

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри
/Микола БЕРЕЗОВИЙ/

« 21 » 12 20 21 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

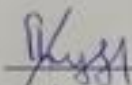
Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

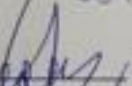
Тема **Удосконалення технічного оснащення підсистеми розформування сортувальної станції Н в умовах збільшення обсягів роботи**

Theme **Improving the technical equipment of the disband subsystem of the sorting station H in terms of increasing the amount of work**

Керівник дипломної роботи

доц.  Андрій КУДРЯШОВ

Нормоконтролер

доц.  Микола БЕРЕЗОВИЙ

Студент групи УЗ1927

 Дмитро ГЛАДКИХ

Student

Hladkykh Dmytro

Дніпро – 2021

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Факультет Управління процесами перевезень

Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ / М. І. Березовий /
(підпис)

2021 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

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

отримав студент групи УЗ1927 _____ Гладких Дмитро Євгенович
(номер групи) (ПІБ)

1 Тема дипломного проекту (роботи): Удосконалення технічного оснащення
підсистеми розформування сортувальної станції Н в умовах збільшення обсягів роботи

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

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

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

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

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу):

1. План станції Н
2. Діаграма вагоно- та поїздопотоків станції Н
3. Мережевий графік виконання операцій в парку прибуття; структурно-часова таблиця робіт
4. Приклади імітаційного моделювання за допомогою програмного забезпечення
5. Технологія обробки составів в залежності від інтенсивності вхідного потоку
6. Технологічні графіки обробки поїздів різних категорій
7. Добовий план-графік роботи сортувальної станції Н
8. Показники добового плану-графіку

6 Розділи та консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Кількість аркушів	Обсяг розділу, %
1. Шляхи підвищення якості роботи сортувальних станцій	строк 1	—	15
2. Техніко-експлуатаційна характеристика об'єкту дослідження	строк 1	1	12
3. Визначення обсягів роботи станції	строк 1	1	10
4. Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій	строк 2	—	10
5. Удосконалення технічного оснащення підсистеми розформування та його техніко-економічне обґрунтування	строк 2	-	8
6. Удосконалення технології обробки составів у підсистемі розформування та його техніко-економічне обґрунтування	строк 2	3	18
7. Організація експлуатаційної роботи станції	строк 3	1	12
8. Графічне моделювання роботи станції та визначення показників функціонування станції	строк 3	2	15
Всього		8	100

Дата видачі завдання: « 05 » жовтня 2021 р.

Керівник дипломного проекту (роботи)

(підпис)

Кудряшов А. В.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Гладких Д. Є.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається зі вступу, восьми розділів, висновків і чотирьох додатків. Повний обсяг роботи – 107 сторінок; з них основного тексту 94 сторінки, рисунків – 12, таблиць – 25, список використаних джерел і додатків 13 сторінок. Список використаних джерел зі 54 найменувань.

В дипломній роботі розглянуто удосконалення експлуатаційної роботи сортувальної станції Н в умовах збільшення транзитного вагонопотоку з переробкою.

З цією метою була розглянута техніко-експлуатаційна характеристика станції Н, визначено обсяги її роботи, розраховано норми часу на виконання технологічних операцій, проаналізовано експлуатаційну роботу станцій Н, визначено раціональну технологію обробки составів в парку прийому. Виконано графічне моделювання роботи станції у вигляді добового плану-графіку роботи та визначено показники функціонування станції.

СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,
ВАГОНОПОТІК, УДОСКОНАЛЕННЯ, ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ,
ДОБОВИЙ ПЛАН-ГРАФІК.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП.....	8
1 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ	9
1.1 Удосконалення конструкції плану та профілю сортувальних гірок	10
1.2 Шляхи збільшення переробної спроможності сортувальної гірки та зниження витрат на маневрові операції	12
1.3 Удосконалення та модернізація технічних засобів управління швидкістю ско-чування відчепів	14
1.4 Вибір черговості розпуску составів з метою прискорення поїздоутворення на сортувальних станціях	20
1.5 Постановка задачі дипломної роботи	24
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
2.1 Технічна характеристика непарної сортувальної системи	25
2.2 Характеристика експлуатаційної роботи.....	30
3 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ	33
3.1 Розрахункові обсяги роботи станції.....	33
3.2 Розрахунок маси вантажного поїзда	34
3.3 Розрахунок кількості вагонів у складі вантажного поїзда та необхідної корис-ної довжини колій	36
3.4 Розрахунок поїздо- та вагонопотоків	37
3.5 Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ділянок.....	38
4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ.....	40

					0042.196427.ДР.2021.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гладких				Удосконалення технічного осна-щення підсистеми розформування сортувальної станції Н в умовах збі-льшення обсягів роботи	Стадія	Аркуш
Керівн.	Кудряшов					Н	4
						УДУНТ	
Н. контр.	Березовий						

4.1 Розрахунок тривалості на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування	40
4.2 Розрахунок тривалості виконання технічних операцій в сортувальному парку	46
4.3 Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з поїздом свого формування	48
4.4 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з транзитним поїздом	51
5 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗФОРМУВАННЯ ТА ЙОГО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	53
5.1 Визначення витрат пов'язаних удосконаленням колійного розвитку парку прийому	54
5.2 Визначення витрат пов'язаних з простоем поїздів	57
6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ СОСТАВІВ У ПІДСИСТЕМИ РОЗФОРМУВАННЯ ТА ЙОГО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	59
6.1 Постановка задачі дослідження	59
6.2 Модель підсистеми розформування	59
6.3 Моделювання роботи підсистеми розформування станції	68
6.4 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення експлуатаційної роботи станції	72
7 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЇ	75
7.1 Технологія роботи з поїздами, що надходять у переробку	75
7.2 Технологія розформування та формування составів	77
7.3 Технологія роботи з поїздами свого формування	81
7.4 Технологія обслуговування вантажних транзитних поїздів	83
8 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАНЦІЇ	89
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТОК А ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	102

ДОДАТОК Б РОЗКЛАД ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЮ Н	103
ДОДАТОК В РОЗПОДІЛ ВАГОНІВ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМИ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ	105
ДОДАТОК Г ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВГ – вершина гірки;
ВЛ – поїзний локомотив;
ГАЦ – гіркова автоматична централізація стрілок та сигналів;
ГСП – гірка середньої потужності;
ГП – гальмівна позиція;
ГС – граничний стовпчик;
ДП – дуже поганий бігун;
ДСП – черговий по станції;
ДСПГ – черговий по гірці;
ДСПП – черговий по парку;
ДСЦ – маневровий диспетчер;
ДХ – дуже хороший бігун;
ЕЦ – електрична централізація;
КНП – вагонний уповільнювач клещевидно-підйомний;
МРЦ – маршрутно-релейна централізація;
ПВП – приймально-відправний парк;
ПГП – паркова гальмівна позиція;
ПП – парк прийому;
ГВП – гірка великої потужності;
ПГП – паркова гальмівна позиція;
ПКО – пункт комерційного огляду вагонів;
ПТО – пункт технічного обслуговування вагонів;
ПК – під'їзна колія;
РНЗ – парковий вагонний уповільнювач;
РТ – розрахункова точка;
СТЦ – станційний технологічний центр;
СЦБ – засоби зв'язку, сигналізації, централізації і блокування;
ТГНЛ – телеграма натурний лист;
ТРА – техніко-розпорядчий акт.

ВСТУП

У теперішній час залізничні перевезення знаходяться в умовах реальної конкуренції на ринку перевезень. Для того щоб залізничні перевезення були конкурентоспроможні, необхідно збільшувати швидкість і якість доставки вантажів та покращувати якісні показники перевізного процесу, при цьому не збільшуючи експлуатаційних витрат.

Сортувальні станції розміщують в районах масового навантаження та вивантаження вантажів, на під'їздах до великих промислових центрів. Для якісної роботи станції необхідно так розробити технологію її роботи по обслуговуванню поїздів, щоб вона відповідала не тільки всім вимогам типового технологічного процесу, але й враховувала особливості її розміщення на мережі залізниць України.

Сучасні технологічні процеси станційної роботи складаються з двох частин: послідовність операцій і норми часу на їх виконання. Для ефективного використання пропускної та переробної спроможностей станцій і виконання заданих показників цих складових недостатньо.

В даній дипломній роботі удосконалена технологія роботи існуючої сортувальної станції Н в сучасних умовах функціонування. В роботі буде розраховано обсяги роботи станції та виконано нормування тривалості операцій технологічного процесу,. За допомогою методів імітаційного моделювання буде удосконалена технологія обробки поїздів в парку прийому та визначено раціональну кількість бригад ПТО та груп в бригаді за критерієм мінімуму приведених витрат.

Також в дипломній роботі буде виконано графічне моделювання роботи станції у вигляді добового плану-графіку роботи станції та на його основі розраховані показники роботи.

1 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Сортувальні станції є одним з найважливіших вузлів мережі залізниць, призначені для масового розформування та формування вантажних поїздів. На станції переробляються транзитні і місцеві вагонопотоки із прилеглих напрямків і формуються дільничні, збірні і передатні поїзди, виконуються операції з транзитними вантажними поїздами, ремонт вагонів, екіпіровка локомотивів, сортування дрібних відправок та контейнерів. Сортувальні станції розміщують в районах масового навантаження та вивантаження вантажів, на під'їздах до великих промислових центрів.

Розформування-формування составів на сортувальних гірках є одним з основних елементів перевезень вантажів залізничним транспортом України. На сьогодні технічне забезпечення сортувального процесу в Україні представлено зразками техніки розробки 60-70 років 20-го сторіччя є фізично зношеним та морально застарілим і поступається закордонним аналогам по показникам безпеки сортувального процесу та його економічності.

Удосконалення процесу керування перевезеннями, створення високоефективних засобів автоматизації - ключовий напрямок у підвищенні провізної й пропускнуєї спроможності залізниці, переробної спроможності дільничних, вантажних і сортувальних станцій. В сучасних умовах склалося декілька напрямків удосконалення сортувального процесу на гірках: удосконалення конструкції плану та профілю сортувальних гірок, удосконалення конструкції маневрових локомотивів та режимів керування ними, удосконалення та модернізація технічних засобів управління швидкістю скочування відчепів, автоматизація управління розформуванням-формуванням вантажних поїздів.

При цьому комплексне вирішення задачі вибору заходів з підвищення ефективності роботи конкретної сортувальної гірки вимагає наявності методів її оцінки з позицій техніко-експлуатаційної ефективності, безпеки руху та з використанням імітаційного моделювання і методів оптимізації.

1.1 Удосконалення конструкції плану та профілю сортувальних гірок

Конструкція плану гіркових горловин суттєво впливає на динаміку та тривалість скочування відчепів. Капітальні вкладення при будівництві та експлуатаційні витрати під час функціонування гірки в першу чергу залежать від параметрів її горловини.

Результати досліджень впливу параметрів горловини на її будівельну довжину наведено у [1-3]. Під будівельною довжиною розуміють розгорнуту довжину горловини від вершини гірки до початку паркової гальмової позиції без врахування довжин елементів стрілочних переводів.

Аналіз типових схем гіркових горловин показав, що на спускній частині гірки необхідно розміщувати не більше двох додаткових кривих. Тому в [3] було розроблено методику, що дозволяє визначити всі можливі значення кутів повороту додаткових кривих спускної частини гірки, при яких конструкція сортувальної гірки відповідає нормативним вимогам. Найменша будівельна довжина горловини досягається при максимальній сумі кутів додаткових кривих спускної частини.

В [4] було запропоновано методику оптимізації параметрів ділянок сполучення при розміщенні паркової гальмової позиції на прямій ділянці колій за основною сполучною кривою. В роботі виконано дослідження впливу кількості пучків горловини на її будівельну довжину. Встановлено, що зі збільшенням числа пучків будівельна довжина зменшується на 10–15 % і спостерігається скорочення середньої відстані пробігу відчепів від вершини гірки до розрахункової точки. Отже, задача вибору раціональної кількості пучків гіркової горловини повинна вирішуватися на основі техніко-економічних розрахунків.

Одним з найбільш складних і трудомістких способів визначення невідомих кутів на спускній частини гіркової горловини є графічний метод, що представлено в [5, 6]. Суть даного методу полягає в попередньому графічному виборі положення пучків шляхів з подальшим аналітичним розрахунком кутів повороту сполучних кривих. Істотним недоліком графічного методу є

невизначеність вибору параметрів конструкції горловини, а також відсутність критерію, що дозволяє оцінити якість проекрованої горловини.

В теперішній час експлуатація сортувальних комплексів залізничних станцій характеризується значною нерівномірністю вхідного потоку поїздів. В цьому зв'язку виникає необхідність оперативно змінювати режим роботи комплексу у відповідності до інтенсивності надходження поїздів в розформування. Для вирішення вказаної задачі була запропонована конструкція сортувальної гірки з горбами різної висоти [7].

Даний сортувальний пристрій складається з основної та пониженої гірки. Використання основної гірки під час згущеного прибуття поїздів забезпечить високу інтенсивність розформування составів, а виконання розпуску на пониженій гірці в періоди зменшення обсягів переробки дозволить скоротити витрати енергоресурсів на сортувальний процес. Оцінка ефективності розробленої конструкції гірки виконана на основі імітаційного моделювання процесу розформування потоку составів [8]. Як показано в [7, 8] використання пониженої гірки для розформування составів не призводить до істотного погіршення показників сортувального процесу та дозволяє скоротити витрати палива в середньому на 10 %.

В роботі [9] досліджено вплив реконструкції витяжних колій на гірковий технологічний інтервал, використання переробної спроможності сортувальної гірки та експлуатаційні витрати. Виконані дослідження [9, 10] дозволяють зробити наступні висновки:

- подовження витяжних колій для можливості витягування на них всього составу дозволяє зменшити гірковий технологічний інтервал і збільшити переробну спроможність гірки;
- економія експлуатаційних витрат, які пов'язані з простоєм вагонів та роботою гіркового локомотива, у разі подовження витяжних колій перевищує зведені витрати на будівництво та поточне утримання цих колій.

У роботі [11] розглянуті конструкції гіркових горловин сортувальних парків з різним числом колій у пучках і положенням першої гальмівної позиції,

а також на основі імітаційного моделювання виконаний порівняльний аналіз та оцінка ефективності розроблених конструкцій сортувальних гірок.

Таким чином, з урахуванням встановлених вимог в роботі [12], зменшення кількості колій в пучках і, відповідно, збільшення їх кількості не забезпечує істотного покращення умов поділу відчепів на стрілках пучків і інших показників сортувального процесу. У той же час це призводить до збільшення потрібного числа сповільнювачів на спускній частині гірки і до підвищення експлуатаційних витрат на їх обслуговування. Отже, використання гіркових горловин зі зменшеним числом шляхів в пучках є нераціональним.

Аналіз показників якості сортувального процесу в роботах [13] показав, що розміщення 1РСП після ВТП призводить до збільшення розрахункової довжини гіркової горловини на 2-6%, а це, в свою чергу, призводить до збільшення висоти гірки на 5-10%. Також, збільшення довжини горловини призводить до збільшення тривалості проходження гіркового локомотива від вершини гірки до вагонів, які стоять на колії, для виконання необхідних маневрових операцій.

Варто зазначити, що з точки зору ефективності експлуатаційної роботи сортувальної гірки слід відзначити, що розміщення 1РСП після ВТП має наступні недоліки:

- гірковий оператор не може досить точно оцінити ходові якості відчепів скочення на ділянці від ВГ до ВТП, і, відповідно, забезпечити раціональне використання потужності сповільнювачів ВТП;
- збільшується довжина зони не контролюючого скочування відчепів до СТП;
- збільшуються експлуатаційні розходи, пов'язані з насувом і розпуском составів.

1.2 Шляхи збільшення переробної спроможності сортувальної гірки та зниження витрат на маневрові операції

Залізнична транспортна система України в основному складалася за часів Радянського Союзу і забезпечувала потреби його економіки. Після набуття

незалежності України відбулися суттєві зміни у напрямку та обсягах вагонопотоків, що викликало зміни умов роботи залізничних станцій. Одним із основних напрямків удосконалення пропуску вагонопотоків на залізничних мережах у світі є концентрація сортувальної роботи на меншій кількості сортувальних станцій [14]. Пріоритетом розвитку залізничного транспорту, визначеним Транспортною стратегією України, є розвиток опорних сортувальних станцій. В цих умовах актуальним питанням для залізничного транспорту України є розрахунок переробної спроможності залізничних станцій.

Відповідно до [15, 16] сортувальна гірка являє собою інженерну споруду зі штучним підвищенням ділянки залізничної колії для сортування вагонів з використанням сили тяжіння на ухилі. Переробна спроможність станцій визначається найбільш ймовірною кількістю вантажних поїздів (вагонів), які можуть бути перероблені станцією за добу при застосуванні прогресивних технологій з найкращим використанням колійного розвитку та технічного оснащення. При цьому переробна спроможність станцій, що мають сортувальну гірку, визначається як сума переробної спроможності сортувальних систем та вантажних колій, на яких здійснюється розформування – формування поїздів.

В роботі [17, 18] проведено дослідження шляхів збільшення переробної спроможності сортувальної гірки за рахунок перерозподілу маневрової роботи між гірковою і вихідною горловинами сортувального парку. Отримано залежності, що дозволяють визначити момент перенесення маневрової роботи в інший маневровий район сортувального парку, а також обсяги переробки вагонів, при яких необхідно збільшувати технічне оснащення станції. Для оцінки продуктивності технічного оснащення і технології роботи станції з переробки вагонопотоку доцільно використовувати показник «переробна спроможність сортувального комплексу». В якості технічної переробної спроможності сортувального комплексу пропонується розуміти максимальну кількість вагонів, що може бути ним перероблена протягом доби, при збільшенні якої необхідні заходи з нарощування переробної спроможності.

1.3 Удосконалення та модернізація технічних засобів управління швидкістю скочування відчепів

В сучасних умовах, які характеризуються високою конкуренцією перевізників на ринку транспортних послуг, однією з нагальних задач для зміцнення позицій залізничного транспорту є безупинне підвищення ефективності його функціонування. Найбільш продуктивними сортувальними пристроями при масовій переробці вагонопотоків є сортувальні гірки, які відіграють значну роль у підвищенні рівня енергозощадження та безпеки розформування складів поїздів, зниженні тривалості знаходження вагонів на станції і їх обігу, підвищенні рівня збереження вагонів і вантажів, що перевозяться в них.

Незважаючи на певні недоліки, концепція інтервально-прицільного регулювання швидкості скочування відчепів з сортувальної гірки отримала домінуюче розповсюдження на залізницях світу.

Підвищення якості регулювання швидкості скочування відчепів потребує посилення технічного оснащення сортувальної гірки. При цьому виникає потреба у значних капіталовкладеннях, але зменшуються експлуатаційні витрати на переробку вагонів [19].

Для можливості оцінки ефективності впровадження систем автоматизованого управління швидкістю скочування відчепів з сортувальної гірки [20, 21] ці системи повинні будуватися із типових блоків (управління інтервальним і прицілним гальмуванням тощо), для кожного з яких слід встановити параметри якості реалізації ними своїх функцій (точність реалізації швидкості виходу відчепів з гальмових позицій тощо). При цьому вибір типу вагонних сповільнювачів і їх кількості має бути спрямованим на зменшення різниці швидкості скочування відчепів.

У роботі [22] встановлено, що зменшення розрахункової швидкості підходу відчепів до вагонів, які знаходяться на сортувальних коліях, викликає суттєве зменшення можливої кількості пошкоджених вагонів на гірці і, як наслідок, зменшення річних експлуатаційних витрат, які пов'язані з

пошкодженням вагонів. У той же час, збільшення похибки гальмування відчепів викликає суттєве зростання кількості таких вагонів. Збільшення крутості ухилу сортувальних колій викликає певне зростання кількості пошкоджених вагонів і витрат, які пов'язані з їх пошкодженням.

Із досвіду експлуатації систем розподіленого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках можна виділити три різні підходи до розв'язання проблеми регулювання швидкості скочування відчепів з гірки [23, 24]:

- використання на спускній частині гірки ухилу, що забезпечує постійну швидкість скочування поганого бігуна, а швидкість відчепів із меншим питомим опором руху підтримувати за допомогою точкових вагонних уповільнювачів;

- використання на спускній частині гірки ухилу, що забезпечує постійну швидкість скочування хорошого бігуна, а швидкість відчепів із більшим питомим опором руху підтримувати за допомогою точкового вагонного прискорюва- уповільнюва;

- комбінація перших двох підходів.

У роботі [25] виконано аналіз доцільності застосування точкових регуляторів швидкості вагонів на вітчизняних сортувальних гірках. За результатами дослідження встановлено та проаналізовано залежності між ухилом колії та потрібною щільністю розташування точкових регуляторів швидкості вагонів, а також обґрунтовано висновок про недоцільність використання точкових вагонних уповільнювачів на малих ухилах у стрілочній зоні сортувальних гірок з нормативним профілем. Сортувальні гірки, розраховані у відповідності до чинних правил і норм проектування, не доцільно обладнувати системами розподіленого регулювання швидкості відчепів без реконструкції профілю спускної частини гірки. Розроблений метод розрахунку схеми розташування точкових вагонних уповільнювачів та спеціального профілю сортувальних гірок, що пропонується обладнати системою розподіленого регулювання швидкості відчепів.

Отже, можна вважати, що принципово можливо ефективно використовувати системи розподіленого регулювання швидкості відчепів на спускній

часині вітчизняних сортувальних гірок, однак, щоб досягти високого рівня переробної спроможності профіль спускної частини гірки повинний бути змінений відповідно до розробленого методу. Розроблений метод розрахунку спеціального профілю сортувальних гірок, які пропонується обладнати системою розподіленого регулювання швидкості відчепів, та схеми розташування ТВУ дозволить максимально виключити людський фактор з процесу регулювання швидкості відчепів на спускній частині сортувальної гірки.

Ефективність процесу розформування составів залежить від багатьох факторів. Основними з них є тип і технічний стан засобів регулювання швидкості скочування відчепів та пристроїв автоматизації, режими гальмування відчепів,

Важливою задачею з точки зору забезпечення високої ефективності процесу розформування составів є також обґрунтування раціонального типу вагонних уповільнювачів. Можливі типи вагонних уповільнювачів, що обираються для гальмування відчепів, – функцією від довжини ділянок, що призначаються для улаштування гальмових позицій, раціональні режими регулювання швидкості скочування відчепів – функцією від кількості гальмових позицій, топології їх розміщення, кількості пучків та техніко-експлуатаційних параметрів обраних для гальмування типів вагонних уповільнювачів. Вказані засоби характеризуються широким спектром техніко-експлуатаційних показників, окремі з яких (гальмова потужність, допустима швидкість входу вагонів, енерговитрати на одне включення, тривалість загальмовування і тривалість розгальмовування) суттєвим чином впливають на витрати електроенергії та якість управління процесом гальмування відчепів як на механізованих, так і на автоматизованих сортувальних гірках.

Ще більший вплив на ефективність процесу розформування составів здійснюють режими гальмування відчепів. Вказані режими не тільки визначають енерговитрати на регулювання швидкості скочування відчепів, а і є основним інструментом у забезпеченні встановленої швидкості розпуску, допустимої швидкості співударяння відчепів і мінімальної середньої величини «вікна» на коліях сортувального парку.

У роботах [26-29] доведено можливість застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відчепів на основі результатів імітаційного моделювання скочування розрахункових бігунів. Виявлено основні переваги вказаної технології з позиції забезпечення безпеки і ефективності процесу розформування составів.

В умовах автоматизації процесу переробки вагонів економічний ефект з наростаючим підсумком за розрахунковий період експлуатації вказаного сортувального пристрою перевищить економічний ефект з наростаючим підсумком за цей же період експлуатації автоматизованої сортувальної гірки традиційної конструкції, не дивлячись на те, що капіталовкладення у засоби регулювання швидкості скочування відчепів за попередньою оцінкою можуть бути у два рази більшими при застосуванні сортувального пристрою з гравітаційно-прицілним гальмуванням відчепів.

Крім того, очікується зменшення експлуатаційних витрат на відшкодування втрат від ушкодження вагонів і вантажів (за причини наявності кращих умов для підвищення якості регулювання швидкості скочування відчепів), на електроенергію, необхідну для цього регулювання (можливе зменшення витрат повітря вагонними уповільнювачами), та зменшення додаткових витрат, пов'язаних з простоєм составів у парку приймання в очікуванні розформування (в наслідок можливого зменшення тривалості гіркового інтервалу за рахунок зменшення обсягів маневрової роботи з осаджування вагонів у сортувальному парку і відсутності потреби у ліквідації наслідків нагонів відчепів).

В сучасних умовах розроблені методи вирішення задачі вибору режимів гальмування відчепів в детермінованій постановці [30]. Реальні системи керування швидкістю скочування при виборі режиму гальмування відчепа повинні забезпечити дотримання умов інтервального та прицільного гальмування в умовах відсутності точної інформації про ходові властивості відчепів і неточній реалізації гальмовими позиціями заданих режимів. Вирішення вказаних задач перш за все повинно ґрунтуватись на удосконаленні

алгоритмів управління скочуванням відчепів так, як це вимагає значно менше коштів чим ускладнення технічного забезпечення сортувальних гірок.

В роботі [31] формалізована та вирішена задача вибору режимів гальмування відчепів як задача пошуку таких швидкостей їх виходу з гальмових позицій, що забезпечують мінімальну величину вікон на сортувальних коліях та мінімальний ризик не розділення відчепів на стрілках при заданому рівні безпеки сортувального процесу.

Показники роботи сортувальної гірки суттєво залежать від вибору режимів розпуску составів. Оптимальне управління розпуском потребує визначення таких режимів гальмування відчепів, при яких буде забезпечено найкращі умови їх поділу на стрілках та допустима швидкість прямування одного відчепа до іншого на сортувальних коліях. Режими гальмування окремих відчепів повинні забезпечувати максимально можливі інтервали на стрілках для всіх несприятливих за умовами поділу пар відчепів за рахунок оптимального їхнього розподілу по всьому составі.

У роботі [32] визначено, що основним недоліком існуючих методів оптимізації режимів гальмування відчепів є те, що вони не дозволяють враховувати відхилення фактичних параметрів відчепів від розрахункових значень та неточність реалізації гальмовими позиціями заданих режимів гальмування під час вибору оптимальних режимів гальмування.

Виконані дослідження показали, що врахування впливу випадкових факторів, які діють на відчеп в процесі скочування при оптимізації режимів гальмування відчепів дає змогу підвищити точність регулювання швидкості між відчепами. Для цього використовувалось імітаційне моделювання процесу скочування відчепів з гірки.

Техніко-експлуатаційні показники функціонування сортувальної гірки, а також якість інтервального та прицільного регулювання швидкості відчепів, що скочуються, істотно залежать від обраних режимів гальмування окремих відчепів. Існуючий ітераційний метод оптимізації режимів гальмування відчепів, що скочуються, дозволяє максимізувати інтервали між ними на стрілках в

несприятливих за умовами розділення групах за рахунок деякого зменшення інтервалів в сусідніх більш сприятливих. Даний метод оптимізації режиму розформування складу дозволяє врахувати багаторазові розділення його відчепів на стрілках і використовує модель гальмування відчепів із зоною гальмування, яку можна регулювати. При цьому пошук оптимального режиму розформування складу відбувається при постійній швидкості його розпуску. У той же час в сучасних умовах переробна спроможність сортувальних гірок використовується лише на 50-60 %, тому доцільно зменшити швидкість розпуску для груп відчепів з несприятливими умовами розділення з метою збільшення величини інтервалів. При цьому для зменшення тривалості розпуску складу можливе збільшення швидкості розпуску для груп відчепів, що мають сприятливі умови розділення на стрілках.

Оптимізація режиму розформування складу виконується в два етапи. На першому етапі режими скочування відчепів складу оптимізуються при постійній швидкості розпуску, за результатами оптимізації склад розбивається на групи зі сприятливими і несприятливими умовами розділення. Далі кожна група відчепів виділяється в окремий склад і виконується повторна оптимізація режимів скочування відчепів окремо для кожної групи [39]. При цьому для груп з несприятливими умовами розділення швидкість розпуску знижується відносно початкової, а для груп із сприятливими швидкість розпуску підвищується. Для оптимізації режимів розформування складів використовується імітаційне моделювання.

Аналіз результатів оптимізації режимів інтервального регулювання з використанням змінної швидкості роз-пуску складів показав можливість збільшення інтервалів для груп з несприятливими умовами розділення за рахунок зменшення швидкості розпуску складу. Раціональна швидкість розпуску для кожної групи різна, що в свою чергу викликає необхідність розпуску складу з змінною швидкістю [33, 34].

У роботі [35, 36] розглянуто можливість використання методу оптимізації режиму розформування складів для розрахунку швидкостей виходу відчепів з

гальмівних позицій на автоматизованих сортувальних гірках з метою підвищення якості сортувального процесу. Запропонований метод враховує умови розділення як суміжних, так і несуміжних відцепів складу і використовує математичну модель скочування відцепів з гірки, що дозволяє реалізувати задані швидкості виходу з гальмівних позицій при регулюванні зони гальмування відцепу.

Отримані в результаті оптимізації режими гальмування забезпечують достатньо високу якість інтервального регулювання, а також можливість реалізації безпечної швидкості зіткнення вагонів на сортувальних коліях автоматизованих гірок.

1.4 Вибір черговості розпуску складів з метою прискорення поїздоутворення на сортувальних станціях

Показник, який описано в [37] несприятливо впливає на роботу станцій, в тому числі сортувальних. В деякий період починається масове прибуття вантажних поїздів на станцію, що в свою чергу, призводить до збільшення простоїв у парках сортувальної станції.

Планування поїздоутворення на сортувальних станціях являється основною задачею оперативного керування. Задача характеризується великими обсягами вихідних даних, необхідних для розрахунків. Крім того, вихідні дані постійно змінюються та уточнюються. В таких умовах ймовірність прийняття обґрунтованих та своєчасних керуючих рішень оперативним персоналом значно зменшується. Тому на даний момент вплив оперативного персоналу на процес поїздоутворення обмежується відсутністю ефективних систем підтримки прийняття рішень.

Одним із шляхів впливу на процес поїздоутворення являється керування черговістю розпуску складів [38]. Для цього вирішується завдання щодо створення удосконаленого методу планування поїздоутворення, який враховує багатоетапну процедуру переробки вагонопотоків на транспортній мережі, тобто має використовувати системні властивості процесів. Зрозуміло, що такий механізм удосконалення потребує урахувати більше інформації про

властивості вагоно- та поїздопотоків, що забезпечується на основі широкого залучення даних АСК ВП УЗ.

По результатам дослідження, присвяченим процесу накопичення вагонів, отримано формулу середньої тривалості накопичення вагонів в сортувальному парку:

$$T = 12 \frac{m}{N}, \quad (1.1)$$

де m – кількість вагонів у складі поїзда;

N – кількість поїздів, що надходять у сортувальний парк за добу.

Велику роботу по дослідженню залежності тривалості знаходження вагонів під накопиченням на сортувальних станціях від різних факторів було проведено професором І. І. Васильєвим. Ним було запропоновано спосіб розрахунку вигідності виділення спеціалізованого призначення виходячи із терміну доставки вантажів. В основі розробленого методу лежить визначення простою під накопиченням та зіставлення його з економією, що досягається від проходження наскрізними поїздами наступних станцій без переробки. Простій під накопиченням І. І. Васильєв спочатку визначав за формулою:

$$T_{\text{п}} = 12 \cdot m, \quad (1.2)$$

де $T_{\text{п}}$ – добові вагоно-години накопичення одного призначення;

12 – коефіцієнт накопичення.

Спроба професора А. Н. Фролова математичним шляхом вирішити загальну задачу про простій вагонів фактично була зведена до вирішення лише окремого випадку, так в якості вихідних передумов було прийнято: рівність складів по прибуттю та відправленню, однакова кількість вагонів, що надходять на кожний напрямок в прибуваючих поїздах, та однакова кількість поїздів по відправленню на різні напрямки.

Подальший розвиток питання накопичення вагонів мали в роботах професора К. А. Бернгарда. Автор розглянув три групи питань: заходи по

скороченню простою вагонів під накопиченням одnogрупних технічних маршрутів, простій вагонів під накопиченням при переломі вагової норми поїздів та заходи по скороченню простою вагонів в очікуванні операцій.

В подальшому різними науковцями було виконано багато досліджень [39, 40] з метою уточнення закономірностей процесу накопичення составів при відхиленні маси вантажних поїздів від встановленої норми.

В роботі [41] Грунтов П. С. виділяє два різних періоди накопичення: по вагонопотоку і по сортувальному парку. Під періодом накопичення состава по вагонопотоку автор розуміє час від моменту появи на станції першої групи вагонів до моменту надходження на станцію замикаючої групи, що необхідна для формування того ж составу:

$$T_{\text{нак}}^{\text{ваг}} = T_{\text{приб.зам}} - T_{\text{приб.поч}} \quad (1.3)$$

де $T_{\text{приб.зам}}$, $T_{\text{приб.поч}}$ – час прибуття на станцію відповідно замикаючої та початкової групи вагонів.

Періодом накопичення составу по сортувальному парку Грунтов П. С. називає час від моменту появи першої групи вагонів в сортувальному парку до моменту надходження замикаючої групи на колії сортувального парку:

$$T_{\text{нак}}^{\text{сп}} = T_{\text{расф.зам}} - T_{\text{расф.поч}}, \quad (1.4)$$

де $T_{\text{расф.зам}}$, $T_{\text{расф.поч}}$ – час надходження в сортувальний парк відповідно замикаючої та початкової групи вагонів.

В якості основних методів впливу на процес накопичення составів Грунтов П. С. пропонує вести неперервний облік наявності на станції вагонів усіх призначень, планувати накопичення составів, пріоритетне обслуговування составів із замикаючими групами, планування підготовки составів до відправлення по розкладу.

Грунтов П. С. виділив основні особливості замикаючої групи:

- замикаюча група, закінчуючи процес накопичення состава, сама не приймає участі в утворенні вагоно-годин у сортувальному парку;
- якщо замикаюча група a_z більше середньої групи прибуття a , то скорочується необхідна кількість поїздів для накопичення вагонів даного состава, тобто скорочується період накопичення состава. При цьому, якщо $a_z > a$ і інтервал прибуття груп t_i зберігається незмінним, то кількість поїздів, необхідна для накопичення состава, скорочується пропорційно величині замикаючої групи, тобто на $\frac{a_z}{a}$;
- при швидкісній обробці поїзда із замикаючою групою t_{mz} практично досягається майже повна рівність періодів накопичення по вагонопотоку та по сортувальному парку.

При оперативному плануванні роботи станцій першочергове значення має наявність повної та достовірної інформації. В 1960-х роках значна увага приділялась підвищенню рівня інформаційного забезпечення планування. Станція Перм-Сортувальна була однією із перших, на якій відкрився обчислювальний станційний центр [42]. Це дало змогу працівникам станції створити систему оперативного управління без використання електронної обчислювальної машини (ЕОМ). Серед особливостей цієї системи можна виділити:

- впровадження твердого графіку руху місцевих вагонопотоків;
- накопичення всієї інформації в одному центрі обробки;
- планування поїздоутворення по 4-х та 6-ти годинних періодах.

Для задач планування поїздоутворення, виконання оптимізаційних розрахунків по вибору черговості обробки прибуваючих составів вирішуюче значення має забезпечення повноти та достовірності вихідних даних – насамперед точності прогнозу часу очікуваного прибуття поїздів. У зв'язку з цим в роботі професора В. А. Буянова [43] зазначено, що практичні роботи по АСУ на станції повинні враховувати відому недостовірність прогнозу очікуваного прибуття поїздів. У роботі зазначено, що з урахуванням накопиченого досвіду

слід обмежити деталізовані комбінаторні розрахунки по вибору черговості маневрових операцій з поїздами періодом до 2 годин, для якого реально отримання достовірних даних. У роботі Н. Д. Крюкова [44] зазначається, що вибір раціонального періоду поточного планування являється одним із важливих питань. Вибір потрібної періодичності поточного планування повинен бути обґрунтований техніко-економічними розрахунками, виходячи із повноти забезпечення інформацією, величини внутрішньої добової нерівномірності та добових розмірів відправлення поїздів [45].

1.5 Постановка задачі дипломної роботи

Ефективність функціонування залізничних станцій залежить від якості організації технологічного процесу їх роботи та рівня технічного оснащення. Покращення організації роботи станції потребує порівняно невеликих затрат, які дозволять збільшити ефективність її роботи.

Сортувальна станція Н розміщується на пересіченні двох вантажонапружених ліній та забезпечує транспортне обслуговування місту. Від якості її роботи в значній мірі залежить робота дирекції залізничних перевезень та всієї залізниці. В цьому зв'язку в дипломній роботі поставлена задача розробити ефективну систему організації роботи сортувальної станції К в сучасних умовах, які характеризуються деяким збільшенням обсягів транзитного вагонопотоку з переробкою, що в свою чергу призвело до збільшення простою вагонів на станції. Це накладає відповідні вимоги до технологічного процесу роботи станції та повинно бути враховано при його розробці.

За останній час дещо збільшилися обсяги роботи станції по обробці поїздів, що надходять у розформування. Технічний огляд у парку прийому виконується однією бригадою, що складається з двох груп. Простій в очікуванні технічного огляду збільшив тривалість загального простою составів у парку прийому. Метою дипломної роботи є дослідження технології обробки составів у підсистемі розформування та визначення раціональної кількості груп в бригаді ПТО для зменшення простою вагонів.

2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Станція Н розташована на перехрещенні залізничних ліній І–Д та С–Ю, за характером роботи – сортувальна, за обсягом роботи є позакласною. Станція має дві сортувальні системи. В кожній системі парки розташовані послідовно:

в парній системі – парк прийому «З», сортувальний парк «Д», приймально-відправний парк «Є»;

в непарній системі – парк прийому «Г», сортувальний парк «Б», парк відправлення «Л», приймально-відправний парк «І» розташований паралельно до парку прийому «Г». В дипломній роботі розглянуто роботу непарної системи станції (дивись рисунок 2.1).

Характеристика прилеглих до станції перегонів і основні засоби сигналізації та зв'язку під час руху поїздів 1 в непарному напрямку наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Характеристика прилеглих до станції перегонів і основні засоби сигналізації та зв'язку у непарному напрямку

Назва перегонів	Но- мер колії	Засоби сигналізації та зв'язку	Рід поїздів та на- прямок руху
1	2	3	4
Д – Н	I	Однобічне автобло- кування з локомотивною сигналізацією	Непарні паса- жирські та вантажні
Ю – Н	I	Однобічне автобло- кування з локомотивною сигналізацією	Непарні вантажні та пасажирські обох направків

У вантажному русі експлуатуються локомотиви ВЛ-8. Дальній пасажирський рух обслуговується локомотивами серії ЧС4. У приміському русі обертаються електропоїзди ЕР3О довжиною 10 вагонів.

2.1 Технічна характеристика непарної сортувальної системи

Непарна сортувальна система станції Н включає в себе чотири парки: парк прийому «Г», сортувальний парк «Б», парк відправлення «Л», приймально-відправний парк «І» розташований паралельно до парку прийому «Г».

Парк «Г» включає 6 колій, призначених для прийому парних вантажних по-

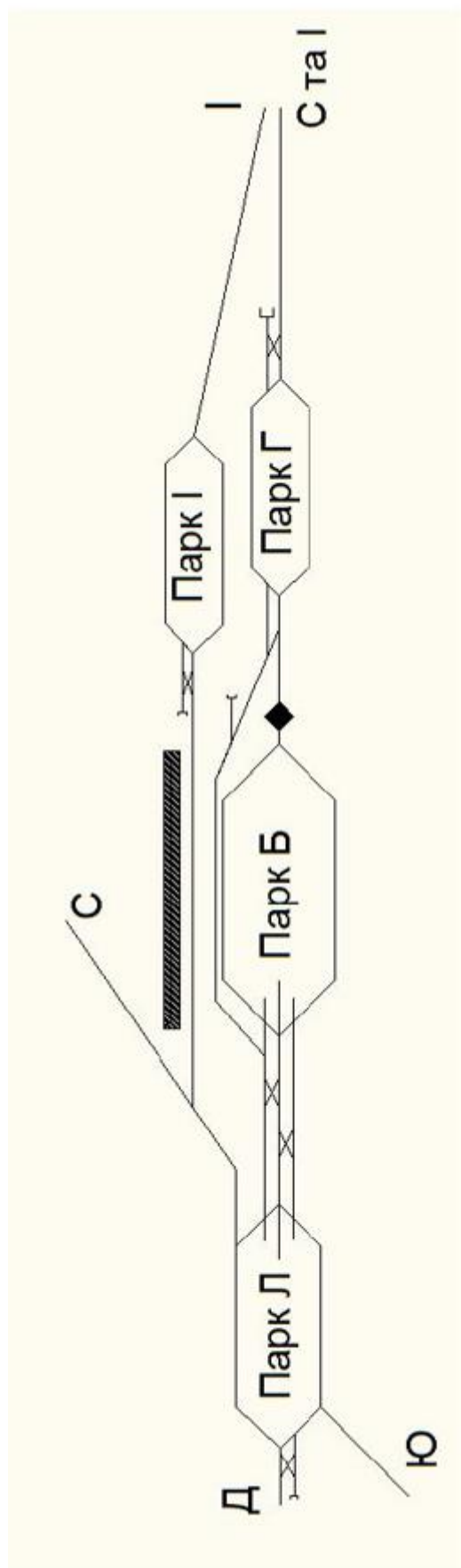


Рисунок 2.1 Схема непарної системи станції Н

їздів, що надходять у розформування, составів кутового вагонопотоків з парної системи і місцевих вагонів, які надходять з під'їзних колій. По колії №1 здійснюється пропуск локомотивів. Для заїзду гірочних локомотивів є локомотивний тупик 8т.

Сортувальний парк «Б» включає 32 колії, розділених на 4 пучки по 8 колій у кожному. Він призначений для сортування, накопичення вагонів згідно з планом формування поїздів, для вагонів кутового потоку, які передаються в непарну систему, а також для вагонів, які надходять на вантажно-розвантажувальні пункти під'їзних колій.

Приймально-відправний парк «І» включає 6 приймально-відправних колій, які призначені для прийому і відправлення вантажних транзитних поїздів. По головній колії Іі здійснюється пропуск вантажних транзитних та пасажирських поїздів.

Парк відправлення «Л» включає 12 колій, з них тільки колія №2 та 8 для прийому і відправлення вантажних транзитних поїздів, колія Іл голона для пропуску вантажних транзитних та пасажирських поїздів.

В непарній системі станції розташована адміністративна будівля, в якій знаходяться основні адміністративні служби станції, а також диспетчерський командний пункт.

Будівлі постів електричної централізації стрілок і сигналів розташовані поблизу парку прийому «Г» та парку відправлення «Л». Будівлі постів чергових по гірці (надалі стисло ДСПГ) розташовані в районі вершини парної та непарної гірок з лівого боку по ходу насуву составів. Будівля поста маневрового диспетчера непарної системи (надалі стисло ДСЦ) розташована також в районі вершини непарної сортувальної гірки з правого боку по ходу насуву составів.

Безпосередньо у стрілочній горловині, яка з'єднує сортувально-відправний парк «Б» і відправний парк «Л» розташована будівля обчислювального центру, в якій також знаходиться станційний технологічний центр (надалі стисло СТЦ) по обробці перевізних документів парку відправлення «Л» та сортувально-відправного парку «Б».

Станційний технологічний центр обробки поїзної інформації і перевізних документів парку прибуття непарної системи розташований у парку “Г”. В цій же будівлі знаходиться і товарна контора станції.

Пункт контрольної перевірки інвентарних номерів вагонів з поїздів, що надходять у розформування, розташований у вхідній горловині парку прийому “Г” . Пункт контрольної перевірки сформованих составів – в районі стрілочної горловини парків “Б – Л”.

На першому поверсі будови СТЦ знаходяться робочі місця оператора станційного технологічного центру поїзної інформації і перевізних документів (надалі стисло оператор СТЦ) з колії № 5 сортувального парку “Б”, ремонтних колій, оператора СТЦ (по списуванню вагонів), що обслуговує три лінії пневмопошти великого діаметра та вантажний підіймач для транспортування перевізних документів на 3-й поверх СТЦ, оператора СТЦ (по контрольній перевірці номерів вагонів). На 3-му поверсі СТЦ розміщені оператори СТЦ (відомісти), що здійснюють облік вагонного парку.

Будівля, де знаходиться черговий по парку (надалі стисло ДСПП), розташована у вихідній горловині парку “Л”.

Стрілочні переводи, сигнали парку прийому “Г” обладнані пристроями електричної централізації стрілок та сигналів релейного типу з центральними залежностями; парку відправлення “Л”, приймально-відправного парку “Г”, а також горловини парку “Б – Л” – маршрутно-релейною централізацією стрілочних переводів та сигналів.

Колії парку “Г” обладнані пристроями автоматичної гіркової локомотивної сигналізації при насуванні на гірку. Стрілочні переводи всіх парків, які включені в електричну централізацію, обладнані пристроями автоматичного пневмообдування системи ГТСС.

Сортувальна гірка непарної системи – механізована, має дві колії насуву, та одну обхідну колію. Сортувальна гірка має три гальмових позиції, із них: перша – перед розділювальною стрілкою, друга – перед головними стрілками пучків, третя – на початку колій сортувальних парків.

На першій, другій, третій гальмових позиціях парної сортувальної гірки гальмування відчепів здійснюється уповільнювачами; на непарній сортувальній гірці на першій, другій та третій гальмових позиціях гальмування відчепів здійснюється уповільнювачами, крім колій №№ 2, 3, 4, 5 сортувального парку “Б”, де відчепи на третій позиції гальмуються гальмовими башмаками регулювальником швидкості руху вагонів.

Для забезпечення диспетчерського керівництва маневровою роботою і організації приймання та відправлення поїздів система розформування обладнана трьома колами двостороннього сповіщувального паркового зв'язку:

- I коло – гірковий, в який включені ДСПГ, оператори розпорядчого і виконавчих постів №№ 1, 2, 3, 4, регулювальники швидкості руху вагонів, складачі поїздів непарної сортувальної гірки і сортувального парку “Б”;
- II коло – ДСП поста ЕЦ-1, станційний технологічний центр парку “Г”, приміщення працівників ПТО та ПКО. Пристрої забезпечують можливість включення в I-му та в II-му колі ДСП та ДСПГ шляхом натискання спеціальної кнопки. Переважність користування в I-му колі передбачено для ДСПГ, в II-му – для ДСП;
- III коло – ДСП поста МРЦ-3, ДСПП парку “Л”, оператор ПТО, працівники ПКО і ПТО парку “Л”, оператори СТЦ (по списуванню вагонів) парку “Л”. Крім цього в наявності є двосторонній сповіщувальний зв'язок ДСП поста МРЦ-3 з працівниками приймально-відправного парку “Г”.

Всі командні пункти станції обладнані радіозв'язком з маневровими локомотивами. Стаціонарні радіостанції типу 71 РТС-А2-4М, 74 РТС-А2-4М встановлені в

приміщеннях: диспетчерського пункту (приміщення ДСЦС), та в приміщеннях поста ЕЦ-1, МРЦ-3, ДСПГ, ПКО, оглядовій вежі. Приміщення ДСП всіх постів також обладнані радіостанціями типу 72-ТТМ-А2-4М для зв'язку з машиністами поїзних локомотивів.

Для зв'язку складачів поїздів, приймальників поїздів, сигналістів з маневровими та командними пунктами застосовують переносні радіостанції типу GP 300 MOTOROLA і типу ТК-2107 KENWOOD.

Командні пункти керівництва прийманням, відправленням поїздів, сортувальною роботою і станційні технологічні центри по обробці поїзної інформації і перевізних документів парків станції обладнані прямим телефонним зв'язком.

Приміщення диспетчерського командного пункту обладнане телефонним зв'язком. Станційний диспетчер (ДСЦС) має зв'язок:

- диспетчерський зв'язок з черговим по дирекції залізничних перевезень, поїзними диспетчерами, вагонорозподільником;
- внутрішньостанційний зв'язок з начальником станції, головним інженером (ДСГ), черговим по локомотивному депо, товарною конторою. З непарною системою: ДСП поста ЕЦ-1, ДСП поста МРЦ-3, ДСПГ, операторами СТЦ парка формування, помічником чергового по локомотивному депо.

2.2 Характеристика експлуатаційної роботи

2.2.1 Основні операції, які виконуються на сортувальній станції Н

Згідно з планом формування, графіком руху поїздів, планом вантажної роботи станція Н виконує такі операції:

- у парку прийому: прийом вантажних поїздів, що прибувають у розформування з напрямків С та І; розформування поїздів, що прибувають у наскрізних, дільничних, вивізних та збірних поїздах; технічне обслуговування та комерційний огляд составів поїздів; розформування кутового вагонопотоку, що надходить з парної системи.
- у сортувальному парку: формування дільничних та збірних поїздів; накопичення і подачу вагонів до пунктів навантаження - вивантаження на під'їзні колії станції та вантажний район; підбір вагонів по вантажних фронтах станції; подачу на колію МВРП вагонів, що вимагають відцепного ремонту і збирання їх після ремонту;
- у парку відправлення: закінчення формування дільничних та збірних поїздів; технічне обслуговування та комерційний огляд составів поїздів; відправлення вантажних поїздів свого формування на напрямки Д та Ю;
- у транзитному парку: прийом та відправлення вантажних транзитних по-

їздів, що прибувають з С та І та відправляються на напрямки Д та Ю; технічне обслуговування та комерційний огляд составів поїздів; зміну локомотивів та локомотивних бригад у вантажних поїздів;

2.2.2 Характеристика маневрової роботи

В парку приймання «Г» працює 2 локомотиви серії ВЛ-8, в сортувальному парку – 2 локомотиви серії ЧМЕ-3. Подача та прибирання місцевих вагонів виконується локомотивом, який працює в сортувальному парку за розпорядженням ДСПГ.

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

В основних районах системи розформування виконується наступна маневрова робота:

- передгіркова горловина парку «Г»: насув составів на гірку для розформування – формування, заїзд гіркових локомотивів під черговий состав, прибирання поїзних локомотивів з колій парку «Г», перестановку місцевих вагонів на колії парку «Л», відчеплення вагонів від подовжених поїздів та перестановка з колії на колію;

- горловина парків «Б» - «Л» – формування, перестановка составів з колій парку «Б» в парк «Л», перестановка составів кутових вагонопотоків з колії №18 парку «Г» в парк «Д» парної системи, перестановка составів і місцевих вагонів із

парку «Г» в парк «З» парної системи, відчеплення – причеплення вагонів (несправних, при зміні ваги та ін.) від составів транзитних поїздів і свого формування, пропуск поїзних локомотивів із парку «Г» і локомотивного депо в парк «Л», пропуск поїзних локомотивів із парків «Г» і «Л» в локомотивне депо;

Маневрова робота на під'їзних коліях проводиться згідно Інструкцій про порядок обслуговування під'їзних колій.

2.2.3 Маршрути прямування вагонопотоків по станційних коліях та парках

Непарні транзитні поїзди без переробки зі станції І приймаються на колії парку «Г». Транзитні поїзди зі станції С, як виняток, приймаються на колії №№ 2, 8 парку відправлення «Л». Після обробки в технічному та комерційному відно-

шенні їх відправляють у напрямку станції Д. В окремих випадках за розпорядженням чергового поїзного диспетчера пропуск транзитних поїздів зі станції С, які не потребують технічного обслуговування і комерційного огляду, може проводитись без зупинки по станції Н і прямувати до станцій Д та Ю.

Вагонопотік, що надходить в переробку, приймається: зі станцій І та С – в парк “Г”. Після обробки составів в технічному та комерційному відношенні здійснюється розформування – формування через гірки і накопичення вагонів на колії сортувального парку “Б”. Формування составів виконується паралельно з розформуванням після завершення накопичення вагонів. Сформовані состави непарного напрямку переставляються з колій №№ 18 – 30 парку “Б”, переставляються в парк “Л”, після обробки в технічному та комерційному відношенні їх відправляють за призначенням: з колій №№ 2 – 8 в сторону станції Д. При необхідності відправлення составу в сторону станції Ю поїзд після обробки переставляють на колію № 32 парку “Б” та через 9 “Л” колію відправляють за призначенням.

Місцеві вагони для під’їзних колій, які примикають до парної системи, направляються на колії №№ 1, 2 парку “Б”. Підбір місцевих вагонів на під’їзні колії непарної системи по пунктах навантаження і вивантаження здійснюється на ходовій колії № 43.

Вагони з колії №31 парку “Б” на пункти навантаження і вивантаження, що примикають до непарної системи, і виїзд в зворотному порядку, подаються по III головній колії непарної системи. Місцеві вагони, які забираються з під’їзних колій, що примикають до непарної системи, переставляються з III головної колії на одну із колій №№ 2 – 9 приймально-відправного парку “Л”, далі по колії №32 парку “Б” в парк “Г”.

Місцеві вагони призначенням на пункти навантаження – вивантаження МП-57, ТЧ-1, ТНТС при розформуванні з гірки направляються на один із вільних кінців зайнятих колій, після чого подаються господарчим локомотивом на ці пункти.

Місцеві вагони з пунктів навантаження – вивантаження МП-57, ТЧ-1 переставляються на колію №32 парку “Б”, далі по колії №35 в парк “Г”. Після обробки в парку “Г” їх розформовують і направляють на колії парку “Б” відповідно спеціалізації.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ

3.1 Розрахункові обсяги роботи станції

Сортувальний комплекс непарної системи станції Р обслуговує наступні категорії поїздів (обсяги роботи наведені у додатку А, таблиці А.1 – А.3):

- пасажирські;
- вантажні транзитні;
- вантажні в розформування.

Пасажирські поїзди зі станцій І та С проходять по головній колії І станції Р без зупинки або із зупинкою невеликої тривалості (приміські поїзди). Сумарні розміри руху пасажирських поїздів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Розміри руху пасажирських поїздів

З	На	Д	Ю	Всього
	С	7	2	9
	І	25	4	29
	Всього	32	6	38

Вантажні транзитні поїзди зі станцій І та С, а також кутові транзитні поїзди зі станцій Д та Ю прямують в парк «Г». Розміри руху вантажних транзитних поїздів наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 Розміри руху вантажних транзитних поїздів

З	На	Д	Ю	С	Всього
	С	4	2	-	6
	І	11	1	2	14
	Всього	15	3	2	20

Вагонопотік з переробкою з напрямків С та І надходить у парк «Г» станції Р у поїздах, що прибувають у розформування. Вагонопотік у переробку зі станцій Д та Ю надходить в парк «Г» у кутових передачах з парної системи. Розміри вагонопотоків з переробкою наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Розміри транзитного вагонопотоку з переробкою

з	На	Д	Ю	С	І	Місцеві	Всього
	С	962	154	-	32	26	1174
	І	1982	188	86	-	17	2273
	Д	-	82	-	-	3	85
	Ю	70	-	-	-	5	75
	Місцеві	25	18	2	6	-	51
	Всього	3039	442	88	38	51	3658

Для визначення розмірів прибуття поїздів в розформування та відправлення поїздів свого формування необхідно визначити масу и склад вантажного поїзда.

3.2 Розрахунок маси вантажного поїзда

Масу поїзда визначають із умов повного використання потужності та тягових якостей локомотиву, а також кінетичної енергії поїзду у відповідності з нормами, що приведені в діючих Правилах тягових розрахунків [46]. Розрахунок маси складу виконують виходячи з наступних умов беззупинкового руху:

- а) по розрахунковому підйомі з рівномірною швидкістю;
- б) по найважчим підйомах з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда.

Розрахунковий підйом приймають виходячи з аналізу найважчих елементів поздовжнього профілю, рівня допустимої швидкості прямування поїздів по стану колії, розташування зупинкових пунктів.

Припустивши, що запасу кінетичної енергії поїзда буде недостатньо для подолання такого підйому, визначаємо максимально можливу масу складу за формулою:

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

де $F_{\text{кр}}$ — розрахункова сила тяги локомотива, тс;

ω_0' — основний питомий опір прямуванню локомотива, кгс/тс;

i_p – керівний ухил;

P – розрахункова маса локомотива, т;

ω_0'' – основний питомий опір прямованню вантажних вагонів, кгс/тс.

Значення розрахункової сили тяги локомотива й основних питомих опорів прямованню визначають для розрахункової швидкості локомотива, установленної чинними ПТР.

Основний питомий опір прямованню електровозів у режимі тяги визначають за формулою:

$$\omega_0' = 1,9 + 0,01V + 0,0003V^2, \quad (3.2)$$

де V – розрахункова швидкість локомотива.

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

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{(3 + 0,1V + 0,0025V^2)}{q_0}, \quad (3.3)$$

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

При наявності в складі поїзда різнотипних вагонів питомий опір руху складу визначається, як середньозважена величина. При відомих коефіцієнтах, що характеризують частки чотирьох і восьмирісних вагонів в складі по масі, основний питомий опір руху складу можна визначити за формулою:

$$\omega_0'' = \alpha_4 \cdot \omega_{04}'' + \alpha_8 \cdot \omega_{08}'' \quad (3.4)$$

де $\alpha_4 = 0,95$ – доля чотиривісних вагонів в складі;

$\alpha_8 = 0,05$ – доля восьмирісних вагонів в складі.

Згідно додатку А навантаження на вісь $q_0 = 18$ т/вісь, значення керівного ухилу – $i_p = 9$ ‰. Згідно [46] розрахункова сила тяги локомотива ВЛ-8 $F_{кр} = 46500$ тс, розрахункова маса $P = 184$ т. Згідно [47] розрахункова швидкість для ВЛ-8 $V_p = 43,3$ км/год.

Основний питомий опір руху чотиривісних вагонів дорівнює:

$$\omega''_{04} = 0,7 + (3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot 43,3^2) / 18 = 1,37 \text{ кгс/тс};$$

Основний питомий опір руху восьмивісних вагонів дорівнює:

$$\omega''_{08} = 0,7 + (6 + 0,038 \cdot 43,3 + 0,0021 \cdot 43,3^2) / 18 = 1,34 \text{ кгс/тс};$$

$$\omega''_0 = 0,95 \cdot 1,37 + 0,05 \cdot 1,34 = 1,37 \text{ кгс/тс}.$$

Маса вантажного поїзда для електровоза ВЛ 8 складе:

$$Q = \frac{46500 - (2,90 + 9,0) \cdot 184}{1,37 + 9,0} = 4272,9 \text{ т}.$$

Маса поїзда згідно ПТР встановлюється с точністю до 50т, т.е. $Q = 4250 \text{ т}$.

3.3 Розрахунок кількості вагонів у складі вантажного поїзда та необхідної корисної довжини колій

Число розрахункових навантажених вагонів в складі можна визначити як:

$$m_{zp} = \frac{Q}{4 \cdot q_0} \cdot \alpha_4 + \frac{Q}{8 \cdot q_0} \cdot \alpha_8; \quad (3.5)$$

$$m_{zp} = \frac{4250}{4 \cdot 18,0} \cdot 0,95 + \frac{4250}{8 \cdot 18,0} \cdot 0,05 = 56,6 \text{ ваг. Прийнято } m_{zp} = 56 \text{ ваг.}$$

Розрахуємо потрібну корисну довжину виходячи з кількості вагонів у складі вантажного поїзду:

$$L_{кор} = m_{гр} \cdot l_{ваг} + l + a \quad (3.6)$$

де $l_{лок}$ – довжина локомотива;

a – відстань на неточність установки поїзду, прийнято $a = 10 \text{ м.}$;

$l_{ваг}$ – довжина вагону, прийнято $l_{ваг} = 14,5 \text{ м.}$

Довжина локомотиву ВЛ-8 згідно з [47] $l_{лок} = 27,5 \text{ м}$

$$L_{кор} = 56 \cdot 14,5 + 27,5 + 10 = 849,5 \text{ м}$$

Таким чином, існуюча корисна довжина колій на станції відповідає розрахованому складу вантажного поїзда.

3.4 Розрахунок поїздо- та вагонопотоків

Число поїздів, яке розформовується та формується на станції за добу за добу по напрямкам визначається за формулою:

$$N = \frac{B}{m_{\text{тр}}} \quad (3.7)$$

де B – сумарний вагонопотік з (на) напрямків (ки).

Наприклад для напрямку Л:

$$N_{\text{л}} = \frac{1174}{56} = 20,96 \text{ поїздів}$$

Приймаємо 21 поїзд: 20 дільничних та 1 збірний.

Знаючи кількість вагонів у складі поїзда можливо отримати з вагонопотоків (див. табл. 3.3) обсяги розформування и формування у поїздах, що наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Розміри вагоно- та поїздопотоків з переробкою

З	На	Д	Ю	Кутові	Місцеві	Всього вагонів	Поїзда в розформування			Всього, поїздів
							дільничні	збірні	передачі	
	С	962	154	32	26	1174	20	1	-	21
	І	1982	188	86	17	2273	39	2	-	41
	Кутові	70	82	-	8	160	-	-	7	7
	Місцеві	25	18	8	-	51	-	-	1	1
	Всього, вагонів	3039	442	126	51	3658	-	-	-	-
Поїзда С.Ф.	дільничні	53	7	-	-	-	-	-	-	60
	збірні	2	1	-	-	-	-	-	-	3
	передачі	-	-	4	1	-	-	-	-	9
	Всього, поїздів	55	8	4	1	-	59	3	10	72

Також на основі отриманої кількості вагонів можливо визначити розміри транзитного вагонопотоку без переробки, що проходить через станцію за добу:

$$B_{\text{тр}} = N_{\text{тр}} \cdot m_{\text{тр}}, \quad (3.8)$$

де $N_{\text{тр}}$ - кількість транзитних поїздів відповідного напрямку.

Наприклад, для напрямку С-Д $N_{\text{тр}}=4$ поїздів, відповідно:

$$B_{\text{тр}}=4 \cdot 56=224 \text{ ваг.}$$

Розміри транзитного вагонопотоку без переробки, що проходить через непарну систему станції за добу наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Розміри транзитних вагонопотоків без переробки

На З	Д	Ю	С	Всього
С	224	112	-	336
І	616	56	112	784
Всього	840	168	112	1120

3.5 Визначення потрібної пропускної спроможності прилеглих ділянок

Потрібна пропускна спроможність прилеглих до станції Р ліній визначається за формулою 3.8:

$$N = \alpha(N_{\text{ван}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(\varepsilon_{\text{зб}} - 1)) \quad (3.9)$$

де α – коефіцієнт резерву пропускної спроможності, $\alpha=1,20$;

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

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

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

Потрібна пропускна спроможність прилеглих ліній складе:

$$N_{C-P} = 1,20 \cdot (27 + 9 \cdot 1,5 + 1(2 - 1)) = 50 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{И-P} = 1,20 \cdot (55 + 29 \cdot 1,5 + 2(2 - 1)) = 121 \text{ пари поїздів};$$

$$N_{P-D} = 1,20 \cdot (70 + 32 \cdot 1,5 + 2(2 - 1)) = 144 \text{ пар поїздів};$$

$$N_{P-Ю} = 1,20 \cdot (11 + 6 \cdot 1,5 + 1(2 - 1)) = 26 \text{ пар поїздів};$$

Згідно розрахованій потрібній пропускній спроможності прилеглих до станції Р ліній, вибираємо кількість головних колій і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами для цих ліній (дивись таблицю 3.6).

Таблиця 3.6 Кількість головних колій на лініях примикання та їх технічне оснащення.

Лінія	Кількість головних колій	Пристрої СЦБ
Р-І	1	одностороннє АБ
Р-С	2	двостороннє АБ
Р-Д	2	одностороннє АБ
Р-Ю	1	одностороннє АБ

Оскільки кількість головних колій на лініях примикання відповідає фактичній то реконструкція головних колій не потрібна.

4 РОЗРАХУНОК НОРМ ЧАСУ НА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Технічне нормування тривалості основних операції технологічного процесу станції є однією з головних умов злагодженої роботи між усіма парками станції. Для проведення розрахунків, пов'язаних з нормуванням основних операції, можна скористатися методикою запропонованою в [48].

4.1 Розрахунок тривалості на виконання технологічних операцій з поїздом, що прибув у розформування

Середня тривалість заняття колії поїздом, що прибув у розформування визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}} = t_{\text{м}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{зак}} + t_{\text{о}}^{\text{то}} + t_{\text{то}} + t_{\text{о}}^{\text{р}} + t_{\text{р}}, \text{ год.} \quad (4.1)$$

де $t_{\text{м}}$ – тривалість приготування маршруту прийому поїзда, $t_{\text{м}} = 0,1 \text{ хв.}$;

$t_{\text{пр}}$ – тривалість прийому поїзду, хв. ;

$t_{\text{зак}}$ – тривалість закріплення рухомого складу, хв. ;

$t_{\text{о}}^{\text{то}}$ – тривалість очікування технічного обслуговування, хв. ;

$t_{\text{то}}$ – тривалість технічного обслуговування поїзда, хв. ;

$t_{\text{о}}^{\text{р}}$ – тривалість очікування поїздом розформування, хв.

$t_{\text{н}}$ – тривалість насуву, хв. ;

$t_{\text{р}}$ – тривалість розформування поїзда, хв.

Тривалість заняття маршруту при прийманні поїзда в парк визначається за формулою:

$$t_{\text{пр}} = \frac{0,06 \cdot l'_{\text{бл}}}{V} + \frac{0,06 \cdot (l''_{\text{бл}} + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \text{ хв.} \quad (4.2)$$

де $l'_{\text{бл}}$, $l''_{\text{бл}}$ – довжини блок-ділянок, м (прийнято $l'_{\text{бл}} = 1400 \text{ м}$, $l''_{\text{бл}} = 1200 \text{ м}$);

V – встановлена швидкість ходу по перегону, км/год ;

$V_{\text{вх}}$ - середня швидкість входу поїзда в парк з урахуванням зниження швидкості на стрілках при русі на бокові колії і уповільнення перед зупинкою, км/год;

$L_{\text{вх}}$ - відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії.

$$L_{\text{вх}} = l_c + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (4.3)$$

де l_c - відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини, м;

$l_{\text{гор}}$ - довжина вхідної горловини, м;

$l_{\text{п}}$ - довжина поїзда, м.

$$l_{\text{п}} = m_c \cdot l_{\text{в}} + l_{\text{л}} \quad (4.4)$$

де m_c - склад поїзда, ваг. (згідно розділу 2 $m_c = 56$ ваг);

$l_{\text{в}}$ - середня довжина вагону, м ;

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

$$l_{\text{п}} = 56 \cdot 14,5 + 34 = 840 \text{ м}$$

З плану станції $l_c = 300$ м, $l_{\text{гор}} = 250$ м. Згідно [47] прийнято $V=70$ км/год,
 $V_{\text{вх}} = 35$ км/год

$$L_{\text{вх}} = 300 + 250 + 840 = 1390 \text{ м}$$

$$t_{\text{пр}} = \frac{1400 \cdot 0,06}{70} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 1390)}{35} = 5,6 \text{ хв}$$

Тривалість закріплення рухомого складу на коліях парку прийому визначається за формулою:

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot n + 0,01 \cdot l_{\text{прох}} \quad (4.5)$$

де n – середня кількість гальмівних башмаків, що укладається під состав (прийнято $n = 5$);

$l_{\text{прох}}$ – середня відстань, яку проходить сигналіст при закріпленні составу (прийнято $l_{\text{прох}} = 80$ м);

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot 6 + 0,01 \cdot 80 = 1,3 \text{ хв.}$$

Тривалість очікування технічного огляду визначається за формулою:

$$t_o^{TO} = \frac{\psi_{\text{бр}} (\nu_{\text{вх}}^2 + \nu_{\text{то}}^2) \cdot t_{\text{то}}}{2(1 - \psi_{\text{бр}})}, \text{ год.} \quad (4.6)$$

де $\nu_{\text{то}}$ – коефіцієнт варіації тривалості техобслуговування;

$\nu_{\text{вх}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між моментами надходження поїздів у розформування;

$t_{\text{то}}$ – тривалість технічного огляду, хв;

$\psi_{\text{бр}}$ – завантаження бригади ПТО;

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{t_{\text{то}} \cdot N_p}{1440}, \quad (4.7)$$

де $t_{\text{то}}$ – тривалість технічного огляду;

N_p – кількість поїздів у розформування, згідно розділу 2 $N_p = 72$ поїздів.

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau_{\text{в}} \cdot m}{K_{\text{гр}}} + a, \quad (4.8)$$

де $\tau_{\text{в}}$ – тривалість огляду одного вагону;

m – кількість вагонів у складі поїзда (згідно розділу 2 $m=56$ ваг);

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

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій.

Згідно з рекомендаціям [48] прийнято $\tau_{\text{в}} = 1,05 \text{ хв/ваг}$, $K_{\text{гр}}=4$, $a=2,0 \text{ хв}$,
 $\nu_{\text{то}} = 0,3$, $\nu_{\text{вх}} = 0,9$

$$t_{\text{то}} = \frac{1,05 \cdot 56}{4} + 2 = 16,7 \text{ хв.}$$

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{16,7 \cdot 72}{1440} = 0,84$$

$$t_o^{TO} = \frac{0,84 \cdot (0,9^2 + 0,3^2) \cdot 16,7}{2(1 - 0,84)} = 6,9 \text{ хв.}$$

Тривалість очікування поїздом розформування визначається за формулою:

$$t_o^p = \frac{\psi_{\Gamma} \cdot (\nu_{\text{гот}}^2 + \nu_{\Gamma}^2) \cdot t_{\Gamma}}{2 \cdot (1 - \gamma_3 \cdot \psi_{\Gamma})}, \text{ год.} \quad (4.9)$$

де ψ_{Γ} – завантаження гірки;

ν_{Γ} – коефіцієнт варіації гірочного технологічного інтервалу; $\nu_{\varepsilon} = 0.4$;

γ_3 – частка поїздів із завершальними групами, що розформовуються через гірку; $\gamma_3 = 0.4$;

$\nu_{\text{гот}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів між поїздами, що надходять після огляду працівниками ПТО;

$$\nu_{\text{гот}} = \nu_{\text{вх}} - 0.5 \cdot (\nu_{\text{вх}} - \nu_{\text{то}}) \cdot \psi_{\text{бр}}^2 \quad (4.10)$$

Коефіцієнт завантаження сортувальної гірки визначається за формулою:

$$\psi_{\Gamma} = \frac{N_p \cdot t_{\Gamma}}{1440}, \quad (4.11)$$

де t_{Γ} – гірочний інтервал.

Технологічний час на розформування поїздів на сортувальній гірці складається з наступних операцій:

- заїзд гірочного локомотива в парк прибуття за черговим составом t_3 ;
- насув составу до вершини гірки $t_{\text{нас}}$;
- розпуску составу на сортувальній гірці $t_{\text{роз}}$;
- осадження составів у сортувальному парку $t_{\text{ос}}$.

та може бути визначений за формулою:

$$t_{\Gamma} = t_3 + t_{\text{н}} + t_p + t_{\text{ос}}, \text{ хВ} \quad (4.12)$$

Тривалість цих операцій визначається згідно з [48] на основі принципової схеми підсистеми розформування з заданими відстанями між елементами (рис. 4.1).

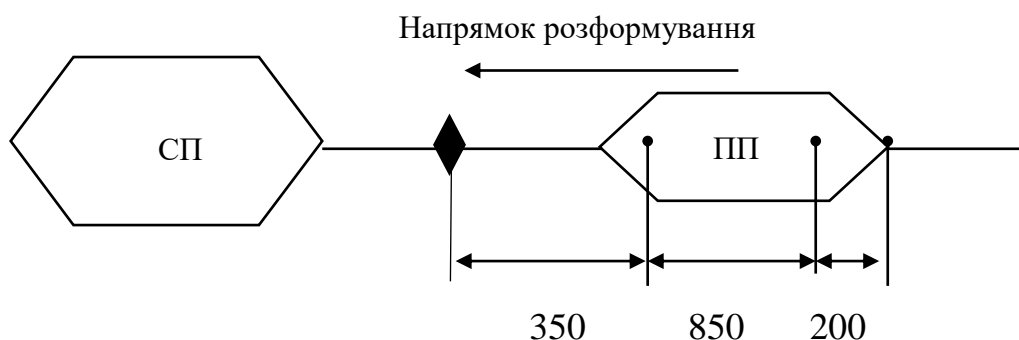


Рис. 4.1 Розрахункова схема підсистеми розформування

Час на заїзд визначається як сума тривалості півреїсів заїзду. Тривалість маневрового півреїсу визначається за формулою:

$$t_{п/р} = a + b \cdot m, \quad (4.13)$$

де a , b – нормативні коефіцієнти, значення яких залежить від довжини маневрового півреїсу і визначається згідно таблиці 1 [48].

Довжина першого півреїса маневрового локомотива з горба гірки в локомотивний тупик складає згідно рис. 4.1:

$$L_1 = 350 + 850 + 200 = 1400 \text{ м.}$$

Згідно [48, табл. 1] $a = 2,89$.

Довжина другого півреїса з тупика під состав

$$L_2 = 200 \text{ м.}$$

Згідно [48, табл. 1] $a = 0,9$.

Таким чином, тривалість заїзду локомотива під состав складає:

$$t_3 = 2,89 + 0,9 = 3,8 \text{ хв.}$$

Тривалість насуву составу на вершину гірки визначається за формулою:

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,068 \frac{l_{\text{нас}} - 60}{10}, \quad (4.14)$$

де $l_{\text{нас}}$ – відстань насуву м.

Тривалість насуву составу на вершину гірки при $l_{\text{нас}} = 350$ м (див. рис. 4.1).

$$t_{\text{нас}} = 1,417 + 0,068 \frac{350 - 60}{10} = 3,7 \text{ хв.}$$

Час на розпуск состава на гірці визначається за формулою:

$$t_{\text{роз}} = \frac{l_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}}}{V_{\text{розп}} \cdot 60}, \quad (4.15)$$

де $V_{\text{розп}}$ - середня швидкість розпуску, м/с.

Час на розпуск состава на гірці визначається за формулою (4.8) згідно з [49]

$V_{\text{розп}} = 1,7$ м/с:

$$t_{\text{роз}} = \frac{14,5 \cdot 56}{1,7 \cdot 60} = 8 \text{ хв.}$$

Час на осаджування вагонів на коліях сортувального парку визначається:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot m, \quad (4.16)$$

Для 56 вагонів в складі поїзду час на осаджування складає:

$$t_{\text{ос}} = 0,06 \cdot 56 = 3,4 \text{ хв.}$$

Таким чином, технологічний час на розформування составу на сортувальній гірці складає $t_r = 3,8 + 3,7 + 8 + 3,4 = 18,9$ хв.

$$\psi_r = \frac{72 \cdot 18,9}{2 \cdot 1440} = 0,47$$

$$V_{\text{гот}} = 0,9 - 0,5 \cdot (0,9 - 0,3) \cdot 0,84^{1,8} = 0,75$$

Тривалість очікування поїздом розформування дорівнює:

$$t_o^p = \frac{0,47 \cdot (0,75^2 + 0,4^2) \cdot 18,9}{2 - (1 - 0,4 \cdot 0,47)} = 3,2 \text{ хв.}$$

Середня тривалість заняття колії поїздом, що прибув у розформування дорівнює:

$$T_{\text{зк}} = 0,1 + 5,6 + 1,3 + 6,9 + 16,7 + 3,2 + 8 = 41,8 \text{ хв}$$

4.2 Розрахунок тривалості виконання технічних операцій в сортувальному парку

В сортувальному парку Б, окрім процесу накопичення вагонів на відповідні напрямки, виконується закінчення формування збірних і дільничних одnogрупних поїздів. Згідно другому розділу табл. 2.4, станція формує 3 збірних поїздів, 9 кутових та місцевих передач, а вся решта поїздів є одnogрупними.

Процес закінчення формування збірних поїздів на даній станції виконується через гірку в наступному порядку. Маневровий диспетчер, після накопичення необхідної кількості вагонів, дає вказівку на проведення закінчення формування збірного поїзду. Для цього він візуально і по документах, визначає, які сортувальні колії найменш заповнені. Після цього состав збірного поїзду розпускається через гірку на наперед визначені колії відповідно до станцій призначення вагонів. Після закінчення розпуску маневровий локомотив збирає вагони з вищезгаданих колій в необхідному порядку. Таким чином, тривалість закінчення формування збірного можна визначити за формулою:

$$T_{зф}^{зб} = t_{з,п} + t_{вит} + t_{роз} + T_{зб} \quad (4.17)$$

де $t_{з,п}$ – тривалість на заїзд маневрового локомотива і причепку його до состава збірного поїзда.

$t_{вит}$ – тривалість витягування составу на витяжну колію.

$t_{роз}$ – тривалість розпуску составу збірного поїзда;

$T_{зб}$ – тривалість збирання вагонів з відповідних колій.

При заїзді локомотив проходить відстань 350 м $a=1,21$ [48, табл.1]. Тривалість на причіпку прийнято 1 хв. Таким чином, $t_{з,п} = 1,21 + 1 = 2,21$ хв.;

Тривалість витягування визначається аналогічно, але при цьому ураховується нормативний коефіцієнт b . При середньому складі збірного поїзда $m_{зб} = 35$ вагонів довжина напіврейсу витягування складає $l_{п/р} = 350 + 35 \cdot 14,5 = 858$ м, згідно [48, табл.1] $a = 1,96$, $b = 0,066$. Таким чином, $t_{вит} = 1,96 + 35 \cdot 0,066 = 4,3$ хв.

Час на розпуск збірного поїзда визначається за формулою (4.15) і дорівнює

$$t_{\text{роз}} = \frac{14,5 \cdot 35}{1,7 \cdot 60} = 5 \text{ хв}$$

Тривалість збирання вагонів з відповідних колій визначається за формулою:

$$T_{\text{зб}} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{\text{зб}} \quad (4.18)$$

де p – кількість колій, з яких збираються вагони.

В даному випадку їх можна прийняти середній кількості призначень вагонів в збірному поїзді, $p=4$;

$$T_{\text{зб}} = 1,8 \cdot 4 + 0,3 \cdot 35 = 17,7 \text{ хв}$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = 2,2 + 4,3 + 5,0 + 17,7 = 29,2 \text{ хв}$$

Нормативна тривалість на закінчення формування одnogрупних поїздів визначається за формулою:

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = T_{\text{ПТЕ}} + T_{\text{підт}} \quad (4.19)$$

де $T_{\text{ПТЕ}}$ – тривалість, необхідна на розстановку вагонів у складі поїзда відповідно до вимог ПТЕ (усунення неспівпадань вісей автозчепки більш ніж на 100 мм, постановка вагонів прикриття та ін.);

$T_{\text{підт}}$ – тривалість, необхідна на підтягування вагонів з боку парку відправлення для ліквідації «вікон» на сортувальних коліях.

Тривалість, необхідна на розстановку вагонів у складі поїзда визначається за формулою:

$$T_{\text{ПТЕ}} = B + E \cdot m \quad (4.20)$$

де B , E – нормативні коефіцієнти, що визначаються по [48, табл. 6]. При $n_0 = 0,5$ (середня кількість операцій по розчепленню вагонів на один состав) $B = 1,6$ та $E = 0,1$;

$$T_{\text{ПТЕ}} = 1,6 + 0,1 \cdot 56 = 7,2 \text{ хв}$$

Тривалість, необхідна на підтягування вагонів визначається за формулою:

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot m \quad (4.21)$$

$$T_{\text{підт}} = 0,08 \cdot 56 = 4,5 \text{ хв}$$

$$T_{\text{зф}}^{\text{од}} = 7,2 + 4,5 = 11,7 \text{ хв}$$

4.3 Розрахунок тривалості виконання технологічних операцій з поїздом свого формування

Середній час заняття колії поїздом свого формування в парке Л визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}}^{\text{сф}} = t_{\text{м}} + t_{\text{вих}} + t_{\text{о}}^{\text{то}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пг}} + t_{\text{о}}^{\text{ов}}, \quad (4.22)$$

де $t_{\text{м}}$ – тривалість приготування маршруту відправлення поїзда;

$t_{\text{вих}}$ – тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда;

$t_{\text{о}}^{\text{то}}$ – тривалість очікування технічного огляду;

$t_{\text{то}}$ – тривалість технічної обробки составу;

$t_{\text{пг}}$ – тривалість випробування гальм;

$t_{\text{о}}^{\text{ов}}$ – тривалість очікування відправлення.

Тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда визначається за формулою:

$$t_{\text{вих}} = \frac{0,06 \cdot l_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \text{ хв.} \quad (4.23)$$

де $V_{\text{вих}}$ – середня швидкість виходу поїзда, км/год;

$l_{\text{вих}}$ – відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту.

Середня довжина виходу поїздів з парку на напрямки дорівнює $l_{\text{вих}} = 1300 \text{ м}$, середня швидкість виходу поїзда згідно [47] $V_{\text{вих}} = 35 \text{ км./год.}$

Тривалість заняття маршруту при відправленні поїзда дорівнює:

$$t_{\text{вих}} = \frac{0,06 \cdot 1300}{35} = 2,2 \text{ хв}$$

Тривалість технічної обробки составу розраховується за формулою:

$$t_{\text{то}} = \frac{\tau_{\text{в}} \cdot m}{K_{\text{гр}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a \quad (4.24)$$

де $\tau_{\text{в}}$ – тривалість огляду одного вагону;

m – кількість вагонів у складі поїзда;

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

α – доля вагонів, які потребують безвідчепного ремонту;

$t_{\text{рем}}$ – тривалість безвідчепного ремонту;

a – тривалість підготовчо-заклучних операцій.

Згідно [48] приймаємо $\tau_{\text{в}}=0,015$ год/ваг, $K_{\text{гр}}=4$ групи, $\alpha=0,15$, $t_{\text{рем}}=0,20$, $a=0,04$

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,015 \cdot 56}{4} + 0,2 \cdot 0,15 + 0,04 = 0,28 \text{ год}$$

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{0,28 \cdot (72 + 0)}{24} = 0,84$$

$$t_{\text{о}}^{\text{то}} = \frac{0,84 \cdot (0,9^2 + 0,3^2) \cdot 17}{2 \cdot (1 - 0,84)} = 14,2 \text{ хв}$$

Тривалість очікування відправлення визначається за формулою:

$$t_{\text{о}}^{\text{об}} = \frac{n_{\text{ч}}^{\text{об}}}{\lambda}, \quad (4.25)$$

де λ – інтенсивність прибуття поїздів у даний парк.

$$\lambda = \frac{N_{\text{пр(відпр)}}}{1440} \quad (4.26)$$

$n_{\text{ч}}^{\text{об}}$ – середня довжина черги в очікуванні відправлення.

$$n_{\text{ч}}^{\text{об}} = \frac{\psi_{\text{у}} (1 + \nu_{\text{об}}^2) + (\nu'_{\text{гот}})^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{\psi_{\text{у}}} - 1 \right)} + \varepsilon \quad (4.27)$$

де ψ_y – завантаження ділянки, на яку відправляються поїзди.

$$\psi_y = \frac{N_{\text{тр}} + N_{\text{сф}}}{n_{\text{вант}}}, \quad (4.28)$$

де $n_{\text{вант}}$ – максимальна кількість вантажних поїздів, що може відправлятися в i -ому напрямку:

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

де $\varepsilon_{\text{пас}}$, $\varepsilon_{\text{зб}}$ – відповідно коефіцієнти зняття пасажирських і збірних поїздів.

Згідно [48] приймаємо $\varepsilon_{\text{пас}} = 1,5$; $\varepsilon_{\text{зб}} = 2,0$.

Для ділянки Д

$$n_{\text{вант}}^{\text{Д}} = 160 - 32 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1) = 11 \text{ поїздів}$$

Для ділянки Ю

$$n_{\text{вант}}^{\text{Ю}} = 48 - 6 \cdot 1,5 + 1 \cdot (2 - 1) = 39 \text{ поїзда}$$

Завантаження ділянки Д дорівнює:

$$\psi_y^{\text{Д}} = \frac{110}{70} = 0,64$$

Завантаження ділянки Ю дорівнює:

$$\psi_y^{\text{Ю}} = \frac{11}{39} = 0,29$$

Середня довжина черги в очікуванні відправлення на ділянку Д дорівнює:

$$n_{\text{ч}}^{\text{овД}} = \frac{0,64 \cdot (1 + 0,5^2) + 0,75^2 - 1}{2 \cdot (\frac{1}{0,64} - 1)} + 0,03 = 0,33 \text{ состава}$$

Середня довжина черги в очікуванні відправлення на ділянку Ю дорівнює:

$$n_{\text{ч}}^{\text{овЮ}} = \frac{0,29 \cdot (1 + 0,5^2) + 0,75^2 - 1}{2 \cdot (\frac{1}{0,29} - 1)} + 0,03 = 0,02 \text{ состава}$$

-Інтенсивність прибуття поїздів у даний парк дорівнює:

$$\lambda = \frac{72}{1440} = 0,05 \text{ поїздів/хв.}$$

З урахуванням доли поїздів, які відправляються з парку відправлення на ділянки тривалість очікування відправлення дорівнюватиме:

$$t_o^{\text{об}} = \frac{0,151}{0,05} = 3 \text{ хв}$$

Середній тривалість заняття колії поїздом дорівнює:

$$T_{\text{зк}} = 0,1 + 2,2 + 14,2 + 17 + 11 + 3 = 47,5 \text{ хв}$$

4.4 Розрахунок норм часу на виконання технологічних операцій з транзитним поїздом

Середня тривалість заняття колії транзитним поїздом визначається за формулою:

$$T_{\text{зк}}^{\text{тр}} = t_{\text{м}} + t_{\text{вх}} + t_o^{\text{то}} + t_{\text{то}} + t_{\text{шт}} + t_o^{\text{в}}, \quad (4.30)$$

Тривалість $t_{\text{вх}}$ визначається за формулою (4.2). Тривалість очікування технічного обслуговування $t_o^{\text{то}}$ визначається за формулою (4.6). Тривалість технічного обслуговування $t_{\text{то}}$ визначається за формулою (4.24). Тривалість очікування відправлення визначається за формулами (4.24-4.29).

Довжина вхідної горловини дорівнює: $L_{\text{гор}} = 300 \text{ м}$

Довжина поїзда дорівнює: $L_{\text{п}} = 27,5 + 56 \cdot 14,5 = 840 \text{ м}$

Довжина вхідної відстані дорівнює: $L_{\text{вх}} = 300 + 840 = 1140 \text{ м}$

Тривалість проходження поїздом вхідної відстані дорівнює:

$$t_{\text{пр}} = \frac{1400 \cdot 0,06}{70} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 1140)}{35} = 5,2 \text{ хв}$$

Кількість груп у бригаді $K_{\text{гр}} = 2$ групи

Тривалість технічного обслуговування поїзда, з урахуванням безвідцепного ремонту вагонів, дорівнює:

$$t_{\text{то}} = \frac{0,015 \cdot 56}{2} + 0,2 \cdot 0,15 + 0,04 = 0,49 \text{ год} = 29,4 \text{ хв}$$

Завантаження бригади дорівнює:

$$\psi_{\text{бр}} = \frac{20 \cdot 29,4}{1440} = 0,4$$

Тривалість очікування технічного обслуговування дорівнює:

$$t_o^{\text{то}} = \frac{0,4 \cdot (0,9^2 + 0,3^2)}{2 \cdot (1 - 0,4)} = 2,8 \text{ хв}$$

Інтенсивність прибуття поїздів у даний парк дорівнює:

$$\lambda = \frac{20}{1440} = 0,014 \text{ поїздів / хв}$$

Тривалість очікування відправлення дорівнює:

$$t_o^{\text{ов}} = \frac{0,122}{0,01389} = 8,8 \text{ хв}$$

Середня тривалість заняття колії поїздом дорівнює:

$$T_{\text{зк}}^{\text{тр}} = 0,1 + 5,2 + 2,8 + 29,4 + 11 + 8,8 = 57,4 \text{ хв}$$

Таким чином, в даному розділі виконано розрахунок тривалості основних технологічних операцій у парках сортувальної станції Р. Отримані значення будуть використані під час перевірки потрібного колійного розвитку в парках, а також при побудові добового плану-графіку роботи станції.

5 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ПІДСИСТЕМИ РОЗФОРМУВАННЯ ТА ЙОГО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Підсистема розформування сортувальної станції Н включає парк прийому до якого примикають підходи І та С, сортувальну гірку великої потужності та виконує операції, пов'язані з розформуванням поїздів. Від якості функціонування підсистеми розформування істотним чином залежать показники роботи всієї станції. Серед переліку технологічних операцій, що виконуються з поїздами в парку прибуття, найбільш суттєвими є технічний огляд та розформування на сортувальній гірці. Ці операції визначають загальну тривалість процесу розформування поїздів і суттєво впливають на показники роботи станції в цілому.

Технічний огляд составів виконують оглядачі вагонів (бригада ПТО), а насув і розпуск составів на сортувальній гірці – маневрові локомотиви. Кількість бригад ПТО і груп оглядачів в кожній бригаді істотно впливає на простій составів в парку прибуття, а також на простій поїздів на сусідніх станціях через неможливість прийому, унаслідок обмеженої кількості колій в парку прийому.

В цьому зв'язку в дипломному проекті була поставлена задача визначити економічний ефект від зменшення вагоно-годин простою на сусідній станції поїздів, що слідують у розформування, через неможливість прийому внаслідок зайнятості усіх колій в парку прийому на станції Н. Для цього необхідно спорудити Г додаткову колію в парку прийому Г, виконати демонтаж одного світлофора та встановити два (дивись рисунок 5.1).

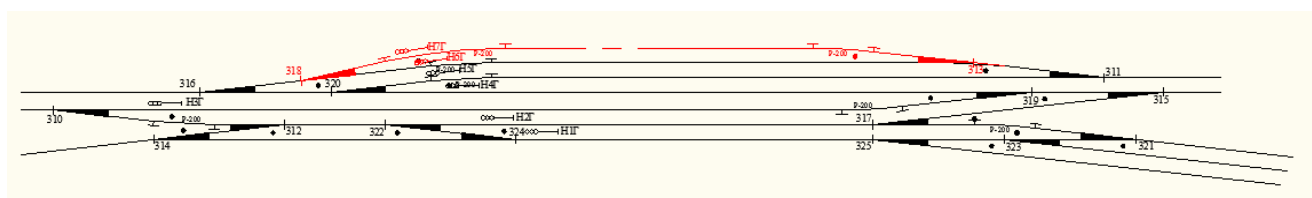


Рисунок 5.1 Реконструкція парку прийому станції Н

Порівняння витрат на спорудження додаткової колії та економічного ефекту від скорочення простою поїздів на сусідніх станціях дозволить зробити висновок про доцільність удосконалення колійного розвитку в парку прийому станції Н.

5.1 Визначення витрат пов'язаних удосконаленням колійного розвитку парку прийому

Витрати залізничного транспорту плануються і враховуються у відповідності з Номенклатурою витрат по основній діяльності (експлуатаційній та підсобно-допоміжній) залізниць.

По експлуатаційній діяльності плануються і враховуються витрати, пов'язані з перевезенням вантажів, пасажирів, багажу та пошти, по підсобно-допоміжній – з навантажувально-розвантажувальними операціями, утриманням колійно-машинних станцій, матеріально-технічним забезпеченням, житлово-комунальним господарством, об'єктами оздоровчого і соціально-культурного призначення, роботою кар'єрів, дистанцій водопостачання і водовідведення.

По зв'язку з виробничим процесом витрати експлуатаційної діяльності поділяються на основні і загально господарські.

До основних витрат, загальних для всіх галузей господарства залізниць, відносяться: витрати по оплаті праці, відрахування на соціальні потреби виробничого персоналу, скидки з вартості форменого одягу, витрати на командировання, обслуговування і поточний ремонт будівель, споруд та інвентарю виробничого призначення, техніку безпеки і виробничу санітарію.

Загально-господарські витрати поділяються на дві групи: по змісту апарату управління і без затрат по утриманню апарату управління. До загально - господарських витрат без утримання апарату управління відносять затрати по утриманню персоналу. До цієї ж групи відносять невиробничі витрати залізниць (витрати через простой, витрати на позаплановий ремонт, ліквідації наслідків аварій та катастроф, браку в ремонті, перевантаженню вагонів через несправності).

Відповідно до Номенклатури експлуатаційні витрати планують по місцю їх виникнення, тобто по галузевим господарствам залізниць.

Витрати кожного господарства плануються і визначаються по відповідним статтям Номенклатури. Кожна стаття має відповідний номер і об'єднує витрати, пов'язані з однією операцією або операціями, які близькі по змісту. Основні ви-

трати, специфічні для кожної галузі господарства, мають індивідуальну нумерацію. Основним витратам, загальним для всіх галузей господарства.

Експлуатаційні витрати залізниць складаються з наступних елементів [50]:

- Затрати на оплату праці;
- Відрахування на соціальні потреби;
- Матеріали;
- Паливо;
- Електроенергія;
- Амортизація основних фондів;
- Інші матеріальні затрати;

5.1.1 Визначення витрат на спорудження та демонтаж колій, стрілочних переводів та світлофорів

Для визначення витрат необхідно визначити поштучно кількість стрілочних переводів кожної марки які укладаються та демонтуються. Також визначається довжина колій та кількість необхідних світлофорів. Крім того визначається вартість електричної централізації нових стрілочних переводів. Всі розрахунки зведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахунок вартості реконструкції колійного розвитку станції

№ п/п	Найменування	Одиниці вимірювання	Вартість за одиницю, тис. грн..	Загальна вартість, тис. грн..
1	Демонтаж світлофорів	1 шт.	30	30
2	Вилучення рейко-шпальної решітки	60 м.	0,9	54
3	Встановлення світлофорів	2 шт.	120	240
4	Укладка рейко-шпальної решітки	968 м.	2	1936
5	Укладка стрілочних переводів марки 1/9	2 шт.	546	1092
6	ЕЦ стрілочних переводів	2 шт.	200	400
Всього				3746

Отже, орієнтована загальна вартість реконструкції колійного розвитку станції Н складає 3746 тис. грн..

5.1.2 Визначення витрат пов'язаних з утриманням колій та стрілочних переводів

Експлуатаційні витрати колій та стрілочних переводів складають [50]:

- річне утримання стрілочних переводів – 11 тис. грн. за одиницю;
- річне утримання колій – 58 тис. грн. за км.

Всі розрахунки зведено в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 Розрахунок вартості утримання додаткового колійного розвитку

№ п/п	Найменування витрат	Одиниця вимірювання	Норма витрат на одиницю, тис.грн.	Кількість од.	Загальні експлуатаційні витрати, тис. грн..
1	Утримання стрілочних переводів 1/9	шт.	11	2	22
2	Утримання колій	км.	58	1	56
3	Утримання світлофорів	шт.	17,8	2	36
Разом					114

Отже, загальна сума експлуатаційних витрат, пов'язаних з утриманням колій та стрілочних переводів, що були укладені, складає 114 тис. грн.

5.1.3 Визначення загальних витрат на реконструкцію

Капітальні вкладення – вартість реконструкції, установки (побудови), демонтажу пристроїв, будівель, механізмів. Капітальні вкладення повністю витрачаються за відносно короткий час (строк побудови або реконструкції станції).

Експлуатаційні витрати показують необхідність в коштах для постійного обслуговування пристроїв та споруд, забезпечення їх безперебійної роботи. Ці витрати визначаються, як вкладення за кожен рік роботи споруд та механізмів.

Враховуючи різнотипність капітальних вкладень та експлуатаційних витрат приведені витрати (економічна ефективність вкладень) розраховуються за формулою:

$$П_i = E_n \cdot K + Э \quad (5.1)$$

де K – капітальні вкладення в реконструкцію;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

\mathcal{E} – річні експлуатаційні витрати.

Нормативний коефіцієнт на залізничному транспорті складає 0,1 – 0,12. Менше значення E_n застосовується для об'єктів першорядного державного значення, зокрема для робіт з розвитку вузлів з метою підвищення їх пропускної і перероблювальної спроможності, а також для об'єктів, перебудова яких в експлуатаційних умовах складна чи пов'язана з великими непридатними роботами. Для об'єктів другорядного значення, приймемо $E_n = 0,12$.

$$P_i = 3746 \cdot 0,12 + 114 = 563,5 \text{ тис.грн}$$

5.2 Визначення витрат пов'язаних з простоем поїздів

Витрати на простій поїздів на сусідніх станціях через неможливість прийому, унаслідок обмеженої кількості колій в парку прийому визнаються за формулою:

$$E_{\text{пч}} = T_c / 60 \cdot K_z \cdot e_{\text{пг}} \cdot 365, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

де T_c – середній простій поїзда на сусідніх станціях через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій

K_z – загальна кількість затриманих поїздів через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій за добу;

$e_{\text{пг}}$ – вартість однієї поїздо-години простою, згідно [50] $e_{\text{пг}} = 556,98$ грн.

З метою отримання значень T_c та K_z було виконано моделювання роботи підсистеми розформування використанням програма “WebGraphModel.exe”, розроблена на кафедрі «Транспортні вузли» ДНУЗТу. При моделюванні враховувалося, що одночасно в парку може бути зайнято тільки 5 колії з 6-ти наявних, оскільки одна колія повинна бути вільна для заїзду маневрового локомотива під состав. Надходження кутових і місцевих передач у парк не враховувалося.

За допомогою імітаційного моделювання були отримані наступні значення:

- середній простій поїзда на сусідніх станціях через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій $T_c = 15,8 \text{ хв}$;

- загальна кількість затриманих поїздів через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій $K_z = 13 \text{ поїздів}$.

$$E_{\text{пч}} = 15,8/60 \cdot 13 \cdot 556,98 \cdot 365 = 695,96 \text{ тис. грн.}$$

Результати розрахунків показують, що раціональним являється будова однієї колії в парку прийому Г, оскільки цей варіант забезпечує більшу економію коштів, чим простій на сусідній станції. При цьому варіанті передбачається зменшення простою вагонів, локомотивів та зменшення знаходження на роботі локомотивних бригад.

6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ СОСТАВІВ У ПІДСИСТЕМІ РОЗФОРМУВАННЯ ТА ЙОГО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

6.1 Постановка задачі дослідження

Підсистема розформування сортувальної станції Н включає парк прийому до якого примикають підходи І та С, сортувальну гірку середньої потужності та виконує операції, пов'язані з розформуванням поїздів. Від якості функціонування підсистеми розформування істотним чином залежать показники роботи всієї станції. Серед переліку технологічних операцій, що виконуються з поїздами в парку прибуття, найбільш суттєвими є технічний огляд та розформування на сортувальній гірці. Ці операції визначають загальну тривалість процесу розформування поїздів і суттєво впливають на показники роботи станції в цілому.

Технічний огляд составів виконують оглядачі вагонів (бригада ПТО), а насув і розпуск составів на сортувальній гірці – маневрові локомотиви. Кількість бригад ПТО і груп оглядачів в кожній бригаді істотно впливає на простій составів в парку прибуття, а також на простій поїздів на сусідніх станціях через неможливість прийому, унаслідок обмеженої кількості колій в парку прийому. В цьому зв'язку в дипломному проекті була поставлена задача за допомогою методів імітаційного моделювання на електронних обчислювальних машинах (ЕОМ) дослідити показники роботи парку прибуття при різних варіантах організації роботи (різній кількості бригад ПТО та груп оглядачів вагонів в бригаді) і різних об'ємах роботи. Метою дослідження є визначення для існуючого об'єму роботи оптимальний варіант організації роботи парку.

6.2 Модель підсистеми розформування

Будь-яка станція являє собою складну систему масового обслуговування (СМО), що складає з багатьох різних елементів, що у процесі роботи тісно взаємодіють один з одним, впливаючи один на одного. До таких елементів можна віднести колійний розвиток станції і підходів, сортувальні пристрої, рухомий склад, виконавців різної спеціалізації (маневрові локомотиви, бригади ПТО і ПКО.). Мо-

дель повинна відображати як структуру системи, що моделюється, так і взаємодію окремих її елементів. Ступінь деталізації при моделюванні визначається в кожному окремому випадку в залежності від поставленої задачі.

При виконанні дослідження парк прибуття сортувальної системи розглядався як багатофазна, багатоканальна система масового обслуговування (СМО). Фазами обслуговування є окремі операції, які виконуються відповідно до технологічного процесу обробки поїздів в певній послідовності, частково паралельно, частково послідовно. Обслуговуючими каналами є виконавці різної спеціалізації (сигналіст, бригада ПТО, маневровий локомотив, оператор СТЦ та ін.).

6.2.1 Формалізація системи обслуговування.

Однієї з основних проблем, що виникають при функціональному моделюванні станцій, є складність формалізації технологічних процесів обробки поїздів, що можуть істотно відрізнятися для різних категорій поїздів. Існує безліч підходів до формалізації технологічного процесу роботи станцій. При цьому використовуються різні методи рішення [51, 52] (класичний апарат теорії масового обслуговування, різні статистичні методи, мережеві графіки, асоціативні списки, мережі Петрі, нейромережі й ін.).

Формалізація технологічного процесу обробки составу, що прибув у розформування в парк прибуття станції Н була виконана на основі мережевого графіка виконання операцій.

Станція або її окремих технологічний комплекс (у даному випадку підсистема розформування) розглядається як багатофазна, багатоканальна СМО. Фазами обслуговування є окремі операції, що виконуються відповідно до технологічного процесу у визначеній послідовності частково паралельно, частково послідовно. Обслуговуючими каналами в СМО є виконавці різної спеціалізації (працівники і пристрої, що беруть участь у технологічному процесі – прийомоздавачі, бригади вантажників, маневровий локомотив і ін.).

Вважатимемо, що кожен елементарну роботу може виконати виконавець чітко визначеної спеціалізації (наприклад, закріплення составу здійснює сигналіст, огляд вагонів – бригада ПТО та ін.). В той же час виконавець даної спеціалізації

може виконувати декілька різних елементарних робіт (наприклад, сигналіст закріплює состав башмаками і прибирає башмаки і т.д.).

Мережевий графік є моделлю технологічного процесу у вигляді мережі, тобто фігури, що складається з вершин і ліній, що їх з'єднують (ребер). В мережевому графіку розрізняють три елементи: роботу, подію і шлях.

Мережевий графік технологічного процесу обробки поїзду, що надійшов в розформовування в парк прибуття станції Н, наведено на рисунку 6.1.

Структурно-часова таблиця виконання операцій (дивись таблицю 6.1) є табличним представленням мережевого графіка.

Таблиця 6.1 – Структурно-часова таблиця робіт

№ п/ п	Робота	Поперед- ні роботи	Виконавець	Час виконан- ня, хв	
				M[t]	δ[t]
1	Прийом поїзда	-	Поїзний лок-в	5,6	1,25
2	Закріплення составу	1	Сигналіст	1,4	0,53
3	Введення повідомлення 201	1	Оператор СТЦ	1,0	0,25
4	Доставка вантажних докумен- тів	1	Оператор СТЦ	4,0	1,0
5	Відчеплення локомотива	2	Поїзний лок-в	1,0	0,25
6	Друк заготовки повідомлення 09	3	ЕОМ АСУ	1,0	0,25
7	Огородження составу	5	Оператор ПТО	0,2	0
8	Обробка вантажних докумен- тів	4,6	Оператор СТЦ	8,0	2,0
9	Технічний і комерційний огляд*	7	Бригада ПТО і ПКС	21,6	4,5
10	Введення повідомлення 09	8,9	Оператор СТЦ	3,0	0,75
11	Зняття огороження	9	Оператор ПТО	0,2	0
12	Друк сортувального листка	10	ЕОМ АСУ	1,5	0,35
13	Заїзд і причеплення маневро- вого локомотива	11	Маневровий ло- комотив	5,0	1,0
14	Прибирання башмаків	13	Сигналіст	1,4	0,53
15	Насув і розпуск составу	12,14	Маневровий лок-в	11,7	1

*тривалість технічного огляду залежить від кількості груп у бригаді ПТО

В таблиці вказується перелік елементарних робіт, а також дані про кожну з них і про їх взаємну обумовленість. Рядок таблиці характеризує елементарну роботу і представляється структурою:

$$W_i = \{w, p, M[t], \sigma[t]\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.1)$$

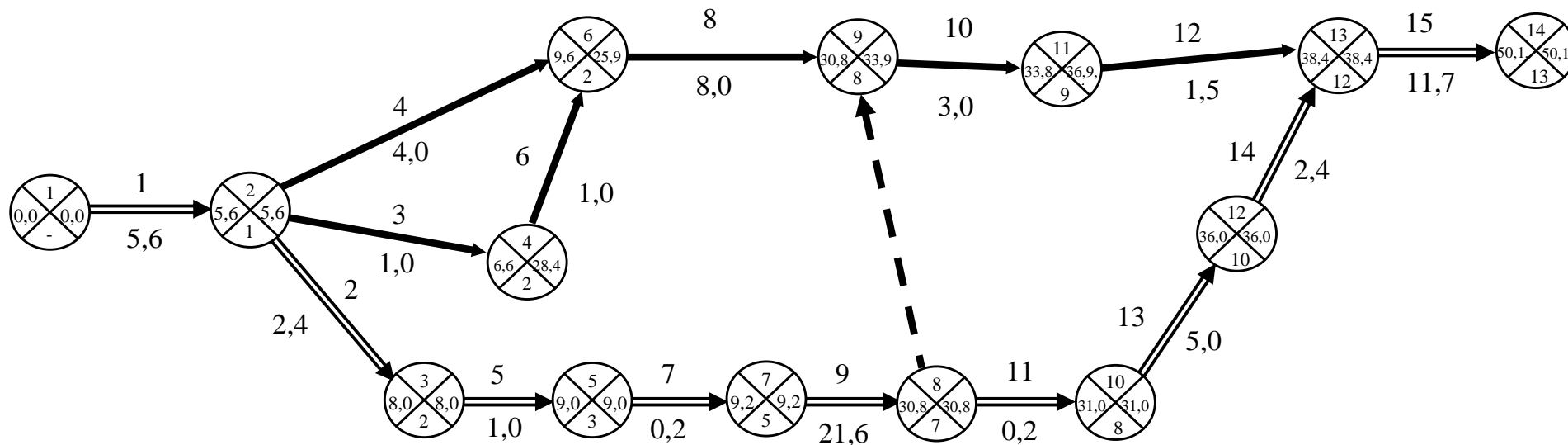


Рисунок 6.1 – Мережевий графік виконання операцій в парку прибуття

де w - список робіт, після закінчення яких починається виконання даної роботи ($a_1 < a_2 < \dots < a_r < i$);

p - спеціалізація виконавця роботи ($p=1\dots s$);

$M[t]$, $\sigma[t]$ - відповідно, математичне очікування і середнє квадратичне відхилення випадкової величини тривалості виконання роботи;

n – загальна кількість операцій, передбачених технологічним процесом.

Тривалість виконання кожної роботи W_i розглядалася як випадкова величина із заданим законом розподілу (використовувався нормальний закон розподілу) і моделювалася по формулі:

$$t_i = M_i[t] + Z_i \cdot \sigma_i[t] \quad (6.2)$$

де Z_i – випадкова величина, що має нормальний розподіл.

$$Z_i = \sum_{j=1}^n r_j - 6 \quad (6.3)$$

де r_i – випадкове число з інтервалу $[0;1]$.

Значення параметру $M[t]$ прийнято згідно з результатами розрахунків по технічному нормуванню тривалості технологічних операцій, що було виконане у розділі 3, а також згідно з рекомендаціями [48]. Значення середнього квадратичного відхилення $\sigma[t]$ прийнято згідно з рекомендаціями [48] і розраховано за формулою:

$$\sigma_i[t] = M_i[t] \cdot 0,25 \quad (6.4)$$

Кожна операція починається лише в тому випадку, якщо є вільний виконавець необхідної спеціалізації (див. табл. 6.1). Для обліку зайнятості виконавців

обслуговуванням поїздів (заявок) використовується список \mathbf{E} , кожний рядок якого включає всіх виконавців однієї спеціалізації, тобто:

$$E_j = \{p, \mathbf{R}\} \quad j = 0 \dots, s-1, \quad (6.5)$$

де \mathbf{R} - список, що характеризує поточний стан групи виконавців даної спеціалізації;

S – кількість виконавців спеціалізації p .

Окремий виконавець в списку \mathbf{R} , у свою чергу, представляється структурою:

$$R_k = \{Z, t^{3B}_k\} \quad (6.6)$$

де Z - номер заявки (об'єкту), обслуговуванням якого зайнятий виконавець;

t^{3B}_k - момент завершення роботи і звільнення виконавця.

Величина t^{3B}_k дозволяє у будь-який момент системного часу T_c визначити стан виконавця (якщо $T_c \geq t^{3B}_k$ – k -й виконавець вільний).

6.2.2 Моделювання вхідного потоку поїздів.

Поїзди, що прибувають в розформовування, надходять безпосередньо в парк прийому станції H , де з ними виконується весь комплекс робіт, передбачених технологічним процесом.

Момент прибуття j -поїзда T_j визначається за виразом:

$$T_j = T_{j-1} + I_{j,j-1} \quad (6.7)$$

де T_{j-1}^i – момент прибуття попереднього поїзда;

$T_{j,j-1}^i$ – інтервал між поїздами, хв.

Інтервал $T_{j,j-1}^i$ розглядався як випадкова величина, що має розподіл Ерланга (відповідно до рекомендацій [48]).

Величина інтервалу моделювалася по формулі:

$$I_{j,j-1} = -\frac{M[I] - I_{\min}}{K} \ln \prod_{z=1}^{k_i} r_z + I_{\min} \quad (6.8)$$

де $M[t]$ – математичне очікування величини інтервалу надходження поїзда в розформування, хв;

K – параметр Ерланга для (прийнято $K_i=2$);

I_{\min} – мінімальний інтервал надходження поїзда в розформування (так як існує можливість одночасного прибуття поїздів $I_{\min}=0$ хв.);

r_z – випадкове число з інтервалу $[0;1]$.

Математичне очікування величини інтервалу надходження поїзда в розформування визначалося як:

$$M_i[I] = \frac{1440}{N_i^{\text{доб}}} \quad (6.9)$$

де $N_i^{\text{доб}}$ – добовий поїздопотік в розформування.

6.2.3. Формалізація технологічного процесу обслуговування поїздів

Всі заявки (поїзди), що надходять в систему (парк прибуття), записуються в циклічно зв'язаний список Q (черга). Вибір заявки для обслуговування здійснюється з голови черги (показчик G) відповідно до дисципліни FIFO (first-in-first-out – перший прибув – перший обслуговується). Заявка, з якою виконано весь комплекс операцій, покидає систему. Окрема заявка, що знаходиться в черзі в списку Q , представляється структурою:

$$Q_m = \{Z, \alpha, \beta, Tn\}, m = 1, 2, \dots, L \quad (6.10)$$

де Z - порядковий номер заявки;

α, β - бульові вектори, відповідно, початих і закінчених робіт;

T_{Π} - момент надходження заявки в систему;

L - довжина черги.

Бульові вектори α та β мають розмірність n і в кожний момент часу T_c відображають відповідний стан робіт w_1, \dots, w_n ; при цьому якщо i -а робота почата, то $\alpha^{(i)}=0$, інакше - $\alpha^{(i)}=1$. Аналогічно, якщо у момент часу T_c i -а робота закінчена, то $\beta^{(i)}=0$, інакше $\beta^{(i)}=1$. Очевидно, що перед початком обслуговування всі компоненти векторів α та β повинні бути рівні 1, по його закінченні – рівні 0.

Час T_{Π}^Z використовується для включення Z -ї заявки в список Q ; це відбувається, коли системний час T_c перевищить T_{Π}^Z ($T_c > T_{\Pi}^Z$). Для кожної заявки, включеної в чергу Q , в кожний момент системного часу T_c здійснюється перевірка виконання всього комплексу робіт. Умови початку i -ї роботи для Z -ї заявки визначаються таким чином. Найбільш ранній можливий термін початку роботи w_i з Z -м об'єктом визначається як:

$$T_i^{pn} = \max \{T_{a_1}, T_{a_2}, \dots, T_{a_r}\} \quad (6.11)$$

де $T_{a_1}, T_{a_2}, \dots, T_{a_r}$ - моменти закінчення робіт ($w_{a_1}, w_{a_2}, \dots, w_{a_r}$), на які спирається робота w_i (див табл. 6.1).

Для виконання роботи w_i необхідний вільний виконавець спеціалізації $j=p_i$, який звільняється у момент T_i^{3B} :

$$T_i^{3B} = \min \{t^{3B}_1, t^{3B}_2, \dots, t^{3B}_k, \dots, t^{3B}_s\} \quad (6.12)$$

Тоді фактичний початок i -ї роботи з Z -ю заявкою можна знайти як:

$$T_{\Pi}^i = \max \{T_{\Pi}^{pn}, T_i^{3B}\}. \quad (6.13)$$

Момент закінчення роботи w_i визначається з урахуванням випадкового значення її тривалості t_i :

$$T_i^3 = T_i^p + t_i. \quad (6.14)$$

Отриманий момент закінчення роботи розглядається як момент звільнення k -го виконавця j -ї спеціалізації t_k^{3B} , виконуючого дану роботу.

За допомогою приведених виразів на кожному кроці моделювання здійснюється перевірка всіх початих робіт для виявлення закінчених, а також всіх непочатих робіт для визначення можливості їх початку. Перевірка виконується послідовно по кожній заявці Q в черзі, починаючи з голови. Закінчення обслуговування m -ї заявки фіксується у момент T_m^k :

$$T_m^k = \max\{T_1^3, T_2^3, \dots, T_n^3\} \quad (6.15)$$

У вказаний момент m -а заявка покидає систему.

Закінчення обслуговування окремих заявок визначає моменти надходження в систему заявок іншого типу (наприклад, завершення розпуску окремих составів може вимагати виконання операцій осадження вагонів, закінчення формування составів, повторного сортування і ін.). Всі операції, не пов'язані з обробкою основного потоку поїздів, зручно представляти як заявки окремого роду. При цьому із заявками різного роду виконуються, відповідно, різні комплекси робіт, відмінні як переліком робіт так і їх тривалістю. В цьому зв'язку для кожного роду обслуговуваних заявок в моделі передбачається окрема таблиця робіт W .

6.3 Моделювання роботи підсистеми розформування станції

Моделювання роботи підсистеми розформування при різних варіантах організації роботи парку прибуття станції H і вхідному потоці поїздів виконувалося з використанням імітаційного моделювання за допомогою програмного забезпечення розробленого на кафедрі «Транспортні вузли» ДІІТу. Для моделювання ро-

боти парку прийому сортувальної станції Н використовувалася програма “WebGraphModel.exe”, що розроблена на кафедрі «Станції і вузли» (діалогове вікно програми наведено на рисунку 6.2 та 6.3).

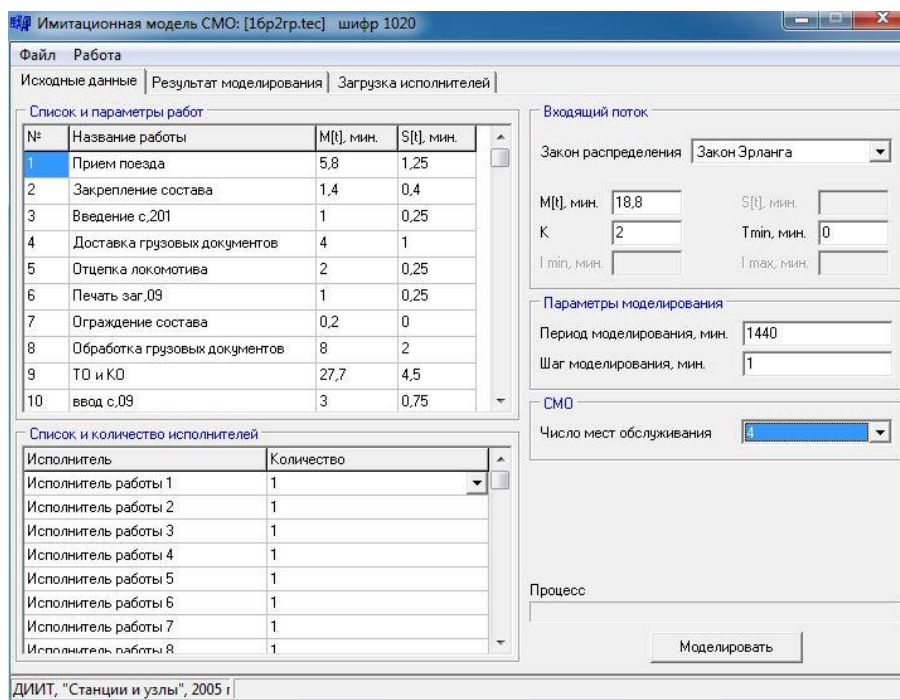


Рисунок 6.2 - Діалогове вікно програми для моделювання роботи систем масового обслуговування

№ п/п	Появл., мин.	Теход., мин.	Тзадерж., мин.	Твыход., мин.	Тзанят., мин.	Работа1
1	14	14 (1)	0	73	59	14-20
2	27	27 (2)	0	102	75	27-32
3	52	52 (3)	0	134	82	52-58
4	101	101 (1)	0	163	62	101-108
5	120	120 (2)	0	188	68	120-128
6	124	124 (4)	0	211	87	129-136
7	154	154 (3)	0	245	91	154-157
8	171	171 (1)	0	275	104	171-175
9	192	192 (2)	0	298	106	192-197
10	206	211 (4)	5	320	109	211-218
11	230	245 (3)	15	350	105	245-250
12	241	275 (1)	34	380	105	275-280
13	247	298 (2)	51	399	101	298-303
14	270	320 (4)	50	427	107	320-326
15	286	350 (3)	64	454	104	350-356
16	290	390 (1)	90	475	95	390-396

Число обслуженных заявок: 51
 Суммарная продолжительность задержек по неприятию: 10841,0 мин
 Число задержанных по неприятию заявок: 42
 Средняя продолжительность задержки по неприятию: 212,6 мин
 Средняя продолжительность нахождения заявки в СМО: 103,1 мин
 Общий простой: 315,7 мин

Рисунок 6.3 - Приклад результатів моделювання роботи СМО

При цьому моделювання виконувалося при різному вхідному потоці поїздів в розформовування (від 50 до 90 поїздів за добу), а також при різному числі груп в бригаді ПТО (розглядалися варіанти 2, 3, 4 групи), різному числі бригад ПТО в парку (1 і 2 бригади). При моделюванні ураховувалося, що одночасно в парку може бути зайнято тільки 5 колії з 6-ми наявних, оскільки одна колія повинна бути вільна для заїзду маневрових локомотивів під состави. Надходження кутових і місцевих передач у парк не ураховувалося.

Для кожного варіанту розраховувалося три показники:

- середній простій составу в парку прийому - $T_{п}$;
- середній простій поїзда на сусідніх станціях через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій – $T_{с}$;
- загальна кількість затриманих поїздів через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій – $K_{з}$.

Результати моделювання по варіантах наведені в таблиці 6.2 (середній простій составу в парку прийому) і в таблиці 6.3. (загальний простій та загальна кількість поїздів на сусідніх станціях через неможливість прийому на станцію, унаслідок відсутності вільних колій)

Таблиця 6.2 – Середній простій составу в парку прийому

N, поїздів	Кбр=1			Кбр=2		
	Кгр=2	Кгр=3	Кгр=4	Кгр=2	Кгр=3	Кгр=4
	Тп, хв.	Тп, хв.	Тп, хв.	Тп, хв.	Тп, хв.	Тп, хв.
50	135,2	61,8	54,0	68,9	55,6	50,8
60	160,1	72	57,6	71,5	56,5	51,6
70	171,6	90,9	68,1	75,1	58,8	52,4
80	176,8	107,3	79,3	82,6	60,8	55,9
90	179,9	120,3	89,7	89,5	64,3	60,7

Таблиця 6.3 – Загальний простій та загальна кількість поїздів на сусідніх станціях

N, поїздів	Кбр=1						Кбр=2					
	Кгр=2		Кгр=3		Кгр=4		Кгр=2		Кгр=3		Кгр=4	
	Тс, хв.	Кз, п.	Тс, хв.	Кз, п.	Тс, хв.	Кз, п.	Тс, хв.	Кз, п.	Тс, хв.	Кз, п.	Тс, хв.	Кз, п.
50	1,7	3	0	0	0	0	0,1	1	0	0	0	0
60	40,5	22	0,6	3	0	0	0,3	2	0	0	0	0
70	98,6	26	14	15	0,3	5	0,4	3	0,1	2	0	0
80	146,5	29	43,7	30	12,4	30	3,8	22	0,4	3	0	0
90	193,1	31	94,9	48	43,4	41	26,8	46	6,2	26	1,2	17

На підставі табл. 6.2 побудовані графіки залежності значень $T_{\text{п}}$ від розмірів добової переробки, кількості груп в бригаді ПТО і кількості бригад, які наведено на рисунку 6.4.

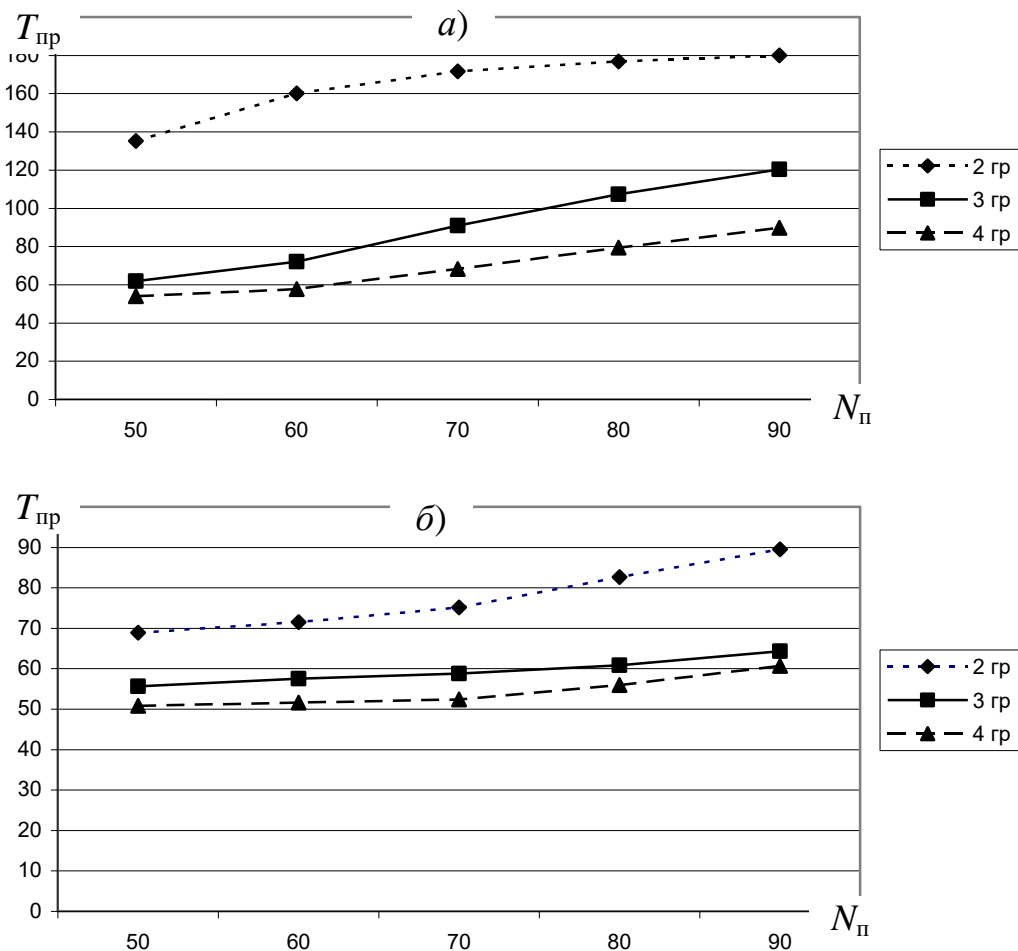


Рисунок 6.4 – Графіки залежності значення середнього простою поїзда в парку від інтенсивності вхідного потоку та інтенсивності обслуговування: а) 1 бригада ПТО; б) 2 бригади ПТО

З графіків видно, що при одній бригаді з двох груп простій поїзда в парку різко зростає зі збільшенням обсягів переробки; при збільшенні кількості груп до трьох простій зменшується і зростає не так різко. Збільшення кількості груп до чотирьох дозволяє зменшити простій составу в парку прийому ще на 5-15 хвилин, але доцільність вибору 3-х або 4-х груп повинна бути підтверджена техніко-економічними розрахунками. Використання двох бригад може бути не доцільним у зв'язку з незначним зменшенням простою.

6.4 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення експлуатаційної роботи станції

Вибір оптимального (найбільш вигідного) варіанта організації роботи підсистеми розформування (числа бригад ПТО – $S_{бр}$, та груп у бригаді – $K_{гр}$) для конкретних обсягів роботи виконується по мінімуму річних експлуатаційних витрат.

Експлуатаційні витрати включають витрати на утримання бригад оглядачів вагонів $E_{пто}$, витрати, пов'язані з простоєм вагонів у парку $E_{вг}$, витрати, зв'язані з простоєм поїздів на сусідніх станціях $E_{пг}$, тобто:

$$E = E_{пто} + E_{вг} + E_{пг}, \text{ тис. грн.} \quad (6.16)$$

$$E_{пто} = 4,3 \cdot S_{бр} \cdot K_{гр} \cdot e_{пто} \cdot 10^{-3}, \text{ тис. грн.} \quad (6.17)$$

$$E_{вг} = 365 \cdot \frac{T_{п}}{60} \cdot m_c \cdot N_{доб} \cdot e_{в-год} \cdot 10^{-3}, \text{ тис. грн.} \quad (6.18)$$

$$E_{пг} = 365 \cdot \frac{T_{п}}{60} \cdot N_{доб} \cdot e_{п-год} \cdot 10^{-3}, \text{ тис. грн.} \quad (6.19)$$

де $K_{гр}$; $S_{бр}$ - число груп та бригад у парку;

$T_{п}$ - простій в парку прийому (приймається згідно розділу 6.3)

$e_{пто}$ - вартість утримання однієї групи оглядачів вагонів, грн.;

$N_{доб}$ – середньодобовий потік поїздів у розформування;

m_c - середній состав поїзда (згідно розділу 2 $m_c = 56 \text{ ваг}$);

$e_{в-год}$ - вартість однієї вагоно-години простою (прийнято відповідно питомим витратам у вантажних перевезеннях за 2016 рік $e_{в-год} = 14,68 \text{ грн.}$);

$e_{\text{п-год}}$ - вартість однієї поїздо-години простою (прийнято відповідно питомим витратам у вантажних перевезеннях за 2016 рік $e_{\text{п-год}} = 801,38$ грн.).

Утримання бригади ПТО залежить від її складу. Одна група в бригаді складається з двох працівників: оглядач та рядовий оглядач. Відповідно, розрахунок витрат на утримання однієї групи за добу в частці річного фонду оплати праці визначається:

$$P_{\text{гp}} = \frac{(T_{\text{г}}^3 + T_{\text{г}}^5) \cdot 169 \cdot 12 \cdot \varphi}{365}, \quad (6.20)$$

де $T_{\text{г}}^3, T_{\text{г}}^5$ - годинні тарифи ставки відповідно третього та п'ятого тарифних розрядів.

Станом на 01.01.2018 р. у відповідності до Наказу № 617 – Ц від 21.11.14 р. “Номенклатури витрат по основній діяльності підприємств залізничного транспорту України” та коригуючого коефіцієнта 2,2755 годинні та тарифні ставки дорівнюють: $T_{\text{г}}^3 = 25,55$ грн, $T_{\text{г}}^5 = 30,75$ грн ;

169 - середньомісячна кількість робочих годин;

12 - кількість місяців в одному році;

365 - кількість днів в одному році;

φ - коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну платню, $\varphi = 1,2$

$$P_{\text{гp}} = \frac{(25,55 + 30,75) \cdot 169 \cdot 12 \cdot 1,2}{365} = 375,38 \text{ грн};$$

Витрати на утримання групи бригади ПТО за рік складають:

$$e_{\text{пто}} = 375,38 \cdot 365 = 137011 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків по варіантам зведені у таблицю 6.4 У кожній строчці виділено варіант технології обробки составів у парку прийому з найменшими приведеними витратами.

Таблиця 6.4– Річні приведені витрати по варіантам

N, поїздів	K _{бр} =1			K _{бр} =2		
	K _{гр} =2	K _{гр} =3	K _{гр} =4	K _{гр} =2	K _{гр} =3	K _{гр} =4
50	7580,19	4129,86	4126,46	4865,73	4955,43	5473,42
60	17498,32	5435,04	4861,17	5726,60	5606,57	6013,77
70	33476,19	10299,73	6259,32	6696,88	6175,17	6569,67
80	50243,08	20132,01	10693,48	8851,64	7078,37	7351,03
90	69492,40	37699,11	21261,51	16687,31	9579,69	8643,54

На підставі аналізу табл. 6.4 для конкретних розмірів роботи визначено найбільш економічно вигідне сполучення числа бригад ПТО, груп оглядачів вагонів у бригаді (виділені клітини). У графічному вигляді, дані наведені у табл.6.4 можна представити у вигляді рисунка 6.5.

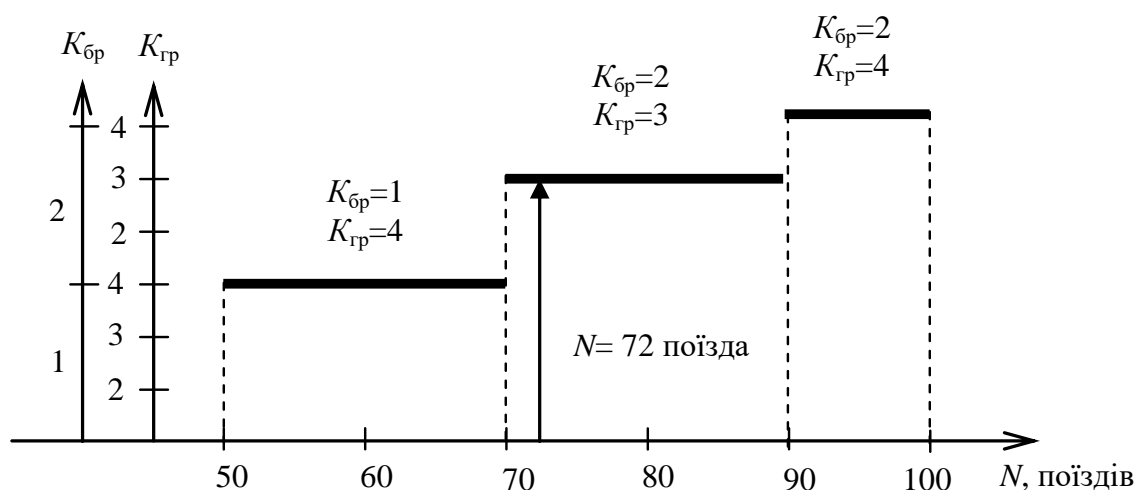


Рисунок 6.5 – Раціональна кількість бригад та груп ПТО в залежності від розмірів руху

Так як існуючий поїздопотік у розформування дорівнює 72 поїздів (див. розділ 3), то з найбільш економічно вигідно виконувати обробку составів, що надходять у переробку в парк прибуття сортувальної станції Н, двома бригадами, що складаються з трьох груп ($t_{то} = 21,6$ хв).

7 ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТАНЦІЇ

7.1 Технологія роботи з поїздами, що надходять у переробку

При підході поїзду з сусідньої станції (І, С) ДСП цієї станції робить запит у ДСП парку «Г» по телефону про можливість відправлення поїзду. ДСП «Г» дає згоду за наявності вільних колій в парку. Після дачі згоди ДСП «Г» готує маршрут на одну з колій парку «Г» і відкриває вхідний сигнал (з боку Н – Н₁, з боку С – Н_С). Після відправлення з сусідньої станції ДСП цієї станції повідомляє про це ДСП «Г» по телефону.

Оперативне керівництво прийомом поїздів, які надходять в переробку, здійснює черговий по станції парку «Г», керівництво обробкою поїздів по сортувальній системі - маневровий диспетчер. При підході поїзду до станції ДСП парку «Г» по парковому зв'язку інформує працівників станційного технологічного центрів, пункту технічного обслуговування, комерційного огляду вагонів і сигналіста про номер поїзду, його індекс, колію прибуття для підготовки до зустрічі поїзду працівниками, які беруть участь в його обробці.

Працівники, що беруть участь в обробці состава, завчасно виходять до колії прийому, щоб зробити огляд на ходу. При одночасному прибутті декількох поїздів ДСП поста ЕЦ-1 повідомляє працівникам ПТО й ПКО черговість їхньої обробки.

Під час заходу поїзда на станцію оператор посту ЕЦ-1 виконує записування номерів вагонів і вводить в ЕОМ повідомлення 05. Після зупинки поїзду оператор СТЦ по прибуттю вводить в ЕОМ повідомлення 201, а ДСП парка «Г», дає вказівки сигналісту про закріплення состава на колії прибуття порядком, встановленим ТРА станції. Після відчеплення локомотива й виїзду його з колії прийому, оператор ПТО, за вказівкою ДСП ЕЦ-1, робить огороження состава, про що повідомляє по 2-х сторонньому парковому зв'язку всіх працівників, що беруть участь в обробці состава, що є дозволом на продовження робіт.

Обробка составів у парку прибуття складається з наступних операцій:

— технічного обслуговування состава та підготовки його до розформування;

— контрольної перевірки состава, наявності та відповідності вантажних документів;

— комерційного огляду.

Технічне обслуговування в парку прийому виконує одна бригада. Паралельно з технічним оглядом, всі вагони, що прибувають з поїздами, а також місцеві вагони оглядаються в комерційному відношенні приймальниками поїздів парку „Г” для виявлення та наступного усунення комерційних несправностей.

При виявленні вагонів з комерційними несправностями, які загрожують безпеці руху і збереженню вагонів і вантажів, приймальники поїздів ПКО парка «Г» складають акт загальної форми ГУ-23 в двох екземплярах і оперативні повідомлення у вигляді телеграм не пізніше 4 годин з моменту прибуття поїзду і через операторів СТЦ, користуючись телетайпним зв'язком, передають на телеграф. Приймальники поїздів ПКО парка «Г» реєструють оперативні повідомлення в спеціальній книзі, нумеруючи їх парними номерами.

Комерційні несправності приймальники поїздів реєструють в книзі реєстрації комерційних несправностей ф. ГУ-97. За відсутності комерційних пошкоджень старші приймальники поїздів відзначають «комерційних пошкоджень не виявлено», завіряючи кожний запис підписом.

Усунення комерційних несправностей здійснюється без відчеплення вагонів від состава поїзду. Відчеплення вагонів від состава здійснюється у випадках, якщо усунення несправностей, які передбачені технологією, неможливе, а також при необхідності перевірки стану вантажу. Про закінчення комерційного огляду составу і готовність його в комерційному відношенні приймальники поїздів повідомляють чергового по станції поста ЕЦ-1.

При виявленні комерційних несправностей приймальники поїздів на підставі актів загальної форми ГУ-23 присилають телеграми відповідно до Правил комерційного огляду і інструкцією по актово-претензійної роботі.

По закінченні ремонту й огляду працівники ПТО доповідають операторові ПТО про закінчення робіт. Одержавши таку доповідь оператор повідомляє ДСП поста ЕЦ-1 про закінчення техогляду для зняття огороження, після чого останній

дає вказівку операторові ПТО на зняття огороження з оброблюваної колії.

Послідовність виконання операцій по обробці поїзда, який поступив у розформування та їх тривалість:

1. Операції до прибуття поїзда:

- одержання й коректування ТГНЛ у СТЦ;
- одержання повідомлення про вихід поїздів із сусідньої станції, повідомлення працівників ПТО та ПКО
- вихід працівників, що беруть участь в обробці поїзда на колію;

2. Операції під час прибуття поїзда:

- прийом поїзда, контрольна перевірка состава у вхідній горловині, згідно розділу 4 $t_{\text{пр}} = 5,6 \text{ хв.}$

3. Операції після прибуття поїзда:

- закріплення состава згідно розділу 4 $t_{\text{зак}} = 1,3 \text{ хв.}$,
- відчеплення й виїзд локомотива, огороження колій, прийнято згідно [53] 2 хв;
- доставка документів у СТЦ;
- перевірка ТНЛ і вантажних документів ,передача документів на місцеві вагони в товарну контору складання сортувального листка;
- технічний і комерційний огляд состава, технічний ремонт й усунення комерційних несправностей вагонів згідно розділу 6 $t_{\text{то}} = 21,6 \text{ хв.}$
- коректування сортувального листка й передача його виконавцям.

Технологічний графік обробки поїзда, що надходить у переробку, наведено на рисунку 7.1.

7.2 Технологія розформування та формування составів

Черговість розформування составів з урахуванням накопичення вагонів і формування составів з метою зменшення простою вагонів під накопиченням установлює маневровий диспетчер і дає вказівки працівникам СТЦ, ПТО, і ПКО про послідовність обробки составів.

Найменування операцій	До прибут- тя поїзда	Після прибуття поїзда							Виконавець
		Час у хв.							
		0	5	10	15	20	25	30	
Одержання, розмітка і переси- лання телеграми-натурного ли- ста маневровому диспетчеру, в СТЦ і ПТО									Оператор СТЦ
Складання сортувального лист- ка									Оператор СТЦ
Одержання від сусідньої стан- ції повідомлення про номер поїзда і час його прибуття									Черговий по станції
Сповіднення працівників СТЦ, ПТО і ПКО про час і колію прибуття поїзда									Черговий по станції
Контрольна перевірка состава у вхідній горловині									Оператор СТЦ, телетайпіст
Прибуття поїзда, закріплення составу, відчеплення і виїзд поїзного локомотива, огоро- дження составу		4							Сигналісти, локомотивна бригада, праці- вники ПТО
Доставка перевізних докумен- тів в СТЦ		5							Оператор СТЦ
Перевірка телеграми- натурного листа, штемпелю- вання і перевірка перевізних документів		10							Оператор СТЦ
Коригування сортувального листка			3						Оператор СТЦ
Технічне обслуговування сос- тава, відпускання гальм					22				Працівники ПТО
Комерційний огляд состава					22				Працівники ПТО
Загальна тривалість обробки поїзда					26				

Рисунок 7.1 – Технологічний графік обробки поїзда, що надходить у переробку

Розформування составів виконується під керівництвом чергового по гірці згідно з сортувальним листком (інформаційне повідомлення 0062), який складається на основі розміченої ТГНЛ і видається на друк на робочі місця чергового по гірці та операторів виконавчих постів.

В парку прийому «Г» працює два локомотиви: гірковий та господарчий. Насув составів з колій №№ 3-7 парка «Г» суміщають з операціями:

- перестановкою кутового потоку для парної з колії № 48 «Б» в парк прийому «Г» на колії №№ 1,2;
- перестановкою составів кутового потоку з парної системи (колії №№1,2 парку «З») в парк «Г» на колії №№ 1,2;
- виїздом локомотивів поїздів в депо по ходовій колії № 50 з колій №№ 1,2 парку «Г».

Завчасно до початку розформовування составу, ДСПГ по радіозв'язку інформує машиніста про план наступної роботи. Відповідно до встановленої черговості розпуску составів ДСПГ, після узгодження з ДСП парку «Г» маршруту прямування, дає вказівки машиністу локомотива про проходження в парк для надвига чергового составу на гору. При підході гіркового локомотива в парк прийому під состав, який підлягає розформовуванню, машиніст, переконавшись у відсутності огороження, причіпляє локомотив і після прибирання гальмівних башмаків по розпорядженню чергового по гірці і при відкритому гірчному сигналі насуває состав. Підїзд локомотива до составу дозволяється тільки при згаслих сигналах огороження. Вилучення гальмівних черевиків проводиться сигналістом парку «Г» після причіплювання локомотива до составу.

Про підхід составу до горба гірці і початок розпуску працівники сортувального парку оповіщаються спеціальним сигнальним пристроєм системи АГОП: „Обережно! Бережися поїзду!”. Розформовування составів поїздів проводять два складачі поїздів по черзі: один проводить розчіплення вагонів, інший спостерігає і навпаки. У разі потреби дозволяється проводити розформовування составів одному складачу поїздів за наявності справної радіостанції і під контролем оператора розпорядчого поста гірки. В процесі розформовування составу складач виконує розчіплення вагонів відповідно свідченням світлових цифрових показчиків, які знаходяться на горбі гірки. Для забезпечення безпеки роботи розчіплення вагонів повинне виконуватися спеціальними розчіпними вилками.

Оператор поста ГАЦ, керуючись сортувальним листком, завчасно до підходу до горба гірці составу, який насувають, інформує по сповіщальному зв'язку операторів виконавчих постів і регулювальників швидкості руху вагонів про число відчепів і вагонів і порядку їх надходження на сортувальні колії, попереджає про відчепи, які вимагають при гальмуванні особливої обережності (рефрижераторні вагони, вагони з вибуховими матеріалами, з провідниками, з живністю, легковагові та ін.). Оператори гірки сповіщають також працівників станції про насув составу, а при підході до горба гірки – про початок розпуску, при скочуванні з горба гірки останнього відчепа - про закінчення розформування. Під час розпуску составу черговий по гірці і оператор розпорядчого поста стежать за правильністю розчіплення і проходження відчепів, у разі потреби, по парковому сповіщальному зв'язку інформують про зміну напрямку відчепів.

Розпуск составу виконується шляхом безперервного насуву вагонів зі швидкістю 3-8 км/ч. Підвищення швидкості розпуску повинне здійснюватися плавно, без ривків, щоб виключити з'єднання розчеплених вагонів.

При розформуванні составів ДСПГ зобов'язаний передбачити одночасне формування поїздів, тобто під час розформування составу робити відповідні прикриття для вагонів які цього потребують.

Для якнайповнішого використання місткості колій і забезпечення зіткнення відчепів з вагонами, які стоять на коліях з швидкістю не вище допущеної, застосовується прицільне гальмування відчепів. Прицільне гальмування відчепів, здійснюється операторами виконавчих постів з використанням гірочних уповільнювачів. Осаджування виконується після закінчення розпуску гірковим локомотивом, під керівництвом складача поїздів гірки.

Технічно несправні вагони, що вимагають відчепного ремонту накопичуються на 46 колії парку «Б» з наступною передачею їх на ВЧД (якщо буде потреба деповського ремонту) або на пункт технічного обслуговування вагонів (якщо буде потреба поточного ремонту).

7.3 Технологія роботи з поїздами свого формування

Згідно із планом формування й відправлення поїздів, що був намічений, маневровий диспетчер установлює черговість огляду составів, про що повідомляє чергового поста МРЦ–3, який по закінченні формування состава сповіщає працівників ПТО й пункту комерційного огляду про готовність состава до обробки із вказівкою номера колії, номера поїзда й планованого часу відправлення. Черговий записує поїзд у книгу пред'явлення вагонів до технічного обслуговування та комерційного огляду.

Оператор ПТО парку «Л» виконує централізоване огородження состава згідно «Інструкції про порядок огородження поїздів на коліях станції». Після огородження состава оператор ПТО повідомляє по двосторонньому парковому зв'язку працівникам ПТО і ПКО про те, що состав обгороджений і можна приступати до роботи.

Відправлений зі станції поїзд повинен бути сформований у точній відповідності із планом формування поїзд і мати встановлені сигнали.

При повторному технічному обслуговуванні состава виявляються технічні несправності, не виявлені в парку «Г», або отримані в результаті неошадливого гальмування вагонів регулювальниками швидкості руху вагонів. Технічне обслуговування в приймально-відправному парку «Л» виконує одна бригада.

Після закінчення обслуговування состава оглядачі повідомляють про закінчення огляду операторові ПТО, що сповіщає чергового поста МРЦ–3 про готовність состава.

Паралельно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд состава, з виявленням комерційних несправностей, не виявлених у парку «Г» приймальниками поїздів, або отриманих у результаті неошадливого гальмування вагонів. При огляді приймальники парку «Л» повинні особливу увагу приділяти кріпленню вантажів на платформах і піввагонах (наявність зсуву або перекосу вантажу, виходу вантажу понад припустимі норми), пошкодження кріплення вантажу, наявність пломб і ЗПУ на вагонах.

Виявлені при огляді состава комерційні несправності повинні бути усунуті до відправлення поїзда зі станції Н. Комерційні несправності повинні бути усунуті до відправлення поїзда, за технологічний час обробки поїзда. По закінченні комерційного огляду й усунення несправностей старший приймальник поїздів повідомляє ДСП ПКУ про готовність поїзда в комерційному відношенні.

Одночасно з технічним обслуговуванням і комерційним оглядом, обробка состава ведеться працівниками станційного технологічного центра.

Після одержання доповідей про закінчення робіт від працівників ПТО й ПКО черговий поста МРЦ-3 дає вказівку операторові ПТО на зняття огороження. Оглядачі - автоматники підводять локомотив до состава, локомотивна бригада робить перевірку й продування повітряної магістралі локомотива й з'єднує рукава головного вагона з локомотивом. Після зарядки гальмової магістралі поїзда, оглядач - автоматник робить повне випробування гальм, виписує довідку ВУ-45 і вручає машиністові локомотива, повідомляє старшому оглядачеві вагонів про готовність поїзда до відправлення, що сповіщає чергового поста МРЦ-3, з наступним розписом у книзі ВУ-14.

Поїзний локомотив подається під состав не менш чим за 10 хвилин до відправлення поїзда при роботі паркової повітряної мережі та за 20 хвилин - при її несправності. Навішення хвостових сигналів на готові поїзди робить оглядач ремонтник, що про навішення сигналу доповідає черговому по станції. Черговий по станції відправляє поїзд тільки після одержання інформації про готовність состава в технічному й комерційному відношенні, а також при наявності документів на даний поїзд на локомотиві, наявності сигналів на хвостовому вагоні й переконання по доповідях старших регулювальників швидкості гірки у відсутності під вагонами поїзда гальмових башмаків.

Послідовність виконання операцій по обробці поїзда свого формування та їх тривалість дорівнює:

1. Операції до пред'явлення поїзда:

- оформлення натурального листа й підбір документів;

- закріплення й огороження состава, $t_{зак} = 1,4$ хв.

2. Операції після моменту пред'явлення поїзда:

- технічний огляд і ремонт вагонів, комерційний огляд состава й усунення несправностей, згідно розділу 4 $t_{то} = 16,8$ хв.
- конвертування, опечатування, пересилання документів;
- вручення документів локомотивній бригаді;
- причіпка поїзного локомотива, проба гальм, вилучення гальмових башмаків, зняття огороження, загальна тривалість операцій 15 хв.

3. Відправлення поїзда, згідно розділу 4 $t_{від} = 2,2$ хв.

Технологічний графік обробки поїзда свого формування наведено на рисунку 7.2.

7.4 Технологія обслуговування вантажних транзитних поїздів

Про прибуття вантажного транзитного поїзда ДСП посту ЕЦ-1 та МРЦ-3 отримують інформацію з підходу поїздів, що його дає поїзний диспетчер на 2-4 годинний період. Транзитні поїзди, які проходять станцію без переробки, приймаються по головним коліям на спеціалізовані колії парку «І» на колії: 3, 4, 5, 6. Колії прийому транзитних поїздів оснащені повітропроводом і маслопроводом, а також пристроями для перевірки автогальм і централізованої огорожі составів, засобами механізації ремонту вагонів.

До прибуття поїзда черговий по станції через операторів при ДСП поста МРЦ-3 одержує від поїзного диспетчера інформацію про номер і індекс поїзду, очікуваний час прибуття, призначення, кількість вагонів, вагу поїзду, наявність вагонів з розрядними і негабаритними вантажами. Більш точна інформація про состав надходить до ІОЦ станції Н у вигляді ТГНЛ (повідомлення 02). Перед прийомом поїзду черговий по станції поста МРЦ-3 сповіщають працівників ПТО, ПКО, чергового по локомотивному депо, працівників СТЦ, ДСПП парка «Є», про майбутнє прибуття поїзду, з вказівкою номера колії прийому. Транзитний поїзд, який прибуває на станцію зустрічають працівники ПКО і ПТО.






Найменування операцій	До перестановки состава в ПВП	Після перестановки в парк відправлення									Виконавці
		Час, хв.									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Погодження колії перестановки состава											Маневровий диспетчер, черговий по станції
Сповіщення працівників СТЦ, ПТО і ПКО про час і колію перестановки поїзда											Черговий по станції
Перестановка состава в парк відправлення											Локомотивна бригада
Оформлення натурального листа і підбирання документів											Оператор СТЦ
Контрольна перевірка состава з натури											Оператор СТЦ, телеатайпіст
Конвертування і пересилання документів в парк відправлення				10							Оператор СТЦ
Закріплення та огороження состава		4									Працівники ПТО
Технічний огляд состава і ремонт вагонів				17							Працівники ПТО
Комерційний огляд состава і усунення несправностей				17							Працівники ПКО
Зняття огороження, заїзд та причеплення поїзного локомотива, зняття закріплення							4				Працівники ПТО, локомотивна бригада, черговий по парку, оператор СТЦ
Випробування гальм, вручення документів машиністу локомотива і відправлення									11		Локомотивна бригада, працівники ПТО
Загальна тривалість обробки поїзда					36						

Рисунок 7.2 – Технологічний графік обробки поїзда свого формування

У випадку одержання від поїзного диспетчера повідомлення про наявність у складі вагонів з технічними або комерційними несправностями, черговий по станції повідомляє працівникам ПТО й ПКО характер несправностей, номер і місце розташування таких вагонів у складі для завчасної підготовки запасних частин і матеріалів.

Після прибуття поїзда в парк «І» оператор при ДСП поста МРЦ-3 вводить в ЕОМ інформацію про це у вигляді повідомлення 0201. Черговий по парку приймає у локомотивної бригади пакет з поїзними документами і пересвідчується у його цілісності. При зміні локомотиву черговий по парку за командою ДСП виконує закріплення составу поїзда гальмівними башмаками, про що доповідає ДСП МРЦ-3. При зміні тільки локомотивних бригад закріплення гальмівними башмаками не здійснюється. Після закріплення ДСП МРЦ-3 дає команду на відцепку поїзного локомотива. Огородження составів в парку «І» здійснюється за допомогою пристроїв централізованого огороження до початку технічного обслуговування і ремонту вагонів оператором ПТО після доповіді ДСП про те, що поїзд прибув і локомотив відчеплено.

При технічному обслуговуванні состава виявляються технічні несправності вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, а також технічні несправності, які можуть бути усунуті без відчеплення вагонів від состава за час стоянки поїзда. При виявленні несправностей, що вимагають поточного обслуговування з відчепленням, оглядачі - ремонтники діють також, як і з вагонами, що прибули в розформування.

У випадку якщо від состава зроблене відчеплення несправних вагонів, оператор станційного технологічного центра після перевірки пакета з документами, відбирає документи на ці вагони, вносить необхідні зміни в натурні листи після чого конвертує вантажні документи встановленим порядком.

При відчепленні від транзитного поїзда вагонів з технічними й комерційними несправностями маневровий диспетчер робить поповнення состава до встановленої норми, вживаючи заходів до того, щоб маневри по відчепленню вагонів не викликали затримки відправлення поїзда за графіком.

Одночасно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд і усунення несправностей, які виявлені. Інформацію про наявність в транзитних поїздах вагонів, які вимагають охорони, черговий ВОХР-1 одержує від ДСП поста МРЦ-3. Після прибуття поїзду ДСПП парка «І» інформує ДСП поста МРЦ-3 відповідно про наявність в поїздах вагонів, які вимагають охорони на підставі даних натурного листа. Огляд в комерційному відношенні таких составів реєструється в книзі ГУ-98 приймальниками поїздів відповідних парків, з наступним розписом охоронцем ВОХР-1. Про результати огляду составу в комерційному відношенні і готовності його відправлення приймальник поїздів повідомляє чергового по станції з подальшою відміткою в книзі ГУ-97. За наявності вагонів з комерційними несправностями, які загрожують безпеці руху і цілісності вантажу і неможливості усунення їх без відчеплення від составу, оглядач поїздів робить крейдяні помітки і повідомляє номери цих вагонів черговому по станції. На ці вагони складають акт загальної форми ГУ-23. Після відчеплення вагонів від составів транзитних поїздів готових до відправлення оператор при ДСП поста МРЦ-3 вводить в ЕОМ повідомлення 0007.

Після закінчення технічного і комерційного огляду за командою ДСП виконується заїзд і причіпка поїзного локомотива до составу (при зміні локомотива), після чого ДСПО передає пакет з поїзними документами локомотивній бригаді і прибирає гальмівні башмаки, про що доповідає ДСП МРЦ-3. Локомотивна бригада за участі працівників ПТО виконує випробування автогальм. Про закінчення випробування автогальм і готовність до руху машиніст локомотива повідомляє ДСП МРЦ-3, який робить запит про можливість відправлення у ДСП сусідньої станції. Отримавши згоду, ДСП МРЦ-3 готує маршрут прямування, відкриває відповідний сигнал і дає команду машиністу на відправлення. Інформацію про відправлення поїзда оператор при ДСП МРЦ-3 вводить в ЕОМ у вигляді повідомлення 0200.

Послідовність виконання операцій по обробці транзитного поїзда та їх тривалість.

1. Операції до прибуття поїзда:

- одержання повідомлення про вихід поїзда із сусідньої станції;
- повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО про номер, індекс поїзда, часу прибуття й колії приймання;
- вихід до колії приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда.

2. Операції під час прибуття поїзда

- прийом поїзда та попередній огляд його під час руху, згідно розділу 4 $t_{\text{пр}} = 5,2$ хв.

3. Операції після прибуття поїзда:

- закріплення состава, згідно розділу 4 $t_{\text{зак}} = 1,4$ хв.
- відчеплення й виїзд локомотива, огороження колій, прийнято згідно [53] 2 хв;
- технічний і комерційний огляд состава, технічний ремонт й усунення комерційних несправностей вагонів; згідно розділу 4 $t_{\text{то}} = 29,4$ хв.
- перевірка пакета з вантажними документами працівниками СТЦ й їхнє пересилання;
- заїзд і причеплення поїзного локомотива, проба автогальм, вилучення гальмових башмаків, зняття огороження; загальна тривалість операцій 15 хв;
- вручення документів локомотивній бригаді.

Технологічний графік обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива наведено на рисунку 7.3.








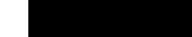

Найменування операцій	До прибуття поїзда	Після прибуття поїзда								Виконавці	
		Час, хв.									
		0	5	10	15	20	25	30	35		40
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер, час прибуття і призначення поїзда											Черговий по станції
Сповіднення працівників станції, ПТО, ПКО, чергового по локомотивному депо про номер, час прибуття та колію приймання поїзда											Черговий по станції
Вихід до колії приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда											Працівники станції, ПТО, ПКО
Закріплення составу, відчеплення та виїзд поїзного локомотива, огороження составу, відпускання гальм			4								Локомотивна бригада, сигналісти, працівники ПТО
Приймання перевізних документів від локомотивної бригади			5								Черговий по парку, оператор СТЦ
Технічний і комерційний огляд состава. Технічний ремонт вагонів та усунення комерційних несправностей				29							Працівники ПТО і ПКО
Зняття огороження, заїзд та причеплення поїзного локомотива, зняття закріплення							4				Локомотивна бригада, працівники ПТО, сигналіст
Випробування гальм, вручення пакета з перевізними документами, та відправлення								11			Локомотивна бригада, черговий по парку, оператор СТЦ
Загальна тривалість обробки поїзда					48						

Рисунок 7.3 – Технологічний графік обробки транзитного поїзда зі зміною локомотива

8 ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАНЦІЇ

Добовий план-графік - це графічне відображення процесів обробки поїздів і вагонів, використання основних технічних засобів і станційних пристроїв. Він складається на основі графіка руху і плану формування поїздів, техніко-розпорядчого акта і технологічного процесу станції. Добовий план-графік роботи станції визначає взаємозв'язок у часі і просторі і порядок виконання основних технологічних операцій. Добовий план-графік складають з метою узгодження роботи всіх підрозділів станції між собою, чи ліквідації зведення до виправданого в техніко-економічному відношенні мінімуму всіх міжопераційних інтервалів, виявлення найбільш завантажених і потребуючих посилення елементів. За допомогою плану-графіка можна визначити ступінь нерівномірності в роботі і її вплив на використання основних технічних засобів і експлуатаційні показники станцій. При складанні добового плану-графіка перевіряють умови взаємодії основних процесів на станції і намічають заходи для їх виконання, перевіряють окремі нормативи технологічного процесу.

Основними вихідними даними для побудови добового плану-графіка роботи станції є: технічне оснащення, технологія роботи і розрахункові обсяги роботи станції в цілому й окремих її елементів. До технічного оснащення станції відносяться: схема взаємного розташування основних залізничних пристроїв, потужності колійного розвитку з'єднань і т.д. Дані, що представляють технологію роботи станції містять у собі: технологічні процеси роботи окремих пристроїв станції, розрахунки необхідного часу на виконання пересувань між пунктами місцевої роботи і на виконання окремих технологічних операцій і внутрішньостанційних маневрових пересувань, мережеві графіки обробки складів і ін.

Всі маневрові пересування виконуються станційним маневровим локомотивом, що працює цілодобово. Тривалість операцій з поїздами на приймальних і приймально-відправних коліях і тривалість на розформування, і формування поїздів приймаються відповідно до норм, які визначені в попередніх розділах.

Моделювання розкладу прибуття поїздів виконується на основі імітаційного

моделювання за допомогою програмного забезпечення, що було розроблено на кафедрі «Транспортні вузли». На рисунку 8.1 наведено фрагмент файлу результатів моделювання прибуття вантажних поїздів по категоріям транзитні без переробки та у розформування. Розклад прибуття транзитних поїздів, поїздів які надходять у переробку, а також пасажирських поїздів наведено в додатку Б.

Расписание прибытия поездов из С
 $N_t = 6$; $N_p = 21$; $N_{п} = 9$; $T_{мин} = 8.0$; $K = 7$

1	0час 26мин - R	2	0час 40мин - P	3	1час 25мин - R
4	2час 17мин - R	5	2час 54мин - R	6	3час 33мин - P
7	4час 10мин - R	8	5час 10мин - R	9	5час 45мин - R
10	6час 26мин - R	11	6час 39мин - R	12	7час 23мин - T

Рисунок 8.1 – Фрагмент файлу результатів моделювання прибуття вантажних поїздів

Моделювання складу поїздів, що надходять у розформування, виконується на основі ймовірнісних методів за допомогою програмного забезпечення, що було розроблено на кафедрі «Станції та вузли». На рисунку 8.2 наведено діалогове вікно програми для моделювання складу поїздів, що надходять у розформування, с результатами моделювання. Склад поїздів, які надходять у переробку наведено в додатку В.

Добовий план-графік дозволяє виявити найбільш завантажені елементи станції, установити фактичну потребу в маневрових локомотивах і інших технічних засобах, перевірити умови взаємодії всіх елементів станції між собою.

Після побудови плану-графіка визначаються наступні основні показники, що характеризують роботу станції [54]:

- простій транзитного вагона без переробки;
- простій транзитного вагона з переробкою;
- простій місцевого вагона;
- коефіцієнти завантаження маневрового та гірочного локомотива;
- коефіцієнти завантаження бригад ПТО в приймальному і приймально-відправному парках;
- робочий парк вагонів.

Моделирование разложения поездов

Файл Помощь О программе

Шифр студента: 0055 Количество поездов в расформировании: 7 Пуск

Направление: П Количество сборных поездов: 1 Очистить

Вероятность назначения: 0.4 Количество назначений: 11 Выход

Состав поезда, ваг.: 53

Назначения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вагоны	25	45	37	23	45	33	38	34	33	34	23

НАЗНАЧЕНИЯ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	:	состав
-	-	10	-	-	-	14	-	13	8	8	:	53
7	16	-	5	10	8	-	-	-	6	-	:	52
-	13	-	9	12	-	-	14	-	-	5	:	53
9	-	9	-	6	6	12	9	-	-	2	:	53
1	16	4	3	1	-	-	-	-	20	8	:	53
-	-	11	6	14	-	-	8	14	-	-	:	53
8	-	3	-	2	19	12	3	6	-	-	:	53

Рисунку 8.2 – Діалогове вікно програми для моделювання складу поїздів, що надходять у розформування, з результатами моделювання

Простій транзитного вагону без переробки визначається за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{бп}} = \frac{\sum n_{\text{тр}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{\sum n_{\text{тр}}} \quad (8.1)$$

де $\sum n_{\text{тр}} t_{\text{тр}}^{\text{бп}}$ - вагоно-години простою составів транзитних поїздів;

$\sum n_{\text{тр}}$ - загальна кількість транзитного вагонопотоку.

Простій транзитного вагону з переробкою визначається за формулою:

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

де $t_{\text{то}}$ – середня тривалість технічного огляду поїзда бригадою ПТО в парку прийому з урахуванням можливого очікування;

$t_{\text{розф}}$ – середня тривалість розформування составу з урахуванням можливого очікування;

$t_{\text{нак}}$ – середня тривалість накопичення;

$t_{\text{зф}}$ – середня тривалість закінчення формування;

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

$t_{\text{то}}$ – середня тривалість технічного огляду поїзда бригадою ПТО в парку відправлення з урахуванням можливого очікування;

$t_{\text{пр}}$ – тривалість випробування автогальм.

Простій місцевого вагона визначається за формулою:

$$t_{\text{м}} = t_{\text{то}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + 2t_{\text{ман}} + 2t_{\text{п/к}} + t_{\text{нв}} + t_{\text{форм}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пр}} \quad (8.3)$$

де $t_{\text{ман}}$ – середня тривалість на маневрові пересування по станції при прямованні (поверненні) на (з) під'їзної колії;

$t_{\text{п/к}}$ – тривалість прямовання на під'їзній колії;

$t_{\text{нв}}$ – тривалість перебування на під'їзній колії під навантажувально-розвантажувальними операціями;

$t_{\text{форм}}$ – середня тривалість розформування составу при поверненні з під'їзної колії.

Коефіцієнти завантаження локомотивів визначаються за формулою:

$$\psi_{\text{лок}} = \frac{\sum T_{\text{лок}}}{1440}, \quad (8.4)$$

де $\sum T_{\text{лок}}$ – тривалість заняття локомотива протягом доби, хв.

Коефіцієнти завантаження бригад ПТО визначаються за формулою:

$$\psi_{\text{лок}} = \frac{\sum T_{\text{бр}}}{1440}, \quad (8.5)$$

де $\sum T_{\text{бр}}$ - тривалість заняття бригади ПТО протягом доби, хв.

Робочий парк вагонів визначається за формулою:

$$n_p = \frac{n_{\text{тр}}^{\text{зп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{зп}} + n_{\text{тр}}^{\text{бп}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{бп}}}{24} \quad (8.6)$$

Значення показників добового плану - графіка наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Показники добового плану - графіку

Найменування показника	Значення
Простій транзитного вагона без переробки	57 хв
Простій транзитного вагона з переробкою	7,8 год
Простій місцевого вагона	13,2 год
Коефіцієнт завантаження гірочного локомотива	0,53
	0,51
Коефіцієнт завантаження маневрового локомотива	0,76
	0,73
Робочий парк вагонів	836 ваг
Коефіцієнти завантаження бригад ПТО	
Парк прийому	0,53
	0,51
Парк відправлення	0,56
	0,58
Транзитний парк	0,4

Аналізуючи показники роботи станції приходимо до висновку, що технічне оснащення станції Н відповідає обсягам роботи.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі було розглянуто експлуатаційну роботу сортувальної станції Н в сучасних умовах функціонування, які характеризуються збільшенням транзитного вагонопотоку з переробкою. Було визначено обсяги роботи станції та побудовано план станції.

Розраховано норми часу на виконання основних технологічних операцій в парках станції та побудовано технологічні графіки по обробці поїздів різних категорій. Перевірено відповідність колійного розвитку станції існуючим об'ємам роботи.

З метою зменшення простою поїздів у парку прийому було виконано дослідження роботи парку при різних варіантах організації роботи (різній кількості бригад ПТО та груп оглядачів вагонів в бригаді) і різних об'ємах роботи. За результатами досліджень було визначено раціональний варіант організації роботи парку. При існуючому поїздопотоці 72 поїздів, та враховуючи тенденцію подальшого зростання, найкращим за критерієм мінімуму приведених витрат є варіант обслуговування поїздів у парку прийому 2 бригадами з 3-х груп.

Для перевірки взаємодії всіх елементів станції між собою було побудовано добовий план-графік роботи станції та визначено ряд показників роботи станції: простій транзитного вагону без переробки – 57 хв., простій транзитного вагону з переробкою - 7,8 год., робочий парк вагонів на станції - 836 ваг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
2. Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів. – К.: Транспорт України, 2001.
3. Колесник А. І. Удосконалення конструкції плану горловин сортувальних гірок технічних станцій / А. І. Колесник // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2015. - Вип. 10. - С. 64-69.
4. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных устройств / С.П. Бузанов, А.М. Карпов, М.А. Рыцарев. – М.: Транспорт, 1965. – 232 с.
5. Бобровский, В. И. Совершенствование метода расчета параметров плана горочных горловин / В. И. Бобровский, А. И. Колесник // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – 2011. – № 26. – С.40–47.
6. Проектирование сортировочных горок / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванов // Учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2005. – 137 с.
7. Бобровский В. І. Дослідження ефективності конструкції сортувальної гірки з горбами різної висоти / В. І. Бобровський, Є. Б. Демченко // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 8. - С. 20-26.
8. Совершенствование конструкции и технологии работы сортировочных комплексов железнодорожных станций [Текст]: монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, А. И. Колесник, Е. Б. Демченко, А. С. Дорош. – Днепропетровск : Изд-во Маковецкий, 2012. – 232 с.
9. Журавель В. В. Дослідження впливу реконструкції витяжних колій на ефективність функціонування сортувальної станції / В. В. Журавель, А. І.

Маслюк, І. Л. Журавель // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2013. - Вип. 5. - С. 23-27.

10. Стратегія розвитку залізничного транспорту на період до 2020 р.: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16. 12. 2009 р. за27 № 1555-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://transloq.com.ua/rasporjazhenie_kmu_1555r_strategija_razvitija_zhd_transporta

11. Бобровский, В.И. Оптимизация параметров элементов плана сортировочных путей [Текст] / В.И. Бобровский, А.И. Колесник, А.С. Дорош // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2011. – Вип. 38. – С. 35-40.

12. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР. ВСН 207-89 [Текст]. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.

13. Пособие по применению правил и норм проектирования сортировочных устройств [Текст] // Муха Ю. А., Тишков Л. Б, Шейкин В. П. и др. – М: Транспорт, 1994. – 220 с.

14. Торопов, Б. І. Розвиток наукових уявлень щодо розміщення сортувальних станцій на мережі залізниць [Текст] / Б. І. Торопов // Вісник Дніпро-петр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лаза-ряна. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. унт-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2005. – Вип. 9. – С. 109-114.

15. Галузеві будівельні норми України. Споруди транспорту. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування ГБН В.2.3-37472062-1:2012 [Текст]. – Київ: Міністерство інфраструктури України, 2012. – 112 с.

16. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036 [Текст] : нав.-метод. посіб. / О. Ф. Вергун, Н. В. Липовець, В. М. Боголій. – Київ: Транспорт України, 2002. – 376 с.

17. Болвановська Т. В. Розрахунок переробної спроможності сортувальних комплексів / Т. В. Болвановська // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 8. - С. 27-34.

18. Кочнев, Ф. П. Управление эксплуатационной работой железных дорог [Текст] : учеб. посо-бие для вузов / Ф. П. Кочнев, И. Б. Сотников. – Москва: Транспорт, 1990. – 424 с.

19. Негрей, В. Я. Совершенствование подходов к обоснованию уровня технического оснащения и оптимизации параметров конструкции сортировочных горок [Текст] / В. Я. Негрей, С. А. Пожидаев, Е. А. Филатов// Наука и транспорт : вестник Белорусского гос. ун-та трансп. – Гомель, 2012. – № 1 (24). – С. 49-53.

20. Prokop, J. Design of Hump Profile in Railroad Classification Yard [Tekst] / J. Prokop, S. Myojin // Memoirs of the Faculty of Engineering, Okayama University. – 1993. – № 2. – P. 41–58.

21. Козаченко, Д. М. Исследование требований к системам прицельного регулирования скорости скатывания отцепов при автоматизации расформирования составов [Текст] / Д. М. Козаченко // Зб. наук. праць Донецького інст. залізн. тр-ту Укр. держ. ака-демії залізн. трансп. – Донецьк, 2010. – Вип. 22. – С. 5-13.

22. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях [Текст] / [Муха Ю. А., Харла-нович И. В., Шейкин В. П. и др.]. – Москва: Транс-порт, 1985. – 248 с.

23. Журавель В. В. Проблеми регулювання швидкості скочування відчепів на сортувальних гірках / В. В. Журавель // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 8. - С. 45-50.

24. Рогов, Н. В. Имитационная модель скатывания отцепов с регулируемой зоной торможения [Текст] / Н. В. Рогов, Н. П. Божко, Д. Н. Козаченко // Проблемы и перспективы развития ж.д. транспорта : тезисы LXV междунар. научно-практ. конф. – Днепропетровск: ДИИТ, 2005. – С. 109–110.

25. Назаров А. А. Аналіз доцільності застосування точкових регуляторів швидкості вагонів на вітчизняних сортувальних гірках / А. А. Назаров // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 7. - С. 56-60.

26. Шейкин, В. П. Эксплуатация механизированных сортировочных горок [Текст] / В. П. Шейкин. – Москва: Транспорт, 1992. – 240 с.

27. Кобзев, В. А. Перспективные устройства регулирования скорости отцепов для сортировочных горок большой и малой мощности [Текст] / В. А. Кобзев // Ж.-д. транспорт. Сер. «Сигнализация и связь». ЭИ. – ЦНИИТЭИ, 2003. – Вып. 3. – С. 10-41.

28. Кобзев, В. А. Состояние и перспективы развития тормозной горочной техники [Текст] / В. А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2004. – № 11. – С. 2 – 5.

29. Огар О. М. Дослідження ефективності застосування технології гравітаційно-прицільного гальмування відцепів / О. М. Огар, К. В. Таратушка // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2015. - Вип. 9. - С. 49-56.

30. Бобровский, В. И. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст]: монография / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. П. Божко, Н. В. Рогов, Н. И. Березовый, А. В. Кудряшов – Дн-вск: Изд-во Маковецкий, 2010. –260 с.

31. Козаченко, Д. М. Ефективні режими гальмування відцепів на сортувальних гірках [Текст] / Д. М. Козаченко // Транспортні системи та технології перевезень. – 2011. – Вип. 2. – С. 55–59.

32. Таранець О. І. Критерій оптимізації режимів гальмування відчепів состава в умовах дії випадкових факторів / О. І. Таранець // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2013. - Вип. 6. - С. 90-93.

33. Кудряшов А. В. Підвищення якості інтервального регулювання за рахунок зміни швидкості розпуску / А. В. Кудряшов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2014. - Вип. 8. - С. 80-87.

34. Кудряшов, А. В. Дослідження впливу різних факторів на величину інтервалів на розділових стрі-лках [Текст] / А. В.Кудряшов // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць Дніпроп. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. –2013. – Вип. 5. – С. 37-40.

35. Кудряшов А. В. Удосконалення режимів керування скочуванням відчепів на автоматизованих сортувальних гірках / А. В. Кудряшов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2013. - Вип. 6. - С. 65-71.

36. Бобровский, В. И. Оптимизация режимов расформирования составов на сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский, А. В. Кудряшов // Вісник ДПТУ. – Д.: ДПТ, 2010. – Вип. 32. – С. 224-229.

37 Аналітичний розрахунок коефіцієнтів зйому вантажних поїздів пасажирськими в умовах швидкісного руху [Текст] Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774, / Р. В. Вернигора, О. Ю. Папахов, Н. О. Логвінова, Дніпропетровськ, Україна, 2013.

38 Удосконалення технології обробки транзитних вагонопотоків на технічних станціях [Текст]: монографія / О. О. Бардась, О. О. Мазуренко, А. В. Кудряшов; Дніпропетр. нац. ун-т зал. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – 160 с.

39. Сотников, Е. А. Определение простоя вагонов под накоплением [Текст] / Е. А. Сотников // Вопросы эксплуатации железных дорог: труды Ленинград. ин-т. инж. жел.-дор. тр-та. – 1962. – Вып. 189. – С. 114-139.

40. Акулиничев, В. М. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок [Текст] / В. М. Акулиничев, О. С. Кирьянова, Н. Е. Боровой. – М.: Транспорт, 1970. – 320 с.

41. Грунтов, П. С. Ускорение процесса накопления вагонов на сортировочных станциях при неравномерном поступлении поездов в расформирование [Текст] / П. С. Грунтов // Труды Белор. ин-т. инж. жел.-дор. тр-та. – 1966. – Вып. 44-6д. – С. 24-30.

42. Ряшко, Б. В. Совершенствование эксплуатационной работы. (Опыт Пермского отделения) [Текст] / Б. В. Ряшко, Г. Г. Трегубов, И. В. Харланович. – М.: Транспорт, 1971. – 96 с.

43. Буянов, В. А. Автоматизированные информационные системы на железнодорожном транспорте [Текст] / В. А. Буянов, Г. С. Ратин. – М.: Транспорт, 1984. – 240 с.

44. Крюков, Н. Д. Совершенствование оперативного планирования в современных условиях [Текст] / Н. Д. Крюков // Автоматизация управления и совершенствование эксплуатационной работы железных дорог: труды Урал. эл.-мех. ин-т. инж. жел.-дор. тр-та. – 1969. – Вып. 13. – С. 54-59.

45. Удосконалення технології обробки транзитних вагонопотоків на технічних станціях [Текст]: монографія / О. О. Бардась, О. О. Мазуренко, А. В. Кудряшов; Дніпропетр. нац. ун-т зал. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – 160 с.

46. Правила тяговых расчетов для поездной работы [Текст] / МПС.- М.: Транспорт, 1979.- 319 с

47. Проектирование железнодорожных станций и узлов [Текст] / Справ. и метод. Руководство / под ред. А.М. Козлова, К.Г. Гусевой / М.: Транспорт, 1981 г.

48. Сотников И. Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах. [Текст] М.: Транспорт. 1990.

49. Розрахунок і проектування сортувальної гірки: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. Ч.1 Проектування плану горловини та розрахунок висоти гірки. [Текст] /Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. А. Лазаряна.; Укл.: Ю. О. Муха, М. П. Божко. Дніпропетровськ, 2001.

50. Наказ № 617 – Ц від 21.11.14 р. “Номенклатури витрат по основній діяльності підприємств залізничного транспорту України”.

51. Лещинский Е. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте [Текст] Пер. с польск. – М.: Транспорт, 1977. – 176 с.

52. Персианов В.А. Моделирование транспортных систем [Текст] / В.А. Персианов, К.Ю. Скалов, Н.С. Усков // М.: Транспорт, 1972. – 208 с.

53. Типовий технологічний процес роботи сортувальної станції [Текст] М: ТЕХІНФОРМ, 2003. - 275 с.

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

ДОДАТОК А

ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОНОЇ РОБОТИ

А.1 Дані для визначення обсягів роботи станції

Таблиця А.1 – Розміри руху пасажирських поїздів

На З	Д	Ю
С	7	2
І	25	4

Таблиця А.2 – Розміри руху вантажних транзитних поїздів

На З	Д	Ю	С
С	4	2	-
І	11	1	2

Таблиця А.3 – Розміри вагонопотоків з переробкою

На З	Д	Ю	С	І	Місцеві
С	962	154	-	32	26
І	1982	188	86	-	17
Д	-	82	-	-	3
Ю	70	-	-	-	5
Місцеві	25	18	2	6	-

А.2 Технічна характеристика підходів

Серія локомотива – ВЛ 8

Навантаження на вісь вагона – 18,0 т.

Значення керівного ухилу – 9 ‰

ДОДАТОК Б

РОЗКЛАД ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЮ Н

Б.1 Розклад прибуття поїздів з напрямку І

1	0час 15мин - Р	2	0час 31мин - R	3	0час 47мин - R
4	0час 59мин - Т	5	1час 20мин - R	6	1час 32мин - Р
7	1час 46мин - Р	8	1час 58мин - R	9	2час 14мин - R
10	2час 33мин - R	11	2час 56мин - R	12	3час 5мин - Р
13	3час 22мин - Р	14	3час 36мин - R	15	3час 53мин - R
16	4час 4мин - Р	17	4час 22мин - Т	18	4час 32мин - R
19	4час 47мин - R	20	5час 5мин - Р	21	5час 20мин - Р
22	5час 35мин - Т	23	5час 52мин - R	24	6час 10мин - Т
25	6час 25мин - R	26	6час 40мин - R	27	6час 59мин - Р
28	7час 12мин - Т	29	7час 29мин - Р	30	7час 47мин - R
31	8час 20мин - Р	32	8час 37мин - R	33	8час 53мин - R
34	9час 13мин - R	35	9час 33мин - R	36	9час 49мин - R
37	10час 8мин - Р	38	10час 21мин - Т	39	10час 38мин - Р
40	11час 6мин - Р	41	11час 21мин - R	42	11час 40мин - Т
43	11час 59мин - R	44	12час 14мин - Р	45	12час 31мин - R
46	12час 42мин - Р	47	12час 54мин - R	48	13час 15мин - R
49	13час 32мин - Р	50	14час 1мин - R	51	14час 18мин - Р
52	14час 33мин - Т	53	14час 57мин - Т	54	15час 14мин - R
55	15час 34мин - Т	56	15час 55мин - R	57	16час 14мин - R
58	16час 30мин - Т	59	16час 52мин - Р	60	17час 2мин - Т
61	17час 16мин - Р	62	17час 31мин - Р	63	17час 51мин - R
64	18час 11мин - R	65	18час 26мин - Р	66	18час 46мин - R
67	18час 59мин - Р	68	19час 18мин - R	69	19час 32мин - R
70	19час 50мин - Р	71	20час 5мин - Р	72	20час 23мин - R
73	20час 41мин - R	74	21час 4мин - R	75	21час 23мин - Т
76	21час 35мин - R	77	21час 48мин - Р	78	22час 0мин - Р
79	22час 17мин - R	80	22час 32мин - Т	81	22час 51мин - R
82	23час 7мин - Р	83	23час 24мин - Р	84	23час 58мин - R

Б.2 Розклад перестановки кутового вагонопотоку

1	3час 15мин - R	2	6час 1мин - R	3	10час 12мин - R
4	14час 4мин - R	5	17час 50мин - R	6	20час 31мин - R
7	24час 0мин - R				

Б.3 Розклад прибуття поїздів з напрямку С

1	0час 26мин - R	2	0час 40мин - P	3	1час 25мин - R
4	2час 17мин - R	5	2час 54мин - R	6	3час 33мин - P
7	4час 10мин - R	8	5час 10мин - R	9	5час 45мин - R
10	6час 26мин - R	11	6час 39мин - R	12	7час 23мин - T
13	8час 17мин - P	14	8час 50мин - P	15	9час 26мин - R
16	10час 3мин - T	17	10час 39мин - R	18	11час 7мин - P
19	11час 59мин - R	20	12час 33мин - R	21	13час 12мин - R
22	13час 49мин - T	23	14час 44мин - R	24	15час 23мин - R
25	16час 13мин - R	26	16час 42мин - R	27	17час 39мин - R
28	18час 15мин - T	29	19час 1мин - P	30	19час 30мин - P
31	20час 39мин - T	32	21час 16мин - T	33	21час 35мин - P
34	22час 49мин - R	35	23час 40мин - P	36	24час 0мин - R

ДОДАТОК В

РОЗПОДІЛ ВАГОНІВ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМИ ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ

Таблиця В.1 – Склад поїздів у розформування із І

Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Д8	Д9	Д10	Д11	Д12	Н-Д	Ю1	Ю2	Н-Ю	К	М
-	-	-	-	17	-	-	-	11	-	6	-	6	-	6	-	7	3
-	-	-	14	-	4	-	5	-	7	5	12	5	-	4	-	-	-
-	9	23	-	-	-	-	-	9	-	5	-	-	-	-	4	6	-
7	-	-	-	22	-	16	-	4	4	-	-	-	-	3	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	15	-	9	-	7
5	13	-	-	11	3	9	4	-	2	-	4	-	-	2	-	3	-
-	-	-	15	23	-	-	5	-	-	5	-	4	-	4	-	-	-
-	10	-	-	11	6	13	-	-	-	3	6	-	-	3	-	4	-
-	-	-	10	-	-	14	2	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	11	-	10	-	19	-	-	-	7	9	-
7	22	-	-	14	-	-	4	-	3	-	-	3	-	3	-	-	-
-	-	-	9	21	9	-	-	6	-	4	-	3	-	3	-	-	1
-	-	20	-	18	6	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	7	-
-	-	-	-	18	-	-	4	-	6	-	14	-	-	4	3	5	2
-	-	-	-	-	-	-	7	13	-	-	14	-	-	8	3	11	-
12	-	-	-	-	-	-	6	-	-	8	12	7	-	4	-	7	-
-	-	25	-	-	8	9	-	5	-	2	4	-	-	-	-	3	-
-	22	23	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	1	1	4	-
7	19	-	-	11	7	-	2	-	4	-	-	4	-	-	-	-	2
-	-	9	12	8	3	12	3	-	-	3	-	3	-	-	-	3	-
7	-	-	-	29	6	-	4	-	-	-	-	3	7	-	-	-	-
10	-	23	-	-	-	-	2	-	7	-	8	6	-	-	-	-	-
-	27	-	-	-	7	-	-	-	5	-	8	5	-	-	1	3	-
7	19	-	-	-	-	24	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	32	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	6	-
-	20	-	-	-	-	32	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
-	12	-	20	-	-	-	-	-	-	6	-	4	13	-	-	-	1
10	13	-	-	-	-	23	-	-	-	-	8	1	-	1	-	-	-
16	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	27	7	-	13	-	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-
1	3	9	-	-	-	-	-	29	-	-	7	-	-	-	-	7	-
-	-	24	15	-	-	-	-	1	2	-	-	-	14	-	-	-	-
-	-	21	26	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	13	34	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	1	1	-	1
-	10	11	10	-	-	5	-	-	2	3	-	1	13	-	-	1	-
1	4	11	11	-	9	12	-	-	1	-	-	1	6	-	-	-	-
-	5	-	-	10	9	18	1	2	3	-	-	1	7	-	-	-	-
1	6	9	8	-	6	9	-	2	-	-	-	-	15	-	-	-	-
-	2	8	12	6	1	16	-	-	3	4	1	-	3	-	-	-	-
-	-	5	12	11	6	3	-	-	2	5	-	-	12	-	-	-	-
-	1	4	11	6	2	27	-	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-

Таблиця В.2 – Склад поїздів у розформування із С

Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Д8	Д9	Д10	Д11	Д12	Н-Д	Ю1	Ю2	К	М
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	-	-	-	29	-
7	2	6	4	2	9	5	3	5	2	1	1	1	4	2	1	1
1	5	3	1	1	1	2	1	40	-	-	-	-	-	-	1	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	23
3	31	2	4	1	4	1	4	2	3	1	-	-	-	-	-	-
9	4	1	1	1	5	3	4	2	5	7	1	1	5	6	-	1
-	-	-	34	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	23	-	-	-
7	6	3	4	-	7	2	4	2	1	4	-	12	3	1	-	-
-	-	26	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	3	4	1	5	3	27	-	-	-	-	7	-	-	-	-
-	3	3	-	7	-	-	-	-	43	-	-	-	-	-	-	-
8	4	3	2	-	2	1	3	23	1	8	1	-	-	-	-	-
10	2	2	2	-	1	2	23	5	1	1	-	1	5	1	-	-
6	4	1	30	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-
2	26	3	1	-	1	3	-	-	8	12	-	-	-	-	-	-
6	-	15	1	-	4	24	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	-	3	-	1	-	-	1	-	-	45	-	1	-
-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-
6	-	-	9	-	28	-	-	-	-	6	-	-	7	-	-	-
29	-	-	-	1	3	-	1	-	-	12	-	-	9	-	-	1

Таблиця В.3 – Склад кутових поїздів у розформування

Д2	Д4	Д8	Д10	Н-Д	Ю1	Ю2	Н-Ю
-	9	-	1	3	10	-	-
4	-	-	2	-	10	5	2
7	-	8	1	3	-	-	3
3	4	4	-	2	-	10	-
-	4	4	-	1	5	9	-
-	4	3	-	-	7	9	-
3	-	-	-	-	10	7	3

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

1. Дипломна робота «Удосконалення технічного оснащення підсистеми розформування сортувальної станції Н в умовах збільшення обсягів роботи» пояснювальна записка на 107 сторінок.
2. Лист 1 План станції Н.
3. Лист 2 Діаграма вагоно- та поїздопотоків станції Н.
4. Лист 3. Мережевий графік виконання операцій в парку прибуття; структурно-часова таблиця робіт
5. Лист 4 Приклади імітаційного моделювання за допомогою програмного забезпечення.
6. Лист 5 Технологія обробки составів в залежності від інтенсивності вхідного потоку.
7. Лист 6. Технологічні графіки обробки поїздів різних категорій
8. Лист 7 Добовий план-графік роботи сортувальної станції Н.
9. Лист 8 Показники добового плану-графіку.