

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

« 16 » 12 20 21 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

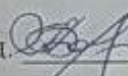
Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Удосконалення технології роботи дільничної станції К при збільшенні місцевого вагонопотоку**

Theme **Improving the work technology of the section station K at increasing the local wagon-flow**

Керівник дипломної роботи

доц.  Тетяна БОЛВАНОВСЬКА

Нормоконтролер

доц.  Микола БЕРЕЗОВИЙ

Студент групи УЗ2021

Іван КОРОТКОВ

Student

Korotkov Ivan

Дніпро – 2021

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

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

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Освітня програма 275.02 «Транспортні технології на залізничному транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / Микола Березовий /
(підпис)

2021 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

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

отримав студент групи УЗ2021 Коротков Іван Володимирович
(номер групи) (ПІБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення технології роботи дільничної станції К при збільшенні місцевого вагонопотоку

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

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

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

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

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)

1. План дільничної станції К

2. Добовий план-графік роботи станції К

Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; мета, об'єкт, предмет дослідження; завдання дослідження;
принципова схема станції; діаграма вагонопотоків; діаграма поїздопотоків; перевірка
відповідності наявного оснащення; сітловий графік виконання подачі вагонів (існуючий);
визначення порядку обслуговування під'їзних колій; сітловий графік виконання подачі
вагонів; формування 1-ї подачі вагонів комбінаторним методом; формування 1-ї подачі
вагонів розподільчим методом; формування 2-ї подачі вагонів; варіанти удосконалення
парної горловини ПВП-А; варіанти удосконалення непарної горловини ПВП-А;
показники план-графіку, кінцевий слайд

6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Аналіз проблеми удосконалення технології роботи станцій	строк 1	1	20
2. Техніко – експлуатаційна характеристика станції	строк 1		10
3. Визначення розрахункових обсягів роботи станції	строк 1		10
4. Розрахунок необхідної кількості колій в парках станції	строк 2		10
5. Вибір черговості обслуговування під'їзних колій	строк 2		10
6. Вибір варіанту виконання підбирання груп вагонів для подачі на під'їзні колії	строк 2		12
7. Розробка та вибір варіантів удосконалення конструкції горловин парків станції	строк 3		6
8. Розробка добового плану – графіка роботи станції та розрахунок його показників	строк 3	1	12
9. Безпека при виконанні маневрів на станції	строк 3		10
Всього		2	100

Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

(підпис)

Тетяна Болвановська

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Іван Коротков

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота на тему «Удосконалення технології роботи дільничної станції К при збільшенні місцевого вагонопотоку» складається зі вступу, 9 розділів, висновків та 6 додатків. Повний обсяг проекту – 130 сторінок; з них основний текст на 105 сторінках містить 14 ілюстрацій, 18 таблиць та 63 літературних джерела.

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

Метою роботи є підвищення ефективності роботи дільничної станції за рахунок удосконалення технології роботи.

В дипломній магістерській роботі визначені обсяги роботи дільничної станції, перевірено відповідність колійного розвитку визначеним обсягам роботи, детально розроблено два варіанти удосконалення колійного розвитку станції, виконано їх технічне порівняння, визначено черговість подачі вагонів на під'їзні колії та метод формування подач вагонів, розглянуті питання безпеки при виконанні маневрів.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, ПЛАН КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНА РОБОТА, ПІД'ІЗНА КОЛІЯ, ФОРМУВАННЯ ПОДАЧІ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ	8
1.1 Аналіз питання удосконалення технологічних процесів роботи станцій	8
1.2 Методи формального представлення технологічних процесів.....	13
1.3 Удосконалення процесу формування багатогрупних составів на станціях ..	16
2 ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ.....	19
2.1 Технічна характеристика станції	19
2.2 Експлуатаційна характеристика станції	22
3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ.....	25
3.1 Визначення маси поїздів	25
3.2 Визначення кількості вагонів у складі поїзда	27
3.3 Розрахунок загального поїздопотoku станції та потрібної пропускної спроможності ліній	28
4. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ В ПАРКАХ СТАНЦІЇ	31
4.1 Визначення середньозваженого часу зайняття колії поїздом	32
4.2 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправні парки.....	47
4.3 Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках	51
4.4 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку.	51
5 ВИБІР ЧЕРГОВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ	53
5.1 Визначення технології обслуговування з використанням методів сітьового планування	53
5.2 Існуюча черговість подачі на під'їзній колії.....	56
5.3 Визначення черговості обслуговування під'їзних колій.....	59
6 ВИБІР ВАРІАНТУ ВИКОНАННЯ ПІДБИРАННЯ ГРУП ВАГОНІВ ДЛЯ ПОДАЧІ НА ПІД'ЇЗНІ КОЛІЇ	62
6.1 Проблема формування составів поїздів	62
6.2 Формування подачі вагонів комбінаторним методом	63
6.3 Формування подачі вагонів розподільчим методом.....	66
6.4 Визначення тривалості формування подач	68

					0042.160264.MP.2021.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології роботи дільничної станції К при збільшенні місцевого вагонопотоку	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Коротков				Н	4	130
Керівн.		Болвановська				УДУНТ ДПТ		
Н. контр.		Березовий						

6.5 Визначення тривалості формування подачі комбінаторним методом	69
6.6 Визначення тривалості формування подачі розподільчим методом	71
7 РОЗРОБКА ТА ВИБІР ВАРІАНТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГОРЛОВИН ПАРКІВ СТАНЦІЇ.....	75
7.1 Удосконалення конструкції ПВП–А	75
7.2 Розрахунок кількості та тривалості затримок поїздів в парній та непарній горловинах ПВП–А	78
8. РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ – ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЙОГО ПОКАЗНИКІВ	83
9. БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРІВ НА СТАНЦІЇ	90
9.1 Правила безпечного виконання робіт складачем поїздів	90
9.2 Дії складача поїздів у разі виникнення надзвичайної ситуації	94
9.3 Обовязки локомотивної бригади при проведенні маневрів	94
ВИСНОВКИ	97
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	99
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ.....	106
ДОДАТОК Б ЗАВЕРШЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОДАЧ ВАГОНІВ	108
ДОДАТОК В РОЗРАХУНОК ЗАТРИМОК В ГОРЛОВИНАХ ПАРКАХ	111
ДОДАТОК Г ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ - ГРАФІКУ	118
ДОДАТОК Д ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДО ДМР	121
ДОДАТОК Е ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	130

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І ТЕРМІНІВ

ВЧД – вагонне депо;

ДСП – черговий по залізничній станції;

ДСПГ – черговий по гірці;

ДСПП – черговий станції по парку;

ЕОМ – електороно – обчислювальна машина;

МРЦ – маршрутно – релейна централізація;

ПК – під’їзна колія;

ПКО – пункт комерційного огляду вагонів;

ПТО – пункт технічного обслуговування вагонів;

СП –стрілочний перевод;

СПУ – сітьове планування та управління

СТЦ – станційний технологічний центр з обробки поїзної інформації та перевізних документів;

СЦБ – засоби зв’язку, сигналізації, централізації і блокування;

ТО – технічний огляд;

ТРА – Технічно – розпорядчий акт станції;

ТЧ – локомотивне депо;

ВСТУП

Залізничний транспорт є однією з базових галузей економіки України, що забезпечує її внутрішні та зовнішні транспортно-економічні зв'язки і потреби населення у перевезеннях. Основною організаційною ланкою на залізничному транспорті є залізниця. Залізничний транспорт володіє такими техніко-економічними особливостями, які дозволяють зберегти йому пріоритетні позиції в якості основного магістрального виду транспорту не тільки в даний час, а й у перспективі. Залізниці пов'язують безперервним рейковим зв'язком більшість промислових і сільськогосподарських підприємств, забезпечують можливість здійснення перевезень рівномірно в усі пори року.

Ринкові реформи, що відбулися в економіці України, призвели до суттєвих змін в умовах експлуатації залізничного транспорту і, насамперед, в умовах експлуатації залізничних станцій загального та незагального користування. Більшість методів та нормативів, що застосовуються під час їх проектування та розробки технології роботи, залишаються незмінними з часів СРСР і вимагають удосконалення. Технічне оснащення та технології роботи залізничних станцій потребують дослідження умов функціонування реальних станцій та удосконалення.

В роботі планується перевірити відповідність наявного технічного оснащення станції (кількість колій в парках, кількість бригад і груп в бригадах технічного обслуговування, і т. д.) існуючому обсягу переробки, перевірити тривалість обслуговування поїздів різних категорій в кожному з парків станції. В роботі буде розроблено технологію обслуговування під'їзних колій та визначено спосіб формування подач вагонів. Для перевірки працездатності станції з урахуванням запропонованих удосконалень буде побудовано добовий план – графік роботи станції та визначено його основні показники.

1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СТАНЦІЙ

Життя сучасного суспільства неможливе без розвиненого транспорту. Розвиток транспорту настільки тісно пов'язане з розвитком господарства, що не лише розміщення окремих промислових комплексів впливає на будівництво та розширення транспортної мережі, а й найчастіше економічно доцільно будувати та реконструювати станції з урахуванням наявних транспортних зв'язків.

Дослідженнями питань удосконалення й оптимізації технології роботи станцій займались багато вчених нашої країни та світу, які внесли значний вклад в покращення технології роботи станцій.

Для подальшого розвитку залізничного транспорту необхідно раціонально використовувати існуючі технічні засоби, виконувати роботу за раціональними технологіями, які забезпечать високу продуктивність праці, прискорення переробки вантажів, скорочення простою транспортних засобів. При цьому слід пам'ятати, що на сьогоднішній день технологічний рівень перевезень на залізничному транспорті за багатьма параметрами не відповідає вимогам суспільства та європейським стандартам якості надання транспортних послуг

1.1 Аналіз питання удосконалення технологічних процесів роботи станцій

Сучасні технологічні процеси станційної роботи складаються з двох частин: послідовність операцій та норми часу на їх виконання. Для ефективного використання пропускної та переробної спроможностей станцій та виконання заданих показників цих складових недостатньо. Додатково необхідно створення оптимальних умов, що будуть характеризуватись забезпеченням рівномірності, своєчасності, не перевищенням максимальних можливостей [1].

На думку П.А. Козлова [2] підвищення ефективності роботи станцій цього можна досягти розширивши зону автоматизації та механізації до меж станції. АСУ СС має суттєві недоліки: орієнтація на ручне введення інформації; принцип «подвійного керування», коли кожного оперативного робітника (чергового по гірці, па-

рку формування, парку відправлення) супроводжує в роботі з АСУ СС працівник станційного технологічного центру. Необхідно полегшити та скоротити ручну працю, а не виключити її [3]. Управління роботою на станції буде забезпечуватися ланцюгом автоматизованих систем управління, розглянутих в порядку реалізації процесу розформування – формування составів [4].

Польські вчені в певний час запропонували створення інформаційної системи обліку та планування роботи сортувальної станції (SEPS), яка засновується на використанні сучасних засобів зв'язку та ЕОМ та дозволяє автоматизувати процеси управління роботою станції [5]. Основними задачами системи є: удосконалення технологічного процесу роботи станції, покращення використання вантажних вагонів та скорочення витрат на маневрову роботу. Для розв'язку цих задач передбачена автоматизація підготовки технологічних документів та їх передачі всередині станції; автоматизація розробки та передачі оперативної звітності, необхідної для прийняття оптимального рішення керівним складом станції; автоматична підготовка планової та аналітичної інформації, а також статистичної звітності про роботу станції.

Болотний В. Я. вважав, що удосконалення технології роботи станцій за рахунок їх розвитку має включати заходи п'яти груп факторів наступного значення: власне вузлового та станційного; загально мережеві фактори; загальнотранспортні; народногосподарські та державні. Кожен із перерахованих чинників вимагатиме капітальних вкладень на усунення диспропорцій у розвитку та створенні резервів пропускної та переробної спроможності та застосування організаційних заходів, посилення форм взаємодії залізничного з іншими видами транспорту у пунктах стикування [6].

В другій половині XX сторіччя вчені займалися питаннями інтенсифікації роботи сортувальних станцій за рахунок впровадження паралельного розпуску составів. К.А. Бернгард, В.Я. Болотний, П.Р. Ботавин, Н.В. Правдин, Є.А. Сотніков розробили та запропонували раціональні схеми станцій з додатковими пристроями для паралельного розпуску.

Шафіт Є. М., Бобровський В. І., Жуковицький І. В., важливими заходами з підвищення інтенсивності роботи сортувальної станції вважали автоматизацію процесу розпуску составів та підготовки всієї необхідної інформації [7-11].

В теперішній час розглядається питання концентрації сортувальної роботи на меншій кількості сортувальних станцій, запропоновано переглянути класифікацію станцій, більш точно конкретизувати її. На думку авторів [12] на опорних сортувальних станціях необхідно підвищувати переробну спроможність сортувальних гірок, що дозволить зменшити кількість опорних станцій в цілому та покращити технічне оснащення кожної.

Використання методів статистичного моделювання та імітації роботи парків станції при розробці удосконалень дозволило розробити спосіб поєднання програм та імітацій окремих парків в загальну програму моделювання на ЕОМ сортувального комплексу та станції та визначити довірчі інтервали отриманих числових характеристик та період моделювання [13, 14].

Використання комп'ютерної техніки при розробці заходів удосконалення роботи станцій, використання імітаційного моделювання дозволяє чітко розділити станційні процеси та визначити моменти необхідної заміни оснащення та технології роботи. Метод імітаційного моделювання застосовується для управління роботою станцій [15], при оцінці систем розформування [16], моделюванні роботи станції з вагонами, що потребують дотримання особливих умов при розформуванні [17], визначенні технології та потужності пристроїв, що забезпечують роботу станції в оптимальному режимі [18].

В Польщі була розроблена імітаційна модель роботи сортувальної станції, яка достатньо точно відображає технологію роботи односторонньої сортувальної станції з переробки транзитного вагонопотоку [19]. Модель дозволяє отримувати інформацію про положення станції в будь-який момент часу та коректувати вихідну інформацію. Особливості цієї моделі дозволяють використовувати її для прийняття проектних рішень та розв'язання поточних експлуатаційних задач. Перевірка моделі в реальних умовах показала, що середній простой вагону знижується приблизно

на 20%. План роботи станції на 6-годинний термін може бути розроблено протягом 10 – 15 хвилин.

Для розробки оптимальної технології роботи в [20, 21] наведені математичні моделі сортувальних станцій, в [22] з використання перетворень Лапласа та теорії виробничих функцій отримано аналітичний опис деяких характеристик процесу накопичення составів.

Прогнозування ймовірносних станів систем станцій при зміні інтенсивності вхідного потоку та інтенсивності їх обслуговування наведено в [23]. За допомогою теорії марковських процесів аналізуються ланки переходів, складаються матриці переходів, досліджуються питання прогнозування умов роботи станції. Винайдені принципи оптимізації перехідного режиму та вибору відповідних регулювальних заходів [24]. Вирішено питання визначення параметрів розподілу інтервалів в об'єднаних потоках поїздів та составів. Розрахована початкова щільність та коефіцієнт варіації розподілу інтервалів в об'єднаному потоку за значеннями параметрів складових потоків [25].

Взагалі, удосконалення роботи станцій спрямоване на покращення показників функціонування станції, одним з яких є тривалість простою вагонів [26]. В загальному вигляді заходи з вирішення цього питання можна надати у вигляді схеми (дивись рисунок 1.1).

Автори [27] пропонують скорочення знаходження вагонів на станціях за рахунок зменшення межопераційних простоїв, які для місцевих вагонів складають близько 38,5 % часу перебування на станції. В роботі розв'язується екстремальна задача з удосконалення вантажної роботи станції розроблено модель функціонування вантажних фронтів, що враховує раціональне використання технічних засобів, додаткові витрати від затримки оформлення перевізних документів і вантажу на шляху прямування та визначає витрати при виконанні робіт за обраною технологією. Питанням скорочення простоїв займався також автор [2827], який запропонував змінювати не лише конструкцію, а і технологію роботи вантажних станцій у вузлі з урахування взаємодії всіх елементів вузла.



Рисунок 1.1 – Основні напрямки розв’язку задачі оптимізації технологічного процесу роботи станції

1.2 Методи формального представлення технологічних процесів

Одним з перших методів формального представлення технологічних процесів, що використовується і до сьогодні, є лінійна діаграма Ганта [29, 30], що відображає тривалість технологічних операцій з об'єктом, їх залежність між собою та виконавців, що беруть участь у операції. Лінійні діаграми є основним методом зображення технологічних процесів з окремими об'єктами при розробці технологічних документів. Як моделі технологічних процесів обслуговування об'єктів на станціях широко використовуються сітьові графіки [31], що дозволяє застосовувати розроблений для них математичний апарат з метою визначення загальної тривалості обробки об'єктів. Спільними недоліками лінійних діаграм Ганта і сітьових графіків є те, що в них передбачено жорсткий перелік робіт та порядок їх виконання. Фактично технологія обслуговування поїздів на станціях може відрізнятися і змінюватися в оперативних умовах. Так, при обробці транзитних поїздів виникають різні варіанти технології в залежності від необхідності зміни локомотива, наявності вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, справності пристроїв залізничної автоматики під час прийому та відправлення та ін.

Враховуючи, що кожне окреме поєднання місцевих умов вимагає різного відображення у вигляді лінійної діаграми чи сітьового графіка, то такий опис стає досить громіздким.

Для фіксації та подальшого аналізу роботи станцій, а також для встановлення їх техніко-експлуатаційних показників використовується графічна модель у вигляді добового плану-графіка [32, 33]. При цьому окремі операції зображуються у вигляді значків на часовій сітці. Добовий план-графік має високу інформативність і є зручним інструментом для аналізу технологічного процесу людиною, але він фактично являє собою окрему репліку роботи станції і за ним неможливо встановити усі правила її функціонування. Формальне представлення технології роботи станцій, з можливістю урахування різних варіантів її виконання надають скінченні автомати та мережі Петрі [33]. Ці моделі представляють технологічні процеси у

вигляді дискретних переходів із одного стану в інший. Однак, вони визначають виключно порядок діяльностей, а представлення правил виконання окремих операцій, вибору напрямків переходу викликає необхідність додаткового ускладнення моделі й розробки спеціалізованого програмного забезпечення.

З початку 90-х років почали стрімко розвиватися візуальні мови програмування, що забезпечують написання програм для ЕОМ шляхом маніпулювання графічними об'єктами, замість написання їх тексту, а також візуальні засоби розробки, що їх підтримують.

На початку 60-х років XX століття із появою перших серійних ЕОМ розпочалися дослідження можливості їх застосування для вирішення практичних завдань залізничного транспорту. У цей період з допомогою ЕОМ активно створюються імітаційні моделі залізничних станцій для дослідження та оптимізації їх роботи. На цей час припадають перші спроби моделювання технологічних процесів на основі стохастичного підходу, а також формулювання загальних принципів формалізації роботи станцій і вузлів та викладення методології побудови їх функціональних моделей. З появою більш потужних ЕОМ були розроблені методи та алгоритми моделювання, що реалізовані у вигляді розрахункових програм для ЕОМ. Слід відзначити праці К. К. Таля, у яких сформульовано основні проблеми та підходи до моделювання станцій, наведено описи моделей, алгоритмів та результати досліджень.

Перевірка відповідності технічного оснащення і технології роботи залізничної станції перспективним обсягами роботи є обов'язковим етапом розробки її технологічного процесу. Відповідно до чинних нормативних документів [34], оцінка техніко-експлуатаційних показників роботи залізничних станцій виконується на підставі побудови графічної моделі у вигляді плану-графіка. Зважаючи на рутинність процедури, побудова плану-графіка виконується, як правило, на одну добу відповідно до розрахункових обсягів роботи. Із середини XX століття в ході проведення наукових досліджень для оцінки техніко-експлуатаційних показників роботи станцій почав використовуватися метод імітаційного моделювання їх функ-

ціонування на ЕОМ. До сьогодні такі моделі знаходять свою практичну реалізацію у вигляді різноманітних програмних комплексів [35, 31], які дозволяють виконувати моделювання тривалих періодів роботи залізничних станцій. Недолік цього підходу пов'язаний з тим, що показники функціонування реальних станцій істотно залежать від черговості обробки поїздів і вагонів. Вибір цієї черговості здійснює оперативно-диспетчерський персонал. Розв'язання задачі автоматичного моделювання функціонування станцій подібне до вирішення задачі автоматичного управління їх роботою [36], проте остання досі остаточно не вирішена. Проблема може вирішуватися за рахунок застосування ергатичних або графоаналітичних методів [31, 36 – 38], які забезпечують побудову моделі функціонування станції в автоматизованому режимі. Однак участь людини в процесі побудови моделі й аналізу не тільки загальних показників роботи станції, але й пербігу її технологічних процесів різко зменшує тривалість періоду, що моделюється. У цих умовах актуальною проблемою для залізничного транспорту є розробка методів визначення таких розрахункових обсягів роботи, для яких результати моделювання функціонування станцій протягом обмежених періодів часу дозволяли б зробити обґрунтований висновок про відповідність їх технічного оснащення і технології перспективним обсягами роботи в умовах нерівномірності перевезень.

Для моделювання технологічного процесу залізничної станції на базі на імітаційних моделіях, запропоновано безліч програмних засобів, але вони розв'язують задачі моделювання технологічних процесів однобічно та не дають однозначних відповідей на питання логістики або моделювання технологічних процесів залізничних станцій.

AnyLogic [39] – потужний інструмент імітаційного моделювання, що підтримує всі підходи до розробки імітаційних моделей. Розвинені мультимедійні засоби та можливості анімації процесів роботи імітаційної моделі в реальному часі надають додаткові переваги при розробці та проведенні експериментів.

Програмне забезпечення AutoMod [40] призначене для графічного моделювання систем логістики та виробництва. Воно розроблене для детального аналізу

операцій і потоків, хоча головним чином використовується у виробництві та матеріальному аналізі систем обробки. Гнучка архітектура AutoMod дозволяє застосувати його в широкому діапазоні прикладних галузей.

Середовище моделювання фізичних систем MvStudium [41] призначене для моделювання складних динамічних систем. Дозволяє швидко створювати візуальні інтерактивні моделі багатокомпонентних безперервних, дискретних і гібридних (неперервно-дискретних) систем і виконувати з ними активні обчислювальні експерименти. Для моделювання роботи станції за допомогою зазначених пакетів потрібно мати детальну модель залізничної станції.

1.3 Удосконалення процесу формування багатогрупних составів на станціях

Удосконалення процесу формування багатогрупних составів на залізницях проявляється у використанні різних спеціальних способів і методів їх формування. Першим у транспортній науці над проблемою оптимізації технології формування багатогрупних составів працював М. М. Шабалін. У своїх публікаціях [42, 43] М. М. Шабаліним була запропонована методика вибору раціональної технології формування багатогрупних составів. При цьому для формування, на думку автора, доцільно використовувати кінці сортувальних колій. Критерієм оптимальності технології формування багатогрупних составів вважався мінімальний коефіцієнт повторної переробки вагонів. Подальший розвиток ідея М. М. Шабаліна знайшла в 1974 р в роботі В. І. Аксьонова та М. Н. Норматова [44].

У 1981 р В. М. Николашин пропонує спосіб вибору оптимальної черговості операцій з розформування поїздів з місцевими вагонами на вантажних станціях який дозволить скоротити простій зазначених вагонів на цих станціях [45].

Питаннями організації місцевих вагонопотоків також займався Т. Р. Нурмухамедов [46, 47]. Автором, крім іншого, була запропонована методика розрахунку плану формування місцевих поїздів в районах місцевої роботи з урахуванням нерівномірності вагонопотоків.

У 1985 р в наукових працях було підкреслено наявність проблеми формування багатогрупних составів, зазначено необхідність істотного її вдосконалення. У даній публікації авторами виконано аналіз структури груп вагонів багатогрупного состава, зазначено, зокрема, що число вагонів в різних групах не однаково, а близько 20-30% вагонів складу можуть знаходитися в одній найбільш великій групі. Такі максимальні групи рекомендується відразу ж відставляти на окрему колію на початку формування з метою зменшення їх переміщення в його процесі.

У 1985 р були складені інструктивно-методичні вказівки з розробки та впровадження нової технології формування багатогрупних составів [48], яка отримала назву комбінаторного методу. Подальший розвиток даний метод отримав в роботі В. М. Макарова [49], в якій, зокрема, вказується доцільність переходу від дійсних номерів груп початкового складу до умовних номерам, що дозволяє врахувати початкову впорядкованість складу, і, як наслідок, зменшити число груп, що вимагають упорядкування. також в [49] наводиться спосіб отримання умовних номерів груп. Застосування комбінаторного методу на станції Бескудниково, згідно з [50] дозволило скоротити простій місцевого вагона на 15-20 %.

У 1988 р в роботі [51] було відзначено, що інтенсифікація місцевої роботи є комплексним завданням, що включає в себе ряд складових, серед яких: вдосконалення диспетчерського керівництва при обробці місцевих вагонів, впровадження комбінаторного методу формування багатогрупних составів, застосування малих сортувальних пристроїв, обчислювальної техніки, а також концентрація сортувальної роботи на опорних станціях. Як зазначає автор статті в деяких випадках через обмеження кількості колій час формування багатогрупних составів після впровадження комбінаторного методу збільшилася.

В [52] інженером Ю. Н. Гусєвим була запропонована методика оцінки схеми формування багатогрупних составів на сортувальній гірці. В якості критеріїв оптимальності автором пропонувалося використовувати мінімум маневрових переміщень і мінімум перероблених в їх процесі вагонів.

Загальним недоліком розглянутих вище публікацій є використання для фо-

рмування багатогрупних составів єдиного методу, переважно комбінаторного.

У 2000 р. Бобровський В. І. запропонував розподільчий метод формування багатогрупних составів, який базується на принципі порозрядного сортування чисел [53]. Порівняння раціональних схем формування комбінаторного і розподільного методів дозволяє отримати план багатогрупних составів, що забезпечує мінімальний час його реалізації. Як зазначається в [53], на витяжній колії кращим у більшості випадків виявився розподільний метод; при цьому комбінаторний метод виявився конкурентоспроможним лише в половині випадків при їх формуванні на числі колій менше 4-х.

2 ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ

Станція К за основним призначенням і характером роботи являється дільничною. Принципова схема станції наведена на рисунку 2.1.

2.1 Технічна характеристика станції

До станції примикають:

у парному напрямку:

- перегін К – О, двоколійний, обладнаний двостороннім кодовим автоматичним блокуванням;
- перегін К – М, двоколійний, обладнаний двостороннім кодовим автоматичним блокуванням.

у непарному напрямку:

- перегін К – В, двоколійний, обладнаний двостороннім кодовим автоматичним блокуванням;
- перегін К – А, одноколійний з двоколійними вставками, обладнаний диспетчерською централізацією.

На примикаючих дільницях обертаються (згідно з Додатком А):

- у вантажному русі – електровози серії ВЛ–8 та ВЛ–10;
- у пасажирському русі – електровози ЧС–2 та ЧС–7;
- у приміському русі – електросекції ЕР–1.

Станція К обладнана маршрутно-релейною електричною централізацією стрілок та сигналів, управління якими здійснюється з поста маршрутно-релейної централізації (МРЦ). Колійний розвиток станції складається з приймально-відправних колій для вантажних та пасажирських поїздів, витяжних, сортувальних та інших колій.

Схема розташування приймально-відправних парків – поздовжня.

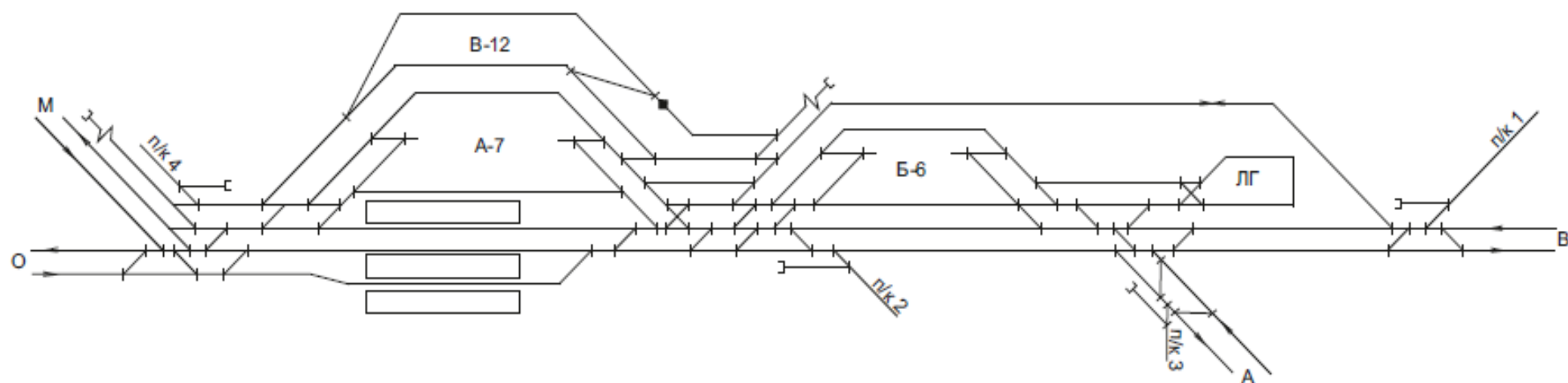


Рисунок 2.1 – Принципова схема станції К

До станції примикає 4 під'їзні колії (п/к): п/к 1 примикає до головної колії №V з боку підхода В стрілочним переводом №5; п/к 2 примикає до головної колії №I стрілочним переводом № 250; п/к 3 примикає до головної колії №VII з боку підхода А стрілочним переводом №25; п/к 4 примикає до локомотивного тупика №32 стрілочним переводом №54.

Приймально-відправний парк А (ПВП–А) містить 7 колій, які призначені для приймання, відправлення транзитних вантажних поїздів з напрямків О та М, враховуючи кутові, приймання поїздів в розформування з усіх напрямків та відправлення составів свого формування на всі напрямки

Приймально-відправний парк Б (ПВП–Б) складається з 6 колій, призначених для приймання, відправлення транзитних поїздів з напрямків В, А.

Сортувальний парк (СП) складається з дванадцяти колій, призначених для розформування составів, накопичення вагонів по напрямках, закінчення формування составів поїздів та виконання ремонту вагонів.

Для розформування поїздів, що надходять у переробку на станції є гірка малої потужності (ГМП), обладнана уповільнювачами КНП–5 та 2хРНЗ–2М. Гіркові стрілочні переводи обладнані пристроями електричної централізації (ЕЦ). Переведення стрілок виконується черговим по гірці (ДСПГ).

Для виконання маневрової роботи по розформуванню та формуванню составів на станції є два маневрові локомотиви серії ЧМЕ–3, які знаходяться на вантажних коліях № 31, № 33. Екіпірування маневрових локомотивів дизельним паливом здійснюється в локомотивному депо станції К. Маневрові тепловози виконують формування та розформування составів дільничних та збірних поїздів.

Маневрова робота виконується на сортувальних та приймально-відправних коліях станції.

Для оперативного керівництва роботою черговий по станції (ДСП) має:

- прямий телефонний зв'язок з керівництвом станції, станційним технологічним центром (СТЦ), працівниками пункту технічного обслуговування (ПТО);

- диспетчерський зв'язок з диспетчером-вагонорозпорядником, поїзними диспетчерами (ДНЦ);
- міжстанційний зв'язок з ДСП;
- маневровий радіозв'язок з машиністом маневрового локомотиву та складачами поїздів;
- поїзний радіозв'язок з машиністами поїзних локомотивів;
- двосторонній парковий зв'язок.

На території станції знаходяться: пост МРЦ, пасажирська будівля (ПБ), пост ЕЦ, приміщення складачів поїздів, приміщення ПТО, локомотивне депо.

В пасажирській будівлі знаходяться : зал очікування для пасажирів, квиткова каса, буфет; службово-технічні приміщення, кабінети начальника станції та заступника начальника станції, відділу кадрів, начальника штабу цивільного захисту, кабінет охорони праці.

У результаті аналізу схеми станції виявлено ряд конструкційних недоліків. В парній горловині станції – відсутня можливість паралельного приймання та відправлення одночасно двох поїздів з напрямків О та М, бо ці маршрути ворожі.

При зміні локомотивів транзитних поїздів, які прибувають з підходів М та О поїзний локомотив не може відразу поїхати в локомотивне депо. Для цього йому потрібно виконати кілька маневрових півреїсів, що збільшує час займання горловин станції та маршрутів відправлення поїздів.

В горловинах парку ПВП – Б відсутня можливість безпосереднього відправлення поїздів свого формування на підходи з колій сортувального парку.

2.2 Експлуатаційна характеристика станції

Станція виконує пропуск пасажирських та приміських поїздів, приймання та відправлення пасажирських і вантажних поїздів.

На станції К виконується обслуговування пасажирів.

На станції К здійснюється зміна локомотивів всіх транзитних та кутових поїздів, які прибувають з напрямку М, для яких локомотивне депо даної станції є

оборотним. Схема тягового обслуговування наведена на рисунку 2.2.

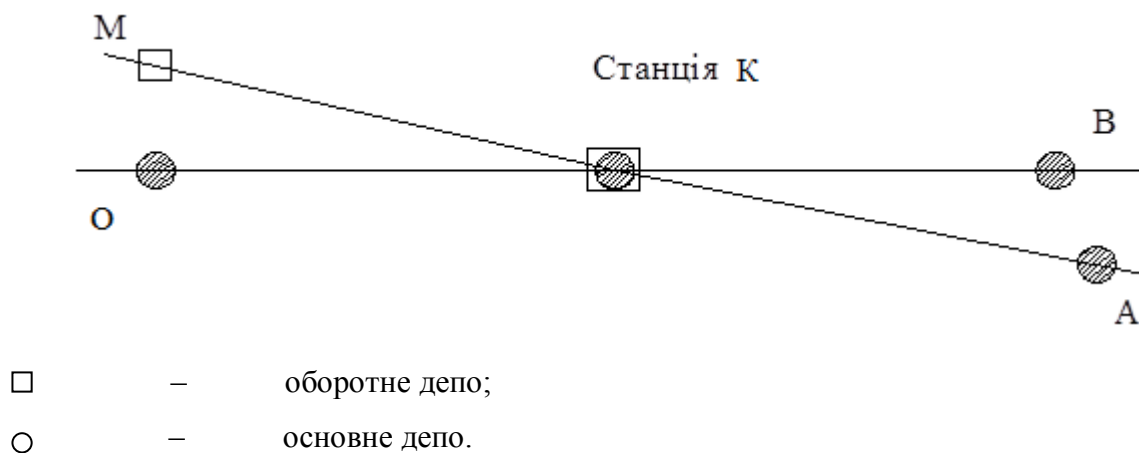


Рисунок 2.2 – Схема тягового обслуговування вантажного руху

За діючим графіком руху поїздів та згідно плану формування станція К формує:

- збірні поїзди на всі напрямки М, О, В та А;
- дільничні поїзди на всі напрямки М, О, В та А.

В ПВП–А дільничної станції К виконуються такі операції: закріплення составів гальмівними башмаками; прибирання поїзного локомотива; огороження составу; технічний огляд; комерційний огляд; подача поїзного локомотива; проба автогальм; прибирання гальмівних башмаків; подача маневрового локомотива; перестановка составів свого формування, з сортувального парку, витягування на витяжну колію составів, що надійшли в розформування.

Спеціалізація колій ПВП–А:

- колії А1, А2, А3 – призначені для прийому (відправлення) транзитних поїздів з підходів О та М;
- колії А4, А5 – призначені для прийому (відправлення) кутових транзитних поїздів з підходів О та М;
- колії А6, А7 – для прийому (відправлення) поїздів, що надійшли в розформування з усіх підходів та поїздів свого формування на усі підходи.

В ПВП–Б дільничної станції К виконуються такі операції: закріплення составів гальмівними башмаками; прибирання поїзного локомотива; огороження составу; технічний огляд; комерційний огляд; подача поїзного локомотива; проба автогальм; прибирання гальмівних башмаків.

Спеціалізація колій ПВП–Б:

- колії Б1, Б2, Б3 – призначені для прийому (відправлення) транзитних поїздів з підходів А, В;
- колії Б4, Б5, Б6 – призначені для прийому (відправлення) кутових транзитних поїздів з підходів А та В.

В сортувальному парку дільничної станції К виконуються такі операції: накопичення вагонів по напрямках; закінчення формування составів; перестановка составів в ПВП–А; ремонт несправних вагонів.

Спеціалізація колій СП:

- колії 11–16 та 21–25 призначені для накопичення вагонів по напрямкам;
- колія 26 – для місцевих, несправних вагонів та інших потреб. обсягів переробки вагонів.

3 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ

Вихідними даними для проектування є план існуючої станції та завдання, що визначає обсяг та характеристику її роботи. Обсяги вагоно – та поїздопотоків наведені в додатку А (таблиці А.1 – А.3).

У відповідності з завданням до станції примикають три двоколіїні підходи О – К, К – В, К – М та один одноколіїні підхід К – А. На ділянках К – М, О – К, використовують локомотив ВЛ–8, а на ділянках К – А, К – В локомотив ВЛ–10. (згідно додатку А, таблиця А.4).

3.1 Визначення маси поїздів

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

В залежності від характеру профілю колії даної ділянки розрахунок маси вантажного поїзда виконується виходячи з умов забезпечення беззупинкового руху по існуючому розрахунковому підйому з рівномірною швидкістю за формулою:

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

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:

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

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 $q_0 > 6 \text{ т}$ ($22 \text{ т} > 6 \text{ т}$), визначається за формулою:

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

Визначаємо масу поїзда для ділянок О – К, К – М.

Для електровоза ВЛ–8 $V_p = 43,3 \text{ км/год}$, $F_{кр} = 46500 \text{ Н}$, $P = 184 \text{ т}$, згідно [54] керівний ухил на ділянках згідно додатку А таблиця А.4 $i_p = 7^0_{00}$.

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot (43,3)^2 = 2,90 \text{ Н/κН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot (43,3)^2}{22} = 1,25 \text{ Н/κН};$$

$$Q = \frac{46500 - 184 \cdot (2,90 + 7)}{1,25 + 7} = 5416 \text{ т}.$$

Приймаємо $Q = 5400 \text{ т}$.

Визначаємо масу поїзда для ділянки К – В, К – А.

Для електровоза ВЛ–10 $V_p = 46,7 \text{ км/год}$, $F_{кр} = 46000 \text{ Н}$, $P = 184 \text{ т}$, згідно [54], керівний ухил на ділянці згідно додатку А таблиця А.4 $i_p = 9^0_{00}$.

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 46,7 + 0,0003 \cdot (46,7)^2 = 3,02 \text{ Н/κН};$$

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 46,7 + 0,0025 \cdot (46,7)^2}{22} = 1,30 \text{ Н/κН};$$

$$Q = \frac{46000 - 184 \cdot (3,02 + 9)}{1,30 + 9} = 4251 \text{ т}.$$

Приймаємо $Q = 4250 \text{ т}$. Оскільки $4250 \text{ т} < 5400 \text{ т}$, то для даної станції на всі напрямки прийнято уніфіковану норму маси поїзда $Q = 4250 \text{ т}$.

3.2 Визначення кількості вагонів у складі поїзда

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

$$m_{\text{п}} = \frac{Q}{q_4 + q_{\text{тари}}, \text{ т}}, \quad (3.4)$$

де q_4 – вантажопідйомність 4-вісного вагона, $q_4 = 56 \text{ т}$ (дивись додаток А, табл. А.4);

$$q_4 = 56 \text{ т}, q_{\text{тари}} = 22 \text{ т}.$$

$$m_{\text{п}} = \frac{4250}{56 + 22} = 55 \text{ ваг.}.$$

Виконуємо перевірку довжини поїзда по довжині приймально–відправних колій. Згідно вихідних даних на станції найменша корисна довжина колій дорівнює 850 м , тобто довжина поїзда не повинна перевищувати 850 м з урахуванням відстані на неточність установки поїзда.

Довжина поїзда визначається за формулою

$$l_{\text{п}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}} + l_{\text{л}} + 10, \text{ м}, \quad (3.5)$$

де $l_{\text{л}}$ – довжина локомотива, м ;

$m_{\text{п}}$ – кількість вагонів у складі поїзда, ваг ;

$l_{\text{в}}$ – довжина вагона, м ;

10 – неточність установки поїзда при прийомі на станційну колію, м ,

Згідно [54] приймаємо довжину локомотива: для ВЛ–8 вона становить $l_{\text{л}} = 28 \text{ м}$, для ВЛ–10 становить $l_{\text{л}} = 33 \text{ м}$. Приймаємо $l_{\text{в}} = 14,5 \text{ м}$.

При $m_{\text{п}} = 55 \text{ ваг}$, довжина поїзда складає:

для ВЛ–8:

$$l_n = 55 \cdot 14,5 + 28 + 10 = 835,5 \text{ м};$$

для ВЛ–10:

$$l_n = 55 \cdot 14,5 + 33 + 10 = 840,5 \text{ м}.$$

Довжина поїзда не перевищує корисної довжини колії $840,5 < 850 \text{ м}$ – умова виконується. Довжина приймально відправних колій (850 м) дозволяє приймати поїзди з усіх підходів, так як умова $l_n < l_{\text{кор}}$ ($806,5 \text{ м} < 850 \text{ м}$) виконується.

Тобто, остаточно приймається 55 вагонів у складі поїзда. Це задовольняє вимогам щодо умов якомога більш повного використання потужності та тягових якостей локомотива. При цьому довжина поїзда не перевищує корисну довжину приймально – відправних колій станції.

3.3 Розрахунок загального поїздопотоків станції та потрібної пропускної спроможності ліній

На підставі проведених розрахунків та використовуючи вихідні дані, наведені в додатку А, розраховується кількість поїздів, що надходять в переробку на станцію та формуються в сортувальному парку.

Після визначення транзитного поїздопотоків з переробкою складаємо сумарну таблицю поїздопотоків станції (дивись таблицю 3.1). В чисельнику наведена кількість вантажних поїздів, в знаменнику – кількість пасажирських поїздів.

Ці дані в подальшому будуть використовуватися для перевірки технічного оснащення прилеглих перегонів, станції та розрахунків показників її роботи.

Потрібна пропускна спроможність ліній, які примикають до станції, визначається за формулою:

$$N_{\text{п}} = \alpha(N_{\text{в}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.6)$$

де α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності

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

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

$\varepsilon_{\text{пас}}, \varepsilon_{\text{зб}}$ – коефіцієнт зйому вантажних поїздів відповідно пасажирськими і збірними.

Таблиця 3.1 – Сумарний поїздопотік станції К

З	На	О	М	В	А	К	Разом	З них поїздопотік у розформування	
								Дільничні	Збірні
Вагонопотік у розформування	О	-	17	260	49	27	353	5	2
	М	82	-	104	91	30	307	5	1
	В	240	50	-	85	27	402	6	2
	А	18	60	87	-	30	195	3	1
	К	37	17	35	25	-	114		
Разом		377	144	486	250	114	1371		
З них поїздопотік у розформування	Дільничні	6	2	8	4			20/19	
	Збірні	1	1	1	1				4/6

На підставі проведених розрахунків та використовуючи вихідні дані, наведені в додатку А, складаємо діаграму вагонопотоків та поїздопотоків станції та сумарну таблицю станції (дивись таблицю 3.2). В чисельнику наведена кількість вантажних, в знаменнику – кількість пасажирських поїздів.

Таблиця 3.2 – Загальний поїздопотік станції К

З	На	О	М	В	А	К		Разом
						Дільничні	Збірні	
	О	-	7/2	9/5	7/1	5	2	30/8
	М	5/1	-	29/3	6/2	5	1	46/6
	В	37/5	12/2	-	5/3	6	2	62/10
	А	3/2	10/2	8/2	-	3	1	25/6
К	Дільничні	6	2	8	4			
	Збірні	1	1	1	1			
Разом		52/8	32/6	55/10	23/6			163/30 162/30

Визначаємо потрібну пропускну спроможність на лініях:

$$N_{\Pi}^{K-O} = 1,15 \cdot (55 + 8 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) = 73 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{M-K} = 1,15 \cdot (59 + 6 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 63 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{B-K} = 1,15 \cdot (66 + 10 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) = 88 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{A-K} = 1,15 \cdot (25 + 6 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 39 \text{ пар поїздів}.$$

Виходячи з отриманих даних, підходи К – О, М – К, В – К повинні мати дві головні колії та бути оснащеними автоматичним блокуванням. Підхід А – К одноколійний з двоколійними вставками, обладнаний диспетчерською централізацією (ДЦ). Оскільки пропускну спроможність усіх підходів достатня для пропуску заданого поїздопотoku, то зміна кількості головних колій в дипломному проекті не передбачається.

4. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ КОЛІЙ В ПАРКАХ СТАНЦІЇ

Колійний розвиток станції повинен відповідати обсягам виконуваної поїзної та місцевої роботи, забезпечувати безперешкодний прийом поїздів на станцію, можливість застосування прогресивних технологій. Від кількості станційних колій залежить простій вагонів на станції, затримка поїздів на підходах, собівартість перевезення вагонів. Станційні колії складають значну частину основних фондів станції.

В даному розділі дипломного проекту буде розраховано потрібну кількість колій в залежності від кількості поїздів різних категорій (транзитні, у розформування, свого формування тощо), які обслуговуються на дільничній станції з урахуванням збільшення обсягу вагонопотоку в переробку для покращення показників роботи станції.

Приймально–відправний парк А (ПВП-А) станції К спеціалізований для:

- приймання та відправлення транзитних поїздів з напрямків О, М;
- приймання поїздів у розформування (дільничних і збірних) з усіх напрямків;
- виставки з сортувального парку поїздів свого формування (дільничних і збірних) для відправлення на всі напрямки.

Приймально–відправний парк Б (ПВП-Б) станції К спеціалізований для приймання та відправлення транзитних поїздів з напрямків А та В.

На станції К здійснюється зміна локомотивів всіх транзитних та кутових поїздів, які прибувають з напрямку М, для яких локомотивне депо даної станції є оборотним. А також здійснюється зміна локомотивів всіх інших кутових поїздів, з усіх напрямків. Транзитні поїзди, що проходять станцію зі зміною локомотивів позначаються «*».

Розподіл поїздопотоків по парках приведений в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Розподіл поїздопотоків по парках станції К

З	На	О	М	В	А	К		Разом
						Дільничні	Збірні	
	О	-	7*/А	9/А	7/А	5/А	2/А	30
	М	5*/А	-	29*/А	6*/А	5/А	1/А	46
	В	37/Б	12*/Б	-	5*/Б	6/А	2/А	62
	А	3/Б	10*/Б	8*/Б	-	3/А	1/А	25
К	Дільничні	6/А	2/А	8/А	4/А			
	Збірні	1/А	1/А	1/А	1/А			
Разом		52	32	55	23			163 162

Примітки:

чисельник – кількість вантажних поїздів;

знаменник – буква парку, в який надходять поїзда;

* – транзитні поїзди, що проходять станцію зі зміною локомотива.

Кількість колій в приймально-відправному парку визначається за формулою:

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{\text{зан}}}{I_j} \gamma_j, \quad (4.1)$$

де $\bar{t}_{\text{зан}}$ – середньозважений час зайняття колії поїздом;

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

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

n – кількість ліній, що примикають до станції.

4.1 Визначення середньозваженого часу зайняття колії поїздом

Щоб визначити середньозважений час зайняття колій приймально-відправного парку, необхідно всі поїзди розділити на групи, для яких час прибут-

тя буде однаковим.

Середньозважений час визначається за формулою:

$$t_{\text{зан}} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{\text{зан}_i} N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \quad (4.2)$$

де $t_{\text{зан}_i}$ – час зайняття колії поїздом i -ї групи;

N_i – середньодобова кількість поїздів i -ї групи, які обробляються;

k – кількість груп поїздів.

Час зайняття колії приймально-відправного парку кожної групи складається з двох елементів:

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{Т}} + t_{\text{ОВ}}, \quad (4.3)$$

де $t_{\text{Т}}$ – час виконання всіх технологічних операцій з урахуванням між операційних простоїв;

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

4.1.1 Визначення тривалості виконання технологічних операцій з поїздами

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

– транзитний без зміни локомотива:

$$t_{\text{Т}}^{\text{ТБ}} = t_{\text{П}} + t_{\text{Оч}}^{\text{ТБ}} + t_{\text{Об}}^{\text{ТБ}} + t_{\text{В}}, \quad (4.4)$$

– транзитний зі зміною локомотива:

$$t_{\text{т}}^{\text{тз}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оч}}^{\text{тз}} + t_{\text{об}}^{\text{тз}} + t_{\text{в}}, \quad (4.5)$$

– дільничний, який поступає у переробку:

$$t_{\text{т}}^{\text{д}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оч}}^{\text{д}} + t_{\text{об}}^{\text{д}} + t_{\text{пр}}, \quad (4.6)$$

– збірний, який поступає у переробку:

$$t_{\text{т}}^{\text{зб}} = t_{\text{п}} + t_{\text{оч}}^{\text{зб}} + t_{\text{об}}^{\text{зб}} + t_{\text{пр}}, \quad (4.7)$$

– поїзд свого формування (дільничний, збірний):

$$t_{\text{т}}^{\text{сф}} = t_{\text{под}} + t_{\text{оч}}^{\text{сф}} + t_{\text{об}}^{\text{сф}} + t_{\text{в}}, \quad (4.8)$$

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

$t_{\text{об}}^{\text{тз}}, t_{\text{об}}^{\text{д}}, t_{\text{об}}^{\text{зб}}, t_{\text{об}}^{\text{сф}}$ – час обробки поїзда відповідної категорії;

$t_{\text{оч}}^{\text{тз}}, t_{\text{оч}}^{\text{д}}, t_{\text{оч}}^{\text{зб}}, t_{\text{оч}}^{\text{сф}}$ – час очікування обробки поїзда відповідної категорії, який

виникає в період згущеного прибуття поїздів на станцію;

$t_{\text{пр}}$ – час заняття колії при прибиранні з нього поїзда на витяжну колію;

$t_{\text{под}}$ – час заняття колії при подачі на нього поїзда з витяжної колії.

Час зайняття колії при прийомі поїзда на станцію у випадку, коли поїзд в момент відкриття вхідного сигналу знаходиться від нього на відстані двох блокувальних ділянок, визначається за формулою:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l_{\text{бл}}''}{V} + \frac{0,06(l_{\text{бл}}' + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \quad (4.9)$$

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

V – встановлена швидкість слідування поїзда по перегону:

$$V = 0,8 V_{\text{max}}, \quad (4.10)$$

де V_{max} – максимально допустима швидкість слідування поїзда по перегону;

$V_{\text{вх}}$ – середня швидкість входу поїзда на станцію;

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

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

$$L_{\text{вх}} = l_{\text{с}} + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.11)$$

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

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

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

$$l_{\text{п}} = m_{\text{п}} l_{\text{в}} + l_{\text{л}}, \quad (4.12)$$

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

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

$l_{\text{л}}$ – довжина локомотива.

Довжину локомотива приймаємо для ВЛ–10 згідно [54] $l_{\text{л}} = 33 \text{ м}$.

Згідно [55] приймаємо: $l'_{\text{бл}} = 1200 \text{ м}$, $l''_{\text{бл}} = 1000 \text{ м}$, $V_{\text{max}} = 90 \text{ км/год}$,

$V_{\text{вх}} = 35 \text{ км/год}$, $t_{\text{м}} = 0,1 \text{ с}$.

При електровозній тязі згідно [56] приймаємо $l_{\text{с}} = 300 \text{ м}$.

При $m_{\text{п}} = 55 \text{ ваг}$; $l_{\text{гор}} = 805 \text{ м}$; $l_{\text{в}} = 14,5 \text{ м}$:

$$l_{\text{п}} = 55 \cdot 14,5 + 33 = 830,5 \text{ м};$$

$$L_{\text{вх}} = 300 + 805 + 830,5 = 1935,5 \text{ м};$$

$$V = 0,8 \cdot 90 = 72 \text{ км/год};$$

$$t_{\text{п}} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1000}{72} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 1935,5)}{35} = 6,31 \text{ хв.}$$

Час зайняття маршруту при відправленні поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \quad (4.13)$$

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

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

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}. \quad (4.14)$$

Згідно [55] приймаємо $V_{\text{вих}} = 30 \text{ км/год}$:

$$L_{\text{вих}} = 805 + 830,5 = 1635,5 \text{ м};$$

$$t_{\text{в}} = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1635,5}{30} = 3,37 \text{ хв.}$$

Час зайняття приймально-відправної колії при подачі і прибиранні поїзда визначається як тривалість відповідних напіврейсів подачі $t_{\text{под}}$ і прибирання $t_{\text{пр}}$:

$$t = a + b m_{\text{п}}, \quad (4.15)$$

де a, b – нормативні коефіцієнти; приймаємо згідно [55];

Довжина напіврейсу подачі вагонів в ПВП–А:

$$L_{\text{под}} = l_{\text{п}} + l_{\text{гор}} = 830,5 + 585 = 1415,5 \text{ м.}$$

Таким чином згідно [55]: $a = 2,89$, $b = 0,090$:

$$t_{\text{под}} = 2,89 + 0,090 \cdot 55 = 7,84 \text{ хв.}$$

Довжина напіврейсу прибирання вагонів з ПВП–А:

$$L_{\text{пр}} = l_{\text{п}} + l_{\text{гор}} = 830,5 + 565 = 1395,5 \text{ м.}$$

Таким чином згідно [55]: $a = 2,72$, $b = 0,086$:

$$t_{\text{пр}} = 2,72 + 0,086 \cdot 55 = 7,45 \text{ хв.}$$

Час очікування обробки поїзда визначається з виразу:

$$t_{\text{оч}} = \frac{n_{\text{оч}}}{\lambda} , \quad (4.16)$$

де $n_{\text{оч}}$ – середнє значення вимог в черзі;

λ – інтенсивність прибуття поїздів на станцію, яка розраховується за формулою:

$$\lambda = \frac{1}{M[I]} , \quad (4.17)$$

де $M[I]$ – середнє значення (математичне очікування) інтервалу прибуття поїздів на станцію:

$$M[I] = \frac{1440}{\sum N} , \quad (4.18)$$

де $\sum N$ – загальна кількість поїздів, що прибувають на станцію.

$$M[I] = \frac{1440}{178} = 8,09 \text{ хв};$$

$$\lambda = \frac{1}{8,09} = 0,124 \text{ н/хв.}$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО приймально-відправного парку визначається за формулою:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{(N_{\text{рф}} + N_{\text{б/з}})t_{\text{то}} + (N_{\text{сф}} + N_{\text{з/з}})t_{\text{обр}}}{24}, \quad (4.19)$$

де $t_{\text{то}}$ – тривалість технічного огляду, яка визначається за формулою:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau m}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (4.20)$$

де τ – середня тривалість технічного огляду одного вагона;

m – кількість вагонів у складі поїзда;

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

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій на один поїзд;

$t_{\text{обр}}$ – середня тривалість обробки одного поїзда, яка визначається:

$$t_{\text{обр}} = \frac{\tau m}{K_{\text{гр}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a, \quad (4.21)$$

де α – частка поїздів, які вимагають безвідчепного ремонту вагонів;

$t_{\text{рем}}$ – середня тривалість ремонту.

Згідно [55] приймаємо: $\tau = 0,015 \text{ год}$; $a = 0,04 \text{ год}$; $\alpha = 0,2$.

При кількості груп $K_{\text{гр}} = 1$ середня тривалість обробки та ремонту одного поїзда визначається:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 55}{1} + 0,04 = 0,865 \text{ год};$$

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,015 \cdot 55}{1} + 0,2 \cdot 0,25 + 0,04 = 0,915 \text{ год.}$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО в ПВП–А при роботі однієї бригади визначається:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{(25 + 16) \cdot 0,865 + (24 + 47) \cdot 0,915}{24} = 4,18.$$

При роботі двох бригад:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{(25 + 16) \cdot 0,865 + (24 + 47) \cdot 0,915}{24 \cdot 2} = 2,09.$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО в ПВП–Б при роботі однієї бригади визначається:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{40 \cdot 0,865 + 35 \cdot 0,915}{24} = 2,78.$$

При роботі двох бригад:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{40 \cdot 0,865 + 35 \cdot 0,915}{2 \cdot 24} = 1,39.$$

При кількості груп $K_{\text{гр}} = 2$ середня тривалість обробки та ремонту одного поїзда визначається:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 55}{2} + 0,04 = 0,453 \text{ год.};$$

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,015 \cdot 55}{2} + 0,2 \cdot 0,25 + 0,04 = 0,503 \text{ год.}$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО в ПВП–А при роботі однієї бригади визначається:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{(25 + 16) \cdot 0,453 + (24 + 47) \cdot 0,503}{24} = 2,26.$$

При роботі двох бригад:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{(25+16) \cdot 0,453 + (24+47) \cdot 0,503}{2 \cdot 24} = 1,13.$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО в ПВП–Б при роботі однієї бригади визначається:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{40 \cdot 0,453 + 35 \cdot 0,503}{24} = 1,49.$$

При роботі двох бригад:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{40 \cdot 0,453 + 35 \cdot 0,503}{2 \cdot 24} = 0,74.$$

Отриманий коефіцієнт завантаження бригади в ПВП–Б є оптимальним, збільшення кількості груп призведе до зменшення коефіцієнту завантаження, що зробить варіанти недоцільними. Отже, приймаємо дві бригади з двох груп у парку ПВП–Б.

При кількості груп $K_{\text{гр}} = 3$ середня тривалість обробки та ремонту одного поїзда визначається:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 55}{3} + 0,04 = 0,315 \text{ год};$$

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,015 \cdot 55}{3} + 0,2 \cdot 0,25 + 0,04 = 0,365 \text{ год}.$$

Коефіцієнт завантаження бригади ПТО в ПВП–А при роботі однієї бригади визначається:

$$\Psi_{\text{бр}} = \frac{(25+16) \cdot 0,315 + (24+47) \cdot 0,365}{24} = 1,62.$$

При роботі двох бригад:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{(25+16) \cdot 0,315 + (24+47) \cdot 0,365}{2 \cdot 24} = 0,81.$$

Приймаємо дві бригади з трьох груп у парку ПВП–А.

Оптимальним є завантаження $0,7 < \psi < 0,82$, отже остаточно приймаємо дві бригади з двох груп у парку ПВП–Б та дві бригади з трьох груп у ПВП–А.

Тоді для ПВП–А : $t_{\text{то}} = 0,315 \cdot 60 = 18,90 \text{ хв};$

$$t_{\text{обр}} = 0,365 \cdot 60 = 21,90 \text{ хв}.$$

Для ПВП–Б : $t_{\text{то}} = 0,453 \cdot 60 = 27,18 \text{ хв};$

$$t_{\text{обр}} = 0,503 \cdot 60 = 30,18 \text{ хв}.$$

При завантаженні системи в межах $0,7 < \psi < 0,82$ середнє значення вимог в черзі для ПВП–А та ПВП–Б:

$$n_{\text{оч}} = \frac{\psi^3 (\mathcal{G}_{\text{вх}}^2 + \mathcal{G}_{\text{обсл}}^2)}{1 - \psi^2} - \psi(1 - \mathcal{G}_{\text{вх}}^2) + 3\varepsilon, \quad (4.22)$$

де $\mathcal{G}_{\text{вх}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів поміж моментами надходження вимог в систему;

$\mathcal{G}_{\text{обсл}}$ – коефіцієнт варіації тривалості обслуговування;

ε – додаткова величина.

Згідно [55] приймаємо: $\mathcal{G}_{\text{вх}} = 0,85$; $\mathcal{G}_{\text{обсл}} = 0,25$; $\varepsilon = 0,04$.

ПВП – А:

$$n_{\text{оч}} = \frac{0,81^3 (0,85^2 + 0,25^2)}{1 - 0,81^2} - 0,81 \cdot (1 - 0,85^2) + 3 \cdot 0,04 = 1,108.$$

Тривалість очікування обслуговування:

$$t_{\text{оч}}^{\text{обсл}} = \frac{1,108}{0,124} = 8,94 \text{ хв}.$$

ПВП – Б:

$$n_{\text{оч}} = \frac{0,74^3 (0,85^2 + 0,25^2)}{1 - 0,74^2} - 0,74(1 - 0,85^2) + 3 \cdot 0,04 = 0,618$$

Тривалість очікування обслуговування:

$$t_{\text{оч}}^{\text{обсл}} = \frac{0,618}{0,124} = 4,98 \text{ хв.}$$

Таким чином, тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій буде дорівнювати:

для ПВП–А:

$$t_{\text{Т}}^{\text{тб}} = 6,31 + 8,94 + 18,90 + 3,37 = 37,52 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{тз}} = 6,31 + 8,94 + 21,9 + 3,37 = 40,52 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{діл}} = 6,31 + 8,94 + 18,90 + 7,45 = 41,60 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{зб}} = 6,31 + 8,94 + 21,90 + 7,45 = 44,60 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{сф}} = 7,84 + 8,94 + 21,90 + 3,37 = 42,05 \text{ хв};$$

для ПВП–Б:

$$t_{\text{Т}}^{\text{тб}} = 6,31 + 4,98 + 27,18 + 3,37 = 41,84 \text{ хв};$$

$$t_{\text{Т}}^{\text{тз}} = 6,31 + 4,98 + 30,18 + 3,37 = 44,84 \text{ хв}.$$

4.1.2 Визначення тривалості очікування відправлення поїздів

Час очікування відправлення вантажних поїздів визначається окремо для кожної лінії, яка примикає до парку.

Середній час простою поїздів в очікуванні відправлення на дану лінію визначається за формулою:

$$t_{\text{об}} = \frac{720 N_{\text{Б}} (1 + g_{\text{Б}}^2)}{N_{\text{Б}}^{\text{max}} (N_{\text{Б}}^{\text{max}} - N_{\text{Б}})}, \quad (4.23)$$

де \mathcal{G}_B – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на дану лінію.

Максимальна кількість вантажних поїздів N_B^{\max} визначається за формулою:

$$N_B^{\max} = N - N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} - N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1), \quad (4.24)$$

де N – наявна пропускна спроможність даної лінії, визначаємо згідно [56].

Згідно [55] приймаємо $\mathcal{G}_g = 0,7$.

Максимальна кількість вантажних поїздів на лінії О – К: $N_n = 73$, $N = 100$:

$$N_B^{\max} = 100 - 8 \cdot 1,3 - 1 \cdot (1,5 - 1) = 89 \text{ поїздів.}$$

Середній час простою в очікуванні відправлення на лінію О – К:

$$t_{\text{об}}^{\text{К}} = \frac{720 \cdot 52 \cdot (1 + 0,7^2)}{89 \cdot (89 - 52)} = 16,94 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів на лінії К – М: $N_n = 63$, $N = 100$:

$$N_B^{\max} = 100 - 6 \cdot 1,3 - 1 \cdot (1,5 - 1) = 91 \text{ поїзд.}$$

Середній час простою в очікуванні відправлення на лінію К – М:

$$t_{\text{об}}^{\text{М}} = \frac{720 \cdot 32 \cdot (1 + 0,7^2)}{91 \cdot (91 - 32)} = 6,39 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів на лінії К – В: $N_n = 88$, $N = 100$:

$$N_B^{\max} = 100 - 10 \cdot 1,3 - 1 \cdot (1,5 - 1) = 86 \text{ поїздів.}$$

Середній час простою в очікуванні відправлення на лінію К – В:

$$t_{\text{об}}^{\text{В}} = \frac{720 \cdot 55 \cdot (1 + 0,7^2)}{86 \cdot (86 - 55)} = 22,13 \text{ хв.}$$

Максимальна кількість вантажних поїздів на лінії К – А: $N_n = 39$, $N = 54$:

$$N_B^{\max} = 54 - 6 \cdot 1,3 - 1 \cdot (1,5 - 1) = 45 \text{ поїздів.}$$

Середній час простою в очікуванні відправлення на лінію К – А:

$$t_{\text{об}}^A = \frac{720 \cdot 23 \cdot (1 + 0,7^2)}{45 \cdot (45 - 23)} = 24,92 \text{ хв.}$$

Середній час простою поїздів в приймально-відправному парку в очікуванні розформування визначається за формулою:

$$t_{\text{оч}}^{np} = \frac{N_p t_{\Gamma}^2 (1 + \mathcal{G}_{\Gamma}^2)}{2(1440 - N_p t_{\Gamma})}, \quad (4.25)$$

де \mathcal{G}_{Γ} – коефіцієнт варіації гірочного інтервалу.

Гірочний технологічний інтервал при одному локомотиві на гірці визначається з виразу:

$$t_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{пр}} + t_{\text{нас}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{ос}}, \quad (4.26)$$

де t_3 – час заїзду гіркового локомотива із сортувального в приймально-відправний парк, хв;

$t_{\text{пр}}$ – час прибирання поїзда з колії приймально-відправного парка на витяжну колію, хв;

$t_{\text{нас}}$ – час насуву поїзда на вершину гірки, хв;

$t_{\text{роз}}$ – час розпуску складу поїзда, хв;

$t_{\text{ос}}$ – час на осаджування, яке приходить на один поїзд, хв.

Тривалість заїзду t_3 і прибирання $t_{\text{пр}}$ визначаються аналогічно тривалості подачі. Таким чином при $m_{\text{п}} = 55$ вагонів, величина t_3 визначається наступним чином: заїзд локомотива складається із двох напіврейсів $l_1 = 350$ м і $l_2 = 550$ м. Згідно [55] $a_1 = 1,21$; $a_2 = 1,56$. Таким чином:

$$t_3 = 1,21 + 1,56 = 2,77 \text{ хв.}$$

Час прибирання складу поїзда із приймально-відправного парка на витяжну колію дорівнює:

$$t_{\text{пр}} = 2,72 + 0,086 \cdot 55 = 7,45 \text{ хв.}$$

Величини $t_{\text{над}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ визначаються відповідно за формулами:

$$t_{\text{нас}} = \frac{0,06l_{\text{нас}}}{V_{\text{нас}}}; \quad (4.27)$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06m_{\text{п.в}} l_{\text{в}}}{V_{\text{роз}}}; \quad (4.28)$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06m_{\text{п}}; \quad (4.29)$$

де $l_{\text{нас}}$ – довжина колії насуву;

$V_{\text{нас}}$ – швидкість насуву;

$V_{\text{роз}}$ – швидкість розпуску;

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

$l_{\text{в}}$ – середня довжина вагона.

Згідно [55] приймаємо: $V_{\text{нас}} = 7 \text{ км/год}$; $V_{\text{роз}} = 4 \text{ км/год}$.

Таким чином величини $t_{\text{нас}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{ос}}$ становлять:

$$t_{\text{нас}} = \frac{0,06 \cdot 350}{7} = 3 \text{ хв};$$

$$t_{\text{роз}} = \frac{0,06 \cdot 55 \cdot 14,5}{4} = 11,96 \text{ хв};$$

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 55 = 3,3 \text{ хв.}$$

Технологічний гірочний інтервал дорівнює:

$$t_{\text{г}} = 2,77 + 7,45 + 3,0 + 11,96 + 3,3 = 28,48 \text{ хв.}$$

Згідно [55] приймаємо $\mathcal{G}_{\text{г}} = 0,5$.

Тоді час очікування прибирання становить:

$$t_{оч}^{np} = \frac{25 \cdot 28,48^2 \cdot (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 25 \cdot 28,48)} = 17,41 \text{ хв.}$$

4.1.3 Визначення середньозваженого часу зайняття колій

Розрахунок часу \bar{t}_3 для приймально-відправного парку виконується в табличній формі (таблиця 4.2), яка заповнюється на основі табл. 4.1 і отриманих значень тривалості технологічних операцій.

Таблиця 4.2 – Тривалість зайняття колій \bar{t}_3

№	Категорія поїзда	На-прямок слідування	$t_t, \text{ хв}$	$t_{\text{ов}}, \text{ хв}$	$t_{\text{зан}}, \text{ хв}$	ПВП-А		ПВП-Б	
						N	Nt	N	Nt
1	Транзитні без зміни локомотива	На К	41,84	16,94	58,78	-	-	40	2351,2
		На В	37,52	22,13	59,65	9	536,85	-	-
		На А	37,52	24,92	62,44	7	437,08	-	-
2	Транзитні зі зміною локомотива	На М	40,52	6,39	46,91	7	328,37	-	-
			44,84		51,23	-	-	22	1127,06
		На К	40,52	16,94	57,46	5	287,3	-	-
		На В	40,52	22,13	62,65	29	1816,85	-	-
			44,84		66,97	-	-	8	535,76
		На А	40,52	24,92	65,44	6	392,64	-	-
			44,84		69,76	-	-	5	348,80
3	Дільничні	В розф.	41,60	17,41	59,01	19	1121,19	-	-
4	Збірні	В розф.	44,60	17,41	62,01	6	372,06	-	-
5	Свого формування	На М	42,05	6,39	48,44	3	145,32	-	-
		На К	42,05	16,94	58,99	7	412,93	-	-
		На В	42,05	22,13	64,18	9	577,62	-	-
		На А	42,05	24,92	66,97	5	334,85	-	-
Всього						112	6763,06	75	4362,82

Середньозважений час зайняття колії розраховуємо за формулою (3.2) за підсумками табл. 4.2 :

ПВП – А:

$$\bar{t}_{зан} = \frac{6763,06}{112} = 60,38 \text{ хв ;}$$

ПВП – Б:

$$\bar{t}_{зан} = \frac{4362,82}{75} = 58,17 \text{ хв.}$$

4.2 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправні парки

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що примикає до станції, в тому числі і для СП, з якого поступають поїзда свого формування:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2}, \quad (4.30)$$

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

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймаємо згідно [56], який залежить від прийнятої пропускної спроможності ділянки N .

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування із сортувального парку визначається за формулою:

$$I_{\min}^{сф} = \frac{\bar{t}_{лф}}{m_{\text{в}}}, \quad (4.31)$$

де $\bar{t}_{лф}$ – середньозважений час зайнятості маневрового локомотива формуванням і виставкою поїздів в приймально-відправний парк;

$m_{\text{в}}$ – кількість витяжних колій, на яких може одночасно виконуватися формування і перестановка поїздів в приймально-відправний парк, $m_{\text{в}} = 2$.

Значення часу $\bar{t}_{лф}$ визначається як середньозважене для дільничних і збірних поїздів:

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\text{д}} t_{\text{лф}}^{\text{д}} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\text{д}} + N_{\text{зб}}}, \quad (4.32)$$

де $t_{\text{лф}}^{\text{д}}, t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ – час зайнятості маневрового локомотива формуванням і виставкою в парк відповідно дільничних і збірних поїздів;

$N_{\text{д}}, N_{\text{зб}}$ – відповідно, кількість дільничних і збірних поїздів, які формуються на станції.

Час зайнятості локомотива визначається для дільничних і збірних поїздів за формулами:

$$t_{\text{лф}}^{\text{д}} = t_{\text{з}} + t_{\text{ф}}^{\text{д}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{под}}, \quad (4.33)$$

$$t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = t_{\text{з}} + t_{\text{ф}}^{\text{зб}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{под}}, \quad (4.34)$$

де $t_{\text{з}}$ – час заїзду маневрового локомотива із приймально–відправного парку в сортувальний;

$t_{\text{ф}}^{\text{д}}, t_{\text{ф}}^{\text{зб}}$ – час формування відповідно дільничного і збірного поїзда;

$t_{\text{пр}}$ – час прибирання поїзда із сортувального парку на витяжну колію;

$t_{\text{под}}$ – час подачі поїзда з витяжної колії в приймально-відправний парк.

Згідно із розрахунками приведеними в пункті 3.1.2 : $t_{\text{з}} = 2,77 \text{ хв}$;

$t_{\text{пр}} = 7,45 \text{ хв}$; $t_{\text{под}} = 7,84 \text{ хв}$.

Приймаємо: $t_{\text{ф}}^{\text{д}} = 10 \text{ хв}$, $t_{\text{ф}}^{\text{зб}} = 30 \text{ хв}$.

Таким чином:

$$t_{\text{лф}}^{\text{д}} = 2,77 + 10,0 + 7,45 + 7,84 = 28,06 \text{ хв};$$

$$t_{\text{лф}}^{\text{зб}} = 2,77 + 30,0 + 7,45 + 7,84 = 48,06 \text{ хв};$$

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{20 \cdot 28,06 + 4 \cdot 48,06}{20 + 4} = 31,39 \text{ хв};$$

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{31,39}{2} = 15,70 \text{ хв.}$$

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

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta (N_{\text{пас}} \epsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}} (\epsilon_{\text{зб}} - 1)) + (\beta - 1) N_{\text{в}})}{N_{\text{в}}}, \quad (4.35)$$

де β – коефіцієнт збільшення розрахункових розмірів вантажного руху в окрему добу внаслідок внутрімісячної нерівномірності;

$N_{\text{в}}$ – кількість вантажних поїздів, які прибувають на станцію з даної лінії;

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

Згідно [56] приймаємо $\beta = 1,1$.

Лінія О – К:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,1 \cdot (8 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 30)}{30} = 40,54 \text{ хв};$$

Лінія К – М:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,1 \cdot (6 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 46)}{46} = 27,01 \text{ хв};$$

Лінія К – В:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,1 \cdot (10 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 62)}{62} = 18,21 \text{ хв};$$

Лінія К – А:

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{54} \cdot (1,1 \cdot (6 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) + (1,1 - 1) \cdot 25)}{25} = 44,61 \text{ хв.}$$

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

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}. \quad (4.36)$$

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{24} = 60,0 \text{ хв.}$$

Розрахункові інтервали прибуття для кожної лінії дорівнюють:

$$I_{O-K} = \frac{40,54 + 10}{2} = 25,27 \text{ хв};$$

$$I_{K-M} = \frac{27,01 + 10}{2} = 18,51 \text{ хв};$$

$$I_{K-B} = \frac{18,21 + 10}{2} = 14,11 \text{ хв};$$

$$I_{K-A} = \frac{44,61 + 15}{2} = 29,81 \text{ хв};$$

$$I_{\text{сф}} = \frac{15,70 + 60}{2} = 37,85 \text{ хв.}$$

4.3 Розрахунок кількості колій в приймально-відправних парках

Всі поїзда з напрямків О та М, а також поїзда свого формування надходять в ПВП–А, тому $\gamma = 1$, з напрямку В в даний парк надходять дільничні та збірні поїзда, тому: $\gamma = \frac{8}{62} = 0,129$. З напрямку А у даний парк надходять дільничні та збір-

ні поїзда, тому: $\gamma = \frac{4}{25} = 0,160$.

Остаточна кількість колій в ПВП–А дорівнює:

$$m = \frac{60,38}{25,27} + \frac{60,38}{18,51} + \frac{60,38}{14,11} \cdot 0,129 + \frac{60,38}{29,81} \cdot 0,160 + \frac{60,38}{37,85} = 8,12.$$

Таким чином, необхідна кількість колій в ПВП–А $m = 9$ колій.

В ПВП–Б надходять всі категорії транзитних поїздів з напрямку В:

$$\gamma = \frac{54}{62} = 0,871 \text{ та всі категорії транзитних поїздів з напрямку А: } \gamma = \frac{21}{25} = 0,840.$$

Кількість колій в ПВП–Б дорівнює:

$$m = \frac{58,17}{14,11} \cdot 0,871 + \frac{58,17}{29,81} \cdot 0,84 = 5,23.$$

Таким чином необхідна кількість колій в ПВП–Б дорівнює $m = 6$ колій.

На схемі станції К в ПВП–А та ПВП–Б кількість колій дорівнює 7 та 6. За розрахунками в ПВП–А необхідна кількість колій дорівнює 9, а в ПВП–Б – 6.

Отже, в ПВП–Б залишається 6 колій, а в ПВП–А потрібно добудувати 2 колії.

4.4 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку.

Щоб визначити необхідну кількість колій в СП, встановлюють спеціалізацію колій в залежності від призначень по оптимальному плану формування поїздів (з врахуванням призначень, з яких формуються групові маршрути), добової кількості вагонів кожного призначення, довжини колій парку та технологічного процесу роботи.

Якщо кількість вагонів призначення більша за 200 на добу, то для цього призначення виділяються дві сортувальні колії. При цьому також враховують необхідність виділення колій для вагонів, що прибули під навантаження та в необхідних випадках для порожніх вагонів.

Крім цього, в СП передбачають колії для вагонів, що потребують відчіпного ремонту. Розрахунок кількості колій в сортувальному парку наведений в таб-

лиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Кількість колій в сортувальному парку

№	Призначення	Кількість вагонів	Кількість колій
1	Дільничний на К	330	2
2	Збірний на К	47	1
3	Дільничний на М	110	1
4	Збірний на М	34	1
5	Дільничний на В	440	2
6	Збірний на В	46	1
7	Дільничний на А	220	2
8	Збірний на А	30	1
9	Для несправних та місцевих вагонів	114	1
	Загальна кількість колій		12

Отже, в сортувальному парку необхідна кількість колій $m = 12$ колій. Оскільки наявна кількість колій сортувального парку відповідає розрахунковій, реконструкція сортувального парку не передбачається.

5 ВИБІР ЧЕРГОВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ

Удосконалення технології роботи станції полягає в оптимізації роботи господарського локомотива з підбирання груп вагонів, що розвантажуються на під'їзних коліях та визначенні раціональної черговості подачі вагонів на ПК.

5.1 Визначення технології обслуговування з використанням методів сітьового планування

Для розробки графіка обслуговування під'їзних колій (п/к) використовується метод сітьового планування та управління.

Сітьове планування та управління (СПУ) є одним з ефективних методів організації складних комплексів взаємопов'язаних робіт. В основі СПУ лежить сітьовий графік – модель виробничого процесу в вигляді мережі, тобто фігури, яка складається з вершин і ребер. Вершини – події, що визначають можливість початку чи закінчення різноманітних робіт, а ребра – технологічні операції (роботи), що складають процес. Події на графіку позначають кружками, а роботи – стрілками. Події нумерують послідовно. Кожну роботу позначають власним номером, чи номерами обмежуючих її подій. Цифри на стрілках означають номер роботи та її тривалість. Будь яка послідовність робіт складає шлях [57].

Перед побудовою сітьових графіків виконується аналіз технологічного процесу і встановлюється перелік робіт. Для кожної роботи визначають тривалість та попередні роботи, тобто ті роботи які повинні бути виконані до початку даної. На підставі цих даних складають структурно-часові таблиці.

Сітьовий графік будують зліва направо. При цьому, по можливості, необхідно уникати перетинів ребер. Основні правила побудови наступні [58]:

1. Між двома подіями може знаходитись тільки одна робота.
2. Кожна проміжна подія повинна мати хоча б одну попередню та одну

наступну роботу. Якщо на мережі виникають тупики їх потрібно з'єднати з завершальною подією фіктивними роботами (фіктивні роботи – це роботи, що позначають логічний зв'язок між подіями і мають нульову тривалість виконання).

3. Кожна робота повинна бути направлена від події з меншим номером до події з більшим номером.

Сітьовий графік характеризується наступними параметрами: тривалість критичного шляху, тобто тривалість виконання всього комплексу робіт $T_{кр}$; найбільш ранній можливий та найбільш пізній допустимий строк здійснення події; резерви часу для подій та робіт, які не знаходяться на критичному шляху.

Параметри невеликих сітьових графіків визначають секторним методом. При цьому події зображують у вигляді кругів, поділених на чотири сектори.

У верхньому секторі записують номер події i ; в лівому та правому секторах відповідно найбільш ранній можливий T_{Ei} та найбільш пізній допустимий строк T_{Li} здійснення події; в нижньому секторі – номер попередньої події k .

Розрахунок починають з початкової події, проставляючи $T_{E1}=0$. Потім розраховують T_{Ej} , послідовно переходячи від подій з меншими номерами до подій з більшими номерами, по формулі:

$$T_{Ej} = \max_i (T_{Ei} + t_{ij}), \quad (5.1)$$

де i – номери всіх попередніх подій по кількості вхідних в подію j робіт;

t_{ij} – тривалість роботи ij .

Номер події i , з якої було розраховано T_{Ej} проставляється в нижньому секторі. Дійшовши до завершальної події проставляють $T_{Li}=T_{Ei}=T_{кр}$. Далі розраховують T_{Li} послідовно переходячи від подій з більшими номерами до подій з меншими номерами (рухаючись в зворотному напрямку), по формулі:

$$T_{Li} = \min_j (T_{Lj} - t_{ij}), \quad (5.2)$$

де j – номери всіх подальших подій по кількості вихідних з події i робіт.

У початковій події повинно вийти $T_{Li}=0$. Положення критичного шляху визначають починаючи з завершальної події по номерам проставленим в нижніх секторах. Резерви часу для подій визначають за формулою:

$$R_i = T_{Li} - T_{Ei}. \quad (5.3)$$

Повний резерв часу для роботи визначають за формулою:

$$R_{ij}^{\Pi} = T_{Lj} - T_{Ei} - t_{ij}. \quad (5.4)$$

Вільний резерв часу для роботи визначають за формулою:

$$R_{ij}^B = T_{Ej} - T_{Ei} - t_{ij}. \quad (5.5)$$

Незалежний резерв часу для роботи визначають за формулою:

$$R_{ij}^H = T_{Ej} - T_{Li} - t_{ij}. \quad (5.6)$$

Кількість вагонів, які подаються на кожну під'їзну колію наведено в Додатку А.

У першу чергу на вантажні фронти подають ті групи вагонів, величина $t_{\Pi} + t_{\text{ван}}$ у яких найбільша. Тривалість обслуговування під'їзної колії локомотивом визначається як $t_{\text{л}} = t_{\Pi} + t_{\text{р}}$. Час закінчення вантажних операцій на під'їзних коліях визначається як

$$t_{\text{з}} = t_{\Pi} + t_{\text{ван}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{л},i}, \quad (5.7)$$

де $\sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{л},i}$ момент початку подачі вагонів на вантажний фронт;

t_{Π} – час прибирання;

$t_{\text{ван}}^1$ – тривалість вантажних операцій з одним вагоном;

$T_{\text{ван}}$ – тривалість вантажних операцій.

5.2 Існуюча черговість подачі на під'їзній колії

Згідно з угодою про обслуговування п/к, на п/к маневровим локомотив станції подається вагони двічі на добу. Кількість вагонів у подачі та тривалість вантажних операцій з одним вагоном наведена в Додатку А (таблиця А.5).

Вагони з під'їзних колій забирають у відповідності з порядком закінчення вантажних операцій.

При існуючій технології вагони подають у наступному порядку: п/к 1, потім п/к 3, п/к 4, п/к 2 та збирають спочатку з п/к 2, потім п/к 4, п/к 1, п/к 3 (дивись таблицю 5.1).

Таблиця 5.1 – Порядок обслуговування під'їзних колій

Під'їзна колія	m <i>вагонів</i>	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{ван}}^1$	$T_{\text{ван}}$	$t_{\text{р}}$	Черговість подачі	Черговість прибирання
1	8	0,45	0,45	3,60	0,4	1	3
2	16	0,30	0,35	5,60	0,2	4	1
3	12	0,40	0,40	4,80	0,3	2	4
4	21	0,50	0,30	6,30	0,1	3	2

Черговість подачі та прибирання вагонів на під'їзних коліях наведено в вигляді структурно – часової таблиці (дивись таблицю 5.2). Структурно – часова таблиця містить інформацію про порядок та тривалість проведення технологічних операцій, а також визначає взаємозв'язок між роботами.

На підставі структурно-часової таблиці будується сітьовий графік обслуговування під'їзних колій (дивись рисунок 5.1). На графіку додатково пунктиром вказують простой вагонів на станції в очікуванні подачі та прибирання на вантажні фронти та формування.

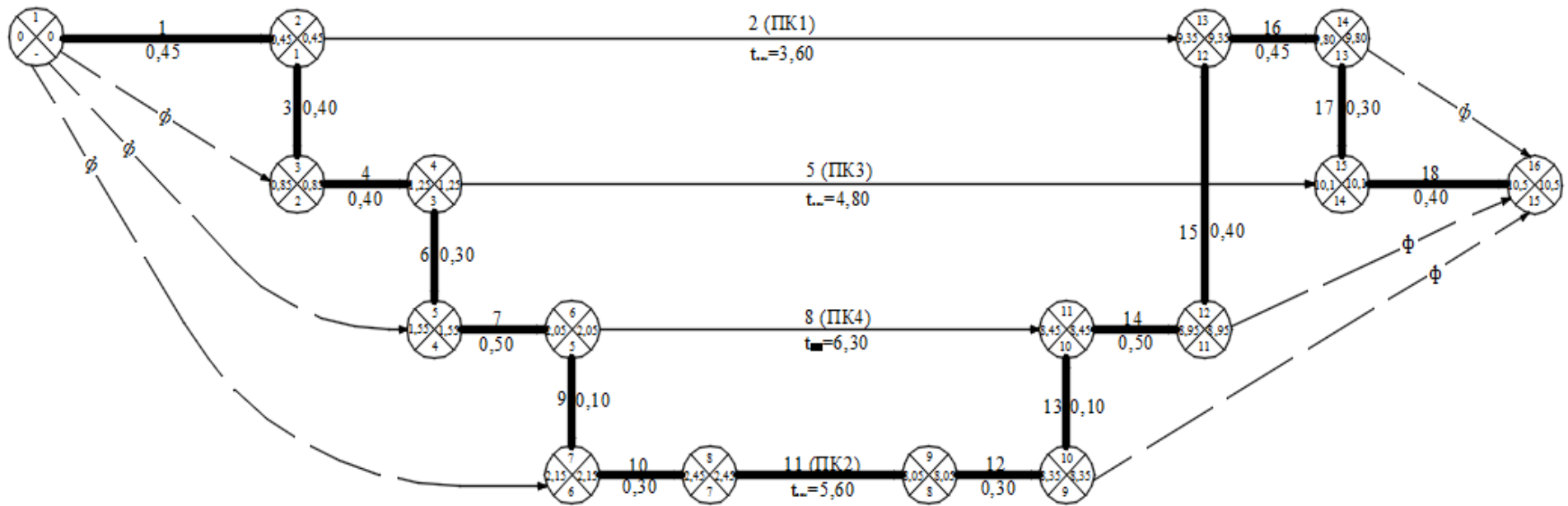


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік виконання подач вагонів на під'їзні колії станції (існуюча черговість виконання операцій)

Після побудови сітьового графіка розраховують всі T_{Ei} та T_{Li} і встановлюють критичний шлях. Він проходить через події 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

Таблиця 5.2 – Структурно-часова таблиця обслуговування під'їзних колій

№ роботи	Зміст роботи	Тривалість, год	Попередні роботи
1	Подача вагонів на п/к 1	0,45	-
2	Вантажні операції на п/к 1	3,60	1
3	Повернення локомотива на станцію з п/к 1	0,40	1
4	Подача вагонів на п/к 3	0,40	3
5	Вантажні операції на п/к 3	4,80	4
6	Повернення локомотива на станцію з п/к 3	0,30	4
7	Подача вагонів на п/к 4	0,50	6
8	Вантажні операції на п/к 4	6,30	7
9	Повернення локомотива на станцію з п/к 4	0,10	7
10	Подача вагонів на п/к 2	0,30	9
11	Вантажні операції на п/к 2	5,60	10
12	Прибирання вагонів з п/к 2	0,30	11
13	Слідування локомотива на п/к 4	0,10	12
14	Прибирання вагонів з п/к 4	0,50	8,13
15	Слідування локомотива на п/к 1	0,40	14
16	Прибирання вагонів з п/к 1	0,45	2,15
17	Слідування локомотива на п/к 3	0,30	16
18	Прибирання вагонів з п/к 3	0,40	5,17

В таблиці. 5.3 наведено розрахунок резервів виконання робіт.

Таблиця 5.3 Резерви робіт

Робота	R_{ij}^n	R_{ij}^b	R_{ij}^h
1.3	0,85	0,85	0,85
1.5	1,55	1,55	1,55
1.7	2,15	2,15	2,15
2.13	5,30	5,30	5,30
4.15	4,05	4,05	4,05
6.11	0,10	0,10	0,10
10.16	2,15	2,15	2,15
12.16	1,55	1,55	1,55
14.16	0,70	0,70	0,70

5.3 Визначення черговості обслуговування під'їзних колій

Дані щодо знаходження вагонів на під'їзних коліях наведені в додатку А. Вагони з під'їзних колій забирають у відповідності з порядком закінчення вантажних операцій. Розрахунки виконуються в таблиці. 5.3.

Таблиця 5.3 – Визначення порядку обслуговування під'їзних колій

Під'їзна колія	t_{Π}	$T_{\text{ван}}$	t_p	$t_{\Pi} + t_{\text{ван}}$	Черговість подачі	$t_{\text{л}}$	$\sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{л},i}$	t_3	Черговість прибирання
1	0,45	3,60	0,4	4,05	4	0,85	1,80	5,85	1
2	0,30	5,60	0,2	5,90	2	0,50	0,60	6,50	3
3	0,40	4,80	0,3	5,2	3	0,70	1,10	6,30	2
4	0,50	6,30	0,1	6,80	1	0,60	0	6,80	4

У нашому випадку вагони подають у наступному порядку п/к 4, п/к 2, п/к 3, п/к 1 та збираються у наступному порядку з п/к 1, п/к 3, п/к 2, п/к 4.

Черговість подачі та прибирання вагонів на під'їзних коліях наведено в вигляді структурно – часової таблиці (дивись таблицю 5.4).

Таблиця 5.4 – Структурно-часова таблиця обслуговування під'їзних колій

№ роботи	Зміст роботи	Тривалість, год	Попередні роботи
1	Подача вагонів на п/к 4	0,50	-
2	Вантажні операції на п/к 4	6,30	1
3	Повернення локомотива на станцію з п/к 4	0,10	1
4	Подача вагонів на п/к 2	0,30	3
5	Вантажні операції на п/к 2	5,60	4
6	Повернення локомотива на станцію з п/к 2	0,20	4
7	Подача вагонів на п/к 3	0,40	6
8	Вантажні операції на п/к 3	4,80	7
9	Повернення локомотива на станцію з п/к 3	0,30	7
10	Подача вагонів на п/к 1	0,45	9
11	Вантажні операції на п/к 1	3,60	10
12	Прибирання вагонів з п/к 1	0,45	11
13	Слідування локомотива на п/к 3	0,30	12
14	Прибирання вагонів з п/к 3	0,40	8,13
15	Слідування локомотива на п/к 2	0,20	14
16	Прибирання вагонів з п/к 2	0,30	5,15
17	Слідування локомотива на п/к 4	0,10	16
18	Прибирання вагонів з п/к 4	0,50	2,17

На підставі структурно-часової таблиці будується сітьовий графік обслуго-

вування під'їзних колій (дивись рисунок 5.2). На графіку додатково пунктиром вказують простої вагонів на станції в очікуванні подачі та прибирання на вантажні фронти та формування.

Після побудови сітьового графіка розраховують всі T_{Ei} та T_{Li} і встановлюють критичний шлях. Він проходить через події 1, 2, 3, 4,5,6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13,14,15,16.

Таким чином, доцільним є подача вагонів спочатку на п/к 4, потім на п/к 2, п/к 3, п/к 1. Послідовність прибирання вагонів у наступному порядку з п/к 1, п/к 3, п/к 2, п/к 4. В таблиці 5.5 наведено розрахунок резервів виконання робіт.

Таблиця 5.5 – Резерви робіт

Робота	R_{ij}^P	R_{ij}^B	R_{ij}^H
1.3	0,6	0,6	0,6
1.5	1,1	1,1	1,1
1.7	1,8	1,8	1,8
2.15	0,8	0,8	0,8
4.13	0,7	0,7	0,7
6.11	0,3	0,3	0,3
10.16	1,8	1,8	1,8
12.16	1,1	1,1	1,1
14.16	0,6	0,6	0,6

Цей варіант подачі вагонів на п/к буде використано при розробці добового плану-графіку роботи станції.

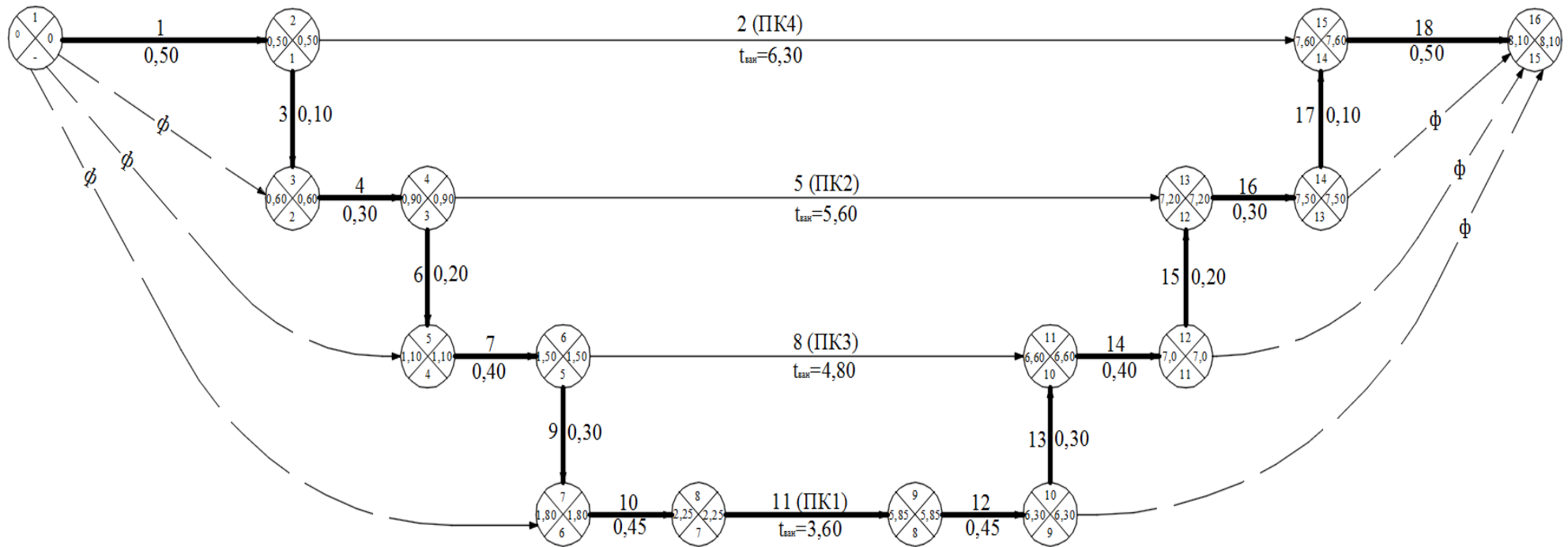


Рисунок 5.2 – Сітьовий графік виконання подач вагонів на під'їзні колії станції

6 ВИБІР ВАРІАНТУ ВИКОНАННЯ ПІДБИРАННЯ ГРУП ВАГОНІВ ДЛЯ ПОДАЧІ НА ПІД'ЇЗНІ КОЛІЇ

6.1 Проблема формування составів поїздів

Групу вагонів, що подаються на під'їзні колії, можна розглядати як багатогрупний состав. Формування подач вагонів на станції К виконується господарським локомотивом станції на витяжній колії сортувального парку.

В сучасних умовах виникає проблема зменшення тривалості процесу формування. Для вирішення даної проблеми необхідно знаходити відповідні способи її вирішення. Оскільки, при виборі різних методів формування тривалість формування багатогрупного поїзда може коливатися в значному інтервалі, пошук мінімального значення дозволить зменшити витрати часу на цей процес [59, 60].

Для аналізу було вибрано два методи:

- метод комбінаторного сортування вагонів (або комбінаторний метод), який розроблено в середині 70-х років та широко впроваджено на залізницях. Даний метод базується на системі числення Фібоначчі. На кожному рейсі сортування вагони збираються лиш з однієї колії;

- розподільчий метод, що розроблено на кафедрі «Транспортні вузли», базується на показниковій системі числення на основі кількості колій, що використовується для формування. Основною відмінністю даного метода від попереднього являється потреба в збирання вагонів зі всіх колій;

В початковому составі вагони розташовуються в будь-якому порядку. У відсортованому составі вагони повинні бути зібрані по групам, а самі групи повинні розташовуватись у потрібній послідовності, при цьому порядок вагонів всередині групи немає значення.

У вихідному составі кількість груп вагонів, що направляються на різні призначення може бути значною. Це потребує великої кількості етапів сортування багатогрупних поїздів, багато переміщень локомотива без чи з вагонами, що, без-

умовно, вплине на тривалість процесу формування составу T_{ϕ} . Щоб зменшити, по-можливості, тривалість формування T_{ϕ} доцільно виконати перенумерацію груп составу з метою зменшення їх кількості.

Перенумерація дозволяє зменшити кількість груп приблизно вдвічі, що дозволить сформувати багатогрупний состав з меншими обсягами маневрової роботи, що значить – за менший час.

Згідно з завдання необхідно сформувати 2 подачі вагонів. Порядок розміщення вагонів в составах випадковий та наведений в Додатку А, таблиця А.6.

6.2 Формування подачі вагонів комбінаторним методом

Алгоритм формування составу комбінаторним методом наступний:

1. Кожній групі вагонів у відповідності до її умовного номеру та кількості сортувальних колій присвоїти двійковий код Фібоначчі $\Phi_m(\gamma)$. Для того, щоб групи вагонів були відсортовані у прямому порядку, коди груп необхідно присвоювати в зворотному порядку, тобто

$$\gamma = v - k - 1, \quad (6.1)$$

де v – загальна кількість умовних призначень;

k – умовний номер призначення.

2. Сортувальним коліям присвоїти умовні номери 0, 1, 11.

3. В процесі сортування відправити групи вагонів на ті колії, номером яких закінчується їх код.

4. Витягнути на витяжну колію вагони, що стоять на колії 0.

5. Циклічно змістити нумерацію колій вниз.

6. Викреслити останню цифру кодів призначень груп вагонів і перейти до кроку 3.

Кроки 3–6 повторюються циклічно до моменту формування составу на колії сортувального парку.

Виділення умовних груп в составі наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Виділення в складі умовних номерів груп вагонів

Поч. сост.	3	2	2	1	4	1	2	4	3	1	1	4	3	3	2	1	4	2	3	1
Пор. №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Відсорт. сост	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Пор. №	3	5	9	10	15	19	22		1	2	6	14	17	21	23	25	28	0	8	12
УНГ	0								1											
Поч. сост.	4	2	1	2	3	2	4	3	2	3										
Пор. №	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29										
Відсорт. сост	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4										
Пор. №	13	18	24	29	4	7	11	16	20	16										
УНГ	2				3															

Оскільки доцільним є подача вагонів спочатку на п/к 4, потім на п/к 2, п/к 3, п/к 1., то 1 – це вагони призначення на п/к 4; 2 – вагони призначення на п/к 2; 3 – вагони призначення на п/к 3; 4 – вагони призначення на п/к 1

Виконуємо сортування складу комбінаторним методом. Для цього згідно присвоюємо коди призначенням вагонів (дивись таблицю 6.2). Табл. 6.2 заповнюємо, починаючи зі стовпця K , який відповідає останньому рядку табл. 6.1. Кількість рядків у табл. 6.2 відповідає кількості умовних груп у табл. 6.1. До умовної групи №0 входять вагони, призначенням 1, до умовної групи №1 входять вагони, призначенням 2 і т.д. Стовпчик γ необхідний для того, щоб при сортуванні отримати склад, відсортований у прямому порядку.

В останньому стовпчику присвоюємо двійковий код $\Phi_3(\gamma)$ умовним групам вагонів згідно з [61].

Таблиця 6.2 – Коди призначенням вагонів при сортуванні складу комбінаторним методом

Призначення вагонів	K	γ	$\Phi_3(\gamma)$
1	0	3	011
2	1	2	010
3	2	1	010
4	3	0	000

Далі, у відповідності до алгоритму формування складу комбінаторним методом, записуємо увесь початковий (не відсортований) склад на витяжну колію, а сортувальним коліям присвоюємо умовні номери 0, 1, 11, дивись рисунок 6.1. Після цього, в процесі сортування відправляємо групи вагонів на ті колії, номером яких закінчується їх код (при перегляді справа наліво до першого нуля, що зустрінеється).

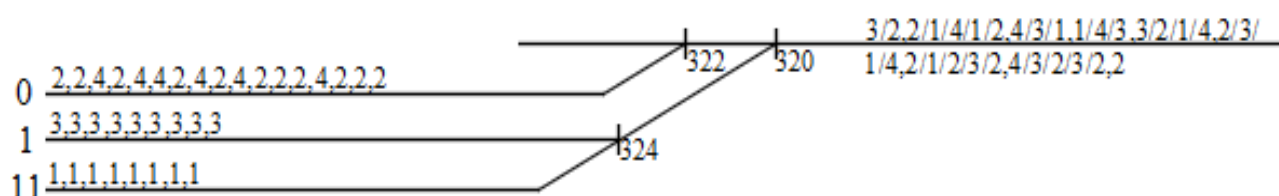


Рисунок 6.1 – Перший етап сортування вагонів комбінаторним методом

Після першого етапу, у відповідності до алгоритму, вагони з колії №0 витягуємо на витяжну колію формування, дивись рисунок 6.2. А решта вагонів залишаються на сортувальних коліях.

Після цього циклічно змінюємо умовну нумерацію, викреслюємо останню цифру коду і знову переходимо до етапу сортування вагонів.

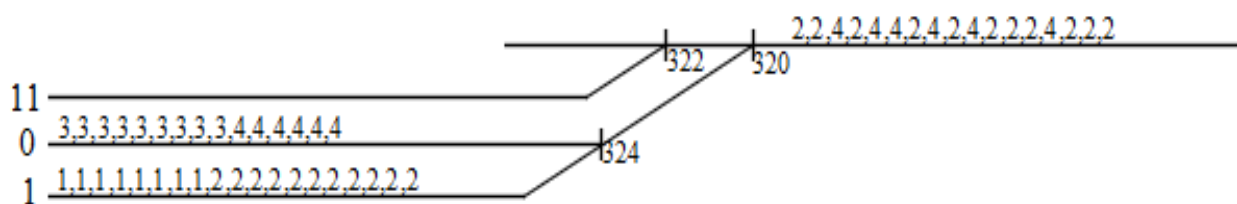


Рисунок 6.2 – Другий етап сортування вагонів комбінаторним методом

Тепер вагони, призначенням 3, 4 потрібно направити на сортувальну колію №0, дивись рисунок 6.3

Отже, процес формування збірної поїзда комбінаторним методом завершено за 3 етапи.

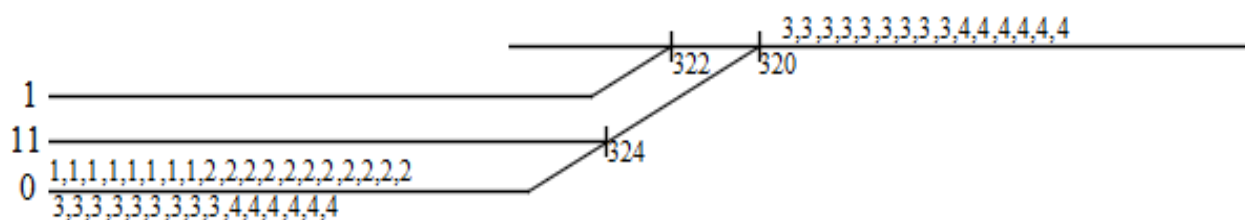


Рисунок 6.3 – Третій етап сортування вагонів комбінаторним методом

6.3 Формування подачі вагонів розподільчим методом

Алгоритм формування складу розподільчим методом наступний:

1. Кожній групі вагонів у відповідності з її умовним номером та кількістю сортувальних колій присвоїти код позиційної системи числення $\psi_m(\gamma)$.
2. Пронумерувати сортувальні колії порядковими номерами 0, 1, 2.
3. В процесі сортування відправити групи вагонів на ті колії, номером яких закінчується їх код.
4. Зібрати вагони зі всіх сортувальних на витяжній колії, починаючи з колії, що має найбільший порядковий номер і закінчуючи колією № 0.
5. Викреслити останню цифру з коду призначення та перейти до кроку 3.

Кроки 3–5 повторюються циклічно до моменту формування складу на колії № 0 сортувального парку.

Виконуємо сортування складу розподільчим методом. Для цього присвоюємо коди призначенням вагонів, дивись таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 заповнюється аналогічно табл. 6.2, розряди, яких не вистачає, заповнюються нулями. У відповідності до алгоритму, сортувальним коліям присвоюємо номери 0,1,2. Вагони у процесі сортування відправляємо на ті колії, номером яких закінчується їх код. Отже, після першого етапу сортування отримаємо стан сортувального парку, що наведено на рисунку 6.4.

На відміну від комбінаторного методу, після чергового етапу сортування вагони на витяжній колії збираємо зі всіх колій, починаючи з колії, що має найбільший порядковий номер.

Таблиця 6.3 – Коды призначення вагонів при сортування составу розподільчим методом

Призначення вагонів	К	$\Psi_3 (\gamma)$
1	0	00
2	1	01
3	2	02
4	3	10

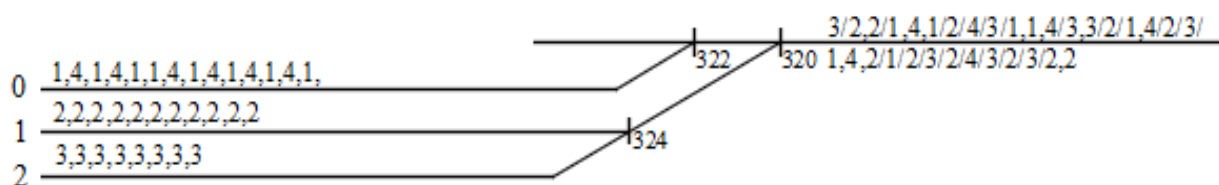


Рисунок 6.4 – Перший етап сортування вагонів розподільчим методом

Отже, маневровий локомотив спочатку заїжджає на колію № 2, збирає вагони. Потім виїжджає з цими вагонами на витяжну колію, після чого, заїжджає на колію № 1 за групою вагонів. Після збирання всіх вагонів на першому етапі сортування на витяжній колії буде знаходитись увесь состав (дивись рисунок 6.5).

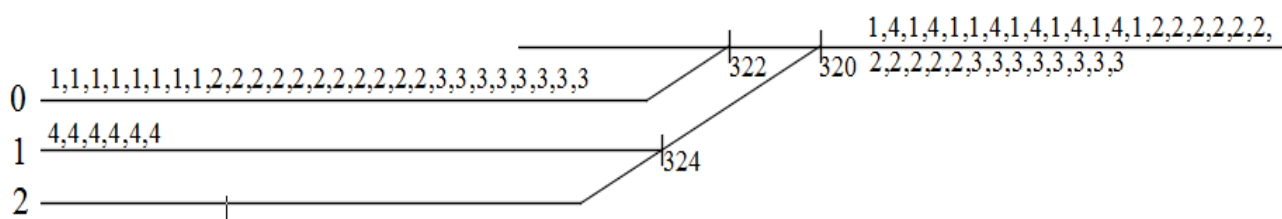


Рисунок 6.5 – Другий етап сортування вагонів розподільчим методом

У розподільчому методі на останньому етапі (збирання вагонів) усі вагони на витяжну колію витягувати немає необхідності. Так, у даному прикладі на останньому етапі достатньо витягнути вагони з колії №1 на витяжну, а потім осадити їх на колію №0, дивись рисунок 6.6

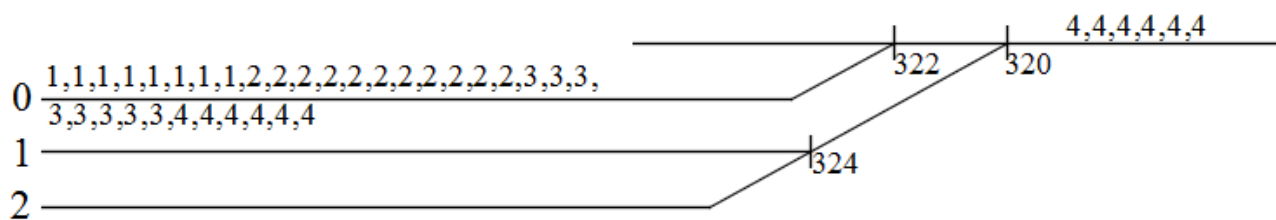


Рисунок 6.6 – Третій етап сортування вагонів розподільчим методом

Отже, процес формування подачі розподільчим методом завершено у 3 етапи.

У якості аналізу звернемо увагу на різницю між двома методами сортування вагонів. При використанні комбінаторного методу состав було сформовано за 3 етапи, при використанні розподільчого методу – за 3 етапи. Але при цьому витягування вагонів після чергового етапу сортування в комбінаторному методі виконується з колії №0, а в розподільчому - зі всіх колій.

Результати формування подачі 2 наведено в Додатку Б.

Після виконання формування подач вагонів, для порівняння комбінаторного і розподільчого методів, необхідно визначити тривалість формування збірних поїздів.

6.4 Визначення тривалості формування подач

Початкове розміщення вагонів у составі та етапи сортування составу комбінаторним та розподільчим методами прийняті з розділу 6.4 і, відповідно, наведені для комбінаторного методу на рис. 6.1- 6.3, розподільчим – на рис. 6.4 - 6.6.

Тривалість маневрових операцій з формування составів визначається за формулою:

$$T_{\phi} = T_c + T_{зб} \quad (6.2)$$

де T_c – тривалість сортування вагонів;

$T_{зб}$ – тривалість збирання вагонів.

Оскільки сортування виконується на витяжній колії то тривалість сортування визначається за формулою:

$$T_c = A \cdot g + B \cdot m \quad (6.3)$$

де A та B – нормативні коефіцієнти (для ухилу 2,5‰ $A=0,41$; $B=0,32$);
 m – кількість вагонів в составі.

Час на перестановку вагонів і составів з колії на колію, з парку в парк визначається підсумовуванням часу виконання окремих напіврейсів, що виконуються під час цих перестановок [61].

Тривалості напіврейсу зі швидкістю 15 км/год (згідно Додатку А)

$$t_{н/р} = 0,2965 + 0,004 \cdot l_{н/р} + 0,0124 \cdot m; \quad (6.4)$$

де $l_{н/р}$ – довжина напіврейсу, м.

6.5 Визначення тривалості формування подачі комбінаторним методом

Визначимо тривалість формування збірного поїзда призначенням на 3 комбінаторним методом.

Перед початком сортування необхідно переставити состав з колії парку на витяжну колію.

Довжина напіврейсу витягування (дивись рисунок 6.7) локомотивом $L_{вит}$ состава з колії 0 на витяжку дорівнює:

$$L_{вит} = L_{гс} + L_{лок} + L_{стр1} + L_{стр2} + L_{стр3} + L_{стр4} + L_{гс} + L_c, \text{ м}$$

де $L_{стр}$ – відстань між центрами суміжних стрілочних переводів,

$L_{гс}$ – відстань від центру стрілочного переводу до граничного стовпчика;

$L_{лок}$ – довжина маневрового локомотива, прийнято $L_{лок} = 17 \text{ м}$.

L_c – довжина групи вагонів, що витягується на витяжну колію.

Довжина групи вагонів може бути розрахована як $L_c = L_v \cdot m$.

Тоді, при $L_{zc}=44$ м, $L_{лок}=17$ м довжина піврейсу витягування:

$$L_{vit}=16+48+44+17+40 \cdot 15 = 726 \text{ м}$$

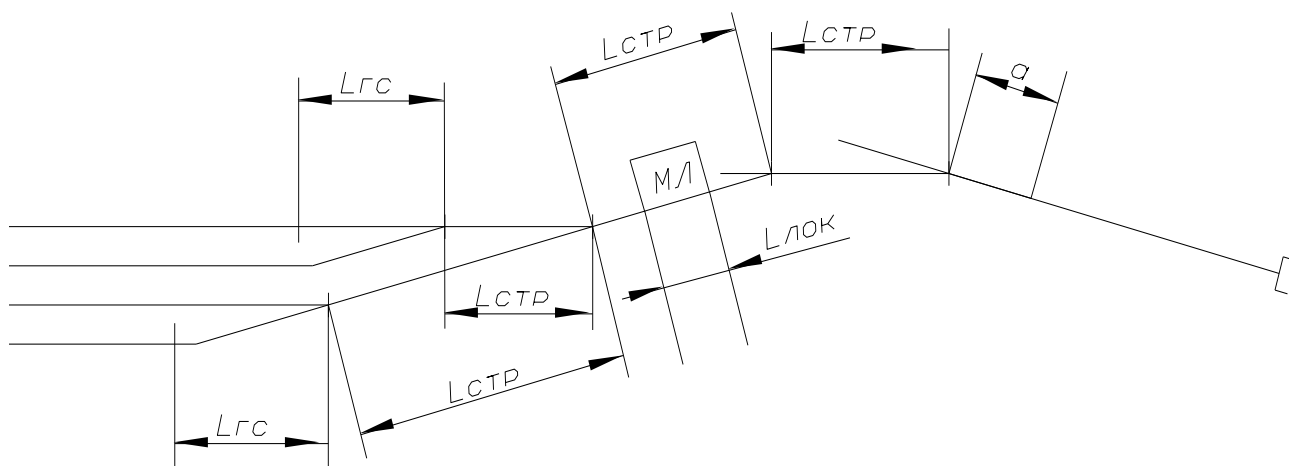


Рисунок 6.7. – Розрахункова схема довжини заїзду локомотиву за вагонами

Так як задана допустима швидкість руху під час маневрів становить 15 км/год, то розрахунок тривалості напіврейсу заїзду необхідно виконувати за формулою (6.4):

$$t_{н/р} = 0,2965 + 0,004 \cdot 726 + 0,0124 \cdot 40 = 3,70 \text{ хв}$$

Далі визначаємо тривалість сортування вагонів на першому етапі відповідно до типу заданого сортувального пристрою (витяжна колія ухилом 2,5 ‰), яку розраховуємо за формулою (6.3). При цьому кількість вагонів m у складі дорівнює 30, кількість відчепів g дорівнює 25, значення коефіцієнтів A та B – 0,41 і 0,32 відповідно.

Таким чином тривалість сортування вагонів на першому етапі дорівнює:

$$T_c = 0,41 \cdot 25 + 0,32 \cdot 30 = 23,05 \text{ хв.}$$

Довжина заїзду локомотива L_3 за групою вагонів на колію 0 дорівнює:

$$L_3 = L_a + L_{стр} + L_{zc} + L_{лок},$$

де L_a – параметр a стрілочного переводу, прийнято $L_a = 16$ м.

Всі розрахунки зведені до таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Тривалість маневрових операцій з формування подачі комбі-
наторним методом

№ ета- пу	Назва напіврейсу	<i>m, ваг</i>	<i>g, відч</i>	<i>L_{нр}, м</i>	Тривалість маневрових операцій, <i>хв</i>
1	Витягування состава з парка на витяжну колію	30	-	658	3,34
	Розформування составу	30	24	-	20,40
	Заїзд на колію 0	-	-	163	0,85
	Витягування вагонів з колії 0	17	-	381	2,03
2	Розформування составу	17	11	-	9,95
	Заїзд на колію 0	-	-	163	0,85
	Витягування вагонів з колії 0	14	-	373	1,96
4	Осаджування вагонів на колію 1	14	-	336	1,81
					41,20

Тоді:

$$L_3 = 44 + 48 + 16 + 17 = 138 \text{ м};$$

В цьому випадку при розрахунку тривалості напіврейсу необхідно врахо-
вувати що заїзд локомотива виконуються без вагонів.

$$t_{i/0} = 0,2965 + 0,004 \cdot 138 = 0,85 \text{ хв.}$$

Довжина напіврейсу витягування групи вагонів з колії № 0 за СП № 320
дорівнює:

$$L_B = L_{гс} + L_{стр1} + L_a + L_{лок} + L_c$$

$$L_B = 44 + 48 + 16 + 17 + 15 \cdot 23 = 482 \text{ м.}$$

Тривалість напіврейсу витягування згідно формули (6.3) дорівнює:

$$t_{н/р} = 0,2965 + 0,004 \cdot 422 + 0,0124 \cdot 23 = 2,51 \text{ хв}$$

6.6 Визначення тривалості формування подачі розподільчим методом

Визначимо тривалість формування збірною поїзда розподільчим методом.

Тривалість витягування состава на витяжну колію така ж сама як і визначена на попередньому кроці, тобто $t_{н/р} = 3,7$. Тривалість сортування вагонів на першому етапі також визначається за формулою (6.3). При цьому кількість вагонів m у составі дорівнює 30, кількість відчепів $g = 28$, значення коефіцієнтів A та $B = 0,41$ і $0,32$ відповідно.

Таким чином тривалість сортування вагонів на першому етапі дорівнює:

$$T_c = 0,41 \cdot 29 + 0,32 \cdot 40 = 23,05 \text{ хв.}$$

На відміну від комбінаторного методу в розподільчому виконується збір вагонів на витяжній колії зі всіх сортувальних, починаючи з колії, що має найбільший порядковий номер і закінчуючи колією № 0.

Довжина заїзду локомотива L_z за групою вагонів на колію 2 дорівнює:

$$L_z = L_a + L_{гс} + L_{стр} + L_{лок},$$

$$L_z = 15 + 87 + 44 + 17 = 163 \text{ м};$$

Тривалість напіврейсу заїзду за формулою (7.4) дорівнює:

$$t_{н/р} = 0,2965 + 0,004 \cdot 163 = 0,95 \text{ хв.}$$

Довжина напіврейсу витягування групи вагонів з колії 2 за СП №320 дорівнює:

$$L_b = L_{гс} + L_a + L_{лок} + L_c$$

Кількість вагонів, що витягується, дорівнює 8 (дивись рисунок 6.9, колія 2), отже:

$$L_b = 15 + 17 + 15 \cdot 8 = 196 \text{ м.}$$

Тривалість напіврейсу витягування згідно формули (6.4) дорівнює:

$$t_{н/р} = 0,2965 + 0,004 \cdot 196 + 0,0124 \cdot 8 = 1,18 \text{ хв.}$$

Довжина заїзду локомотива L_z за групою вагонів на колію 1 дорівнює:

$$L_3 = L_a + L_{\text{Гс}} + L_{\text{лок}} + L_c, \text{ тоді } L_3 = 15+17+15 \cdot 8=196 \text{ м};$$

Тривалість напіврейсу заїзду за формулою (6.4) дорівнює:

$$t_{\text{н/р}} = 0,2965 + 0,004 \cdot 2 + 0,0124 \cdot 8 = 1,18 \text{ хв.}$$

Довжина напіврейсу витягування групи вагонів з колії 1 за СП №324 дорівнює:

$$L_{\text{в}} = L_{\text{Гс}} + L_{\text{стр}} + L_a + L_{\text{лок}} + L_c$$

Сумарна кількість вагонів, що витягується, дорівнює 24, отже:

$$L_{\text{в}} = 87+15+17+15 \cdot 24= 523 \text{ м.}$$

Тривалість напіврейсу витягування згідно формули (6.4) дорівнює:

$$t_{\text{н/р}} = 0,2965 + 0,004 \cdot 523 + 0,0124 \cdot 24 = 2,69 \text{ хв.}$$

Довжина заїзду локомотива L_3 за групою вагонів на колію 0 дорівнює:

$$L_3 = L_a + L_{\text{стр}} + L_{\text{Гс}} + L_{\text{лок}} + L_c, \text{ тоді } L_3 = 16+48+44+17+15 \cdot 24=486 \text{ м};$$

Всі розрахунки зведені до таблиці 6.5.

Тривалість напіврейсу заїзду за формулою (6.3) дорівнює:

$$t_{\text{н/р}} = 0,2965 + 0,004 \cdot 486 + 0,0124 \cdot 24 = 2,54 \text{ хв.}$$

Довжина напіврейсу витягування групи вагонів з колії 0 за СП №411 дорівнює:

$$L_{\text{в}} = L_a + L_{\text{стр}} + L_{\text{Гс}} + L_{\text{лок}} + L_c$$

Сумарна кількість вагонів, що витягується, дорівнює 30, отже:

$$L_{\text{в}} = 16+48+44+17+15 \cdot 30= 726 \text{ м.}$$

Тривалість напіврейсу витягування згідно формули (7.3) дорівнює:

$$t_{\text{н/р}} = 0,2965 + 0,004 \cdot 726 + 0,0124 \cdot 40 = 3,7 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.5 – Тривалість маневрових операцій з формування подачі розподільчим методом

№ етапу	Назва напіврейсу	m , ваг	g , відч	$L_{пр}$, м	Тривалість маневрових операцій, хв
1	Витягування состава з парка на витяжну колію	30	-	658	3,34
	Розформування составу	30	24	-	20,40
	Заїзд на колію 2		-	163	0,95
	витягування групи вагонів з колії 2 за СП № 435	8	-	196	1,18
	Заїзд на колію 1	8	-	283	1,53
	Витягування составу з колії 1 за СП № 324	19	-	361	1,98
	Заїзд на колію 0	19	-	411	2,18
	витягування групи вагонів з колії 0 за СП № 320	30	-	621	3,19
2	Розформування составу	30	13	-	15,89
	Заїзд на колію 1		-	163	0,95
	витягування групи вагонів з колії 1 за СП № 320	6	-	253	1,38
3	Осаджування вагонів на колію 0	6	-	216	1,23
Всього					54,19

Виконавши порівняння тривалості розформування комбінаторним ($T_{\phi} = 41,20$ хв) та розподільчим ($T_{\phi} = 54,19$ хв) методами можна зробити висновок, що за критерієм мінімального часу формування кращим в даному випадку є комбінаторний метод формування подачі. Розрахунок тривалості розформування решти составів наведено в Додатку В, результати зведені в таблицю 6.6.

Таблиця 6.6 – Порівняння тривалостей формування подач розподільчим та комбінаторним методами

Найменування состава	Тривалість формування комбінаторним методом	Тривалість формування розподільчим методом	Економія часу
Подача 1	41,20	54,19	13,00
Подача 2	38,38	55,12	16,73

Отже, виходячи з отриманих даних робимо висновок, що формування подач вагонів на п/к будемо виконувати комбінаторним методом. Ці дані будуть використані при побудові добового плану-графіку роботи станції.

7 РОЗРОБКА ТА ВИБІР ВАРІАНТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГОРЛОВИН ПАРКІВ СТАНЦІЇ

Розрахунок необхідного колійного розвитку парків станції (розділ 4) показав, що для забезпечення безперешкодного прийому поїздів на станцію та виконання заданого обсягу поїзної та місцевої роботи в ПВП–А потрібно добудувати дві колії.

Виходячи з цього, була розроблена пропозиція по вдосконаленню колійного розвитку дільничної станції К, а саме виконати реконструкцію ПВП–А.

7.1 Удосконалення конструкції ПВП–А

Реконструкція ПВП–А передбачає будівництво колій №8А та №9А між ПВП–А та СП. В даному дипломному проекті було розроблено по три варіанти реконструкції парної та непарної горловини ПВП–А.

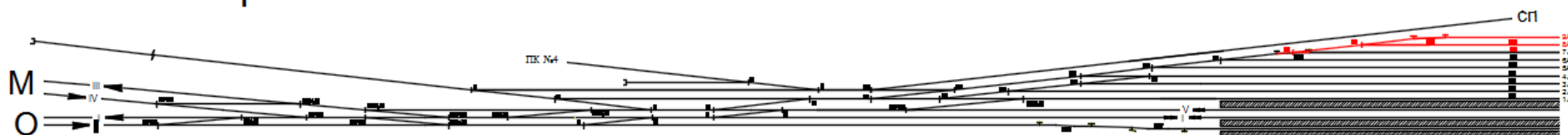
Варіанти удосконалення парної горловини ПВП–А приведені на рисунку 7.1, а непарної горловини – на рисунку 7.2.

Перший варіант реконструкції парної горловини ПВП–А (див. рис. 7.1) передбачає приєднання колій №8А та №9А до існуючої станційної горловини стрілочними переводами №120 та №122.

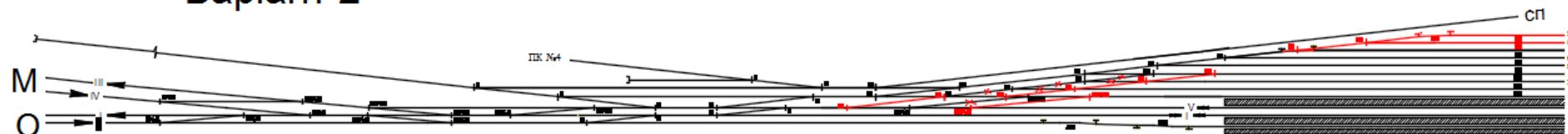
Другий варіант (рис. 7.1) передбачає будівництво станційного з'їзду зі стрілочних переводів №124 та №126, між головною колією №V та приймально-відправною колією №1А. А також приєднання колій №8А та №9А до існуючої станційної горловини стрілочними переводами №120 та №122.

Третій варіант (рис. 7.1) передбачає будівництво станційного з'їзду зі стрілочних переводів №124 та №126, між головною колією №V та приймально-відправною колією №1А, та станційного з'їзду зі стрілочних переводів №46 та №48, між головними коліями №I та №V. А також приєднання колій №8А та №9А до існуючої станційної горловини стрілочними переводами №120 та №122.

Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3

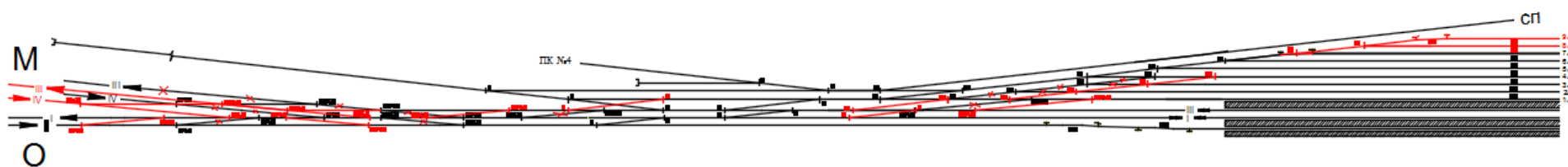


Рисунок 7.1 – Варіанти удосконалення парної горловини ПВП-А

Варіант 1



Варіант 2



Варіант 3



Рисунок 7.2 – Варіанти удосконалення непарної горловини ПВП-А

Крім того передбачає будівництво станційного з'їзду зі стрілочних переводів №50 та №52, що утворюють перехресний з'їзд разом зі стрілочними переводами №24 та №26. Таке удосконалення дозволить виконувати паралельні операції з прийому та відправлення поїздів.

Перший варіант реконструкції непарної горловини ПВП–А (див. рис. 7.2) передбачає приєднання колій №8А та №9А до існуючої станційної горловини стрілочними переводами №145 та №147.

Другий варіант (рис. 7.2) передбачає будівництво колій №8А та №9А під кутом 2α від стрілочного переводу №115. Крім того продовження стрілочної вулиці №121, №123, №125, №127, №129 стрілочним переводом №145.

Третій варіант (рис. 7.2) передбачає приєднання колій №8А та №9А до існуючої станційної горловини стрілочними переводами №145 та №147. Крім того передбачає будівництво станційного з'їзду зі стрілочних переводів №149 та №151, між головними коліями №І та №V. Таке удосконалення дозволить виконувати паралельні операції з прийому та відправлення поїздів.

Для вибору кращих варіантів реконструкції, які будуть використані при розробці технологічного процесу і подальших розрахунків, необхідно виконати аналіз та розрахунок тривалості затримок в горловинах станції.

7.2 Розрахунок кількості та тривалості затримок поїздів в парній та непарній горловинах ПВП–А

Кількість затримок визначається за формулою:

$$K_3 = N_1 \cdot N_2 (t_1 + t_2) / 1440, \quad (7.1)$$

де N_1, N_2 – розміри поїздопотоків;

t_1, t_2 – тривалість операцій, хв.

Визначення ворожих маршрутів для першого варіанту реконструкції парної горловини ПВП–А приведено в таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Визначення ворожих маршрутів в 1-му варіанті реконструкції парної горловини станції

№ маршру- ту	Маршрути	Маршрути														
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
1.	Прийом транзитних з К на 1А, 2А, 3А															
2.	Прийом транзитних з М на 5А, 6А	В														
3.	Прийом кутових з К на 4А	Н	В													
4.	Прийом кутових з М на 4А	В	Н	Н												
5.	Відправлення кутових на К з 4А	В	В	Н	Н											
6.	Відправлення кутових на М з 4А	В	В	Н	Н	Н										
7.	Прийом в розформ. з К на 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	В	В	В									
8.	Прийом в розформ. з М на 7А, 8А, 9А	В	Н	В	Н	В	В	Н								
9.	Відправл. свого форм. на К з 7А, 8А, 9А	В	В	В	В	Н	В	Н	Н							
10.	Відправл. свого форм. на М з 7А, 8А, 9А	В	В	В	В	В	Н	Н	Н	Н						
11.	Подача-прибир. локом. на 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В					
12.	Подача-прибир. локом. на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н				
13.	Пропуск локомотива по 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В	Н	Н			
14.	Виставка з сорт. парку на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н		
15.	Подача вагонів на ПК №4	П	В	П	П	П	П	П	П	П	П	П	Н	П	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Визначення ворожих маршрутів для другого та третього варіантів реконструкції парної горловини ПВП–А, першого, другого та третього варіантів реконструкції непарної горловини приведено у Додатку В, таблиці В.1–В.5 відповідно.

Тривалість затримок визначимо в залежності від категорії маршрутів по наступним формулам:

- при нерівноправних маршрутах

$$\tau_n = (t_1 + t_2)/2, \text{ хв}; \quad (7.2)$$

- при рівноправних маршрутах

$$\tau_p = (t_1^2 + t_2^2)/2(t_1 + t_2), \text{ хв}. \quad (7.3)$$

Наприклад, визначимо кількість та тривалість затримок, які ліквідовано завдяки другому варіанту реконструкції парної горловини ПВП–А. Розглянемо маршрути 2 та 1, вони рівноправні, отже за допомогою формул (7.1) та (7.3) визначаємо:

$$K_3 = 40 \cdot 23 \cdot (6,31 + 6,31)/1440 = 8,06,$$

$$\tau_p = (6,31^2 + 6,31^2)/2 \cdot (6,31 + 6,31) = 3,16 \text{ хв},$$

$$T = 8,06 \cdot 3,16 = 25,44 \text{ хв}.$$

Аналогічно виконуються розрахунки і для інших пар маршрутів. Розрахунки по визначенню простоїв поїздів та локомотивів, які ліквідовано завдяки другому варіанту реконструкції парної горловини ПВП–А приведено в таблиці 7.2.

Розрахунки по визначенню простоїв поїздів та локомотивів, які ліквідовано завдяки третьому варіанту реконструкції парної горловини та третього варіанту реконструкції непарної горловини ПВП–А, а також розрахунок кількості та тривалості затримок які з'явилися при реконструкції непарної горловини за дру-

гим варіантом, приведено у Додатку В, таблиці В.6 – В.8 відповідно.

Таблиця 7.2 – Визначення кількості та тривалості затримок, які ліквідовано у другому варіанті реконструкції парної горловини ПВП–А

№ п/п	Марш- рут 1	Марш- рут 2	Категорія маршрута	Кількість поїздів		Тривалість операцій, хв		K_3	τ , хв	T , хв
				N_1	N_2	t_1	t_2			
1	2	1	Р	40	23	6,31	6,31	8,06	3,16	25,44
2	3	2	Р	7	40	6,31	6,31	2,45	3,16	7,74
3	4	1	Р	5	23	6,31	6,31	1,01	3,16	3,18
4	5	1	Н	5	23	3,37	6,31	0,77	4,84	3,74
5	5	2	Н	5	40	3,37	6,31	1,34	4,84	6,51
6	6	1	Н	7	23	3,37	6,31	1,08	4,84	5,24
7	8	1	Р	6	23	6,31	6,31	1,21	3,16	3,82
8	9	1	Н	7	23	3,37	6,31	1,08	4,84	5,24
9	10	1	Н	3	23	3,37	6,31	0,46	4,84	2,24
Всього										63,15

Згідно розрахунків приведених у табл.7.2 визначимо сумарні простої поїздів та локомотивів, які ліквідуються за добу для другого варіанту реконструкції парної горловини ПВП–А:

$$\sum T_{\text{пп}} = 63,15 \text{ поїздо-хв};$$

$$\sum T_{\text{лок}} = 0 \text{ лок-хв}.$$

Згідно розрахунків приведених у Додатку В, таблиця В.6 визначимо сумарні простої поїздів та локомотивів, які ліквідуються за добу для третього варіанту реконструкції парної горловини ПВП–А:

$$\sum T_{\text{пп}} = 65,55 \text{ поїздо-хв};$$

$$\sum T_{\text{лок}} = 0 \text{ лок-хв}.$$

Згідно розрахунків приведених у Додатку В, таблиця В.7 визначимо сумарні простої поїздів та локомотивів, які з'являються за добу для другого варіанту реконструкції непарної горловини ПВП–А:

$$\sum T_{\text{пп}} = 0 \text{ поїздо-хв};$$

$$\sum T_{\text{лок}} = 10,39 \text{ лок-хв.}$$

Згідно розрахунків приведених у додатку В, таблиця В.8 визначимо сумарні простої поїздів та локомотивів, які ліквідуються за добу для третього варіанту реконструкції непарної горловини ПВП–А:

$$\sum T_{\text{пп}} = 2,08 \text{ поїздо-хв;}$$

$$\sum T_{\text{лок}} = 11,17 \text{ лок-хв.}$$

Проаналізувавши отримані тривалості простоїв поїздів та локомотивів, які ліквідувалися або з'явилися завдяки реконструкції парної та непарної горловини ПВП–А за трьома різними варіантами для кожної, можна зробити висновок, що кращим є третій варіант реконструкції парної горловини та третій варіант реконструкції непарної горловини ПВП–А, які забезпечують більшу кількість паралельних операцій та зменшують кількість ворожих маршрутів, тобто зменшення простоїв поїздів та локомотивів на станції в порівнянні з іншими розглянутими варіантами.

8. РОЗРОБКА ДОБОВОГО ПЛАНУ – ГРАФІКА РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ЙОГО ПОКАЗНИКІВ

Добовий план – графік є графічним відображенням роботи станції К, в якому за допомогою умовних позначень відображається робота всіх підрозділів і служб, задіяних у поїзній, маневрової та вантажної роботі. Також на плані – графіку відображені процеси накопичення вагонів на сортувальних коліях і формування составів поїздів з перестановкою їх у парк відправлення. Добовий план – графік роботи станції К побудовано з врахуванням розрахованих норм часу на виконання технологічних операцій та розкладу прибуття поїздів і складу поїздів (додаток Г).

На основі аналізу побудованого добового плану – графіку визначаються наступні показники роботи станції К:

- простій транзитного вагону без переробки;
- простій транзитного вагону з переробкою;
- середньозважена величина простою транзитного вагону;
- простій місцевого вагону;
- добовий вагонообіг;
- робочий парк вагонів;
- коефіцієнти використання маневрових локомотивів.

Простій транзитного вагону без переробки визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}}}, \text{ год}, \quad (9.1)$$

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} t_{\text{тр}}^{\text{б/п}}$ – сумарні вагоно – години простою транзитних поїздів без переробки;

$\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}}$ – загальне число вагонів у транзитних поїздах, що прибувають на

станцію без переробки.

Згідно таблиці 3.2 загальне число транзитних поїздів, що прибувають на станцію складає $N_{\text{тр}} = 138$ поїздів за добу, склад поїзда – 55 вагонів (п. 3.2). Згідно добового плану-графіку час знаходження транзитних поїздів без переробки у парках станції складає 5171 поїздо-хв.

Тоді отримаємо наступні значення:

$$\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = 138 \cdot 55 = 7590 \text{ ваг};$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = \frac{55 \cdot 5171}{7590} = 0,62 \text{ год.}$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{з/п}} = t_{\text{пп}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пер}} + t^{\text{відпр}}, \quad (8.2)$$

де $t_{\text{пп}}^{\text{пр}}$ – середній час простою вагонів з переробкою у приймально-відправному парку під обробкою по прибуттю, год;

$t_{\text{розф}}$ – середній час розформовування составів;

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

$t_{\text{зф}}$ – середній час закінчення формування составів у сортувальному парку, год;

$t_{\text{пер}}$ – час на перестановку составів;

$t^{\text{відпр}}$ – середній час знаходження у відправному парку, составів свого формування під обробкою по відправленню, год.

Середній час простою транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибуттю визначимо за формулою:

$$t_{\text{пп}}^{\text{пр}} = \frac{\sum nt}{n_{\text{пер}}}, \text{ год}, \quad (8.3)$$

де $\sum nt$ – сумарні вагоно-години простою транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибуттю, згідно добового плану – графіка.

$n_{\text{пер}}$ – число вагонів у добу, що прибули в дільничних та збірних поїздах.

Згідно добового плану-графіка $\sum nt = 680$ вагоно-год, а $n_{\text{пер}} = 1371$ вагонів (розділ 3), тоді:

$$t_{\text{пп}}^{\text{пр}} = \frac{680}{1371} = 0,5 \text{ год.}$$

Середній час простою вагонів під накопиченням у сортувальному парку визначимо за формулою:

$$t_{\text{нак}} = \frac{\sum nt_{\text{нак}}}{60 \cdot (n_{\text{пер}} + n_{\text{зал}})}, \text{ год}, \quad (8.4)$$

де $\sum nt_{\text{нак}}$ – сумарні вагоно-хвилини простою вагонів під накопиченням;

$n_{\text{зал}}$ – залишок вагонів на сортувальних коліях на початок доби.

Згідно добового плану – графіка $\sum nt_{\text{нак}} = 836325$ вагоно-хв та $n_{\text{зал}} = 222$ ваг, отримаємо наступне значення:

$$t_{\text{нак}} = \frac{836325}{60 \cdot (1371 + 222)} = 8,75 \text{ год.}$$

Середній час закінчення формування составів у сортувальному парку визначимо за формулою:

$$t_{\text{зф}} = \frac{(n_{\text{дільн}} \cdot t_{\text{зф}}^{\text{дільн}} + n_{\text{зб}} \cdot t_{\text{зф}}^{\text{зб}})}{(n_{\text{дільн}} + n_{\text{зб}})}, \text{ год.} \quad (8.5)$$

Тоді:

$$t_{\text{зф}} = \frac{11000 + 4770}{1371} = 11,5 \text{ хв} = 0,19 \text{ год.}$$

Середній час знаходження составів під обробкою по відправленню

визначимо за формулою:

$$t^{\text{відпр}} = \frac{\sum nt^{\text{відпр}}}{n_{\text{пер}}}, \text{ год}, \quad (8.6)$$

де $\sum nt^{\text{відпр}}$ – сумарні вагоно-години простою вагонів під обробкою по відправленню, год;

$n_{\text{пер}}$ – загальне число перероблених вагонів у добу.

$$t^{\text{відпр}} = \frac{63210}{1259} = 50,2 \text{ хв} = 0,84 \text{ год}.$$

Згідно (розділ 3) $t_{\text{розф}} = 0,199 \text{ год}$ та $t_{\text{пер}} = 0,131 \text{ год}$, підставивши значення у формулу (9.2), отримаємо:

$$t_{\text{тр}}^{3/\text{п}} = 0,5 + 0,199 + 8,75 + 0,19 + 0,131 + 0,84 = 10,61 \text{ год}.$$

Середньозважена величину простою транзитного вагону визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}} = \frac{n_{\text{тр}}^{6/\text{п}} \cdot t_{\text{тр}}^{6/\text{п}} + n_{\text{пер}} \cdot t_{\text{тр}}^{3/\text{п}}}{n_{\text{тр}}^{6/\text{п}} + n_{\text{пер}}}, \text{ год}. \quad (8.7)$$

Тоді отримаємо:

$$t_{\text{тр}} = \frac{7590 \cdot 0,62 + 1259 \cdot 10,61}{7590 + 1259} = 3,4 \text{ год}.$$

Простій місцевого вагону визначаємо за формулою:

$$t_{\text{м}} = t_{\text{пп}}^{\text{пр}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{под}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{нак}}^{\text{под}} + t_{\text{ван}} + t_{\text{зф}} + t^{\text{відпр}}, \text{ год}, \quad (8.8)$$

де $t_{\text{под}}$, $t_{\text{пр}}$ – відповідно, середній час на подачу і прибирання місцевих вагонів на вантажні fronti;

$t_{\text{нак}}^{\text{под}}$ – час накопичення подачі з врахуванням очікування подачі на вантажний фронт;

$t_{\text{ван}}$ – середній простій місцевих вагонів на вантажних фронтах, год;

$$t_{\text{м}} = 0,53 + 0,199 + 0,17 + 0,17 + 9,65 + 5,075 + 0,17 + 0,74 = 16,7 \text{ год.}$$

Загальний вагонообіг станції визначаємо за формулою:

$$n_{\text{во}} = n_{\text{приб}} + n_{\text{відпр}}, \text{ ваг.} \quad (8.9)$$

де $n_{\text{приб}}$ – число вагонів, що прибули на станцію у добу;

$n_{\text{відпр}}$ – число вагонів, відправлених зі станції у добу.

Отримаємо наступне значення:

$$n_{\text{во}} = 7590 + 1371 + 7590 + 1259 = 17810 \text{ ваг.}$$

Робочий парк вагонів визначаємо за формулою:

$$n_{\text{р}} = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}} + n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}} + n_{\text{м}} \cdot t_{\text{м}}}{24}, \text{ ваг.} \quad (8.10)$$

Отже

$$n_{\text{р}} = \frac{7590 \cdot 0,62 + 1371 \cdot 10,61 + 114 \cdot 16,7}{24} = 882 \text{ ваг.}$$

Коефіцієнт завантаження бригад ПТО визначається за формулою

$$K_{\text{ПТО}} = \frac{\Sigma t_{\text{то}}}{24}, \quad (8.11)$$

де $\Sigma t_{\text{то}}$ – час роботи бригади за добу.

Отримаємо наступні коефіцієнти завантаження:

$$K_{\text{ПТО 1}}^{\text{ПВП-А}} = \frac{20,08}{24} = 0,84;$$

$$K_{\text{ПТО } 2}^{\text{ПВП-А}} = \frac{19,71}{24} = 0,82;$$

$$K_{\text{ПТО } 1}^{\text{ПВП-Б}} = \frac{17,1}{24} = 0,71;$$

$$K_{\text{ПТО } 2}^{\text{ПВП-Б}} = \frac{18,5}{24} = 0,77.$$

Коефіцієнт завантаження кожного маневрового локомотива визначаємо за формулою:

$$K_{\text{ман}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{1440 - T_{\text{ТП}}}, \quad (8.12)$$

де $\sum t_{\text{ман}}$ – сумарні локомотиво- години роботи маневрового локомотива;

$T_{\text{ТП}}$ – час технологічних перерв (екіпіровка локомотиву, зміна локомотивної бригади).

Згідно добового плану – графіка маємо наступні значення:

$$\sum t_{\text{ман}}^{\text{гip}} = 755,7 \text{ хв}, \quad \sum t_{\text{ман}} = 556,32 \text{ хв}.$$

Час технологічних перерв приймаємо рівним 120 хв, коефіцієнти завантаження дорівнюють:

$$K_{\text{ман}}^{\text{гip}} = \frac{755,7}{1440 - 120} = 0,57$$

$$K_{\text{ман}}^{\text{I}} = \frac{556,32}{1440 - 120} = 0,42$$

Коефіцієнт завантаження гiркових пристроїв визначаємо за формулою:

$$K_{\text{гм}} = \frac{t_{\text{розф}}}{t_{\text{г}}}; \quad (8.13)$$

$$K_{\text{гм}} = \frac{434}{1440} = 0,3.$$

Таким чином, у даному розділі після побудови добового плану – графіку були визначені наступні основні показники роботи станції:

- простій транзитного вагону без переробки складає, $t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = 0,62 \text{ год}$;
- простій транзитного вагону з переробкою складає, $t_{\text{тр}}^{\text{з/п}} = 10,61 \text{ год}$;
- середньозважена величина простою транзитного вагону $t_{\text{тр}} = 3,4 \text{ год}$;
- простій місцевого вагону складає, $t_{\text{м}} = 16,7 \text{ год}$;
- добовий вагонообіг складає, $n_{\text{во}} = 17810 \text{ ваг}$;
- робочий парк вагонів складає, $n_{\text{р}} = 882 \text{ ваг}$;
- коефіцієнти завантаження бригад ПТО для кожного парку,

$$K_{\text{ПТО 1}}^{\text{ПВП-А}} = 0,84, K_{\text{ПТО 2}}^{\text{ПВП-А}} = 0,82, K_{\text{ПТО 1}}^{\text{ПВП-Б}} = 0,71, K_{\text{ПТО 2}}^{\text{ПВП-Б}} = 0,77;$$

- коефіцієнти використання маневрових локомотивів

$$K_{\text{ман}}^{\text{гпр}} = 0,57, K_{\text{ман}} = 0,42;$$

- коефіцієнт завантаження гіркових пристроїв складає, $K_{\text{гм}} = 0,3$.

9. БЕЗПЕКА ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРІВ НА СТАНЦІЇ

Збільшення місцевого вагонопотоку призводить до збільшення маневрової роботи з формування подач вагонів, а також подачі та прибирання вагонів на під'їзні колії. Основну роботу при цьому виконує складач поїздів та машиніст маневрового локомотиву.

9.1 Правила безпечного виконання робіт складачем поїздів

Складачі поїздів повинні знати в установленому об'ємі правила технічної експлуатації, інструкції по сигналізації, інструкції з руху поїздів та маневрової роботи, інструкції з охорони праці.

При виконанні службових обов'язків складач поїздів повинен знаходитись в спецодязі, спецвзутті, сигнальному жилеті та мати посвідчення з охорони праці.

При знаходженні на залізничній колії робітники повинні дотримуватись наступних вимог [62]:

- ходити уздовж колії тільки по узбіччю або посередині між колійного простору, звертаючи увагу на рухомий склад, що рухається по суміжній колії;
- переходити колії, що зайняті рухомим складом тільки через перехідні площадки вагонів;
- переходити колії під прямим кутом, попередньо переконавшись у відсутності рухомого складу, що рухається;
- обходити групу вагонів або локомотивів на відстані не менш 5 м від автозчепу;
- переходити між розщепленими вагонами, якщо відстань між автозчепами цих вагонів не менше 10 м;
- виходячи на колію з-за рухомого складу або приміщення обігріву, інших споруд, які погіршують видимість колії, необхідно попередньо переконатись у відсутності рухомого складу, що рухається;
- забороняється переходити колію через стрілочні переводи;

- проводити огляд або ремонт на неогороженій колії;
- категорично заборонено підлазити під вагонами;
- не наступати на рейки.

Перед початком роботи складач поїздів зобов'язаний одягнути спецодяг та спецвзуття. Не допускається носити порваний спецодяг, взуття без задників. Одяг повинен бути чистим і застібнутий на всі гудзики.

Перед початком зміни він зобов'язаний перевірити справність інструментів, електричних ліхтарів, зарядку та роботу переносної радіостанції [62].

Складач поїздів приступає до роботи тільки після отримання завдання на зміну та проходження інструктажу.

При виконанні маневрів в місцях роботи ремонтних бригад, з пересіченням переїздів, біля пасажирських платформ, на коліях вантажних складів, вантажних районів, складів наливу, вагонних і локомотивних депо, на території заводів, майстерень, колійних машинних станцій тощо. Складацька бригада повинна проявляти особливу пильність, вчасно подавати звукові сигнали про наближення состава до людей, що знаходяться біля чи на колії, на платформі, а також попереджати про рух состава людей, які працюють на навантаженні і вивантаженні вагонів, ремонті колії, вагонів тощо [62].

Під час здійснення маневрів повинна виконувати вимоги знаків безпеки праці та попереджувального забарвлення, нанесеного на спорудах та пристроях.

Під час руху вагонами вперед один з працівників складацької бригади повинен знаходитися на першій за рухом перехідній площадці (тамбурі) чи спеціальній підніжці, а в разі неможливості – йти по міжколійю або узбіччю колії попереду вагонів, що осаджуються, з швидкістю не більше 3 км/год. При знаходженні складача поїздів або його помічника на спеціальній підніжці швидкість руху состава має бути не більше 40 км/год [62].

При супроводженні маневрового составу складач поїздів і його помічник можуть знаходитися тільки на справних перехідних площадках або спеціальних підніжках вантажних вагонів, на підніжках, суміщених із сходами цистерн, в там-

бурах і на підніжках пасажирських вагонів з відчиненими і зафіксованими дверима, на площадках і підніжках локомотива. Забороняється проїзд працівників складацької бригади на автозчехах, буксах, стоячи на платформі чи сидячи на її бортах.

При русі маневрового состава біля будинків і споруд, високих пасажирських та вантажних платформ, в негабаритних та інших небезпечних місцях, а також при швидкості руху понад 40 км/год забороняється знаходитися складачу поїздів і його помічнику на спеціальній підніжці вантажних вагонів і на підніжках пасажирських вагонів при зачинених дверях тамбуру. В цьому випадку вони повинні їхати на площадці локомотива чи вагона або в тамбурі пасажирського вагона [62].

При русі одиночного локомотива або маневрового складу локомотивом вперед на відстань більше 1 км, коли у составі відсутні вагони з перехідною площадкою або з відчиненими дверима тамбурів пасажирських вагонів, складацькій бригаді дозволяється знаходитися на локомотиві. При цьому відповідальність за своєчасну подачу сигналів працюючим колійним бригадам при наближенні до переїздів та в усіх випадках, коли виникає необхідність забезпечення проїзду локомотива з особливою пильністю, покладається на машиніста маневрового локомотива.

Сигнал про початок маневрових пересувань має подаватися тільки після встановлення ручної стрілки в потрібне положення і відходу працівника, що переводив стрілку, в безпечну зону.

Перекриття і відкриття кінцевих кранів, роз'єднання і з'єднання гальмових рукавів має виконуватися тільки після повної зупинки вагонів.

Зчеплення та розчеплення вагонів, з'єднання і роз'єднання гальмових рукавів дозволяється виконувати тільки в рукавицях. Перед розчепленням вагонів необхідно перекрити кінцеві крани суміжних вагонів і тільки після цього роз'єднувати гальмові рукави між вагонами.

Під час розпуску составів з гірки вагони мають розчеплюватися тільки в

спеціально обладнаних місцях. Розчеплення вагонів повинно виконуватися за допомогою розчеплювального важіля приводу автозчепу, а при його несправності - за допомогою спеціальної вилки-важіля.

Місця розчеплення вагонів перед горбом гірки повинні мати рівну поверхню, ретельно очищену від сміття та сторонніх предметів. Якщо з-за несправності автозчепу розчепити вагони на гірці неможливо, то відчепи з вагонами із зламаними автозчепами направляють на колії сортувального парку.

Огляд несправного автозчепного пристрою має виконуватися тільки після розчеплення та розстановки вагонів на відстані не менше 5 м один від одного, закріплення їх гальмовими башмаками та попередження машиніста, ДСП або ДСЦ про знаходження складача поїздів (помічника складача) усередині колії. Рух маневрового локомотива у цьому випадку дозволяється тільки після одержання машиністом особистої команди складача поїздів (помічника складача) після його виходу з міжвагонного простору на міжколійя або обочину колії, попередньо повідомивши про закінчення робіт ДСП або ДСЦ.

Категорично забороняється підкладання сторонніх предметів під автозчепи для усунення різниці по висоті між їх поздовжніми осями. Різницю по висоті усувають тільки перестановкою вагонів.

Якщо операція по роз'єднанню гальмових рукавів не була виконана в прийнятно-відправному парку, вона має здійснюватися на сортувальній гірці за допомогою механізованих приладів чи інших пристроїв, що виключають знаходження у міжвагонному просторі.

Забороняється під час руху маневрового состава заходити в простір між вагонами для їх розчеплення та розчеплювати вагони, які рухаються у межах стрілочного перевodu, настилу переїзду, гальмових уповільнювачів, в негабаритних місцях, а також в місцях вивантаження та навантаження навалочних вантажів [62].

При виконанні маневрів серійними і поодинокими поштовхами складач поїздів має регулювати розгін состава для поштовху з урахуванням ходових якос-

тей і ваги відчепу, міри заповнення сортувальних колій, атмосферних умов так, щоб чергові стрілочних постів і регулювальники швидкості вагонів мали достатньо часу для перевodu стрілок, укладання гальмових башмаків і відходу в безпечну зону.

Працівники в разі поганого самопочуття повинні припинити роботу, доповісти про це старшому оглядачеві вагонів та звернутись до медпункту. Кожний працівник станції повинен уміти надавати першу медичну допомогу механічних травм. Під час отримання механічної травми необхідно зупинити кровотечу, обробити рану перекисом водню, накласти пов'язку. Якщо накладається джгут, необхідно зафіксувати час його накладення. Джгут можна не знімати на протязі двох годин в теплий час року, а в холодний – однієї години.

Після закінчення роботи складач поїздів повинен доповісти старшому зміни, про всі випадки порушення технологічного процесу, прийняти душ та покинути територію підприємства [62].

9.2 Дії складача поїздів у разі виникнення надзвичайної ситуації

При виникненні аварійних ситуацій (загорання, витік, розсипання небезпечної речовини, пошкодження тари або рухомого складу з небезпечним вантажем та інші випадки, що можуть призвести до вибуху, пожежі, отруєння, опіків, захворювання людей і тварин) складач поїздів (помічник складача) зобов'язані негайно доповісти про це ДСП або ДНЦ та діяти відповідно до його вказівок.

Складач поїздів, виявивши обрив проводів або інших елементів контактної мережі, а також звисаючі з них сторонні предмети, зобов'язані негайно про це повідомити через оператора черговому по станції, огородити місце будь-якими підручними засобами і до прибуття монтерів контактної мережі слідкувати, щоб ніхто не наближався до обірваного проводу на відстань ближче 10 м.

9.3 Обов'язки локомотивної бригади при проведенні маневрів

Згідно з пунктом 15.24 [63], Локомотивна бригада при виконанні, маневрів зобов'язана:

- точно і своєчасно виконувати завдання на маневрову роботу;
- уважно стежити за сигналами, точно і вчасно виконувати сигнали та вказівки про переміщення;
- уважно стежити за людьми, які знаходяться на коліях, положенням стрілок та розміщенням рухомого складу;
- забезпечувати безпеку виконання маневрів та збереження рухомого складу.

Згідно з пунктом 15.15 [63], машиніст локомотива, спеціального самохідного рухомого складу, що виконує маневри, приводити в рух локомотив або спеціальний самохідний рухомий склад без отримання вказівки керівника маневрів особисто, через радіозв'язок, пристрої двостороннього паркового зв'язку або сигналу, що подається ручними сигнальними приладами. Крім вказівки або сигналу керівника маневрів, перед виїздом на стрілки централізованих маневрових маршрутів машиніст повинен переконатися в наявності показання маневрового світлофора, а на нецентралізовані стрілки – одержати від чергового стрілочного поста сигнал або повідомлення (особисто, через радіозв'язок, пристрої двостороннього паркового зв'язку) про готовність стрілок для маневрових переміщень. При відсутності маневрових світлофорів перед виїздом на централізовані стрілки машиніст повинен отримати повідомлення про готовність стрілок для маневрових переміщень від чергового по станції (особисто, через радіозв'язок, пристрої двостороннього паркового зв'язку або передане через керівника маневрів).

На станціях з електричною централізацією стрілок і сигналів у випадках передачі стрілок з центрального на місцеве управління виїзд на стрілки дозволяється за вказівкою або сигналом працівника, на якого покладено переведення цих стрілок.

Згідно з пунктом 15.25 [63], локомотивні бригади, які працюють зі збірними поїздами, а також виділені для проведення маневрової роботи, кондуктора і складацькі бригади повинні знати порядок маневрової роботи на станції, зазначений в технічно-розпорядчому акті. Порядок ознайомлення локомотивних та скла-

дальних бригад і кондукторів з умовами маневрової роботи, зазначеними у технічно-розпорядчому акті станцій, встановлюється начальником дирекції залізничних перевезень, а за відсутності в складі залізниці відділень залізниці - першим заступником начальника залізниці.

Машиністу локомотива, що виконує маневри, забороняється приводити в рух локомотив для виїзду з колії, на якій залишаються вагони, без отримання повідомлення від керівника маневрів про їх закріплення, переданої через радіозв'язок, двосторонній парковий зв'язок, через іншого працівника, який бере участь в маневрах, або особисто з виконанням положень, встановлених в пункті 11.41 [63].

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі виконано аналіз наукових праць, присвячених проблемі удосконалення технології роботи станцій, моделювання та оцінки їх роботи, а також методів формування багатогрупних составів.

Приблизно 70 % часу обороту вагони знаходяться на технічних та вантажних станціях під різноманітними операціями. Основна причина тривалих простоїв – невиконання технологічних норм обробки составів та збільшення межопераційних простоїв. Зниження їх тривалості можливо за рахунок удосконалення технології роботи станції, створення максимальної поточності та автоматизації станційних процесів

Згідно розрахункових вагоно- та поїздопотоків було визначено обсяги роботи станції та потрібну пропускну спроможність прилеглих ділянок. Аналіз показав достатність колійного розвитку прилеглих перегонів.

В дипломній магістерській роботі виконано нормування тривалості операцій технологічного процесу, а саме: тривалість приймання поїздів в парк, обслуговування составів в парках, гірочний технологічний інтервал, відправлення поїздів, зайняття колій парків різними категоріями поїздів. Перевірка технічного оснащення станції показала, що в ПВП–А кількість колій є недостатньою, тобто парк не справляється з заданими розмірами роботи. Кількість колій в ПВП–Б та в сортувальному парку є достатньою.

В рамках роботи було виконано розробку та вибір варіантів обслуговування під'їзних колій з використанням методу сітьового планування та управління. Доцільною є подача вагонів спочатку на п/к 4, потім на п/к 2, далі на п/к №3, а потім на п/к 1. Послідовність прибирання вагонів у наступному порядку з п/к 1, п/к 3, п/к 2, п/к №4.

Для удосконаленої схеми станції та визначеної технології роботи з місевими вагонами було розроблено графічну модель її роботи у вигляді добового пла-

ну-графіку та розраховано ряд показників, що характеризують роботу дільничної станції: середньозважена величина простою транзитного вагону $t_{\text{тр}} = 3,40 \text{ год.}$; простій місцевого вагону $t_{\text{м}} = 16,70 \text{ год.}$; добовий вагонообіг $n_{\text{во}} = 17810 \text{ ваг.}$; робочий парк вагонів $n_{\text{р}} = 882 \text{ ваг.}$; коефіцієнти використання маневрових локомотивів $K_{\text{ман}}^{\text{гip}} = 0,57$ та $K_{\text{ман}}^{\text{I}} = 0,42$. Згідно отриманих показників можна зробити висновок, що станція справляється з розрахунковими обсягами роботи.

Також було розглянуто питання забезпечення безпеки при виконання маневрів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Левин Д. Ю. Единая сквозная технология управления перевозочным процессом / Д. Ю. Левин // Труды Международной научно – практической конференции «Современные проблемы управления перевозочным процессом. Повышение качества подготовки специалистов и уровня научных исследований», М., МИИТ. – 2006. – С. II-25 – II-26;
2. Козлов П. А. Курс – на комплексную автоматизацию сортировочных станций / П. А. Козлов // Автоматика, связь, информатика. – 2001. – № 1. – С. 6-9;
3. Савицкий А. Г. Концепция автоматизации и механизации процессов на сортировочных станциях / А. Г. Савицкий // Автоматика, связь, информатика. – 2000, – №4. – С. 49-52;
4. Савицкий А. Г. Автоматизация работы сортировочной станции / А. Г. Савицкий, В. Н. Рубцов // Автоматика, связь, информатика – 2001. – № 9. – С. 21-24;
5. Jachimek K., Ostasz M. System informatyczny ewidencji i planowania pracy stacji vozvzadowej, (SEPS), «Automat. Kolei». – 1979, 2. – № 9. – Р. 242-252;
6. Болотный В. Я. Совершенствование схем и технологии работы железнодорожных станций. Учебное пособие для вузов, М., «Транспорт». – 1986. – 280 с.;
7. Бобровский В. И. Автоматизация составления сортировочного листа при использовании комбинированного метода сортировки вагонов / В. И. Бобровский // «Межвуз. сб. науч. трудов», ДИИТ. – Днепропетровск. – 1990. – № 277/17. – 60-69;
8. Бобровский В. И. Моделирование автоматизированных сортировочных горок / В. И. Бобровский // Информ.-управляющие системы на ж.-д. трансп. – 1996. – № 3/4. – 83-84;
9. Жуковицкий И. В. Использование моделей и методов оптимизации

при разработке цифровых систем управления на сортировочной горке / И. В. Жуковицкий // Информ. технологии на ж.-д. трансп.: Материалы 1-ой междунар. научн.-техн. конф. «Инфотранс-96». – СПб. – 1996. – С. 298-313;

10. Жуковицкий И. В. Новые принципы организации работы АРМ-ов оперативных работников сортировочной станции / И. В. Жуковицкий, А. И. Кибка // Информ.-керуючі системи на залізн.. трансп. – 2001. – № 3. – С. 92-94;

11. Шафит Е. М. Современные принципы построения АСУ сортировочных станций / Е. М. Шафит, И. В. Жуковицкий // Залізн. трансп. України. – 2000. – № 3. – С. 22-26;

12. Чхаидзе А. В. Сортировочные станции XXI века / А. В. Чхаидзе, Л. В. Абуладзе, Г. Ш. Телия, Г. А. Чхаидзе // Железнодорожный транспорт. – 2000. – № 3. – С.54-62;

13. Федотова Т. Н. Статистическое моделирование работы сортировочных станций на ЭВМ / Т. Н. Федотова // «Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов», Гомель, 1978. – 1978. – С. 60-67;

14. Федотова Т. Н. Имитация работы парков сортировочной станции на ЭВМ / Федотова Т. Н. // «Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов», Гомель, 1978. –1978. – С. 67-74;

15. Zastosowanie modelowania symulacyjnego do wspomogania technologa stacji ro Zadowej, Kita Wieslaw, Miszczyk, Materiały na V Konferencje naukowa «Nauka i praktyka w transporcie». Zesz. 1. Organizacja i zarzadvanie w transporcie, P. Warsz. Inst. transp., Warszawa, 1990, P.100-109;

16. Badania symulacyjne w projektowaniu i ocenie systemow i ukladow rozrzadowych, Ciszewski Bogdan, Materiały na V Konferencje naukowa «Nauka i praktyka w transporcie». Zesz. 1. Organizacja i zarzadvanie w transporcie, P. Warsz. Inst. transp., Warszawa, 1990, P.52-56;

17. Акулиничев В. М. Моделирование работы сортировочной станции с вагонами, требующими соблюдения особых условий при расформировании /

Акулиничев В. М., Коваленко Н. А., Савина В. М. // Сб. науч. тр., МИИТ. –1988. – № 798. – С.63-73;

18. Сотников И.Б. Выбор технологии и мощности устройств на станциях / И. Б. Сотников и др. // сб. науч. тр., МИИТ. – 1988. – № 806. – С.83-130;

19. Iednaszewski I., Novak E. Modele symulacyjne stacji vorzadowej narzediem huacy dla ekshloatatora. «Ekspl. Koles»,1978, 1, №5, 151-157;

20. Model optymalizacji technologii pracy stacji rozrzadowej, Skoczynski Leon, Zebrak Danuta, Materiały na V Konferencje naukowa «Nauka i praktyka w transporcie». Zesz. 1. Organizacja i zarzadvanie w transporcie, P. Warsz. Inst. transp., Warszawa, 1990, c.152-159;

21. Valenta T. Proba ujecia zjaviska pracy grupy kierunkovej stacji rozrzadowej v model matematyczny, «Zesz. nauk. PSI. Bud.», 1980, №53, c.63-74;

22. Флейшман Д. Г. К вопросу об аналитическом описании процесса накопления вагонов / Д. Г. Флейшман // Интенсиф. перевозок грузов на ж.-д. трансп., М., – 1989г. – С. 36-41;

23. Лерман В. Д. Прогнозирование процессов перехода состояний сортировочных станциях / В. Д. Лерман // «Тр. Моск. ин-та инж. ж.-д. трансп.». – 1978. – № 662. – С. 26-31;

24. Акулиничев В. М. Управление сортировочной станцией в переходном режиме / Акулиничев В. М., Лерман В. Д. // «Тр. Моск. ин-та инж. ж.-д. трансп.». – 1978. – № 587. – С. 3-13;

25. Быкадоров А. В. Определение параметров распределения интервалов в объединенных потоках поездов или составов на станциях / Быкадоров А. В. // «Тр. Моск. ин-та инж. ж.-д. трансп.», – 1978. – № 587. – С. 14-19;

26. Музикіна Г. І. Скорочення простою вагонів на сортувальних станціях за рахунок підвищення ефективності їх роботи / Музикіна Г.І., Болвановська Т. В. // збірник наукових праць ДЕТУТ. – 2007. – №12. – С. 131-136;

27. Продащук С. М. Удосконалення технології вантажної роботи

станції / С. М. Продащук, О.О. Новіков // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2010. – вип. 112;

28. Крячко К. В. Удосконалення технології і конструкції вантажних станцій загального користування / К. В. Крячко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2010. – №22. – С. 14-17

29. История диаграммы Ганта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gibtech.ru/blog/discus?entry_id=177

30. Лустина, Е. Небольшой рассказ о Генри Ганте [Електронний ресурс] / Лустина Е. – Режим доступу: <http://www.mental-skills.ru/synopses/524.html>.

31. Разумов И. М. Сетевые графики в планировании [Текст] / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А. В. Проскуряков – Москва : Высшая школа. – 1967 г. –170 с.

32. Конспект лекцій «Технологія і управління роботою станцій та вузлів» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua-referat.com>.

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

34. ЦД-0081. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи сортувальної станції. – Затв. наказом Укрзалізниці № 715-Ц від 22.12.09. – Київ : ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2010;

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

36. Ковалев, В.И. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Ковалев, В.И., Гапанович В.А., Грачев А.А и др. – М.: Маршрут,

2006. – 544 с.

37. Каликина, Т.Н. Технический комплекс железнодорожного транспорта и технологическое управление : учеб. пособие / Т.Н. Каликина, Т.А. Одуденко // – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008

38. Боггс, У. UML и Rational Rose 2002 [Текст] / Уэнди Боггс, Майкл Боггс. – Волгоград: Лори, 2004, – 510 с.

39. Обзор программного обеспечения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.mvstudium.com/>

40. Обзор программного обеспечения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.automod.se/eng/home.html>.

41. Обзор программного обеспечения [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.aimsun.com/>

42. Шабалин Н.Н. Выбор технологии формирования поездов // Вопрос эксплуатации железных дорог. М., 1959. – С. 8-22;

43. Шабалин Н.Н. Формирование поездов в новых условиях // Ж.-д. трансп. 1959. № 9. – С. 56-59;

44. Аксёнов В.И., Норматов М. Н. Эффективность секционирования путей сортировочных парков станции для переработки местного вагонопотока // Совершенствование методов организации движения поездов, грузовой работы и проектирования станций. Ташкент, 1974. С. 44-51.

45. Николашин В. М. Выбор оптимальной очередности операций при расформированию поездов на грузовых станциях // Резервы повышения уровня комплексной механизации и автоматизации процессов на грузовых станциях. М., 1981. – С. 44-54.;

46. Нурмухамедов Т. Р. Вопросы организации местных вагонопотоков // Тр. ТашИИТ. – Вып. 172/19. – Ташкент, 1981. – С. 36 – 47.;

47. Нурмухамедов Т.Р. Методика расчета плана формирования местных поездов в районах местной работы с учетом неравномерности вагонопотоков / Пути совершенствования перевозочного процесса и управления

транспортом / Всесоюзная научно-техническая конференция, 1985. – Тезисы к докладу. – Гомель, 1985. – С. 292-295.;

48. Инструктивно - методические указания по разработке и внедрению новой технологии формирования многогруппных составов. - М.: МПС, 1985. – 24 с.;

49. Макаров В. М. Ускоренное формирование многогруппных поездов на ограниченном числе сортировочных путей – Организация движения и пассажирские перевозки. – ЦНИИТЭИ МПС. – 1986. – Экспресс – информ. № 1. – С. 1 – 26.;

50. Тишкин Е.М., Макаров В.М., Климанов В.С. Интенсификация местной работы // Ж.- д. трансп. 1986. № 3. – с. 54-58;

51. Олейник О. А. Интенсивная технология местной работы // Железнодорожный транспорт. – 1988. - № 12. – С. 15 – 17.;

52. Гусев Ю.Н. Определение оптимальных схем формирования МНГ составов на сортировочной горке // Интенсификация перевозок грузов на железнодорожном транспорте. М., 1989. С. 71-77.

53. Бобровский В. И. Оптимизация формирования многогруппных составов // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2000. – № 6. – с. 10 – 14.;

54. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.;

55. Сотников, И. Б. Эксплуатация железных дорог (в примерах и задачах) / И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1967. – 248 с.;

56. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж.-д. трансп. [Текст] / [Акулиничев В. М., Правдин Н. В., Болотный В. Я., Савченко И. Е.]; под ред. В. М. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992. – 480 с.

57. Белов И. В., Каплан А. Б. Применение математических методов в планировании на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт. – 1967.

58. Козаченко Д. М. Методики оптимізації технічних та технологічних

параметрів станцій. Мет. вк. для виконання практичних робіт у двох частинах. Частина 2 / Д. М. Козаченко, Г. Я. Мозолевич, А. В. Кудряшов, Ю. В. Чибісов, Т. В. Болвановська – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2013. – 37 с.;

59. Месарош Пал. Способы многогруппной сортировки вагонов на вытяжках // Ж.-д. трансп. 1963. № 11. – с. 85-88;

60. Флодр Ф. Технология работы станций формирования поездов / Ф. Флодр, В. Майжиш, К. Волески. - М.: Транспорт. 1989. – 134 с.

61. Мозолевич Г. Я. Методики оптимізації технічних та технологічних параметрів станцій. Мет. вк. для виконання практичних робіт у двох частинах. Частина 1 / Г. Я. Мозолевич, А. В. Кудряшов, Ю. В. Чибісов, Т. В. Болвановська – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2013. – 27с.

62. ЦД-0067 - Інструкція складача поїздів і його помічника, затверджена наказом Укрзалізниці від 06.11.2006 № 398-Ц

63. Правила технічної експлуатації залізниць України. Затверджені наказом Міністерства транспорту України від 20 грудня 1996 р. №411. Зі змінами, внесеними згідно з Наказами Мінтрансу №226 від 08.06.98 р., №386 від 23.07.99 р. №179 від 19.03.2002 р., № 962 від 10.12.2003 р. [Електронний документ] Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97>

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця А.1 – Пасажирський поїздопотік

З	На	О	М	В	А	Разом
	О	-	2	5	1	8
	М	1	-	3	2	6
	В	5	2	-	3	10
	А	2	2	2	-	6
	Разом	8	6	10	6	30

Таблиця А.2 –Транзитний поїздопотік без переробки

З	На	О	М	В	А	Разом
	О	-	7	9	7	23
	М	5	-	29	6	40
	В	37	12	-	5	54
	А	3	10	8	-	21
	Разом	45	29	46	18	138

Таблиця А.3 – Вагонопотік, що надходить у переробку

З	На	О	М	В	А	Місцеві	Разом
	О	-	17	260	49	27	353
	М	82	-	104	91	30	307
	В	240	50	-	85	27	402
	А	18	60	87	-	30	195
	Місцеві	37	17	35	25	-	114
	Разом	377	144	486	250	114	1371

Таблиця А.4 – Вихідні дані для визначення ваги та довжини поїздів

Назва		Позначення	Одиниця виміру	Величина
Вантажопідйомність 4-вісного вагона		q_4	m	56
Розрахунковий підйом по напрямках	О, М	i_p	‰	7,0
	В, А	i_p	‰	9,0
Тип локомотиву, що обслуговує напрямки	О, М			ВЛ-8
	В, А			ВЛ-10
Навантаження від осі вагона на рейки		q_0	m	22

Таблиця А.5 – Порядок обслуговування під'їзних колій

Під'їзна колія	m вагонів	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{ван}}$	$T_{\text{ван}}$	$t_{\text{р}}$	Черговість подачі	Черговість прибирання
1	8	0,45	0,45	3,60	0,4	1	3
2	16	0,30	0,35	5,60	0,2	4	1
3	12	0,40	0,40	4,80	0,3	2	4
4	21	0,50	0,30	6,30	0,1	3	2

Таблиця А.6 – Порядок розміщення вагонів на сортувальній колії

Призначення	Послідовність розміщення вагонів																							
Подача 1	3	2	2	1	4	1	2	4	3	1	1	4	3	3	2	1	4	2	3	1	4	2	1	2
	3	2	4	3	2	3	2	2	1															
Подача 2	3	1	2	4	4	1	1	3	3	2	3	2	4	3	2	4	4	2	3	3	2	1	1	1
	2	3	2	3	3	3	4	1	2															

Закінчення формування проводиться на витяжній колії ухилом 2,5 ‰.

Швидкість при маневрових пересуваннях становить 15 км/год.

ДОДАТОК Б

ЗАВЕРШЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОДАЧ ВАГОНІВ

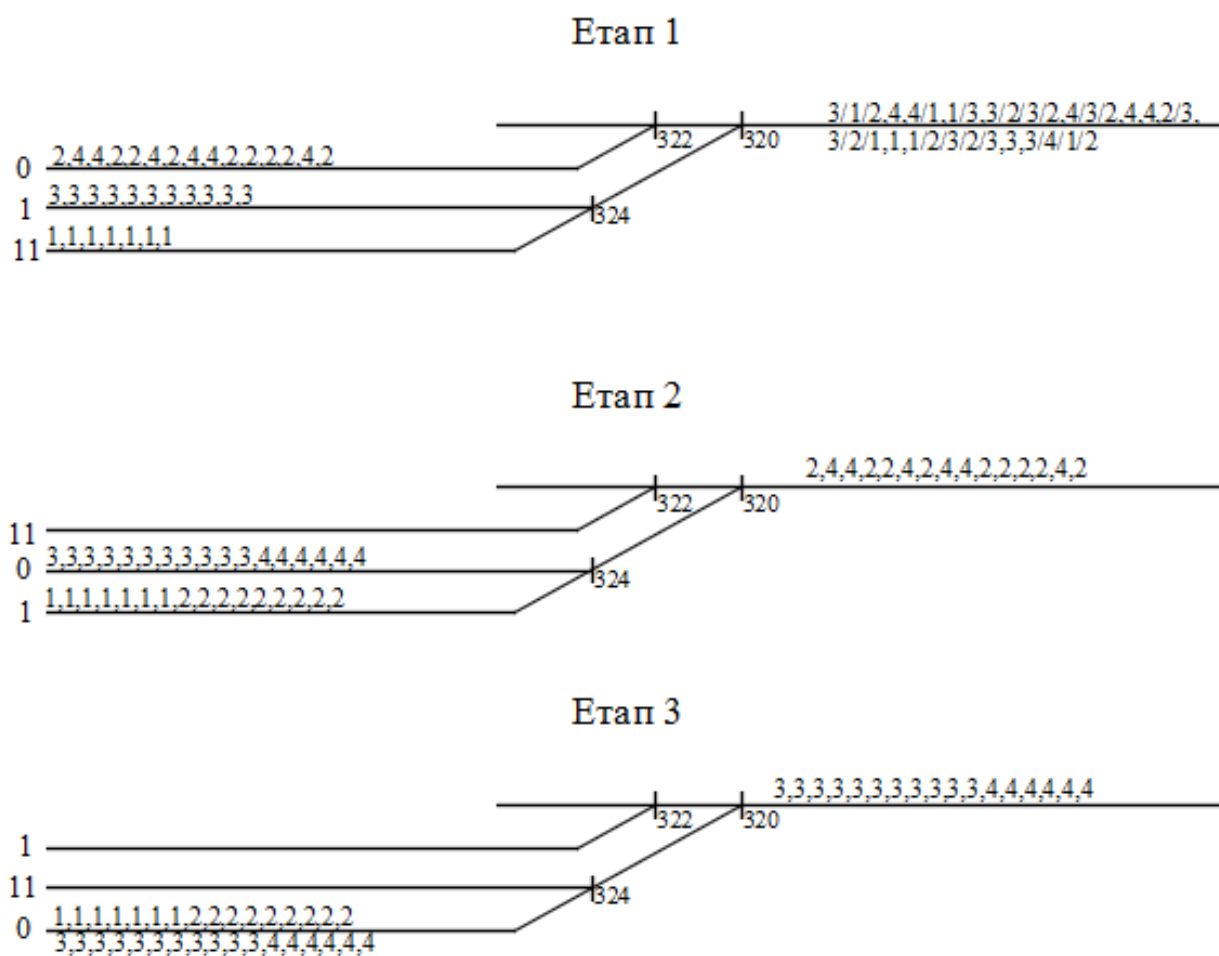


Рисунок Б.1 – Формування подачі 2 комбінаторним методом

Таблиця Б.1 – Тривалість маневрових операцій з формування подачі 2 комбінаторним методом

№ етапу	Назва напіврейсу	m, ваг	g, відч	L _{нр} , м	Тривалість маневрових операцій, хв
1	Витягування состава з парка на витяжну колію	30	-	658	3,34
	Розформування состава	30	20	-	18,76
	Заїзд на колію 0	-	-	163	0,85
	Витягування вагонів з колії 0	15	-	351	1,89
2	Розформування состава	15	9	-	8,49
	Заїзд на колію 0	-	-	163	0,85
	Витягування вагонів з колії 0	17	-	418	2,18
4	Осаджування вагонів на колію 1	17	-	381	2,03
Всього					38,38

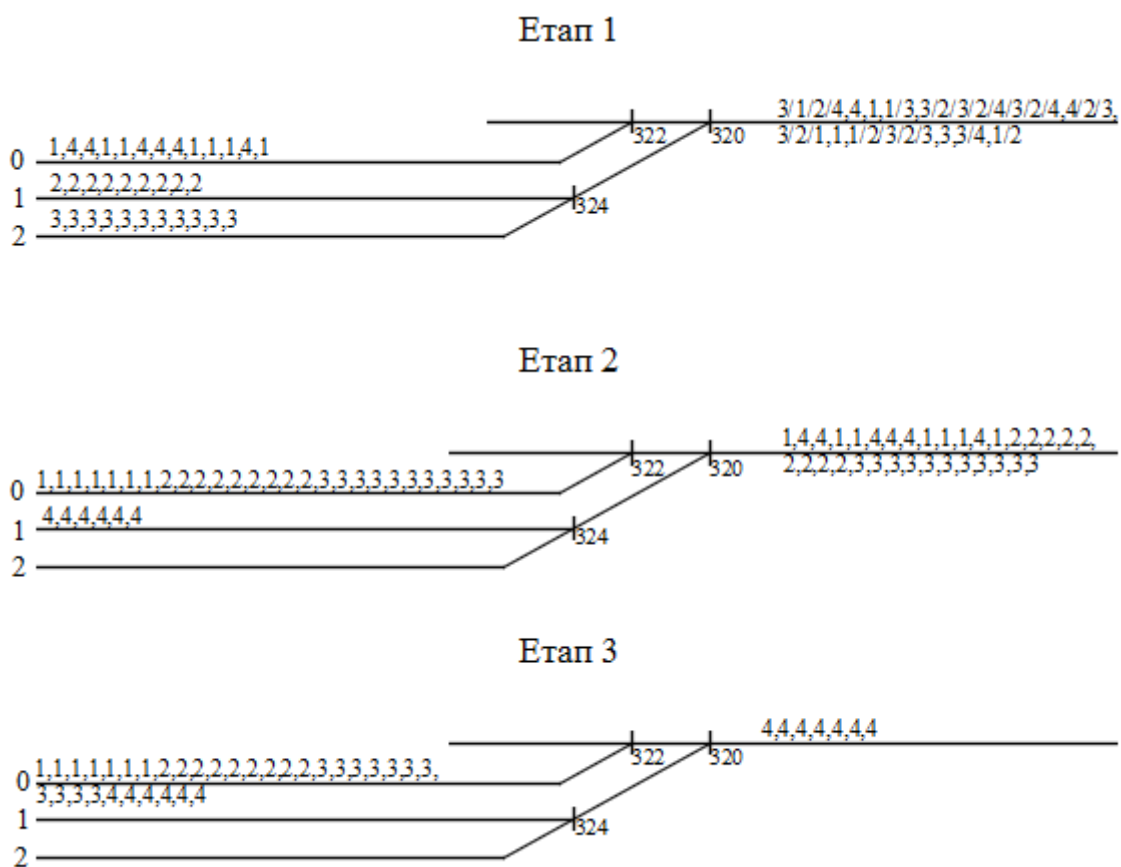


Рисунок Б.2 – Формування подачі 2 розподільчим методом

Таблиця Б.2 – Тривалість маневрових операцій з формування подачі 2 розподільчим методом

№	Назва	m, ваг	g, відч	L _{нр} , м	Тривалість маневрових операцій, хв
1	Витягування состава з парка на витяжку	33	-	658	3,34
	Розформування составу	33	23	-	19,99
	Заїзд на колію 2		-	163	0,95
	витягування групи вагонів з колії 2 за СП № 324	11	-	241	1,40
	Заїзд на колію 1	11	-	328	1,74
	Витягування составу з колії 1 за СП № 324	20	-	463	2,40
	Заїзд на колію 0	20	-	426	2,25
	витягування групи вагонів з колії 0 за СП № 322	33	-	621	3,19
2	Розформування составу	33	14	-	16,30
	Заїзд на колію 1		-	163	0,95
	витягування групи вагонів з колії 1 за СП № 320	6	-	253	1,38
3	Осаджування вагонів на колію 0	6	-	216	1,23
					55,12

ДОДАТОК В

РОЗРАХУНОК ЗАТРИМОК В ГОРЛОВИНАХ ПАРКАХ

Таблиця В.1 – Визначення ворожих маршрутів в 2-му варіанті реконструкції парної горловини станції

№ маршру- ту	Маршрути	Маршрути														
		16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
16.	Приєм транзитних з К на 1А, 2А, 3А															
17.	Приєм транзитних з М на 5А, 6А	П														
18.	Приєм кутових з К на 4А	Н	П													
19.	Приєм кутових з М на 4А	П	Н	Н												
20.	Відправлення кутових на К з 4А	П	П	Н	Н											
21.	Відправлення кутових на М з 4А	П	В	Н	Н	Н										
22.	Приєм в розформ. з К на 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	В	В	В									
23.	Приєм в розформ. з М на 7А, 8А, 9А	П	Н	В	Н	В	В	Н								
24.	Відправл. свого форм. на К з 7А, 8А, 9А	П	В	В	В	Н	В	Н	Н							
25.	Відправл. свого форм. на М з 7А, 8А, 9А	П	В	В	В	В	Н	Н	Н	Н						
26.	Подача-прибир. локом. на 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В					
27.	Подача-прибир. локом. на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н				
28.	Пропуск локомотива по 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В	Н	Н			
29.	Виставка з сорт. парку на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н		
30.	Подача вагонів на ПК №4	П	В	П	П	П	П	П	П	П	П	П	Н	П	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Таблиця В.2 – Визначення ворожих маршрутів в 3-му варіанті реконструкції парної горловини станції

№ маршруту	Маршрути	Маршрути														
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
1.	Прийом транзитних з К на 1А, 2А, 3А															
2.	Прийом транзитних з М на 5А, 6А	П														
3.	Прийом кутових з К на 4А	Н	П													
4.	Прийом кутових з М на 4А	П	Н	Н												
5.	Відправлення кутових на К з 4А	П	П	Н	Н											
6.	Відправлення кутових на М з 4А	П	В	Н	Н	Н										
7.	Прийом в розформ. з К на 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	В	В	В									
8.	Прийом в розформ. з М на 7А, 8А, 9А	П	Н	В	Н	В	В	Н								
9.	Відправл. свого форм. на К з 7А, 8А, 9А	П	В	П	В	Н	В	Н	Н							
10.	Відправл. свого форм. на М з 7А, 8А, 9А	П	В	П	В	П	Н	Н	Н	Н						
11.	Подача-прибир. локом. на 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В					
12.	Подача-прибир. локом. на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н				
13.	Пропуск локомотива по 4А	П	В	Н	Н	Н	Н	В	В	В	В	Н	Н			
14.	Виставка з сорт. парку на 7А, 8А, 9А	П	В	П	П	П	П	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н		
15.	Подача вагонів на ПК №4	П	В	П	П	П	П	П	П	П	П	П	Н	П	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Таблиця В.3 – Визначення ворожих маршрутів в 1-му варіанті реконструкції непарної горловини станції

№ маршруту	Маршрути	Маршрути											
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	Відправл. транзитних на А з 1А, 2А, 3А												
2.	Відправл. транзитних на В з 1А, 2А, 3А	Н											
3.	Відправл. транзитних на А з 5А, 6А	Н	В										
4.	Прийом в розформ. з А на 7А, 8А, 9А	В	В	В									
5.	Прийом в розформ. з В на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н								
6.	Подача-приб. локом. на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н							
7.	Пропуск локомотива по 4А	П	П	В	В	В	В						
8.	Витяг. на гірку з 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н	Н	П					
9.	Прибирання локом. з 4А	П	П	В	В	В	В	Н	П				
10.	Відправл. свого форм. на А з 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	Н	Н	Н	В	Н	В			
11.	Відправл. свого форм. на В з 7А, 8А, 9А	П	Н	В	Н	Н	Н	П	Н	П	Н		
12.	Відправл. транзитних на В з 5А, 6А	П	Н	Н	В	В	В	П	В	П	В	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Таблиця В.4 – Визначення ворожих маршрутів в 2-му варіанті реконструкції непарної горловини станції

№ маршруту	Маршрути	Маршрути											
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	Відправл. транзитних на А з 1А, 2А, 3А												
2.	Відправл. транзитних на В з 1А, 2А, 3А	Н											
3.	Відправл. транзитних на А з 5А, 6А	Н	В										
4.	Прийом в розформ. з А на 7А, 8А, 9А	В	В	В									
5.	Прийом в розформ. з В на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н								
6.	Подача-приб. локом. на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н							
7.	Пропуск локомотива по 4А	В	В	В	В	В	В						
8.	Витяг. на гірку з 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н	Н	П					
9.	Прибирання локом. з 4А	В	В	В	В	В	В	Н	П				
10.	Відправл. свого форм. на А з 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	Н	Н	Н	В	Н	В			
11.	Відправл. свого форм. на В з 7А, 8А, 9А	П	Н	Н	Н	Н	Н	П	Н	П	Н		
12.	Відправл. транзитних на В з 5А, 6А	П	Н	В	В	В	В	П	В	П	В	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Таблиця В.5 – Визначення ворожих маршрутів в 3-му варіанті реконструкції непарної горловини станції

№ маршруту	Маршрути	Маршрути											
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	Відправл. транзитних на А з 1А, 2А, 3А												
2.	Відправл. транзитних на В з 1А, 2А, 3А	Н											
3.	Відправл. транзитних на А з 5А, 6А	Н	В										
4.	Прийом в розформ. з А на 7А, 8А, 9А	П	П	В									
5.	Прийом в розформ. з В на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н								
6.	Подача-приб. локом. на 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н							
7.	Пропуск локомотива по 4А	П	П	В	В	П	В						
8.	Витяг. на гірку з 7А, 8А, 9А	П	П	В	Н	Н	Н	П					
9.	Прибирання локом. з 4А	П	П	В	В	П	В	Н	П				
10.	Відправл. свого форм. на А з 7А, 8А, 9А	Н	В	Н	Н	Н	Н	В	Н	В			
11.	Відправл. свого форм. на В з 7А, 8А, 9А	П	Н	В	Н	Н	Н	П	Н	П	Н		
12.	Відправл. транзитних на В з 5А, 6А	П	Н	Н	В	В	В	П	В	П	В	Н	

Примітка:

В – ворожі маршрути;

Н – маршрути неможливі;

П – маршрути паралельні.

Таблиця В.6 – Визначення кількості та тривалості затримок, які ліквідовано у третьому варіанті реконструкції парної горловини ПВП–А

№ п/п	Маршрут 1	Маршрут 2	Категорія маршрута	Кількість поїздів		Тривалість операцій, хв		K_3	$\tau, \text{хв}$	$T, \text{хв}$
				N_1	N_2	t_1	t_2			
1	2	1	Р	40	23	6,31	6,31	8,06	3,16	25,44
2	3	2	Р	7	40	6,31	6,31	2,45	3,16	7,74
3	4	1	Р	5	23	6,31	6,31	1,01	3,16	3,18
4	5	1	Н	5	23	3,37	6,31	0,77	4,84	3,74
5	5	2	Н	5	40	3,37	6,31	1,34	4,84	6,51
6	6	1	Н	7	23	3,37	6,31	1,08	4,84	5,24
7	8	1	Р	6	23	6,31	6,31	1,21	3,16	3,82
8	9	1	Н	7	23	3,37	6,31	1,08	4,84	5,24
9	9	3	Н	7	7	3,37	6,31	0,33	4,84	1,59
10	10	1	Н	3	23	3,37	6,31	0,46	4,84	2,24
11	10	3	Н	3	7	3,37	6,31	0,14	4,84	0,68
12	10	5	Р	3	5	3,37	3,37	0,07	1,69	0,12
Всього										65,55

Таблиця В.7 – Визначення кількості та тривалості затримок, які з’явилися у другому варіанті реконструкції
непарної горловини ПВП–А

№ п/п	Маршрут 1	Маршрут 2	Категорія маршрута	Кількість поїздів		Тривалість операцій, хв		K_3	τ , хв	T , хв
				N_1	N_2	t_1	t_2			
1	7	1	Н	34	7	3,00	3,37	1,05	3,19	3,35
2	7	2	Н	34	9	3,00	3,37	1,35	3,19	4,31
3	9	1	Н	13	7	2,77	3,37	0,39	3,07	1,19
4	9	2	Н	13	9	2,77	3,37	0,50	3,07	1,53
Всього										10,39

Таблиця В.8 – Визначення кількості та тривалості затримок, які ліквідовано у третьому варіанті реконструкції
непарної горловини ПВП–А

№ п/п	Маршрут 1	Маршрут 2	Категорія маршрута	Кількість поїздів		Тривалість операцій, хв		K_3	τ , хв	T , хв
				N_1	N_2	t_1	t_2			
1	4	1	Н	4	7	6,31	3,37	0,19	4,84	0,91
2	4	2	Н	4	9	6,31	3,37	0,24	4,84	1,17
3	7	5	Н	34	8	3,00	6,31	1,76	4,66	8,19
4	9	5	Н	13	8	2,77	6,31	0,66	4,54	2,98
Всього										13,25

ДОДАТОК Г

ДАНІ ДЛЯ ПОБУДОВИ ДОБОВОГО ПЛАНУ - ГРАФІКУ

Расписание прибытия поездов из А

Nт = 21; Nр = 4; Nп = 6; Tгруз = 18.0; Tпас = 14.0

1 1час 29мин - Т	2 2час 45мин - Р	3 3час 18мин - Т
4 3час 36мин - R	5 5час 18мин - R	6 6час 39мин - Т
7 7час 9мин - Т	8 7час 37мин - R	9 7час 58мин - Р
10 9час 21мин - Т	11 10час 28мин - Т	12 11час 13мин - Р
13 12час 27мин - Т	14 12час 47мин - R	15 13час 12мин - Т
16 14час 4мин - Т	17 14час 41мин - Р	18 15час 18мин - Т
19 16час 3мин - Т	20 16час 29мин - Т	21 17час 22мин - Т
22 17час 47мин - Т	23 18час 17мин - Т	24 19час 6мин - Т
25 19час 32мин - Т	26 20час 5мин - Т	27 20час 34мин - Т
28 21час 13мин - Р	29 22час 3мин - Т	30 22час 22мин - Р
31 24час 0мин - Т		

Расписание прибытия поездов из О

Nт = 23; Nр = 7; Nп = 8; Tгруз = 22.0; Tпас = 18.0

1 1час 2мин - Т	2 1час 47мин - Р	3 2час 10мин - Т
4 2час 32мин - Т	5 3час 5мин - R	6 4час 14мин - R
7 5час 0мин - Р	8 5час 14мин - Т	9 6час 02мин - Т
10 6час 39мин - Т	11 7час 20мин - Т	12 8час 24мин - Т
13 8час 43мин - Т	14 9час 15мин - Р	15 9час 42мин - Т
16 10час 23мин - R	17 11час 4мин - Р	18 12час 15мин - Т
19 12час 41мин - Р	20 13час 7мин - Т	21 14час 55мин - Т
22 15час 53мин - Т	23 16час 16мин - Т	24 17час 6мин - Т
25 17час 58мин - R	26 18час 13мин - Т	27 18час 34мин - Т
28 19час 5мин - R	29 19час 52мин - Т	30 20час 16мин - R
31 20час 32мин - Т	32 21час 7мин - Р	33 21час 48мин - Т
34 22час 4мин - Р	35 22час 20мин - Т	36 23час 10мин - Р
37 23час 20мин - R	38 24час 0мин - Т	

Расписание прибытия поездов из М

Nт = 40; Nр = 6; Nп = 6; Tгруз = 20.0; Tпас = 16.0

1 0час 40мин - Т	2 1час 10мин - Т	3 1час 27мин - Р
4 2час 1мин - Т	5 2час 21мин - Т	6 2час 43мин - Т
7 3час 11мин - R	8 4час 3мин - Т	9 4час 35мин - Р
10 5час 23мин - Т	11 6час 26мин - Т	12 6час 45мин - Т
13 7час 6мин - R	14 7час 34мин - Т	15 7час 51мин - Т
16 8час 10мин - Р	17 8час 29мин - Т	18 8час 49мин - Р
19 9час 9мин - Т	20 9час 23мин - Т	21 9час 56мин - Т
22 10час 10мин - Т	23 10час 43мин - Т	24 11час 18мин - Т
25 11час 46мин - Т	26 12час 1мин - Т	27 12час 24мин - R
28 12час 48мин - Т	29 13час 20мин - Т	30 13час 38мин - Т
31 14час 0мин - Т	32 14час 24мин - Т	33 14час 40мин - Т
34 15час 11мин - Р	35 16час 12мин - Т	36 16час 42мин - Р
37 17час 25мин - Т	38 18час 0мин - Т	39 18час 25мин - Т
40 18час 54мин - Р	41 19час 12мин - Т	42 19час 45мин - Т
43 20час 20мин - Т	44 20час 45мин - Т	45 21час 0мин - Т
46 21час 39мин - Т	47 21час 46мин - R	48 22час 0мин - Т
49 22час 30мин - Т	50 22час 50мин - Т	51 23час 29мин - Т
52 24час 0мин - R		

Расписание прибытия поездов из В

Нт = 54; Нр = 8; Нп = 10; Тгруз = 17.0; Тпас = 13.0

1	0час 36мин - Т	2	0час 51мин - Т	3	1час 8мин - Т
4	1час 24мин - Т	5	1час 55мин - Т	6	2час 3мин - Т
7	2час 21мин - Т	8	2час 42мин - Т	9	3час 8мин - Т
10	3час 31мин - Т	11	3час 53мин - Т	12	4час 10мин - R
13	4час 27мин - Т	14	4час 59мин - R	15	5час 3мин - Т
16	5час 18мин - Т	17	5час 37мин - Т	18	5час 50мин - Т
19	6час 8мин - Т	20	6час 20мин - Р	21	6час 39мин - Т
22	6час 55мин - Т	23	7час 10мин - Т	24	7час 39мин - Т
25	7час 57мин - Р	26	8час 18мин - Р	27	8час 33мин - Т
28	8час 46мин - Т	29	9час 0мин - Т	30	9час 7мин - R
31	9час 29мин - Р	32	9час 46мин - Т	33	10час 6мин - Т
34	10час 26мин - Т	35	10час 48мин - Т	36	11час 7мин - Р
37	11час 26мин - Т	38	11час 50мин - Т	39	12час 25мин - Т
40	12час 56мин - Т	41	13час 11мин - Т	42	13час 29мин - Т
43	14час 1мин - Т	44	14час 21мин - R	45	14час 44мин - Т
46	14час 54мин - R	47	15час 21мин - Т	48	15час 33мин - Т
49	15час 58мин - R	50	16час 13мин - Т	51	16час 26мин - Т
52	16час 40мин - Т	53	16час 58мин - Т	54	17час 40мин - Р
55	17час 57мин - Т	56	18час 12мин - Т	57	18час 37мин - Р
58	18час 58мин - R	59	19час 4мин - Т	60	19час 23мин - Т
61	19час 40мин - Т	62	19час 51мин - Т	63	20час 21мин - Т
64	20час 48мин - Т	65	21час 0мин - Р	66	21час 30мин - Т
67	21час 43мин - Т	68	22час 10мин - Р	69	22час 29мин - Т
70	22час 59мин - Р	71	23час 14мин - Т	72	23час 55мин - R

Из О

Н	А	З	Н	А	Ч	Е	Н	И	Я							
К	К	Ксб	В	В	Всб	М	Мсб	А	А	Асб	мест	:	М	И		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	:	М	И		
-	-	-	31	14	-	2	-	4	-	2	2	:	55	1		
-	-	-	29	-	-	-	-	8	-	2	-	:	39	2		
-	-	-	29	-	-	-	4	14	-	-	8	:	55	3		
-	-	-	16	32	-	2	1	-	-	-	4	:	55	4		
-	-	-	-	29	-	-	1	4	-	-	5	:	39	5		
-	-	-	16	27	-	3	1	5	-	1	2	:	55	6		
-	-	-	17	20	-	3	-	9	-	-	6	:	55	7		

Из В

Н	А	З	Н	А	Ч	Е	Н	И	Я							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	:	М	И		
19	22	-	-	-	-	-	2	5	2	-	5	:	55	1		
38	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	7	:	55	2		
13	15	-	-	-	-	-	-	5	-	-	3	:	36	3		
11	23	2	-	-	-	-	2	3	11	-	3	:	55	4		
8	45	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	:	55	5		
14	-	2	-	-	-	14	-	4	-	-	2	:	36	6		
17	-	-	-	-	-	11	-	3	21	-	3	:	55	7		
10	-	-	-	-	-	20	-	-	21	-	4	:	55	8		

ИЗ М

Н	А	З	Н	А	Ч	Е	Н	И	Я								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	:	М	И			
7	21	-	-	-	2	-	-	10	6	-	9	:	55	1			
6	14	-	-	-	-	-	-	8	21	-	6	:	55	2			
3	12	-	15	-	1	-	-	7	13	-	4	:	55	3			
1	15	-	9	5	3	-	-	11	-	-	11	:	55	4			
3	-	-	12	34	-	-	-	-	6	-	-	:	55	5			
-	-	-	4	19	-	-	-	-	9	-	-	:	32	6			

ИЗ А

Н	А	З	Н	А	Ч	Е	Н	И	Я								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	:	М	И			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	:	М	И			
-	7	4	-	-	3	24	3	-	-	-	14	:	55	1			
-	-	1	-	27	-	-	2	-	-	-	-	:	30	2			
-	4	-	29	4	-	12	-	-	-	-	6	:	55	3			
-	2	-	13	9	2	19	-	-	-	-	10	:	55	4			

ДОДАТОК Д
ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО
МАТЕРІАЛУ ДО ДМР

1

*Удосконалення технології роботи дільничної
станції К при збільшенні місцевого
вагонопотоку*



Виконав:
Студент гр. УЗ2021
Коротков І. В.

Керівник:
Болвановська Т. В.

Рисунок В.1 – Слайд 1 мультимедійного демонстраційного матеріалу

2

Мета, об'єкт та предмет дослідження

Мета роботи:

удосконалення технології роботи дільничної станції при
збільшенні місцевого вагонопотоку

Об'єкт дослідження:

технологічні процеси роботи дільничної станції

Предмет дослідження:

технологія роботи дільничної станції з місцевим
вагонопотоком

Рисунок В.2 – Слайд 2 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Задачі дослідження

3

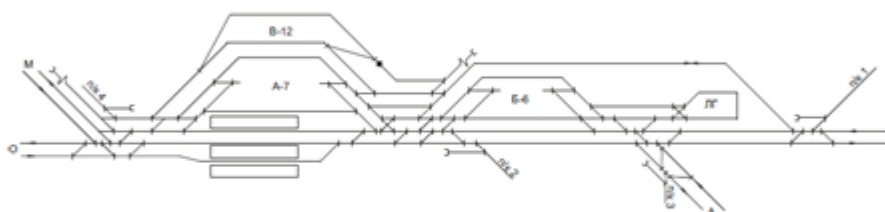
Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі дослідження:

- проаналізувати проблеми удосконалення технології роботи станцій;
- визначити розрахункові обсяги роботи станції;
 - виконати нормування тривалості операцій;
- розрахувати необхідний колійний розвиток станції;
- визначити черговість обслуговування під'їзних колій господарським локомотивом станції;
- визначити технологію виконання підбирання груп вагонів для подачі на під'їзні колії;
- розробити добовий план – графік роботи станції та розрахувати його показники

Рисунок В.3 – Слайд 3 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Принципова схема станції

4



- А, Б – приймально-відправні парки
 В – сортувальний парк
 ЛГ – локомотивне господарство
 П/К – під'їзна колія

Рисунок В.4 – Слайд 4 мультимедійного демонстраційного матеріалу



Рисунок В.5 – Слайд 5 мультимедійного демонстраційного матеріалу



Рисунок В.6 – Слайд 6 мультимедійного демонстраційного матеріалу

8

Парк станції	Наявна кількість колій	Необхідна кількість колій	Зміна кількості колій
Приймально-відправний Б	6	6	Не передбачається
Приймально-відправний А	7	9	Передбачається
Сортувальний парк	12	12	Не передбачається

Рисунок В.7 – Слайд 7 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Сітьовий графік виконання подач вагонів на під'їзні колії станції (існуюча технологія)

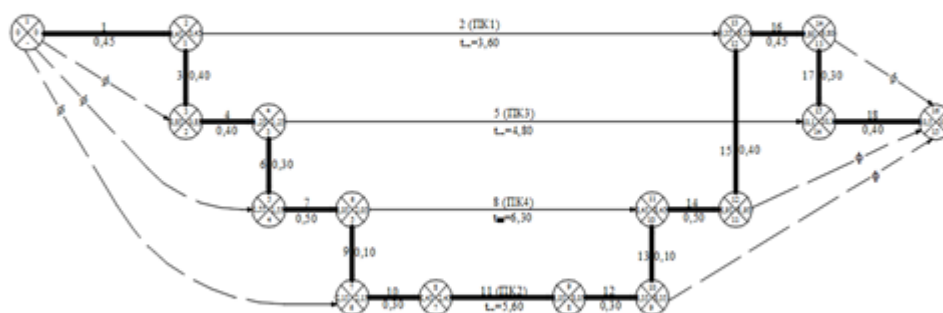


Рисунок В.8 – Слайд 8 мультимедійного демонстраційного матеріалу

9

Визначення порядку обслуговування під'їзних колій

Під'їзна колія	t_n	$T_{\text{ваг}}$	t_p	$t_n + t_{\text{ваг}}$	Черговість подачі	t_n	$\sum_{i=1}^{n-1} t_{n,i}$	t_n	Черговість прибирання
1	0,45	3,60	0,4	4,05	4	0,85	1,80	5,85	1
2	0,30	5,60	0,2	5,90	2	0,50	0,60	6,50	3
3	0,40	4,80	0,3	5,2	3	0,70	1,10	6,30	2
4	0,50	6,30	0,1	6,80	1	0,60	0	6,80	4

№ роботи	Зміст роботи	Тривалість, год	Попередня робота
1	Подача вагонів на п/к 4	0,50	-
2	Вантажні операції на п/к 4	6,30	1
3	Повернення локомотива на станцію з п/к 4	0,10	1
4	Подача вагонів на п/к 2	0,30	3
5	Вантажні операції на п/к 2	5,60	4
6	Повернення локомотива на станцію з п/к 2	0,20	4
7	Подача вагонів на п/к 3	0,40	6
8	Вантажні операції на п/к 3	4,80	7
9	Повернення локомотива на станцію з п/к 3	0,30	7
10	Подача вагонів на п/к 1	0,45	9
11	Вантажні операції на п/к 1	3,60	10
12	Прибирання вагонів з п/к 1	0,45	11
13	Слідування локомотива на п/к 3	0,30	12
14	Прибирання вагонів з п/к 3	0,40	8,13
15	Слідування локомотива на п/к 2	0,20	14
16	Прибирання вагонів з п/к 2	0,30	5,15
17	Слідування локомотива на п/к 4	0,10	16
18	Прибирання вагонів з п/к 4	0,50	2,17

Рисунок В.9 – Слайд 9 мультимедійного демонстраційного матеріалу

10

Сітьовий графік виконання подач вагонів на під'їзні колії станції

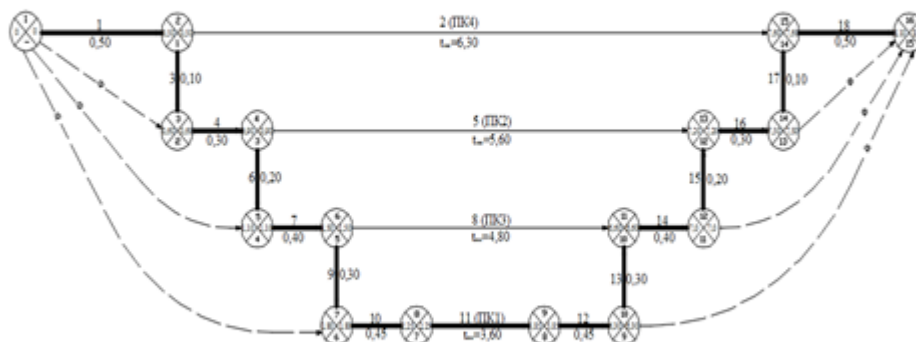


Рисунок В.10 – Слайд 10 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Формування 1-ї подачі вагонів комбінаторним методом

11

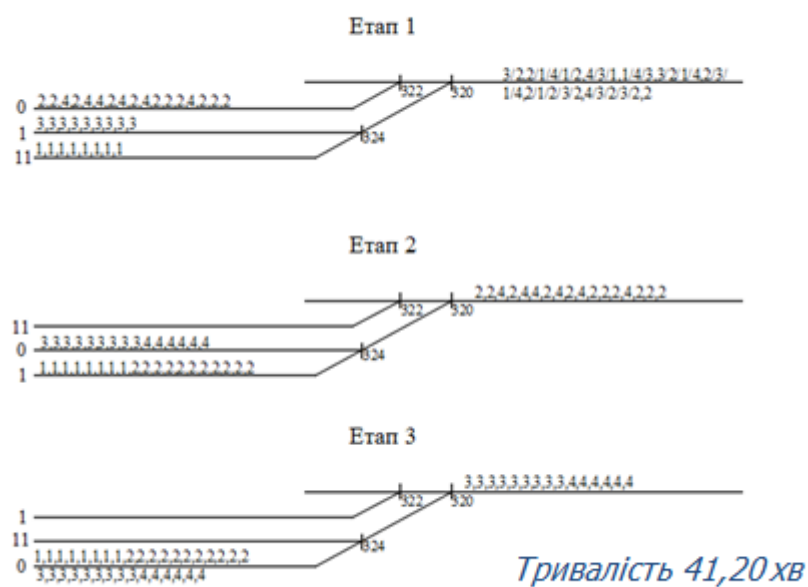


Рисунок В.11 – Слайд 11 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Формування 1-ї подачі вагонів розподільчим методом

12

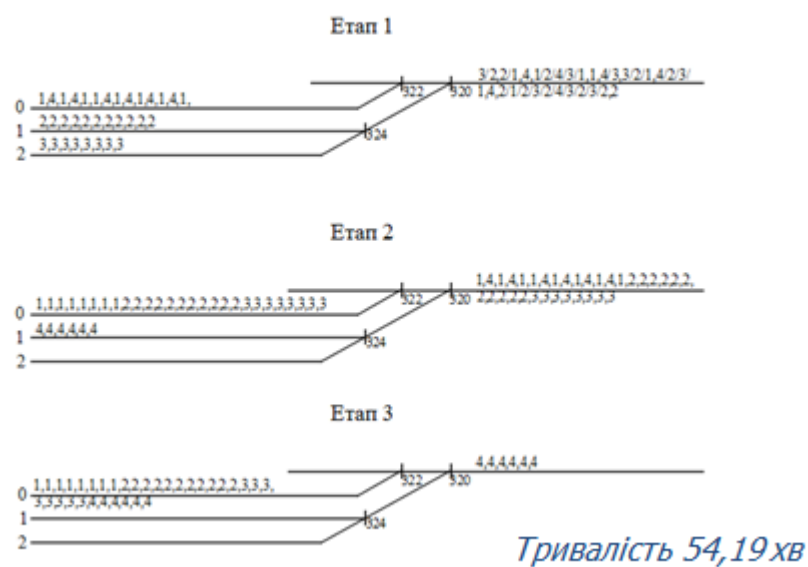


Рисунок В.12 – Слайд 12 мультимедійного демонстраційного матеріалу

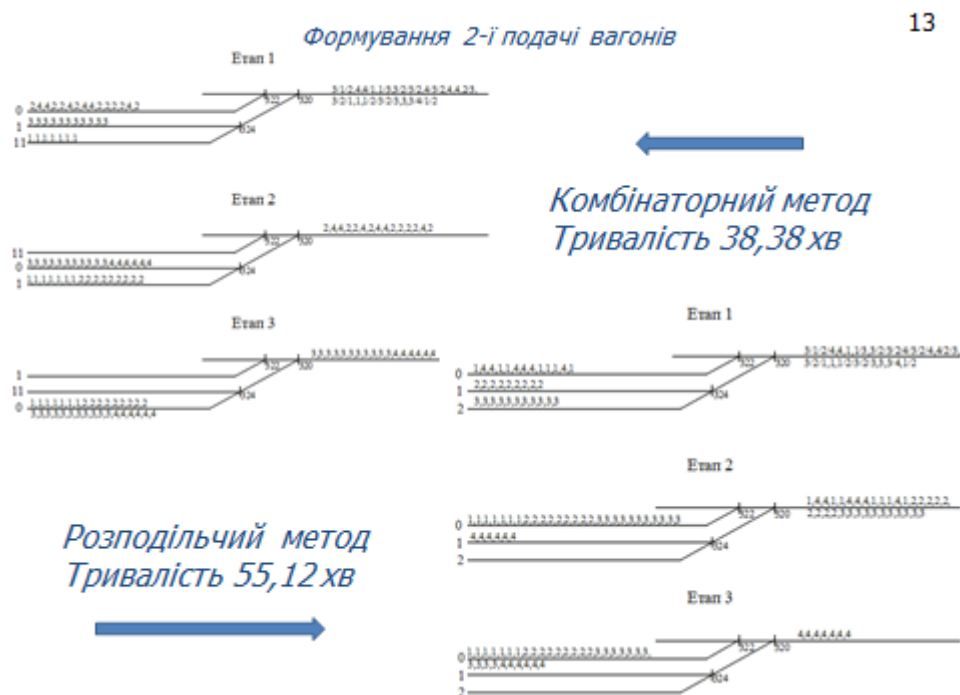


Рисунок В.13 – Слайд 13 мультимедійного демонстраційного матеріалу

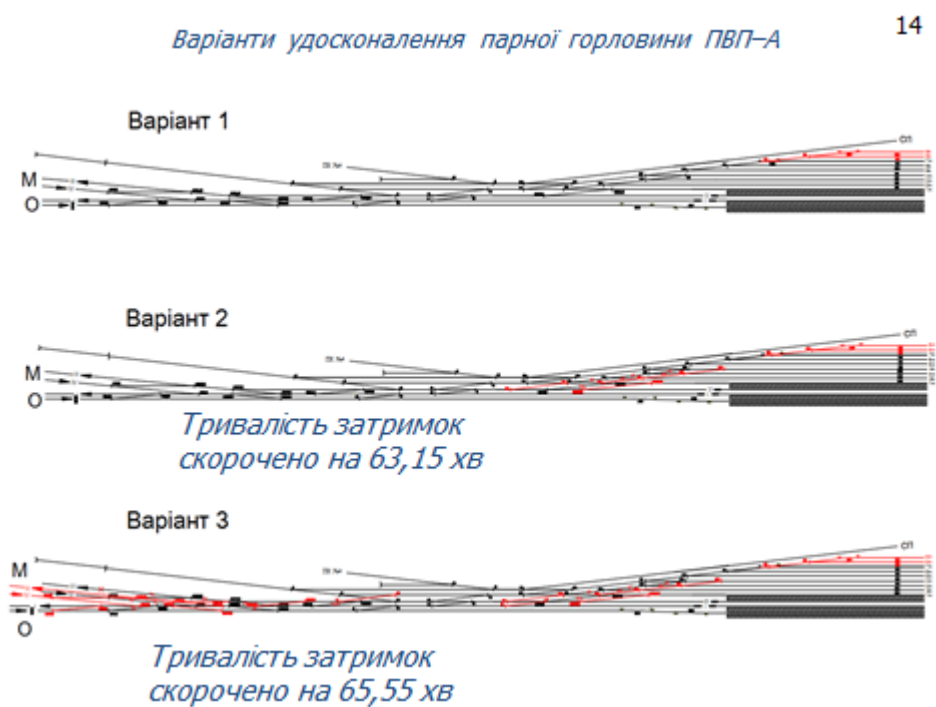


Рисунок В.14 – Слайд 14 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Варіанти удосконалення непарної горловини ПВП-А

15

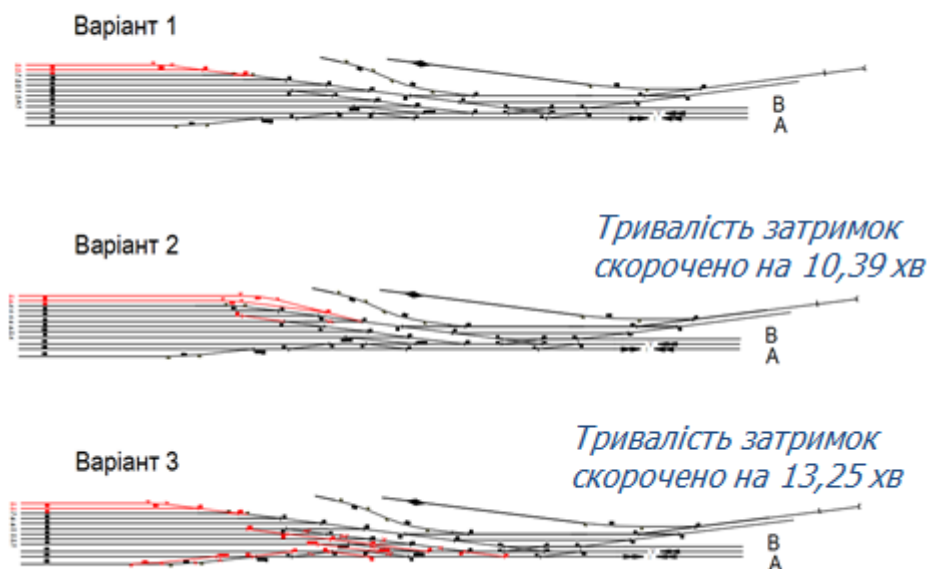


Рисунок В.15 – Слайд 15 мультимедійного демонстраційного матеріалу

16

Показники добового плану-графіку роботи станції

- простий транзитного вагону без переробки складає, $t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = 0,62 \text{ год}$;
- простий транзитного вагону з переробкою складає, $t_{\text{тр}}^{\text{сп}} = 10,61 \text{ год}$;
- середньозважена величина простою транзитного вагону $t_{\text{тр}} = 3,4 \text{ год}$;
- простий місцевого вагону складає, $t_{\text{м}} = 16,7 \text{ год}$;
- добовий вагонообіг складає, $n_{\text{во}} = 17810 \text{ ваг}$;
- робочий парк вагонів складає, $n_{\text{р}} = 882 \text{ ваг}$;
- коефіцієнти завантаження бригад ПТО для кожного парку,
 $K_{\text{ПТО1}}^{\text{ПВП-А}} = 0,84$, $K_{\text{ПТО2}}^{\text{ПВП-А}} = 0,82$, $K_{\text{ПТО1}}^{\text{ПВП-Б}} = 0,71$, $K_{\text{ПТО2}}^{\text{ПВП-Б}} = 0,77$;
- коефіцієнти використання маневрових локомотивів
 $K_{\text{ман}}^{\text{ГП}} = 0,57$, $K_{\text{ман}} = 0,42$;
- коефіцієнт завантаження гіркових пристроїв складає, $K_{\text{гм}} = 0,3$.

Рисунок В.16 – Слайд 16 мультимедійного демонстраційного матеріалу

Дякую за увагу!



Рисунок В.17 – Слайд 17 мультимедійного демонстраційного матеріалу

ДОДАТОК Е
ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

1. Дипломна робота «Удосконалення технології роботи дільничної станції К при збільшенні місцевого вагонопотоку» на 130 сторінках;
2. Лист 1 «План дільничної станції К»;
3. Лист 2 «Добовий план-графік роботи станції К»;
4. Мультимедійний демонстраційний матеріал до дипломної роботи – презентація 17 слайдів