з закінчення формування составів дільничних та збірних поїздів згідно вимог ПТЕ та плану формування поїздів, а також перестановку готових составів із сортувального парку в ПВ2. Окрім того, локомотив з непарної горловини виконує подачу, розстановку та прибирання вагонів з вантажного району.

Всі маневрові локомотиви обладнані пневматичними приводами для відчеплення від маневрового состава з кабіни машиніста.

В основних районах парків станції виконується така маневрова робота:

–парна горловина парку ПВ1: прибирання поїзних локомотивів з непарних поїздів з напрямку М, подача поїзних локомотивів під транзитні поїзда при відправленні на К, Т;

–непарна горловина парку ПВ1: перестановка несправних вагонів на колії сортувального парку.

–парна горловина парку ПВ2 (передгіркова): прибирання поїзних локомотивів з непарних поїздів, подача поїзних локомотивів під кутові транзитні поїзда при відправленні на К, Т; подача маневрових локомотивів під состави та насув составів на гірку для розформування;

–непарна горловина парку ПВ2: перестановка сформованих составів з колій сортувального парку в парк ПВ2; подача поїзних локомотивів під состави поїздів, що відправляються на напрямок М.

Подача вагонів на вантажний район та розстановка їх по вантажних фронтах виконується локомотивом станції 4 рази на добу: о 04-00, 10-00, 16-00 та 22-00. Тривалість подачі/прибирання вагонів – 20 хв, розстановки – 25 хв, максимальна кількість вагонів в одній подачі – 20 вагонів.

2.4 Планування роботи станції

Оперативне планування роботи станції здійснюється з метою організації виконання завдань по прийманню і відправленню поїздів, розформуванню і формуванню составів, навантаженню і вивантаженню вантажів і плану формування поїздів. Оперативне планування роботи станції здійснюється на добу, зміну, по 4 – 6 годинних періодах протягом зміни. Підставою для змінного і поточного планування є інформація про підхід поїздів, вагонів, локомотивів і розрахунок їх наявності на станції до початку періоду, що планується.

Добовий план – завдання роботи станції розробляється ДН та передається на станцію за 3 години до початку доби, що планується. Він містить такі основні дані:

–загальну кількість поїздів, що мають прийматися станцією з кожного напрямку, з розподілом на транзитні поїзди з переробкою та без переробки;

–загальну кількість поїздів, які повинні бути відправлені зі станції на кожний напрямок із зазначенням кількості поїздів свого формування, в тому числі поїздів підвищеної ваги, довжини і з'єднаних;

–завдання по відправленню порожніх вагонів в регулювання з вказівкою напрямку прямування і роду рухомого складу;

–розміри навантаження, вивантаження вантажів;

–інші завдання, що складаються з урахуванням місцевих умов роботи станції.

Вихідними даними для складання добового плану вантажної роботи є:

–місячний план навантаження;

–заявки вантажовідправників на навантаження;

–дані про наявність і наступне прибуття порожніх вагонів під навантаження і про кількість вагонів, що звільняються після вивантаження;

–технологічні норми часу на виконання вантажно–розвантажувальних операцій, подавання і прибирання вагонів;

–спеціальні завдання ДН.

План – завдання роботи станції на добу уточняється і коригується перед початком другої половини доби в залежності від оперативних обставин, що складаються, результатів роботи в першу половину доби і передається черговому по дирекції залізничних перевезень (ДНЦО) для затвердження начальником ДН.

Метою змінного планування є розробка завдань колективу кожної зміни, що забезпечує виконання добового плану роботи з урахуванням становища, яке склалося в поїзній і вантажній роботі. План роботи станції на зміну складає начальник станції (ДС) або заступник начальника станції з оперативної роботи (ДСЗ) на підставі добового і змінного плану завдання ДН, експлуатаційних умов, які склались на станції до початку періоду, що планується, інформації про підхід поїздів і вантажів, технологічних норм на виконання маневрових операцій.

План роботи станції на зміну містить:

–кількість поїздів, що мають прийматися з кожного напрямку, з розподілом на транзитні та такі, що прибувають у розформування;

–кількість поїздів, які повинні бути відправленні за зміну на кожний напрямок, із зазначенням кількості поїздів свого формування;

–завдань по навантаженню і вивантаженню;

–спеціальні завдання ДН.

План роботи зміни, що заступає на чергування в другій половині доби, складається з урахуванням підсумків роботи першої зміни і забезпечення виконання добового плану, що отримується від ДНЦО.

Підсумок виконання змінного завдання розглядається ДС після закінчення чергування зміни. По результатах розгляду дається оцінка роботи і намічаються необхідні заходи по усуненню виявлених недоліків.

Для забезпечення своєчасної переробки вагонів і відправлення їх зі станції в ув'язці з графіком руху та планом формування поїздів, із урахуванням підходу поїздів та наявності вагонів і локомотивів, ДСЦС сумісно з ДНЦО, локомотивним диспетчером (ТНЦ) і черговим по локомотивному депо (ТЧ) ведеться поточне планування роботи станції по 4–6 годинних періодах.

У процесі поточного планування зазначені працівники:

–складають план прийому поїздів при додержанні оптимального підведення на станцію транзитних поїздів з переробкою та без переробки;

–розраховують план составоутворення, яким встановлюється час закінчення накопичення вагонів на повний состав, закінчення його формування і час готовності кожного состава до відправлення;

–визначають порядок використання локомотивів і локомотивних бригад, що прибувають на станцію з урахуванням наявності їх на станції та в локомотивному депо;

–складають план відправлення поїздів, з підв'язкою локомотивів і локомотивних бригад до составів свого формування і транзитних поїздів без переробки.

Поточне планування проводиться з метою:

–складання плану приймання поїздів при дотриманні плану оптимального

підведення на станцію транзитних поїздів і поїздів у розформування;

–визначення порядку використання локомотивів і локомотивних бригад, що прибувають на станцію, з урахуванням наявності їх на станції та в ТЧ;

–складання плану відправлення поїздів з підв'язкою локомотивів і локомотивних бригад до составів свого формування і транзитних, а поїздів – до ниток графіка руху;

–встановлення для внутрішньостанційних передач терміну подачі вагонів на пункти навантаження і вивантаження, а також забирання вагонів.

Для цього складається план поїздоутворення і відправлення поїздів, вихідними даними яких є:

–телеграма–натурний лист (ТГНЛ) на всі поїзди, що прибувають у переробку;

–план підведення поїздів;

–дані про наявність на коліях станції поїздів і вагонів за призначеннями плану формування до початку періоду планування;

–дані про наявність і очікуване надходження локомотивів і локомотивних бригад для забезпечення вивозу поїздів;

–дані про кількість, призначення і час, який передбачається, для прибирання вагонів на колії станції після закінчення вантажних операцій;

–технічні норми часу на виконання операцій з поїздами і вагонами.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В

3.1 Вихідні дані для визначення обсягів роботи станції

Вихідними даними для проектування є план існуючої станції та завдання, що визначає обсяг та характеристику її роботи. На станцію прибувають пасажирські поїзди, приміські з зупинкою, розміри руху яких наведено у таблиці 3.1. згідно з додатком А табл. А.1.

Таблиця 3.1 – Пасажирський поїздпотік станції В

Із \ На		Пасажирські поїзди на станції				Прим. поїзда на В	Всього
		К	Т	М	Н		
Пасажирські поїзди зі станцій	К	-	0	3	1	4	8
	Т	0	-	3	0	3	6
	М	3	3	-	0	3	9
	Н	1	0	0	-	4	5
Прим. поїзда з В		4	3	3	4	-	
Всього		8	6	9	5		28

Станція обслуговує транзитні поїзди без зміни локомотива та зі зміною локомотива. Зміна локомотивів відбувається для поїздів з/на напрямку М, а також для кутових поїздів (згідно з додатком А.1). Транзитний вагонопотік з переробкою надходить у складі дільничних поїздів. Транзитний вагонопотік наведено у таблиці 3.2. згідно з додатком А.1.

Таблиця 3.2 Транзитний вагонопотік станції В

Із \ На		Без переробки				З переробкою	Всього
		К	Т	М	Н	В	
Без переробки	К	-	280	530	300	102	1110/102
	Т	190	-	375	240	51	805/51
	М	630	320	-	130	96	1080/96
	Н	340	150	144	-	48	634/48
З переробкою	В	92	50	105	50	-	
Всього		1160/92	750/50	1049/105	670/50		3629/297

Примітка: у чисельнику – транзитний вагонопотік без переробки, у знаменнику – транзитний вагонопотік з переробкою.

3.2 Визначення маси поїзда

Масу поїзда потрібно визначати, виходячи з умов повного використання потужності тягових характеристик локомотива.

В залежності від характеру профілю колії дільниць розрахунок маси вантажного поїзда виконується виходячи з умов забезпечення беззупинного руху по існуючому розрахунковому підйому з рівномірною швидкістю за формулою [31]:

$$Q = \frac{F_{\text{кр}} - P(\omega_0' + i_p)}{\omega_0'' + i_p}, \text{ Т} \quad (3.1)$$

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

P – розрахункова маса локомотива, t ;

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

ω_0'' – основний питомий опір руху поїзда, $H/\kappa H$;

i_p – крутизна розрахункового керівного підйому, ‰.

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 при русі по ланковій колії визначається за формулою:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,001V_p + 0,0003V_p^2, \text{ H}/\kappa\text{H}. \quad (3.2)$$

Основний питомий опір руху вантажних вагонів ω_0'' у складі поїзда також залежить від конструкції колії і при середній масі поїзда, що приходить на одну вісь колісної пари $q_0 > 6t$, визначається за формулою:

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1V_p + 0,0025V_p^2}{q_0}, \text{ H}/\kappa\text{H}. \quad (3.3)$$

Визначаємо масу поїзда для ділянок – К-В та Т-В за формулами (3.1) – (3.3). Для тепловоза ТЭЗ згідно з [31]: $V_p=20,5 \text{ км/год}$, $F_{\text{кр}}=40400 \text{ Н}$, $P=250 \text{ т}$, $i_p= 5,8 \text{ ‰}$ згідно з додатком А.2:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01 \cdot 20,5 + 0,0003 \cdot 20,5^2 = 1,93 \text{ Н/кН};$$

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3+0,1 \cdot 20,5+0,0025 \cdot 20,5^2}{22,125} = 0,98 \text{ Н/кН}$$

$$Q = \frac{40400-250 \cdot (1,93+5,8)}{0,98+5,8} = 5673 \text{ т.}$$

Приймаємо $Q = 5650 \text{ т.}$

Визначаємо масу поїзда для ділянок М-В та Н-В за формулами (3.1) – (3.3).

Згідно з додатком А.2 $i_p = 6,7 \text{ ‰}$, тоді:

$$Q = \frac{40400-250 \cdot (1,93+6,7)}{0,98+6,7} = 4979 \text{ т.}$$

Приймаємо $Q = 4950 \text{ т.}$

Остаточню приймаємо уніфіковану масу поїздів $Q = 4950 \text{ т.}$

3.3 Визначення кількості вагонів у складі поїзда

Для розрахунку корисної довжини станційних колій необхідно визначити кількість вантажних вагонів в складі поїзда за формулою:

$$m_{\text{вант}} = \frac{Q}{q_{\text{брутто}}}, \text{ т} \quad (3.4)$$

де $q_{\text{брутто}}$ – маса брутто 4-вісного вагона.

Згідно з додатком А.2 $q_{\text{бр}} = 77,2 \text{ т}$, тоді:

$$m_{\text{вант}} = \frac{4950}{77,2} = 64 \text{ вагонів.}$$

Кількість вагонів m_L , що можна розмістити на приймально-відправній колії з відомою корисною довжиною визначається за формулою:

$$m_L = \frac{L_{\text{кор}} - l_{\text{лок}} - \Delta l}{l_{\text{ваг}}}, \quad (3.5)$$

де $l_{\text{лок}}$ – довжина локомотива, для ТЭЗ $l_{\text{лок}} = 33,94 \text{ м}$;

$l_{\text{ваг}}$ – довжина одного вагона, згідно Додатку А.2 дорівнює 15 м ;

Δl – запас відстані, пов'язаний з неточністю зупинки поїзда, дорівнює 10 м .

Згідно Додатку А.2 корисна довжина приймально-відправних колій дорівнює 850 м, тоді

$$m_L = \frac{850 - 33,94 - 10}{15} = 53,7 \text{ вагона. Прийнято } m_L = 53 \text{ вагонів.}$$

Далі, порівнюючи $m_{\text{вант}}$ та m_L , для подальших розрахунків обирається менше значення, тобто

$$m = \min\{m_{\text{вант}}; m_L\}.$$

За результатами розрахунків $m = \min\{64; 53\} = 53$ вагонів.

3.4 Розрахунок транзитних та у розформування поїздопотоків станції

Кількість поїздів визначаємо за формулою:

$$N = \frac{n}{m}, \quad (3.6)$$

де n – середньодобовий вагонопотік між пунктами;

m – кількість вагонів у складі поїзда, *ваг.*

Наприклад, для дільниці К-Т середньодобовий вагонопотік між пунктами $n = 280$ вагонів, при $m = 53$ ваг, тоді $N = \frac{280}{53} = 6$ поїздів. Результати розрахунку для всіх дільниць наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення транзитного поїздопотоків станції В

		На		Транзитні				Дільничні	Всього
		Із		К	Т	М	Н	В	
Транзитні	К	-	6	10	6	2	22/2		
	Т	4	-	8	5	1	17/1		
	М	12	7	-	3	2	22/2		
	Н	7	3	3	-	1	13/1		
Дільничні	В	2	1	2	1				
Всього		23/2	16/1	21/2	14/1		74/6		

Примітка: у чисельнику – транзитні поїзди, а у знаменнику – дільничні.

На підставі проведених розрахунків таблиці 3.3 та використовуючи вихідні дані про кількість збірних поїздів, що наведені у додатку А.1, визначаємо сумарний поїздопотік на станції В, який наведений у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальний поїздопотік станції В

Зі станції		На станцію						Всього	
		К	Т	М	Н	В			
						дільничні	збірні		прим.
К		-	6	10/3	6/1	2	2	4	26/8
Т		4	-	8/3	5	1	1	3	19/6
М		12/3	7/3	-	3	2	2	3	26/9
Н		7/1	3	3	-	1	1	4	15/5
В	дільничні	2	1	2	1				
	збірні	2	1	2	1				
	прим.	4	3	3	4				
Всього		27/8	18/6	25/9	16/5				86/28

Примітка: у чисельнику – вантажні поїзди, а у знаменнику – пасажирські.

В подальшому отримані дані будуть використовуватися для перевірки технічного оснащення станції та розрахунків показників її роботи.

3.5 Визначення потрібної пропускної спроможності підходів

Потрібна пропускна спроможність ліній, що примикають визначається за формулою:

$$N_{\Pi} = \alpha(N_{\text{в}} + N_{\text{пас}}\varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.7)$$

де $N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$ – кількість пасажирських і збірних поїздів на даній лінії;
 $\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнт зйому вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними;

α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності;

$N_{\text{в}}$ – кількість вантажних поїздів на даній лінії (з урахуванням збірних);

Приймаємо згідно з [32] $\alpha=1,2$, $\varepsilon_{\text{пас}}=1,5$, $\varepsilon_{\text{зб}}=2$.

Визначаємо потрібну пропускну спроможність на лініях:

$$N_{\Pi}^{\text{К-В}} = 1,2 (27+8 \cdot 1,5+2 (2-1)) = 49,2 \text{ пар поїздів,} \quad \text{прийнято – 50 пар;}$$

$$N_{\Pi}^{\text{Т-В}} = 1,2 (19+6 \cdot 1,5+1 (2-1)) = 34,8 \text{ пар поїздів,} \quad \text{прийнято – 35 пар;}$$

$$N_{\Pi}^{\text{М-В}} = 1,2 (26+9 \cdot 1,5+2 (2-1)) = 49,8 \text{ пар поїздів,} \quad \text{прийнято – 50 пар;}$$

$$N_{\Pi}^{\text{Н-Н}} = 1,2 (16+5 \cdot 1,5+1 (2-1)) = 29,4 \text{ пар поїздів,} \quad \text{прийнято – 30 пар.}$$

Кількість головних колій на лініях, що примикають до станції, і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами приймаються в залежності від

розрахованої необхідної пропускної спроможності відповідно до [33] наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Кількість головних колій на лінії та її технічна оснащеність

Лінія	Кількість головних колій	Технічна оснащеність лінії
К-В	2	Автоблокування
Т-В	1	Диспетчерська централізація
М-В	2	Автоблокування
Н-В	1	Диспетчерська централізація

Підходи К-В та М-В до дільничної станції В є двоколійними, підхід Т-В – одноколійний, тобто збільшення кількості головних колій не потрібно. Підхід Н-В, що проектується, наразі має бути одноколійним з диспетчерською централізацією.

Таким чином, визначено розрахункові обсяги роботи дільничної станції В, за результатами яких побудовано діаграми поїздо- та вагонопотоків на рисунках 3.1 та 3.2, відповідно.

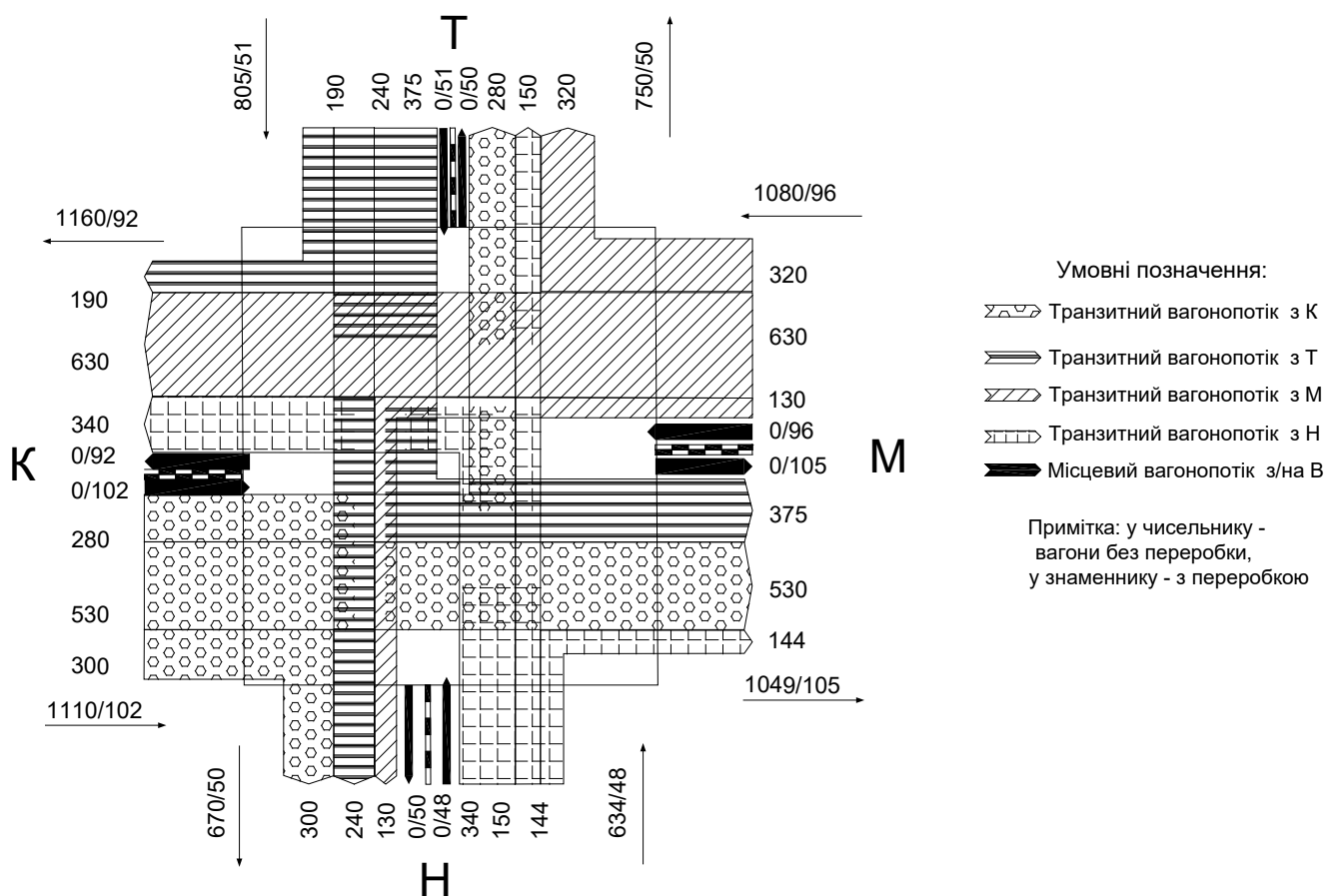


Рисунок 3.1 – Діаграма вагонопотоків дільничної станції В

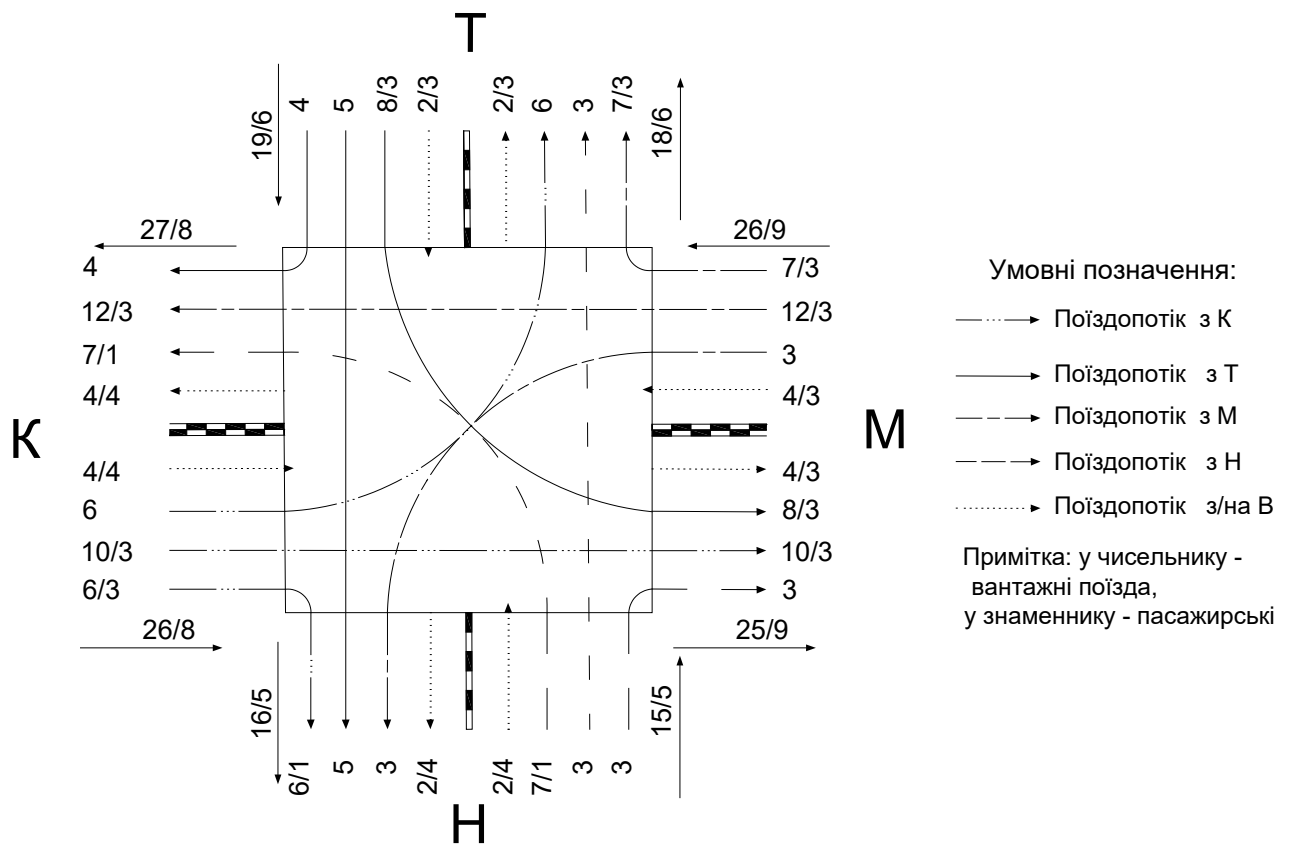


Рисунок 3.2 – Діаграма поїздопотоків дільничної станції В

4 ПЕРЕВІРКА ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В

4.1 Розрахунок норм тривалості технологічних операцій в парках станції В

4.1.1 Методика визначення тривалості технологічних операцій з поїздами

Тривалість технологічних операцій з поїздами залежить від їх категорії і визначається за наступними формулами [33]:

- поїзд, що надходить у розформування, в тому числі збірний:

$$t_{\text{Т}}^{\text{розф}} = t_{\text{пр}} + 2t_{\text{башм}} + 2t_{\text{лок}} + 2t_{\text{огор}} + t_{\text{ТО}}^{\text{розф}} + t_{\text{з}} + t_{\text{приб}}; \quad (4.1)$$

- поїзд свого формування:

$$t_{\text{Т}}^{\text{св/форм}} = t_{\text{под}} + 2t_{\text{башм}} + 2t_{\text{лок}} + 2t_{\text{огор}} + t_{\text{ТО}}^{\text{св/форм}} + t_{\text{гальм}} + t_{\text{відпр}}; \quad (4.2)$$

- транзитний поїзд без зміни локомотива:

$$t_{\text{Т}}^{\text{б/зМ}} = t_{\text{пр}} + 2t_{\text{башм}} + 2t_{\text{огор}} + t_{\text{ТО}}^{\text{б/зМ}} + t_{\text{гальм}}^{\text{б/зМ}} + t_{\text{відпр}}; \quad (4.3)$$

- транзитний поїзд зі зміною локомотива:

$$t_{\text{Т}}^{\text{з/зМ}} = t_{\text{пр}} + 2t_{\text{башм}} + 2t_{\text{лок}} + 2t_{\text{огор}} + t_{\text{ТО}}^{\text{з/зМ}} + t_{\text{гальм}} + t_{\text{відпр}}; \quad (4.4)$$

де $t_{\text{пр}}$ – час заняття колії при прийомі поїзда на станцію;

$t_{\text{башм}}$ - час закріплення поїзда або прибирання гальмівних башмаків на станції (Додаток А.3);

$t_{\text{ТО}}^{\text{розф}}$, $t_{\text{ТО}}^{\text{св/форм}}$, $t_{\text{ТО}}^{\text{б/зМ}}$, $t_{\text{ТО}}^{\text{з/зМ}}$ - тривалість технічного обслуговування поїзда відповідної категорії;

$t_{\text{лок}}$ - час відчеплення/причеплення локомотива від вагонів (Додаток А.3);

$t_{\text{огор}}$ – час на огороження/зняття огороження состава (Додаток А.3);

$t_{\text{ТО}}^{3/3\text{М}}$ – тривалість випробування гальм состава з дозарядкою повітряної магістралі від поїзного локомотива(Додаток А.3);

$t_{\text{гальм}}^{6/3\text{М}}$ – тривалість випробування автогальм состава (Додаток А.3);

t_3 - час заїзду маневрового локомотива з витяжної колії на приймально–відправну колію;

$t_{3\text{ф}}$ – тривалість закінчення формування;

$t_{\text{под}}$ - тривалість перестановки составу з сортувального в приймально–відправний парк;

$t_{\text{приб}}$ – час заняття колії при прибиранні поїзда з парку приймання ;

$t_{\text{відпр}}$ – час заняття колії при відправленні поїзда зі станції.

4.1.2 Визначення часу зайняття колії при прийомі та відправленні поїзда

Час заняття колії при прийомі поїзда на станцію у випадку, коли поїзд в момент відкриття вхідного сигналу знаходиться від нього на відстані двох блок–ділянок, визначається за формулою [33]:

$$t_{\text{П}} = t_{\text{М}} + \frac{0,06 \cdot l_{\text{БЛ}}''}{V} + \frac{0,06(l_{\text{БЛ}}' + L_{\text{ВХ}})}{V_{\text{ВХ}}}, \quad (4.5)$$

де $l_{\text{БЛ}}'$, $l_{\text{БЛ}}''$ - довжини блок–ділянок;

V - встановлена швидкість слідування поїзда по перегону.

Швидкість слідування поїзда по перегону визначається як:

$$V = 0,8 V_{\text{max}}, \quad (4.6)$$

де $V_{\text{ВХ}}$ - середня швидкість входу поїзда на станцію;

$t_{\text{М}}$ – час приготування маршруту відкриття сигналу;

$L_{\text{ВХ}}$ - відстань, яку проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії приймально–відправного парка:

$$L_{\text{вх}} = l_c + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.7)$$

де l_c – відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини;

$l_{\text{гор}}$ – довжина горловини парка;

$l_{\text{п}}$ – довжина поїзда, яка визначається за формулою:

$$l_{\text{п}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}} + l_{\text{л}}, \quad (4.8)$$

де $l_{\text{в}}$ – середня довжина вагона;

$m_{\text{п}}$ – кількість вагонів в складі поїзда;

$l_{\text{л}}$ – довжина локомотива;

Згідно з Додатком А.3: $l'_{\text{бл}} = 1250 \text{ м}$, $l''_{\text{бл}} = 1150 \text{ м}$, $l_{\text{в}} = 15 \text{ м}$, $V_{\text{вх}} = 35 \text{ км/год}$,

згідно п.3.3 $m_{\text{п}} = 53 \text{ ваг}$, згідно [32] $t_{\text{м}} = 0,1 \text{ м}$; $l_c = 50 \text{ м}$, відповідно до плану станції $l_{\text{гор}} = 600 \text{ м}$, згідно [31] для ТЭЗ $V_{\text{max}} = 100 \text{ км/год}$, $l_{\text{л}} = 33,938 \text{ м}$:

$$V = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ км/год.}$$

$$l_{\text{п}} = 53 \cdot 15 + 33,938 = 828,938 \text{ м};$$

$$L_{\text{вх}} = 50 + 600 + 828,938 = 1478,94 \text{ м};$$

$$t_{\text{п}} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1150}{80} + \frac{0,06(1250 + 1478,94)}{35} = 5,6 \text{ хв.}$$

Час заняття маршруту при відправленні поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \quad (4.9)$$

де $V_{\text{вих}}$ - середня швидкість виходу поїзда з урахуванням розгону;

$L_{\text{вих}}$ - відстань, яку проходить поїзд до моменту звільнення маршруту:

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}. \quad (4.10)$$

Згідно з планом станції при відправленні поїздів зі станції $l_{\text{гор}} = 613 \text{ м}$.

$$L_{\text{вих}} = 613 + 828,938 = 1441,94 \text{ м.}$$

Згідно [32] $V_{\text{вих}} = 30 \text{ км/год}$, тоді

$$t_{\text{в}} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1441,94}{30} = 3,0 \text{ хв.}$$

Тривалість зайняття приймально-відправної колії під час подачі та прибирання составу визначається як тривалість відповідних півреїсів подачі $t_{\text{под}}$ і прибирання $t_{\text{приб}}$ за формулою:

$$t = a + b m_c, \quad (4.11)$$

де a, b – нормативи часу на виконання півреїсів, хв;

m_c – кількість вагонів у маневровому составі.

Значення a і b приймаємо в залежності від довжини півреїсу, яка визначається довжиною поїзда $l_{\text{п}}$ та горловини парку при подачі/прибирання на витяжну колію $l_{\text{гор}}^{\text{под}}$. Згідно плану станції $l_{\text{гор}}^{\text{под}} = 645 \text{ м}$.

Довжина півреїсу складає:

$$l = l_{\text{п}} + l_{\text{гор}}^{\text{под}} = 828,938 + 645 = 1473,94 \text{ м}$$

Згідно з [32] $a = 2,89$, $b = 0,090$. При $m_c = 53$ вагонів тривалість зайняття колії під час подачі або прибирання составу складе:

$$t_{\text{под}} = t_{\text{приб}} = 2,89 + 0,090 \cdot 53 = 7,66 \text{ хв.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $t_{\text{под}} = t_{\text{приб}} = 7,7 \text{ хв}$.

Заїзд локомотива складається з двох напівреїсів: 1) від вершини гірки за стрілку примикання колії насуву до витяжної колії l_1 ; 2) від цієї стрілки до составу, що знаходиться на приймально-відправній колії l_2 . Згідно плану $l_1 = 323 \text{ м}$ і $l_2 = 645 \text{ м}$. У відповідності з [32] $a_1 = 1,21 \text{ хв}$, $a_2 = 1,69 \text{ хв}$, тоді

$$t_3 = 1,21 + 1,69 = 2,90 \text{ хв.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо $t_3 = 2,9 \text{ хв}$.

4.1.3 Розрахунок тривалості технологічного огляду составів бригадою ПТО

Тривалість обробки составу поїзда включає:

- для составу, що надходить в переробку, – тривалість технічного обслуговування составу поїзда;
- для збірною, що надходить в переробку, – тривалість технічного обслуговування составу поїзда з додаванням 5 хв на складання сортувального листка;
- для транзитного зі зміною локомотива та поїзда свого формування – тривалість технічного обслуговування составу поїзда з додаванням 10 хв на причеплення локомотива та випробування автогальм.

Тривалість технічного обслуговування составу, що надходить в переробку та транзитного поїзда без зміни локомотива визначається за формулою [33]:

$$t_{\text{то}}^{\text{п}} = \frac{\tau m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (4.12)$$

де τ – середня тривалість технічного огляду одного вагону;

m – кількість вагонів у складі поїзда (згідно п. 3.3 $m=53$ ваг.);

$K_{\text{гр}}$ – число груп оглядачів у бригаді ПТО;

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій, що припадає на один состав.

Тривалість технічного обслуговування составу транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування визначається за формулою:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + \alpha t_{\text{рем}} + a, \quad (4.13)$$

де α – частка составів, що потребують трудомісткого безвідчіпного ремонту вагонів;

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

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО визначається за формулою:

$$\psi_{бр} = \frac{N t_{то}}{(1440 - T_{пер})S} \quad (4.14)$$

де N – кількість составів, що обслуговуються у парку протягом доби;

$T_{пер}$ – тривалість перерв протягом доби;

S – кількість бригад ПТО.

Отримане за формулою (4.14) значення повинне знаходитись у діапазоні 0,75...0,85.

Згідно з Додатком А.3: $\tau = 1$ хв, $K_{гр} = 1$, $K_{гр} = 2$, $K_{гр} = 3$, $a = 2$ хв, $\alpha = 0,2$, $t_{рем} = 12$ хв.

При одній бригаді та одній групі оглядачів в ній тривалість технічного огляду составу, що надходить в переробку та транзитного поїзда без зміни локомотива складає:

$$t_{то} = \frac{1 \cdot 53}{1} + 2 = 55 \text{ хв};$$

тривалість технічного обслуговування составу транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування визначається як

$$t'_{то} = \frac{1 \cdot 53}{1} + 0,2 \cdot 12 + 2 = 57,4 \text{ хв}.$$

Для подальших розрахунків згідно п. 3.4, табл. 3.4 представимо розподіл транзитних поїздів по парках у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розподіл поїздопотоків по парках

Зі станції		На станцію					Всього	
		К	Т	М	Н	В		
						дільничні		збірні
К		-	6/П*	10/П*	6/П	2/П	2/П	26
Т		4/П*	-	8/П*	5/П	1/П	1/П	19
М		12/П*	7/П*	-	3/П*	2/П	2/П	26
Н		7/П	3/П	3/П*	-	1/П	1/П	15
В	дільничні	2/П	1/П	2/П	1/П			
	збірні	2/П	1/П	2/П	1/П			
Всього		27	18	25	16			86

Примітка: у чисельнику – транзитні поїзда, в знаменнику – номер транзитного парку,
* позначені поїзда зі зміною локомотива.

Згідно з табл. 4.1 для парку ПВ1 кількість транзитних поїздів, що прибувають зі зміною локомотива, дорівнює 25, без зміни - 10. Для парку ПВ2 кількість транзитних поїздів, що прибувають зі зміною локомотива та поїздів свого формування, дорівнює 40, без зміни та у розформування - 23.

Для прикладу визначимо завантаження бригади $\psi_{бр}$ парку ПВ2 при роботі 1 бригади при $K_{гр} = 1$:

$$\psi_{бр} = \frac{23 \cdot 55}{1 \cdot (1440 - 120)} + \frac{40 \cdot 57,4}{1 \cdot (1440 - 120)} = 2,70.$$

Коефіцієнт завантаження бригад перевищує раціональний рівень ($\psi_{бр} > 0,85$) тому необхідно збільшити кількість груп в ній та/або кількість бригад.

Розрахунок тривалості технічного обслуговування составів поїздів і коефіцієнтів завантаження бригади ПТО у парках станції наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Тривалість технічного обслуговування составів поїздів та коефіцієнти завантаження бригади ПТО

$K_{гр}$	$t_{то}, хв$		$\psi_{бр}$ для парку		
	Для транзитного поїзда без зміни локомотива та поїзда у розформування	Для транзитного поїзда зі зміною локомотива та поїзда свого формування	ПВ1	ПВ2	
				1 бригада	2 бригади
1	55	57,4	1,50	2,70	1,35
2	28,5	30,9	0,80	1,43	0,72
3	19,7	22,1	0,57	1,01	0,51
4	15,3	17,7	0,45	0,80	0,40

Для приймально-відправних парків у діапазоні 0,75...0,85 знаходяться значення $\psi_{бр} = 0,80$ для ПВ1 для однієї бригади ПТО з двома групами в ній, а також для однієї бригади ПТО при чотирьох групах у них у парку ПВ2.

Для парку ПВ1 тривалість обробки составу поїзда складає:

- для транзитного поїзда без зміни локомотива:

$$t_{об}^{б/зМ} = 28,5 \text{ хв};$$

- для транзитного поїзда зі зміною локомотива:

$$t_{об}^{3/3М} = 30,9 + 10 = 40,9 \text{ хв.}$$

Для парку ПВ2 тривалість обробки складу поїзда складає:

- для транзитного поїзда без зміни локомотива:

$$t_{об}^{6/3М} = 15,3 \text{ хв;}$$

- для транзитного поїзда зі зміною локомотива:

$$t_{об}^{3/3М} = 17,7 + 10 = 27,7 \text{ хв;}$$

- для поїзда, що надходить в розформування:

$$t_{об}^{розф} = 15,3 \text{ хв;}$$

- збірною, що надходить в переробку:

$$t_{об}^{зб} = 15,3 + 5 = 20,3 \text{ хв;}$$

- поїзда свого формування:

$$t_{об}^{св/форм} = 17,7 + 10 = 27,7 \text{ хв.}$$

4.1.4 Розрахунок часу на закінчення формування

Нормативний час на закінчення формування дільничних поїздів визначається по формулі [32]:

$$T_{зф}^{дільн} = T_{пте} + T_{підт}, \quad (4.15)$$

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

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

Час, необхідний на розстановку вагонів у складі поїзда відповідно до вимог ПТЕ, розраховується за формулою

$$T_{пте} = B + E \cdot m, \quad (4.16)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти, які визначаються в залежності від середньої кількості розчеплень состава n_0 ;

m – число вагонів в составі поїзді.

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

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot m, \quad (4.17)$$

Згідно Додатка А.3 $n_0=0,5$, тоді, відповідно до [32] $B = 1,6$ та $E = 0,10$, тому

$$T_{\text{пте}} = 1,6 + 0,1 \cdot 53 = 6,9 \text{ хв},$$

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot 53 = 4,24 \text{ хв},$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{дільн}} = 6,9 + 4,24 = 11,14 \text{ хв}.$$

Для подальших розрахунків приймаємо $T_{\text{зф}}^{\text{дільн}} = 11,1 \text{ хв}$.

Тривалість формування збірного поїзда визначається як

$$T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = T_{\text{с}} + T_{\text{зб}}, \quad (4.18)$$

де $T_{\text{с}}$ - тривалість сортування вагонів на коліях сортувального парку;

$T_{\text{зб}}$ - тривалість збирання составу на витяжній колії формування.

Тривалість сортування вагонів розраховується як

$$T_{\text{с}} = A \cdot g_{\text{ф}} + B \cdot m_{\text{с}} \quad (4.19)$$

де A, B – нормативні коефіцієнти;

$g_{\text{ф}}$ - кількість відчепів у составі;

m_c - кількість вагонів, що підлягають сортуванню.

Тривалість сортування составу визначається як

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{зб} \quad (4.20)$$

де p – кількість колій, з яких переставляються вагони $p=k-1$;

$m_{зб}$ - кількість вагонів, що переставляються на колію формування состава:

$$m_{зб} = \frac{m_{\phi}(k-1)}{k}, \quad (4.21)$$

де k - кількість призначень у составі поїзда, який формується.

Відповідно до Додатку А.3 $g_{\phi} = 7$, $m_c = 38$ ваг, $m_{\phi} = 35$ ваг, $k = 5$, приведений ухил колії слідування відчепів по витяжній колії та 100 м стрілочної зони – 1,65‰, тому маневри з формування составу виконуються поштовхами та згідно з [32] $A=0,41$, $B=0,32$, тоді:

$$m_{зб} = \frac{35(4-1)}{4} = 26 \text{ ваг};$$

$$p=4-1=3 \text{ колій};$$

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 3 + 0,3 \cdot 26 = 13,2 \text{ хв};$$

$$T_c = 0,41 \cdot 7 + 0,32 \cdot 38 = 15,03 \text{ хв};$$

$$T_{зф}^{зб} = 13,2 + 15,03 = 28,23 \text{ хв.}$$

Остаточню приймаємо $T_{зф}^{зб} = 28,2 \text{ хв.}$

4.1.5 Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій

Згідно наведених вище розрахунків, а також даних Додатку А.3, тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій в приймально-відправному парку ПВ1 буде дорівнювати:

$$t_T^{6/3M} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 28,5 + 15 + 3 = 68,1 \text{ хв};$$

$$t_T^{3/3M} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 40,9 + 35 + 3 = 103,5 \text{ хв}.$$

Тривалість виконання технологічних операцій з транзитними поїздами в приймально-відправному парку ПВ2 буде дорівнювати:

$$t_T^{\text{розф/дільн}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 15,3 + 2,9 + 7,7 = 50,5 \text{ хв};$$

$$t_T^{\text{розф/зб}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 20,3 + 2,9 + 7,7 = 55,5 \text{ хв}$$

$$t_T^{\text{св/форм}} = 7,7 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 27,7 + 35 + 3 = 92,4 \text{ хв};$$

$$t_T^{6/3M} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 15,3 + 15 + 3 = 54,9 \text{ хв};$$

$$t_T^{3/3M} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 27,7 + 35 + 3 = 90,3 \text{ хв}.$$

Отримані дані можуть бути використані при побудові технологічних графіків обслуговування поїздів різних категорій та при побудові добового план-графіку роботи станції.

4.2 Перевірка колійного розвитку дільничної станції В

4.2.1 Методика розрахунку кількості колій в приймально-відправних парках

Кількість колій в приймально-відправному парку станції (без ходових) може бути визначена за формулою [33]

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{\text{зан}}}{I_j} \gamma_j, \quad (4.22)$$

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середньозважена тривалість зайняття колії поїздом у даному парку;

I_j – розрахунковий інтервал прибуття поїздів у даний парк з j -ї лінії;

γ_j – частка поїздів, що надходять у даний парк з j -ї лінії від загальної кількості поїздів, що прибувають на станцію з цієї лінії;

n – кількість ліній, що примикають до станції.

Кількість ліній n дорівнює кількості ділянок, що примикають до станції, якщо з кожної з них є безпосередній вхід на станцію.

4.2.2 Визначення середньозваженої тривалості зайняття колії поїздами

Для того, щоб знайти середньозважену тривалість зайняття колії приймально-відправного парку за формулою (4.1), необхідно всі поїзди, які приймаються в даний парк, розподілити на групи, для яких тривалість зайняття однакова. Тоді середньозважену тривалість зайняття колії можна визначити за допомогою виразу

$$\bar{t}_{\text{зайн}} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{\text{зайн}_i} N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \quad (4.23)$$

де $t_{\text{зайн}_i}$ – тривалість зайняття колії поїздом i -ї категорії;

N_i – середньодобова кількість поїздів i -ї категорії, що обробляються в даному парку;

k – кількість категорій поїздів, що відрізняються тривалістю обробки.

Тривалість зайняття колії приймально-відправного парку поїздом кожної групи визначається за формулою

$$t_{\text{зайн}} = t_{\text{Т}} + t_{\text{ОВ}}, \quad (4.24)$$

де $t_{\text{Т}}$ – тривалість виконання всіх технологічних операцій з поїздом у парку з урахуванням міжопераційних простоїв (див. п. 4.1);

$t_{\text{ОВ}}$ – тривалість очікування виводу (відправлення або прибирання) поїзда з парку.

4.2.3 Визначення тривалості очікування виводу поїздів із парків

4.2.3.1. Визначення часу очікування відправлення поїздів із приймально-відправних парків. Тривалість очікування відправлення вантажних поїздів (транзитних і свого формування) визначається окремо для кожної лінії, що примикає до парку. Для розрахунку вказаної тривалості можуть бути використані методи теорії масового обслуговування.

Приймально-відправний парк разом з лінією, що до нього примикає, можна розглядати як одноканальну систему масового обслуговування (СМО) з необмеженою чергою. На вхід її надходить найпростіший потік заявок (поїздів готових до відправлення) з інтенсивністю λ ; тривалість обслуговування заявки (інтервал часу від моменту відправлення попереднього поїзду до відправлення даного) може мати довільний закон розподілу.

Для такої СМО середня тривалість очікування заявок у черзі визначається за формулою Полячека-Хінчина [33]

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\Psi^2(1 + \vartheta^2)}{2\lambda(1 - \Psi)}, \quad (4.25)$$

де Ψ – коефіцієнт завантаження СМО;

ϑ – коефіцієнт варіації тривалості обслуговування.

Для транзитних парків та парку відправлення інтенсивність λ потоку поїздів, що відправляються на лінію, визначається за формулою

$$\lambda = \frac{N_{\text{вант}}}{1440}, \quad (4.26)$$

де $N_{\text{вант}}$ – кількість вантажних поїздів, що відправляються на дану лінію в середньому за добу.

Коефіцієнт завантаження лінії Ψ можна визначити як відношення кількості фактично відправлених вантажних поїздів $N_{\text{вант}}$ до максимальної кількості вантажних поїздів $N_{\text{вант}}^{\text{max}}$, яке може бути відправлено на цю лінію за добу при заданих розмірах пасажирського руху:

$$\Psi = \frac{N_{\text{вант}}}{N_{\text{вант}}^{\text{max}}}. \quad (4.27)$$

Підставивши вирази (4.26) та (4.27) у (4.25), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою поїздів в очікуванні відправлення на лінію:

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 N_{\text{вант}} (1 + \vartheta_{\text{від}}^2)}{N_{\text{вант}}^{\text{max}} (N_{\text{вант}}^{\text{max}} - N_{\text{вант}})}, \quad (4.28)$$

де $\vartheta_{\text{від}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на лінію (згідно Додатку А.3 $\vartheta_{\text{від}} = 0,7$).

Максимальна кількість вантажних поїздів, яка може бути відправлена на окрему лінію за добу, визначається за формулою

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

де N – наявна пропускна спроможність окремої лінії, яка визначається в залежності від необхідної пропускної спроможності.

Необхідна пропускна спроможність ліній, що примикають до станції визначено в п. 3.5.

Таким чином, наявна пропускна спроможність ліній та максимальна кількість вантажних поїздів, що може бути відправлена на лінію визначаються як:

1. Лінія К-В.

$$N_{\text{п}}^{\text{К-В}} = 50 \text{ пар поїздів}; \quad N = 100 \text{ пар поїздів [33].}$$

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 8 \cdot 1,5 - 2 (2-1) = 86 \text{ поїздів.}$$

2. Лінія Т-В.

$$N_{\text{п}}^{\text{Т-В}} = 35 \text{ пар поїздів}; \quad N = 48 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 48 - 6 \cdot 1,5 - 1 (2-1) = 38 \text{ поїздів.}$$

3. Лінія М-В.

$$N_{\text{п}}^{\text{М-В}} = 50 \text{ пар поїздів}; \quad N = 100 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 100 - 9 \cdot 1,5 - 2(2-1) = 84 \text{ поїздів.}$$

4. Лінія Н-В.

$$N_{\text{п}}^{\text{Н-В}} = 30 \text{ пар поїздів; } N = 48 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = 48 - 5 \cdot 1,5 - 1(2-1) = 39 \text{ поїздів.}$$

Тоді тривалість очікування відправлення складатиме:

$$1. \text{ На лінію К-В } t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 27(1+0,7^2)}{86(86-27)} = 5,7 \text{ хв}$$

$$2. \text{ На лінію Т-В } t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 18(1+0,7^2)}{38(38-18)} = 25,4 \text{ хв.}$$

$$3. \text{ На лінію М-В } t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 25(1+0,7^2)}{84(84-25)} = 5,4 \text{ хв.}$$

$$4. \text{ На лінію Н-В } t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 16(1+0,7^2)}{39(39-16)} = 19,1 \text{ хв.}$$

4.2.3.2. Визначення тривалості очікування прибирання составу з парку прийому. Тривалість очікування прибирання составу, що підлягає розформуванню, з парку прийому на витяжну колію визначається також з використанням методів теорії масового обслуговування.

Парк прийому з витяжними коліями для розформування составів можна також розглядати як одноканальну СМО з необмеженою чергою. На вхід СМО надходить найпростіший потік заявок (составів готових до розформування) з інтенсивністю λ , яка визначається за формулою [33]

$$\lambda = \frac{N_{\text{р}}}{1440}, \quad (4.30)$$

де $N_{\text{р}}$ – середньодобова кількість составів, що розформовуються на станції.

Тривалістю обслуговування заявки в даному випадку є гірковий технологічний інтервал $t_{\text{г}}$.

Коефіцієнт завантаження даної СМО може бути визначений як

$$\Psi = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (4.31)$$

де μ – інтенсивність розформування составів, яка визначається за формулою

$$\mu = \frac{1}{t_{\Gamma}}. \quad (4.32)$$

Підставивши вирази (4.30) і (4.32) у (4.31), отримуємо

$$\Psi = \frac{N_p t_{\Gamma}}{1440}. \quad (4.33)$$

Тоді, підставивши вирази (4.30) і (4.33) у (4.28), отримуємо формулу для розрахунку середнього простою составів у приймально-відправному парку в очікуванні прибирання:

$$t_{o.приб} = \frac{N_p t_{\Gamma}^2 (1 + \vartheta_{\Gamma}^2)}{2(1440 - N_p t_{\Gamma})}, \quad (4.34)$$

де ϑ_{Γ} – коефіцієнт варіації гіркового технологічного інтервалу (згідно Додатку А.3, $\vartheta_{\Gamma} = 0,5$).

Гірковий технологічний інтервал при паралельному розташуванні приймально-відправного та сортувального парків і використання одного маневрового локомотива визначається за формулою

$$t_{\Gamma} = t_3 + t_{приб} + t_{нас} + t_{роз} + t_{ос}, \quad (4.35)$$

де t_3 – тривалість заїзду локомотива з сортувального парку в приймально-відправний парк;

$t_{нас}$ – тривалість насуву составу до вершини гірки;

$t_{роз}$ – тривалість розпуску составу;

$t_{ос}$ – тривалість осаджування у розрахунку на один состав.

Згідно розрахунків п. 4.1.2 тривалість заїзду складає $t_3=2,9$ хв, $t_{приб}=7,7$ хв.

Величини $t_{\text{нас}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ визначаються за формулами [32]:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10}, \quad (4.36)$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06 m_{\text{сВ}}}{V_{\text{роз}}}, \quad (4.37)$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 m_{\text{с}}. \quad (4.38)$$

де $l_{\text{нас}}$ – довжина колії насуву (згідно плану станції $l_{\text{нас}} = 323$ м);

$V_{\text{роз}}$ – швидкість розпуску составу, значення якої приймаються згідно з [32], у залежності від середньої кількості вагонів у відчепі.

Згідно з Розділом 2, сортувальна гірка на станції В - механізована малої потужності, тому, відповідно до [34] $V_{\text{роз}} = 1,2$ м/с, тобто $V_{\text{роз}} = 4,32$ км/год.

Відповідно до наведених даних маємо:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,067 \frac{323-60}{10} = 3,18 \text{ хв}, \quad \text{приймаємо } t_{\text{нас}} = 3,2 \text{ хв};$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06 \cdot 53 \cdot 15}{4,32} = 11,04 \text{ хв}, \quad \text{приймаємо } t_{\text{роз}} = 11 \text{ хв};$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 53 = 3,18 \text{ хв}, \quad \text{приймаємо } t_{\text{ос}} = 3,2 \text{ хв}.$$

Таким чином, гірковий інтервал складає

$$t_{\Gamma} = 2,9 + 7,7 + 3,2 + 11 + 3,2 = 28 \text{ хв}.$$

При $N_{\text{р}}=12$ состав (табл. 3.4) час очікування прибирання становить

$$t_{\text{о.приб}} = \frac{12 \cdot 28^2 \cdot (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 12 \cdot 28)} = 5,3 \text{ хв}.$$

4.2.2. Визначення середньозваженої тривалості зайняття колії поїздом у парках станції

Для розрахунку середньозваженої тривалості зайняття поїздом колії необхідно визначити тривалість зайняття колії поїздом i -ї категорії та кількість поїздів кожної категорії, а також загальну кількість поїздів і тривалість їх знаходження у кожному парку.

Розрахунки виконані у табличній формі (див. табл. 4.3). Таблиця заповнюється на підставі табл. 4.2 і розрахованих у п. 4.1 значень t_T і t_{OV} . Розподілення всіх поїздів за категоріями та напрямками прямування необхідно тому, що від категорії поїзда залежить тривалість t_T , а від напрямку прямування – час очікування t_{OV} .

Таблиця 4.3 - Загальна кількість поїздів і тривалість їх знаходження в кожному парку

Категорія поїзда	Напрямок прямування	$t_T, хв$		$t_{OV}, хв$	$t_{зан}, хв$		ПВ1		ПВ2	
		ПВ1	ПВ2		ПВ1	ПВ2	$N, поїздів$	$Nt_{зан}$	$N, поїздів$	$Nt_{зан}$
Транзитні без зміни локомотива	на К	68,1	54,9	5,7	73,8	60,6	7	516,7		
	на Т			25,4	93,5	80,3	3	280,5		
	на Н			19,1	87,2	74,0			11	813,8
Транзитні зі зміною локомотива	на К	103,5	90,3	5,7	109,2	96,0	12	1310,5	4	383,8
	на Т			25,4	128,9	115,7	7	902,4	6	694,0
	на М			5,4	108,9	95,7	3	326,7	18	1721,9
	на Н			19,1	122,6	109,4	3	367,9		
Дільничні	у		50,5	5,3		55,8			6	334,7
Збірні	розформування		55,5			60,8			6	364,7
Свого формування	на К		92,4	5,7		98,1			4	392,2
	на Т			25,4		117,8			2	235,5
	на М			5,4		97,8			4	391,0
	на Н			19,1		111,5			2	223,0
Разом							35	3704,7	63	5554,6

Використовуючи підсумкові дані табл. 4.3, за формулою (4.23) розраховується середньозважена тривалість зайняття колії парку:

$$- \text{ у парку ПВ-1 } \bar{t}_{зан}^{ПВ-1} = \frac{3704,7}{35} = 105,9 \text{ хв};$$

$$- \text{ у парку ПВ-2 } \bar{t}_{зан}^{ПВ-2} = \frac{5554,6}{63} = 88,2 \text{ хв.}$$

4.3 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів на станцію

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що примикає до станції за формулою [33]

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.39)$$

де \bar{I}, I_{\min} – відповідно середній і мінімальний інтервали прибуття поїздів з окремої лінії.

Аналогічна формула використовується і для визначення розрахункового інтервалу надходження составів свого формування із сортувального парку.

4.3.1. Визначення мінімального інтервалу прибуття поїздів

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймається згідно з [33] у залежності від прийнятої наявної пропускнуої спроможності ділянки.

Згідно розрахунків:

1. Лінія К-В: $N = 100$ пар поїздів, $I_{\min} = 10$ хв;
2. Лінія Т-В: $N = 48$ пар поїздів, $I_{\min} = 18$ хв;
3. Лінія М-В: $N = 100$ пар поїздів, $I_{\min} = 10$ хв;
3. Лінія Н-В: $N = 48$ пар поїздів, $I_{\min} = 18$ хв.

Мінімальний інтервал надходження составів свого формування із сортувального парку визначається за формулою

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{\bar{t}_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.40)$$

де $\bar{t}_{\text{лф}}$ – середньозважена тривалість формування та перестановки составів у приймально-відправний парк маневровим локомотивом;

$m_{\text{в}}$ – кількість витяжних колій, на яких можуть одночасно виконуватись формування та перестановка составів у приймально-відправний парк. На дільничній

станції у разі необхідності ці операції виконуються на обох витяжних коліях із двох сторін сортувального парку, тобто $m_B = 2$.

Значення тривалості $\bar{t}_{\text{лф}}$ визначається за формулою

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.41)$$

де $N_{\text{д}}, N_{\text{зб}}$ – відповідно кількість составів дільничних і збірних поїздів, що формуються на станції;

$t_{\text{лф}}^{\text{д}}, t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ – тривалість формування та перестановки в парк составів відповідно дільничних і збірних поїздів.

Відповідно до наведених вище розрахунків тривалість закінчення формування дільничного та збірного поїздів складе, відповідно, $T_{\text{зф}}^{\text{дільн}} = 11,1 \text{ хв}$, $T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = 28,2 \text{ хв}$, а тривалість подачі составів на колію приймально-відправного парку - $t_{\text{под}} = 7,7 \text{ хв}$, тоді

$$t_{\text{лф}}^{\text{д}} = 11,1 + 7,7 = 18,8 \text{ хв};$$

$$t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = 28,2 + 7,7 = 35,9 \text{ хв}.$$

При $N_{\text{д}}=6$ составів і $N_{\text{зб}}=6$ составів (табл. 3.4) середньозважена тривалість їх формування та перестановки складає

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{6 \cdot 18,8 + 6 \cdot 35,9}{6 + 6} = 19,7 \text{ хв}.$$

Тоді мінімальний інтервал надходження составів свого формування

$$I_{\text{min}}^{\text{сф}} = \frac{19,7}{2} = 9,85 \text{ хв}.$$

Приймаємо $I_{\text{min}}^{\text{сф}} = 10 \text{ хв}$.

4.3.2. Визначення середнього інтервалу прибуття поїздів

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної окремої лінії визначається за формулою

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta (N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1) N_{\text{в}})}{N_{\text{в}}}, \quad (4.42)$$

де β – коефіцієнт місячної нерівномірності розмірів вантажного руху, (згідно Додатку А.3 $\beta=1,12$);

$N_{\text{в}}$ – кількість вантажних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії (з урахуванням збірних);

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

Відповідно до вихідних даних:

1. 1. Лінія К-В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,12(8 \cdot 1,5 + 2(2 - 1)) + (1,12 - 1)26)}{26} = 45 \text{ хв}$$

2. Лінія Т-В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} (1,12(6 \cdot 1,5 + 1(2 - 1)) + (1,21 - 1)19)}{19} = 54,5 \text{ хв}$$

3. Лінія М-В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} (1,12(9 \cdot 1,5 + 2(2 - 1)) + (1,12 - 1)26)}{26} = 44 \text{ хв}$$

4. Лінія Н-В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} (1,12(5 \cdot 1,5 + 1(2 - 1)) + (1,12 - 1)15)}{15} = 73,4 \text{ хв}$$

Середній інтервал виставки в приймально-відправний парк составів свого формування визначається як

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \quad (4.43)$$

де $N_{\text{сф}}$ – кількість составів свого формування (дільничних і збірних).

Відповідно до вихідних даних $N_{\text{сф}}=12$ состав (табл. 3.4), тоді

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{12} = 120 \text{ хв.}$$

4.3.3. Розрахунковий інтервал прибуття поїздів

Отримані у п. 4.3.1 і п. 4.3.2 дані дозволяють визначити за формулою (4.39) величини розрахункових інтервалів для кожної лінії:

$$\begin{aligned} I_{\text{К}} &= \frac{45+10}{2} = 27,5 \text{ хв,} & I_{\text{М}} &= \frac{44+10}{2} = 27 \text{ хв,} \\ I_{\text{Т}} &= \frac{54,5+18}{2} = 36,3 \text{ хв,} & I_{\text{Н}} &= \frac{73,4+18}{2} = 45,7 \text{ хв,} \\ I_{\text{сф}} &= \frac{120 + 10}{2} = 65 \text{ хв,} \end{aligned}$$

4.4 Розрахунок кількості колій у приймально-відправних парках станції

Для розрахунку кількості колій у приймально-відправних парках на підставі табл. 4.2 слід визначити частку поїздів, що надходять у кожний окремий парк з j -ї лінії від загальної кількості поїздів, що прибувають на станцію з цієї лінії, за формулою [33]

$$\gamma_j = \frac{N_j^{\text{п}}}{N_j^{\text{заг}}}, \quad (4.44)$$

де $N_j^{\text{п}}$ – кількість поїздів, що надходять у окремий парк з j -ї лінії;

$N_j^{\text{заг}}$ – загальна кількість поїздів, що прибувають на станцію з j -ї лінії.

Відповідно до вихідних даних значення γ_j становлять:

- для парку ПВ-1:

$$\gamma_{\text{М}}^{\text{ПВ-1}} = \frac{22}{24} = 0,92, \quad \gamma_{\text{Н}}^{\text{ПВ-1}} = \frac{13}{15} = 0,87.$$

- для парку ПВ-2:

$$\gamma_K^{\text{ПВ-2}} = \frac{26}{26} = 1, \quad \gamma_T^{\text{ПВ-2}} = \frac{19}{19} = 1, \quad \gamma_M^{\text{ПВ-2}} = \frac{2}{24} = 0,08,$$
$$\gamma_H^{\text{ПВ-2}} = \frac{2}{15} = 0,13, \quad \gamma_{\text{сф}}^{\text{ПВ-2}} = \frac{12}{12} = 1$$

Підставивши у формулу (4.22) значення γ_j , а також дані, що розраховані у п. 4.2.2 і п. 4.3.3, визначимо кількість колій у приймально-відправних парках станції, яка у прикладі становить:

- у парку ПВ-1

$$m = \frac{105,9}{27} \cdot 0,92 + \frac{105,9}{45,7} \cdot 0,087 = 5,6 \text{ колій.}$$

Прийнято 6 колій;

- у парку ПВ-2

$$m = \frac{88,2}{27,5} \cdot 1 + \frac{88,2}{36,3} \cdot 1 + \frac{88,2}{27} \cdot 0,08 + \frac{88,2}{45,7} \cdot 0,13 + \frac{88,2}{65} \cdot 1 = 7,5 \text{ колій.}$$

Прийнято 8 колій.

Згідно плану станції маємо 4 колії в парку ПВ-1 та 8 колії в ПВ-2. Відповідно до розрахунків кількість колій в ПВ-1 необхідно збільшити до 6 колій. Окрім того, необхідно запроектувати новий одноколійний непарний підхід Н.

4.5 Визначення кількості колій у сортувальному парку

Кількість сортувальних колій визначається в залежності від кількості призначень за планом формування поїздів і добової кількості вагонів кожного призначення. На кожне призначення плану формування виділяється окрема сортувальна колія [35]. Для призначень з добовим вагонопотоком більш ніж 200 вагонів виділяють дві колії. Корисна довжина сортувальних колій повинна відповідати встановленій довжині поїздів, збільшеній на 10 % [35].

Для місцевих вагонів слід передбачити одну колію. Крім того, слід передбачити колії для несправних і бездокументних вагонів.

Наприклад, на станцію В за добу відправляється два дільничних поїзда (табл. 3.4). Кількість вагонів у составі поїзда розрахована дорівнює 53 вагони. Отже, добовий вагонопотік на дане призначення складає $2 \cdot 53 = 106$ вагонів. Таким чином, для накопичення вагонів і формування дільничних поїздів на В потрібно мати одну колію. Розрахунок кількості колій у сортувальному парку доцільно виконувати у табличному вигляді (див. табл. 4.4).

Таблиця 4.4 - Кількість колій у сортувальному парку

Призначення	Добовий вагонопотік	Кількість колій
Для дільничних поїздів на К	106	1
Для дільничних поїздів на Т	53	1
Для дільничних поїздів на М	106	1
Для дільничних поїздів на Н	53	1
Для збірних поїздів на ділянку К-В	106	1
Для збірних поїздів на ділянку Т-В	53	1
Для збірних поїздів на ділянку М-В	106	1
Для збірних поїздів на ділянку Н-В	53	1
Для місцевих вагонів		1
Для несправних і бездокументних вагонів		1
Всього		10

Таким чином, у сортувальному парку необхідно мати 10 колій, що відповідає наявній кількості колій у парку С.

5 РОЗРОБЛЕННЯ ВАРІАНТІВ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В ТА ЇХ ПОРІВНЯННЯ

Розрахунок необхідної кількості колій в парках станції виявив невідповідність між фактичною та розрахунковою кількістю колій в приймально-відправному парку 1, що пов'язано з необхідністю побудови нового одноколійного підходу Н з непарного напрямку, а також зі зростанням обсягу транзитного вагонопотоку без переробки. Відповідно до виконаних розрахунків, в ПВ1 слід мати 6 колій, проти 4 існуючих. Окрім того, потрібно добудувати головну колію III напрямку Н-В.

5.1 Реконструкція парної горловини приймально-відправного парку ПВ1

В парній горловині ПВ-1 виконуються наступні операції:

- відправлення транзитних поїздів зі/без зміною локомотива на напрямки К, Т;
- подача та прибирання поїзних локомотивів з-під транзитних поїздів у локомотивне депо;
- пропуск пасажирських та приміських поїздів по головних коліях I-III.

В даній роботі запропоновано три варіанти реконструкції парної горловини.

У першому варіанті (див. рис. 5.1) приймально-відправні колії згруповані в дві секції по 3 колії, для цього запроектовано додатково 3 стрілочних переводи марки 1/9 №№ 118-122, а також необхідне перенесення 1 існуючої стрілки. Перевагою цього варіанту реконструкції є найменша довжина парної горловини.

За другим варіантом реконструкції горловини (див. рис. 5.2) колії ПВ1 колії згруповані в дві секції по 2 та 4 колії. До існуючого колійного розвитку необхідно додати 3 стрілочних переводи №№118-122, а також перевкласти 1 стрілку. При цьому, довжина горловини дещо більше, ніж у варіанті №1.

За третім варіантом реконструкції горловини (див. рис. 5.3) колії ПВ1 згруповані в дві секції по 4 та 2 колії. За допомогою перенесення з'їзду 110/112, а також вкладання додаткових з'їздів 67/69 та 71/73 забезпечується паралельне

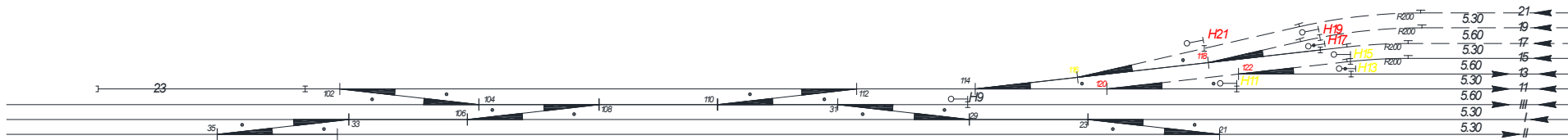


Рисунок 5.1 Варіант 1 реконструкції парної горловини парку ПВ1 (П1)

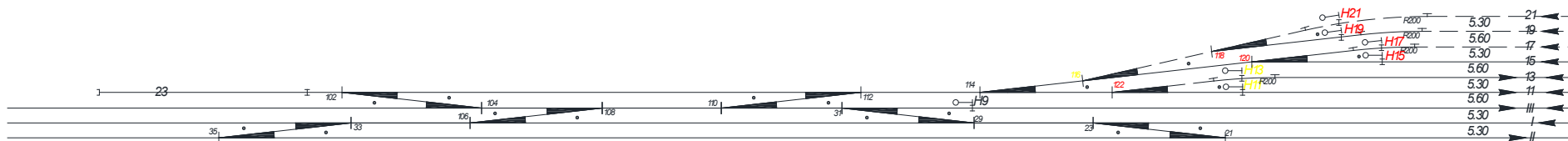


Рисунок 5.2 Варіант 2 реконструкції парної горловини парку ПВ1 (П2)

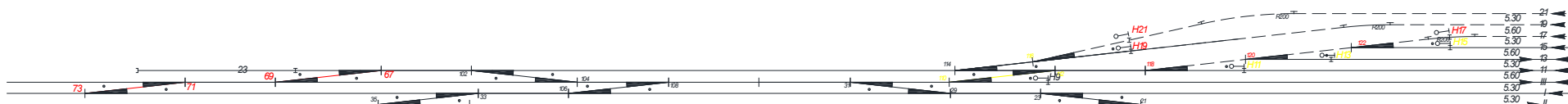


Рисунок 5.3 Варіант 3 реконструкції парної горловини парку ПВ1 (П3)

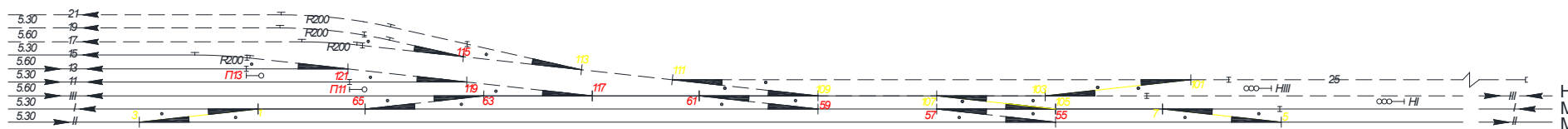


Рисунок 5.4 Варіант 1 реконструкції непарної горловини парку ПВ1 (Н1)

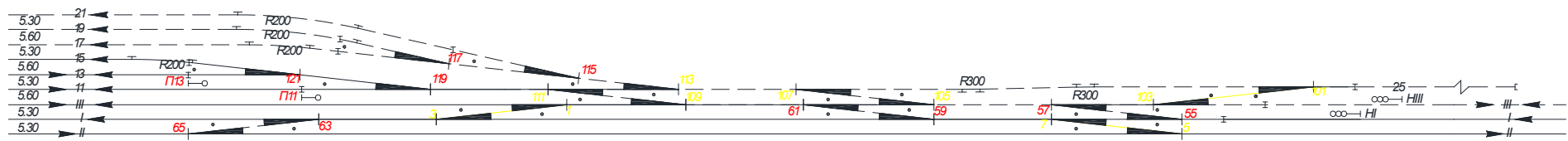


Рисунок 5.5 Варіант 2 реконструкції непарної горловини парку ПВ1 (Н2)

відправлення транзитних вантажних поїздів на напрямки К, Т по коліях II та III, відповідно. Окрім того, в горловини станції до існуючого колійного розвитку необхідно додати 3 стрілочних переводи №№118-122, а також перенести 1 стрілку. Перевагою даної горловини є забезпечення паралельного відправлення поїздів на напрямки К, Т, недоліком – найбільша довжина (майже на 100 м більше за перші варіанти).

Для оцінки якості запроєктованих рішень будемо використовувати два методи: аналітичний розрахунок завантаження горловин протягом доби, а також економічне порівняння варіантів з використанням модифікованих приведених витрат (МПВ).

Завантаження горловини для всіх варіантів розрахуємо за методикою [35]:

$$T_{\text{зав}} = \sum_1^g T_i^{\text{обл}} = \sum_1^g \left[n_{iti} \left(1 - c \sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}} \right) \right] \quad (5.1)$$

де $\sum T_i^{\text{обл}}$ – сумарне облікове завантаження від пересувань на кожному маршруті;

n_{iti} – завантаження стрілки протягом розрахункового періоду, що визначається як добуток числа пересувань різних видів по кожному маршруту та тривалості заняття стрілки одним пересуванням;

$\sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}}$ – сума відношень завантаження до розрахункового періоду попередніх в таблиці паралельних маршрутів;

c – коефіцієнт, згідно з [35] приймаємо $c=1,5$ якщо даний маршрут маневровий, якщо маршрут поїзний приймаємо $c=1$;

g – загальне число маршрутів в горловині (окрім тих маршрутів, що паралельні всім іншим маршрутам горловини і у розрахунок не вводяться, та маневрових пересувань на ізольованій витяжній колії).

Для зручності розрахунку складемо таблиці з переліком всіх маршрутів в парних горловинах, що наведені на рисунках 5.1-5.3. Розрахунки (табл. 5.1 - 5.2, відповідно) виконаємо для доби.

Таблиця 5.1 – Розрахунок завантаження парної горловини парку ПВ1 для варіанту 1 реконструкції

№ маршрута	Маршрут	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{горл}^{обл}$	c	$1-c\sum q_{горл}^{обл}$	$T_i^{об}$	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
					$q_i^{об}$														
					0,013	0,014	0,015	0,006	0,025	0,015	0,035	0,035	0,026	0,026					
1	Пропуск пасажирських поїздів по к. II	9	2	18												0	1	1,00	18,00
2	Пропуск пасажирських поїздів по к. III	10	2	20	II											0,013	1	0,99	19,75
3	Відпр. транз на Т з к. 11-17 по III к	7	3	21	II	-										0,013	1	0,99	20,74
4	Відпр. транз на Т з к. 19-21 по III к	3	3	9	II	-	-									0,013	1	0,99	8,89
5	Відпр. транз на К з к. 11-17 по II к	12	3	36	-	-	-	-								0	1	1,000	36,00
6	Відпр. транз на К з к. 19-21 по II к	7	3	21	-	-	-	-	-							0,000	1	1,000	21,00
7	Прибирання поїзних лок з к. 11-17 на лок туп	25	2	50	II	II	-	-	-	-						0,026	1,5	0,960	48,02
8	Прибирання поїзних лок з туп в депо	25	2	50	-	-	-	-	-	-	-					0	1,5	1,000	50,00
9	Подача поїзн лок з депо в лок тупик	19	2	38	-	-	-	-	-	-	-	-				0	1,5	1,000	38,00
10	Подача поїзн лок під поїзда на к. 11-17	19	2	38	II	II	-	-	-	-	-	-	-			0,026	1,5	0,960	36,50
Разом																			296,89

Згідно з отриманим розрахунком у табл. 5.1 отримаємо:

$$T_{зав} = 296,89 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт завантаження горловини визначимо за формулою:

$$\Psi_{горл} = \frac{T_{зав}}{T_p}, \quad (5.2)$$

де T_p – розрахунковий період.

Для першого варіанту реконструкції непарної горловини при $T_p=1440 \text{ хв.}$:

$$\Psi_{горл}^1 = \frac{296,89}{1440} = 0,206$$

Для варіанту 2 перелік маршрутів та їх взаємне перетинання аналогічний з першим та $\Psi_{горл}^2 = 0,206$.

Таблиця 5.2 – Розрахунок завантаження парної горловини парку ПВ1 для варіанту 3 реконструкції

№ маршрута	Маршрут	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{горл}^{обл}$	c	$1 - \sum q_{горл}^{обл}$	$T_i^{об}$	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
					$q_i^{об}$														
					0,013	0,014	0,015	0,006	0,025	0,015	0,035	0,035	0,026	0,026					
1	Пропуск пасажирських поїздів по к. II	9	2	18												0	1	1,00	18,00
2	Пропуск пасажирських поїздів по к. III	10	2	20	II											0,013	1	0,99	19,75
3	Відпр. транз на Т з к. 11-17 по III к	7	3	21	II	-										0,013	1	0,99	20,74
4	Відпр. транз на Т з к. 19-21 по III к	3	3	9	II	-	-									0,013	1	0,99	8,89
5	Відпр. транз на К з к. 11-17 по II к	12	3	36	-	-	-	-								0	1	1,000	36,00
6	Відпр. транз на К з к. 19-21 по II к	7	3	21	-	-	-	II	-							0,006	1	0,994	20,87
7	Прибирання поїзних лок з к. 11-17 на лок туп	25	2	50	II	II	-	-	-	-						0,026	1,5	0,960	48,02
8	Прибирання поїзних лок з туп в депо	25	2	50	-	-	-	-	-	-	-					0,000	1,5	1,000	50,00
9	Подача поїзн лок з депо в лок тупик	19	2	38	-	-	-	-	-	-	-	-				0,000	1,5	1,000	38,00
10	Подача поїзн лок під поїзда на к. 11-17	19	2	38	II	II	-	-	-	-	-	-	-			0,026	1,5	0,960	36,50
Разом																			296,76

Для третьої горловини $T_{зав} = 296,76 хв$, що на 0,13 хв менше, ніж у варіантах 1 та

2. Згідно з формулою (5.1) отримаємо:

$$\Psi_{горл}^2 = \frac{296,76}{1440} = 0,206$$

Як видно, забезпечення одночасного відправлення поїздів на напрямки К та Т у третьому варіанті реконструкції парної горловини парку ПВ1 не зменшує коефіцієнт завантаження горловини, тому остаточне порівняння горловин виконаємо за допомогою МПВ.

5.2 Реконструкція непарної горловини приймально-відправного парку ПВ1

В непарній горловині ПВ1 виконуються наступні операції:

- пропуск пасажирських та приміських поїздів з/на напрямки М, Н;
- пропуск транзитних поїздів у розформування з напрямків М, Н у ПВ2;
- пропуск транзитних поїздів свого формування на напрямки М, Н з ПВ2;
- приймання транзитних поїздів з та без зміни локомотивів з напрямків М та Н;
- приймання кутових транзитних поїздів з М на Н та з Н на М з подальшим їх відправленням;
- подача поїзних локомотивів під кутові поїзда на напрямки М, Н;
- перестановка вагонів, що потребують ремонту, в сортувальний парк через витяжну колію №25.

Таким чином, реконструкцію горловини парку ПВ1 необхідно виконати з урахуванням виконання перелічених вище операцій. Слід зазначити, що побудова нового підходу Н накладає додаткові вимоги до конструкції непарної горловини парку ПВ1:

- необхідно передбачити паралельний прийом поїздів з напрямків М, Н;
- слід виділити колії для прийому/відправлення кутових поїздів;
- існуючу витяжну колію № 25 слід розібрати, вкласти головну колію III напрямку Н-В, над якою побудувати нову колію №25;
- перебудувати земляне полотно з урахуванням зміни ширини міжколійя та запроектувати нову міжколійну відстань 5,30 м між головними коліями II і III, а також 6,50 м між коліями III та 25.

Таким чином реконструкція непарної горловини приймально-відправного парку 1 потребує повної перебудови горловини парку задля забезпечення перелічених вище вимог, а також забезпечення необхідної корисної довжини приймально-відправних колій.

Розглянемо два можливих варіанти реконструкції непарної горловини.

У першому варіанті (див. рис. 5.4) колії згруповані у два пучка по 3 колії, нижній – колії № 11-15, верхній – колії №17-21. Витяжна колія №25 для перестановки несправних вагонів у сортувальний парк примикає до верхнього пучка колій парку ПВ1, вихід з нижнього пучка – через головну колію №III. В даному варіанті реконструкції запроектовано додатково 4 стрілочних переводи марки 1/9 №№ 115-121. Слід зазначити, що довжина горловини парку при даному варіанті реконструкції дещо менша, ніж за іншим варіантом.

Згідно другого варіанту перебудови непарної горловини парку ПВ1 (див. рис. 5.5), колії також згруповані у два пучка по 3 колії. Приймально-відправна колія №11 подовжена та переходить у витяжну колію №25 (за допомогою паралельного суміщення колій). При цьому, примикання колій верхнього пучку відбувається на подовжені колії №11, що дає змогу виконувати перестановку вагонів з приймально-відправних колій на витяжну без виходу на головну колію №III. Даний варіант реконструкції передбачає додаткове вкладання чотирьох стрілочних переводів марки 1/9 №№ 115-121.

Слід зазначити, що внаслідок добудови нового підходу Н, додатково запроектовано з'їзди 55/57 та 59/61 для забезпечення одночасного прийому (відправлення) поїздів з напрямків М-В та Н-В, а також додатковий з'їзд 63/65 для подачі/забирання несправних вагонів в сортувальний парк.

Порівняння горловин виконаємо з використанням коефіцієнта завантаження горловини, згідно методики, описаної в п.5.1.

Перелік всіх маршрутів для горловин на рис. 5.4 та рис. 5.4 наведені в табл. 5.3 та 5.4, відповідно.

Згідно з отриманим розрахунком у табл. 5.3 отримаємо:

$$T_{\text{зав}} = 288,47 \text{ хв.}$$

Таблиця 5.3 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку ПВ-1 для варіанту 1 реконструкції

№ маршрута	Маршрут	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}}$	c	$1-c \sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}}$	$T_i^{\text{об}}$
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
					$q_i^{\text{об}}$													
					0,013	0,013	0,014	0,012	0,039	0,086	0,006	0,006	0,008	0,008				
1	Слідування пас. поїздів по І к	9	2	18											0	1	1,00	18,00
2	Слідування пас. поїздів по ІІ к	9	2	18	П										0,013	1	0,99	17,78
3	Слідування пас. поїздів по ІІІ к	10	2	20	П	П									0,025	1	0,98	19,50
4	Приєм кут. транз. поїздів з Н на 11-17 к	3	5,6	16,8	П	П	-								0,025	1	0,98	16,38
5	Приєм транз. поїздів з Н на 19-21 к	10	5,6	56	П	П	-	-							0,025	1	0,975	54,60
6	Приєм транз. поїздів з М на 11-17 к	22	5,6	123,2	П	-	-	-	-						0,013	1	0,988	121,66
7	Відпр кут. транз поїздів на Н з к. 11-17	3	3	9	П	П	-	-	-	П					0,111	1	0,889	8,01
8	Відпр кут. транз поїздів на М з к. 11-17	3	3	9	-	-	-	-	-	-	-				0,000	1	1,000	9,00
9	Подача лок. з депо на 25 к.	6	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-			0,000	1,5	1,000	12,00
10	Перест лок. з 25 к. на 11-17 к.	6	2	12	П	П	-	-	-	-	-	-			0,025	1,5	0,963	11,55
Разом																		288,47

Для першого варіанту реконструкції парної горловини при $T_p=1440$ хв:

$$\Psi_{\text{горл}}^1 = \frac{288,47}{1440} = 0,2$$

Таблиця 5.4 – Розрахунок завантаження непарної горловини парку ПВ-1 для варіанту 2 реконструкції

№ маршрута	Маршрут	n_i	t_i	$n_i t_i$	№ маршрута										$\sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}}$	c	$1-c \sum q_{\text{поп}}^{\text{обл}}$	$T_i^{\text{об}}$
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
					$q_i^{\text{об}}$													
					0,013	0,013	0,014	0,012	0,039	0,086	0,006	0,006	0,008	0,008				
1	Слідування пас. поїздів по І к	9	2	18											0	1	1,00	18,00
2	Слідування пас. поїздів по ІІ к	9	2	18	П										0,013	1	0,99	17,78
3	Слідування пас. поїздів по ІІІ к	10	2	20	П	П									0,025	1	0,98	19,50
4	Приєм кут. транз. поїздів з Н на 11-17 к	3	5,6	16,8	П	П	-								0,025	1	0,98	16,38
5	Приєм транз. поїздів з Н на 19-21 к	10	5,6	56	П	П	-	-							0,025	1	0,975	54,60
6	Приєм транз. поїздів з М на 11-17 к	22	5,6	123,2	П	-	-	-	-						0,013	1	0,988	121,66
7	Відпр кут. транз поїздів на Н з к. 11-17	3	3	9	П	П	-	-	-	П					0,111	1	0,889	8,01
8	Відпр кут. транз поїздів на М з к. 11-17	3	3	9	-	-	-	-	-	-	-				0,000	1	1,000	9,00
9	Подача лок. з депо на 25 к.	6	2	12	-	-	-	-	-	-	-	-			0,000	1,5	1,000	12,00
10	Перест лок. з 25 к. на 11-17 к.	6	2	12	П	П	П	-	-	-	-	-			0,039	1,5	0,942	11,30
Разом																		288,22

Згідно з отриманим розрахунком у табл. 5.4 отримаємо:

$$T_{\text{зав}} = 288,22 \text{ хв.}$$

Для другого варіанту реконструкції парної горловини при $T_p=1440$ хв.:

$$\Psi_{\text{горл}}^2 = \frac{288,22}{1440} = 0,2$$

Оскільки коефіцієнти завантаження як непарної, так і парної горловин горловини незначно відрізняються, то остаточний вибір варіанту реконструкції горловин буде виконано після розрахунку модифікованих приведених витрат на перебудову парку.

5.3 Економічне порівняння варіантів реконструкції дільничної станції В

Реконструкція непарного приймально-відправного парку передбачає будівництво нових колій, нового одноколійного підходу Н-В, перевкладання витяжної колії №25, розбирання рейко-шпальної решітки та стрілочних переводів, укладання нових стрілочних переводів марки 1/9, а також земляні роботи по перебудові горловин та колій парку.

Реконструкція парків призведе до збільшення експлуатаційних витрат пов'язаних з утриманням колій та стрілочних переводів, але це забезпечить приймання/відправлення поїздів з напрямку Н-В.

Для вибору варіантів інвестицій використовуються показники порівняльної економічної ефективності, які враховують лише змінні вартісні частини. В якості таких показників виступають: порівняльна величина інтегрального економічного ефекту вкладень, суми наведених будівельно-експлуатаційних витрат, термін окупності і коефіцієнт ефективності додаткових інвестицій. Якщо порівнювані варіанти відрізняються один від одного тільки розмірами потрібних інвестиційних вкладень і експлуатаційними витратами (поточними витратами), то найбільш ефективне рішення буде відповідати мінімуму модифікованої суми приведених будівельно-експлуатаційних витрат.

Тож, в якості узагальненого критерію для оцінки розглянутих варіантів конструкцій горловин приймально-відправного парку ПВ1 розрахуємо модифіковані приведені витрати (МПВ) як [36]

$$\text{МПВ} = K + (E \cdot (1 - H_{\text{мн}}) - A \cdot H_{\text{мн}}) \cdot \frac{1 - (1 + D)^{-T}}{D}, \quad (5.3)$$

де K – капітальні вкладення, грн.;

E – щорічні експлуатаційні (поточні) витрати без урахування амортизаційних відрахувань, грн.;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

$N_{\text{пп}}$ – норма податку на прибуток, 18% (Додаток А.4), тобто $N_{\text{пп}}=0,18$;

D – ставка дисконту (мінімальна необхідна норма доходу на капітал), 15%, тобто $D = 0,15$ (Додаток А.4);

T – тривалість життєвого циклу проекту, $T = 10$ років (Додаток А.4).

Розрахунки вартості будівництва виконані у відповідності з одиничними вартостями робіт.

Укладання нових колій виконується в межах смуги відведення земель дільничної станції і не потребує знесення та нового будівництва існуючих будівель та споруд, тому вартість цих робіт у розрахунку економічної ефективності варіантів не враховується.

У будівельних витратах (капіталовкладеннях) при розрахунку економічної ефективності варіантів враховано вартість спорудження таких основних об'єктів:

- земляне полотно і верхня будова колій, що споруджуються, влаштування водовідводів;
- стрілочні переводи з включенням їх в централізацію;
- обладнання колій пристроями СЦБ та зв'язку (автоблокування, автоматична локомотивна сигналізація, світлофори).

Порівняння варіантів буде виконуватись по тих показниках, що мають відмінності. Якщо за де-яким параметром всі варіанти збігаються, то він не береться до розрахунків. Так, в будь-якому випадку в непарній горловині парку ПВ1 необхідно побудувати пункт обігріву для працівників бригади ПТО, а також приміщення для чергового по парку. Тому ці капітальні витрати не будуть враховані при порівнянні варіантів реконструкції парку ПВ1, оскільки вони є однаковими.

При розрахунку експлуатаційних витрат по варіантах враховано утримання постійних пристроїв, по яких варіанти, що порівнюються мають відмінності, враховані в будівельних витратах.

5.3.1 Визначення обсягів капітальних вкладень у реконструкцію по розглянутих варіантах

Обсяги капітальних вкладень по i -му варіанту реконструкції розраховуються як сума вартості окремих видів робіт та визначаються за формулою

$$K_i = \sum c_j n_j \quad (5.4)$$

де j – вид робіт, передбачений планом виконання реконструкції;

c_j – одинична вартість виконання певного виду робіт, передбачених планом виконання реконструкції;

n_j – вимірник одиничної вартості.

Вартість основних видів будівельних робіт та матеріалів наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Одинична вартість основних видів будівельних робіт та матеріалів

№ з/п	Вид робіт	Вимірник та позначення	Вартість, тис. грн. та позначення
1	2	3	4
1.	Демонтаж залізничної колії	км, $l_{\text{дем}}^{\text{р.шп}}$	30,91, $c_{\text{дем}}^{\text{р.шп}}$
2.	Демонтаж стрілочного переводу	КОМПЛ., $n_{\text{дем}}^{\text{стр}}$	2,21 $c_{\text{дем}}^{\text{стр}}$
3.	Демонтаж світлофора	КОМПЛ., $n_{\text{дем}}^{\text{св}}$	0,87, $c_{\text{дем}}^{\text{св}}$
4.	Укладка ланкової колії з рейок типу Р65 на залізобетонних шпалах	км, $l_{\text{ук}}^{\text{р.шп}}$	65,69, $c_{\text{ук}}^{\text{р.шп}}$
5.	Рейки старогідні типу Р65 1-ї групи для вкладання на приймально-відправних коліях	км, $l_{\text{куп}}^{\text{Р65}}$	504,9, $c_{\text{куп}}^{\text{Р65}}$
6.	Збирання ланок рейкошпальної решітки на залізобетонних шпалах	км, $l_{\text{зб}}^{\text{р.шп}}$	1625,47, $c_{\text{зб}}^{\text{р.шп}}$
7.	Баластування залізничної колії на залізобетонних шпалах щебеним баластом	1000 м3, $Q_{\text{бал}}$	10,67, $c_{\text{бал}}$
8.	Виправка колії на залізобетонних шпалах на щебеному баласті перед здачею в постійну експлуатацію	км, $l_{\text{ук}}^{\text{р.шп}}$	8,1, $c_{\text{вип}}^{\text{р.шп}}$
9.	Зведення земляного полотна із суглинків з урахуванням спорудження водовідвідних каналів	1000 м3, $Q_{\text{зп}}$	13,06, $c_{\text{зп}}$
10.	Ущільнення ґрунту причіпними катками на пневматично-гусеничному ході	1000 м3, $Q_{\text{зп}}$	11,41, $c_{\text{ущ}}$

Продовження таблиці 5.5

1	2	3	4
11.	Улаштування залізобетонних водовідвідних лотків	км, $l_{\text{лот}}$	104,14, $c_{\text{лот}}$
12.	Обладнання приймально-відправних колій пристроями СЦБ та зв'язку (повна довжина колій)	км, $l_{\text{ук}}^{\text{р.шп}}$	230,18, $c_{\text{СЦБ}}$
13.	Збирання стрілочних переводів блоками з підготовкою їх до укладання	компл., $n_{\text{зб}}^{\text{сп}}$	29,99, $c_{\text{зб}}^{\text{сп}}$
14.	Стрілочний перевід марки 1/9 на залізобетонних брусах	компл., $n_{\text{куп}}^{1/9}$	486,5, $c_{\text{куп}}^{1/9}$
15.	Укладка стрілочних переводів блоками з урахуванням встановлення граничних стовпчиків	компл., $n_{\text{ук}}^{\text{стр}}$	4,78, $c_{\text{ук}}^{\text{стр}}$
16.	Включення стрілочних переводів у централізацію	компл., $n_{\text{СЦБ}}^{\text{стр}}$	2,21, $c_{\text{СЦБ}}^{\text{стр}}$
17.	Установка подвійного карликового вихідного світлофора та включення в централізацію	шт., $n_{\text{св}}^{\text{карл}}$	88,87, $c_{\text{св}}^{\text{карл}}$

При баластуванні колії на один кілометр будівельної дожини колії витрачається 2,8 тис м³ щебеневого баласту (Додаток А.4).

У розрахунках прийнято, що 65 % від загального обсягу демонтованої колії переукладається (Додаток А.4).

При розрахунку обсягу земляних робіт прийнято, що колії розташовані на насипу із середньою робочою відміткою 0,5 м, при цьому обсяг земляних робіт складає 4,5 тис м³ на 1 км колії (Додаток А.4).

У розрахунках прийнято, що 20 % від загальної довжини нових колій обладнуються залізобетонними водовідвідними лотками висотою 0,75 м (Додаток А.4).

Обсяги основних робіт визначені за масштабними кресленнями розглянутих варіантів і наведені в таблиці 5.6. Порівняння варіантів виконаємо, поєднавши горловини попарно, врахувавши величину корисної довжини приймально-відправних колій.

Як видно, найменша кількість нових стрілочних переводів - при компонованні П1-Н1 або П1-Н2, проте найменша кількість стрілок, що загалом потрібно вкласти – за варіантом П1-Н1. Найменша довжина колій, які потрібно розібрати - при компонованні П1-Н1 або П1-Н2.

Таблиця 5.6 – Обсяг робіт по варіантах реконструкції

Найменування роботи	Компонування горловин					
	П1-Н1	П1-Н2	П2-Н1	П2-Н2	П3-Н1	П3-Н2
Демонтаж СП 1/9, <i>компл.</i>	8	10	8	10	10	12
Кількість нових СП 1/9, <i>компл.</i>	12	12	13	13	17	17
Вкладання СП 1/9, <i>компл.</i>	20	22	21	23	27	29
Демонтаж колії, <i>км</i>	1302,24	1302,24	1313,32	1313,32	1439,13	1439,13
Укладання колії, <i>км</i>	5225,34	5052,58	5193,21	5020,98	5670,31	5775,26
Демонтаж світлофора, <i>шт</i>	5	5	5	5	5	5
Кількість нових світлофорів, <i>шт</i>	6	6	6	6	6	6
Встановлення світлофора, <i>шт</i>	11	11	11	11	11	11

Вартість основних робіт та матеріалів для реконструкції станції визначається за формулою [36]:

$$\begin{aligned}
 K_i = & l_{\text{дем}}^{\text{р шп}} \cdot c_{\text{дем}}^{\text{р шп}} + n_{\text{дем}}^{\text{стр}} \cdot c_{\text{дем}}^{\text{стр}} + n_{\text{дем}}^{\text{св}} \cdot c_{\text{дем}}^{\text{св}} + (l_{\text{зб}}^{\text{р шп}} - 0,65l_{\text{дем}}^{\text{р шп}}) \cdot (2c_{\text{куп}}^{\text{р65}} + c_{\text{зб}}^{\text{р шп}}) + \\
 & + l_{\text{укл}}^{\text{р шп}} (c_{\text{укл}}^{\text{р шп}} + c_{\text{вип}}^{\text{р шп}} + 0,2c_{\text{лот}} + c_{\text{сцб}}) + (2,8c_{\text{бал}} + 4,5(c_{\text{зп}} + c_{\text{ущ}})) \cdot (l_{\text{укл}}^{\text{р шп}} + 0,045n_{\text{укл}}^{\text{стр}}) + \quad (5.5) \\
 & + n_{\text{куп}}^{1/9} \cdot c_{\text{куп}}^{1/9} + n_{\text{куп}}^{1/9} \cdot c_{\text{зб}}^{\text{стр}} + n_{\text{ук}}^{\text{стр}} (c_{\text{ук}}^{\text{стр}} + c_{\text{сцб}}^{\text{стр}}) + n_{\text{св}}^{\text{карл}} \cdot c_{\text{св}}^{\text{карл}}
 \end{aligned}$$

де $l_{\text{зб}}^{\text{р шп}} - 0,6l_{\text{дем}}^{\text{р шп}}$ – довжина нових колій, для яких необхідно придбати рейки та зібрати рейкошпальну решітку, оснастивши колії залізобетонними шпалами;

2 – кількість рейок однієї залізничної колії;

0,2 – коефіцієнт, що враховує довжину водовідвідних залізобетонних лотків від загальної довжини колій, що вкладаються;

2,8 – коефіцієнт, що враховує обсяг щебеневого баласту;

4,5 – коефіцієнт, що враховує обсяг ґрунтів для зведення земляного полотна;

0,045 – коефіцієнт, що враховує розгорнуту довжину стрілочного переходу при його баластуванні щебеним баластом.

Розрахунок капітальних витрат по варіантах реконструкції горловин парків дільничної станції В наведений в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Розрахунок капітальних витрат по варіантах реконструкції

Найменування роботи	Компонування горловин					
	П1-Н1	П1-Н2	П2-Н1	П2-Н2	П3-Н1	П3-Н2
Демонтаж 1 км колії	40254,84	40254,84	40597,35	40597,35	44486,39	44486,39
Демонтаж СП 1/9	17,66	22,08	17,66	22,08	22,08	26,50
Демонтаж світлофора	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37	4,37
Вартість нових рейок	11539445,30	11084179,86	11435795,73	10981926,97	12477571,19	12754140,47
Вкладання колій з улаштуванням СЦБ та лотків	1697173,71	1641061,82	1686737,99	1630798,24	1841698,54	1875785,97
Зведення земляного полотна	731702,87	707528,10	727210,79	703110,22	794045,26	808751,45
Вартість нового СП 1/9	5837,95	5837,95	6324,45	6324,45	8270,43	8270,43
Збирання СП 1/9	359,90	359,90	389,90	389,90	509,86	509,86
Вкладання СП 1/9	139,84	153,82	146,83	160,82	188,78	202,77
Встановлення світлофорів	977,59	977,59	977,59	977,59	977,59	977,59
Всього	14015914,05	13480380,34	13898202,66	13364311,98	15167774,50	15493155,79

Отже, менші капітальні вкладення (13364311,98 тис. грн) маємо при компонуванні варіанту №2 парної та варіанту №2 непарної горловини парку ПВ1. При цьому необхідно придбати 13 нових стрілочних переводів, а довжина нової рейкошпальної решітки є найменшою із запропонованих варіантів (5020,98 м).

5.3.2 Визначення експлуатаційних витрат по варіантах

Експлуатаційні витрати за варіантом включають в себе витрати, пов'язані з утриманням технічних засобів [36]:

$$E = E_{\text{СП}} + E_{\text{КОЛ}} + E_{\text{СВ}} + E_{\text{ЗП}} \quad (5.6)$$

де $E_{\text{СП}}$ – витрати на утримання стрілочних переводів;

$E_{\text{КОЛ}}$ – витрати на утримання станційних колій;

$E_{\text{СВ}}$ – витрати на утримання світлофорів;

$E_{\text{ЗП}}$ – витрати на утримання земляного полотна.

Витрати на утримання стрілочних переводів визначаються як

$$E_{\text{лок}} = n_{\text{сп}} \cdot e_{\text{сп}}, \quad (5.7)$$

де $n_{\text{сп}}$ – кількість додаткових стрілочних переводів за варіантами;
 $e_{\text{сп}}$ – вартість утримання 1-го стрілочного переводу.

Витрати на утримання станційних колій визначаються як

$$E_{\text{кол}} = l_{\text{укл}}^{\text{р шп}} \cdot e_{\text{кол}}, \quad (5.8)$$

де $l_{\text{укл}}^{\text{р шп}}$ – довжина нової рейко-шпальної решітки за варіантами;
 $e_{\text{кол}}$ – вартість утримання 1 км станційних колій.

Витрати на утримання світлофорів визначаються як

$$E_{\text{св}} = n_{\text{св}}^{\text{карл}} \cdot e_{\text{св}}^{\text{карл}}, \quad (5.9)$$

де $n_{\text{св}}^{\text{карл}}$ – кількість додаткових карликових світлофорів за варіантами;
 $e_{\text{св}}^{\text{карл}}$ – вартість утримання 1-го світлофору.

Витрати на утримання земляного полотна визначаються як

$$E_{\text{зп}} = Q_{\text{зп}} \cdot e_{\text{зп}} \quad (5.10)$$

де $Q_{\text{зп}}$ – обсяг земляного полотна та водовідвідних пристроїв;
 $e_{\text{зп}}$ – вартість утримання земляного полотна та водовідвідних пристроїв.

Вартість утримання споруд та пристроїв наведена в табл. 5.8.

Таким чином, узагальнююча формула для розрахунку експлуатаційних витрат має такий вигляд

$$E = n_{\text{сп}} \cdot e_{\text{сп}} + l_{\text{укл}}^{\text{р шп}} \cdot e_{\text{кол}} + n_{\text{св}}^{\text{карл}} \cdot e_{\text{св}}^{\text{карл}} + e_{\text{зп}} \cdot (l_{\text{укл}}^{\text{р шп}} + 0,045n_{\text{ук}}^{\text{стр}}) \quad (5.11)$$

Розрахунок експлуатаційних витрат по варіантах реконструкції горловин парків наведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.8 – Витрати на утримання постійних пристроїв

№ з/п	Споруди та пристрої	Вимірник та позначення	Вартість, тис. грн. та позначення
1	Стрілочний перевід марки 1/9 на залізобетонних брусах централізований	компл., $n_{СП}$	24,1, $e_{СП}$
2	Ланкова колія з рейок типу Р65 на залізобетонних шпалах обладнана пристроями ЕЦ	км, $l_{ук}^{р.шп}$	211,97, $e_{кол}$
3	Подвійний карликовий світлофор	шт., $n_{св}^{карл}$	8,83, $e_{св}^{карл}$
4	Земляне полотно і водовідвідні пристрої	1000 м ³ , $Q_{зп}$	0,94, $e_{зп}$

Таблиця 5.9 – Розрахунок експлуатаційних витрат за варіантами

Найменування витрат	Компонування горловин					
	П1-Н1	П1-Н2	П2-Н1	П2-Н2	П3-Н1	П3-Н2
Утримання стрілочних переводів	482,08	530,29	506,18	554,39	650,81	699,02
Утримання станційних колії	1107604,87	1070985,28	1100794,34	1064287,09	1201924,27	1224170,31
Утримання світлофорів	97,15	97,15	97,15	97,15	97,15	97,15
Утримання земляного полотна та водовідвідних пристроїв	4928,34	4765,52	4898,09	4735,76	5348,25	5447,30
Всього	1113112,45	1076378,23	1106295,76	1069674,39	1208020,48	1230413,78

Як видно з таблиці 5.9, мінімальні експлуатаційні витрати на обслуговування непарного приймально-відправного парку розраховані для комбінації горловин П2-Н2 та складають 1069674,39 тис грн.

5.3.3 Розрахунок модифікованих приведених витрат

Амортизаційні відрахування визначаються прямолінійним методом за формулою

$$A = \frac{K}{T}. \quad (5.12)$$

На основі виконаних вище розрахунків капітальних вкладень та експлуатаційних витрат, за формулою (5.3) виконується розрахунок модифікованих приведених витрат за варіантами реконструкції горловин парку ПВ1, що наведений в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Розрахунок модифікованих приведених витрат за варіантами

Показник	Компонування горловин					
	П1-Н1	П1-Н2	П2-Н1	П2-Н2	П3-Н1	П3-Н2
К, тис. грн	14015914,05	13480380,34	13898202,66	13364311,98	15167774,50	15493155,79
Е, тис. грн	1113112,45	1076378,23	1106295,76	1069674,39	1208020,48	1230413,78
А, тис. грн	1401591,40	1348038,03	1389820,27	1336431,20	1516777,45	1549315,58
МПВ, тис. грн	13587999,58	13065736,41	13472536,96	12951876,03	14702870,83	15020149,73

Слід зазначити, що забезпечення паралельного відправлення транзитних вантажних поїздів з парку ПВ1 на напрямки К,Т спричинили збільшення капітальних та експлуатаційних витрат на придбання та утримання стрілочних переводів, колій та земляного полотна, в порівнянні з іншими варіантами. Окрім того, додаткові витрати не впливають на коефіцієнт завантаження парної горловини парку ПВ1 (див. п.5.1). За результатами виконаних розрахунків МПВ можна зробити висновок, що комплексно для непарного приймально-відправного парку доцільно обрати другі варіанти реконструкції горловин парку ПВ1, оскільки значення МПВ для такої комбінації – найменше (12951876,03 тис. грн).

6 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В

- На дільничній станції В виконуються такі операції:
- пропуск пасажирських поїздів з усіх напрямків;
- приймання-відправлення приміських поїздів з зупинкою, в тому числі відстій составів приміських поїздів;
- приймання-відправлення транзитних поїздів з та без зміни локомотивів та локомотивних бригад, а також кутових поїздів;
- приймання транзитних вантажних поїздів у розформування з усіх напрямків;
- відправлення вантажних поїздів свого формування на всі напрямки;
- обслуговування вантажного району загального користування;
- накопичення составів вантажних поїздів на коліях сортувального напрямку.

6.1 Технологія роботи з транзитними поїздами без зміни локомотива

– Транзитні поїзди з напрямків К-В та Т-В по II та III головним коліям, відповідно, приймаються на колії приймально-відправного парку 2: транзитні поїзда з напрямку Т – на колії №8,10, з напрямку К – на колії № 12,14. Транзитні поїзда з напрямків Н-В по III колії приймаються у ПВ1 на колії № 19,21.

При відправленні поїзда з сусідньої станції ДСП, попередньо узгодивши із ДНЦ колію приймання, сповіщає про номер поїзда, колію прибуття та час його прибуття старшому прийомоздавальному вантажу та багажу, оглядачу вагонів, за 10-15 хвилин до прибуття поїзду на станцію. При одночасному прибутті кількох поїздів ДСП повинен повідомити старшого прийомоздавальника вантажу та багажу, оглядача вагонів про черговість їх обробки.

ДСП надає вказівку сигналісту про закріплення составів на колії прибуття, відповідно до порядку, встановленого технічно-розпорядчим актом станції.

Після прибуття поїзда на станцію з ним виконують наступні технологічні операції:

- укладання гальмівних башмаків;
- огороження состава;

- технічне обслуговування вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів.

Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда без зміни локомотива на прикладі поїзда з напрямку Т (ПВ2), за наявності ТГНЛ наведено на рисунку 6.1. Дані для побудови графіку розраховані в розділі 4.1, а також Додатку А. Комерційний огляд состава проводиться паралельно технічному обслуговуванню та тривалості їх виконання однакові.



Рисунок 6.1 - Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда без зміни локомотива

Технічне обслуговування состава транзитного поїзда без зміни локомотива розпочинається після зупинки й закріплення поїзда та огороження состава сигналами зупинки оглядачем вагонів в ПВ1 на коліях №15-21, в ПВ2 на коліях №8-14.

Про всі несправності, що підлягають усуненню при технічному обслуговуванні з

відчепленням, оглядач вагонів наносять на вагони позначки. Окрім вищезазначеного можуть виконуватися роботи з ремонту й заміни ланцюгів розчіпного привода та несправних розчіпних важелів.

Паралельно з технічним обслуговуванням старший прийомоздавальник вантажу та багажу оглядає вагони в комерційному відношенні, крім огляду верхньої частини вагону, для виявлення комерційних несправностей та подальшого їх усунення (без відчеплення або з відчепленням вагонів від поїзда).

При комерційному огляді вагонів і вантажів здійснюється:

- звірка номерів вагонів з перевізними документами;
- зовнішнім оглядом виявляються комерційні несправності, що загрожують безпеці руху і збереженню вагонів та вантажів, також перевіряється стан кузовів, дверей, люків вагонів, їх справність, відсутність слідів втрати чи несхоронності вантажів;
- безвідчипне усунення комерційних несправностей під час обробки состава;
- усунення комерційних несправностей, які не потребують подавання вагонів на спеціальні пункти усунення комерційних несправностей (перевірка стану вантажу, перевантаження, виправлення кріплення тощо);
- перевірка наявності на вагонах пломб (ЗПП) і їх відтисків (номерів) з даними відомостей про пломби (ЗПП), вказаних в перевізних документах і натурному листі.

Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду состава оглядач вагонів та старший прийомоздавальник вантажу та багажу по маневровому радіозв'язку повідомляють ДСП про закінчення огляду. Після чого ДСП дає наказ оглядачу вагонів на прибирання сигналів зупинки з подальшим відправленням поїзда.

На станції В комерційний огляд проводить старший прийомоздавальник вантажу та багажу. Комерційному огляду підлягають всі вагони, що прибувають в розформування, сформовані на станції, а також групи та окремі вагони, що відчіпляються від поїзда. Залишені поїзди, групи вагонів і поодинокі вагони підлягають комерційному огляду після прибуття і перед відправленням зі станції, якщо вони були залишені на станції, та термін їх перебування перевищує 2 години.

Про проведення комерційного огляду старший прийомоздавальник вантажу робить відмітку на першому екземплярі натурального листа. Огляд вагонів і контейнерів, що підлягають супроводу воєнізованої охорони, здійснюється разом з цією охороною.

В усіх випадках виявлення комерційних несправностей складається акт загальної форми ГУ-23, що підписується працівниками, які здійснюють комерційний огляд, але не менше двох осіб. Працівники воєнізованої охорони, які брали участь в огляді, також підписують акт загальної форми.

Через наявність контактної мережі на станційних коліях технічний та комерційний огляд вагонів в складі поїзда виконується з обов'язковим виконанням Правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях.

6.2 Технологія роботи з транзитним поїздом зі зміною локомотива

– Транзитні поїзда з та на напрямом М прослідують дільничну станцію В зі зміною локомотива, оскільки на даній станції для цього напрямку знаходиться оборотне депо. Окрім того, зміна локомотива виконується для кутових транзитних поїздів.

– Транзитні поїзди зі зміною локомотивів та локомотивних бригад з напрямку М-В по I головній колії приймаються у приймально-відправний парк 1 на колії 15-17, кутові поїзда з М на Н, а також з Н-М приймаються на колії № 11,13 парку ПВ1. Куткові транзитні поїзда з Т на К, а також з К на Т приймаються на колію № 6 парку ПВ2.

Після прибуття поїзда на станцію з ним виконують наступні технологічні операції:

- укладання гальмівних башмаків;
- огороження состава;
- технічне обслуговування вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів;
- зміна локомотиву та/або локомотивної бригади;
- опробування автогальм.

Технічне обслуговування состава розпочинається після зупинки й закріплення поїзда та огороження состава сигналами зупинки оглядачем вагонів в ПВ1 на коліях

№11-17, в ПВ2 на коліях №6.

Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива на прикладі поїзда з напрямку М (ПВ1), за наявності ТГНЛ наведено на рисунку 6.2. Дані для побудови графіку розраховані в розділі 4.1, а також Додатку А. Комерційний огляд состава проводиться паралельно технічному обслуговуванню та тривалості їх виконання однакові.

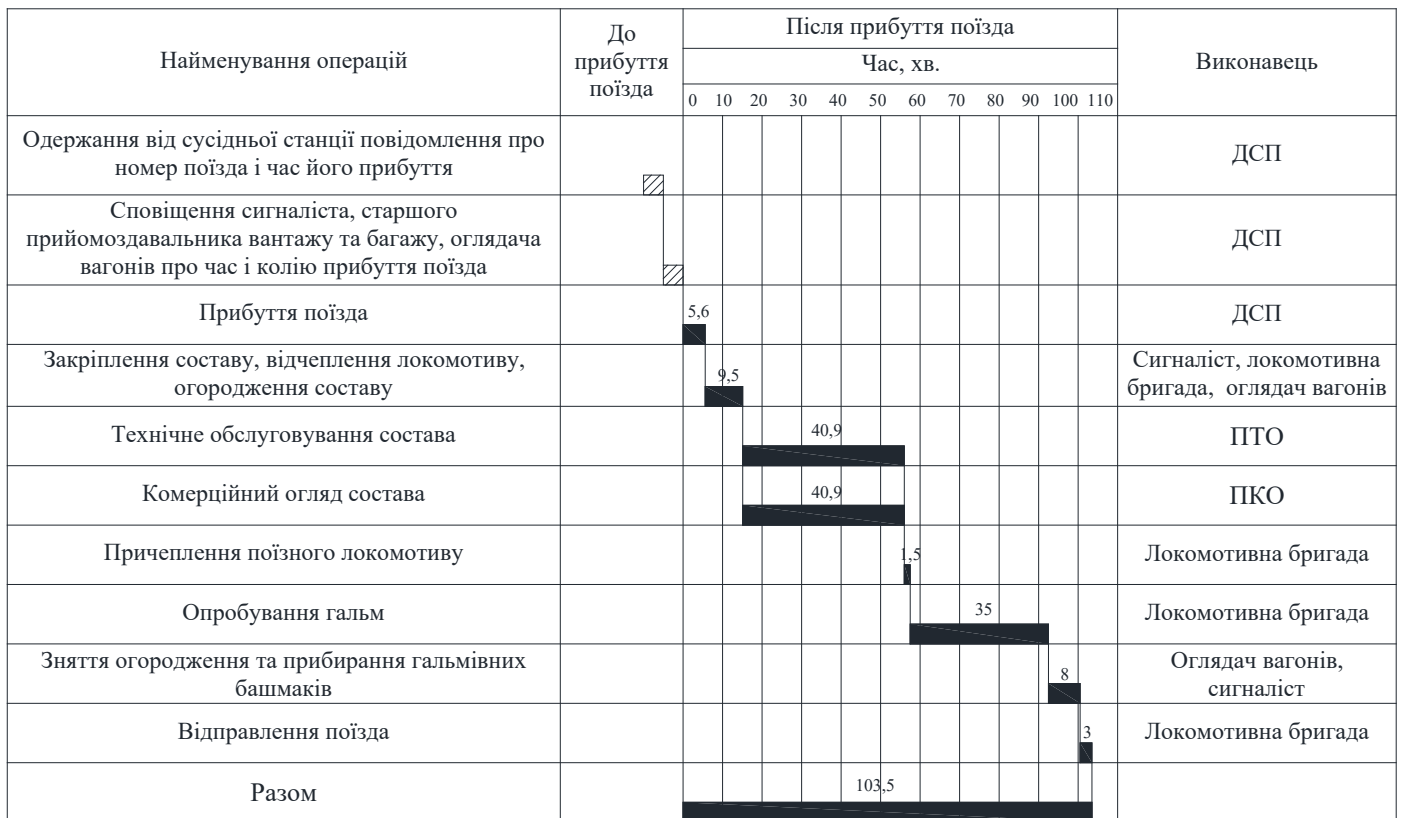


Рисунок 6.2 - Графік виконання технологічних операцій з обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива

Паралельно з технічним обслуговуванням старший прийомоздавальник вантажу та багажу оглядає вагони в комерційному відношенні, крім огляду верхньої частини вагону, для виявлення комерційних несправностей та подальшого їх усунення (без відчеплення або з відчепленням вагонів від поїзда).

Після прибуття поїздів у парк ПВ1 поїзні локомотиви з колій № 11-17 слідує у локомотивний тупик №23, потім через головні колії – у локомотивне депо. Поїзні

локомотиви на зміну для відправлення на напрямки К, Т слідуєть у зворотньому напрямку. Поїзні локомотиви під кутові поїзда на М, Н з локомотивного господарства через головні колії слідуєть на витяжну колії № 25, потім – на колії № 11,13.

Після прибуття кутових транзитних поїздів у парк ПВ2 поїзні локомотиви слідуєть по з'єднувальних коліях в локомотивне депо. Поїзні локомотиви на зміну з локомотивного господарства по вільній колії парку ПВ2 слідуєть у парну горловину та через витяжну колію розформування № 22 подаєтья під состав на колію №6.

Після закінчення технічного обслуговування і комерційного огляду состава оглядач вагонів та старший прийомоздавальник вантажу та багажу по маневровому радіозв'язку повідомляють ДСП про закінчення огляду. Після чого ДСП дає наказ оглядачу вагонів на прибирання сигналів зупинки.

6.3 Технологія роботи з поїздами у розформування

– Поїзда, що надходять на станцію в переробку (дільничні та збірні) з усіх напрямків, приймаєтья на нижні колії приймально-відправного парку 2 № 16-20. Поїзні локомотиви з-під поїздів з напрямків К, Т після відчеплення по з'єднувальним коліям подаєтья в локомотивне господарство; поїзні локомотиви з-під поїздів з напрямків М та Н подаєтья на витяжну колію №22, потім по вільній колії приймально-відправного парку 2 надходять в локомотивне депо. Після завершення технічного, комерційного оглядів, безвідчіпного ремонту вагонів у разі необхідності, состави у розформування витягуютья на витяжну колію розформування №22. Розформування составів виконуютья на сортувальній гірці малої потужності. Формування составів поїздів відбуваєтья через витяжну колію формування №24.

Графік обробки дільничного поїзда наведено на рисунку 6.3. Дані для побудови графіку розраховані в розділі 4.1, а також Додатку А. Комерційний огляд состава проводиться паралельно технічному обслуговуванні та тривалості їх виконання однакові.

По відправленні поїзда із сусідньої станції, черговий по станції (ДСП), парку ПВ2 сповіщає працівників технічної контори, пункту технічного огляду (ПТО) і пункту

комерційного огляду (ПКО) про номер, індекс поїзда, колію прийому і часу його прибуття для підготовки до зустрічі прибуваючого поїзда.

Працівники, що беруть участь в обробці поїзда, завчасно виходять до колії прийому, щоб зробити огляд і знайти несправності, що виявляються на ходу.

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда								Виконавець
		Час, хв.								
		0	10	20	30	40	50	60		
Запит, одержання та розмітка ТГНЛ оператором при ДСП та старшим прийомоздавальником вантажу та багажу										Оператор при ДСП
Одержання від сусідньої станції повідомлення про номер поїзда і час його прибуття										ДСП
Сповіднення сигналіста, старшого прийомоздавальника вантажу та багажу, оглядача вагонів про час і колію прибуття поїзда										ДСП
Прибуття поїзда		5,6								ДСП
Закріплення составу, відчеплення локомотиву, огороження составу			9,5							Сигналіст, локомотивна бригада, оглядач вагонів
Технічне обслуговування составу				15,3						ПТО
Комерційний огляд составу				15,3						ПКО
Заїзд маневрового локомотива					2,9					Локомотивна бригада
Причеплення маневрового локомотиву, зняття закріплення та огороження						9,5				Сигналіст, локомотивна бригада, оглядач вагонів
Прибирання составу на витяжну колію							7,7			Локомотивна бригада
Разом				50,5						

Рисунок 6.3 - Графік обробки дільничного поїзда у розформування

Списування інвентарних номерів вагонів виконується працівниками пункту списування на ходу в обох горловинах парку ПВ2. Дані про інвентарні номери вагонів передаються у технічну контору по телетайпному зв'язку.

При одночасному прибутті декількох поїздів ДСП повідомляє працівникам ПТО черговість їхньої обробки.

- Обробка поїздів, що прибули у розформування складається з наступних операцій:
- технічного обслуговування поїзда і підготовки його до розформування;

- комерційного огляду;
- контрольної перевірки поїзда і наявності документів.

Поїзди, що прибули у парк закріплюють гальмівними башмаками з метою попередження їхнього уходу з колій парку. Закріплювання поїздів виконує сигналіст, який по закінченні даної операції безпосередньо повідомляє ДСП приймального парку. ДСП дає дозвіл локомотивній бригаді, зробити відчеплення локомотива від складу. Після фактичного відчеплення поїзного локомотива за вказівкою ДСП оператор ПТО виконує огороження складу.

Здійснивши огороження, оператор ПТО повідомляє про це по двосторонньому парковому зв'язку всіх працівників, що причетні до технічного і комерційного огляду. Під час технічного огляду бригада ПТО виконує огляд складу з метою виявлення пошкоджених вагонів і при необхідності може здійснювати безвідчипний ремонт. Комерційний огляд складу виконують приймальники поїздів ПКО станції, які перевіряє вагони на наявність порушень у правильності навантаження і фактів розкрадання чи доступу до вантажу. По закінченні технічного і комерційного огляду працівники ПТО і ПКО доповідають по двосторонньому парковому зв'язку оператору ПТО про закінчення робіт, після чого старший оглядач дає вказівку оператору ПТО про зняття огороження на даній колії і повідомлення про цю подію ДСП.

У випадку виявлення вагонів, що вимагають відчипного ремонту, оглядач повідомляє оператору ПТО відповідні інвентарні номери вагонів з метою внесення змін у сортувальний лист.

Керуючись інформацією про підхід поїздів, розміченими телеграмами-натурними листами (ТГНЛ), наявністю вагонів на коліях сортувального парку і планом формування поїздів, ДСЦ установлює черговість розформування поїздів з урахуванням найшвидшого накопичення вагонів і формування поїздів з метою зменшення простою вагонів на станції. ДСЦ дає вказівки причетним працівникам про послідовність розпуску, змінах у сортувальному листі, спеціалізації сортувальних колій і ін.

Процес розформування і формування составів через сортувальну гірку складається з наступних операцій:

- заїзд гірочного локомотива під состав;
- насув составу на гірку;
- розпуск состава;
- осаджування вагонів на коліях сортувального парку для ліквідації «вікон» – простору між вагонами;
- закінчення формування составів на коліях сортувального парку.

Маневровою роботою по розформуванню і формуванню поїздів у сортувальному парку керує ДСЦ, якому підлегли:

- черговий по гірці (ДСПГ);
- оператори паркової гальмівної позиції;
- складачі поїздів гірки;
- складачі маневрового району вихідної горловини сортувального парку.

ДСП готує маршрут заїзду гірочного локомотива під состав і маршрут насуву його на гірку за вказівкою ДСЦ. Заїзд гірочного локомотива під состав виконується через витяжну колію №22 у непарній горловині парку. ДСПГ, у свою чергу, попереджає працівників парку про насув поїзда і дає команду машиністу гірочного локомотива. Перед безпосереднім початком розформування составу ДСПГ повинний переконатися в готовності всіх причетних до розпуску працівників.

Під час розпуску составу ДСЦ, ДСПГ, оператори паркових гальмівних позицій та бригада складачів поїздів гірки користуються сортувальним листком.

Розчеплення вагонів на горбу гірці виконує складальна бригада. При неможливості розчеплення вагонів, складальна бригада припиняє роботу і негайно повідомляє ДСЦ про несправність і за його вказівкою розчіплює на один вагон більше. Відчеплена група направляється на одну з колій сортувального парку. Дана несправність усувається працівниками ПТО після перестановки.

ДСЦ у процесі розпуску повинний контролювати ступінь заповнення колій сортувального парку, колії проходження відчепів. Також він повинний контролювати правильність відчеплення вагонів на горбі гірки по номерах вагонів, зазначених у сортувальному листку.

ДСЦ зобов'язаний готувати колії сортувального парку, щоб забезпечити мінімальний час розпуску составів з гірки. Для цього періодично виконується осаджування і підтягування вагонів.

Осаджування чи підтягування робить маневровий локомотив за вказівкою ДСЦ після закінчення розпуску состава.

6.4 Технологія роботи з поїздами свого формування при їх відправленні

З составом свого формування проводяться наступні операції:

- закріплення составів гальмовими башмаками;
- технічне обслуговування, поточний і безвідчипний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів, усунення комерційних несправностей;
- зняття огороження составу;
- вручення перевізних документів локомотивній бригаді;
- причеплення поїзного локомотива і випробування автогальм;
- вилучення гальмових башмаків;
- відправлення поїзда.

Відправлений із станції В поїзд повинен бути сформований відповідно до плану формування поїздів, і мати встановлені сигнали.

Графік обробки поїзда свого формування наведено на рисунку 6.4, дані для побудови якого розраховані в розділі 4.1, а також Додатку А.

При технічному обслуговуванні составів перед відправленням виявляються технічні несправності, отримані в процесі розпуску і накопичення составу. Несправності, отримані в процесі навантаження або розвантаження вагонів, виявляються і усуваються відповідними працівниками на сортувальних коліях і місцях загального користування.

Найменування операцій	До перестановки состава	Після прибуття поїзда										Виконавець
		Час, хв.										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Закінчення формування дільничного составу												Локомотивна бригада, складач поїздів
Подача составу в парк відправлення												Локомотивна бригада, складач поїздів
Закріплення составу, відчеплення локомотиву, огороження составу												Сигналіст, локомотивна бригада, оглядач вагонів
Технічне обслуговування составу												ПТО
Комерційний огляд составу												ПКО
Причеплення поїзного локомотиву												Локомотивна бригада
Опробування гальм												Локомотивна бригада
Зняття огороження, прибирання башмаків												Оглядач вагонів, сигналіст
Відправлення поїзда на П												Локомотивна бригада
Разом												

Рисунок 6.4 - Графік обробки поїзда свого формування

Після закінчення технічного обслуговування составу про це сповіщається оператор ПТО, який доповідає ДСП про готовність составу. Оператор ПТО знімає огороження і на колію подається поїзний локомотив. Після цього проводиться повне опробування автогальм.

Паралельно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд шляхом одночасного проходження уздовж составу. Знайдені комерційні несправності повинні бути усунені до відправлення поїзда. По закінченню комерційного огляду і усунення несправностей старший прийомоздавальник повідомляє ДСП про готовність составу в комерційному відношенні.

ДСП може відправити поїзд після отримання підтвердження готовності в технічному і комерційному відношенні, а також за наявності документів на поїзд у локомотивної бригади, наявності хвостових сигналів. Можливість відправлення поїзда ДСП повинен погоджувати з поїзним диспетчером.

7 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДІЛЬНИЧНОЇ СТАНЦІЇ В

Добовий план-графік роботи дільничної станції В є графічною імітаційною моделлю, яка призначена для виявлення найбільш доцільних умов взаємодії всіх складових підрозділів станції.

Добовий план-графік побудований на основі даних та розрахунків тривалості виконання технічних операцій у попередніх розділах, а також розкладу руху поїздів, який наведено у Додатку Б.1, а також даних про состав поїздів, що прибувають у розформування (Додаток Б.2).

Після закінчення складання плану-графіку визначаються показники функціонування станції, а саме:

- простій транзитного вагону без переробки;
- простій транзитного вагону з переробкою;
- середньозважена величина простою транзитного вагону;
- робочий парк вагонів;
- коефіцієнти використання маневрових локомотивів;
- коефіцієнти завантаження бригад ПТО.

Простій транзитного вагону без переробки визначаємо за формулою [32]:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}}}, \text{ год} \quad (7.1)$$

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ – сумарні вагоно-години простою транзитних поїздів без переробки у парках;

$n_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ – загальне число вагонів у транзитних поїздах, що прибувають на станцію без переробки.

Простій транзитного вагону без переробки складає:

- для парку ПВ1:

$$\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 4858,5 \text{ ваг-год}, n_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 1855 \text{ ваг}, \text{ тоді}$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{4858,5}{1855} = 2,63 \text{ год}$$

– для парку ПВ2:

$$\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 5282,3 \text{ ваг-год}, n_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 2067 \text{ ваг}, \text{ тоді}$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{5282,3}{2067} = 2,56 \text{ год}.$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{відпр}}, \text{ год}. \quad (7.2)$$

де $t_{\text{пр}}$ – середній час простою транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибутті;

$t_{\text{нак}}$ – середній час простою вагонів під накопиченням у сортувальному парку;

$t_{\text{відпр}}$ – середній час знаходження составів свого формування під обробкою по відправленню у ПВ1.

Вищевказані величини обчислюються за наступним виразом [32]:

$$t_i = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i} \quad (7.3)$$

Простій транзитного вагону без переробки складає:

$$t_{\text{пр}} = \frac{1036}{516} = 2,01 \text{ год};$$

$$t_{\text{нак}} = \frac{3122,12}{516} = 6,05 \text{ год};$$

$$t_{\text{відпр}} = \frac{1169,2}{516} = 2,27 \text{ год};$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 2,01 + 6,05 + 2,27 = 10,33 \text{ год}.$$

Середньозважену величину простою транзитного вагону визначасмо за формулою [32]:

$$t_{\text{пр}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{бп}} + \sum n_{\text{тр}}^{\text{зп}}} \quad (7.4)$$

$$t_{\text{пр}} = \frac{4858,5 + 5282,3 + 5327,32}{1855 + 2067 + 516} = 3,5 \text{ год.}$$

Робочий парк вагонів розраховується за формулою:

$$n_{\text{р}} = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{сп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{сп}} + n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{24}; \quad (7.5)$$

$$n_{\text{р}} = \frac{1855 + 2067 + 516}{24} = 185 \text{ ваг.}$$

Коефіцієнт завантаження кожного маневрового локомотиву визначаємо за формулою:

$$K_{\text{л}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{24 - T_{\text{тп}}}, \quad (7.6)$$

де $\sum t_{\text{ман}}$ – сумарні локомотиво-години роботи маневрового локомотива, згідно добового плану-графіку;

$T_{\text{тп}}$ – тривалість технологічних перерв.

Згідно Додатку А.3 $T_{\text{тп}} = 2 \text{ год}$, тоді коефіцієнт завантаження гірчного локомотива складає:

$$K_{\text{л}}^1 = \frac{5,6}{24 - 2} = 0,25.$$

Коефіцієнт завантаження хвостового локомотива:

$$K_{л}^2 = \frac{8,3}{24-2} = 0,37.$$

Завантаження бригад ПТО парків станції визначається як:

$$\varphi = \frac{\sum t_{то}}{S(24-2)}, \quad (7.7)$$

де $\sum t_{то}$ - сумарна тривалість огляду поїздів в парку, год;

S – кількість бригад в парках станції.

Згідно з добовим планом-графіком маємо:

– для парку ПВ1:

$$\varphi = \frac{18,68}{1(24-2)} = 0,85;$$

– для парку ПВ2:

$$\varphi = \frac{19,83}{1(24-2)} = 0,91.$$

Розрахувавши показники добового план-графіку станції можна зробити висновок, що фактичне завантаження бригади ПТО парку ПВ2 значно перевищує розрахункове значення ($0,91 > 0,80$), тому необхідно збільшити кількість бригад в ПВ2, що зменшить їх завантаження, а також простій поїздів в приймально-відправному парку.

Відповідно до проведених розрахунків в п 4.1.3 для парку ПВ2 при двох бригадах ПТО найближче значення коефіцієнта завантаження до раціонального рівня ($0,75-0,85$) є $\psi_{бр} = 0,72$. При цьому, для парку ПВ2 тривалість обробки складу поїзда складає:

- для транзитного поїзда без зміни локомотива:

$$t_{об}^{6/3М} = 28,5 \text{ хв};$$

- для транзитного поїзда зі зміною локомотива:

$$t_{об}^{3/3М} = 30,9 + 10 = 40,9 \text{ хв};$$

- для поїзда, що надходить в розформування:

$$t_{об}^{позф} = 28,5 \text{ хв};$$

- збірного, що надходить в переробку:

$$t_{об}^{зб} = 28,5 + 5 = 33,5 \text{ хв};$$

- поїзда свого формування:

$$t_{об}^{св/форм} = 30,9 + 10 = 40,9 \text{ хв}.$$

Відповідно до наведеної в п. 4.1.1 методики розрахунку тривалості виконання технологічних операцій з поїздами, а також вихідними даними з Додатку А, час обслуговування транзитних поїздів в приймально-відправному парку ПВ2 буде дорівнювати:

$$t_{Т}^{\text{розф/дільн}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 28,5 + 2,9 + 7,7 = 63,7 \text{ хв};$$

$$t_{Т}^{\text{розф/зб}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 33,5 + 2,9 + 7,7 = 68,7 \text{ хв}$$

$$t_{Т}^{\text{св/форм}} = 7,7 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 40,9 + 35 + 3 = 105,6 \text{ хв};$$

$$t_{Т}^{\text{б/зм}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 28,5 + 15 + 3 = 68,1 \text{ хв};$$

$$t_{Т}^{\text{з/зм}} = 5,6 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 + 40,9 + 35 + 3 = 103,5 \text{ хв}.$$

Отримані дані будуть використані при побудові другого варіанту добового плану графіку роботи станції при обслуговуванні поїздів двома бригадами ПТО з двома групами оглядачів вагонів в кожній в парку ПВ2.

За результатами моделювання роботи станції з двома бригадами ПТО виконуємо розрахунок показників роботи станції, при цьому тривалість простою поїздів, коефіцієнт завантаження бригади ПТО в парку ПВ1 не змінюються, а також не міняються коефіцієнти використання маневрових локомотивів. Розрахунок решти показників наведено нижче.

Простій транзитного вагону без переробки для парку ПВ2 складає:

$$\sum n_{тр}^{бп} t_{тр}^{бп} = 4387,1 \text{ ваг-год}, n_{тр}^{бп} = 2067 \text{ ваг}, \text{ тоді}$$

$$t_{тр}^{бп} = \frac{4387,1}{2067} = 2,12 \text{ год}.$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{пр}} = \frac{914,4}{516} = 1,77 \text{ год};$$

$$t_{\text{нак}} = \frac{3031,11}{516} = 5,87 \text{ год};$$

$$t_{\text{відпр}} = \frac{974,8}{516} = 1,9 \text{ год};$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{зп}} = 1,77 + 5,87 + 1,9 = 9,54 \text{ год}.$$

Середньозважена величина простою транзитного вагону визначається як

$$t_{\text{пр}} = \frac{4858,5+4387,1+5020,31}{1855+2067+516} = 3,21 \text{ год}.$$

Згідно з добовим планом-графіком для парку ПВ2 для кожної бригади ПТО маємо:

– для бригади 1:

$$\varphi = \frac{16,92}{1(24-2)} = 0,77;$$

– для бригади 2:

$$\varphi = \frac{16,58}{1(24-2)} = 0,75.$$

Для оцінки якості останнього варіанту план-графіку роботи дільничної станції В в таблиці 7.1 виконано порівняння показників роботи станції.

Таблиця 7.1 – Порівняння варіантів роботи дільничної станції В

Показники	1 бригада ПТО з 4-х груп оглядачів в ПВ2	2 бригади ПТО з 2-х груп оглядачів в ПВ2	Зменшення величини показника
Простій транзитного вагону без переробки:			
– ПВ1	2,63 год	2,63 год	0
– ПВ2	2,56 год	2,12 год	0,44 год (17%)
Простій транзитного вагону з переробкою	10,33 год	9,54 год	0,79 год (7,6%)
Середньозважена величина простою транзитного вагону	3,5 год	3,21 год	0,29 год (8,3%)
Робочий парк вагонів	185 ваг	185 ваг	0
Завантаження бригад ПТО:			
– ПВ1	0,85	0,85	
– ПВ2	0,91	0,77 та 0,75	
Завантаження локомотивів:			
– гирочний	0,25	0,25	
– хвостовий	0,37	0,37	

Як видно з наведених розрахунків, величина тривалості простою поїздів у приймально-відправному парку 2 зменшилась для транзитного вагону без переробки на 0,44 год (17%), з переробкою – на 0,79 год (7,6%). При цьому, річна економія від скорочення простою транзитних поїздів без переробки складе 5,05 млн грн, з переробкою – 2,29 млн грн.

За першим варіантом план-графіку роботи дільничної станції В в парку ПВ2 працює одна бригада ПТО, що складається з 4-х груп, згідно другого варіанту в парку ПВ2 поїзди обслуговують дві бригади ПТО з двох груп оглядачів в кожній. Відповідно до цього, штат працівників, задіяних в технічному огляді вантажних поїздів по прибуттю та відправленню, не зміниться.

8 БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ ПРИ ПОРУШЕННІ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ СЦБ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Відповідальність за стан безпеки руху на станції В покладено на начальника станції (ДС), який особисто і через своїх заступників здійснює комплекс профілактичних заходів щодо забезпечення безпеки руху і забезпечує необхідний контроль за станом безпеки руху на станції

Безпека руху на станції забезпечується шляхом комплексу профілактичних заходів.

Заступник начальника станції (ДСЗ), працівники інженерно-технічного відділу при виявленні порушень щодо забезпечення безпеки руху працівниками, пов'язаними з безпекою руху поїздів, під час перебування на робочих місцях або у парках станції негайно повідомляють ДС для вжиття невідкладних заходів до порушників та вживають заходів щодо усунення виявлених недоліків.

Керівниками станції В зі встановленою періодичністю виконуються перевірки дотримання регламенту переговорів, пов'язаними з безпекою руху поїздів на станції, за допомогою документованої системи «Архіватор мови».

У разі виникнення будь-яких відхилень від нормального показання контрольних приладів СЦБ черговий по станції повинен насамперед перевірити, чи не є це наслідком:

а) виходу вагонів, самовільного виїзду рухомих одиниць, розрізу стрілки, сходу рухомого складу;

б) неправильних його дій або дій інших працівників.

Встановивши наявність несправності пристроїв СЦБ, черговий по станції В зобов'язаний негайно зробити запис в журналі огляду та повідомити про це електромеханіка та змінного інженера дистанції сигналізації та зв'язку, крім того, при несправності в рейкових колах та стрілочних переводах - шляхового майстра або бригадира колії, а при відсутності електропостачання - чергового енергодиспетчера [37]. Якщо світлофори знаходились на автодії - відключити автодію.

Надалі, до усунення несправності, перевірки в установленому порядку роботи

пристроїв і відповідних записів електромеханіка СЦБ і працівників причетних служб у журналі огляду черговому по станції В незалежно від поїзної обстановки забороняється користуватися несправними пристроями (відкривати вхідні, вихідні, маршрутні та маневрові світлофори, переводити стрілки, пропускати рухомий склад, керуючись показаннями контрольних приладів несправних пристроїв), у тому числі і тоді, коли до цих записів відновиться контроль вільності або зайнятості ізольованих секцій, положення централізованих стрілок або відбудуться інші зміни показань на пульті управління.

У залежності від характеру несправностей черговий по станції В не чекаючи прибуття електромеханіка, колійного майстра повинен використати наявні в його розпорядженні засоби для з'ясування причин порушення нормальної дії пристроїв СЦБ зовнішнім оглядом колій і стрілок. Наприклад, при неможливості переведення централізованої стрілки № 210 перевірити:

- при появі помилкової зайнятості колії або стрілочної ізольованої ділянки - чи не замкнене рейкове коло стороннім предметом;
- якщо стрілка не переводиться з пульта управління - чи не попало що-небудь між вістряком і рамною рейкою.

Якщо після зовнішнього огляду буде встановлена й усунена причина порушення нормальної дії пристроїв, черговому по станції В дозволяється відновити користування пристроями.

Про причини порушення нормальної дії пристроїв і про їх усунення черговий по станції В робить запис в останній графі журналу огляду.

Якщо зовнішнім оглядом причина порушення нормальної дії пристроїв СЦБ не виявлена, то до прибуття електромеханіка, шляхового майстра (бригадира колії) та усунення пошкодження черговий по станції В повинен приймати та відправляти поїзди і проводити маневрові переміщення, забезпечуючи перевірку вільності колій, стрілок і готування маршруту порядком, передбаченим для таких випадків у технічно-розпорядчому акті станції. Крім того, ця стрілка повинна бути замкнута на закладку і

навісний замок, а в її електроприводі вимкнений блок-контакт (опущена курбельна заслінка). Ключ від замкненої стрілки повинен зберігатися у чергового по станції В або іншого працівника згідно з ТРА станції.

Рух поїздів по цій стрілці виконується при забороняючому показанні світлофора Н6 до усунення несправності або виключення стрілки № 210 зі збереженням користування сигналами. По маршрутах, в які стрілка входить в положенні, що контролюється на пульті управління, поїзди можуть пропускатися за дозволяючими показаннями відповідних світлофорів.

У необхідних випадках до усунення несправності черговий по станції В за згодою поїзного диспетчера може перевести стрілку № 210 на ручне управління (курбелем). Переведення стрілки курбелем (курбельна заслінка повинна бути опущена) здійснюється черговим по станції, оператором поста централізації, сигналістом або іншим працівником господарства перевезень згідно з ТРА станції.

Після усунення несправності і відновлення дії стрілки № 210 курбельну заслінку підіймає уверх електромеханік СЦБ.

Після кожного переведення стрілки за допомогою курбеля черговий по станції А повинен встановити рукоятку цієї стрілки на пульті управління в положення, відповідне положенню стрілки, а при кнопковому управлінні натиснути кнопку відповідного положення.

Для одержання контролю положення стрілки, переведеної курбелем, якщо відповідна ізольована ділянка показує зайнятість, черговий по станції В повинен розпломбувати і натиснути кнопку допоміжного переведення стрілки, а в необхідних випадках — попередньо виконати штучне оброблення маршруту.

Якщо на пульті управління після переведення стрілки курбелем зберігається контроль її положення, то приймання, відправлення поїздів і маневрові переміщення здійснюються за дозволяючими показаннями відповідних світлофорів (Н6). У правильності встановлення в маршруті стрілки, що переводиться курбелем, черговий по

станції В впевнюється з доповіді працівника, який здійснює переведення цієї стрілки, і за контрольними приладами на пульті управління.

Якщо електричний контроль положення стрілок, які переводяться курбелем, порушений, то на рукоятку (кнопки) таких стрілок надівається ковпачок (ковпачки), стрілки (рухомі осердя хрестовини) замикаються в маршруті на закладки і навісні замки, ключі від яких під час руху поїздів повинні зберігатися у чергового по станції або іншого працівника згідно з ТРА станції. Про положення і замикання таких стрілок в маршруті черговий по станції В повинен впевнюватися особисто або з доповіді працівників господарства перевезень, призначених з цією метою. Рух поїздів по маршрутах, в які входять такі стрілки, повинен виконуватися при забороняючих показаннях світлофорів і опущених вниз курбельних заслінках в електроприводах стрілок, що переводяться курбелем.

Під час помилкової зайнятості стрілочних ізольованих ділянок відповідні стрілки переводяться за допомогою допоміжної кнопки, про зрив пломб з якої черговий по станції В повинен зробити запис у журналі огляду. Перед кожним переведенням такої стрілки черговий по станції В зобов'язаний переконуватися у вільності її від рухомого складу, а також у наявності проходу по суміжних коліях. Приймання та відправлення поїздів і маневрові переміщення за маршрутами, в які входять помилково зайняті ділянки, проводиться при забороняючих показаннях світлофорів.

При несправжній зайнятості, наприклад, колії № 21 приймання черговий по станції В зобов'язаний особисто або через відповідних працівників переконатися в її вільності від рухомого складу. Приймання поїздів на цю колію має проводитися при забороняючому показанні вхідних світлофорів Н21.

Якщо черговий по станції В виявить, що під час фактичної зайнятості станційної колії № 21, контрольні прилади на апаратурі показують їх вільність (помилкову), він повинен:

- припинити відправлення поїздів, негайно зробити про це запис у журналі огляду, на кнопки (рукоятки) управління зазначених пристроїв надіти червоні ковпачки

та викликати електромеханіка СЦБ;

- якщо світлофори знаходились на автодії - зняти їх з автодії та перейти на індивідуальне управління ними.

До усунення несправності черговому по станції В дозволяється встановлювати маршрути для приймання, відправлення поїздів і маневрових переміщень тільки після того, як він переконається у вільності ізолюваної ділянки від рухомого складу особисто або через інших працівників станцій, приймання та відправлення поїздів і маневрові переміщення здійснювати при забороняючих показаннях світлофорів Н21 у порядку, встановленому технічно-розпорядчим актом станції.

Після прибуття електромеханік СЦБ зобов'язаний усунути несправність, а у випадку неможливості – виключити ділянку без збереження користування сигналами.

Про випадок самовільного перекриття, наприклад, вхідного світлофора НШ черговий по станції В повинен зробити запис у журналі огляду та повідомити електромеханіка. Так само робить черговий по станції В при самовільному перекритті вихідного світлофора під час відправлення поїзда на перегін, обладнаний автоблокуванням, при цьому, перш ніж вдруге відкрити світлофор, необхідно перевірити вільність від попутних поїздів першої блок-ділянки, так як перегін у напрямку є двоколіїним, обладнаним двостороннім автоблокуванням, і вільність перегону від зустрічних поїздів.

Якщо після самовільного закриття вхідного світлофора НШ при правильному положенні стрілок, вільності ізолюваних ділянок і колії приймання повторно світлофор не відкривається, тоді поїзди надалі до виявлення та усунення несправності мають прийматися при забороняючому показанні цього світлофора з перевіркою маршруту у порядку, передбаченому Інструкцією з руху поїздів та маневрової роботи та в технічно-розпорядчому акті станції.

На станції В, яка обладнана електричною централізацією з кодовим управлінням, при його несправності переведення стрілок у положення, що відповідає маршрутові, проводиться тільки з пульта місцевого управління з навішуванням червоних ковпачків

на рукоятки. Правильність положення стрілок у маршруті перевіряється за контрольними приладами на пульті місцевого управління, а вільність колії - особисто черговим по станції В або за його вказівкою іншим працівником. Користуватися частиною табло центрального поста, що належить до району кодового управління, забороняється.

Одержавши повідомлення про порушення нормальної роботи пристроїв, електромеханік зобов'язаний визначити, чи необхідне виключення несправного пристрою із централізації (із залежності) та зробити про це запис у журналі огляду колій, стрілочних переводів, пристроїв СЦБ та зв'язку і контактної мережі [37].

Планові роботи, пов'язані з виключенням пристроїв СЦБ, повинні виконуватися згідно з щомісячними графіками, відповідно до телеграфного розпорядження з призначенням відповідального працівника станції В, який забезпечує безпеку руху поїздів.

У даному розділі викладені лише основні дії в деяких випадках несправності пристроїв СЦБ, що стосуються приймання та відправлення поїздів і проведення маневрів при порушенні нормальної роботи пристроїв СЦБ на станції. Детальний порядок виключення й включення пристроїв СЦБ при їх несправності, огляді та ремонті приведений в [38].

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено проект реконструкції колійного розвитку дільничної станції В. Для цього було проаналізовано методи проектування технічних станцій, а також методики визначення раціональних параметрів колійного розвитку горловин парків на допомогу аналітичного розрахунку завантаження горловин та графічного методу перевірки достатності числа колій станції.

За результатами розрахунку обсягів роботи станції була визначена пропускна спроможність нової лінії, за результатами якої визначено, що підхід В-Н має бути одноколіїним з диспетчерською централізацією. З урахуванням нових обсягів роботи станції розрахована тривалість основних технологічних операцій в парках станції, а також перевірена необхідна кількість колій.

За результатами такої перевірки визначено, що кількість колій в приймально-відправному парку непарного напрямку слід збільшити з 4 до 6. Тому було запропоновано декілька варіантів реконструкції колійного розвитку станції, в тому числі з урахуванням введення додаткової головної колії з непарного напрямку. Порівняння горловин виконано з використанням аналітичного методу розрахунку їх завантаження. При цьому, не дивлячись на конструктивні відмінності запропонованих варіантів реконструкції парної горловини, коефіцієнт їх завантаження для всіх варіантів є однаковим ($\Psi_{\text{горл}}^1 = \Psi_{\text{горл}}^2 = \Psi_{\text{горл}}^3 = 0,206$). Аналогічна ситуація склалась в непарній горловині - $\Psi_{\text{горл}}^1 = \Psi_{\text{горл}}^2 = 0,2$. У зв'язку з цим, остаточно вибір варіантів реконструкції буде виконано на основі економічного порівняння обсягів роботи по реконструкції колійного розвитку парку.

Модифіковані приведені витрати розраховувались для пар варіантів горловин парку ПВ-1 з урахування капітальних вкладень, експлуатаційних витрат на утримання технічних засобів та амортизаційних відрахувань по варіантах. Так, після розрахунків визначено, що найменші витрати складають 12951,9 млн. грн других варіантів реконструкції парної та непарної горловини парку ПВ-1.

Для такого варіанту колійного розвитку станції та з урахуванням примикання нової одноколійної лінії з непарного напрямку, розроблено технологію роботи дільничної станції В. Після – побудовано добовий план-графік роботи станції В та визначено показники її роботи. Так, «вузьким» місцем в роботі станції виявилась недостатня кількість працівників бригади ПТО парного приймально-відправного парку (коефіцієнт завантаження бригади ПТО склав $\varphi = 0,91$). Через це було прийнято рішення про додавання додаткової бригади ПТО в парк ПВ-2. Внаслідок чого змінилась тривалість обслуговування поїздів в парному приймально-відправному парку дільничної станції В, що відображено в другому варіанті добового план-графіку роботи станції.

Після зміни кількості бригад ПТО в парку ПВ-2, коефіцієнти їх завантаження склали $\varphi^1 = 0,77$ та $\varphi^2 = 0,75$, що не перевищує їх раціональний рівень їх завантаження. Окрім того, збільшення кількості бригад ПТО дало змогу зменшити простій транзитного вагона без переробки в парку ПВ-2 на 17%, з переробкою – на 7,6%. Слід зазначити, що за першим варіантом план-графіку роботи дільничної станції В у парку ПВ-2 працює одна бригада ПТО, що складається з 4-х груп, згідно другого варіанту в парку ПВ-2 поїзди обслуговують дві бригади ПТО з двох груп оглядачів в кожній. Відповідно до цього, штат працівників, задіяних в технічному огляді вантажних поїздів по прибуттю та відправленню, не зміниться.

Окрім того, в дипломній роботі розглянуті питання безпеки руху поїздів при порушення нормальної роботи пристроїв СЦБ та зв'язку.

Таким чином, дільнична станція В після реконструкції відповідає запланованим обсягам роботи та має певний резерв пропускну та переробної здатності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Четчуев, М. В. Обоснование рационального секционирования путей в горловинах парков технических станций [Текст] / М. В. Четчуев // Известия Петербургского университета путей сообщения – 2012. - №3. – С. 73-81
2. Апатцев, В.И. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 855 с.
3. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. для вузов ж.-д. трансп./ В. М. Акулиничев, Н. В. Правдин, В. Я. Болотный, И. Е. Савченко; Под ред. В. М. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992.
4. Апатцев, В.И. Проектирование участковых станций: Уч. пос. / Апатцев В.И., Болотный В.Я. - М.: РГОТУПС, 2003. - 382 с.
5. Правдин, Н.В. Основы автоматизации проектирования железнодорожных станций: Монография / Н.В. Правдин, А.К. Головнич, С.П. Вакуленко Под общ. Ред. Н.В. Правдина. – М.: Маршрут, 2004. – 400 с.
6. Головнич, А.К. Автоматизация проектирования железнодорожных станций / А.К. Головнич – Гомель: БелГУТ, 2001. – 198 с.
7. Негрей, В.Я. Автоматизация проектирования железнодорожных станций и узлов / В.Я. Негрей, М.Н. Луговцов, Я.А. Перегуд– Гомель: БелГУТ, 1998. – 78 с.
8. Керимов, З.Г. Автоматизированное проектирование конструкций / З.Г. Керимов, С.А. Баиров – М.: Машиностроение, 1985
9. Акулиничев В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. – М.: Транспорт, 1981.
10. Функциональное моделирование работы железнодорожных станций [Текст]: монография / В. И. Бобровский. Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин: Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. — Днепропетровск. 2015. — 269 с.

11. Грунтов, П. С. Решение практических задач с помощью моделирования работы станций [Текст] / П. С. Грунтов, В. А. Захаров // Железнодорожный трансп. — 1979. — № 1.-С. 22-25]
12. Грунтов. П.С. Прогнозирование работы сортировочных станций методом моделирования на ЭВМ [Текст] / П. С. Грунтов, В. А. Захаров. — Гомель, 1981. — 152 с.
13. Грунтов. П. С. Эксплуатационная надежность станций [Текст] / П. С. Грунтов — Москва: Транспорт, 1986 - 247 с.
14. Федюшин. Ю. М. Применение сетей Петри для моделирования процессов управления на железнодорожном транспорте [Текст] / Ю. М. Федюшин // Информ.-управляющие системы на железнодорожном транспорте. — 1996.—№3.4.-С. 7-12.
15. Загарий, Г. И. Моделирование процесса перевозок на железных дорогах Украины с помощью расширенных сетей Петри [Текст] / Г. И. Загарий, Ю. М. Федюшин // Информ.-управляющие системы на железнодорожном транспорте. — 1997. - №4.-С. 52-56.
16. Нагорный. Е. В. Моделирование функционирования комплекса «Сортировочная станция — прилегающие участки» с помощью сетей Петри [Текст] /Е. В. Нагорный, Е. С. Алешинский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. — 2000. — №2.-С. 98-103.
17. Нагорний, Є. В. Економіко-математична модель функціонування логістичного ланцюга транспортного комплексу "Сортувальна станція — прилеглі ділянки" [Текст] / Є. В. Нагорний, Є. С. Альшинський // Зб. наук. пр. ХарДАЗТ. — 2000, - Вип. 42. — С. 51-57.
18. Рахмангулов, А.Н. Особенности построения имитационной модели технологии работы железнодорожной станции в системе ANYLOGIC [Текст] / А.Н. Рахмангулов, П.Н. Мишкурин // Сб. науч. тр. SWorld. Матер. междунар. научно-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании-2012». — Одесса : Куприенко. — 2012. — Вып. 4. т.2.- С. 7-13.

19. Мірошніченко, В. М. Інформаційна технологія імітаційного моделювання систем залізнично- 24 го транспорту в середовищі Anylogic [Текст] / В. М. Мірошніченко, Є. В. Недзельський // Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті : Зб. матеріалів міжнадр. наук.-практ. конференції. – Київ : ДЕТуТ, 2014.
20. Бобровский. В. И. Техничко-экономическое управление железнодорожными станциями на основе эргатических моделей [Текст] / В. И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // Информ.-керуючі системи на залізн. трансп. — 2004. — № 6. - С. 17-21.
21. Бобровский, В. И. Количественная оценка технико-технологических параметров железнодорожных станций на основе эргатических моделей [Текст]/ В. И. Бобровский, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин // Вісн. ДНУЗТ. — 2007. — № 16. — С. 50-57.
22. Котельников, С.С. Имитационное моделирование работы станции [Текст]/ С.С. Котельников // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2011. - №.2 – С. 82-86.
23. Козлов, П. А. О системах и системности на транспорте [Текст]/ П. А. Козлов // Транспорт Урала. - 2016. - № 2 (49). - С. 3–8.
24. Козлов, П. А. О методах расчета систем железнодорожного транспорта [Текст]/ П. А. Козлов // Железнодорожный транспорт. 2014. № 12. С. 28–32.
25. Козлов, П. А. Определение параметров парков и горловин станции с учетом их взаимодействия [Текст]/ П. А. Козлов, В.С. Колокольников, Н.А. Тушин // Транспорт Урала. - № 1 (52). – 2017. – С. 3-7.
26. Мишарин, А. С. Имитационная экспертиза проектов развития транспортной инфраструктуры [Текст]/ А. С. Мишарин, П. А. Козлов // Железнодорожный транспорт. - 2014. - № 4. - С. 52–54.
27. Козлов, П. А. О пропускной способности станционных горловин[Текст] / П. А. Козлов, Е. Н. Тимухина, В. Ю. Пермикин, Н. Е. Окулов // Транспорт Урала. - 2014. -

№ 2 (41). - С. 47–49.

28. Козлов, П. А. О загрузке стрелок и пропускной способности горловин [Текст] / П. А. Козлов, В. С. Колокольников, Н. А. Тушин // Транспорт Урала. 2016. № 4 (51). С. 3–7. DOI: 10.20291/1815-9400-2016-4-3-7. ISSN 1815-9400.

29. Козлов, П. А. Макромоделирование железнодорожных станций и узлов [Текст] / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, И. Г. Слободянюк // Наука и техника транспорта. - 2015. - № 2. - С. 82–88.

30. Козлов, П. А. Совместное использование аналитических методов и имитационных моделей [Текст] / П. А. Козлов, В. С. Колокольников, В. И. Сорокин // Транспорт Урала. - 2016. - № 3 (50). - С. 3–8.

31. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст]: / Гребенюк П.Т Долганов А.Н. Некрасов О.А. Лисицын А.Л. и др.—М.: Транспорт, 1985. 287 с

32. Сотников, И. Б. Эксплуатация железных дорог: в примерах и задачах. – М.: Транспорт, 1990

33. Проектування дільничної станції, [Текст]: методичні вказівки до практичних занять і курсової роботи з дисципліни «Залізничні станції та вузли»: уклад.: М. П. В. В. Малашкін, М. І. Березовий; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – 27 с.

34. Розрахунок і проектування сортувальної гірки, [Текст]: методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Частина 1. Проектування плану горловини та розрахунок висоти гірки: Ю.О. Муха, М.П.Божко. //Дніпропетровський державний технічний університет залізничного транспорту. - Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2000. – 32 с

35. Железнодорожные станции и узлы [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп. / под ред. В. М. Акулиничева. – М: Транспорт, 1992. – 479 с.

36. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте. Учеб.-метод. пособие / Сост. Ю. Ф. Кулаев. – К.: Транспорт України, 2001. – 182 с.

37. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. Затверджено наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 31 серпня 2005 р. № 507 - К.:Імпрес. - 2005. – 148 с.

38. Інструкції з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування на залізницях України.