

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»



Завідувач кафедри
/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

« 16 » 12 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

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

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**


Тема **Удосконалення технології роботи технічних станцій з метою покращення показників її функціонування**

Theme **Improving work technology of technical stations in order to improve its performance indicators**


Керівник дипломної роботи

ст. викл.  Лідія ЄЛЬНІКОВА

Нормоконтролер

проф.  Роман ВЕРНИГОРА

Студент групи У32021

 - Ден ВОЛОКІТІН


Student

Volokitin Den

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. 10 «12»

ЗАВДАННЯ

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

отримав студент групи УЗ2021 Волокітін Ден Олександрович
(номер групи) (ІПБ)

1. Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення технології роботи
технічних станцій з метою покращення показників її функціонування

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. Схема сортувальної станції

Перелік мультимедійного демонстраційного матеріалу (слайдів)

титульний слайд; об'єкт дослідження та мета роботи; діаграма вагонопотоків;
діаграма поїздопотоків; параметри та моделювання випадкової величини інтервалів між
поїздами; параметри та моделювання випадкової величини тривалості технічного обслу-
говування составів; процедура вибору формули розрахунку інтервалу між поїздами;
технологія обслуговування поїздів при одній бригаді; порядок обслуговування поїздів
при двох бригадах ПТО; результати моделювання роботи парку прийому в режимі 1_2;
технологія обслуговування поїздів при трьох бригадах ПТО; результати моделювання
роботи парку прийому в режимі 2_3; графіки роботи бригад ПТО; визначення експлуата-
ційних витрат за варіантами

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 літературних джерел щодо удосконалення роботи технічних станцій	строк 1		17
2. Техніко-експлуатаційна характеристика сортувальної станції Б та аналіз її недоліків	строк 1	1	15
3. Визначення розрахункових обсягів роботи сортувальної станції Б	строк 2		10
4. Моделювання роботи парку прийому сортувальної станції та визначення необхідної кількості бригад ПТО	строк 2		25
5. Економічне обґрунтування ефективності запропонованих варіантів	строк 3		20
6. Розроблення технології роботи сортувальної станції	строк 3		13
Всього		1	100

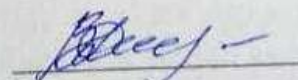
Дата видачі завдання: « 12 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи



Лідія ЄЛЬНІКОВА

Завдання прийняв до виконання



Ден ВОЛОКІТІН

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та 3 додатків. Повний обсяг проекту – 96 сторінок; з них основний текст на 85 сторінках, містить 12 ілюстрації, 14 таблиць та 38 літературних джерел.

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

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування сортувальної станції за рахунок удосконалення технології обслуговування вантажних поїздів.

В дипломі визначено обсяги роботи сортувальної станції, а також виконано моделювання роботи парку приймання з наявною кількістю бригад ПТО. Результати моделювання показали наявність значного простоя составів транзитних поїздів у розформування в очікуванні їх технічного обслуговування, що свідчить про те, що наявна кількість бригад оглядачів вагонів в парку не є достатньою. Для зменшення тривалості знаходження поїздів в підсистемі розформування запропоновано збільшити кількість бригад ПТО на одну в денну та нічну зміни роботи. При цьому значно покращились показники функціонування парку прийому поїздів в частині технічного обслуговування: зменшилась тривалість непродуктивних простоїв составів, а також зменшилось навантаження на оглядачів вагонів до раціонального рівня. Для обґрунтування доцільності збільшення числа бригад ПТО виконано порівняння витрат, пов'язаних з утриманням додаткового штату оглядачів вагонів та витрат, пов'язаних з простоем поїздів на коліях парку приймання сортувальної станції.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, БРИГАДИ ПТО, ПРОСТІЙ СОСТАВІВ, ЗАВАНТАЖЕННЯ БРИГАДИ, ВИТРАТИ НА ШТАТ ПТО, ВИТРАТИ НА ПРОСТІЙ СОСТАВІВ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ.....	8
1.1. Розвиток систем керування роботою станцій	8
1.2. Основи організації роботи працівників бригади ПТО	16
1.3. Постановка задачі дослідження	20
2. ТЕХНІКО–ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ Б ТА АНАЛІЗ ЇЇ НЕДОЛІКІВ.....	21
2.1. Технічне оснащення станції	23
2.2. Характеристика експлуатаційної роботи станції	26
2.3. Характеристика маневрової роботи, яка виконується в основних районах.....	28
2.4. Планування роботи станції.....	29
3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ Б	33
3.1. Вихідні дані для визначення обсягів роботи станції	33
3.2. Визначення маси поїзда.....	34
3.3. Визначення кількості вагонів у складі поїзда	36
3.4. Визначення транзитних та у розформування поїздопотоків станції	37
3.5. Визначення потрібної пропускної спроможності підходів.....	39
4. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПАРКУ ПРИЙОМУ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ БРИГАД ПТО.....	41
4.1. Моделювання інтервалів між поїздами та тривалості їх технічного обслуговування.....	42
4.2. Моделювання обслуговування поїздів бригадами ПТО	45

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ.....	57
5.1. Визначення штату працівників ПТО.....	57
5.2. Визначення витрат на утримання штату бригад ПТО.....	59
5.3. Визначення витрат, пов'язаних з простоем поїздів.....	60
5.4. Порівняння витрат за варіантами.....	62
6. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ.....	65
6.1. Технологія роботи з пасажирськими поїздами.....	65
6.2. Технологія роботи з транзитними поїздами у розформування.....	66
6.3. Технологія роботи з поїздами свого формування.....	69
6.4. Технологія роботи з транзитними поїздами без зміни локомотива.....	73
6.5. Технологія роботи з транзитними поїздами зі зміною локомотива.....	74
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81
ДОДАТОК А.....	86
ДОДАТОК Б.....	89
ДОДАТОК В.....	96

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АРМ – автоматизоване робоче місце

АРМ ПКО – автоматизоване робоче місце оператора пункту комерційного огляду

АРМ ПТО – автоматизоване робоче місце оператора пункту технічного огляду

АРМ ДСП – автоматизоване робоче місце чергового по станції

АРМ СТЦ – автоматизоване робоче місце оператора станційного технологічного поста

АРМ ТВК – автоматизоване робоче місце товарної контори

АСК ВП УЗ-Є - єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями

АСКОПД - автоматизована система комплексної обробки перевізних документів

АСОУП – автоматизована система оперативного управління перевезеннями

АСУ - автоматизована система управління

АСУ СС – автоматизована система управління сортувальною станцією

ГАЦ – гіркова автоматична централізація

ГПЗП–МП – гірковий мікропроцесорний програмно–задавальний пристрій

ГП – гальмівна позиція

ДСЦ – маневровий диспетчер

ЕЦ – електрична централізація

ЗПП – запірно-пломбувальні пристрої

КЗпП – Кодексу законів про працю

КСЕОД - комплексна система електронного обігу даними

ПТЕ – Правила технічної експлуатації

ПТО – пункт технічного огляду

ПП – парк прийому

ПВ – парк відправлення

ТР – транзитний парк

ШНМ – штучні нейронні мережі

ВСТУП

Питання ефективної організації роботи залізничних станцій завжди стояли дуже гостро, особливо в умовах дефіциту як локомотивів так і вагонів. В першу чергу, необхідно раціонально використовувати наявні технічні засоби та вносити зміни в організацію роботи структурних підприємств, які забезпечують безперебійну поїзну роботу. Так, для зменшення тривалості простою составів вантажних поїздів на приймально-відправних коліях технічних станцій необхідно переглянути роботу працівників, задіяних в основних технологічних процесах: технічному та комерційному оглядах, розпуску составів та інших операцій, пов'язаних з приймання-відправлення поїздів. Так, в дипломній роботі представлено удосконалення роботи сортувальної станції за рахунок збільшення кількості бригад ПТО в парку приймання.

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

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування сортувальної станції за рахунок удосконалення технології обслуговування вантажних поїздів.

Для досягнення вказаної мети необхідно визначити обсяги роботи сортувальної станції, перевірити відповідність наявної кількості бригад оглядачів вагонів тому поїздопоток, який надходить на станцію у розформування. У випадку невідповідності вказаних параметрів слід збільшити число бригад ПТО до такої кількості, при якій зменшиться тривалість непродуктивного простою составів в очікування технічного обслуговування, а також завантаження оглядачів вагонів не буде перевищувати раціональний рівень. Окрім того, доцільно провести розрахунок витрат, які виникають у випадку збільшення числа бригад ПТО за зміну: витрати на утримання штату оглядачів вагонів та витрати, пов'язані з простоем вагонів на станції.

Оскільки наразі на залізниці існує певний дефіцит вагонів і заходи по зменшенню тривалості знаходження вагонів на технічних станціях є доцільними, то тема дипломної роботи, спрямованої на скорочення часу непродуктивного простою рухомого складу є актуальною.

1. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій дуже складно уявити будь-яку галузь виробництва, де не використовувались досягнення науки і технології. Тому залізнична сфера не стала виключенням, де всі підрозділи мають програмні засоби для упорядкування, систематизації документообігу та автоматизації своєї роботи. Дані системи дозволяють;

- визначати показники роботи станцій, виявляти відхилення від їх нормальної роботи, моделювати роботу станцій у нестандартних ситуаціях;
- отримувати дані про поточну поїзну ситуацію, відомості про стан та знаходження рухомих одиниць; прогнозувати виконання технологічних процесів;
- планувати вантажну роботу з вагонами як на місцях загального користування, так і на під'їзних коліях;
- пришвидшувати опрацювання інформації та оформлення перевізних документів.

Такі програми можна використовувати як системи підтримки прийняття рішень для оперативного персоналу на всіх рівнях (станції, дирекції, вагонне, локомотивне господарства тощо). Це дозволить покращити організацію планування роботи цих підрозділів, раціональне використання ресурсів (трудових та технічних), що, в тому числі, дасть позитивний економічний ефект.

1.1. Розвиток систем керування роботою станцій

Для аналізу показників роботи станцій та структурних підрозділів залізниць, для планування їх роботи, виділення «вузьких» місць широко використовується імітаційне моделювання. При цьому даній темі присвячена значна кількість наукових праць видатних вчених.

Питання прогнозування та планування роботи технічних станцій можуть бути вирішені на основі імітаційної моделі, яка розроблена на основі теорії масового обслуговування [1, 2]. Дана модель може бути використана для організації роботи

станції в нестандартних умовах: реконструкція або закриття частини колій, а також для аналізу варіантів організації роботи у вказаних умовах [2]. За допомогою такої моделі можна виконувати нормування показників роботи технічних станцій та аналіз роботи зміни.

Протягом останніх десятиліть широкого розповсюдження отримали моделі транспортних систем, основаних на мережі Петрі. Мережі Петрі використовуються для моделювання асинхронних систем, що функціонують як сукупність паралельних взаємодіючих процесів. Аналіз мереж Петрі дозволяє отримати інформацію про структуру та динамічному поведінці моделюється. Причинно-наслідковий зв'язок подій в асинхронних системах задається безліччю відносин виду «умови-події» [3].

Побудова моделей систем у вигляді мереж Петрі полягає в наступному:

- модельований процеси описуються безліччю подій (дій) і умов визначають можливість настання цих подій, а також причинно-наслідковими відносинами, що встановлюються на безлічі пар «події-умови».

- визначаються події-дії, послідовність виконання яких управляється станами системи. Стану системи задаються безліччю умов, формованих у вигляді предикатів. Кількісно умови характеризуються величиною яка виражається числами натурального ряду.

- умови, в залежності від значень їх кількісних характеристик, можуть виконуватися чи ні. Виконання умов забезпечує можливість реалізації подій. Умови, з фактом виконання яких пов'язується можливість реалізації подій, називаються передумовою. Реалізація події забезпечує можливість виконання інших умов, які перебувають з передумовою в причинно-наслідкового зв'язку. Ці умови називаються пустоумовою.

Таким чином в системах, які побудовані на основі апарату мереж Петрі технологічний процес обробки поїздів являє собою впорядковану послідовність станів і переходів. В такому випадку обробку об'єкті протягом певного часу імітують переходи, а поточний стан системи характеризують позиції, які, в тому числі,

визначають умови переходів станів. В тому випадку, якщо умови виконуються, поточна розмітка системи змінюється. Так, в роботах [4, 5] у вигляді мережі Петрі розроблена методика представлення комплексу «сортувальна станція - прилеглі ділянки». В даних працях доведено, що шляхом ускладнення структури мережі можна досягти будь-якого ступеня деталізації, що моделюється. Окрім того, забезпечена можливість моделювання випадкових інтервалів між поїздами вхідного потоку, в тому числі і інших параметрів.

В наукових працях [6, 7, 8] для моделювання технологічних процесів використані нейронні мережі та теорії нечітких множин, що дають можливість зменшити простий рухомого складу та підвищити ефективність функціонування станції в цілому.

На основі методів нечіткої логіки розроблена та удосконалена автоматизована система управління перевезеннями [9, 10, 11]. Проте в даній роботі не враховуються обмеження, які стосуються парку локомотивів та штату локомотивних бригад при розрахунку кількості поїздів, що може бути прийнята та відправлена зі станції.

Сучасні засоби моделювання, такі як Anylogic, активно використовуються для проведення досліджень щодо роботи залізничних станцій. Наприклад, в науковій праці [12] представлена модель залізничної станції на базі вказаного засобу моделювання. Anylogic містить проблемно-орієнтовані бібліотеки (наприклад, «Залізнична бібліотека»), які дають можливість конструювати моделі з численних готових об'єктів. Тут операції перевізного процесу описуються за допомогою певних об'єктів бібліотеки, окрім того поїзда, локомотиви і вагони подаються в вигляді «заявок», що оброблюються цими об'єктами. Проте в даній моделі найбільшу увагу приділяється адекватному моделюванню переміщень рухомого складу по станції, а технологічний процес обслуговування поїздів і вагонів моделюється спрощено, без урахування можливих варіантів технології та наявності відмов обслуговуючих пристроїв.

В роботі [13] доведена доцільність моделювання динамічних процесів у парках технічних станцій дискретно-подієвим імітаційним моделюванням. В тому числі в якості агентного обслуговування заявок розглянуто процес обслуговування вантажного транзитного поїзда зі зміною локомотива. При цьому вся тривалість обслуговування такого поїзда ділиться на три періоди, кожен з яких представляє об'єкт. Для таких об'єктів надається повний опис варіантів станів та властивостей. Окрім того, в роботі наведена імітаційна модель технологічного процесу обслуговування транзитних поїздів всіх напрямків, з яких прибувають поїзда на дану сортувальну станцію.

Імітаційна модель роботи вузла на базі агентного моделювання представлена в роботі [14]. В цій моделі залізничні колії, локомотиви та бригади є агентами на інфраструктурному рівні, сортувальні гірки, вантажні райони, під'їзні колії, витяжні колії тощо є агентами на сервісному рівні; взаємодію агентів різного рівня забезпечують керуючі агенти, представлені такими, які моделюють роботу чергового по станції, маневрового диспетчера та вузлового диспетчера тощо. Дана система підтримки прийняття експертних рішень вбудована в систему диспетчерської централізації «Каскад» [15].

Для вирішення складних транспортних завдань застосовуються комплексні інтелектуальні транспортні системи. Такі комплекси використовують інноваційні розробки в регулюванні транспортних потоків та моделюванні транспортних систем, а також розроблені спеціально для розв'язання транспортних завдань. Комплексні інтелектуальні транспортні системи застосовуються для передачі, збору, обробки відомостей про стан і роботу транспортних засобів, а також для обміну інформацією між керуючими структурами та користувачами в режимі реального часу [16].

В роботі [17] наведена модель для визначення колії приймання при прибутті поїздів різних категорій, представлена у вигляді інтелектуальної моделі функціонування залізничної станції. В даній моделі враховуються час прибуття

поїзда, його напрямок, проте не враховується необхідність зміни локомотива та/або локомотивної бригади для вантажних транзитних поїздів без переробки.

Слід відзначити досвід науковців ДШТУ, де під керівництвом професора Бобровського В.І. створено наукову школу з функціонального моделювання роботи залізничних станцій [18] та розроблено концепцію ергатичного моделювання, яка передбачає безпосередню участь людини-оператора в роботі моделі.

Для планування роботи станцій або окремих технологічних процесів наразі активно застосовується апарат штучних нейронних мереж ШНМ. В основі таких систем лежать принципи функціонування мозку, а саме механізми передачі сигналу та відповіді на них. Такі системи використовуються для розпізнання об'єктів, їх сортування, прогнозування ситуації на основі навчання на попередньому досвіді. В процесі навчання нейронні мережі розвивають власний набір характеристик об'єкта, що досліджується. Робота ШНМ базується на сукупності з'єднаних вузлів (штучних нейронів), кожен з яких може передавати сигнал від одного нейрона до іншого. Штучний нейрон отримує сигнал, обробляє його, а потім передає на інші нейрони, з якими пов'язаний. В розповсюджених прикладних штучних нейронних мережах сигнал на з'єднанні між нейронами є дійсним числом, а вихід кожного нейрону обчислюється нелінійною функцією суми його входів. Нейрони та їх з'єднання, як правило, мають вагу, яка підлаштовується протягом навчання: зменшує або збільшує силу сигналу на з'єднанні. Порог штучних нейронів може бути таким, при якому сигнал надсилається тільки в тому випадку, якщо сукупний сигнал перевищує задане значення. Як правило, нейрони поєднано в шари, які можуть виконувати різні види перетворень своїх входів, при цьому сигнали проходять від вхідного до вихідного шару [19].

Наразі апарат штучних нейронних мереж може бути використаний для прогнозування моментів прибуття поїздів на станції [20]. Так, за допомогою представленої моделі на основі відомостей про час відправлення поїздів з сусідньої технічної станції, день тижня, місяць року, масу поїзда, а також тип локомотива

можна отримати прогнозний час прибуття на дану технічну станцію. Ця інформація зможе дозволити покращити планування роботи станції в цілому та окремих структурних елементів.

Для удосконалення системи оцінювання показників роботи станції в роботі [21] представлений комплекс математичних моделей технологічного процесу обробки вагонів, який побудований на основі нечіткої штучної нейронної мережі. Розроблену модель автор пропонує впроваджувати в існуючі інтелектуальні комп'ютерні системи в межах дирекції перевезень, оскільки системи на базі штучних нейронних мереж здатні до самонавчання, що дозволяє пристосовуватися до будь-яких змінень у процесі перевезень та дає можливість мінімізувати людський фактор при прийнятті рішень оперативними керівниками. При цьому впровадження систем підтримки прийняття рішень дозволяє скоротити штат працівників, пов'язаних з рухом поїздів, зменшити експлуатаційний парк локомотивів.

По мірі розвитку залізничного транспорту збільшувався не тільки обсяг вантажів та пасажирів, які перевозяться залізницями, але й обсяг інформації, який необхідно передавати та отримувати для безперебійної роботи доріг. Так в середині 70-х років 20 ст. було запроваджено першу автоматизовану систему керування сортувальної станції (АСУ СС), яка дозволяла виконувати обробку інформації про поїзда, що прибувають; формувати сортувальні листки; облік накопичення вагонів на коліях сортувального парку тощо [22].

З подальшим розвитком обчислювальних систем вдосконалювались і системи керування роботою залізничного транспорту. Так, у 80-х роках розроблена автоматизована система оперативного керування перевезеннями на рівні залізниці (АСОУП), а також впроваджено єдину обчислювальну мережу всіх залізниць Радянського Союзу, яка працювала в режимі реального часу. На основі цих інформаційних систем впроваджувались та вдосконалювались нові програмні засоби: автоматизована система комплексної обробки перевізних документів (АСКОПД),

діалогова інформаційно-довідкова система контролю оперативної роботи (ДИСКОР), комплексна система електронного обігу даними (КСЕОД) [23]

З плином часу стало зрозуміло, що наявного програмного забезпечення не достатньо. Окрім того, майже кожна залізниця мала свою АСУ, при взаємодії яких інколи виникали конфліктні ситуації. Тому на початку 2000-х прийнято рішення про розробку спільної системи керування вантажними перевезеннями і влітку 2012 р. відбувається перехід всієї залізниці України на єдину автоматизовану систему керування вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ-Є) [24]. Таким чином, з цього моменту на глобальному рівні використовується єдина інформаційна система АСК ВП УЗ-Є [25], яка охоплює всі сфери та рівні, на яких заносяться відомості про вагони, локомотиви, поїзда тощо для подальшого аналізу їх стану, місця розташування, прогнозного часу прибуття на станцію та багато інших аспектів [25].

В тому числі АСК ВП УЗ-Є дозволяє [26]:

оперативно вводити та отримувати достовірну інформацію про поточну ситуацію на станції;

отримувати необхідну інформацію галузевим підприємствам (локомотивному, вагонному, колійному, енергетичному господарств тощо), які забезпечують стабільну та безперебійну роботу безпосередніми учасниками перевідного процесу;

зменшити витрати за рахунок встановлення єдиного комплексу для всієї залізниці замість шести окремих систем для кожної дороги;

інтегрувати інші автоматизовані системи для достовірного та швидкого отримання необхідних даних.

Тобто АСК ВП УЗ-Є є системою, що відображає роботу залізниці в реальному режимі часу [27] та дозволяє взаємодію між різними підприємствами, які беруть участь в організації перевізного процесу.

Одними з компонентів АСК ВП УЗ-Є є автоматизовані робочі місця (АРМ) чергового по станції (АРМ ДСП), оператора станційного технологічного поста (АРМ

СТЦ), товарної контори (АРМ ТВК), оператора пункту комерційного огляду (АРМ ПКО), оператора пункту технічного огляду (АРМ ПТО) тощо [28].

Використання АРМ ДСП дозволяє автоматизувати робочі процеси, пов'язані з прийомом, знаходженням та відправлення поїздів зі станції; відстежувати рухомі одиниці, а також сповіщати людей, які працюють на коліях.

За рахунок впровадження АРМ СТЦ автоматизовано [29]:

складання сортувальних листків;

номерний облік наявності та накопичення вагонів на коліях накопичення;

розрахунок довжини та кількості осей в сформованому составі вантажного поїзда;

складання натурних листів на поїзда, що відправляються зі станції;

ведення звітності та обліку вагонного парку;

підготовку та подальшу передачу клієнтам залізниць та у товарну контору інформації про прогнозний час прибуття вагонів під вантажні операції.

Автоматизоване складання актів на вагони з несправностями у комерційному відношенні (акт загальної форми ВУ-23), отримання журналу реєстрації вагонів з комерційними несправностями (форма ВУ-98), видача оперативних повідомлень на складені акти можлива за допомогою АРМ ПКО.

АРМ ПТО дозволяє відображати технічний стан вагонів, контролює оформлення актів форми ВУ-36, ВУ-22 та інші. За допомогою цього програмного комплексу можна отримувати попередню інформацію щодо технічного стану вагонів, які прибувають на станцію та фіксувати несправності рухомого складу. В АРМ ПТО можна формувати перелік вагонів, які необхідно направити на ремонт з вказанням необхідного обсягу ремонтних робіт. Окрім того, в АРМ містяться дані про працівників бригади ПТО, які виконували технічне обслуговування составів.

В роботі [30] запропонована гнучка технологія обробки поїздів, яка враховує можливість динамічного відтворення процесу формування поїздів на декількох станціях одночасно, що дозволяє скоротити число технологічних операцій із

вагонами окремої групи. Представлена модель дає можливість обирати технологію обробки поїзду із вагонами окремої групи в залежності від інформації, отриманої раніше та з урахуванням поточної ситуації на сортувальній станції. Запропоновані моделі автор пропонує інтегрувати до комплексної системи електронного обігу документів (КСЕОД) на сортувальній станції як додаткові задачі. При цьому можна: визначити кількість вагонів, які очікують виконання технологічних операцій в режимі реального часу; оцінити технологію роботи станції (сумарну тривалість непродуктивного простою вагонів, число вагонів, які очікують виконання вантажних операцій).

Таким чином, системи, розроблені на єдиній базі, з однієї сторони, дозволяють залучити до перевезень більшу кількість відправників за рахунок відкритості інформації та цілодобового доступу до необхідних даних; з другої сторони, покращує функціонування роботи залізничного транспорту за рахунок отримання оперативних даних, можливості спрогнозувати роботу станцій та спланувати роботу інших господарств, які забезпечують перевізний процес.

1.2. Основи організації роботи працівників бригади ПТО

Як відомо, найважливіший показник роботи залізниці – обіг вагону – значною мірою залежить від тривалості знаходження вагонів на технічних станцій. В свою чергу тривалість знаходження вагонів на станції можна розбити на два основних періоди: простій вагонів під виконання технологічних операцій (огляд вагонів у технічному та комерційному відношеннях, накопичення вагонів, операції по розформуванню та формуванню составів тощо) та простій в очікуванні цих операцій. Відповідно до цього основною задачею управління роботою станції є пришвидшення виконання основного технологічного процесу водночас зі зменшення непродуктивного простою вагонів.

Скорочення тривалості основних технологічних операцій можна досягти за рахунок впровадження сучасних технічних засобів, удосконалення організації роботи працівників, пов'язаних з рухом поїздів. Так, наприклад, зменшити витрати часу,

пов'язаних з тривалістю виконання технічного обслуговування составів поїздів та простою в очікування цих операцій можна за рахунок раціональної організації роботи оглядачів вагонів. Відомо, що зменшити тривалість огляду составів можна за рахунок збільшення кількості груп оглядачів, а скоротити тривалість простою в очікуванні технічного обслуговування можна за рахунок збільшення кількості груп бригад ПТО, що дозволить виконувати огляд декількох составів одночасно. Паралельне обслуговування составів дозволяє суттєво зменшити тривалість очікування моменту звільнення бригади ПТО від огляду попереднього составу. Окрім того, такі заходи дозволяють зменшити тривалість знаходження составів поїздів в парках станції, що в свою чергу зменшує необхідну кількість приймально-відправних колій. Зменшення колій в парках станцій зменшить витрати, пов'язані з будівництвом приймально-відправних колій, а також на їх поточне утримання.

Відомо, що тривалість технічного обслуговування составу, що надходить в переробку та транзитного поїзда без зміни локомотива визначається за формулою [31]:

$$t_{\text{то}}^{\text{п}} = \frac{\tau m_{\text{с}}}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (1.1)$$

де τ – середня тривалість технічного огляду одного вагону;

m – кількість вагонів у складі поїзда;

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

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

Як видно з наведеної формули тривалість технічного обслуговування обернено пропорційно залежить від кількості груп в бригаді ПТО: чим більше груп, тим менше тривалість огляду составів.

Окрім того існує пряма залежність коефіцієнта завантаження бригади ПТО від їх кількості:

$$\varphi_{бр} = \frac{\sum Nt_{т0}}{1440 \cdot S}, \quad (1.2)$$

де $\sum Nt_{т0}$ – загальний простій вагонів під технічним обслуговуванням на станції протягом доби;

S – кількість бригад ПТО.

Незалежно від кількості бригад та числа груп оглядачів вагонів в ній, графік роботи працівників має бути складений таким чином, щоб норми тривалості праці та відпочинку не суперечили вимогам Кодексу законів про працю України (КЗпП).

На безперервно діючих підприємствах, в установах, організаціях, а також в окремих виробництвах, цехах, дільницях, відділеннях і на деяких видах робіт, де за умовами виробництва (роботи) не може бути додержана встановлена для даної категорії працівників щоденна або щотижнева тривалість робочого часу, допускається за погодженням з виборним органом первинної профспілкової організації (профспілковим представником) підприємства, установи, організації запровадження підсумованого обліку робочого часу з тим, щоб тривалість робочого часу за обліковий період не перевищувала нормального числа робочих годин [32].

Режими роботи, тривалість робочих змін, час початку та закінчення роботи і обідньої перерви працівників акціонерного Товариства «Укрзалізниця» встановлюється Правилами внутрішнього трудового розпорядку відповідно до КЗпП.

Графіки роботи та чергувань погоджуються з профспілками та доводяться до відома працівників не пізніше, як за три дні до початку їх введення в дію.

При змінних роботах працівники чергуються в змінах рівномірно в порядку, встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Для працівників, у яких за технологічним процесом не може бути додержана щоденна або щотижнева тривалість робочого часу, запроваджується підсумований облік робочого часу з обліковим періодом місяць, квартал, півріччя, рік.

Працівникам надається перерва для відпочинку і харчування тривалістю не більше двох годин. Перерва не включається в робочий час. Перерва для відпочинку і

харчування повинна надаватись, як правило, через чотири години після початку роботи.

Час початку і закінчення перерви встановлюється правилами внутрішнього трудового розпорядку.

Працівники використовують час перерви на свій розсуд. На цей час вони можуть відлучатися з місця роботи.

На тих роботах, де через умови виробництва перерву встановити не можна, працівникові повинна бути надана можливість приймання їжі протягом робочого часу. Перелік таких робіт, порядок і місце приймання їжі встановлюються власником або уповноваженим ним органом за погодженням з виборним органом первинної профспілкової організації (профспілковим представником) підприємства, установи, організації.

Оскільки залізниця відноситься до стратегічних підприємств, функціонування яких має бути безперервним, то вихідні дні працівникам, які задіяні в організації руху поїздів, надаються в різні дні тижня по чергово кожній групі працівників згідно з графіком змінності, що затверджується правлінням Укрзалізниці за погодженням з виборним органом первинної профспілкової організації (профспілковим представником) підприємства. При цьому тривалість щотижневого безперервного відпочинку повинна бути не менш як сорок дві години.

Для бригад ПТО наявний контингент працівників визначається наступним чином [33]:

$$Ч = R_{\text{ОБС}} \cdot НЧ \cdot n_{\text{ЗМ}}, \quad (1.3)$$

де $R_{\text{ОБС}}$ – кількість бригад ПТО, що обслуговують поїзда на станції (в парках станції);

$НЧ$ – норматив чисельності працівників на одну бригаду (залежить від кількості груп в бригаді);

$n_{зм}$ – кількість змін.

Отже за наведеними вище формулами можна визначити та оцінити тривалість обслуговування составів у технічному стані, що є ключовим елементом загального часу знаходження вагонів на станції та впливає на такий важливий показник експлуатаційної роботи залізниць, як обіг вагону. Тому раціональна організація роботи залізничної станції в цілому та бригад ПТО зокрема має значний вплив на якість функціонування технічних станцій та є актуальною в умовах економії витрат, пов'язаних з тривалістю простою вагонів.

1.3. Постановка задачі дослідження

Сортувальна станція Б має значний обсяг роботи, що включає в себе формування та розформування составів, приймання та відправлення транзитних поїздів, у тому числі кутових, а також зміну локомотивів та/або локомотивних бригад. По результатах роботи сортувальної станції визначаються показники її роботи та порівнюються с плановими. Одним з недоліків у роботі станції можна відзначити значний простій составів в парку прибуття. Причинами завищеної тривалості простою составів можуть бути позанормове очікування составами звільнення бригад ПТО, а також велика тривалість власне обслуговування составів. Обидві ці причини потребують уточнення тривалості обслуговування составів на коліях парку П та перерахунку кількості бригад, які проводять технічний огляд вагонів.

Відомо, що на даній сортувальній станції за останні декілька років збільшився обсяг роботи, проте штат працівників, які обслуговують поїзда на коліях парку П не змінювався. Тому, коригування штату бригад ПТО може суттєво зменшити тривалість простою поїздів у парку прийому, в тому числі непродуктивний.

Покращення технології обслуговування поїздів у парках станції призведе до зменшення тривалості знаходження вагонів на сортувальній станції. Це, в свою чергу позитивно вплине на обіг вантажного вагону в цілому. Оскільки питання наявності рухомого складу стоїть дуже гостро, то тема даної роботи є актуальною.

2. ТЕХНІКО–ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ Б ТА АНАЛІЗ ЇЇ НЕДОЛІКІВ

Станція Б розташована на перетині залізничних ліній М-Н та Т-О, за характером роботи – сортувальна, за обсягом роботи – першого класу. У межах станції розташовані вагонне та локомотивне господарство. Характеристика колійного розвитку сортувальної станції Б наведена у таблиці 2.1. Схема станції наведена на рисунку 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристика колійного розвитку сортувальної станції Б

№ з/п	Назва парку	Кількість колій	Номери колій та їх призначення	Місткість, ум. ваг	Корисна довжина, м
1	2	3	4	5	6
1.	Головні колії	4	№I, III – головні для прийому, відправлення і пропуску пасажирських та вантажних поїздів обох напрямків із М і Т	364–389	5280–5640
2.			№II, IV – головні для прийому, відправлення і пропуску пасажирських та вантажних поїздів обох напрямків із Н та О	349	5060
3.	Приймальний парк	10	№1-5 – приймальна для прийому вантажних поїздів із М і Т	59–75	850–1092
4.			№6-10 – приймальна для прийому вантажних поїздів із Н та О	63–75	906–1196
5.	Транзитний парк ТР–1	5	№ 1-3 – приймально–відправна для транзитних вантажних поїздів непарного напрямку із Н та О	65-74	980-1120
6.			№ 4-5 – приймально–відправна для транзитних вантажних поїздів непарного напрямку із Н та О, кутових транзитних вантажних поїздів	69-82	1040-1236
7.	Парк відправлення	9	№1-5 – відправна для поїздів свого формування на Н та О	60–60	870- 960
8.			№6-9 – відправна для поїздів свого формування на М і Т	59–73	850–1060
9.	Транзитний парк ТР–2	5	№1-3 – приймально–відправна для транзитних вантажних поїздів парного напрямку із М і Т	62-74	930-1120
10.			№4, 5 – приймально–відправна для транзитних вантажних поїздів парного напрямку із М і Т, кутових транзитних вантажних поїздів	64-85	974-1285

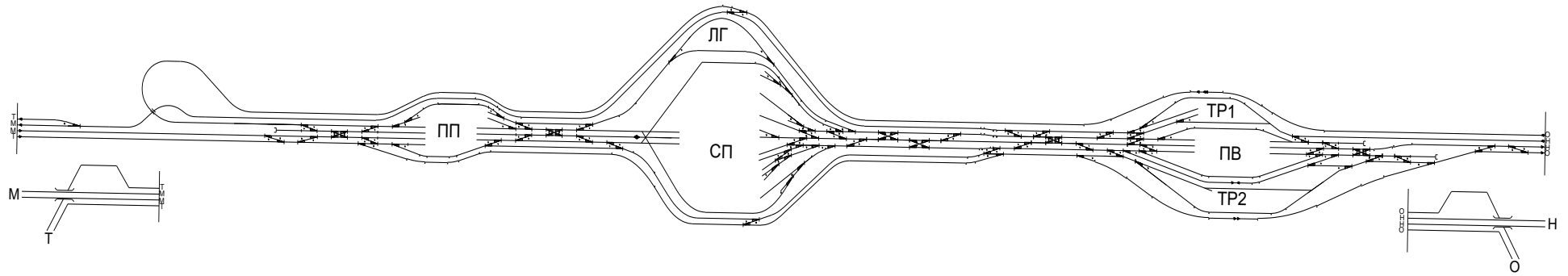


Рисунок 2.1 – Схема сортувальної станції Б

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
11.	Сортувальний парк	32	№11-24 – сортувальні, для накопичення поїздів свого формування на Н	69-85	1046-1284
12.			№15-34 – сортувальні, для накопичення поїздів свого формування на О	65-77	980-1160
13.			№35-44 – сортувальна, для накопичення поїздів свого формування на М	64-77	970-1163
14.			№45-51 – сортувальні, для накопичення поїздів свого формування на Т	69-85	1035-1289
15.			№52-55 – сортувальні, для накопичення вагонів в небезпечними вантажами, колії для ремонту вагонів	83-87	1246-1310
16.	Інші колії	13	№11, 22, 23 – локомотивний тупик	5	75
17.			№ 12-14 – насувні колії	20-23	300-350
18.			№15, 19, 20, 21 – ходова	58	850
19.			№16-18 – витяжна	28-34	425-520

2.1. Технічне оснащення станції

У парному напрямку до станції Б прилягають такі прилеглі перегони:

- Н–Б – двоколіійний з однобічним автоматичним блокуванням (АБ);
- О–Б – двоколіійний з двобічним автоматичним блокуванням (АБ).

У непарному напрямку перегони:

- Т–Б – двоколіійний з двобічним автоматичним блокуванням (АБ);
- М–Б – двоколіійний з однобічним автоматичним блокуванням (АБ).

Основний вид тяги на всіх прилеглих перегонах – електровозна.

У парку приймання (ПП) є 10 приймальних колій: колії №1-5 призначені для приймання поїздів у розформування з напрямків Н та О, колії 6-10 – приймальні для поїздів у розформування з напрямків М і Т. Окрім того, в парній горловині парку є локомотивний тупик, призначений для перестановки поїзних локомотивів та заїзду маневрових. В непарній горловині запроектовано три колії насуву (колії № 12, 13, 14), а також примикають дві ходові колії: колія №15 – для перестановки локомотивів у локомотивне депо, колія № 19 - для руху локомотивів між парками станції. Корисна довжина колій парку коливається у діапазоні 850–1196 м.

У парку відправлення (ПВ) є 9 відправних колій: колії №1-5 призначені для відправлення поїздів свого формування на М і Т, колії №6-9 – призначені для

відправлення поїздів свого формування на Н та О. В парній горловині парку В примикають колії формування № 16, 17, 18; в непарній - запроектовано два локомотивних тупика. Корисна довжина колій парку коливається в межах 850–1060 м.

Транзитний парк ТР–1 має 5 приймально–відправні колії: колії №1-3 призначені для транзитних вантажних поїздів непарного напрямку із Н та О, колії №4-5 - для транзитних вантажних поїздів непарного напрямку із Н та О, кутових транзитних вантажних поїздів. Корисна довжина колій парку коливається у діапазоні 980-1236 м.

Транзитний парк ТР–2 має 5 приймально–відправних колій: призначених для приймання транзитних вантажних поїздів з парного напрямку; на колії №1-2 приймаються/відправляються транзитні вантажні поїзда парного напрямку з М і Т, в тому числі кутові; на колії №3-5 приймаються/відправляються транзитні вантажні поїзда парного напрямку з М і Т з подальшим відправлення на напрямку Н та О. Корисна довжина колій парку коливається в межах 930-1285 м.

У сортувальному парку С є 32 сортувальних колій. Окрім того, також передбачені з'єднувальні, ходові колії та колії для проведення маневрів. Корисна довжина колій парку С знаходиться в межах 970–1310 м.

Сортувальна гірка – автоматизована, обладнана пристроями гіркової автоматичної централізації (ГАЦ) з гірковим мікропроцесорним програмно–задавальним пристроєм (ГПЗП–МП). Колії сортувального парку об'єднані в 5 пучків: 3 середніх пучка по 8 колій, у верхньому – 6 колій, у нижньому – 4.

Сортувальна гірка має три гальмові позиції, із них: перша на спускній частині після горба гірки, друга– перед розділовою стрілкою, третя – на коліях сортувального парку. На першій та другій гальмівних позиціях (ГП1 та ГП2) розташовано два вагонних сповільнювача з пневмо-гідравлічним приводом ВЗПГ – 5, а на парковій гальмовій позиції (ПГП) – натискні уповільнювачі типу 2РНЗ–2М.

Сортувальна гірка обладнана автоматизованими гірковими гучномовними пристроями для інформації працівників гірки, приймального та сортувального парків

про початок насуву составів на гірку. Під час розпуску составів працівники гірки при розчепленні автозчепів вагонів застосовують вилку для розчеплення, при гальмуванні вагонів – вилку для укладання гальмових башмаків.

Сигнали парків станції, а також стрілочні переводи, обладнані пристроями електричної централізації (ЕЦ) стрілок та сигналів релейного типу з центральними залежностями.

Для організації приймання та відправлення поїздів та забезпечення диспетчерського керівництва маневровою роботою станція обладнана засобами зв'язку.

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

На станції є такі пристрої вагонного господарства:

пункт технічного огляду вагонів (ПТО) – для огляду і поточного безвідчипного ремонту вагонів;

вагонне депо (ВЧД), яке розташоване над приймальним парком ПП (в депо виконується деповський ремонт вагонів);

автоконтрольний пункт – для ремонту повітророзподільника;

пристрої централізованого огородження составів в парках приймання та відправлення;

пристрої централізованого випробування автогальм в транзитних парках та парку В.

Автоконтрольний пункт має компресорну установку, повітропровідну мережу і повітророзбірні колонки для зарядки гальмової мережі і випробування автогальм в поїздах, які знаходяться у вихідній горловині парку відправлення.

Для пересилання перевізних документів між станційним технологічним центром з обробки поїзної інформації та перевізних документів (СТЦ) парків ПП, ПВ і приміщенням чергового по парку (ДСПП) парку ПВ використовується пневмопошта.

2.2. Характеристика експлуатаційної роботи станції

На сортувальну станцію Б поступають транзитні поїздопотоки без та з переробкою зі сторони напрямків М, Т, Н та О.

Для приймання поїздів, які надходять у розформування, виконання технічного та комерційного огляду вагонів перед розпуском з сортувальної гірки призначені колії парку приймання П. З підходів Н та О поїзда у розформування приймаються на колії №1-5, поїзда у розформування з підходів М і Т прибувають на колії №6-10.

Згідно зі схемою станції парк приймання розташований з боку напрямків М і Т, відповідно до більшого вагонопотоку. Поїзні локомотиви з-під поїздів з всіх напрямків після закріплення составу, відчіпляються та прямують по ходовій колії №15 у локомотивне господарство. З напрямків О та Н поїзди у розформування пропускаються головною колією в обхід сортувального та відправного парків та прибувають на колії №1-5 парку приймання.

Після закінчення технічного та комерційного огляду вагонів, гірковий локомотив з локомотивного тупика здійснює заїзд на відповідну колію парку приймання та причеплення до составу, а після прибирання гальмових башмаків – насув составу на сортувальну гірку та його розпуск.

Колії парку відправлення В призначені для перестановки составів свого формування, виконання технічного і комерційного огляду вагонів і відправлення поїздів. Згідно схеми станції парку на всі колії відправного парку забезпечується можливість виставки составів з усіх колій сортувального і подальшого відправлення поїздів на всі напрямки.

По закінченню формування, состави маневровим локомотивом переставляються на вільну колію парку В. На коліях парку виконується технічне

обслуговування та комерційний огляд вагонів, а при необхідності безвідчипний ремонт й усунення комерційних несправностей. При відправленні поїздів на напрямки Н та О, поїзні локомотиви подаються через локомотивний тупик № 22 на колію, де знаходиться сформований згідно вимог ПТЕ состав. При відправленні поїздів на напрямки М та Т, поїзні локомотиви подаються з локомотивного господарства через ходову колію № 21 на колію відправлення.

Після виконання необхідних операцій поїзда свого формування відправляються:

на підходи О, Н по коліях №II, IV;

на підходи Т, М по коліях №III, I.

Колії сортувального парку призначені для сортування вагонів, накопичення та формування составів згідно плану формування поїздів. Колії верхньої частини парку призначені для накопичення составів на М, Т і далі, а нижньої - на Н, О і далі для зменшення перетинань маневрових маршрутів. Після накопичення на одній з колій сортувального парку достатньої кількості вагонів за командою маневрового диспетчера (ДСЦ) складацька бригада та маневровий локомотив виконують операції із закінчення формування з використанням однієї з витяжних колій і вільних кінців сортувальних колій.

Приймально-відправний парк ТР-1 призначений для прийому/відправлення непарних транзитних вантажних поїздів з з/без зміни локомотивів та/або локомотивних бригад. Прямі вантажні транзитні поїзди, які прямують з О, Н на М та Т приймаються на колії №1-3, кутові – з О на Н і з Н на О приймаються на колії №4-5 з подальшим відправленням по коліям №II, IV. Прибирання поїзних локомотивів в локомотивне депо з-під кутових поїздів здійснюється через ходову колію №21, подача поїзних локомотивів відбувається через локомотивний тупик № 22.

З транзитними поїздами виконуються такі операції: закріплення состава, відчеплення поїзного локомотива (за необхідності), огородження, виконання технічного та комерційного огляду й усунення виявлених несправностей, зняття

огороження, подача поїзного локомотива, випробування гальм, зняття закріплення, вручення документів машиністу та відправлення поїзда.

Приймально – відправний парк ТР–2 призначений для приймання парних вантажних транзитних поїздів. На колії № 1-2 прибувають кутові транзитні поїзда за напрямків М і Т з подальшим відправлення на Т і М, відповідно. Прямі транзитні поїзди з підходів М і Т приймаються на колії №3-5 з подальшим відправлення по головним коліям на напрямки Н та О.

За необхідності зміни локомотива маневрові пересування виконують через локомотивний тупик №22 з подальшим прибиранням в локомотивне депо по ходових коліях №20 та 21. подача локомотива під состав здійснюється зворотним маршрутом.

2.3. Характеристика маневрової роботи, яка виконується в основних районах

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

На станції маневрову роботу виконують 4 тепловоза серії ЧМЕ – 3:

два локомотива в парку приймання П виконують насув составів на гірку або за вказівкою ДСЦ або чергового по гірці (ДСПГ) роботу з формування, закінчення формування, маневри з вагонами, які потребують особливих заходів застереження, та інші розпорядження ДСПГ;

два локомотива в хвостовій частині сортувального парку здійснюють роботу по закінченню формування готових до відправлення составів згідно вимог ПТЕ з подальшою перестановкою в парк відправлення.

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

В основних районах парків станції виконується така маневрова робота:

парна горловина пару прийому – заїзд маневрових локомотивів під состав;

непарна горловина парку прийому (передгіркова) – насув составів на сортувальну гірку, прибирання поїзних локомотивів у локомотивне депо або в інші райони станції;

хвостова частина сортувального парку – формування составів на витяжних коліях та вільних сортувальних коліях згідно вимог ПТЕ;

парні горловині парків відправлення та транзитних – перестановка сформованих составів з колій сортувального парку, подача/прибирання поїзних локомотивів під транзитні вантажні поїзда, в тому числі кутові;

непарні горловини парків відправлення та транзитних – прибирання маневрових локомотивів з-під сформованих составів, а також подача поїзних локомотивів за необхідності їх зміни.

2.4. Планування роботи станції

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

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

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

загальну кількість поїздів, які повинні бути відправлені зі станції на кожний напрямок із зазначенням кількості поїздів свого формування, в тому числі

поїздів підвищеної ваги, довжини і з'єднаних;

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

розміри навантаження, вивантаження вантажів;

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

Вихідними даними для складання добового плану вантажної роботи є:

місячний план навантаження;

заявки вантажовідправників на навантаження;

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

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

спеціальні завдання ДН.

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

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

План роботи станції на зміну містить:

кількість поїздів, що мають прийматися з кожного напрямку, з розподілом на

транзитні та такі, що прибувають у розформування;

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

завдань по навантаженню і вивантаженню;

спеціальні завдання ДН.

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

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

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

У процесі поточного планування зазначені працівники:

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

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

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

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

Поточне планування проводиться з метою:

складання плану приймання поїздів при дотриманні плану оптимального підведення на станцію транзитних поїздів і поїздів у розформування;

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

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

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

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

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

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

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

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

технічні норми часу на виконання операцій з поїздами і вагонами.

3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ Б

3.1. Вихідні дані для визначення обсягів роботи станції

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

Таблиця 3.1 - Пасажирський поїздопотік станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього
Т	–	0	2/2	3/2	9
М	0	–	2/2	4/1	9
Н	3/1	2/2	–	0	8
О	3/2	2/2	0	–	9
Всього	10	7	7	11	35

Примітка: в чисельнику вказані пасажирські поїзди, в знаменнику - приміські

Станція обслуговує транзитні поїзди без зміни локомотива та зі зміною локомотива, а також виконує розформування та формує вантажні поїзди згідно з планом формування поїздів. Транзитний вагонопотік без переробки та з переробкою наведено у табл. 3.2 та 3.3, відповідно, згідно з додатком А табл. А2-А.3.

Таблиця 3.2 - Транзитний вагонопотік без переробки станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього
Т	-	280	530	300	1110
М	190	-	375	240	805
Н	630	320	-	130	1080
О	340	150	144	-	634
Всього	1160	750	1049	670	3629

Згідно Додатку А на станції відбувається зміна локомотивів для поїздів, які прямують з/на напрямом Т, а також для кутових поїздів.

Таблиця 3.3 - Транзитний вагонопотік з переробкою станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього
Т	-	160	500	240	900
М	155	-	650	210	1015
Н	230	320	-	160	710
О	135	360	105	-	600
Всього	520	840	1255	610	3225

3.2. Визначення маси поїзда

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

Розрахунок маси вантажного поїзда виконується виходячи з умов забезпечення беззупинного руху по розрахунковому підйому з рівномірною швидкістю за формулою [34]:

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

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

P – розрахункова маса локомотива, m ;

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

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

i_p – крутизна розрахункового керівного підйому, $\%$.

Основний питомий опір руху локомотива ω_0' в режимі тяги під струмом залежить від швидкості руху і конструкції колії. Основний питомий опір руху для електровозів при русі по ланковій колії визначається за формулою:

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

Основний питомий опір руху вантажних вагонів ω_0 у составів поїзда також залежить від конструкції колії і при середній масі поїзда, що приходиться на одну вісь колісної пари $q_0 > 6t$, визначається за формулою:

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

Розрахунок маси поїзда для ділянок – Т-Б та М-Б за формулами (3.1) – (3.3). Для електровоза ВЛ–60 згідно з [34]: $V_p = 43,5 \text{ км/год}$, $F_{кр}=36800 \text{ Н}$, $P=138 \text{ т}$, $i_p = 6,3 \text{ ‰}$ згідно з додатком А.5:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01 \cdot 43,5 + 0,0003 \cdot (43,5)^2 = 2,9 \text{ Н/кН};$$

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,5 + 0,0025 \cdot (43,5)^2}{22,125} = 1,25 \text{ Н/кН};$$

$$Q = \frac{36800 - 138(2,9 + 6,3)}{1,25 + 6,3} = 4706 \text{ Н/кН};$$

Приймаємо $Q=4700 \text{ т}$.

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

Згідно з додатком А.5 $i_p = 5,8 \text{ ‰}$, тоді:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01 \cdot 43,5 + 0,0003 \cdot (43,5)^2 = 2,9 \text{ Н/кН};$$

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,5 + 0,0025 \cdot (43,5)^2}{22,125} = 1,25 \text{ Н/кН};$$

$$Q = \frac{36800 - 138(2,9 + 5,8)}{1,25 + 5,8} = 5051 \text{ Н/кН};$$

Приймаємо $Q=5050 \text{ т}$.

В якості уніфікованої маси поїзда приймаємо мінімальну величину $Q=\min\{4700;5050\}=4700 \text{ т}$.

3.3. Визначення кількості вагонів у складі поїзда

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

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

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

Згідно з додатком А $q_{\text{бр}}= 80,2 \text{ т}$ згідно з додатком А.5, тоді:

$$m_{\text{вант}} = \frac{4700}{80,2} = 58,6 \text{ вагонів.}$$

Приймаємо $m_{\text{вант}} = 58 \text{ вагонів}$.

Окрім того, довжина поїзда не має перевищувати корисну довжину приймально-відправних колій технічних станцій, де виконуються операції з вантажними поїздами. Згідно вихідних даних, найменша корисна довжина колій на станції Б дорівнює 850 м , тобто довжина поїзда не повинна перевищувати 850 м з урахуванням відстані на неточність установки поїзда.

Довжину поїзда визначимо за формулою:

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

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

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

$l_{\text{в}}$ – довжина вагона, м .

Згідно з [34] для електровоза ВЛ–60: $l_{\text{л}} = 20,8 \text{ м}$, згідно з додатком А.5 $l_{\text{в}} = 15 \text{ м}$.

Визначимо довжину поїзда:

$$l_n = 58 \cdot 15 + 20,8 + 10 = 900,8 \text{ м.}$$

Оскільки поточна довжина состава перевищує встановлену корисну довжину приймально-відправних колій, то робимо висновок про необхідність зменшення кількості вагонів в складі для забезпечення безпеки руху по коліям технічних станцій.

Таким чином, кількість вагонів у складі поїзда за умови неперевикнення корисної довжини колій будемо визначати так:

$$m_L = \frac{L_{\text{кор}} - l_{\text{лок}} - 10}{l_{\text{ваг}}} \quad (3.6)$$

$$m_L = \frac{850 - 20,8 - 10}{15} = 54,6 \text{ вагонів.}$$

Приймаємо $m_L = 54$ вагонів.

Остаточо приймаємо $m = \min\{58; 54\} = 54$ вагонів.

3.4. Визначення транзитних та у розформування поїздопотоків станції

Кількість поїздів визначаємо за формулою:

$$N = \frac{n}{m}, \quad (3.7)$$

де n – середньодобовий вагонопотік між пунктами;

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

Виконаємо розрахунок транзитного поїздопотоку станції Б. Результати розрахунку кількості транзитних поїздів без переробки наведені в табл. 3.4., поїздів у розформування – у табл. 3.5, відповідно.

На підставі проведених розрахунків таблиць 3.4 та 3.5, а також використовуючи вихідні дані, що наведені у додатку А.1, визначаємо сумарний

поїздопотік на станції Б, який наведений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.4 - Визначення транзитного поїздопотіку без переробки станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього
Т	-	6	10	6	22
М	4	-	7	5	16
Н	12	6	-	3	21
О	7	3	3	-	13
Всього	23	15	20	14	72

Таблиця 3.5 - Визначення транзитного поїздопотіку у розформування станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього
Т	-	3	10	5	18
М	3	-	13	4	20
Н	5	6	-	3	14
О	3	7	2	-	12
Всього	11	16	25	12	64

Таблиця 3.6 - Загальний поїздопотік станції Б

З \ На	Т	М	Н	О	Всього	в т.ч. збірні
Т	-	9/0	20/4	11/5	40/9	1
М	7/0	-	20/4	9/5	36/9	1
Н	17/4	12/4	-	6/0	35/8	1
О	10/5	10/4	5/0	-	25/9	1
Всього	34/9	31/8	45/8	26/10	136/25	
в т.ч. збірні	1	1	1	1		4

Примітка: у чисельнику – кількість вантажних поїздів, а у знаменнику – наведено кількість пасажирських поїздів.

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

3.5. Визначення потрібної пропускної спроможності підходів

Потрібна пропускна спроможність підходів, які примикають до станції визначається за формулою [35]:

$$N_{\Pi} = \alpha(N_{\text{в}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)), \quad (3.8)$$

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

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

α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності;

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

Приймаємо згідно з [35] $\alpha = 1,15$, $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,3$, $\varepsilon_{\text{зб}} = 1,5$.

Визначаємо потрібну пропускну спроможність на ділянках:

$$N_{\Pi}^{\text{T-Б}} = 1,15 \cdot (40 + 10 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 62 \text{ пари поїздів};$$

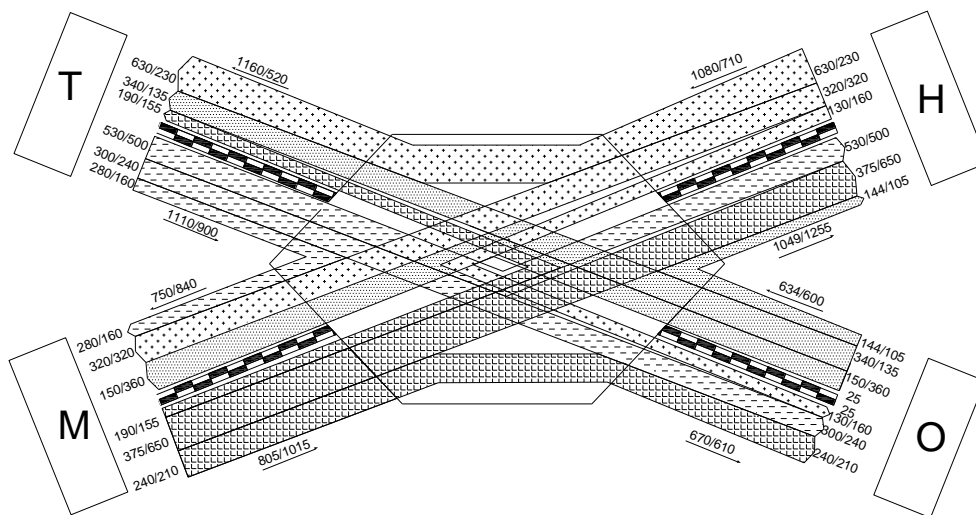
$$N_{\Pi}^{\text{М-Б}} = 1,15 \cdot (36 + 9 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 56 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{\Pi}^{\text{Н-Б}} = 1,15 \cdot (45 + 8 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 65 \text{ пари поїздів};$$





$$N_{\Pi}^{\text{О-Б}} = 1,15 \cdot (26 + 11 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 47 \text{ пари поїздів}.$$

Виходячи з отриманих даних, ділянки Т-Б, М-Б та Н-Б мають бути двоколійними з автоблокуванням, напрямок О-Б – одноколіїний з двоколійними вставками. Наразі всі підходи, які примикають до станції є двоколійними, тобто технічне оснащення ліній відповідає їх завантаженню.

Визначені обсяги роботи відображені на діаграмі вагоно- та поїздопотоків на рис. 3.1 та 3.2, відповідно.

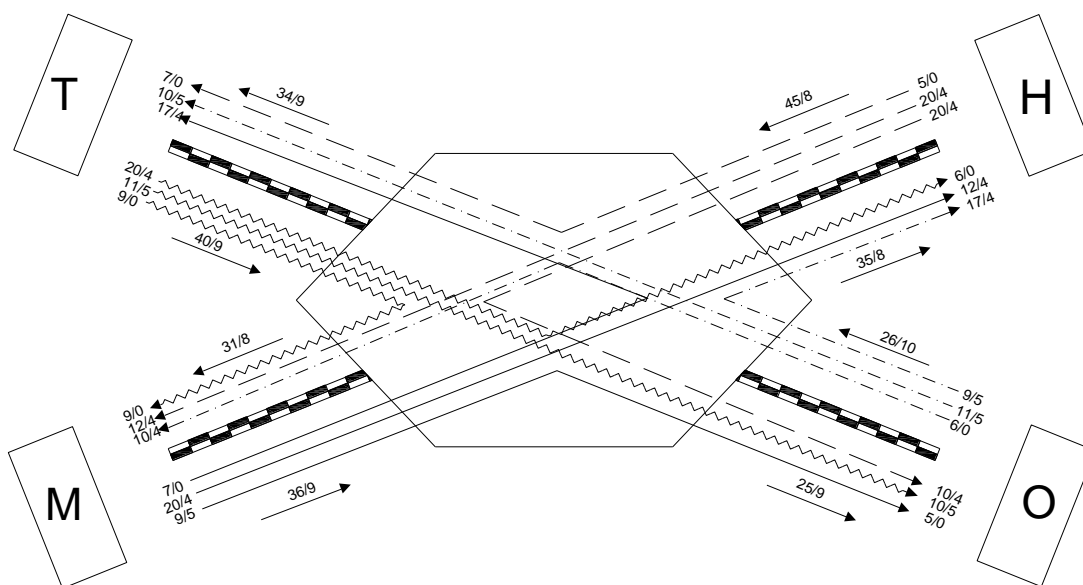


Умовні позначення:

-  Транзитний вагонопотік з М
  Транзитний вагонопотік з О
 Транзитний вагонопотік з Т
  Транзитний вагонопотік з Н

Примітка: у чисельнику - вагони без переробки, у знаменнику - з переробкою

Рисунок 3.1 – Діаграма вагонопотоків сортувальної станції Б



Умовні позначення:

-  Транзитний поїздопотік з М
  Транзитний поїздопотік з Т
 Транзитний поїздопотік з О
  Транзитний поїздопотік з Н

Примітка: у чисельнику - вантажні поїзди, у знаменнику - з пасажирські поїзди

Рисунок 3.2 – Діаграма поїздопотоків сортувальної станції Б

4. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПАРКУ ПРИЙОМУ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ БРИГАД ПТО

Показники роботи станції та її функціонування в цілому залежать від її технічного оснащення, а також від способу використання цих засобів. Так, наприклад, тривалість простою поїздів на станції залежить в тому числі від кількості бригад ПТО та/або кількості груп в бригадах ПТО, тривалість непродуктивного простою составів в очікуванні поїзних локомотивів та/або локомотивних бригад залежить від достатньої кількості тягового рухомого складу та машиністів з їх помічниками. Проте важливим є не тільки їх кількість технічних засобів тощо, але і їх раціональне використання.

Основними складовими тривалості знаходження поїзда в підсистемі розформування є тривалість операцій технічного та комерційного оглядів, а також очікування виконання цих операцій. Факт очікування та тривалість простою поїзда є випадковою величиною, яка залежить від інтенсивності прибуття поїздів на станцію, а також від наявної кількості працівників бригад ПТО.

Відомо, що робота залізниць підпорядкована плану формування поїздів та графіку їх руху, розробленого на основі першого документу. Проте, незважаючи на цей порядок, рух вантажних поїздів є випадковим процесом, підпорядкованим певному закону розподілу. Тому надалі в дипломній роботі інтервали між поїздами будемо вважати випадковою величиною неперервного типу, розподіленою за законом Ерланга (див. Додаток А.2).

Згідно вихідних даних, інтенсивність прибуття транзитних вантажних поїздів у розформування протягом доби неоднакова. Так, через більшу кількість пасажирських та приміських поїздів протягом робочого дня, параметри розподілу випадкової величини інтервалів між поїздами розподілені за двома періодами: з 08-00 до 20-00 (менша інтенсивність) та з 20-00 до 08-00 (більша інтенсивність). Відповідно до завдання (Додаток А.2) параметри випадкової величини складають:

- з 08-00 до 20-00: математичне очікування – $M[I]=37$ хв, параметр Ерланга – $k=2$;
- з 20-00 до 08-00: математичне очікування – $M[I]=19$ хв, параметр Ерланга – $k=1$.

Оскільки в денну зміну прибуває більше поїздів, ніж в нічну, то в парку прийому сортувальної станції працює така кількість бригад:

- з 08-00 до 20-00 працює 1 бригада;
- з 20-00 до 08-00 працює 2 бригади.

Тривалість технічного огляду составів встановлюється нормативними документами, що розробляються та затверджуються на станції. Проте в залежності від стану вагонів составів тривалість їх огляду може бути різною, тобто час обслуговування поїздів в парках станції також є випадковою величиною неперервного типу, але не менше встановленого часу. Відповідно до завдання (додаток А), параметри випадкової величини тривалості технічного огляду составів, розподіленої за показниковим законом складає:

- математичне очікування – $M[T_{\text{обсл}}]=33,3$ хв;
- мінімальний час обслуговування одного состава $T_{\text{обсл}}^{\text{min}} = 28$ хв.

4.1. Моделювання інтервалів між поїздами та тривалості їх технічного обслуговування

Як було зазначено раніше, інтервал між поїздами є випадковою величиною неперервного типу, розподіленою за законом Ерланга. Тоді моделювання значення такої випадкової величини відбувається за допомогою наступного виразу [36]:

$$I_i = -\frac{M[I]}{k} \ln \prod_{j=1}^k R_j \quad (4.1)$$

де $M[I]$ – математичне сподівання випадкової величини інтервалів між поїздами;
 k – параметр Ерланга;

R_j – випадкові числа, що рівномірно розподілені в інтервалі $[0; 1]$;

$\prod_{j=1}^k R_j$ – добуток k випадкових чисел R_j .

Оскільки до сортувальної станції примикає по дві лінії з парного та непарного напрямків, то на станцію може одночасно прибути два поїзда у парк приймання, тому не встановлюється мінімальний інтервал між поїздами $I_{min} = 0$. Відповідно до вихідних даних, формула для визначення інтервалів в різні періоди доби будуть мати наступний вигляд:

- з 08-00 до 20-00: $I_i = -\frac{37}{2} \ln(R_1 \cdot R_2) = -18,5 \cdot \ln(R_1 \cdot R_2)$ хв; (4.2)

- з 20-00 до 08-00: $I_i = -19 \cdot \ln R_1$ хв. (4.3)

Для того, щоб вчасно змінити формулу розрахунку, необхідно визначити накопичений момент прибуття поїздів T_i (час прибуття протягом доби), хв:

$$T_i = T_{i-1} + I_i. \quad (4.4)$$

Процедура вибору формули розрахунку випадкової величини інтервала між прибуттям вантажних поїздів в парк прийому наведений на рис. 4.1.

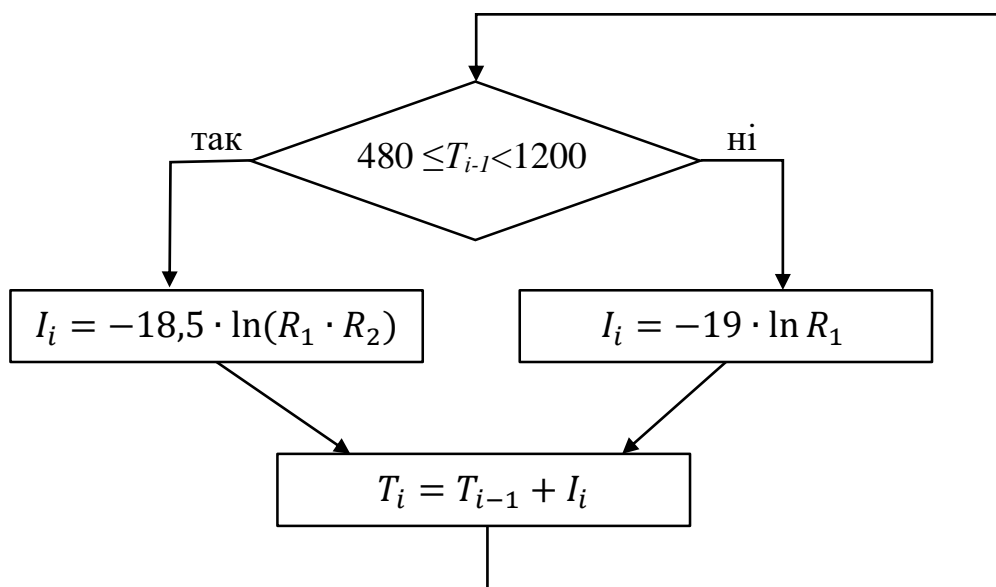


Рисунок 4.1 Процедура вибору формули розрахунку інтервалу між поїздами

Наступний етап після визначення часу прибуття поїздів – розрахунок тривалості технічного обслуговування бригадою ПТО. Відомо, що витрати часу на огляд состава у технічному плані є випадковою величиною, яка має обмеження знизу ($T_i^{TO} \geq T_{min}^{TO}$) та розподілена за показниковим законом, тому моделювання такої величини виконується за такою формулою [36]:

$$T_i^{TO} = (T_{min}^{TO} - M[t]) \cdot \ln R_i + T_{min}^{TO}. \quad (4.5)$$

Оскільки час огляду составів не залежить від періоду доби їх прибуття, то формула для розрахунку, враховуючи параметри випадкової величини (Додаток А.2) набуде такого вигляду:

$$T_i^{TO} = (28 - 33,3) \cdot \ln R_i + 28 = -5,3 \cdot \ln R_i + 28. \quad (4.6)$$

Для прикладу наведемо розрахунок інтервалу прибуття та тривалості технічного обслуговування для першого вантажного поїзда, що прибув у розформування в парк прийому сортувальної станції Б.

Оскільки моделювання починається з 0 год 00 хв, то інтервал між поїздами визначається за допомогою формулі (4.2) і для цього моделюємо випадкові числа, значення яких складають $R_1=0,616$ та $R_2=0,212$, тоді

$$I_1 = -18,5 \cdot \ln(0,616 \cdot 0,212) = 9 \text{ хв.}$$

Тривалість технічного огляду при випадковому числі $R_3=0,656$ моделюємо за формулою (4.5):

$$T_1^{TO} = -5,3 \cdot \ln 0,656 + 28 = 30 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків інтервалів між вантажними поїздами, які прибувають у розформування на сортувальну станцію протягом доби, а також тривалість їх огляду працівниками бригади ПТО наведені у табл. 4.1.

Як видно з табл. 4.1, починаючи з поїзда №1 до поїзда з порядковим номером 32 розрахунок інтервалів між поїздами виконувався за формулою (4.2) ($T_{32}^{TO} = 490 > 480$ хв); для поїздів №№ 32-52 ($T_{53}^{TO} = 1218 > 1200$ хв) визначення інтервалів відбувалось за формулою (4.3); для решти поїздів (№№ 53-54) інтервали визначались також за формулою (4.2).

Окрім того, в денний період доби (08:00-20:00) в парк прийому прибуло 20 поїздів, в нічний (20:00-08:00) – 44 поїзда, що відображає нерівномірність прибуття поїздів на сортувальну станцію.

4.2. Моделювання обслуговування поїздів бригадами ПТО

Сортувальна станція Б має значний обсяг роботи, пов'язаний з переробкою транзитних вантажних поїздів, що прибувають з чотирьох підходів в парк прийому. При цьому, згідно вихідних даних, поїздопотік характеризується значною нерівномірністю надходження поїздів протягом денного (08:00-20:00) та нічного (20:00-08:00) періодів. Відповідно до такого розподілу кількості поїздів у розформування в парку прийому працює 1 бригада ПТО в денну зміну та 2 бригади в нічну (Додаток А.2). Позначимо такий графік роботи бригад, як «режим 1_2».

Для опису технології обслуговування составів вантажних поїздів бригадами ПТО в парку приймання сортувальної станції введемо наступні позначення:

T_i^S – початок обслуговування i -го состава бригадою ПТО;

T_i^F – закінчення обслуговування i -го состава бригадою ПТО;

$T_i^{\text{прост}}$ – простій i -го состава в очікуванні обслуговування бригадою ПТО;

B_j^S – початок обслуговування состава j -ою бригадою ПТО;

B_j^F – закінчення обслуговування состава j -ою бригадою ПТО;

$B_{\text{попер},j}^F$ – закінчення обслуговування j -ою бригадою ПТО попереднього состава;

$B_j^{\text{прост}}$ – простій j -ої бригади ПТО в очікуванні прибуття поїзда на станцію.

Таблиця 4.1 - Розрахунок інтервалів між поїздами та тривалості їх технічного обслуговування

№ з/п	R_1	R_2	$I, хв$	$T, хв$	R_3	$T^{TO}, хв$
1	0,616	0,212	9	9	0,656	30
2	0,390	0,929	18	27	0,392	33
3	0,339	0,935	21	48	0,480	32
4	0,405	0,592	18	66	0,902	29
5	0,990	0,542	0	66	0,243	35
6	0,857	0,731	3	69	0,683	30
7	0,803	0,257	4	73	0,308	34
8	0,572	0,696	11	84	0,539	31
9	0,953	0,539	1	85	0,407	33
10	0,371	0,987	19	104	0,411	33
11	0,112	0,635	42	146	0,313	34
12	0,664	0,801	8	154	0,763	29
13	0,935	0,021	1	155	0,439	32
14	0,494	0,939	14	169	0,784	29
15	0,261	0,180	26	195	0,508	32
16	0,732	0,112	6	201	0,737	30
17	0,033	0,611	66	267	0,051	44
18	0,276	0,040	25	292	0,100	40
19	0,643	0,977	9	301	0,745	30
20	0,761	0,294	5	306	0,001	63
21	0,799	0,314	4	310	0,024	48
22	0,139	0,568	38	348	0,634	30
23	0,829	0,899	4	352	0,700	30
24	0,493	0,573	14	366	0,981	28
25	0,748	0,108	6	372	0,764	29
26	0,050	0,064	58	430	0,210	36
27	0,720	0,830	6	436	0,462	32
28	0,660	0,215	8	444	0,298	34
29	0,315	0,607	22	466	0,976	28
30	0,961	0,484	1	467	0,703	30
31	0,649	0,464	8	475	0,842	29
32	0,450	0,063	15	490	0,836	29
33	0,226	0,029	93	583	0,441	32

34	0,897	0,832	5	588	0,997	28
35	0,921	0,968	2	590	0,874	29
36	0,244	0,095	70	660	0,181	37
37	0,583	0,948	11	671	0,472	32
38	0,742	0,633	14	685	0,470	32
39	0,820	0,729	10	695	0,594	31
40	0,746	0,916	7	702	0,482	32
41	0,685	0,723	13	715	0,654	30
42	0,242	0,164	60	775	0,863	29
43	0,068	0,644	58	833	0,781	29
44	0,184	0,565	42	875	0,148	38
45	0,564	0,061	62	937	0,698	30
46	0,058	0,307	74	1011	0,507	32
47	0,529	0,081	58	1069	0,983	28
48	0,776	0,723	11	1080	0,533	31
49	0,876	0,756	8	1088	0,386	33
50	0,621	0,439	24	1112	0,409	33
51	0,682	0,683	14	1126	0,568	31
52	0,014	0,069	83	1209	0,277	35
53	0,628	0,286	9	1218	0,101	40
54	0,331	0,831	21	1239	0,268	35
55	0,899	0,419	2	1241	0,845	29
56	0,246	0,249	27	1268	0,691	30
57	0,684	0,887	7	1275	0,875	29
58	0,048	0,999	59	1334	0,062	43
59	0,915	0,410	2	1336	0,708	30
60	0,619	0,286	9	1345	0,522	31
61	0,711	0,562	7	1352	0,824	29
62	0,318	0,267	22	1374	0,479	32
63	0,115	0,770	42	1416	0,708	30
64	0,260	0,129	26	1442	0,250	35

Технологія обслуговування поїздів в денний час доби підпорядкована правилу FI-FO (перший прийшов – перший вийшов) та наведена на рис. 4.2.

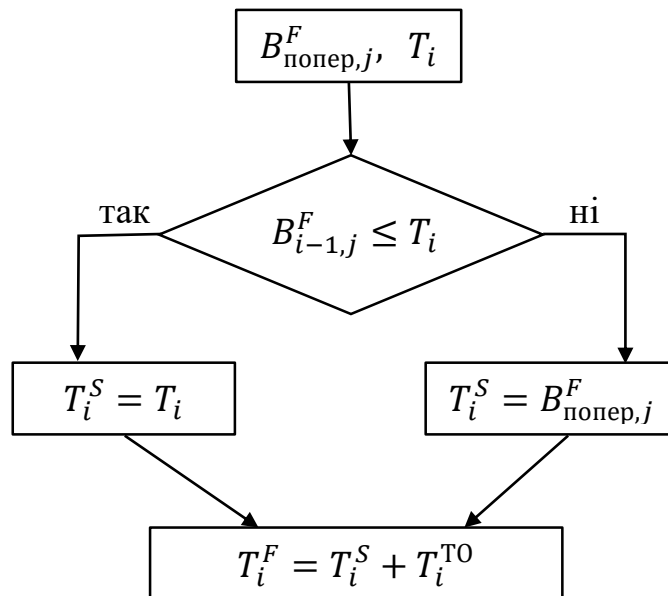


Рисунок 4.2 Технологія обслуговування поїздів в денний час доби при одній бригаді ПТО

Як видно на рис. 4.2 порядок огляду зводиться до одного з двох варіантів:

1. по прибуттю поїзда бригада ПТО вільна то одразу починає огляд вагонів у технічному відношенні. У такому випадку час закінчення огляду попереднього составу не перевищує час прибуття поточного поїзда ($B_{попер,j}^F \leq T_i$) і момент початку обслуговування визначається як

$$T_i^S = T_i. \quad (4.7)$$

При цьому момент закінчення обслуговування i -го составу бригадою ПТО визначається так

$$T_i^F = T_i^S + T_i^{TO}. \quad (4.8)$$

В такому випадку буде мати місце простій бригади ПТО в очікуванні прибуття транзитного поїзда у розформування на станцію, який буде визначатись як

$$B_{ij}^{\text{прост}} = B_{\text{попер},j}^F - T_i. \quad (4.9)$$

2. по прибуттю поїзда у парк прийому бригада зайнята, тобто час завершення обслуговування попереднього состава, більше, ніж час прибуття поточного поїзда ($B_{\text{попер},j}^F > T_i$) і момент початку обслуговування визначається як

$$T_i^S = B_{\text{попер},j}^F. \quad (4.10)$$

Момент закінчення обслуговування i -го состава бригадою ПТО визначається за формулою (4.8).

В такому випадку буде мати місце непродуктивний простій состава в очікуванні бригади ПТО, який буде визначатись як

$$T_i^{\text{прост}} = B_{\text{попер},j}^F - T_i. \quad (4.11)$$

Порядок обслуговування составів у нічну зміну з більшою кількістю бригад, в тому числі зводиться до рівномірного завантаження обох бригад. Тому після прибуття поїзда в першу чергу обирається номер бригади, яка буде його обслуговувати, враховуючи, яка з бригад раніше завершає огляд попереднього состава (рис. 4.3).

Простій бригад та составів визначаються аналогічно наведеним вище формулам (4.8) та (4.10), відповідно.

В табл. 4.2 виконано моделювання роботи парку прийому, виконаного з урахуванням часу прибуття та тривалості обслуговування составів вантажних поїздів, яке наведено в табл. 4.1.

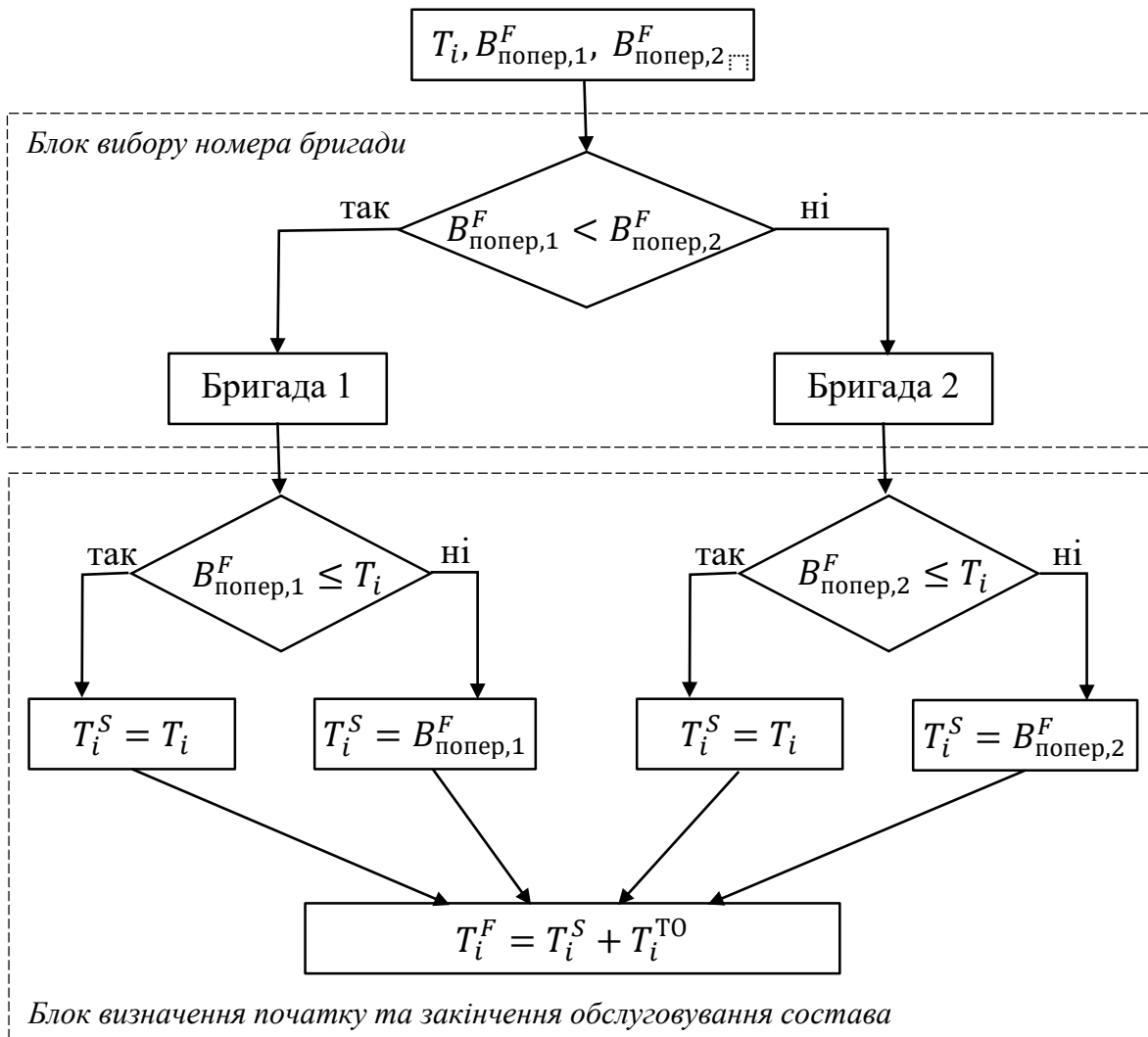


Рисунок 4.3 Порядок обслуговування поїздів при двох бригадах ПТО

Таблиця 4.2 - Моделювання роботи парку прийому сортувальної станції Б

№ з/п	$I, \text{хв}$	$T, \text{хв}$	$T^{\text{ТО}}, \text{хв}$	Номер бригади	Обслуговування состава, хв		Робота бригад, хв				Простій, хв		
					T_i^S	T_i^F	ПТО 1		ПТО 2		$T_i^{\text{прост}}$	Бригад	
							$B_{i,1}^S$	$B_{i,1}^F$	$B_{i,2}^S$	$B_{i,2}^F$		$B_{i,1}^{\text{прост}}$	$B_{i,2}^{\text{прост}}$
1	9	9	30	2	9	39	9	39	0		0	0	0
2	18	27	33	1	27	60	0	39	27	60	0	0	0
3	21	48	32	2	48	80	48	80	0	60	0	9	0
4	18	66	29	1	66	95	0	80	66	95	0	0	6
5	0	66	35	2	80	115	80	115	0	95	14	0	0
6	3	69	30	1	95	125	0	115	95	125	26	0	0
7	4	73	34	2	115	149	115	149	0	125	42	0	0
8	11	84	31	1	125	156	0	149	125	156	41	0	0
9	1	85	33	2	149	182	149	182	0	156	64	0	0
10	19	104	33	1	156	189	0	182	156	189	52	0	0
11	42	146	34	2	182	216	182	216	0	189	36	0	0
12	8	154	29	1	189	218	0	216	189	218	35	0	0
13	1	155	32	2	216	248	216	248	0	218	61	0	0
14	14	169	29	2	218	247	0	248	218	247	49	0	0
15	26	195	32	1	247	279	0	248	247	279	52	0	0
16	6	201	30	1	248	278	248	278	0	279	47	0	0

Продовження таблиці 4.2

17	66	267	44	2	278	322	278	322	0	279	11	0	0
18	25	292	40	1	292	332	0	322	292	332	0	0	13
19	9	301	30	2	322	352	322	352	0	332	21	0	0
20	5	306	63	1	332	395	0	352	332	395	26	0	0
21	4	310	48	2	352	400	352	400	0	395	42	0	0
22	38	348	30	1	395	425	0	400	395	425	47	0	0
23	4	352	30	2	400	430	400	430	0	425	48	0	0
24	14	366	28	1	425	453	0	430	425	453	59	0	0
25	6	372	29	2	430	459	430	459	0	453	58	0	0
26	58	430	36	1	453	489	0	459	453	489	23	0	0
27	6	436	32	1	459	491	459	491	0	0	23	0	0
28	8	444	34	1	491	525	491	525	0	0	47	0	0
29	22	466	28	1	525	553	525	553	0	0	59	0	0
30	1	467	30	1	553	583	553	583	0	0	86	0	0
31	8	475	29	1	583	612	583	612	0	0	108	0	0
32	15	490	29	1	612	641	612	641	0	0	122	0	0
33	93	583	32	1	641	673	641	673	0	0	58	0	0
34	5	588	28	1	673	701	673	701	0	0	85	0	0
35	2	590	29	1	701	730	701	730	0	0	111	0	0
36	70	660	37	1	730	767	730	767	0	0	70	0	0
37	11	671	32	1	767	799	767	799	0	0	96	0	0
38	14	685	32	1	799	831	799	831	0	0	114	0	0
39	10	695	31	1	831	862	831	862	0	0	136	0	0
40	7	702	32	1	862	894	862	894	0	0	160	0	0
41	13	715	30	1	894	924	894	924	0	0	179	0	0
42	60	775	29	1	924	953	924	953	0	0	149	0	0
43	58	833	29	1	953	982	953	982	0	0	120	0	0
44	42	875	38	1	982	1020	982	1020	0	0	107	0	0
45	62	937	30	1	1020	1050	1020	1050	0	0	83	0	0
46	74	1011	32	1	1050	1082	1050	1082	0	0	39	0	0
47	58	1069	28	1	1082	1110	1082	1110	0	0	13	0	0
48	11	1080	31	1	1110	1141	1110	1141	0	0	30	0	0
49	8	1088	33	1	1141	1174	1141	1174	0	0	53	0	0
50	24	1112	33	2	1174	1207	1174	1207	0	1200	62	0	0
51	14	1126	31	1	1207	1238	0	1207	1200	1231	81	0	0
52	83	1209	35	2	1209	1244	1209	1244	0	1231	0	2	0
53	9	1218	40	1	1244	1284	0	1244	1231	1271	26	0	0
54	21	1239	35	2	1244	1279	1244	1279	0	1271	5	0	0
55	2	1241	29	1	1271	1300	0	1279	1271	1300	30	0	0
56	27	1268	30	2	1279	1309	1279	1309	0	1300	11	0	0
57	7	1275	29	1	1300	1329	0	1309	1300	1329	25	0	0
58	59	1334	43	2	1334	1377	1334	1377	0	1329	0	25	0
59	2	1336	30	2	1336	1366	0	1377	1336	1366	0	0	7
60	9	1345	31	1	1366	1397	0	1377	1366	1397	21	0	0
61	7	1352	29	2	1377	1406	1377	1406	0	1397	25	0	0
62	22	1374	32	1	1397	1429	0	1406	1397	1429	23	0	0
63	42	1416	30	2	1416	1446	1416	1446	0	1429	0	10	0
64	26	1442	35	1	1442	1477	0	1446	1442	1477	0	0	13
Всього			2091								3211	46	39

Для оцінки якості роботи станції, зокрема, бригади ПТО, необхідно визначити коефіцієнт завантаження бригад ПТО:

$$\varphi = \frac{T_{\text{роб}} - \sum B^{\text{прост}}}{T_{\text{роб}} - T_{\text{перерв}}}, \text{ де} \quad (4.12)$$

де $T_{\text{роб}}$ – тривалість робочого часу протягом періоду, що розглядається ($T_{\text{роб}}=720 \text{ хв}$);

$\sum B^{\text{прост}}$ – сумарний час простою бригади в очікуванні прибуття поїзда, хв;

$T_{\text{перерв}}$ – тривалість перерв у роботі бригади протягом періоду, що розглядається ($T_{\text{перерв}}=60 \text{ хв}$ згідно Додатку А.3).

Сумарний час простою бригади в очікуванні прибуття поїзда, а також такі показники, як кількість поїздів, які обслуговує кожна бригада ПТО, середній інтервал між поїздами, середня тривалість обслуговування поїзда, простій составів та коефіцієнт завантаження бригад ПТО можна визначити на основі табл. 4.1 та 4.2. Так, в денну зміну сумарний час простою бригади в очікуванні прибуття поїзда складає 2 хв, тому коефіцієнт її завантаження визначимо як

$$\varphi = \frac{720 - 2}{720 - 60} = \frac{718}{660} = 108,8 \%$$

За поточних умов роботи станції коефіцієнт завантаження однієї бригади ПТО, яка працює в денну зміну, значно перевищує раціональний рівень (75-85 %). Вказані вище показники та решта розрахунків наведені в табл. 4.3.

Як видно з табл. 4.3 кількість поїздів, яку оглянула кожна бригада у зміну, майже однакова (20, 23, 21 поїзд); середній інтервал між поїздами у денну зміну склав 36 хв, у нічну – 16,4 хв, що незначно відрізняється від вихідних даних. На основі сумарного простою поїздів в очікуванні обслуговування та числа составів, які прибули у розформування протягом змін визначений середній простій составів в очікуванні обслуговування, що складає 87,3 хв та 33,3 хв у денну і нічну зміни відповідно.

Таблиця 4.3 - Результати моделювання роботи парку прийому

Показник	Денна зміна	Нічна зміна	
	Бригада 1	Бригада 1	Бригада 2
Кількість поїздів $N_j^{\text{ПТО}}$, поїздів	20	23	21
Середній інтервал між поїздами $I_{\text{сер}}$, хв	36,0	16,4	
Середня тривалість обслуговування поїзда $T_{\text{сер}}^{\text{ТО}}$, хв	32,7		
Сумарний простій составів в очікуванні обслуговування $\sum T_i^{\text{прост}}$, хв	1746	1465	
Середній простій составів в очікуванні обслуговування $T_{\text{сер}}^{\text{прост}}$, хв	87,3	33,3	
Сумарний простій бригад $\sum B_j^{\text{прост}}$, хв	2	44	39
Коефіцієнт завантаження бригад φ_j	108,8	102,4	103,2

На основі даних табл. 4.3 видно, що в денну зміну середня тривалість очікування огляду (87,3 хв) у 2,7 разів перевищує середню тривалість обслуговування состава бригадою ПТО (32,7 хв); окрім того коефіцієнт її завантаження з урахуванням тривалості відпочинку сягає 108,8 %. В нічну зміну середня тривалість очікування огляду (33,3 хв) майже дорівнює середній тривалості обслуговування состава бригадою ПТО (32,7 хв); коефіцієнти завантаження бригад складають 102,4 % та 103,2 %, то також вище за раціональний рівень завантаження бригад.

За результатами аналізу табл. 4.3 можна зробити висновок, що наявна кількість бригад ПТО не справляється з поточним обсягом роботи станції, тому необхідно збільшити число бригад ПТО в денну та нічну зміни до 2 і 3, відповідно («режим 2_3»). За рахунок цього можна скоротити тривалість очікування складами технічного огляду працівниками ПТО, а також зменшити завантаження бригад.

Черговість призначення бригади ПТО для обслуговування поїзда аналогічна наведеному алгоритму роботи парку при двох бригадах (рис.4.3): необхідно визначити, яка з трьох бригад закінчила роботу раніше на момент прибуття поточного поїзда та призначити її на огляд цього складу. Після цього – з'ясувати, чи вільна ця бригада на момент прибуття вантажного поїзда на станцію та визначити початок обслуговування складу та його закінчення за наведеним алгоритмом (рис. 4.4).

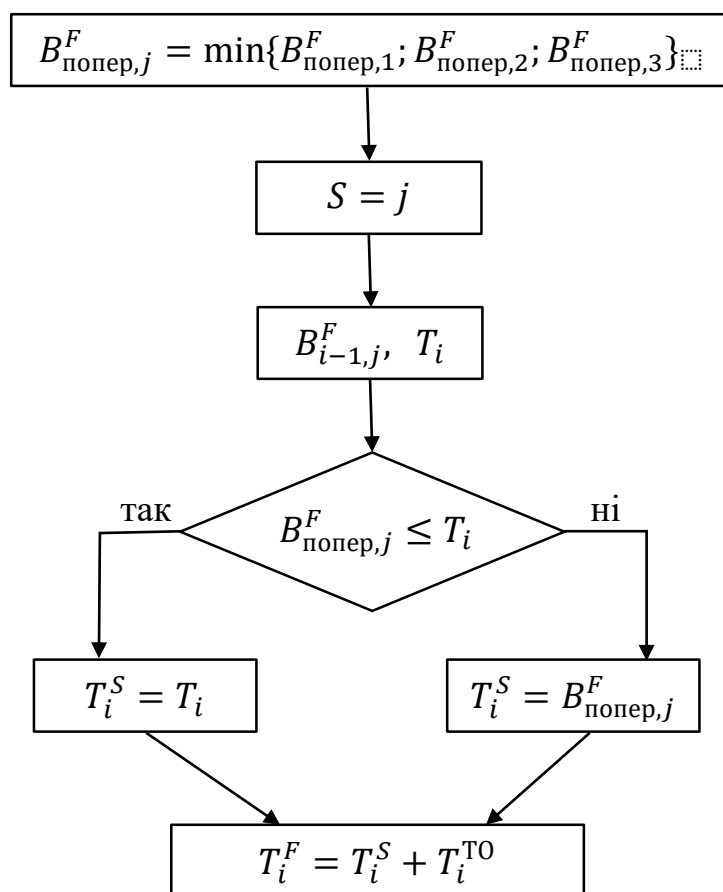


Рисунок 4.4 Технологія обслуговування поїздів при трьох бригадах ПТО

На основі виконаних розрахунків інтервалів прибуття та тривалості обслуговування поїздів у парку прийому (табл. 4.1), а також наведеної технології обслуговування составів при двох та трьох бригадах ПТО (рис.4.3 та 4.4, відповідно) в табл. 4.4 наведений результат моделювання роботи парку при двох бригадах ПТО у денну зміну та трьох бригадах ПТО у нічну («режим 2_3»).

Аналіз результатів моделювання роботи парку прийому сортувальної станції Б зі збільшеним числом бригад ПТО наведений в табл. 4.5.

Аналізуючи таблицю 4.5, можна зробити наступні висновки: працівники бригад ПТО № 1 та № 2 рівномірно завантажені протягом зміни роботи, бригада ПТО № 3 оглянула трохи менше составів; сумарний простій составів значно скоротився при збільшенні кількості бригад ПТО. Так, в денну зміну сумарний простій составів в очікуванні обслуговування склав 104 хв, в нічну – 354 хв проти 1746 хв та 1465 хв, відповідно.

Таблиця 4.4 - Моделювання роботи парку прийому в режимі 2_3

№ з/п	I, хв	T, хв	T ^{то} , хв	Номер бригади	Обслуговування состава, хв		Робота бригад, хв						Простій, хв			
							ПТО 1		ПТО 2		ПТО 3		Состав а	Бригад		
							T _i ^S	T _i ^F	B ₁ ^S	B ₁ ^F	B ₂ ^S	B ₂ ^F		B ₃ ^S	B ₃ ^F	T _i ^{прост}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	9	9	30	1	9	39	9	39	0	0	0	0	0	0	0	0
2	18	27	33	2	27	60	0	39	27	60	0	0	0	0	27	0
3	21	48	32	3	48	80	48	80	0	60	48	80	0	9	0	48
4	18	66	29	2	66	95	0	80	66	95	0	80	0	0	6	0
5	0	66	35	1	80	115	80	115	0	95	0	80	14	0	0	0
6	3	69	30	3	80	110	0	115	0	95	80	110	11	0	0	0
7	4	73	34	2	95	129	0	115	95	129	0	110	22	0	0	0
8	11	84	31	3	110	141	0	115	0	129	110	141	26	0	0	0
9	1	85	33	1	115	148	115	148	0	129	0	141	30	0	0	0
10	19	104	33	2	129	162	0	148	129	162	0	141	25	0	0	0
11	42	146	34	3	148	182	0	148	0	162	148	182	2	0	0	7
12	8	154	29	1	154	183	154	183	0	162	0	182	0	6	0	0
13	1	155	32	2	162	194	0	183	162	194	0	182	7	0	0	0
14	14	169	29	3	183	212	0	183	0	194	183	212	14	0	0	1
15	26	195	32	1	195	227	195	227	0	194	0	212	0	12	0	0
16	6	201	30	2	201	231	0	227	201	231	0	212	0	0	7	0
17	66	267	44	3	267	311	0	227	0	231	267	311	0	0	0	55
18	25	292	40	1	292	332	292	332	0	231	0	311	0	65	0	0
19	9	301	30	2	301	331	0	332	301	331	0	311	0	0	70	0
20	5	306	63	3	331	394	0	332	0	331	331	394	25	0	0	20
21	4	310	48	2	331	379	0	332	331	379	0	394	21	0	0	0
22	38	348	30	1	348	378	348	378	0	379	0	394	0	16	0	0
23	4	352	30	1	378	408	378	408	0	379	0	394	26	0	0	0
24	14	366	28	2	379	407	0	408	379	407	0	394	13	0	0	0
25	6	372	29	3	407	436	0	408	0	407	407	436	35	0	0	13
26	58	430	36	2	430	466	0	408	430	466	0	436	0	0	23	0
27	6	436	32	1	436	468	436	468	0	466	0	436	0	28	0	0
28	8	444	34	3	466	500	0	468	0	466	466	500	22	0	0	30
29	22	466	28	2	466	494	0	468	466	494			0	0	0	
30	1	467	30	1	468	498	468	498	0	494			1	0	0	
31	8	475	29	2	494	523	0	498	494	523			19	0	0	

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
32	15	490	29	1	498	527	498	527	0	523			8	0	0	
33	93	583	32	2	583	615	0	527	583	615			0	0	60	
34	5	588	28	1	588	616	588	616	0	615			0	61	0	
35	2	590	29	2	615	644	0	616	615	644			25	0	0	
36	70	660	37	1	660	697	660	697	0	644			0	44	0	
37	11	671	32	2	671	703	0	697	671	703			0	0	27	
38	14	685	32	1	697	729	697	729	0	703			12	0	0	
39	10	695	31	2	703	734	0	729	703	734			8	0	0	
40	7	702	32	1	729	761	729	761	0	734			27	0	0	
41	13	715	30	2	734	764	0	761	734	764			19	0	0	
42	60	775	29	1	775	804	775	804	0	764			0	14	0	
43	58	833	29	2	833	862	0	804	833	862			0	0	69	
44	42	875	38	1	875	913	875	913	0	862			0	71	0	
45	62	937	30	2	937	967	0	913	937	967			0	0	75	
46	74	1011	32	1	1011	1043	1011	1043	0	967			0	98	0	
47	58	1069	28	2	1069	1097	0	1043	1069	1097			0	0	102	
48	11	1080	31	1	1080	1111	1080	1111	0	1097			0	37	0	
49	8	1088	33	2	1097	1130	0	1111	1097	1130			9	0	0	
50	24	1112	33	1	1112	1145	1112	1145	0	1130			0	1	0	
51	14	1126	31	2	1130	1161	0	1145	1130	1161	0	0	4	0	0	
52	83	1209	35	3	1209	1244	0	1145	0	1161	1209	1244	0	0	0	
53	9	1218	40	1	1218	1258	1218	1258	0	1161	0	1244	0	73	0	0
54	21	1239	35	2	1239	1274	0	1258	1239	1274	0	1244	0	0	78	0
55	2	1241	29	3	1258	1287	0	1258	0	1274	1258	1287	17	0	0	14
56	27	1268	30	1	1268	1298	1268	1298	0	1274	0	1287	0	10	0	0
57	7	1275	29	2	1275	1304	0	1298	1275	1304	0	1287	0	0	1	0
58	59	1334	43	3	1334	1377	0	1298	0	1304	1334	1377	0	0	0	47
59	2	1336	30	1	1336	1366	1336	1366	0	1304	0	1377	0	38	0	0
60	9	1345	31	2	1345	1376	0	1366	1345	1376	0	1377	0	0	41	0
61	7	1352	29	1	1366	1395	1366	1395	0	1376	0	1377	14	0	0	0
62	22	1374	32	2	1376	1408	0	1395	1376	1408	0	1377	2	0	0	0
63	42	1416	30	3	1416	1446	0	1395	0	1408	1416	1446	0	0	0	39
64	26	1442	35	1	1442	1477	1442	1477	0	1408	0	1446	0	47	0	0
Всього	1442		2091										458	630	586	274

Таблиця 4.5 - Результати моделювання роботи парку прийому при збільшенні кількості бригад ПТО

Показник	Денна зміна		Нічна зміна		
	Бригада 1	Бригада 2	Бригада 1	Бригада 2	Бригада 3
Кількість поїздів $N_j^{\text{ПТО}}$, поїздів	10	10	16	16	12
Середній інтервал між поїздами $I_{\text{сер}}$, хв	36,0		16,4		
Середня тривалість обслуговування поїзда $T_{\text{сер}}^{\text{ТО}}$, хв	32,7				
Сумарний простій составів в очікуванні обслуговування $\sum T_i^{\text{прост}}$, хв	104		354		
Середній простій составів в очікуванні обслуговування $T_{\text{сер}}^{\text{прост}}$, хв	5,2		11,1		
Сумарний простій бригад $\sum B_j^{\text{прост}}$, хв	326	333	304	253	274
Коефіцієнт завантаження бригад φ_j	59,7	58,6	63,0	70,8	67,6

Окрім того, середній простій состава в очікуванні технічного огляду склав 5,2 хв у денну зміну та 11,1 у нічну, зменшившись при цьому у 16,8 разів та у 3 рази, відповідно.

За таких умов роботи парку прийому коефіцієнти завантаження всіх бригад протягом доби не перевищують раціональний рівень, при цьому завантаженість бригад коливається в межах 60...70 %.

Таким чином, збільшення кількості бригад в обидві зміни роботи станції дозволило зменшити тривалість середнього простою состава в очікуванні обслуговування більше ніж у 3 рази. В свою чергу це дозволить скоротити середній простій вагонів на технічних станціях тим самим скоротивши величину обігу вагона як найважливішого показника роботи залізничного напрямку та залізниці в цілому. Окрім того, збільшення кількості бригад ПТО дозволило покращити умови роботи оглядачів вагонів за рахунок зменшення їх завантаження до рівня 60...70 %.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ

5.1. Визначення штату працівників ПТО

Незалежно від загальної кількості бригад ПТО, які працюють протягом доби в парку, графік їх роботи повинен бути складений таким чином, щоб забезпечувалась однакова кількість нічних та денних змін для кожної бригади протягом місяця. Окрім того, тривалість відпочинку між змінами не має бути менше встановленого часу. Згідно [37] тривалість перерви в роботі між змінами має бути не меншою подвійної тривалості часу роботи в попередній зміні (включаючи і час перерви на обід), тобто 24 год (за умови роботи по змінах тривалістю 12 год).

Так, в табл. 5.1 наведений графік роботи працівників ПТО при одній бригаді в денну зміну та двох бригадах в нічну (в режимі 1_2).

Як можна побачити з табл. 5.1, цикл роботи однієї бригади складає 6 днів, протягом яких кожна бригада виходить один раз у денну зміну та два рази у нічну зміну. Таким чином протягом місяця бригада має 15 змін: 5 денних та 10 нічних. При цьому місячна кількість годин роботи ($P_{\text{міс}}$) визначається як [33]

$$P_{\text{міс}} = N_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (5.1)$$

де $N_{\text{зм}}$ – кількість змін протягом місяця;

$T_{\text{зм}}$ – число годин, які враховуються за одну зміну (без врахування тривалості перерви).

Згідно графіку (табл.5.1) працівники бригади ПТО протягом місяця мають 15 змін, а також протягом 12-ти годинної зміни мають перерву тривалістю 1 год, тому

$$P_{\text{міс}} = 15 \cdot 11 = 165 \text{ год.}$$

Це значення відповідає середньомісячній нормі годин, встановленій на 2021 рік [38] – 166 год на місяць.

Таблиця 5.1 - Графік роботи бригад ПТО в режимі 1_2

День Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н		
2		д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н	
3			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н
4	н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н	
5		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н
6	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н		н			д

Таблиця 5.2 - Графік роботи бригад ПТО в режимі 2_3

День Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н		
2		д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н	
3			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н
4	н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н	
5		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н
6	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д
7	д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н		
8		д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н	
9			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н
10	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д

За результатами моделювання роботи парку прийому сортувальної станції Б, наведених в розд. 4, задля зменшення тривалості простою составів вантажних поїздів в очікуванні їх технічного огляду було запропоновано збільшити кількість бригад ПТО в денній та нічній змінах до 2-х та 3-х, відповідно. Графік роботи бригад ПТО в режимі 2_3 наведений в табл. 5.2.

Для організації пункту технічного огляду вагонів в режимі 2_3 цикл роботи бригад складає 10 днів. Протягом цього періоду кожна бригада має 5 змін: 2 денні та 3 нічні. При цьому, відпочинок між змінами – не менше 24 год. За місяць кожна бригада має 15 змін і норма робочого часу протягом місяця також складає 165 год.

5.2. Визначення витрат на утримання штату бригад ПТО

За результатами розрахунків, наведених у розділі 4 визначено, що наявної кількості бригад ПТО недостатньо, тому було запропоновано в кожен зміну збільшити число бригад оглядачів вагонів на одну. Це, в свою чергу, вплине на економічні показники роботи сортувальної станції, а саме у частині витрат на утримання штату відповідних працівників.

Відомо, що витрати на утримання штату працівників ПТО залежить від кількості бригад, які працюють протягом доби $S_{бр}$, а також від вартості утримання однієї бригади ПТО $e_{пто}$ [33]:

$$E_{пто} = 4,3 S_{бр} e_{пто} \cdot 10^{-3}, \text{ млн. грн.} \quad (5.2)$$

Оскільки в парку прийому сортувальної станції Б в режимі роботи 1_2 в денну зміну працює 1 бригада, в нічну- 2, а співвідношення кількості денних та нічних змін становить 1:2 (див. табл. 5.1), то середня кількість бригад, яка працює в парку протягом доби буде визначена так:

$$S_{бр}^{1-2} = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{2}{3} \cdot 2 = \frac{5}{3} = 1 \frac{2}{3}.$$

Враховуючи вартість утримання однієї бригад ПТО, яка згідно Додатку А.4 складає $e_{\text{пто}} = 331,2$ тис. грн загальні витрати на утримання штату працівників пункту технічного огляду вагонів в режимі роботи 1_2 складає

$$E_{\text{ПТО}}^{1,2} = 4,3 \cdot 1 \frac{2}{3} \cdot 331,2 \cdot 10^{-3} = 2,374 \text{ млн. грн.}$$

При роботі в парку прийому 2-х бригад ПТО в денну зміну та трьох бригад в нічну співвідношення кількості денних та нічних змін становить 2:3 (див. табл. 5.2). Тоді середня кількість бригад, яка працює в парку протягом доби буде визначена так:

$$S_{\text{бр}}^{2,3} = \frac{2}{5} \cdot 2 + \frac{3}{5} \cdot 3 = \frac{13}{5} = 5,6.$$

Таким чином загальні витрати на утримання штату працівників пункту технічного огляду вагонів в режимі роботи 2_3 складає

$$E_{\text{ПТО}}^{2,3} = 4,3 \cdot 5,6 \cdot 331,2 \cdot 10^{-3} = 7,975 \text{ млн. грн.}$$

Як видно, при збільшенні кількості бригад ПТО в парку прийому, витрати на їх утримання збільшились на 5,6 млн. грн, тобто у 3,36 разів.

5.3. Визначення витрат, пов'язаних з простоем поїздів

Тривалість простою вагонів на технічних станціях – одна із основних складових обігу вантажного вагона – найважливішого показника експлуатаційної роботи залізниці. Саме тому дуже важливо не допускати або принаймні зменшувати тривалість знаходження ваготів на станціях. Слід враховувати, що під простоем вагонів розуміють простій рухомого складу під час виконання технологічних операцій (технічний огляд вагонів, накопичення на сортувальних коліях тощо), а також в очікуванні цих операцій, саме тому на технічних станціях застосовують заходи, які сприяють зменшенню тривалості непродуктивного простою.

Для оцінки простою вагонів використовують як власне середню тривалість очікування обслуговування составів, так і економічну оцінку простою рухомого складу.

Так, оцінити вартість простою составів вантажних поїздів можна за допомогою виразу [33]

$$E_{\text{прост}} = 365 \cdot \frac{T_{\text{сер}}^{\text{прост}}}{60} \cdot N_{\text{п}} \cdot c_{\text{прост}}^{\text{сост}} \cdot 10^{-3}, \text{ млн. грн}, \quad (5.3)$$

де $N_{\text{п}}$ - кількість поїздів, що прибувають на станцію протягом доби;

$c_{\text{прост}}^{\text{сост}}$ – вартість 1 години простою составу вантажного поїзда на технічній станції.

Так як транзитні вантажні поїзда у розформування прибувають на сортувальну станцію Б нерівномірно протягом доби, при цьому середній простій состава відрізняється у денну та нічну зміни, то остаточно формула для визначення витрат, пов'язаних з простоєм вагонів буде мати такий вигляд:

$$E_{\text{прост}} = 365 \cdot \left(\frac{T_{\text{сер}}^{\text{прост денна}}}{60} \cdot N_{\text{п}}^{\text{денна}} + \frac{T_{\text{сер}}^{\text{прост нічна}}}{60} \cdot N_{\text{п}}^{\text{нічна}} \right) \cdot c_{\text{прост}}^{\text{сост}} \cdot 10^{-3}, \quad (5.4)$$

де $T_{\text{сер}}^{\text{прост денна}}$, $T_{\text{сер}}^{\text{прост нічна}}$ – середній простій вантажного поїзда в очікуванні обслуговування бригадою ПТО у денну та нічну зміни, відповідно;

$N_{\text{п}}^{\text{денна}}$, $N_{\text{п}}^{\text{нічна}}$ – кількість поїздів, що прибувають у парку прийому у денну та нічну зміни, відповідно.

Згідно результатів моделювання роботи парку П в режимі роботи бригад 1_2, наведених в табл. 4.3, а також вартості простою составів на технічних станціях $c_{\text{прост}}^{\text{сост}} = 836,6 \text{ грн/год}$ (згідно Додатку А.4), втрати, пов'язані з простоєм составів на сортувальній станції Б складуть:

$$E_{\text{прост}}^{1_2} = 365 \cdot \left(\frac{87,3}{60} \cdot 20 + \frac{33,3}{60} \cdot 44 \right) \cdot 836,6 \cdot 10^{-3} = 22,752 \text{ млн. грн.}$$

При збільшенні числа бригад оглядачів вагонів в парку станції в режимі їх роботи 2_3 витрати на простій составів складуть:

$$E_{\text{прост}}^{2_3} = 365 \cdot \left(\frac{5,2}{60} \cdot 20 + \frac{11,1}{60} \cdot 44 \right) \cdot 836,6 \cdot 10^{-3} = 3,014 \text{ млн. грн.}$$

Як видно, при збільшенні числа бригад ПТО витрати, пов'язані з непродуктивним простоем рухомого складу зменшились на 19,738 млн грн, тобто у 7,5 разів.

5.4. Порівняння витрат за варіантами

В розділі 4 було виконано моделювання роботи парку прийому сортувальної станції Б при різному числі бригад ПТО, які працюють у денну та нічну зміни (див. табл. 4.2 та 4.4). На основі отриманих результатів обчислені основні показники роботи станції за різними режимами роботи бригад оглядачів вагонів (див. табл. 4.3 та 4.5). В пунктах 5.2 та 5.3 визначені витрати, пов'язані з утриманням штату бригад ПТО, а також витрат від непродуктивного простою составів вантажних поїздів в парку станції, відповідно.

Порівняння показників роботи станції при різних режимах роботи бригад ПТО, а також пов'язаних з цим витрат наведено в табл. 5.3.

Аналізуючи табл. 5.3 видно, що менші витрати на утримання штату працівників ПТО отримані для режиму роботи 1_2, а менші витрати, пов'язані з непродуктивним простоем вантажних поїздів у парку приймання сортувальної станції Б маємо при режимі роботи бригад 2_3. При цьому за рахунок значного скорочення витрат через очікування складами огляду за другим варіантом роботи парку, маємо скорочення сумарне витрат (див. рис. 5.1).

Таблиця 5.3 - Порівняння показників роботи станції при різних режимах роботи бригад ПТО

Показник	Режим роботи бригад ПТО			
	1_2		2_3	
	Денна зміна	Нічна зміна	Денна зміна	Нічна зміна
Сумарний простий составів в очікуванні обслуговування $\sum T_i^{\text{прост}}$, хв	1746	1465	104	354
Середній простий составів в очікуванні обслуговування $T_{\text{сер}}^{\text{прост}}$, хв	87,3	33,3	5,2	11,1
Сумарний простий бригад $\sum B_j^{\text{прост}}$, хв	2	44 39	326 333	204 253 274
Коефіцієнт завантаження бригад φ_j	108,8	102,4 103,2	59,7 58,6	63 70,8 67,6
Витрати на утримання штату працівників ПТО $E_{\text{ПТО}}$, млн грн	2,274		7,975	
Вартість простою составів $E_{\text{прост}}$, млн грн	22,752		3,014	
Сумарні витрати, млн грн	25,026		10,989	

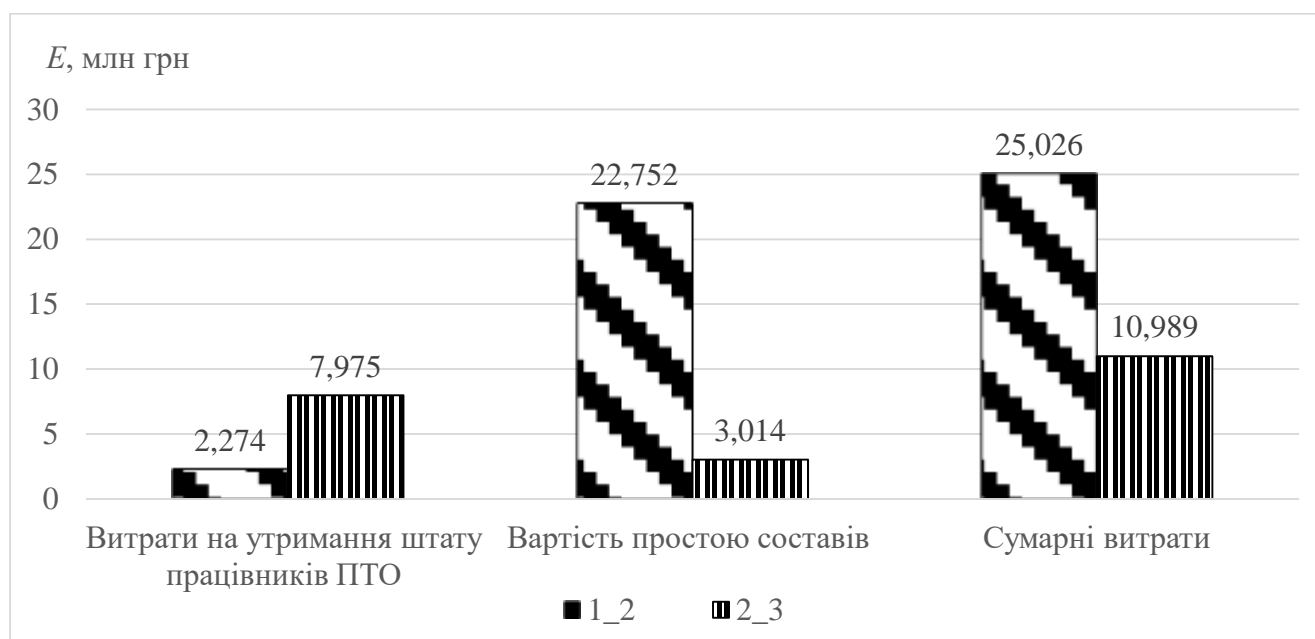


Рисунок 5.1 Розподіл витрат за варіантами роботи бригад ПТО

Таким чином, на основі економічної оцінки варіантів роботи парку прийому сортувальної станції, а саме, порівнюючи сумарні витрати на утримання штату працівників оглядачів вагонів, а також витрати, пов'язані з простоем составів в очікуванні технічного обслуговування, можна зробити висновок про доцільність збільшення кількості бригад ПТО протягом як денної, так і нічної змін роботи станції. Отримані результати пояснюються тим, що збільшення витрат на додатковий штат оглядачів вагонів при режимі їх роботи 2_3 значно менше, в порівнянні з витратами, які лягають на залізницю при значному непродуктивному простоею рухомого складу в очікуванні виконання технологічних операцій в парках станції у випадку меншої кількості бригад ПТО на коліях парку прийому.

Так, можна побачити, що сумарні витрати при режимі роботи бригад ПТО 2_3 майже у 2,5 рази менше, ніж при режимі 1_2. Тому остаточно приймається режим роботи бригад оглядачів вагонів у парку прийому сортувальної станції наступний: в денну зміну – дві бригади ПТО, у нічну – три бригади.

6. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Технологія роботи станції відображає послідовність виконання робіт з поїздами всіх категорій, які прибувають та відправляються зі станції. Окрім того, встановлюються відповідальні працівники за ту чи іншу технологічну операцію. Оперативна робота сортувальної станції в цілому підпорядкована маневровому диспетчеру (ДСЦ), який разом з черговими по станції (парках) виконують поїзну та маневрову роботу.

Оскільки до станції примикає чотири підходи, з яких прибувають пасажирські та вантажні поїзда різних категорій, тому нижче детально розглянемо технологію роботи станції по прийманню/відправленню поїздів.

6.1. Технологія роботи з пасажирськими поїздами

Відомо, що рух пасажирських поїздів (в тому числі приміських) організований виключно за жорстким графіком руху поїздів. В обов'язки працівників станції, відповідальних за оперативну роботу входить вчасне приготування маршруту для прийому, пропуску та відправлення пасажирського поїзда, а також сповіщення ДСП сусідніх станцій про час відправлення поїзда.

Парні пасажирські поїзда з напрямків М і Т по головним коліям № II та IV, відповідно, пропускаються по станції в обхід парків прийому, сортувального та транзитного. За необхідності в непарній горловині парку відправлення відбувається зміна головної колії для відправлення на необхідний напрямок.

Непарні пасажирські поїзда з напрямків Н та О приймаються на сортувальну станцію Б по I та III головним коліям, відповідно. Такі поїзда пропускаються повз транзитний парк, локомотивне депо та парк прийому і за межами станції відбувається розділення поїздопотоку за напрямками призначення.

Після відправлення пасажирського поїзда ДСП сусідньої станції повідомляє про час відправлення поїзда поїзного диспетчера та чергового по сортувальній станції Б. Перед прибуттям поїзда на станції зупиняються маневрові роботи, які проводяться на тих коліях, які будуть задіяні для пропуску пасажирського поїзда; чергові по парку

готують маршрут пропуску поїзда та відкривають вхідні сигнали; по гучномовному зв'язку оголошується про пропуск поїзда та вказується номер колії, по якій буде рухатись пасажирський поїзд. По відправленню поїзда, ДСП станції Б повідомляє поїзного диспетчера та чергових сусідніх станцій про час відправлення пасажирського поїзда, після чого поновлюються маневрові роботи, які були призупинені перед прибуттям поїзда.

Пасажирські платформи для помадки/висадки пасажирів розташовані біля парку приймання. При пропуску приміських поїздів з зупинкою на сортувальній станції Б технологія роботи приймання та відправлення таких поїздів аналогічна технології, описаної для пасажирських поїздів.

6.2. Технологія роботи з транзитними поїздами у розформування

Після відправлення поїзда з сусідньої станції черговий по парку прийому сортувальної станції Б отримує інформацію про час відправлення поїзда від ДСП сусідньої станції. Черговий по парку П узгоджує з поїзним диспетчером колію приймання вантажного поїзда та за 10-15 хвилин до прибуття поїзда сповіщає про це працівників (старшого прийомоздавальника вантажу та багажу, оглядачів вагонів), причетних до приймання та обробки поїздів на коліях.

При одночасному прибутті поїздів з декількох напрямків ДСП вказує черговість обробки поїздів, відповідно до їх пріоритету або черговості прибуття.

За вказівкою ДСП сигналіст закріплює поїзд відповідно до норм, затвердженими в техніко-розпорядчому акті станції.

По прибуттю поїзда з ним виконуються такі операції:

- закріплення вагонів;
- огороження составу на колії прибуття;
- відчеплення поїзного локомотива з подальшою перестановкою в локомотивне депо або на колію іншого парку для відправлення з наступним поїздом;
- технічне обслуговування вагонів і, за необхідності, безвідчіпний ремонт вагонів перед розпуском з сортувальної гірки;

- комерційний огляд вагонів для перевірки цілісності вантажів, запірнопломбувальних пристроїв тощо;
- причеплення маневрового локомотива;
- зняття огороження;
- насув та розпуск составів з сортувальної гірки.

Вантажні транзитні поїзда у розформування з напрямків Н та О приймаються на колії №№ 1-5, поїзда з напрямків М і Т - на колії №№ 6-10. Під час прибуття поїзда у парній горловині парку прийому відбувається перевірка номерів вагонів перевізним документам на поїзд. Контрольна перевірка состава та перевірка наявності та відповідності состава перевізним документам виконується прийомоздавальниками вантажу та багажу.

Після зупинки, закріплення поїзда гальмівними башмаками, відчеплення поїзного локомотива та огороження состава сигналами зупинки оглядачем вагонів розпочинається технічне обслуговування состава. Якщо при цьому виявлені несправності вагонів, то на них наносяться відповідні позначки і, за можливості, виконується усунення незначних зауважень до технічного стану вагонів (ремонт і заміна ланцюгів розчіпного привода та несправних розчіпних важелів). Окрім того, оглядачі вагонів здійснюють відпускання гальм вагонів составу.

Одночасно з технічним оглядом составу відбувається огляд вагонів у комерційному відношенні старшим прийомоздавальником вантажу та багажу (крім огляду верхньої частини вагону).

Під час комерційного огляду вагонів і вантажів здійснюється:

- звірка номерів вагонів з перевізними документами;
- виявлення комерційних несправностей, що загрожують безпеці руху і збереженню вагонів та вантажів, перевірка стану кузовів, дверей, люків вагонів, їх справність, відсутність слідів втрати чи несхоронності вантажів;
- безвідчипне усунення комерційних несправностей;
- усунення комерційних несправностей, які не потребують подавання вагонів на спеціальні пункти усунення комерційних несправностей (перевірка стану

вантажу, перевантаження, виправлення кріплення тощо);

– перевірка наявності на вагонах пломб (ЗПП) і їх відтисків (номерів) з даними відомостей про пломби (ЗПП), вказаних в перевізних документах і натурному листі.

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

Про проведення комерційного огляду старший прийомоздавальник вантажу робить відмітку на першому екземплярі натурального листа. Якщо вагони та контейнери супроводжуються воєнізованою охороною, то огляд такого рухомого складу здійснюється разом з цією охороною.

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

Всі результати технічного та комерційного огляду вагонів відповідальні працівники вносять в АСКВП УЗ-Є та, за необхідністю, повідомляють оператора при ДСП.

Після огляду вагонів у технічному та комерційному відношенні відбувається причеплення маневрового локомотива, прибирання гальмівних башмаків, після чого состав подається на витяжну колію і виконується розформування на сортувальні гірці. Під час розформування составів складач поїздів розчеплює вагони відповідно до даних сортувального листка. При цьому черговий по гірці виконує приготування маршрутів скочування відчепів по спускній частині сортувального парку на сортувальні колії згідно плану формування поїздів.

Порядок обслуговування составів бригадами ПТО наведений в розд. 4. Огляд составу у комерційному відношенні відбувається одночасно з технічним оглядом

вагонів, тривалість інших операцій наведена в Додатку А.5. На рис. 6.1 наведена технологія обслуговування транзитного вантажного поїзда у розформування на прикладі поїзда №1 (табл. 4.4).

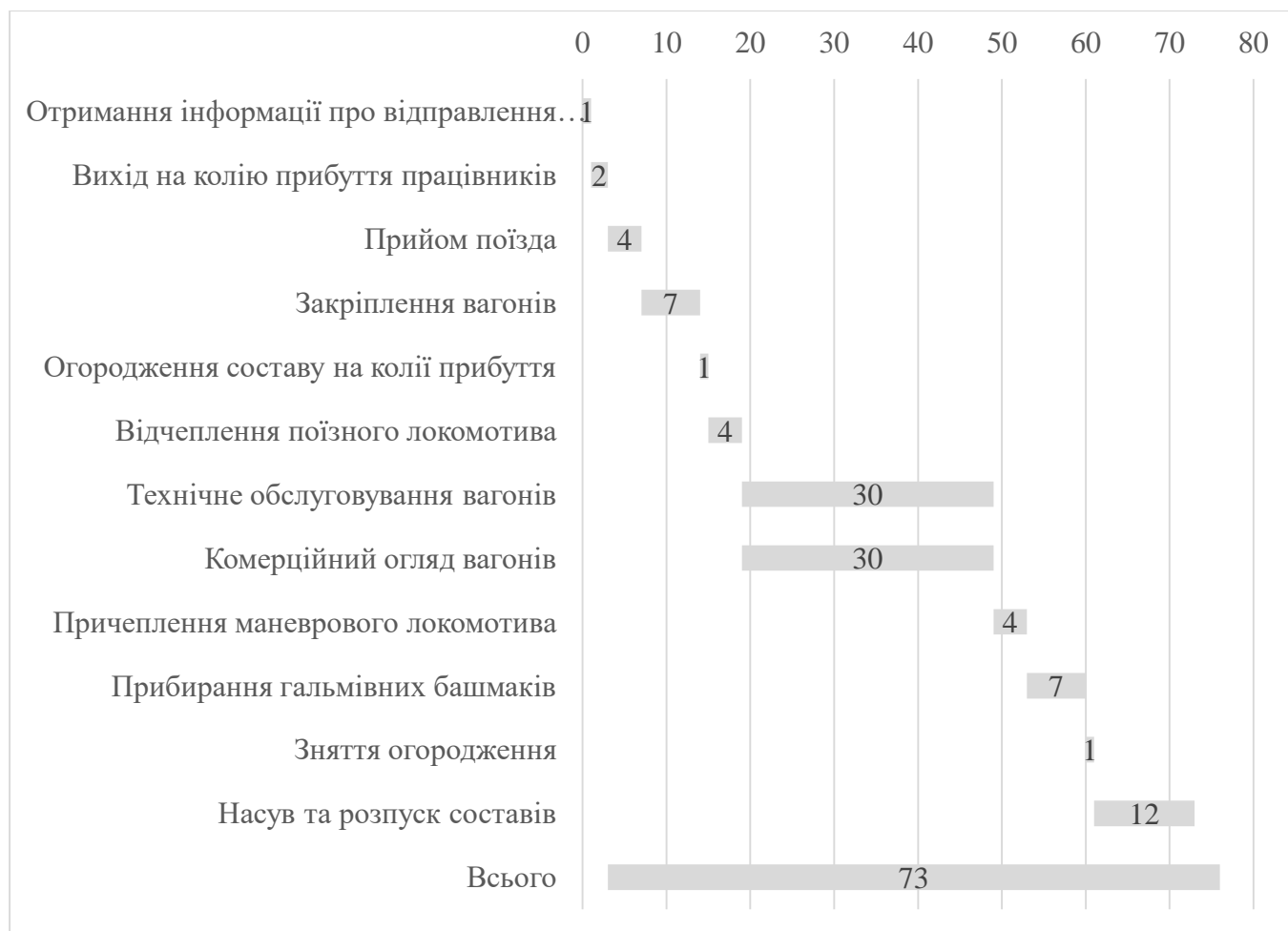


Рисунок 6.1 Графік обробки транзитного поїзда у розформування

6.3. Технологія роботи з поїздами свого формування

Після розформування составів вантажних поїздів на сортувальній гірці відбувається накопичення вагонів на коліях сортувального парку. Сортувальні колії розподілені за призначеннями згідно плану формування поїздів; окрім того в парку С передбачені колії для накопичення вагонів з небезпечними вантажами, для ремонту вагонів, який можна виконати на спеціально обладнаних коліях сортувального парку.

Хвостова частина сортувального парку з'єднана з парком відправлення за допомогою витяжних колій формування. На цих коліях, а також на вільних коліях парку С відбувається формування составів згідно плану формування поїздів, а також

згідно вимог Привал технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ). Формування составів згідно вимог ПТЕ передбачає:

- підбір вагонів по висоті автозчепів;
- прикриття вагонів з небезпечними вантажами.

По закінченню формування составів по узгодженню з черговим по парку відправлення состави подаються на вільну колію парку П. При відправленні поїздів на напрямки М і Т состави переставляються на колії №№ 6-9, при відправленні на напрямки Н та О – на колії №№ 1-5. Після зупинки состава в межах корисної довжини приймально-відправної колії сигналіст виконує закріплення вагонів гальмівними башмаками згідно норм, затверджених у техніко-розпорядчому акті станції. По завершенню закріплення вагонів сигналіст сповіщає чергового по парку П, яких огорожує колію стоянки вагонів, після чого відбувається відчеплення маневрового локомотива.

Після огороження составу починається технічний огляд вагонів працівниками бригади ПТО. При технічному обслуговуванні составів перед відправленням виявляються технічні несправності, отримані в процесі розпуску і накопичення составу. Несправності, отримані в процесі навантаження або розвантаження вагонів, виявляються і усуваються відповідними працівниками на під'їзних коліях і місцях загального користування. При виявленні вагонів із технічною несправністю оглядач вагонів доповідає ДСП, на вагони які потребують ремонту, оформлює повідомленням форми ВУ-23. У випадку виявлення пошкоджених вагонів працівник бригади ПТО повідомляє старшого оглядача-ремонтника вагонів і передає акр форми ВУ-25м для подальшого оформлення у встановленому порядку.

По закінченню технічного обслуговування оглядачі вагонів витирають нанесені написи на вагони про виявлені раніше несправності. Після закінчення формування складу (поїзда), ДСП оформлює запис у книзі форми ВУ-14, про початок та закінчення огляду з підписом оглядача вагонів.

Паралельно з технічним обслуговуванням проводиться огляд вагонів у комерційному відношенні шляхом одночасного проходу уздовж составу. Виявлені комерційні несправності мають бути усунені до відправлення поїзда. Про момент завершення комерційного огляду і усунення несправностей старший прийомоздавальник повідомляє ДСП про готовність составу в комерційному відношенні.

Одночасно з технічним та комерційним оглядами составу оператор поста СТЦ готує перевізні документи на поїзд, а також відбувається подача поїзного локомотива з локомотивного депо або з-під іншого составу, в тому числі призначається локомотивна бригада. При відправленні поїздів на напрямки Н та О, поїзні локомотиви подаються через локомотивний тупик № 22 на колію, де знаходиться сформований згідно вимог ПТЕ состав. При відправленні поїздів на напрямки М та Т, поїзні локомотиви подаються з локомотивного господарства через ходову колію № 21 на колію відправлення. Оскільки на коліях парка відправлення є пристрої для заповнення гальмівної магістралі вагонів повітрям, то паралельно з технічним обслуговуванням составу відбувається перевірка автогальм вагонів, тому після причеплення поїзного локомотива виконується скорочена перевірка гальм поїзда, про що робиться відмітка у відповідному журналі.

Після успішної перевірки автогальм вагонів машиністу вручається пакет перевізних документів, черговий по станції готує маршрут відправлення та поїзд відправляються на заданий напрямок.

Таким чином, з вантажним поїздом свого формування виконуються такі операції:

- формування составу згідно правил ПТЕ;
- перестановка сформованого составу на колії парка відправлення;
- закріплення вагонів;
- огороження колії;
- відчеплення маневрового локомотива;

- технічне обслуговування;
- комерційний огляд;
- підготовка документів;
- причеплення поїзного локомотива;
- випробування автогальм;
- прибирання гальмівних башмаків;
- зняття огороження з колії;
- отримання документів на поїзд;
- відправлення поїзда.

На основі наведеної вище технології та величини тривалості основних операцій (див. Додаток А.5) на рис. 6.2 складений графік обробки вантажного поїзда свого формування сортувальної станції Б.

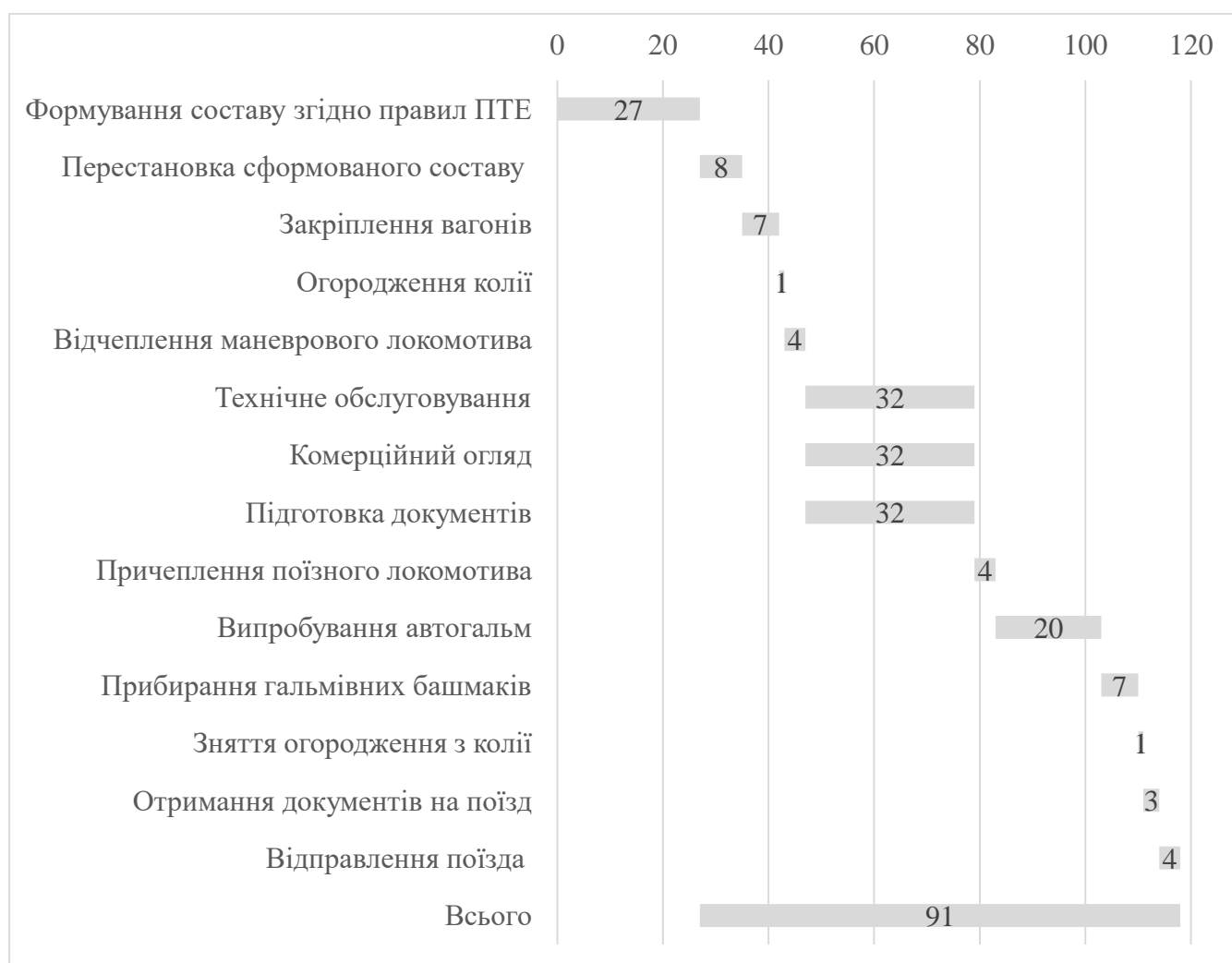


Рисунок 6.2 Графік обробки поїзда свого формування

6.4. Технологія роботи з транзитними поїздами без зміни локомотива

Для обробки транзитних вантажних поїздів, що проходять сортувальну станцію Б без переробки призначені транзитні парки: парк ТР1 – для обслуговування транзитних поїздів непарного напрямку, парк ТР2 – непарного. Так, транзитні поїзда непарного напрямку з підходів Н та О по головні колії І приймаються на приймально-відправні колії парку ТР1. При цьому прямі транзитні поїзда з подальшим відправлення на напрямки М і Т приймаються на колії №№ 1-3. Транзитні поїзда парного напрямку з підходів М і Т по головній колії ІІ приймаються на приймально-відправні колії парку ТР2; прямі транзитні поїзда з подальшим відправлення на напрямки Н та О приймаються на колії №№ 3-5.

Після прибуття поїзда відповідальний працівник огороджує состав, після чого відбувається технічне обслуговування состава та огляд вагонів у комерційному відношенні. Ці операції виконуються паралельно оглядачами вагонів та старшим прийомоздавальником вантажу та багажу. У випадку виявлення технічних несправностей, на пошкоджені вагони складається акт форми ВУ-25М, інформується старший оглядач-ремонтник вагонів та передаються акти для подальшого оформлення згідно встановленого порядку.

Обов'язково під час огляду вагонів відбувається контроль технічного стану вагонів, виявляється понаднормовий нагрів буксових вузлів, колісних пар, виконується замір температури контактним або безконтактним способом. Про вагони з розобладною гальмівною системою, відсутніми деталями системи вивантаження та іншими дефектами інформується оператор пункту технічного обслуговування вагонів та складаються відповідні акти. У випадку виявлення вагонів з відхиленням від конструкції, які загрожують безпеці руху, виходять за габарит тощо також складаються акти та передаються відповідальним працівникам.

Одночасно з виконанням технічного обслуговування та комерційного огляду вагонів відбувається екіпірування поїзних локомотивів водо та піском.

Під час комерційного огляду вагонів старший прийомоздавальник вантажу та багажу перевіряє цілісність вантажу, наявність запірно-пломбуючих пристроїв та цілісність вивантажувальних пристроїв. На всі виявлені несправності складаються відповідні акти та передаються до подальшого оформлення.

По завершенню технічного обслуговування та огляду вагонів у комерційному відношенні оглядач вагонів та прийомоздавальник вантажу повідомляють про це чергового по парку. Після виконання цих операцій відбувається скорочене опробування автогальм. Після отримання дозволу від поїзного диспетчера та по дозволяючому сигналу вихідного світлофора поїзд може бути відправлений зі станції.

Таким чином, з транзитним вантажним поїздом без зміни локомотива у транзитному парку сортувальної станції Б виконуються такі операції:

- Огородження составу;
- Технічне обслуговування та комерційний огляд вагонів;
- Скорочене випробування автогальм;
- Екіпірування локомотива;
- Прибирання сигналів огороження поїзда; відправлення поїзда.

На основі наведеної вище технології обслуговування та з урахуванням тривалості основних операцій з поїздами, на рис. 6.3 наведений графік обробки транзитного поїзда без зміни локомотива, якій прибуває у ТР1.

6.5. Технологія роботи з транзитними поїздами зі зміною локомотива

Оскільки сортувальна станція Б є оборотним депо для вантажних поїздів, які прибувають та відправляються на напрямок Т, то для таких поїздів відбувається зміна поїзних локомотивів. Окрім того, для кутових поїздів, які змінюють свій напрямок руху на даній станції також виконується зміна локомотивів.

Транзитні поїзда непарного напрямку з підходів Н та О по головній колії І приймаються на приймально-відправні колії парку ТР1. При цьому кутові транзитні поїзда з подальшим відправлення по коліям №II, IV на напрямки О та Н приймаються на колії №№ 4-5. Прибирання поїзних локомотивів в локомотивне депо з-під кутових

поїздів, які прибули в непарний транзитний парк здійснюється через ходову колію №21, подача поїзних локомотивів відбувається через локомотивний тупик № 22.



Рисунок 6.3 Графік обробки транзитного поїзда без зміни локомотива, якій прибуває у TP1

Транзитні поїзда парного напрямку з підходів М і Т по головній колії II приймаються на приймально-відправні колії парку TP2; кутові транзитні поїзда з подальшим відправлення на напрямки Т і М приймаються на колії №№ 1-2. При зміні поїзного локомотива для поїзда в парку TP2 маневрові пересування виконують через локомотивний тупик №22 з подальшим прибиранням в локомотивне депо по ходових коліях №20 та 21. Подача локомотива під состав здійснюється зворотним маршрутом.

Після відправлення поїзда з сусідньої станції черговий по парку сортувальної станції Б отримує інформацію про час відправлення поїзда від ДСП сусідньої станції. Черговий узгоджує з поїзним диспетчером колію приймання вантажного поїзда та за 10-15 хвилин до прибуття поїзда сповіщає про це працівників (старшого прийомоздавальника вантажу та багажу, оглядачів вагонів), причетних до приймання та обробки поїздів на коліях.

За вказівкою ДСП сигналіст закріплює поїзд відповідно до норм, затвердженими в техніко-розпорядчому акті станції.

Після зупинки, закріплення поїзда гальмівними башмаками, відчеплення поїзного локомотива та огороження состава сигналами зупинки оглядачем вагонів розпочинається технічне обслуговування состава. Якщо при цьому виявлені несправності вагонів, то на них наносяться відповідні позначки і, за можливості, виконується усунення незначних зауважень до технічного стану вагонів (ремонт і заміна ланцюгів розчіпного привода та несправних розчіпних важелів). Окрім того, оглядачі вагонів здійснюють відпускання гальм вагонів составу.

Паралельно з технічним оглядом составу відбувається огляд вагонів у комерційному відношенні старшим прийомоздавальником вантажу та багажу (крім огляду верхньої частини вагону).

Одночасно з технічним та комерційним оглядами составу оператор поста СТЦ готує перевізні документи на поїзд, а також відбувається подача поїзного локомотива з локомотивного депо або з-під іншого состава, в тому числі призначається локомотивна бригада.

Після причеплення поїзного локомотива, а також його приймання локомотивною бригадою (проведення ТО-2) відбувається повне опробування гальм состава від поїзного локомотива. Про успішне виконання цієї процедури оглядач вагонів робить відповідні позначки в журналі, після чого машиністу вручається пакет перевізних документів, черговий по станції узгоджую час відправлення з поїзним диспетчером, готує маршрут відправлення та поїзд відправляються на заданий напрямок.

Таким чином, з транзитним поїздом зі зміною локомотива виконуються такі операції:

- приймання поїзда на приймально-відправну колію одного з транзитних напрямків;
- закріплення вагонів;
- огороження колії;
- відчеплення поїзного локомотива;

- технічне обслуговування;
- комерційний огляд;
- підготовка документів;
- причеплення поїзного локомотива;
- повне випробування автогальм;
- прибирання гальмівних башмаків;
- зняття огороження з колії;
- отримання документів на поїзд;
- відправлення поїзда.

На основі наведеної вище технології та величини тривалості основних операцій (див. Додаток А.5) на рис. 6.4 складений графік обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива, який прибуває в парк TP2 сортувальної станції Б.



Рисунок 6.4 Графік обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива, який прибуває в парк TP2

ВИСНОВКИ

Раціональна організація роботи технічних станцій – основа ритмічної роботи залізниці в цілому, тому значна увага приділяється злагодженій роботі всіх підрозділів, задіяних в оперативній роботі. Оскільки ціллю диплому є удосконалення технології роботи технічних станцій з метою покращення показників її функціонування, тому в першому розділі розглянуто розвиток систем керування станцій, за рахунок яких можна покращити оперативне планування роботи всіх структурних підрозділів, організувати взаємодію між ними в реальному режимі часу, а також пришвидшити та формалізувати обробку документів: перевізних, актів, журналів тощо. Окрім того, розглянуто організацію роботи працівників бригад ПТО (дотримання норм тривалості праці та відпочинку), враховуючи їх змінний принцип роботи. При постановці задачі дослідження було відмічено, що тривалість знаходження составів під технічним обслуговуванням напряму залежить від власне тривалості виконання цієї операції, а також від часу очікування виконання огляду вагонів.

В другому розділі наведене технічне оснащення сортувальної станції, характеристика експлуатаційної та маневрової роботи, а також порядок планування роботи станції.

Розрахунок транзитних поїздопотоків різних категорій виконано в третьому розділі. Окрім того, тут визначена потрібна пропускна спроможність підходів та зроблено висновок про відповідність їх технічного оснащення наявним обсягам роботи сортувальної станції Б.

В четвертому розділі проведено моделювання роботи парку приймання, враховуючі нерівномірність надходження поїздів у розформування та параметри випадкової величини інтервалів між поїздами, значення яких відрізняються по періодам доби. На основі моделювання часу прибуття поїздів на колії парку прийому, виконано їх технічне обслуговування бригадами ПТО в режимі 1_2 (1 бригада в денну

зміну, 2 бригади в нічну). При цьому наведений алгоритм обслуговування составів при одночасній роботі двох та трьох бригад ПТО в пару станції.

Отримані результати свідчать про те, що наявного числа бригад ПТО недостатньо, оскільки середній простій составів в очікуванні технічного огляду склав 87,3 хв та 33,3 хв в денну та нічну зміни, відповідно; коефіцієнт завантаження бригад при цьому перевищує 100%. Такі показники дають змогу зробити висновок про необхідність збільшення числа бригад ПТО на одну до двох і трьох бригад в денну та нічну зміни, відповідно (режим). Після цього було виконано повторне моделювання обслуговування составів поїздів бригадами ПТО в режимі 2_3. В такому випадку тривалість середнього простою составів в очікуванні технічного огляду склала 5,2 хв та 11,1 хв в денну та нічну зміни, відповідно; коефіцієнт завантаження бригад при цьому знаходиться в межах 58,6-70,8 %, що не перевищує раціональний рівень завантаження працівників (70-85 %). Як видно, при збільшенні числа бригад ПТО тривалість простою зменшилась більше, ніж втричі, що може значно покращити експлуатаційні показники функціонування сортувальної станції Б.

В п'ятому розділі розроблений графік роботи бригад ПТО для різних режимів їх роботи. При цьому забезпечується рівномірний розподіл денних та нічних змін на кожную бригаду, а також середня кількість відпрацьованих годин не перевищує середньомісячну норму робочого часу. На основі таких графіків визначена загальна кількість бригад, яка має працювати в парку прийому, а також розраховані експлуатаційні витрати на утримання штату працівників, в тому числі у випадку збільшення числа бригад ПТО. Простій составів оцінюється не тільки часом, тому визначені витрати, пов'язані з непродуктивним простоем составів на станції. При цьому вартість утримання штату оглядачів вагонів за умови роботи 1 бригади в денну зміну та 2 бригад у нічну складає 2,274 млн грн, при роботі 2-х бригад в денну зміну та 3-х у нічну - 7,975 млн грн; витрати, пов'язані з простоем рухомого складу при обслуговуванні їх бригадами ПТО, які працюють в режимі 1_2 складають

22,752 млн грн, при режимі 2_3 - 3,014 млн грн. При цьому сумарні витрати при режимі роботи бригад ПТО 2_3 майже у 2,5 рази менше, ніж при режимі 1_2.

В якості удосконалення роботи сортувальної станції в дипломі пропонується збільшити число бригад оглядачів вагонів в парку приймання до двох груп у денну зміну та до трьох груп у нічну. Такі заходи сприятимуть зменшенню тривалості простою составів вантажних поїздів у розформування в очікуванні їх технічного обслуговування, тим самим зменшивши загальний час знаходження рухомого складу на станції та можна виразити у вигляді скорочення експлуатаційних витрат на 14 млн грн на рік.

З урахуванням вказаного числа бригад ПТО в шостому розділі розроблена технологія роботи з поїздами різної категорії, що прибувають на сортувальну станцію: транзитні без та зі зміною локомотива, поїзда у розформування та поїзда свого формування. Окрім того, наведена технологія роботи з транзитними кутовими поїздами.

Заходи, представлені в дипломній роботі щодо збільшення числа бригад ПТО в парку приймання сортувальної станції, показали свою ефективність з точки зору зменшення тривалості непродуктивного простою составів вантажних поїздів, а також їх економічну доцільність та можуть бути втілені на реальних станціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Миркин А.Г. Расчет прогнозных показателей работы сортировочной станции в изменяющихся условиях эксплуатации с использованием имитационного моделирования [Текст] / А.Г. Миркин // Вестник ВНИИЖТа. – 1990. - №3. – с. 7-10.
2. Ивницкий В.А. Миркин А.Г. Оперативный анализ работы и нормирование простоев на станции с использованием имитационного моделирования [Текст] / В.А. Ивницкий, А.Г. Миркин, // Вестник ВНИИЖТа. – 1990. - №7. – с. 7-10.
3. Зайцев Д.А. Мережі Петрі і моделювання систем: Навчальний посібник: Одеса. – 2006
4. Нагорный Е. В., Алешинский Е. С. Моделирование функционирования комплекса “Сортировочная станция - прилегающие участки” с помощью сетей Петри [Текст] / Е. В. Нагорный, Е. С. Алешинский // Информационно - управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2000. - № 2. - с. 98 - 103.
5. Нагорный Є.В., Альошинський Є.С. Економіко-математична модель функціонування логістичного ланцюга транспортного комплексу "Сортувальна станція - прилеглі ділянки" [Текст] / Е. В. Нагорный, Е. С. Алешинский // Зб. наук. праць ХарДАЗТ, - Вип. 42. - 2000. - с. 51-57.
6. Лаврухін, О.В. Удосконалення системи оперативного керування експлуатаційної роботи сортувальної станції [Текст] / О.В. Лаврухін, Ю.С. Старостіна // збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2008. - №13. – С. 12-21.
7. Лаврухін, О.В. Удосконалення технології змінно-добового планування рівня станції на основі нейронних мереж [Текст] / О.В. Лаврухін // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. - №1. – С. 10-14.
8. Пахомова, В.М. Розробка підсистеми оперативного прогнозування простоїв прибуваючих поїздів на основі ANFIS-системи [Текст] / В.М. Пахомова, С.Ю. Дмитрієв // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2013. - №4. – С. 46-55

9. Лаврухін, О.В. Формування моделі визначення оперативного плану роботи залізничної станції [Текст] / О.В. Лаврухін, Т.Б. Демченко, В.С. Хансверов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 135. – С. 54-58.

10. Лаврухін, О.В. Формування оптимізаційної моделі розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції [Текст] / О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко, П.В. Долгополов // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 137. – С. 30-34

11. Лаврухін, О.В. Удосконалення автоматизованої технології оперативного планування роботи залізничної станції [Текст] / О.В. Лаврухін, О.В. Митрофанова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2014. – Вип. 144. – С.35-40.

12. Рахмангулов А.Н., Мишкурів П.Н. Особенности построения имитационной модели технологии работы железнодорожной станции в системе Anylogic // Сборник научных трудов SWorld. Матер. междуна. научно-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании – 2012». – Одесса: Куприенко – Вып. 4., Том 2 – 2012. – с. 7-13.

13. Мацюк В. І. Дослідження технологічної надійності парків технічних станцій дискретно-подієвим моделюванням [Текст] / В. І. Мацюк // Збірник наукових праць ДЕУТ. Серія «Транспортні системи і технології». - 2015. - Вип. 26-27. – С. 268-272.

14. Запара, Я.В. Імітаційна модель технології роботи залізничного вузла [Текст] / Я.В. запара, Є.В. Запара // Інформаційно-керуючі системи на транспорті. – 2012. - № 2. – С. 79-86.

15. Данько М.І. та ін. Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД” / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов: Навч. посібник. – Харків, 2005. – 176 с.

16. Гайков, А. Р. Інтелектуальні транспортні системи в Україні [Електроний ресурс] / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ

«ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2014. – № 9 (1052). – С. 106-112. Режим доступу - <http://www.kpi.kharkov.ua/archive/86.pdf>

17. Лаврухин, А. В. Формирование интеллектуальной модели функционирования железнодорожной станции при выполнении поездной работы [Текст] / А. В. Лаврухин // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. – 2015. – №. 1 (55). – С.43-53.

18. Функциональное моделирование работы железнодорожных станций [Текст]: монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, В. В. Малашкин; Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепропетровск, 2015. – с.244

19. Руденко, О.Г. Штучні нейронні мережі [Текст]: навчальний посібник/ О.Г. Руденко, Є.В. Бодянський. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ». - 2006. – 404 с.

20. Вернигора, Р. В. Можливості використання штучних нейронних мереж при прогнозуванні поїзної роботи залізничних нарядків [Текст] / Р. В. Вернигора, Л. О. Єльнікова // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень, Вип. 7. – Д.: ДНУЗТ, 2014. – С. 15-19.

21. Петрушов В.В. Удосконалення технології обробки транзитних вагонів на технічній станції залізничного вузла. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук [Текст]: Харків – 2007. – 22 с.

22. Яковлев В. Ф. Автоматика та автоматизація виробничих процесів на залізничному транспорті. – М: Транспорт, 1990. – 279 с.

23. Овчарук І.В., Боклаг Є.В. Інформаційні системи на залізничному транспорті: розвиток та перспективи [Текст] / І.В. Овчарук, Є.В. Боклаг // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. – 2020. - Том 3. - No 2. – с. 170-182

24. Введення єдиної автоматизованої системи перевезень кардинально змінить технологію роботи усіх господарств Укрзалізниці [Електронний ресурс]. – Режим доступу - [Http://Www.Liski.Ua/Ua/News/59.Html](http://Www.Liski.Ua/Ua/News/59.Html)

25. Електронний ресурс. Режим доступу - <https://gioc.uz.gov.ua/>

26. Управління транспортними технологіями: Конспект лекцій [Текст] / Д. В. Ломотько, Г. О. Примаченко, Ю. В. Шульдінер, О. М. Харламова. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – Ч. 1. – 48 с.

27. Укрзалізниця создала не имеющую аналогов систему управления перевозками URL : <http://glavred.info/archive /2012/07/26/110045-14.html>.

28. Стрелко О.Г., Бердниченко Ю.А., Петриковець О.В., Грушевська Т.М., Круглик М.В.. Удосконалення технології роботи сортувальних станцій шляхом застосування єдиної інформаційної системи [Текст] / О.Г. Стрелко, Ю.А. Бердниченко, О.В.Петриковець, Т.М.Грушевська, М.В.Круглик // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. - Том 30 (69). - Ч. 2. - № 5. – 2019. – с.144-148.

29. Ададуrow С.Е. Комплексная система автоматизации сортировочных процессов. [Текст] / С.Е. Ададуrow // Железнодорожный транспорт. - 2008. - № 6. - С. 37–38.

30. Шаповал Г.В. Забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук [Текст]: Харків. – 2007. – 20 с.

31. Берестов І.В. Залізничні станції та вузли. Підручник за ред. Берестова І.В. [Текст]: Харків. – 2012. – 464 с.

32. Кодекс законів про працю України. Закон № 322-VIII від 10.12.71[Електронний ресурс]: Режим доступу - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>

33. Економіка залізничного транспорту [Текст]: Навч. посібник / Л.О. Позднякова, О.Г. Дейнека, М.Д. Жердев та ін.; за заг. ред. Л.О. Позднякової, О.Г. Дейнеки. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 243 с.

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

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

36. Козаченко, Д. М. Основи дослідження операцій: приклади та задачі. Навчальний посібник для ВНЗ / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, В. В. Малашкін – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2015. – 277 с.

37. Робочий час та його тривалість [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://minjust.gov.ua/m/str_8396

38. Норми тривалості робочого часу на 2021 рік [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://buhgalter911.com/spravochniki/oplata-truda/norma-prodolzhitelnosti-rabochego-vremeni/norma-prodolghitelnosti-rabochego-950661.html>

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

А.1 Поїздо- та вагонопотоки станції Б

Таблиця А.1 - Пасажирський поїздопотік станції Б

З \ На	Т	М	Н	О
Т	–	0	2/2	3/2
М	0	–	2/2	4/1
Н	3/1	2/2	–	0
О	3/2	2/2	0	–

Примітка: в чисельнику вказані пасажирські поїзди, в знаменнику - приміські

Таблиця А.2 Транзитний вагонопотік без переробки станції Б

З \ На	Т	М	Н	О
Т	-	280	530	300
М	190	-	375	240
Н	630	320	-	130
О	340	150	144	-

Таблиця А.3 Транзитний вагонопотік з переробкою станції Б

З \ На	Т	М	Н	О
Т	-	160	500	240
М	155	-	650	210
Н	230	320	-	160
О	135	360	105	-

Число збірних поїздів на всіх ділянках 1 поїзд.

Зміна локомотивів відбувається для поїздів з/на напрямку Т, а також для кутових поїздів.

А.2 Вихідні дані до визначення кількості вагонів у складі поїзда

Тип локомотива – ВЛ 60.

Крутизна розрахункового керівного підйому:

для ділянок Т-Б та М-Б - $i_p = 6,3 \text{ ‰}$;

для ділянок Н-Б та О-Б- $i_p = 5,8 \text{ ‰}$.

Маса бруто 4-вісного вагона - $q_{бр} = 80,2 \text{ т}$;

Довжина вагона, $l_v=15\text{ м}$;

Корисна довжина приймально-відправних колій – 850 м.

А.3 Вихідні дані для моделювання роботи станції

Інтервали між поїздами – випадкова величина, яка розподілена по закону Ерланга з такими характеристиками:

- з 08-00 до 20-00: математичне очікування – $M[L]=19$ хв, параметр Ерланга – $K=1$;

- з 20-00 до 08-00: математичне очікування – $M[L]=37$ хв, параметр Ерланга – $K=2$.

Кількість бригад в парку прийому сортувальної станції:

- з 08-00 до 20-00 працює 1 бригада;
- з 20-00 до 08-00 працює 2 бригади.

Тривалість обслуговування составів бригадами ПТО – випадкова величина, розподілена за показниковим законом з такими характеристиками:

- математичне очікування – $M[T_{\text{обсл}}]=33,3$ хв;
- мінімальний час обслуговування одного состава $T_{\text{обсл}}^{\text{min}} – 28$ хв.

Тривалість перерв у роботі бригади протягом зміни $T_{\text{перерв}}=60$ хв.

А.4 Вихідні дані для розрахунку витрат на утримання бригад ПТО та простою поїздів

Вартість утримання однієї бригади ПТО - $e_{\text{пто}}=331,2$ тис. грн.

Вартість 1 години простою составу вантажного поїзда на технічній станції - $c_{\text{прост}}^{\text{сост}} = 836,6$ грн/год.

А.5 Вихідні дані для побудови графіків обслуговування составів в парках станції

Отримання інформації про відправлення поїзда з сусідньої станції-1 хв.

Вихід на колію прибуття працівників-2 хв.

Прийом поїзда-4 хв.

Закріплення вагонів-7 хв.

Огородження составу на колії прибуття-1 хв.

Відчеплення поїзного локомотива-4 хв.

Комерційний огляд вагонів-30 хв.

Причеплення маневрового локомотива-4 хв.

Прибирання гальмівних башмаків-7 хв.

Зняття огороження-1 хв.

Насув та розпуск составів-12 хв.

Формування составу згідно правил ПТЕ-27 хв.

Перестановка сформованого составу -8 хв.

Скорочене випробування автогальм-20 хв.

Повне випробування автогальм – 40 хв.

Отримання документів на поїзд-3 хв.

Відправлення поїзда -4 хв.

Технічне обслуговування составів в парках станції:

- відправлення – 32 хв;
- транзитному непарного напрямку – 25 хв.
- транзитному парного напрямку – 27 хв.

ДОДАТОК Б

МУЛЬТИМЕДІЙНИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ
РОБОТИ**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ З
МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ
ПОКАЗНИКІВ ЇЇ
ФУНКЦІОНУВАННЯ**

Студент групи УЗ2021

Ден ВОЛОКІТІН

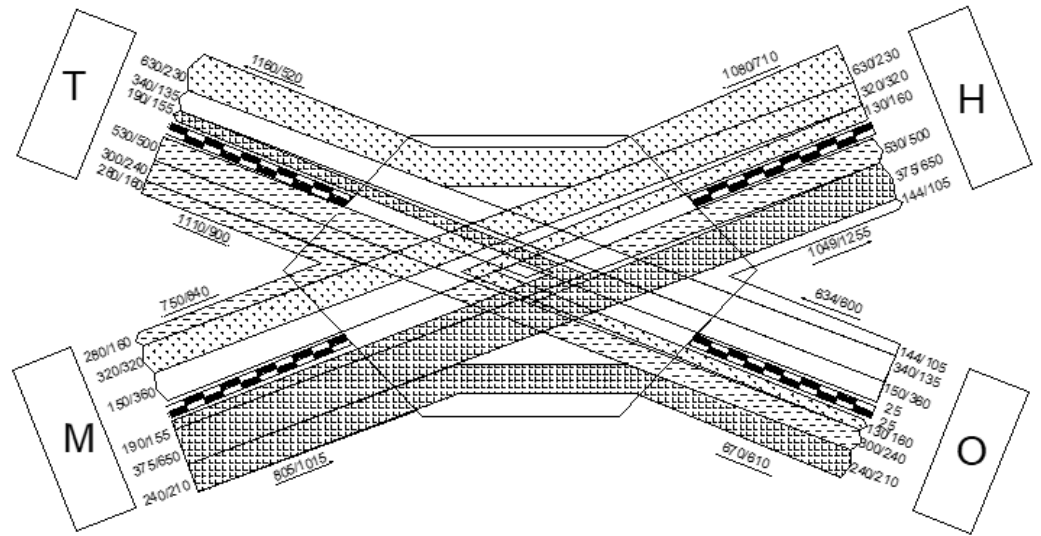
Рисунок Б.1 – Титульний слайд

Об'єкт дослідження дипломної роботи - процес функціонування сортувальних станцій.

Мета роботи - підвищення ефективності функціонування сортувальної станції за рахунок удосконалення технології обслуговування вантажних поїздів.

Рисунок Б.2 – Об'єкт дослідження та мета роботи

Діаграма вагонопотоків



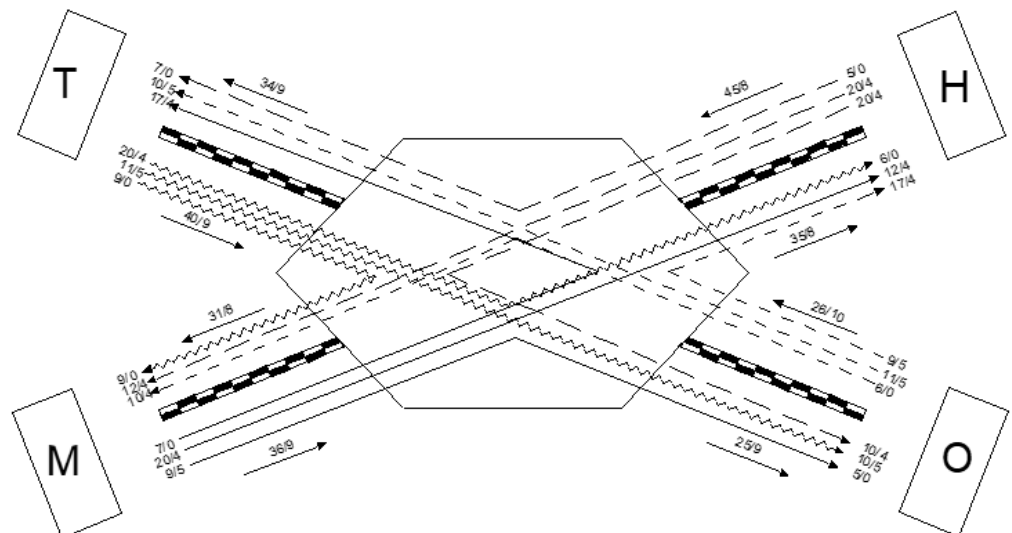
Умовні позначення:

- | | | | |
|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | Транзитний вагонопотік з М | | Транзитний вагонопотік з О |
| | Транзитний вагонопотік з Т | | Транзитний вагонопотік з Н |

Примітка: у чисельнику - вагони без переробки, у знаменнику - з переробкою

Рисунок Б.3 – Діаграма вагонопотоків

Діаграма поїздопотоків



Умовні позначення:

- | | | | |
|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | Транзитний поїздопотік з М | | Транзитний поїздопотік з Т |
| | Транзитний поїздопотік з О | | Транзитний поїздопотік з Н |

Примітка: у чисельнику - вантажні поїзди, у знаменнику - з пасажирські поїзди

Рисунок Б.4 – Діаграма поїздопотоків

Параметри та моделювання випадкової величини інтервалів між поїздами

Параметри випадкової величини інтервалів між поїздами складають:

- з 08-00 до 20-00: математичне очікування – $M[I]=37$ хв, параметр Ерланга – $k=2$;
- з 20-00 до 08-00: математичне очікування – $M[I]=19$ хв, параметр Ерланга – $k=1$.

Моделювання випадкової величини інтервалів між поїздами, розподіленою за законом Ерланга

$$I_i = -\frac{M[I]}{k} \ln \prod_{j=1}^k R_j$$

- з 08-00 до 20-00 $\longrightarrow I_i = -18,5 \cdot \ln(R_1 \cdot R_2)$ хв;

- з 20-00 до 08-00 $\longrightarrow I_i = -19 \cdot \ln R_1$ хв.

Рисунок Б.5 – Параметри та моделювання випадкової величини інтервалів між поїздами

Параметри та моделювання випадкової величини тривалості технічного обслуговування составів

Параметри випадкової величини тривалості технічного огляду составів, розподіленої за показниковим законом:

- математичне очікування – $M[T_{\text{обсл}}]=33,3$ хв;
- мінімальний час обслуговування одного состава $T_{\text{обсл}}^{\text{min}} - 28$ хв.

Моделювання випадкової величини тривалості технічного огляду составів за показниковим законом

$$T_i^{\text{TO}} = (T_{\text{min}}^{\text{TO}} - M[t]) \cdot \ln R_i + T_{\text{min}}^{\text{TO}}$$

Розподіл бригад по змінах:

- з 08-00 до 20-00 працює 1 бригада;
- з 20-00 до 08-00 працює 2 бригади.

Рисунок Б.6 – Параметри та моделювання випадкової величини тривалості технічного обслуговування составів

Процедура вибору формули розрахунку інтервалу між поїздами

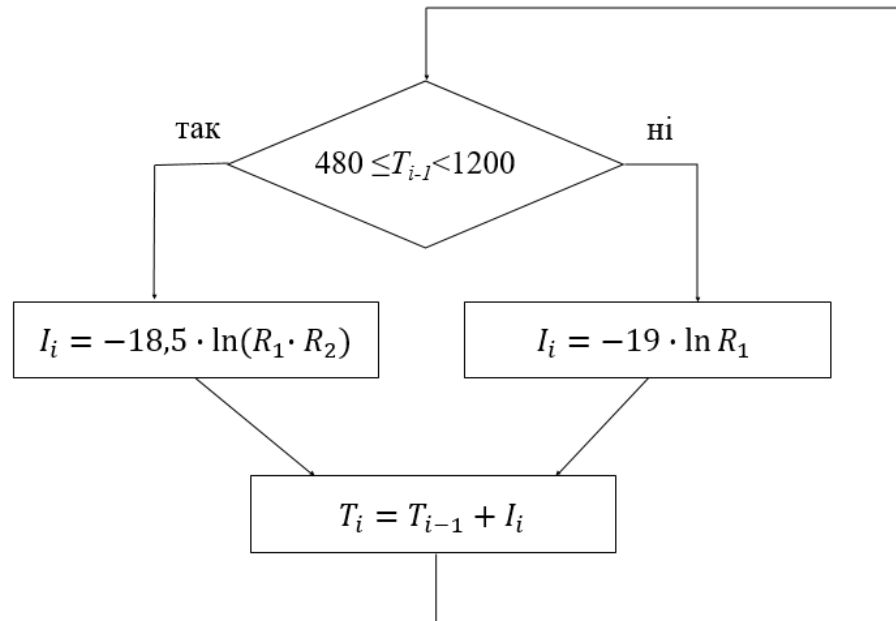


Рисунок Б.7 – Процедура вибору формули розрахунку інтервалу між поїздами

Технологія обслуговування поїздів при одній бригаді

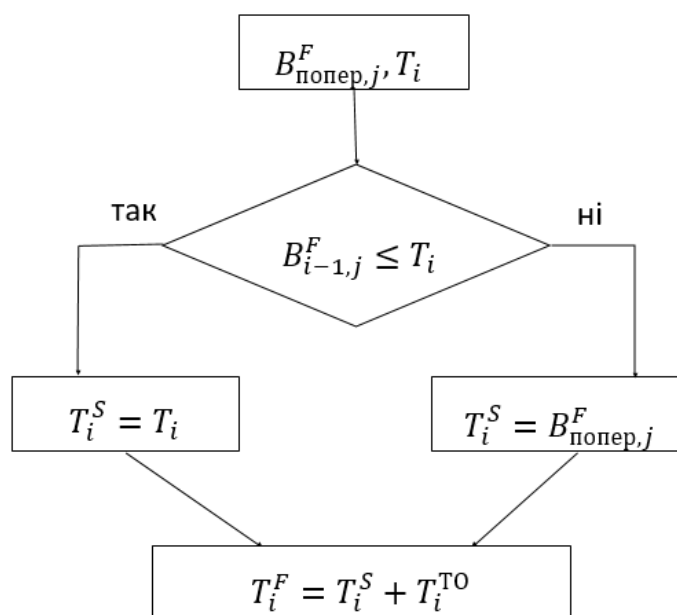


Рисунок Б.8 – Технологія обслуговування поїздів при одній бригаді

Порядок обслуговування поїздів при двох бригадах ПТО

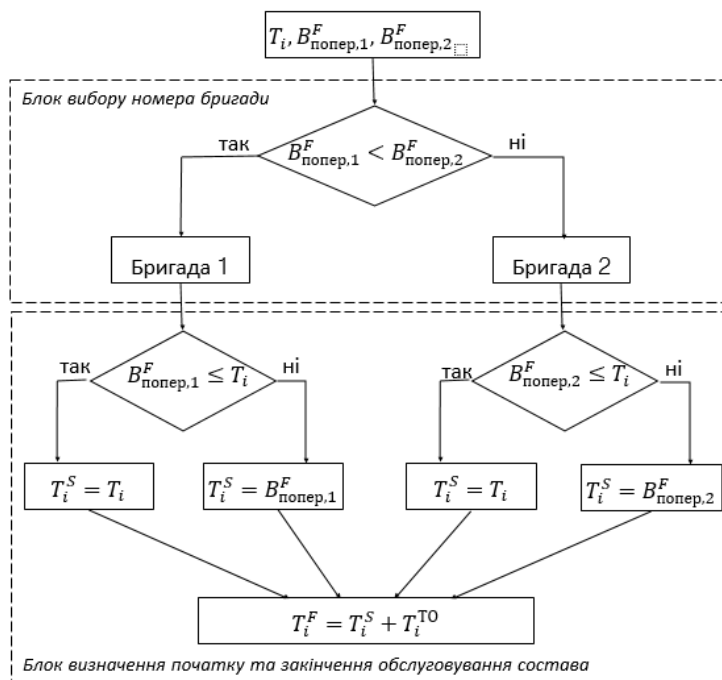


Рисунок Б.9 – Порядок обслуговування поїздів при двох бригадах ПТО

Результати моделювання роботи парку прийому в режимі 1_2

Показник	Денна зміна		Нічна зміна
	Бригада 1	Бригада 1	Бригада 2
Кількість поїздів $N_j^{ПТО}$, поїзди	20	23	21
Середній інтервал між поїздами $I_{сер}$, хв	36,0	16,4	
Середня тривалість обслуговування поїзда $T_{сер}^{T0}$, хв	32,7		
Сумарний простій составів в очікуванні обслуговування $\sum T_i^{прост}$, хв	1746	1465	
Середній простій составів в очікуванні обслуговування $T_{сер}^{прост}$, хв	87,3	33,3	
Сумарний простій бригад $\sum B_j^{прост}$, хв	2	44	39
Коефіцієнт завантаження бригад Φ_j	108,8	102,4	103,2

Рисунок Б.10 – Результати моделювання роботи парку прийому в режимі 1_2

Технологія обслуговування поїздів при трьох бригадах ПТО

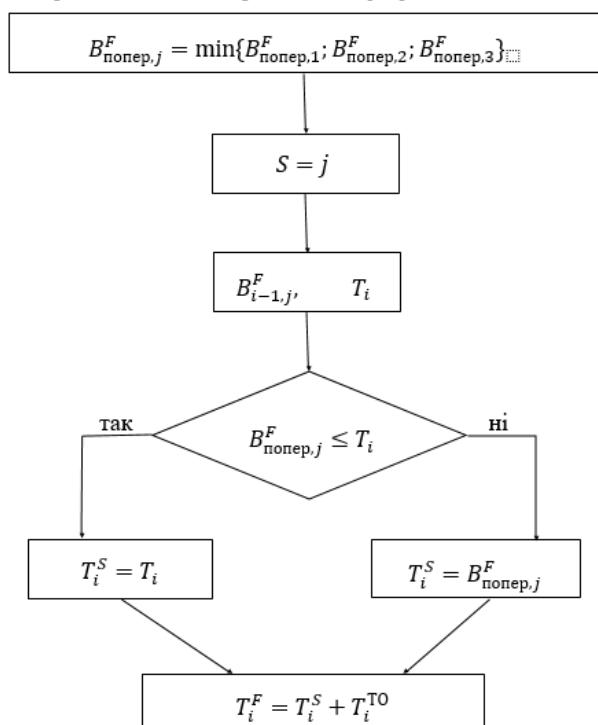


Рисунок Б.11 – Технологія обслуговування поїздів при трьох бригадах ПТО

Результати моделювання роботи парку прийому в режимі 2_3

Показник	Дня змін		Тічка змін		
	Бригада 1	Бригада 2	Бригада 1	Бригада 2	Бригада 3
Кількість поїздів $N_j^{\text{ПТО}}$, поїздів	10	10	16	16	12
Середній інтервал між поїздами $I_{\text{сер}}$, хв	36,0		16,4		
Середня тривалість обслуговування поїзда $T_{\text{сер}}^{\text{ТО}}$, хв	32,7				
Сумарний простій составів в очікуванні обслуговування $\sum T_i^{\text{прост}}$, хв	104		354		
Середній простій составів в очікуванні обслуговування $T_{\text{сер}}^{\text{прост}}$, хв	5,2		11,1		
Сумарний простій бригад $\sum B_j^{\text{прост}}$, хв	326	333	304	253	274
Коефіцієнт завантаження бригад ϕ_j	59,7	58,6	63,0	70,8	67,6

Рисунок Б.12 – Результати моделювання роботи парку прийому в режимі 2_3

Графіки роботи бригад ПТО: а) в режимі 1_2; б) в режимі 2_3

а)

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	н		н			
2		д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	н		н		
3			д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	н		н	
4	н			д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	н		
5		н			д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	н	
6	н		н			д	н		н			д	н		н			д	н	н			д	н		н			д	

б)

День	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н		
2		д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н	
3			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н
4	н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н	
5		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н
6	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д
7	д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н		
8		д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н	
9			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н
10	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д	н			д	н		н			д

Рисунок Б.13 – Графіки роботи бригад ПТО: а) в режимі 1_2; б) в режимі 2_3

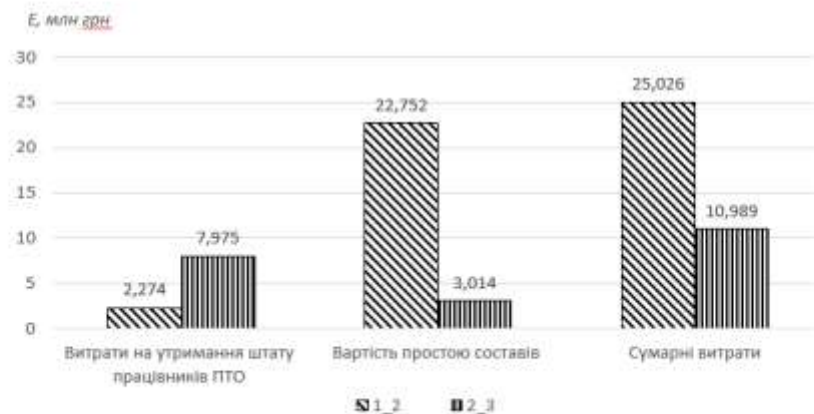
Визначення експлуатаційних витрат за варіантами

Витрати на утримання штату ПТО

$$E_{\text{пто}} = 4,3 S_{\text{бр}} e_{\text{пто}} \cdot 10^{-3}, \text{ млн. грн.}$$

Вартість простою составів

$$E_{\text{прост}} = 365 \cdot \frac{T_{\text{сер}}^{\text{прост}}}{60} \cdot N_{\text{п}} \cdot c_{\text{прост}} \cdot 10^{-3}, \text{ млн. грн.}$$



Розподіл витрат по варіантам

Рисунок Б.14 – Визначення експлуатаційних витрат за варіантами

ДОДАТОК В

(обов'язковий)

ВІДОМОСТІ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Таблиця В.1 - Відомості матеріалів дипломної магістерської роботи, наданих до захисту

№ з/п	Матеріал дипломної магістерської роботи, наданий до захисту	Кількість аркушів (листів)	Найменування матеріалу
1	Удосконалення технології роботи технічних станцій з метою покращення показників її функціонування	96	Пояснювальна записка
2	Мультимедійний демонстраційний матеріал до дипломної роботи	14	Презентація
3	Схема сортувальної станції Б	1	Лист 1