

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

_____ /М. І. Березовий/

«_____» _____ 20__р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

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

Спеціалізація **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

Тема **Удосконалення техніко-технологічних параметрів дільничних станцій у зв'язку із перерозподілом вагонопотоків на залізничних напрямках**

Theme **Improvement of technical and technological parameters of the section stations in connection with the redistribution of wagon flows at railway directions**

Керівник дипломної роботи

доц. _____ Р. В. Вернигора

Нормоконтролер

доц. _____ Р. В. Вернигора

Студентка групи УЗ1926

_____ Т. В. Васильєва

Student

Vasylieva Tetiana

Факультет Управління процесами перевезень Кафедра «Транспортні вузли»

Спеціальність 275 “Транспортні технології”

Спеціалізація 275.02 «Транспортні технології на залізничному транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ /М. І. Березовий/

(підпис)

2020 р. _____ «__»

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття ОКР _____

магістр _____

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

отримав студент групи У31926
(номер групи)

Васильєва Тетяна Василівна
(ПІБ)

- 1 Тема дипломної роботи Удосконалення техніко-технологічних параметрів дільничних станцій у зв'язку із перерозподілом вагонопотоків на залізничних напрямках
затверджена наказом по університету від « 02 » березня 2020 р. № 130ст
- 2 Термін подання студентом закінченої роботи « 14 » грудня 2020 р.
3. Вихідні дані до дипломної роботи Схема станції. Статистичні дані про обсяги роботи станції за 10 річний період. Техніко-розпорядчий акт станції.
Технологічний процес роботи станції.
- 4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) _____
(див. календарний план)
- 5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) _____
1. Основні положення роботи (слайд)
2. Аналіз показників роботи залізниць та обсягів роботи станції (слайд)
3. Масштабний план дільничної станції (креслення)
4. Діаграма вагоно- та поїздопотоків дільничної станції (слайд)
5. Розрахунок кількості колій у парках станції (слайд)
6. Варіанти будівництва нового парку (слайд)
7. Масштабний план нового парку (креслення)
8. Визначення експлуатаційних витрат по варіантам нового парку (слайд)
9. Техніко-економічне порівняння варіантів будівництва нового парку (слайд)
- 10 Добовий план-графік роботи станції
- 11 Показники роботи станції (слайд)
- 12 Висновки по роботі (слайд)

6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломної роботи	Термін виконання	Кількість аркушів / слайдів	Обсяг розділу, %
1. Проблеми удосконалення роботи технічних станцій в умовах зміни структури вантажних перевезень	строк 1	2	15
2. Аналіз техніко-експлуатаційних параметрів станції	строк 1	1	13
3. Оцінка технічних параметрів станції	строк 2	-	12
4. Удосконалення колійного розвитку станції та техніко-економічна оцінка варіантів її розбудови	строк 2	3	15
5. Оцінка параметрів технологічного процесу роботи станції	строк 2	2	10
6. Удосконалення технологічного процесу роботи станції	строк 3	-	10
7. Розрахунок показників роботи станції на основі графо-аналітичного моделювання	строк 3	2	15
8. Екологічні аспекти організації залізничних перевезень	строк 3	-	10

Дата видачі завдання: « 02 » вересня 2020 р.

Керівник дипломної роботи

_____ (підпис)

Вернигора Р. В.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Васильєва Т. В.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з вступу, 8 розділів, висновків та 3 додатків. Загальний обсяг проекту складає 108 сторінок, з них основний текст викладено на 98 сторінках, список використаних джерел включає 54 найменувань на 5 сторінках, додатки на 5 сторінках. Основний текст включає 23 рисунки та 13 таблиць.

Об'єктом дослідження є процес функціонування дільничних станцій.

Предметом дослідження є взаємозв'язки між техніко-технологічними параметрами дільничних станцій та експлуатаційним і економічним показниками їх функціонування.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи дільничних станцій за рахунок удосконалення їх взаємодії з прилеглими ділянками в умовах зміни структури вагонопотоку.

В роботі розглянуто проблеми функціонування технічних, зокрема, дільничних станцій в сучасних умовах, проаналізовано зміни у структурі вагонопотоку та вантажопотоку за останні 10 років, а також напрямки удосконалення технічних та технологічних параметрів дільничних станцій.

Апробація методів удосконалення техніко-технологічних параметрів виконано на прикладі дільничної станції А, для якою планується зростання обсягів транзитного поїздопоток. Проаналізоване технічне оснащення станції та технологія її роботи, визначені перспективні обсяги роботи. Перевірка кількості колій у парках станції показала необхідність їх збільшення для освоєння розрахункових обсягів роботи. Розроблено декілька варіантів будівництва нового транзитного парку, серед яких на основі техніко-економічних розрахунків обрано найбільш раціональний. При розробці технології роботи станції виконано технічне нормування тривалості основних операцій технологічного процесу. На основі розробленої технології побудовано добовий план-графік роботи станції та розраховані його показники.

Галузь застосування – інфраструктура залізничного транспорту України.

Ключові слова: ДІЛЬНИЧНА СТАНЦІЯ, ВАГОНОПОТІК, РЕКОНСТРУКЦІЯ, ГРАФО-АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ.

ЗМІСТ

Стор.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
1 ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	9
1.1 Проблеми залізничних вантажних перевезень в Україні.....	9
1.2 Аналіз структури вантажних залізничних перевезень	12
1.3 Проблеми роботи дільничних станцій в сучасних умовах	15
1.4 Аналіз напрямків удосконалення технічних станцій	17
2 АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ.....	23
2.1 Загальна характеристика станції	23
2.2 Характеристика технічного оснащення станції	23
2.3 Характеристика вантажних пунктів станції	27
2.4 Експлуатаційна характеристика станції	27
2.5 Технологія роботи станції з поїздами та вагонами.....	28
2.6 Аналіз обсягів роботи станції	29
3 ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ.....	37
3.1 Аналіз пропускної здатності лініях, що примикають до станції	37
3.2 Розрахунок кількості приймально-відправних колій	37
3.3 Визначення кількості колій у сортувальному парку	47
3.4 Перевірка кількості колій для пасажирських поїздів	47
4 УДОСКОНАЛЕННЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВАРІАНТІВ ЇЇ РОЗБУДОВИ.....	48
4.1 Розробка та аналіз варіантів розвитку станції.....	48
4.2 Техніко-економічна оцінка варіантів реконструкції	51

					0042.196425.ДМР.2020.000					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення техніко-технологічних параметрів дільничних станцій у зв'язку із перерозподілом вагонопотоків на залізничних напрямках			Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Васильєва Т.В						Н	4	108
Керівн.		Вернигора Р.В.						ДНУЗТ		
Зав.каф.		Березовий М.І								
Н. контр.		Вернигора Р.В								

5 ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ	60
5.1 Технічне нормування тривалості основних операцій у приймально-відправному парку «Б»	60
5.2 Технічне нормування тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці	65
5.3 Технічне нормування основних операцій у сортувальному парку	68
5.4 Технічне нормування тривалості основних операцій у приймально-відправному парку «Т»	70
6 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ	72
6.1 Загальні відомості	72
6.2 Технологія роботи з поїздами, що прибувають в розформування	73
6.3 Технологія роботи з поїздами свого формування	74
6.4 Технологія роботи з транзитними поїздами	76
6.5 Технологія роботи з пасажирськими поїздами	79
6.5 Технологія роботи з місцевими вагонами	80
7 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ГРАФО-АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	84
8 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	90
8.1 Загальні положення	90
8.2 Основні фактори впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище	91
8.3 Основні напрямки зниження впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище	94
ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ	104
ДОДАТОК Б. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ВХІДНОГО ПОТОКУ ПОЇЗДІВ	106
ДОДАТОК Г. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ	108

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

АСК – автоматизована система керування
АС – автоматизована система
ВР – вантажний район
ВОХР – воєнізована охорона
ВЧД – вагонне депо
ГМП – гірка малої потужності
ДНЦ – поїзний диспетчер
ДСП – черговий по залізничній станції.
ДСПГ- черговий по гірці
ДСПО – черговий по відправленню
ДСПП – черговий по парку
ДСЦ – маневровий диспетчер
ЕПД – електронний перевізний документ
ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
ЕЦ – електрична централізація
ЕЦП – електронний цифровий підпис
ЗПП – запірно-пломбовий пристрій
ІОЦ – інформаційно-обчислювальний центр
КО – комерційний огляд
ЛГ – локомотивне господарство
МВРП – механізований вагоноремонтний пункт
ПТЕ – Правила технічної експлуатації залізниць України
ПТО – Пункт технічного обслуговування вагонів
ПКО – пункт комерційного огляду
ПР – поточний ремонт
СГ – сортувальна гірка
СТЦ – станційний технологічний центр
СЦБ – засоби зв'язку, сигналізації, централізації і блокування
ТГНЛ – телеграма-натурний лист
ТО – технічне обслуговування
ТРА – Технічно-розпорядчий акт станції

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час залізничний транспорт функціонує в умовах жорсткої конкуренції з іншими видами транспорту. В останні роки в наслідок цілого ряду причин суттєво змінилися як обсяги залізничних перевезень, так і структура вагонопотоків, і напрямки їх руху. Залізнична система України все більше орієнтується на перевезення до морських портів, на відокремлення пасажирського та вантажного руху, на маршрутизацію вантажних перевезень. Значний рівень зношеності як інфраструктури залізниць, так і рухомого складу призводить до затримок у просуванні вагонопотоків. Як показав аналіз, більше 40% загальної величини обігу вагона складають простой вагонів на технічних станціях. За останні 25 років середній простій вагонів на технічних станціях зріс майже удвічі: з 5,3 год. у 1992 р. до 12,8 год. у 2019 р, що призвело до зростання загального обігу вагона за цей період у 3 рази. Дільничні станції є одними з головних опорних пунктів на мережі залізниць, що забезпечують обслуговування клієнтів на значних полігонах, а також виконують допоміжну функцію по організації вагонопотоків, зокрема і на малодіяльних напрямках. Для збільшення конкурентноздатності залізниці на ринку транспортних послуг необхідно поступово покращувати якість надавання послуг, знижувати при цьому собівартість перевезень. В зв'язку з цим особливої актуальності набувають питання удосконалення технічних, зокрема, дільничних, станцій та приведення їх у відповідність до сучасних умов роботи. При цьому важливими є питання удосконалення взаємодії станцій з прилеглими ділянками. В той же час заходи, направлені на підвищення ефективності роботи станції повинні бути економічно виправдані.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи дільничних станцій за рахунок удосконалення їх взаємодії з прилеглими ділянками в умовах зміни структури вагонопотоку.

Поставлена мета досягається в результаті вирішення наступних завдань:

– дослідження сучасних умов функціонування технічних станцій України та напрямків удосконалення їх роботи;

- аналіз методів дослідження конструкції розв’язок залізничних ліній;
- оцінка техніко-технічного оснащення та технології роботи дільничної станції;
- визначення розрахункових обсягів роботи станції;
- оцінка достатності колійного розвитку станції;
- розробка варіантів будівництва нового транзитного парку;
- визначення раціональної конструкції нового транзитного парку;
- удосконалення технології обслуговування вагонопотоків на станції;
- графо-аналітичне моделювання роботи станції для оцінки показників її роботи;

Об’єктом дослідження є процес функціонування дільничних станцій.

Предметом дослідження є взаємозв’язки між техніко-технологічними параметрами дільничних станцій і прилеглих ліній та показниками їх функціонування.

Методи дослідження: методи системного аналізу, математична статистика, методи теорії організації експлуатаційної роботи залізниць, економіко-математичне моделювання, графоаналітичне моделювання технологічних процесів роботи залізничних станцій.

Апробація заходів щодо удосконалення роботи сортувальних станцій у магістерському дослідженні виконана на прикладі дільничної станції А, що є опорною на залізничному напрямку до чорноморських портів. В зв’язку зі зміною структури поїздо- та вагонопотоків у 2020 р. на напрямку планується будівництво нової залізничної лінії з примиканням до станції А. В зв’язку з цим виникає потреба в реконструкції станції. Основною задачею при цьому є розробка проекту реконструкції та заходів щодо удосконалення технології роботи.

1. ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ЗМІНИ СТРУКТУРИ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Проблеми залізничних вантажних перевезень в Україні

Незважаючи на суттєве зменшення за останні роки обсягів перевезень (рис. 1.1), залізничний транспорт наразі залишається в Україні основним перевізником, на який припадає майже 60 % загального вантажообігу країни (а без урахування трубопровідного транспорту – 82 %) та більше ніж 35 % загального пасажирообігу [1, 2].

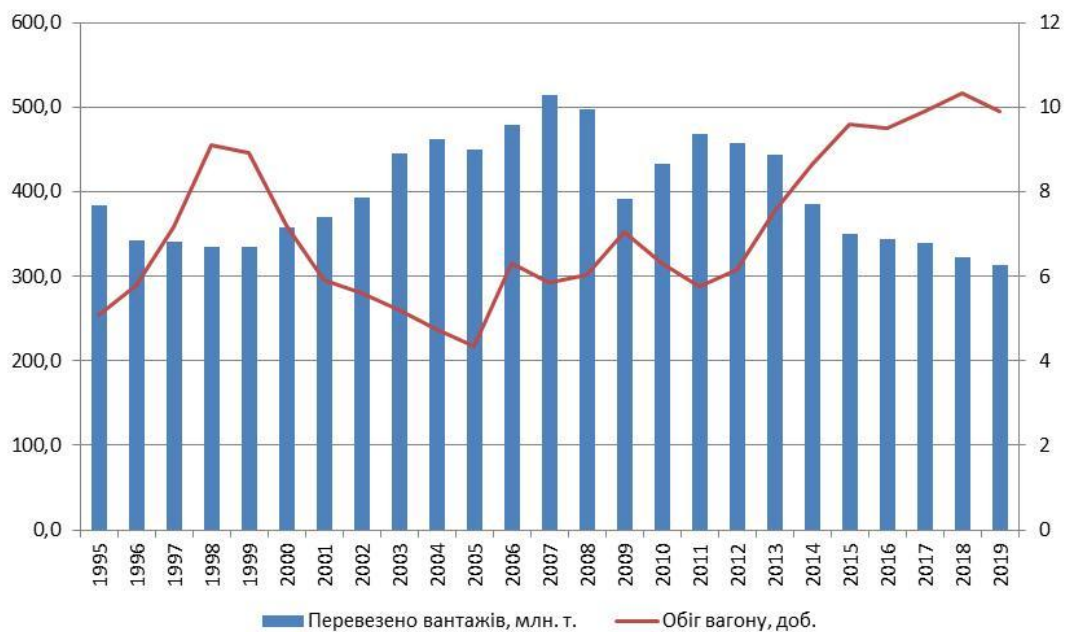


Рисунок 1.1 – Динаміка зміни обсягів перевезень та обігу вагона

Нині залізниці України переживають черговий етап реформування. При цьому серед стратегічних цілей цього процесу є перехід від технологічно-адміністративної до технологічно-економічної моделі управління залізничним транспортом та збільшення питомої ваги залізничних перевезень [3] у загальному обсязі перевезень вантажів усіма видами транспорту. «Стратегія розвитку залізничного транспорту України до 2021 р.» (далі «Стратегія») у якості однієї з ключових цілей передбачає «створення конкурентного перевізника, підготовленого для відкриття ринку вантажних залізничних перевезень» [4]. Досягнення цієї цілі передбачає підвищення конкурентоспроможності залізниць на ринку транспортних послуг, зокрема за рахунок покращення якості транспортного сервісу та гнучкої тарифної політики. Як відомо, якість транспортних послуг

значною мірою визначається таким показником, як термін доставки вантажів. У свою чергу, термін доставки вантажів тісно пов'язаний з обігом вагона, що є одним з основних експлуатаційних показників роботи залізниць. Варто зазначити, що ефект від реалізації «Стратегії» передбачає, зокрема, до 2021 р. скорочення термінів доставки вантажів на 15%, а обігу вагона на 20 % [4].

Слід зазначити, що величина обігу вантажного вагона суттєво визначає якість організації перевізного процесу, а також впливає на собівартість перевезень. Разом з тим, за роки незалежності обіг вагона в цілому демонструє тенденцію до зростання. Так, порівняно з 1992 р., коли обіг складав 3,6 доб., у 2019 р. обіг виріс у 2,8 рази до рівня 10 діб (середній обіг вагонів приватного парку ще більше і досягає 14...15 діб). Важливо зазначити, що збільшення обігу вагона відбувається на фоні загального збільшення дільничної швидкості на 22 % – з 31,8 км/год у 1992 р. до 39 км/год у 2019 р. (рис. 1.2) [5; 6].

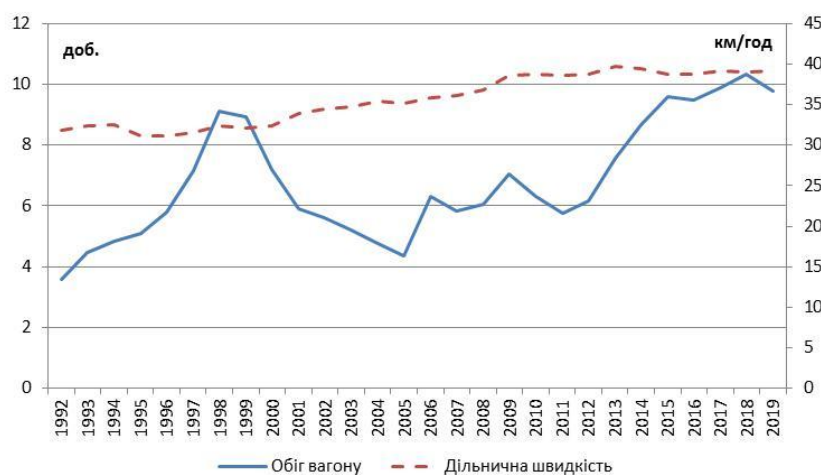


Рисунок 1.2 – Динаміка зміни обігу вагона та дільничної швидкості

Таким чином, основною причиною зростання обігу вагона є збільшення простоїв вагонів на станціях. Дослідження показують, що від 40 % до 45 % загальної величини обігу вагона складають простой вагонів на технічних станціях [7, 8]. Причому, як показав факторний аналіз, саме простой на технічних станціях найбільше впливають (у понад 60 % випадків) на зміну величини обігу вагона [9]. Варто зазначити, що середня кількість станцій, які проходить вагон протягом повного рейсу має тенденцію до зменшення; разом з тим обіг вагону, навпаки, зростає (рис. 1.3).

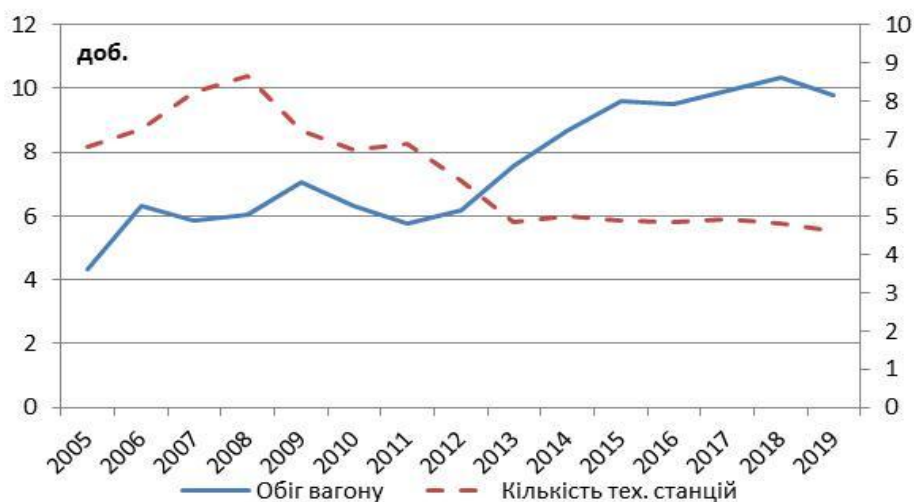


Рисунок 1.3 – Динаміка зміни обігу вагона та кількості технічних станцій, що проходить вагон протягом повного рейсу.

Основна причина такої тенденції – зростання простоїв на технічних станціях. Так, за останні 20 років середній простій вагонів на технічних станціях зріс у 2,3 рази: з 5,3 год у 1992 р. до 12,8 год у 2019 р. (рис. 1.4) [5, 6].

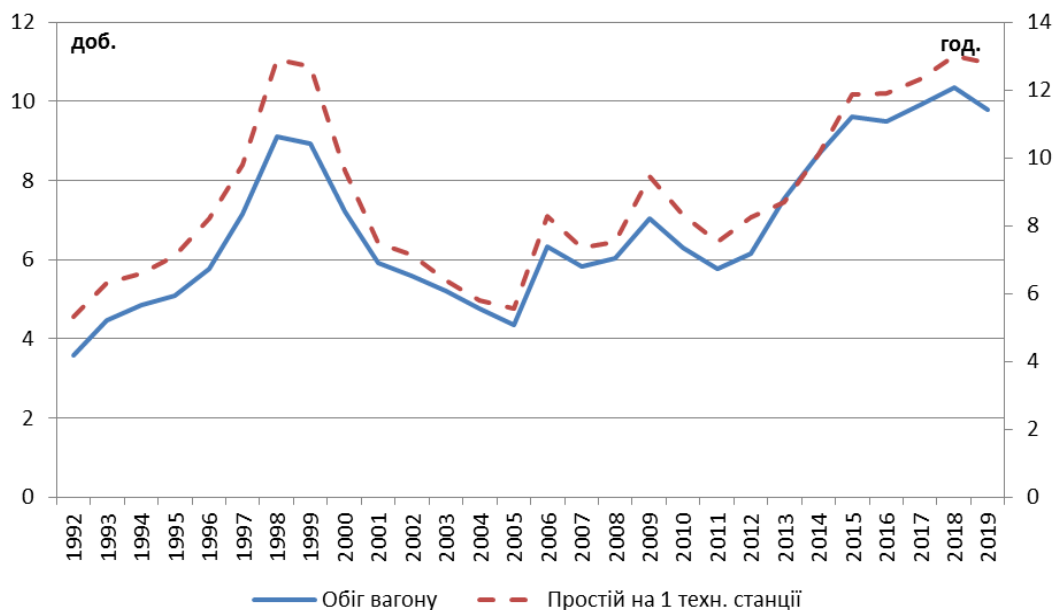


Рисунок 1.4 – Динаміка зміни обігу вагона та простою на 1 технічній станції

Аналіз рис. 1.4 показує, що між величиною обігу вагону і величиною простою вагону на технічних станціях є повна кореляція. Отже, з метою прискорення обігу вагону, насамперед, необхідно зменшувати простой на технічних станціях, до яких, відносяться і дільничні станції.

1.2. Аналіз структури вантажних залізничних перевезень

В даний час суттєво змінились умови функціонування як залізничного транспорту в цілому, так і дільничних станцій зокрема. Це обумовлено як загальним переходом економіки країни на ринкові відносини та відмовою від жорсткого державного планування та регулювання перевезень, так і структурно-економічними змінами на ринку транспортних послуг. До таких змін можна віднести: зміну форми власності підприємств, які є відправниками і одержувачами вантажів; перехід від системи державного планування економіки до системи ринкового планування; появу приватного рухомого складу та постійне збільшення його частки в загальному парку вагонів; суттєве збільшення обсягів імпорто-експортних перевезень; розширення номенклатури вантажів, в т.ч. і внаслідок їх диверсифікації по відправникам; переорієнтацію вантажопотоків, зокрема експортних на морські порти тощо [10].

Так за останні роки суттєво змінились напрямки руху вагонопотоків. Якщо 20 років назад у 1997 р. в структурі перевезень переважали внутрішні (частка 63%), то наразі ця частка зменшилась до 45% (табл. 1.1) [1].

Таблиця 1.1 – Обсяги вантажних перевезень за структурою, млн. т./%

Рік	Всього	Внутрішні	Міжнародні			
			Разом	Експорт	Імпорт	Транзит
1997	341,4	<u>216,2</u> 63,3	<u>125,2</u> 36,7	<u>71,1</u> 20,8	<u>26,4</u> 7,7	<u>27,7</u> 8,1
2002	392,6	<u>232,5</u> 59,2	<u>160,1</u> 40,8	<u>102,9</u> 26,2	<u>18,6</u> 4,7	<u>38,6</u> 9,8
2007	514,2	<u>311,0</u> 60,5	<u>203,2</u> 39,5	<u>107,7</u> 20,9	<u>35,4</u> 6,9	<u>60,1</u> 11,7
2012	457,5	<u>241,0</u> 52,7	<u>216,5</u> 47,3	<u>140,9</u> 30,8	<u>34,7</u> 7,6	<u>40,9</u> 8,9
2017	339,6	<u>160,1</u> 47,1	<u>179,5</u> 52,9	<u>116,1</u> 34,2	<u>43,9</u> 12,9	<u>19,6</u> 5,8
2018	322,3	<u>155,0</u> 48,0	<u>167,3</u> 52,0	<u>107,0</u> 33,1	<u>44,0</u> 13,6	<u>16,3</u> 5,0
2019	312,9	<u>139,5</u> 44,6	<u>173,4</u> 55,4	<u>116,0</u> 37,1	<u>43,0</u> 13,7	<u>14,4</u> 4,6

Порівняння обсягів та структури залізничних перевезень у 2007 р. (пікові обсяги перевезень) та у 2019 р. (рис. 1.5) показує, що за останні 12 років, якщо внутрішні перевезення з 2007 р. зменшились на 55%, то обсяги міжнародних перевезень зменшились всього на 14%.

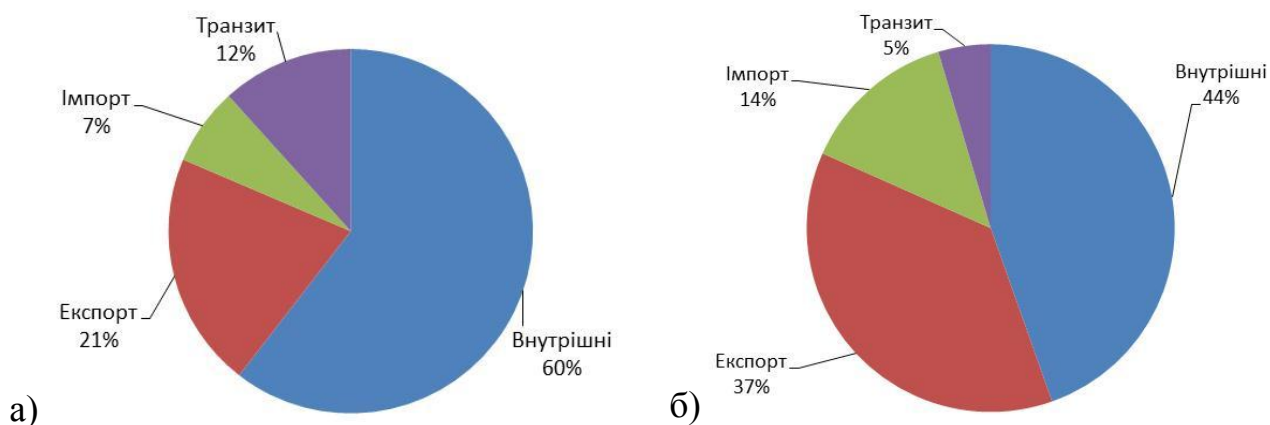


Рисунок 1.5 – Структура залізничних перевезень: а) у 2007р.; б) у 2019 р.

Варто зазначити, що з 2007 р. в структурі міжнародних перевезень суттєво – в 4 рази – зменшились обсяги транзитних перевезень, а їх частка в загальних обсягах при цьому зменшилась у 2,5 рази. Разом з тим, на тлі зменшення загальних обсягів залізничних перевезень, обсяги експортних та імпорتنних перевезень, навіть, вирости – відповідно на 8% та 23%, а їх частка в загальних обсягах за цей час зростає з 21% до 37% (експорт) та з 7% до 14% (рис. 1.6).

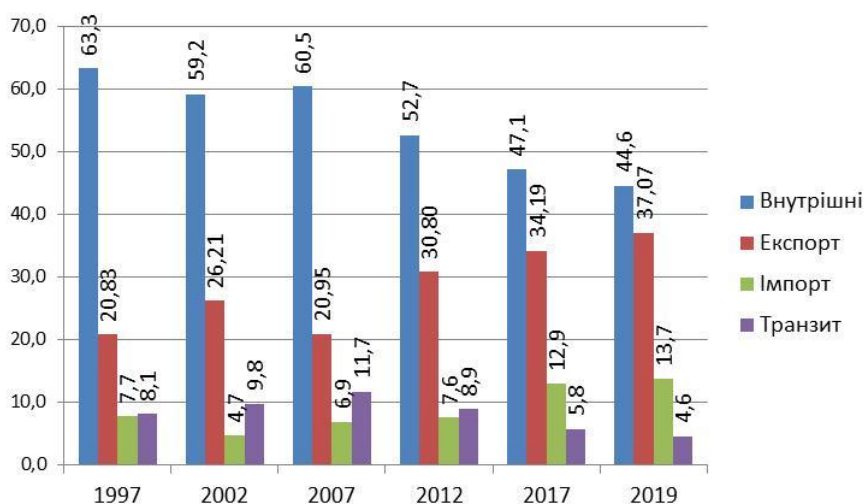


Рисунок 1.6 – Динаміка зміни структури залізничних перевезень, %

Таким чином, залізничні перевезення в Україні поступово стають експортно-орієнтованими, що в цілому збігається із загальною орієнтацією економіки України на експорт. При цьому основна частина експорту та імпорту (до 80%) прямує залізницею через морські порти.

За останній період суттєво змінилась і номенклатура вантажів, що транспортуються залізницею (табл. 1.2) [1].

Таблиця 1.2 – Обсяги залізничних перевезень за номенклатурою вантажів, млн. т.

Вантажі	Роки					
	1992	1997	2002	2007	2012	2019
Вугілля та кокс	185,9	92,5	102,7	106,9	113,8	44,3
Нафта та нафтопродукти	34,7	15,2	21,5	17,4	7,4	3,3
Руда	79,5	52,4	56,4	72,7	73,1	68,3
Чорні метали	50,8	26,2	32,3	41,7	29,2	19,1
Брухт чорних металів	7,9	5,2	6	6,7	4,7	2,4
Лісові	3,7	2	3	4,8	4,4	1,0
Добрива	10,8	5,3	5,1	7,7	7,8	4,4
Зернові	30,1	8,2	11,4	6,8	22,7	39,8
Цемент	17,1	3,6	5,1	10,8	6,1	5,4
Будівельні	174,7	29,7	37,1	68,3	53,9	29,1
Інші	142	53,2	49,6	72,1	55	45,5
Всього відправлено	737,2	293,5	330,2	415,9	378,1	262,6

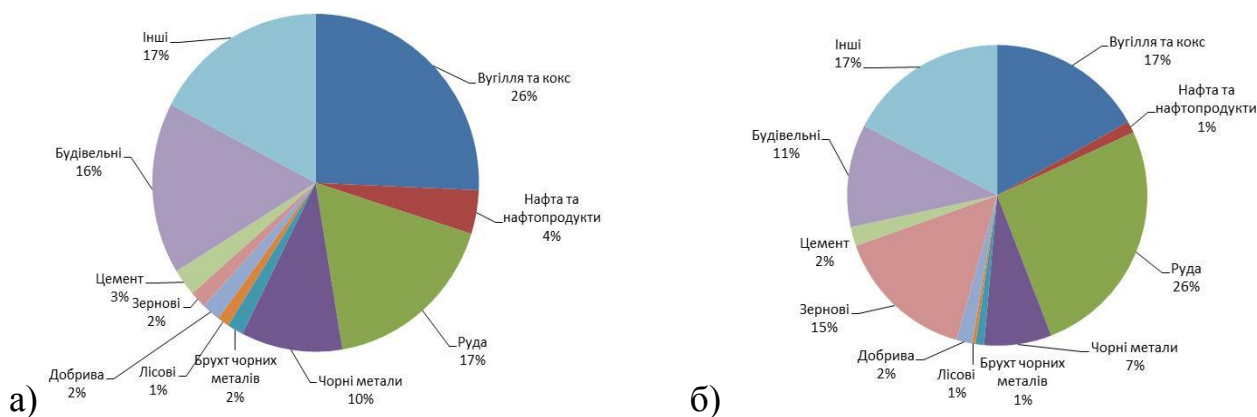


Рисунок 1.7 – Структура залізничних перевезень за номенклатурою вантажів: а) у 2007 р.; б) у 2019 р.

Як видно з табл. 1.2 та рис. 1.7, у порівнянні з 2007 р., серед вантажів, що перевозяться залізничним транспортом суттєво виросли обсяги (у 6 раз) та частка (у 7 раз) зернових вантажів – з 6,8 млн. т. (2%) у 2007 р. до 40 млн. т. (14%) у 2019 р. Обсяги перевезень усіх інших вантажів за цей період зменшились; однак, наприклад, відносна частка рудних вантажів у загальних обсягах при цьому зросла – з 17% у 2007 р. до 25%, а частки вугілля та нафти, навпаки, зменшились – відповідно з 26% до 17% та з 4% до 1%; частка ж інших вантажів на тлі зменшення абсолютних обсягів (лісових, будівельних, цемент, чорні метали тощо) залишились майже без змін.

Отже, з 2007 р. залізничні перевезення в Україні суттєво зменшились (на 37%), однак при цьому зросла частка міжнародних, зокрема, експортних перевезень (до 37%). Окрім того, суттєво виросли обсяги залізничних перевезень зернових вантажів, зросла також частка рудних вантажів. Таким чином, напрямок вагонопотоків наразі в значній мірі орієнтований на експортні перевезення (зерно, руда) через морські порти.

1.3. Проблеми роботи дільничних станцій в сучасних умовах

На мережі залізниць України наразі нараховується близько 1380 залізничних станцій, з яких 85 – дільничних [11]. Дільничні станції відносяться до технічних. Основним призначенням дільничних станцій є прийом та відправлення вантажних поїздів, їх технічний та комерційний огляд, зміна локомотивів та локомотивних бригад, технічне обслуговування (ТО-2) локомотивів, розформування та формування збірних та дільничних поїздів, безвідчіпний та відчіпний ремонт вагонів. Окрім того, на дільничних станціях здійснюється прийом та відправлення пасажирських та приміських поїздів, виконання вантажної роботи, обслуговування під'їзних колій тощо.

Серед основних проблем залізниць наразі значний рівень зношеності як залізничної інфраструктури, що досягає 30%, так і рухомого складу – 80% для вагонного парку та більше 90% для локомотивного [4]. Це призводить з одного боку до дефіциту справних навантажувальних та тягових ресурсів, з іншого – до зниження якості транспортних послуг Укрзалізниці та, відповідно, до переходу частини вантажопотоку на інші види транспорту. У 2014 р. до цього додалися проблеми, спричинені військово-політичним конфліктом на Донбасі та анексією Криму. Однією з критичних проблем є також кадровий дефіцит, спричинений масовим відтоком працівників, зокрема, через низький рівень оплати праці.

Однак, незважаючи на зменшення загальних обсягів залізничних перевезень (рис. 1.1.), в наслідок переорієнтації та зміни структури вагонопотоків на деяких напрямках, зокрема до морських портів, обсяги перевезень, навіть, дещо зросли. Більш того, по деяким технічним станціям суттєво виросли обсяги сор-

тувальної роботи, зокрема, по підбиранню груп вагонів по власникам, по вантажним фронтам, по типу вантажу, по вантажоотримувачам тощо. В цих умовах підвищується роль дільничних станцій як допоміжних до основних сортувальних станцій, технологія роботи та технічне оснащення яких часто демонструють невідповідність новим умовам та обсягам роботи.

В даний час сортувальні потужності дільничних станцій можуть ефективно використовуватись для формування подач на великі під'їзні колії по вантажним фронтам або причалам [12], формування технічних маршрутів з вагонів, що надходять з проміжних станцій примикаючих ділянок невеликими (повагонними) партіями, для відстою та накопичення порожніх вагонів, зокрема і приватних.

В даний час дільничні станції мають найрізноманітніші схеми в силу історично умов їх побудови та розвитку, рівня техніки і технології роботи транспорту в період їх будівництва, ступеня економічного розвитку прилеглих районів, а також характеру і обсягу завдань, які виконувались цими станціями.

Характерним для дільничних станцій є відсутність сучасних сортувальних пристроїв для переробки вагонів, недостатня місткість колій у приймально-відправних і сортувальних парках, особливо на лініях з інтенсивним рухом поїздів, нераціональне розміщення пристроїв локомотивного господарства і вантажного району. Негативний вплив на роботу дільничних станцій здійснює безсистемне примикання під'їзних колій, що викликає значні ворожі перетини головних колій при маневровому обслуговуванні цих вантажних районів.

Близько 80% існуючих дільничних станцій побудовано за схемою поперечного типу без належних розв'язок на підходах і в горловинах, з колійним розвитком, що не відповідає необхідним розмірам руху і не відповідає можливостям електричної і тяги тепловоза по підвищенню маси поїздів [13]. Значна частина існуючих станцій має схеми з низькими експлуатаційними якостями, що не відповідають сучасній технології роботи. До таких станцій відносяться: станції напівпоздовжнього типу з транзитними парками, зміщеними по напрямку руху, і локомотивних господарством у другій чверті; станції поздовжнього типу з розташуванням транзитних парків по одну сторону від головних колій назустріч один од-

ному; станції з острівним розташуванням пасажирської будівлі; станції з розміщенням локомотивного господарства з боку пасажирського будівлі і ін. Разом з тим, в цілому технічні параметри дільничних станцій відповідають діючим нормативам та рекомендаціям [14].

Основними заходами щодо підвищення пропускної та переробної спроможності дільничних станцій є укладання додаткових колій і спорудження більш потужних сортувальних пристроїв. Однак, такі заходи потребують значних капіталовкладень, тому доцільно також впроваджувати організаційні заходи щодо удосконалення технології обслуговування поїздо- та вагонопотоків на станції. Серед можливих напрямків [15]:

- впровадження сучасних автоматизованих систем для обробки інформації та документів, пов'язаних з організацією роботи станції, зокрема – систем підтримки прийняття управлінських рішень;

- прискорення обробки пріоритетних вагонопотоків за рахунок концентрації ресурсів;

- планування роботи маневрових локомотивів на основі сучасних систем підтримки прийняття рішень з врахуванням ресурсозберігаючих технологій.

1.4. Аналіз напрямків удосконалення технічних станцій

1.4.1. Передумови удосконалення технічних станцій

Серед напрямків удосконалення роботи технічних станцій можна виділити: конструктивні заходи, пов'язані з удосконаленням конструкції та технічного оснащення залізничних станцій та організаційно-технічні, що передбачають удосконалення технології роботи станцій, впровадження нових інформаційних систем тощо. Необхідність перебудови технічної станції або удосконалення технології її роботи може бути викликана різними причинами, такими як зміна обсягів і структури транспортних потоків, електрифікація ліній на підходах, організація швидкісного руху, спорудження других головних колій, примикання нових під'їзних колій і т.п. Кількість варіантів для подальшого порівняння й оцінки може бути в деяких випадках досить великим. Тому при виборі конкурентних варіантів велике значення має вже накопичений інженерами-

проектувальниками практичний досвід, що допомагає відібрати лише ті варіанти, що найбільше повно й ефективно відповідають поставленій задачі. У якості критерію для оцінки кожного з намічених варіантів найбільш часто використовують приведені витрати, зв'язані з реалізацією комплексу заходів, що відповідають варіанту. Цей показник є найбільш універсальним, але разом з тим не враховує багатьох факторів, що істотно впливають на вибір варіанта (забезпечення безпеки руху, охорона праці та ін.) [16].

1.4.2 Удосконалення конструкції станцій

Як показує аналіз, в даний час, колійний розвиток технічних станцій є в цілому достатнім для освоєння існуючих обсягів перевезень [17, 18]. Разом з тим, за роки незалежності колійний розвиток значно скоротився – багато колій, і навіть, цілі парки були закриті для експлуатації. При зміні обсягів перевезень (наприклад, при переорієнтації вагонопотоків) на деяких станціях може виникнути потреба у відкритті цих колій, або, навіть, у їх добудові. В першу чергу це стосується станцій, що працюють у напрямку морських портів. Так, наразі суттєвою проблемою є недостатня пропускна спроможність припортових станцій, що призводить до появи «кинутих» поїздів та їх тривалих простоїв на підходах до портів [19].

Окрім того, більшість схем станцій складались і розвивались історично, що при зміні умов роботи (наприклад, структури вагонопотоку) може стати на заваді ефективній роботі по обслуговуванню поїздів та вагонів. Так, близько 80% існуючих дільничних станцій побудовано за схемою поперечного типу без належних розв'язок на підходах і в горловинах, з колійним розвитком, що не відповідає необхідним розмірам руху і не відповідає можливостям електричної і тяги тепловоза по підвищенню маси поїздів. Характерним для них є відсутність сучасних сортувальних пристроїв для переробки вагонів, нераціональне розміщення пристроїв локомотивного господарства, вантажного району [17, 20].

Питанням проектування і технічного оснащення дільничних станцій присвячено ряд наукових досліджень. У працях В. М. Образцова, П. В. Бартенєва, С. В. Земблінова, К. Ю. Скалова, П. І. Пантелєєва, Г. З. Верцмана, І. Е Савченка, І. Г. Тихомирова та інших багато уваги приділялося розробці раціональних схем [21-23].

При розвитку або перебудові дільничних станцій необхідно максимально зберігати і використовувати існуючі пристрої. Одночасно в межах економічної доцільності та технічної необхідності треба при реконструкції приводити схеми станцій до раціональних типовим, усуваючи наявні недоліки. Ці дві вимоги часто суперечать одна одній, тому доводиться в пошуках оптимального рішення розробляти і порівнювати кілька варіантів, в тому числі варіанти з нетиповими схемами, продиктованими сформованим розміщенням парків і капітальних пристроїв станції [24, 25].

Основними заходами щодо підвищення пропускної та переробної спроможності дільничних станцій є укладання додаткових колій і спорудження більш потужних сортувальних пристроїв. Однак, такі заходи потребують значних капіталовкладень, тому доцільно також впроваджувати організаційні заходи щодо удосконалення технології обслуговування поїздо- та вагонопотоків на станції. Серед можливих напрямків [15]:

- впровадження сучасних автоматизованих систем для обробки інформації та документів, пов'язаних з організацією роботи станції, зокрема – систем підтримки прийняття управлінських рішень;

- прискорення обробки пріоритетних вагонопотоків за рахунок концентрації ресурсів;

- планування роботи маневрових локомотивів на основі сучасних систем підтримки прийняття рішень з врахуванням ресурсозберігаючих технологій.

1.4.3. Моделювання роботи технічних станцій

У сучасних умовах питання удосконалення техніко-технологічних параметрів технічних станцій набувають особливої актуальності. При цьому, з одного боку, станції повинні мати достатній резерв пропускної й переробляючої спроможності для ефективної роботи в умовах нерівномірності транспортних потоків, з іншого боку – невиправдане збільшення технічного потенціалу станцій приводить до росту їх експлуатаційних витрат. Для розв'язку зазначеного складного й суперечливого завдання необхідна достовірна кількісна оцінка планованих заходів щодо вдосконалення конструкції й технології роботи станцій. Ефективним засобом аналізу й оцінки показників функціонування ста-

нцій, їх техніко-технологічних і економічних параметрів є імітаційне моделювання станційних процесів з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки. Використання імітаційних моделей при виконанні проектних робіт, а також при оперативному керуванні на станціях дозволить ухвалювати найбільш раціональні розв'язки, спрямовані на скорочення власних витрат станцій і збільшення прибутки від перевезень.

Дослідження із проблем створення імітаційних моделей залізничних станцій для вивчення й оптимізації їх роботи були початі в 60-х роках минулого століття з появою серійних ЕОМ [26, 27]. У зазначених роботах для аналізу завантаження технічних обладнань станцій пропонувалося використовувати статистичне моделювання технологічних процесів. При цьому для обліку нерівномірності роботи станцій моделюється випадковий вхідний потік поїздів, а тривалість обслуговування поїзда на станції моделюється як випадкова величина із заданим законом розподілу. За результатами моделювання визначаються «вузькі» місця на станції, затримки й простой поїздів.

У подальшому, з розвитком обчислювальної техніки, розроблено досить значна кількість моделей станцій для вирішення різних науково-практичних задач.

Щодо цього слід особливо зазначити роботи [28, 29], у яких сформульовані основні проблеми й підходи до моделювання станцій, наведені описи моделюючих алгоритмів і результати досліджень. Також автором розглянута проблема вибору черговості пересувань при виникненні конфліктних ситуацій. Для її розв'язку запропоновано встановити систему правил на вибір черговості. З цією метою в [28] сформульовано п'ять правил вибору, отриманих на основі аналізу пересувань у горловинах декількох великих станцій. Ці правила використовуються в моделі станції при необхідності одночасної установки пари ворожих маршрутів.

За допомогою розробленої статистичної моделі в [30] вирішується завдання визначення «вузьких» місць у роботі технічної станції. У процесі моделювання на станцію надходить випадковий потік поїздів. При цьому для кожного поїзда встановлюється набір параметрів, що визначають технологію й тривалість його обслуговування. Станція представляється набором взаємозалежних блоків, що моделюють певну стадію (фазу) обслуговування об'єкта. Однак, мо-

делювання тривалості знаходження об'єкта в кожній фазі виконується без обліку окремих технологічних операцій, що є недоліком запропонованого методу, тому що не забезпечує адекватності моделі. Крім того, досить спрощено моделюється заняття горловин станції рухомим складом при його переміщенні й не враховується ворожість маршрутів.

Розробці подібного роду імітаційних систем для моделювання залізничних станцій присвячені роботи [31]. Запропонована методика заснована на використанні апарата теорії ймовірностей для моделювання вхідних потоків заявок і тривалості їх обслуговування. Модель застосовується для прогнозування роботи станцій у різних умовах і при виборі варіантів технічних розв'язків.

Широке поширення останнім часом одержали моделі транспортних об'єктів, розроблені з використанням апарата мереж Петрі [32, 33]. Технологічний процес обробки поїздів у таких моделях представляється послідовністю позицій (станів) і переходів. При цьому переходи імітують обробку об'єктів протягом заданого часу, а позиції характеризують поточний стан системи й визначають умови переходів. При виконанні умов перехід спрацьовує, у результаті чого змінюється поточна розмітка мережі. Зокрема, в [33] розглядаються можливості використання апарата мереж Петрі для моделювання сортувальних станцій і інших транспортних комплексів. Під керівництвом проф. Е. В. Нагорного розроблена методика формалізації комплексу “сортувальна станція – ділянки, що примикають” у вигляді мережі Петрі. У даній роботі показано, що шляхом ускладнення структури мережі можна досягти будь-якого ступеню деталізації системи. Передбачена також можливість моделювання випадкових інтервалів між поїздами вхідного потоку, а також інших параметрів. Для реалізації моделі на ЕОМ можуть бути використані спеціалізовані програмні продукти. Модель, побудована на основі мереж Петрі, дозволяє фіксувати стан системи в довільний момент часу, а також визначити за результатами моделювання інтегральні показники тривалості виконання окремих операцій і число оброблених об'єктів. Є також можливість дослідження моделі шляхом варіювання окремих кількісних параметрів.

Останнім часом набувають поширення інтелектуальні транспортні системи, які використовують інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і

регулюванні транспортних потоків, являють собою єдиний комплекс автоматизованих систем, які розроблені спеціально для вирішення транспортних завдань [34]. Розв'язання транспортних задач базується на застосуванні сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій і методів управління. Так, у статті [35] визначено загальні умови побудови інтелектуальних станційних систем, використання яких дозволить суттєво підвищити ефективність функціонування залізничних станцій. У [36] розроблена інтелектуальна модель функціонування залізничної станції, а саме – модель визначення колії приймання для поїздів різних категорій. Однак при прийманні транзитних поїздів без переробки не враховується необхідність зміни локомотива та/або локомотивної бригади.

Заслуговує на особливу увагу досвід вчених ДНУЗТ, де під керівництвом професора В. І. Бобровського створено наукову школу з функціонального моделювання роботи залізничних станцій [37] та запропоновано концепцію ергатичного моделювання, яка передбачає безпосередню участь людини-оператора в роботі моделі.

В останні роки для дослідження роботи залізничних станцій все частіше використовуються сучасні програмні системи моделювання. Так, в [38] розроблена модель залізничної станції на основі системи Anylogic, в якій реалізовані всі три сучасні парадигми побудови імітаційних моделей: системно-динамічна, дискретно-подієва і Агентна. Наявність сучасного графічного інтерфейсу дозволяє конструювати моделі з численних готових об'єктів, що містяться в готових проблемно-орієнтованих бібліотеках. Наприклад, для створення імітаційних моделей роботи об'єктів залізничного транспорту існує «Залізнична бібліотека». Особливістю опису залізничних об'єктів з використанням цієї бібліотеки є представлення операцій перевізного процесу за допомогою певних об'єктів бібліотеки. При цьому поїзда, локомотиви і вагони подаються у вигляді «заявок», оброблюваних цими об'єктами. Схема колійного розвитку станції задається групою векторних фігур - ламаних ліній і кіл, що зображують відповідно залізничні колії та стрілочні переводи. Маршрут руху задається переліком елементів колійного розвитку; при русі контролюється зайнятість елементів маршруту, а стрілки переводяться автоматично.

2. АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ

2.1 Загальна характеристика станції

Станція А (рис. 2.1) розташована на головному ході двоколійної дільниці В – Ф. За характером роботи є дільничною станцією, за обсягом роботи віднесена до першого класу.

Станція працює на три напрямки:

- перегін А-Ф – двоколійний, електрифікований, обладнаний одностороннім автоблокуванням;
- перегін А-З – двоколійний, електрифікований, обладнаний одностороннім автоблокуванням;
- перегін А-В – двоколійний, електрифікований, обладнаний одностороннім автоблокуванням.

Схема дільничної станції А приведена на рис. 2.1.

Станція виконує: пропуск транзитних поїздів з здійсненням приймально-здавальних операцій з передачі составів з Придніпровської на Донецьку залізницю і назад, прийом і відправлення вантажних, пасажирських і приміських поїздів, обробку транзитних поїздів, розформування і формування збірних поїздів, підбирання груп вагонів для причіпки до дільничних поїздів, подачу, забирання і розстановку вагонів по пунктам навантаження і вивантаження.

2.2 Характеристика технічного оснащення станції

Колійний розвиток станції об'єднано в 3 парки, які розташовані паралельно: Приймально-відправний парк – „Б” Сортувальний парк „Д” та пасажирський парк.

Приймально-відправний парк „Б” включає 7 колій, призначених для прийому вантажних транзитних прямих та кутових поїздів з напрямків Ф, З, В, прийому поїздів в розформування (дільничних і збірних) з напрямків Ф, З, В а також для виставки поїздів свого формування із сортувального парку для відправлення на всі напрямки. Колійний розвиток парку також включає дві витяжні колії.

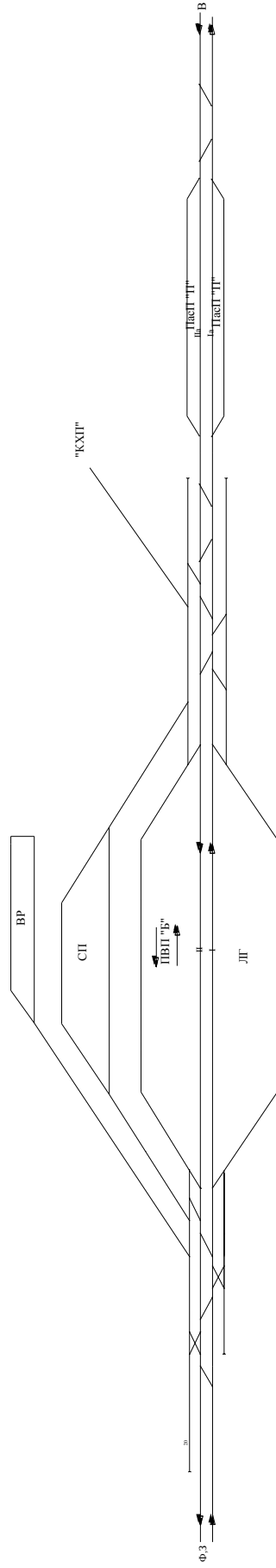


Рисунок 2.1 - Немасштабна схема дільничної станції А

Сортувальний парк включає 10 колій і призначений для накопичення составів дільничних та збірних поїздів на всі напрямки, а також подач на вантажні фронти станції.

Пасажирський парк включає 2 головні та 3 пасажирські колії, які розміщені зі сторони підходу В послідовно приймально-відправному парку Б.

Маневрова робота на станції виконується 2 маневровими тепловозами серії ЧМЕ-3.

Для виконання маневрової роботи по формуванню-розформуванню поїздів на станції є таке технічне оснащення:

- гірка малої потужності (в непарній горловині парку Д);
- витяжна колія № 18 корисною довжиною 850 м, місткістю 56 умовних вагонів, яка розташована в непарній горловині парку і використовується для розпуску вагонів з гірки малої потужності та при перестановці груп вагонів в парк;
- витяжна колія № 20 корисною довжиною 425 м, місткістю 28 умовних вагонів, яка розташована в парній горловині сортувального парку і використовується для формування составів готових поїздів та при перестановці груп вагонів в парк.

Розформування составів здійснюється на механізованій гірці малої потужності, яка розташована у непарній горловині станції. Сортувальна гірка має одну колію насуву. Обладнана пучковими гальмівними позиціями з уповільнювачами типу РНЗ-2.

На станції є механізований вагоноремонтний пункт (МВРП), розташований у хвостовій горловині сортувального парку. На МВРП виконується відчіпний ремонт вагонів.

На території станції розміщені наступні будівлі та споруди:

- пост електричної централізації (ЕЦ), в якому розташовані приміщення маневрового диспетчера (ДСЦ), чергового по станції (ДСП), станційного технологічного центру (СТЦ), чергового по відправленню (ДСПО) – в районі непарної горловини парку „Б”;
- пост чергового по гірці (ДСПГ) – на горбі сортувальної гірки;

- пункт комерційного огляду вагонів (ПКО) – в районі парної горловини парку „Б”;

- пост списування - у західній та у східній горловинах парку „Б”;

- пост складача гірки – на горбі сортувальної гірки;

- пункт технічного обслуговування вагонів ВЧД (ПТО) – в районі непарної горловини парку „Б”;

- пост сигналіста - у непарній горловині парку „Б”;

- пост чергового по відправленню – в парній горловині парку „Б”;

- товарна контора, в якій розташовані приміщення товарного касира, агентів по розшуку вантажів, прийомоздавальників вантажу та багажу – на вантажному дворі;

- механізована дистанція вантажно-розвантажувальних робіт(МЧ ПУ) – на вантажному дворі;

- пасажирська будівля – в районі Пасажирського парку з південної сторони, в якій розташовані: 2 зала очікування, квиткові каси, службові приміщення, центр обробки пасажирських документів;

- адміністративно-побутовий комплекс – в районі Пасажирського парку біля пасажирської будівлі, в якому розташовані кабінети керівників станції, технічний відділ, відділ кадрів, зал засідань, військово-облікове бюро, квиткове бюро.

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

- поїзним диспетчерським та міжстанційним зв'язком;

- прямим телефонним зв'язком;

- двобічним гучномовним парковим зв'язком;

- поїзним і маневровим радіозв'язком;

- телефонним зв'язком місцевої автоматизованої телефонної станції;

- зв'язком з інформаційним станційним центром (ІСЦ).

На південній стороні станції, паралельно парку Б розміщене оборотне локомотивне депо наскрізного типу.

Станція А обладнана пристроями електричної централізації стрілок і сигналів.

2.3 Характеристика вантажних пунктів станції

Станція А обслуговує також підприємство міста, що має власні під'їзні колії. До станції А примикає під'їзна колія «Комбінат хлібопродуктів» (КХП) стрілочним переводом №25, а до непарної горловини сортувального парку. На КХП виконується вивантаження зернових вантажів бункерним способом та навантаження хлібопродуктів у тарно-штучних упакуваннях електронавантажувачами;

Станція А виконує значний обсяг вантажної роботи з обслуговуванням підприємств і населення міста. Для виконання вантажних операцій по обслуговуванню населення та підприємств на станції є вантажний район, розташований паралельно сортувальному парку. На вантажному районі є наступні місця загального користування:

- 1) критий склад тарно-штучних вантажів, вантажні операції на якому виконуються електронавантажувачами ЕП-106;
- 2) крита платформа для довгомірних та великовагових вантажів, яка оснащена мостовим краном;
- 3) контейнерний майданчик, обладнаний двома козловими електрокранами КК-6, вантажопідйомністю по 5 т;
- 4) підвищена колія для вивантаження сипучих вантажів, обладнана грейферним краном.

2.4 Експлуатаційна характеристика станції

2.4.1 Основні операції, які виконуються на станції

Відповідно до плану формування, графіку руху поїздів та плану роботи дільнична станція А виконує наступні операції:

- прийом та відправлення пасажирських, міських та вантажних поїздів, що прибувають та відправляються на напрямки Ф, З та В;
- розформування дільничних та збірних поїздів, що прибувають з напрямків Ф, З та В;
- формування дільничних та збірних поїздів на напрямки Ф, З та В;
- технічне обслуговування та комерційний огляд составів транзитних поїздів;
- зміну локомотивів та локомотивних бригад у вантажних поїздів;

– накопичення і подачу вагонів на під'їзну колію «Комбінат хлібопродуктів» (КХП) та на вантажний район станції;

2.4.2 Характеристика маневрової роботи

Маневрова робота по формуванню, розформуванню, подачі, збиранню і перестановці вагонів виконується двома маневровими тепловозами серії ЧМЕ-3.

Колійний розвиток станції умовно розподілений на 2 маневрові райони, де виконується наступна маневрова робота:

– 1-й маневровий район – парна горловина станції–насув та розпуск составів поїздів з гірки для розформування-формування; заїзд гірочного локомотива під состав; прибирання та подача поїзних локомотивів на колії парку Б; формування подач вагонів з під'їзної колії «Комбінат хлібопродуктів» (КХП); розформування подач вагонів з під'їзної колії «Комбінат хлібопродуктів» (КХП);

– 2-й маневровий район – непарна горловина станції–закінчення формування составів у сортувальному парку; подача-прибирання на вантажні райони станції; перестановка готових составів з сортувального парку у парк Б.

Маневрові локомотиви спеціалізовані по маневрових районах.

Локомотив № 1 працює у маневровому районі № 1 і здійснює операції по формуванню та перестановці готових составів із сортувального парку в парк Б, подачу-збирання і підбір вагонів на вантажний район.

Локомотив № 2 працює у маневровому районі № 2 і виконує роботу з розформування-формування составів поїздів та подачу-збирання і підбір вагонів на під'їзну колію «Комбінат хлібопродуктів» (КХП).

Усі маневрові локомотиви обладнані пневматичними приводами для

На станції А виконуються заміна локомотивів у всіх транзитних поїздах.

2.5 Технологія роботи станції з поїздами та вагонами

Вантажні транзитні прямі та кутові поїзди з напрямків Ф, З та В надходять у парк Б, де після технічного і комерційного огляду, зміни локомотива й локомотивних бригад та випробування автогальм вагонів (в составі поїзда після зміни локомотива проводиться повне випробування автогальм вагонів, а після

зміни локомотивних бригад - скорочене) вантажні транзитні поїзди відправляються по призначенню на напрямки Ф, З та В.

Усі дільничні та збірні поїзди з напрямків Ф, З та В надходять для розформування у парк Б. Після технічного й комерційного огляду та відчеплення поїзного локомотива состави поїздів маневровим локомотивом витягуються на витяжну колію № 18 для їх розформування через сортувальну гірку. У сортувальному парку Д здійснюється накопичення составів дільничних й збірних поїздів та подач вагонів на вантажний район (ВР) та під'їзну колію («КХП»). Після накопичення усі состави готових поїздів маневровим локомотивом переставляються через витяжну колію № 20 у парк Б. Після технічного й комерційного огляду, причеплення поїзного локомотива та випробування автогальм вагонів сформовані дільничні та збірні поїзди відправляються по призначенню на напрямки Ф, З та В. Місцеві вагони подаються на під'їзну колію («КХП») через витяжну колію № 18 а на вантажний район (ВР) через колію № 20.

Після виконання операцій з вагонами по вивантаженню й навантаженню здійснюється прибирання вагонів з під'їзної колії («КХП») та вантажного району (ВР) станції та розформування подач по коліях сортувального парку Д відповідно до прийнятої спеціалізації для накопичення составів дільничних та збірних поїздів на призначений напрямок [10].

2.6 Аналіз обсягів роботи станції

2.6.1 Дослідження динаміки зміни обсягів роботи станції

В останні роки робота залізничного транспорту України характеризується суттєвою нерівномірністю перевезень. Після економічної кризи 2008...2009 р.р., коли обсяги перевезень суттєво знизились, починаючи з 2010 р. спостерігається її поступове зростання. Однак, з 2014 р., коли до загальної економічної кризи додалися військово-політичний конфлікт на Донбасі та анексія Криму обсяги перевезень знов почали знижуватись (див. рис. 1.1). Впродовж 2015...2019 р.р. тенденція до зниження загальних обсягів залізничних перевезень продовжилась, хоча темпи зменшення дещо уповільнилися до -5% щороку. У 2019 р. залізницями всього перевезено 313 млн. т. вантажів (-32% до 2012 р.) [1].

Однак, ситуація, що склалась в Україні, призвела також до певного перерозподілу обсягів перевезень між залізничними напрямками, і відповідно між залізничними станціями; при цьому на певних залізничних напрямках (наприклад, до морських портів) обсяги перевезень, навіть, збільшились за останні роки. До таких напрямків належить напрямок В – Ф, по якому проходять вантажні поїзди до морських портів Одеського регіону та у зворотному напрямку. При цьому, на фоні загального зниження обсягів залізничних перевезень в Україні, обсяги вантажних перевезень на цьому напрямку стабільно зростають, внаслідок перерозподілу експортно-імпортного вантажопотоку від портів анексованого Криму до портів Одеси.

Аналіз даних про обсяги роботи станції А за період 2011...2019 р.р. (див. Додаток А, табл. А.1) дозволив виявити зменшення пасажирського поїздопотоків станції на 20% на фоні зростання потоку транзитних поїздів на 18%; разом з тим вагонопотік з переробкою зменшився за цей період на 50%. Вказану динаміку ілюструють діаграми, що наведені на рис. 2.2. та рис. 2.2.

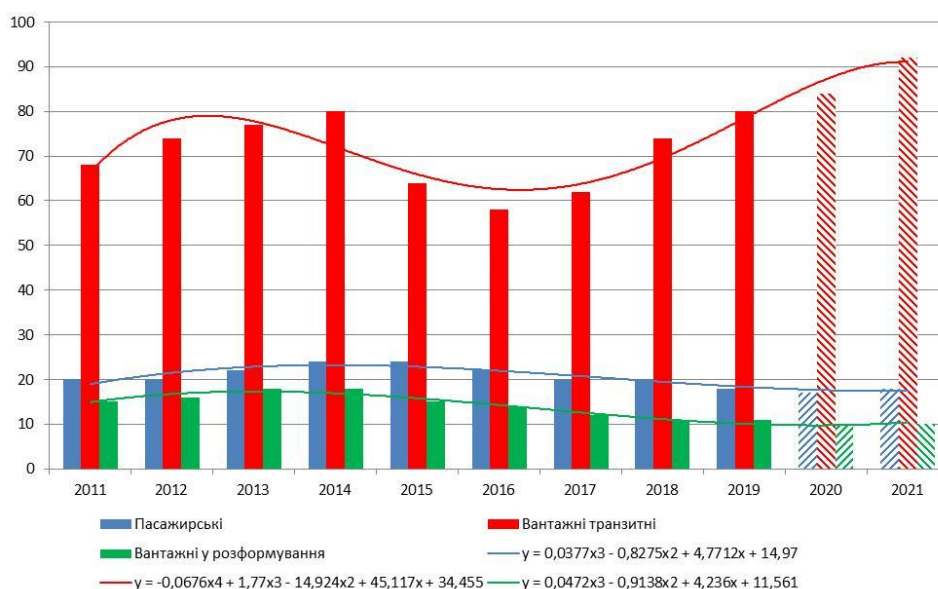


Рисунок 2.2 – Аналіз та прогноз середньодобового поїздопотоків станції А

З врахуванням тенденцій зміни поїздопотоків та вагонопотоку станції А були отримані прогнозні регресійні моделі тренду [39]. На основі на основі поліномів 3-го та 4-го ступеню (рис. 2.2-2.3) були спрогнозовані розрахункові обсяги роботи станції А на 2021 р. (табл. 2.1).

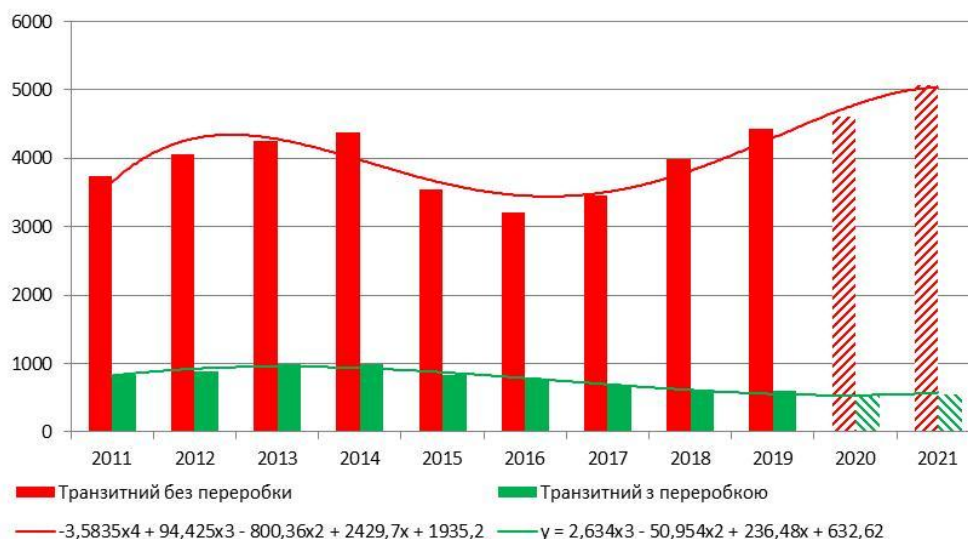


Рисунок 2.3 – Аналіз та прогноз середньодобового вагонопотоку станції А

Таблиця 2.1 – Розрахунок середньодобових обсягів роботи станції К

Показник	2019 р.	Модель	Прогноз на 2020 р.	Прогноз на 2021 р.
Загальний поїздопотік	109	-	111	120
пасажирських	18	$y = 0,038x^3 - 0,828x^2 + 4,771x + 14,97$	17	18
транзитних	80	$y = -0,068x^4 + 1,77x^3 - 14,924x^2 + 45,18x + 34,4$	84	92
в роз форм.	11	$y = 0,0472x^3 - 0,9138x^2 + 4,236x + 11,561$	10	10
Загальний вагонопотік	5068	-	5199	5674
транзитний без переробки	4422	$y = -3,58x^4 + 94,42x^3 - 800,4x^2 + 2429,7x + 1935,2$	4610	5080
транзитний з переробкою	608	$y = 2,634x^3 - 50,954x^2 + 236,48x + 632,62$	549	552
місцевий	24	-	26	28

Таким чином, обсяги прибуття вантажних транзитних поїздів, у порівнянні з 2011 р., у 2021 р. зростуть на 35%. Для розуміння умов роботи станції А також були проаналізовані дані за період 2013...2019 р.р. про простої вагонів без переробки на станції А (див. Додаток А, табл. А.2); відповідний графік наведений на рис. 2.4.

Аналіз даних про простої показує, що з 2016 р. спостерігається поступове зростання величини простоїв вагонів на станції А: так, простій транзитного вагону без переробки виріс на 32%. Це пояснюється тим, що в умовах зростання обсягів перевезень (див. рис. 2.2 та рис. 2.3) технічне оснащення та технологія роботи станції А залишилися без змін.

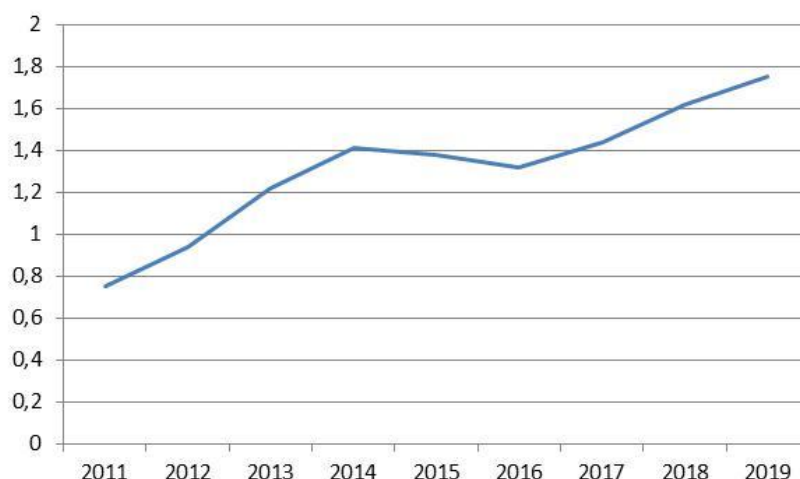


Рисунок 2.4 – Зміна величини простою транзитних вагонів без переробки

2.6.2 Дослідження динаміки зміни обсягів роботи станції

Для визначення кількості поїздів, які надходять в розформування, необхідно визначити кількість вагонів в складі вантажного поїзда та масу вантажного поїзда. Маса состава при рівномірному русі для заданого розрахункового керівного підйому згідно [40] визначається за формулою:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w_0' + i_p)}{w_0'' + i_p}, m \quad (2.1)$$

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

P – розрахункова маса локомотива;

w_0' – основний питомий опір руху локомотиву, $H/кН$;

w_0'' – основний питомий опір руху складу, $H/кН$;

i_p – крутизна розрахункового керівного підйому, (Додаток А)

До станції А примикає три електрифікованих перегони, на яких працюють поїзні локомотиви ВЛ8.

Для ВЛ8 відповідно до [40] прийняті наступні розрахункові параметри:

$$F_{кр} = 46500 \text{ кгс}, P = 184 \text{ т},$$

Керівний ухил на ділянках:

- А-В – 9‰
- З-А та Ф-А – 8‰

Значення розрахункової сили тяги локомотива й основних питомих опо-

рів руху визначають для розрахункової швидкості локомотива, встановленої діючими ПТР. Основний питомий опір руху електровозів у режимі тяги визначають по формулі:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot V_p + 0,0003 \cdot V_p^2, \text{ Н/кН} \quad (2.2)$$

Для електровоза ВЛ8 згідно з [40] розрахункова швидкість $V_p=43,3$ км/год, звідси основний питомий опір руху локомотива:

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01 \cdot 43,3 + 0,0003 \cdot 43,3^2 = 2,90 \text{ кгс/тс}$$

Основний питомий опір руху вантажних чотиривісних вагонів на роликівих підшипниках на ланковому шляху визначають по формулі:

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1V + 0,0025V^2}{q_0}, \quad (2.3)$$

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

$$q_0 = \frac{q_{\text{ср}}}{n_{\text{осей}}}, \quad (2.4)$$

де $q_{\text{ср}}$ – середня вага вагона: 74 т, (див. додаток А).

Кількість осей вагона: $n=4$.

Виконуються розрахунки:

$$q_0 = \frac{74}{4} = 18,5 \text{ т/вісь}$$

Розраховуємо основний питомий опір руху вантажних вагонів і максимально можливу масу поїзда на ділянках А-В, З-А та Ф-А:

$$\omega''_0 = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 43,3 + 0,0025 \cdot 43,3^2}{18,5} = 1,35 \text{ кгс/тс};$$

$$Q_{\text{бр}(A-B)} = \frac{46500 - 184 \cdot (2,90 + 9)}{1,35 + 9} = 4282 \text{ т};$$

$$Q_{\text{бр}(З-А, Ф-А)} = \frac{46500 - 184 \cdot (2,90 + 8)}{1,35 + 8} = 4759 \text{ т};$$

Приймається $Q_{\text{бр}} = 4250 \text{ т}$.

Кількість вагонів у складі поїзда визначається по формулі:

$$m_c = \frac{Q_{бр}}{q_{ср}}, \quad (2.5)$$

$$m_c = \frac{4250}{74} = 57 \text{ вагонів}$$

Корисна довжина приймально-відправних колій визначається по формулі:

$$L_{кор} = m_c l_{ваг} + l_{лок} + a, \quad (2.6)$$

де $l_{ваг}$ – середня довжина вагона по осях автозчеплень: 14 м;

$l_{лок}$ – довжина локомотива по осях автозчеплень, м;

a – допуск на неточність установки поїзда, 10 м.

Розраховуємо корисну довжину приймально-відправних колій для локомотива ВЛ8:

$$L_{КОР} = 57 \cdot 14 + 27,52 + 10 = 835,52 \text{ м}$$

Прийнято $L_{кор} = 850 \text{ м}$.

2.6.3 Розрахункові обсяги роботи дільничної станції

На основі даних про розподіл поїздопотоку та вагонопотоку по призначенням (Додаток А, табл. А.3) у табл. 2.2 визначені розрахункові розміри руху пасажирських та приміських поїздів по напрямках.

Таблиця 2.2 – Число пасажирських поїздів на примикаючих до станції лініях

Зі станції	На станцію				Всього
	З	В	Ф	А	
З	Х	2	0	2	4
В	2	Х	0	5	7
Ф	0	0	Х	2	2
А	2	5	2	Х	Х
Всього	4	7	2	Х	13

У зв'язку із зростанням на розрахунковий строк вантажопотоку, значно зросли і розміри транзитних вагонопотоків, особливо з напрямлень З і Ф, ці дані наведені додатку А, табл. А.4, а також транзитних вагонопотоків з переробкою та місцевих, ці дані наведені в додатку А, табл. А.5

На основі таблиць А.4 і А.5 та при умові, що умовна довжина вантажного поїзда становить 57 умовних вагонів число вантажних поїздів на примикаючих до станції лініях розраховується за формулою:

$$N = \frac{n}{m}, \quad (2.7)$$

де n – загальний вагонопотік відповідного напрямку, ваг/добу,

m – кількість вагонів у составі, ваг.

Кількість поїздів по всіх ділянках розраховується аналогічно. Розрахунки зводяться до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Число вантажних поїздів на примикаючих до станції лініях

Зі станції	На станцію					Всього
	З	В	Ф	А		
				Дільничні	збірні	
З	Х	30	0	2	1	33
В	26	Х	18	3	2	49
Ф	0	18	Х	2	2	22
А	Дільничні	3	2	2		
	Збірні	2	1	1		
Всього	31	51	21			103/104

На основі табл. 2.3 будуються діаграми вагонопотоків (рис. 2.4) та поїздопотоків (рис. 2.5), які наглядно зображують розміри руху на станції.

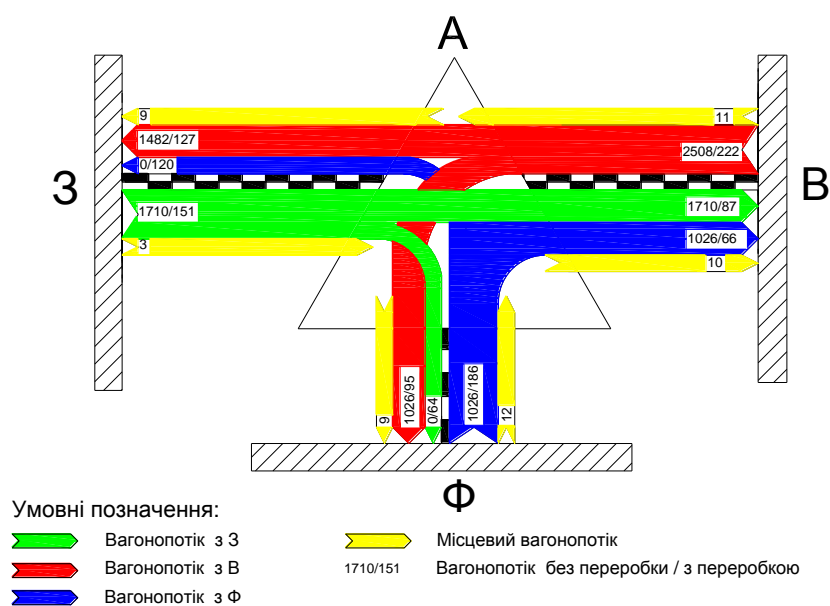


Рисунок 2.4 – Діаграма вагонопотоків станції А

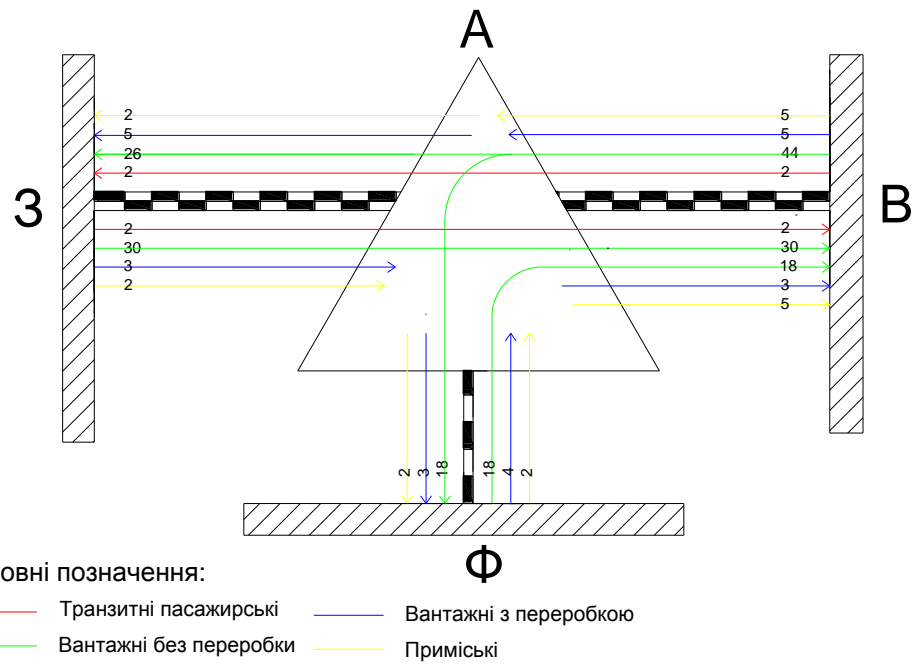


Рисунок 2.5 – Діаграма поїздопотоків станції А

3. ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ

3.1. Аналіз пропускної здатності лініях, що примикають до станції

Необхідна пропускна здатність ліній, що примикають до станції, визначається за формулою [41]:

$$N_n = \alpha(N_e + N_{пас} \varepsilon_{пас} + N_{зб} (\varepsilon_{зб} - 1)), \quad (3.1)$$

де α – коефіцієнт резерву пропускної здатності ($\alpha=1,15\dots1,20$);

N_B – кількість вантажних поїздів на даній лінії (з урахуванням збірних);

$N_{пас}, N_{зб}$ – відповідно кількість пасажирських та збірних поїздів на даній лінії;

$\varepsilon_{пас}, \varepsilon_{зб}$ – коефіцієнт з'йому вантажних поїздів відповідно пасажирськими та збірними поїздами ($\varepsilon_{пас}=1,3\dots1,5$; $\varepsilon_{зб}=1,5\dots2,0$).

За наведеними в розділі 2 даними необхідна пропускна здатність примикаючих ліній дорівнює:

$$N_n^3 = 1,15(33 + 4 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) = 54 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_n^6 = 1,15(51 + 7 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) = 90 \text{ пар поїздів.}$$

$$N_n^{\phi} = 1,2(22 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) = 32 \text{ пар поїздів.}$$

Таким чином, у відповідності до [42] кількість головних колій на перегонах, що примикають до станції А має бути: А-З – 2 колії, А-В – 2 колії, А-Ф – 1 колія. Наявна кількість головних колій на примикаючих до станції лініях і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами відповідають розрахованій необхідній пропускній здатності.

3.2 Розрахунок кількості приймально-відправних колій

3.2.1 Методика розрахунку

Станцію А обслуговує вантажні поїзди наступних напрямків:

- транзитні зі зміною локомотивів – зміна локомотивів виконується у всіх транзитних поїздів, оскільки станція А є пунктом обороту для напрямків З, Ф, та В;
- поїзди, що приходять у розформування – дільничні та збірні поїзди;
- поїзди свого формування – дільничні та збірні поїзди.

Відповідно до місцевих умов зручно спеціалізувати приймально-відправні колії парку Б:

- для прийому транзитних поїздів з Ф та З(ПВ1-колії № 3...9);
- для прийому транзитних поїздів з В(ПВ2-колії № 4...10);
- для приймання поїздів, що прибувають у розформування з усіх напрямків, та виставки поїздів свого формування для їх відправлення на всі напрямки(ПВ3-колії № 12...16);

Число колій в приймально-відправному парку дільничної станції (без ходових) може бути визначено за формулою:

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

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

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

γ_j – доля поїздів, що надходять в даний парк з j -ї лінії від загального числа поїздів, що прибувають на станцію з цієї лінії;

n – число ліній, що примикають до станції.

Середньозважений час зайняття колії можна визначити як:

$$\bar{t}_{зан} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{зан_i} N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \quad (3.2)$$

де $t_{зан_i}$ - час зайняття колії поїздом i -ї групи;

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

k – кількість груп поїздів за часом обробки.

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

$$t_{зан} = t_m + t_{ов}, \quad (3.3)$$

де t_m – час виконання всіх технологічних операцій з поїздом в парку з урахуванням міжопераційних простоїв;

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

Тривалість технологічних операцій з поїздами залежить від їх категорії і визначається за формулами, наведеними в табл. 3.1 [41].

Таблиця 3.1–Тривалість технологічних операцій з поїздами

№ п/п	Категорія поїзда	Формули для визначення величини t_m	Значення $t_{об}$
1	Транзитний зі зміною локомотива (в тому числі кутовий)	$t_m^{mз} = t_{np} + t_{оч}^{mз} + t_{об}^{mз} + t_e$	$t_{об}^{mз} = 30$ хв
2	Дільничний, що надходить в переробку	$t_m^{\partial} = t_{np} + t_{оч}^{\partial} + t_{об}^{\partial} + t_{приб}$	$t_{об}^{\partial} = 15$ хв
3	Збірний, що надходить в переробку	$t_m^{зб} = t_{np} + t_{оч}^{зб} + t_{об}^{зб} + t_{приб}$	$t_{об}^{зб} = 20$ хв
4	Поїзд свого формування (дільничний, збірний)	$t_m^{сф} = t_{под} + t_{оч}^{сф} + t_{об}^{сф} + t_e$	$t_{об}^{сф} = 30$ хв

де $t_{оч}^{мб}, t_{оч}^{мз}, t_{оч}^{\partial}, t_{оч}^{зб}, t_{оч}^{сф}$ – час очікування обробки поїзда відповідної категорії, що виникає в період згущеного прибуття поїздів на станцію (в роботі приймається для всіх категорій поїздів $t_{оч} = 0,35 t_{об}$);

$t_{приб}, t_{под}$ – час зайняття колії при прибиранні з неї состава на витяжну колію та подачі на неї состава з витяжної колії.

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

$$t_{np} = t_m + \frac{0,06l_{\partial l}''}{V} + \frac{0,06(l_{\partial l}' + L_{ex})}{V_{вх}}, \quad (3.4)$$

де $l_{\partial l}', l_{\partial l}''$ – довжини блок-ділянок (відповідно до Додатку А.3 прийнято 1200 м та 1000 м у);

V – встановлена швидкість проходження поїзда по перегону (в дипломному проекті приймається $V=80$ км/год);

t_m – час приготування маршруту і відкриття сигналу; 0,1 хв (додаток А.3);

$V_{вх}$ – середня швидкість входу поїзда на станцію, 35 км/год (додаток А.3);

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

$$L_{\text{вх}} = l_c + l_{\text{гор}} + l_n, \quad (3.5)$$

де l_c – відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини (при електровозній тязі $l_c = 300$ м);

$l_{\text{гор}}$ – довжина горловини парку. Згідно з планом станції $l_{\text{гор}} = 310$ м;

l_n – довжина поїзда, м.

Довжина поїзда визначається з виразу:

$$l_n = m_c l_g + l_l. \quad (3.6)$$

Склад поїзда на всіх підходах становить 57 вагонів (див. п. 2.6). Тоді довжина поїзда для ділянки Ф-А становить:

$$l_n = 57 \cdot 14 + 28 = 826 \text{ м}$$

$$L_{\text{вх}} = 300 + 300 + 826 = 1436 \text{ м.}$$

$$t_{np} = 0.1 + \frac{0,06 \cdot 1000}{80} + \frac{0,06 \cdot (1200 + 1436)}{35} = 5.4 \text{ хв}$$

Час зайняття маршруту при відправленні поїзда:

$$t_g = t_m + \frac{0,06 L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}}, \quad (3.7)$$

де $V_{\text{вих}}$ – середня швидкість відправлення поїзда, 35 км/год (додаток А.3);

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

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_n \quad (3.8)$$

При електровозній тязі:

$$L_{\text{вих}} = 310 + 826 = 1136 \text{ м};$$

Прийнято $L_{\text{вих}} = 1140$ м для всіх ділянок.

$$t_B = 0,1 + \frac{0,06 \cdot 1140}{35} = 2 \text{ хв}$$

Час зайняття приймально-відправної колії при подачі та прибиранні составу визначається як тривалість відповідних півреїсів подачі $t_{\text{под}}$ і прибирання $t_{\text{приб}}$:

$$t = a + b m_c, \quad (3.9)$$

де a, b – нормативні коефіцієнти;

m_c – кількість вагонів в маневровому составі.

Значення коефіцієнтів a і b приймаються в залежності від довжини пів-рейсу, яка визначається довжиною состава та горловини парку [43].

При $m_c=57$ вагона та $l_c=798$ м довжина піврейсу складає

$$l = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}} = 310 + 798 = 1108 \text{ м.}$$

Тоді $a=2,4$ хв, $b=0,042$ хв. Час зайняття колії при подачі і прибиранні:
 $t_{\text{под}} = t_{\text{приб}} = 2,4 + 0,042 \cdot 57 = 4,8$ хв.

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

– транзитний зі зміною локомотиву (у т.ч. кутовий):

$$t_{\text{T}}^{\text{TЗ}} = 5,4 + 0,35 \cdot 30 + 30 + 2 = 47,9 \text{ хв};$$

– дільничний, що надходить в переробку:

$$t_{\text{T}}^{\text{Д}} = 5,4 + 0,35 \cdot 15 + 15 + 4,8 = 30,5 \text{ хв};$$

– збірний, що надходить в переробку:

$$t_{\text{T}}^{\text{Зб}} = 5,4 + 0,35 \cdot 20 + 20 + 4,8 = 37,2 \text{ хв};$$

– поїзд свого формування:

$$t_{\text{T}}^{\text{СФ}} = 4,8 + 0,35 \cdot 30 + 30 + 2 = 47,3 \text{ хв.}$$

Середній простій поїздів в очікуванні відправлення на окрему лінію визначається за формулою:

$$t_{\text{оч}} = \frac{720 N_{\text{вант}} (1 + g_{\text{від}}^2)}{N_{\text{вант}}^{\text{max}} (N_{\text{вант}}^{\text{max}} - N_{\text{вант}})} \quad (3.10)$$

де $g_{\text{від}}$ – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на окрему лінію (в курсовому проекті приймається $g_{\text{від}}=0,7$ [43]).

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

$$N_{\text{вант}}^{\text{max}} = N - N_{\text{нас}} \varepsilon_{\text{нас}} + N_{\text{зб}} (\varepsilon_{\text{зб}} - 1) \quad (3.11)$$

де N – наявна пропускна здатність окремої лінії [41], що визначається в залежності від потрібної пропускної здатності (п. 3.1)

Лінія А-З:

$$N_{\Pi}^{3-кз}=54 \text{ пари поїздів} \quad N=100 \text{ пар поїздів}$$

$$N_{\text{вант}}^{\max}=100-4*1,3-2*(1,5-1)=96 \text{ поїздів.}$$

Лінія А-В:

$$N_{\Pi}^{кз-В}=90 \text{ пар поїздів} \quad N=100 \text{ пар поїздів}$$

$$N_{\text{вант}}^{\max}=100-7*1,3-1*(1,5-1)=83 \text{ поїзди.}$$

Лінія А-Ф:

$$N_{\Pi}^{\phi-кз}=33 \text{ пари поїздів.} \quad N=48 \text{ пар поїздів}$$

$$N_{\text{вант}}^{\max}=48-2*1,5-2*(2-1)=44 \text{ поїзди.}$$

Тоді, час очікування відправлення складатиме:

На лінію А-З:

$$t_{\text{ос}} = \frac{720 \cdot 33 \cdot (1 + 0,7^2)}{96 \cdot (96 - 40)} = 8,0 \text{ хв}$$

На лінію А-В

$$t_{\text{ос}} = \frac{720 \cdot 51 \cdot (1 + 0,7^2)}{83 \cdot (83 - 60)} = 33,8 \text{ хв}$$

На лінію А-Ф:

$$t_{\text{ос}} = \frac{720 \cdot 22 \cdot (1 + 0,7^2)}{44 \cdot (44 - 24)} = 29,3 \text{ хв}$$

Для розрахунку середнього простою составів у приймально-відправному парку в очікуванні розформування використовуємо формулу:

$$t_{\text{оприб}} = \frac{N_p t_z^2 (1 + \mathcal{G}_z^2)}{2(1440 - N_p t_z)} \quad (3.12)$$

де \mathcal{G}_z – коефіцієнт варіації гірочного технологічного інтервалу, який приймаю рівним 0,5.

t_r – гірочний технологічний інтервал, в дипломному проекті приймається рівним 30 хв.

N_p – загальна кількість поїздів, що прибувають у розформування, $N_p=10$ поїздів (див. табл. 2.1).

Тоді, час очікування прибирання становить

$$t_{\text{оприб}} = \frac{10 \cdot 30^2 \cdot (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 10 \cdot 30)} = 4,94 \text{ хв}$$

Дані розрахунки середньозваженого часу зайняття поїздом колії варто виконувати у вигляді табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок середньозваженого часу зайняття колій

Категорія поїзду	Напрямок	t_t , хв	$t_{\text{ов}}$, хв	$t_{\text{зан}}$, хв	ПАРК-Б					
					ПВ-1		ПВ-2		ПВ-3	
					N , поїздів	$Nt_{\text{зан}}$, п-хв	N , поїздів	$Nt_{\text{зан}}$, п-хв	N , поїздів	$Nt_{\text{зан}}$, п-хв
Транзитні зі зміною локомотива	На В	47,9	33,8	81,7	48	3921,6	-	-	-	-
	На Ф	47,9	29,3	77,2	-	-	18	1389,6	-	-
	На З	47,9	8,0	55,9	-	-	26	1453,4	-	-
Дільничні	в розформ.	30,5	4,94	35,5	-	-	-	-	5	177,5
Збірні	в розформ.	37,2	4,94	42,2	-	-	-	-	5	211,0
Свого формування (дільничні та збірні)	На З	47,3	8,0	55,3	-	-	-	-	4	221,2
	На В	47,3	33,8	81,7	-	-	-	-	3	243,3
	На Ф	47,3	29,3	76,6	-	-	-	-	3	229,8
Разом					48	3921,6	44	2843	20	1082,8

Середньозважений час зайняття колії відповідної спеціалізації обчислюється за формулою (3.3) по підсумковим даним табл. 3.2:

$$\bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ПВ-1}} = \frac{3921,6}{48} = 81,7 \text{ хв}; \quad \bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ПВ-2}} = \frac{2843}{44} = 64,61 \text{ хв}; \quad \bar{t}_{\text{зан}}^{\text{ПВ-3}} = \frac{1064,8}{20} = 53,24 \text{ хв}$$

Розрахунковий інтервал прибуття визначається для кожної лінії, що приймає до станції, в тому числі і для сортувального парку станції, звідки надходять поїзда свого формування, за формулою:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\text{min}}}{2}, \quad (3.13)$$

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

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії приймається по [41] в залежності від прийнятої наявної пропускної здатності ділянки:

$$1. \text{ Лінія З-А: } N=100, \quad I_{\text{min}}=10 \text{ хв};$$

2. Лінія К-В: $N=100$, $I_{\min} = 10$ хв;

3. Лінія Ф-К: $N=48$, $I_{\min} = 18$ хв.

Мінімальний інтервал надходження составів свого формування з сортувального парку визначається за формулою:

$$I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{\bar{t}_{\text{лф}}}{m_{\text{в}}}, \quad (3.14)$$

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

$m_{\text{в}}$ – кількість витяжних колій, на яких можуть одночасно виконуватись формування та перестановка составів в приймально-відправний парк. На даній станції $m_{\text{в}}=1$.

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

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{N_{\partial} t_{\text{лф}}^{\partial} + N_{\text{зб}} t_{\text{лф}}^{\text{зб}}}{N_{\partial} + N_{\text{зб}}} \quad (3.15)$$

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

$t_{\text{лф}}^{\partial}$, $t_{\text{лф}}^{\text{зб}}$ – час зайнятості маневрового локомотива формуванням і виставкою в парк составів відповідно дільничних і збірних поїздів, приймаю у попередніх розрахунках рівним відповідно 30 хв для дільничних і 60 хв для збірних поїздів, згідно з рекомендаціями [43]

Середньозважений час зайнятості маневрового локомотива:

$$\bar{t}_{\text{лф}} = \frac{5 \cdot 30 + 5 \cdot 60}{5 + 5} = 45,0 \text{ хв.}$$

Тоді мінімальний інтервал надходження составів свого формування

$$I_{\min}^{\text{сф}} = t_{\text{лф}} = 45,0 \text{ хв.}$$

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

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{N} (\beta(N_{nac} \varepsilon_{nac} + N_{зб} (\varepsilon_{nac} - 1)) + (\beta - 1)N_{\varepsilon})}{N_{\varepsilon}} \quad (3.16)$$

де β – коефіцієнт збільшення розрахункових розмірів вантажного руху в окремі доби внаслідок місячної нерівномірності, $\beta=1,10$ [41];

N_{ε} – кількість вантажних поїздів, що прибувають на станцію з окремої лінії (з урахуванням збірних);

N_{nac} , $N_{зб}$ – відповідно, кількість пасажирських та збірних поїздів, що прибувають на станцію з окремої лінії.

1. Лінія З-А :

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,10 \cdot (4 \cdot 1,3 + 2 \cdot (1,5 - 1)) + (1,10 - 1) \cdot 33)}{33} = 32,11 \text{ хв}$$

2. Лінія В-А :

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{100} \cdot (1,10 \cdot (7 \cdot 1,3 + 1 \cdot (1,5 - 1)) + (1,10 - 1) \cdot 51)}{51} = 17,97 \text{ хв}$$

3. Лінія Ф-А :

$$\bar{I} = \frac{1440 - \frac{1440}{48} \cdot (1,10 \cdot (2 \cdot 1,5 + 2 \cdot (2 - 1)) + (1,10 - 1) \cdot 22)}{22} = 51,9 \text{ хв}$$

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

$$\bar{I}_{сф} = \frac{1440}{N_{сф}} \quad (3.17)$$

де $N_{сф}$ – число поїздів свого формування (дільничних і збірних). $N_{сф} = 10$ поїздів.

$$I_{сф} = 1440/10 = 144,0 \text{ хв.}$$

Знайдемо величини розрахункових інтервалів за формулою (4.14):

$$I_3 = \frac{32,11 + 10}{2} = 21,05 \text{ хв} \quad I_B = \frac{17,97 + 10,0}{2} = 13,98 \text{ хв} \quad I_{\Phi} = \frac{51,9 + 18}{2} = 34,95 \text{ хв}$$

$$I_{сф} = \frac{45,0 + 144,0}{2} = 94,5 \text{ хв}$$

Для розрахунку кількості приймально-відправних колій попередньо визначимо значення γ для кожної лінії, з якої поїзди надходять на кожні колії.

$$\text{Для ПВ-1: } \gamma_3^1 = \frac{36}{33} = 0,90; \quad \gamma_\Phi = \frac{21}{22} = 0,875;$$

тобто в ПВ-1 надходять всі транзитні поїзди з Φ та 3;

$$\text{Для ПВ-2: } \gamma_B = \frac{57}{51} = 0,95;$$

тобто в ПВ-2 надходять всі транзитні поїзди з В;

$$\text{Для ПВ-3: } \gamma_3 = \frac{4}{33} = 0,1; \quad \gamma_\Phi = \frac{3}{22} = 0,125; \quad \gamma_B = \frac{3}{51} = 0,05; \quad \gamma_{сф} = \frac{10}{10} = 1,0;$$

Тобто в ПВ-3 надходять поїзди у розформування з усіх напрямків і всі состави свого формування.

Отже, кількість колій дорівнює:

ПВ-1 (для прийому транзитних поїздів з Φ та 3)

$$m_1 = \frac{81,7}{21,05} \cdot 0,90 + \frac{81,7}{34,95} \cdot 0,875 = 5,54 \text{ колій} \quad \text{Прийнято 6 колій.}$$

ПВ-2 (для прийому транзитних поїздів з В) :

$$m_2 = \frac{64,61}{13,98} \cdot 0,95 = 4,39 \text{ колій} \quad \text{Прийнято 5 колій.}$$

ПВ-3 (для поїздів у розформування і свого формування) :

$$m_3 = \frac{54,14}{21,05} \cdot 0,10 + \frac{54,14}{34,95} \cdot 0,125 + \frac{54,14}{13,98} \cdot 0,05 + \frac{54,14}{94,5} \cdot 1,0 = 1,22 \text{ колій}$$

Прийнято 2 колій.

Таким чином, для прийому транзитних поїздів з Φ та 3 необхідно – 6 колій, для прийому транзитних поїздів з В – 5 колій, для поїздів в розформування та свого формування – 2 колії.

Таким чином в парку Б необхідно $6+5+2=13$ колій, наявна кількість -7 колій, це не відповідає необхідній, тому робимо висновок про необхідність збільшення кількості приймально-відправних колій на станції А.

3.3 Визначення кількості колій у сортувальному парку

У сортувальному парку необхідно передбачити окремі колії для накопичення дільничних та збірних поїздів на кожне призначення. Для призначень, на які надходить більш, ніж 200 ваг./доб, виділяється 2 колії. Крім того, необхідно виділити для накопичення місцевих подач на вантажний двір і колію для пошкоджених вагонів. Розрахунок наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок кількості колій у сортувальному парку

№ п/п	Призначення	Кількість поїздів	Вагонопотік, ваг./доб.	Кількість колій
1.	Для дільничних на В	2	114	1
2.	Для дільничних на З	2	114	1
3.	Для дільничних на Ф	1	57	1
4.	Для збірних на В	1	57	1
5.	Для збірних на З	2	114	1
6.	Для збірних на Ф	2	114	1
7.	Для місцевих вагонів	-	15	1
8.	Для несправних вагонів	-	-	1
9.	Для порожніх	-	-	1
10.	Резервна колія	-	-	1
	Разом		585	10

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

3.4 Перевірка кількості колій для пасажирських поїздів

Пасажирський парк станції А розміщено зі сторони підходів Ф, З та В послідовно приймально-відправному парку Б. Пасажирський парк включає 3 пасажирські колії та 2 головні. Пасажирські та приміські поїзди приймаються до трьох низьких пасажирських платформ. Для прийому і відправлення пасажирських поїздів кількість пасажирських колій повинно бути не менше за кількість підходів, тобто для станції А необхідно мати 3 колії, що відповідає наявній кількості.

4. УДОСКОНАЛЕННЯ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ СТАНЦІЇ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВАРІАНТІВ ЇЇ РОЗБУДОВИ

4.1. Розробка та аналіз варіантів розвитку станції

4.1.1 Аналіз існуючого колійного розвитку станції

Відповідно до розрахунків, виконаних у розділі 3, для приведення колійного розвитку у відповідність до поїздопотоків, що зросли на лініях А-З та А-Ф, на станції необхідно додатково укласти 6 колій для прийому поїздів з цих напрямків. Аналіз плану станції і прилягаючих територій показує, що існуюча станційна площадка обмежена по ширині пасажирськими та вантажними пристроями з одної сторони та локомотивними пристроями з іншої сторони, знесення та перебудова яких не раціональні з економічних міркувань.

Оскільки на існуючій станційній площадці забезпечити укладку колій з доведенням їх кількості до встановленої розрахунком не є можливим, то рекомендується будівництво нового транзитного парку Т, колії якого будуть спеціалізовані для прийому поїздів з З та Ф. Колійний розвиток нового парку повинен включати 6 колій. Парк розміщується по послідовній схемі зі зміщенням в сторону З та Ф [42]. При цьому розглядається три можливих варіанта розміщення нового парку „Т”:

- з об’ємлючим розміщенням головних колій;
- з центральним розміщенням головних колій;
- з одностороннім розміщенням головних колій;

4.1.2 Аналіз та вибір конкурентних варіантів розвитку станції

У варіанті будівництва нового парку „Т” по об’ємлючій схемі (рис. 4.1) розміщення головних колій передбачається укладання парної та непарної головних колій в обхід парків Т, Б, Д та локомотивного господарства.

Таке розміщення головних колій має наступні недоліки:

- збільшуються капіталовкладення в зв’язку з потребою укладання додаткових колій значної довжини;
- в зв’язку з викривленням головних колій значно погіршуються умови прослідування поїздів.

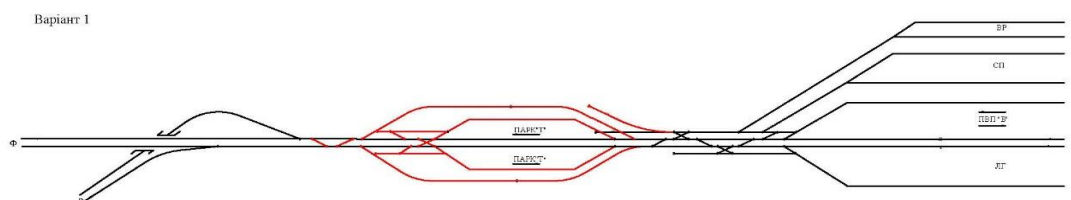


Рисунок 4.1– Будівництво нового парку „Т” по об’ємлючій схемі.

Але разом з тим існують істотні переваги даної схеми, зокрема, в значній мірі виключаються ворожі перетинання в горловинах станції, так як повністю ізолюються маршрути прибуття та відправлення пасажирських поїздів від маневрової роботи та маршрутів прямування вантажних поїздів.

Варіант будівництва нового парку „Т” з центральним розміщенням головних колій (рис. 4.2) полягає в тому, що головні колії з обох сторін не змінюють свого положення в плані. Паралельно до них добудовуються колії для прийому та відправлення транзитних поїздів з напрямків З та Ф.

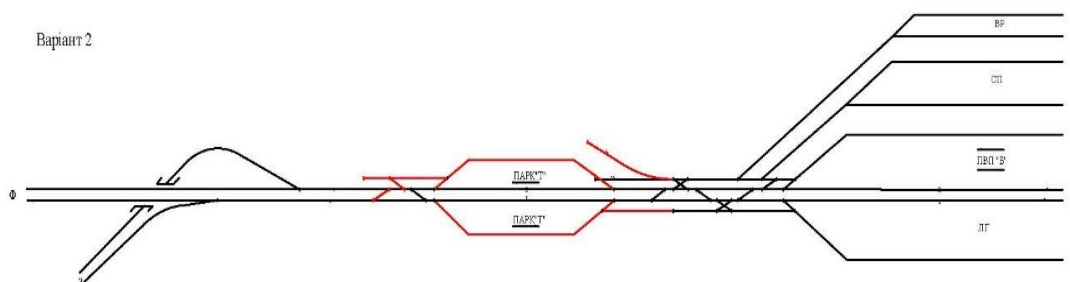


Рисунок 4.2 – Будівництво нового парку „Т” з центральним розміщенням головних колій.

Основною перевагою такого розміщення є те, що головні колії не потребують перевлаштування, за рахунок чого значно зменшуються капіталовкладення, а також забезпечуються кращі умови для прослідування поїздів. Але при такому розміщенні головних колій можуть виникати затримки внаслідок ворожості маршрутів, а саме поїзних (прийом-відправлення або прослідування поїздів) і маневрових (подачі-прибирання поїзних локомотивів). Крім того, необхідно перевлаштувати витяжну колію №20, а також необхідне розширення станційної площадки в обидві сторони.

Варіант будівництва нового парку „Т” з одностороннім розміщенням головних колій (рис. 5.3) також базується на тому, що головні колії не змінюють свого положення в плані, а паралельно до них добудовуються приймально-відправні колії. Але на відміну від попереднього варіанту колії для поїздів з З та Ф розміщуються по одну сторону від головних.

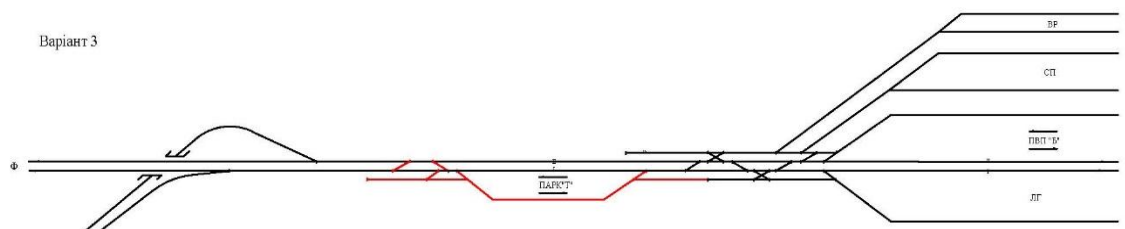


Рисунок 4.3 – Будівництво нового парку „Т” з одностороннім розміщенням головних колій.

Даний варіант за капіталовкладеннями практично не відрізняється від варіанту з центральним розміщенням колій. Також зберігаються гарні умови для прослідування поїздів. Але при такому розміщенні головних колій виникають додаткові затримки внаслідок збільшення кількості ворожих маршрутів, при передачі поїзних локомотивів з парку Т в парк Б і навпаки.

4.1.3 Визначення конкуруючих варіантів

Варіант 1 з об’ємлючими головними коліями за попередніми оцінками потребує найбільших капітальних вкладень, що є економічно невиправданим при заданих обсягах роботи. При цьому необхідне значне збільшення ширини станційної площадки, а також значних обсягів укладання додаткових колій. Тому цей варіант можна одразу відхилити. Таким чином для порівняння обрані варіанти з центральним розміщенням головних колій (варіант 1) та з одностороннім розміщенням головних колій (варіант 2).

4.2. Техніко-економічна оцінка варіантів реконструкції

4.2.1 Визначення обсягів капітальних робіт

Капітальні вкладення включають витрати на:

- 1) відведення земельних ділянок під спорудження розв'язки, знос будівель і відшкодування збитків;
- 2) спорудження земляного полотна і верхньої будови колії, що споруджуються, пристрої водовідводу;
- 3) пристрої засобів зв'язку і СЦБ;
- 4) електрифікацію колій;
- 5) укладання СП, демонтування СП, колій та контактної мережі.

У витрати по підготовці території будівництва входить відшкодування збитків від заняття орних земель, витрати на очищення території від лісу і пнів, знос будинків і споруджень, перебудова всякого роду комунікацій, будівлю тимчасових споруджень, доріг і мостів.

Площа полоси відводу визначається для окремих масивів насипів і виїмок добутком ширини смуги відводу на довжину масиву. Ширина смуги відводу залежить від середньої робочої оцінки насипу або виїмки і числа головних шляхів і визначається відповідно до [44]. Розрахунки по визначенню площі займаних земель виконані в табл. 4.1

Прийнято, що новий парк споруджується на насипу висотою 0,5м по всій довжині станційної площадки парку Т.

Обсяг робіт зі спорудження земляного полотна головних колій залежить від ширини основної площадки земляного полотна і середньої робочої оцінки окремих масивів насипів і виїмок. Обсяг земляних робіт для кожного масиву визначається як добуток покілометрового обсягу робіт при даній середній робочій оцінці і ширині основної площадки земляного полотна на його довжину. Покілометрові обсяги робіт прийняті відповідно [44]. Обсяги земляних робіт на 1 км колії приведені у табл. 4.1

Таблиця 4.1– Розрахунки обсягів земляних робіт і площі полоси відводу

№ ділянки	Довжина ділянки, км	Число колій	Середня робоча відмітка насипу	Обсяг земляних робіт, тис. м ³				Ширина полоси відведення земель, км	Площа земель, км ²	
				На 1 км насипу			На ділянку			
				Основна частина	Поправка	на 1 км				
1 - 2	0,205	2	0,50	6,60	-	6,60	1,353	0,022	0,005	
2 - 3	0,235	3	0,50	6,60	3,25	9,85	2,315	0,022	0,005	
3 - 4	0,160	5	0,50	6,60	8,55	15,15	2,420	0,022	0,004	
4 - 5	0,802	8	0,50	6,60	16,50	23,1	18,52	0,022	0,013	
5 - 6	0,115	9	0,50	6,60	19,75	26,35	3,030	0,022	0,003	
6 - 7	0,103	5	0,50	6,60	8,55	15,15	1,560	0,022	0,0020	
	1,620	Разом по I варіанту					29,20			0,032
1 - 2	0,337	3	0,50	6,60	3,25	9,85	3,319	0,022	0,007	
2 - 3	0,140	5	0,50	6,60	8,55	15,15	2,121	0,022	0,003	
3 - 4	0,858	8	0,50	6,60	17,10	23,70	20,33	0,022	0,018	
4 - 5	0,078	6	0,50	6,60	17,80	24,40	1,903	0,022	0,002	
5 - 6	0,079	5	0,50	6,60	8,55	15,15	1,196	0,022	0,002	
6 - 7	0,128	4	0,50	6,60	6,50	13,10	1,676	0,022	0,003	
	1,620	Разом по II варіанту					30,545			0,035

Обсяги робіт вказаних по варіантам зведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2– Обсяги робіт вказаних по варіантам будівництва парку Т

N з/п	Зміст робіт	Вимірник	Обсяги робіт	
			Варіант 1	Варіант 2
1	Розбирання приймально-відправних колій	км.	0,08	-
2	Розбирання стрілочних переводів	шт.	-	-
3	Укладання приймально-відправних колій	км.	5,85	6,09
4	Укладання стрілочних переводів марки 1/11	шт.	-	-
5	Укладання стрілочних переводів марки 1/9	шт.	34	34
6	Оснащення колій контактною мережею	км.	5,35	5,59
7	Оснащення колій засобами СЦБ	км.	5,85	6,09
8	Земляні роботи	тис. м ³	30,545	29,20
19	Площа відведення земель	км ²	0,035	0,032

4.2.2 Визначення затримок рухомого складу

У першому варіанті з центральним розташуванням колій мають місце перетини маршрутів відправлення пасажирських та вантажних поїздів на З та Ф з маршрутами прийому вантажних поїздів із З і Ф в парк Т1, а також з маршру-

тами відправлення поїздів на В з парку Т1 й маршрутами подачі прибирання локомотивів парку Т1 під вантажні поїзди парку Т1. Прийнято що в парк Т1 приймається половина всіх вантажних та транзитних поїздів з З та Ф.

Ймовірне число затримок K_3 та ймовірна тривалість затримок T_3 протягом доби визначаються за формулами:

$$K_3 = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot (t_1 + t_2)}{1440}, \quad T_3 = K_3 \cdot \tau, \quad (4.1)$$

де N_1, N_2 – кількість поїздів за розрахунковий період відповідно по першому та другому потокам;

t_1, t_2 – час зайняття перетину відповідно по першому та другому маршрутам;

τ – ймовірна тривалість однієї затримки, хв;

Ймовірна тривалість затримки при нерівноправних та рівноправних маршрутах визначається за формулами:

$$\tau_n = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad \tau_p = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2(t_1 + t_2)} \quad (4.2)$$

Розрахунок ймовірної кількості та тривалості затримок наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок ймовірної кількості та тривалості затримок

№	Маршрути		Кат					К	t	Tз
				N1	N2	t1	t2			
1	Приймання вант. із З та Ф у Т1	Відправлення пас. на З та Ф	н	28	5	5,60	1,50	0,69	3,55	2,45
2	Приймання вант. із З та Ф у Т1	Відправлення вант. на З та Ф	н	28	64	5,60	2,00	9,46	3,80	35,94
3	Відправлення із Т1 вант. на В	Відправлення пас. на З та Ф	н	28	5	2,00	1,50	0,34	1,75	0,60
4	Відправлення із Т1 вант. на В	Відправлення вант. із Б на З та Ф	р	28	64	2,00	2,00	4,98	1,00	4,98
	Разом по затримках поїздів			-	-	-	-	15,47	-	43,96
5	Под.-приб. поїзд. лок. із Т1 в ЛГ	Відправлення пас. на З та Ф	н	28	5	5,00	1,50	0,63	3,25	2,05
6	Под.-приб. поїзд. лок. із Т1 в ЛГ	Відправлення вант із Б на З і Ф	н	28	64	5,00	2,00	8,71	3,50	30,49
	Разом по затримках локомотивів			-	-	-	-	9,34	-	32,54

4.2.3 Методика розрахунку приведених витрат по варіантам

При виборі варіантів рішення технічних задач визначається порівняльна економічна ефективність, що показує, на скільки один із варіантів ефективніше іншого. Для варіантів з одноетапними капіталовкладеннями і постійними в часі експлуатаційними витратами порівняльна економічна ефективність визначається по сумарним модифікованим приведеним витратам, що обчислюється для кожного варіанта по формулі [45]:

$$МПЗ = \sum_{t=1}^T \frac{3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} + KB}{(1 + E)^t}, \quad (4.3)$$

В даному випадку:

$$МПЗ = KB + 3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (4.4)$$

де KB – капітальні вкладення;

3 – поточні витрати без амортизаційних відрахувань;

$H_{\text{нп}}$ – норма податку на прибуток(ставка) $H_{\text{нп}} = 18\% = 0,18$ [46];

E – дисконтна ставка ($E = 0,12$);

A – амортизаційні відрахування в податковому обліку, що розраховуються за формулою:

$$A = KB \cdot a, \quad (4.5)$$

де a – середня ставка амортизаційних відрахувань, $a = 10\% = 0,1$.

$$\sum_{t=1}^T (1 - E)^{-t} = \frac{(1 + E)^{-1} \cdot (1 - (1 + E)^{-T})}{1 - (1 + E)^{-1}} = \frac{1 - (1 + E)^{-T}}{E}, \quad (4.6)$$

де T – тривалість життєвого циклу проекту, $T = 25$ років.

При визначенні капітальних і експлуатаційних витрат по порівнюваних варіантах в розв'язок необхідно по можливості врахувати всі істотні розходження та одержати найбільш повну вартісну характеристику варіантів.

4.2.4. Визначення капітальних витрат

Капітальні витрати при спорудженні нового парку згідно з [47] і включають в себе витрати на:

- розбирання приймально-відправних колій, $K_{розб.кол.}$, км.;
- розбирання стрілочних переводів, $K_{розб.стріл.}$, шт.;
- демонтаж контактної мережі, $K_{дем.мер.}$, км;
- укладання приймально-відправних колій, $K_{уклад.кол.}$, км.;
- укладання стрілочних переводів марки 1/11, $K_{уклад.стріл.1/11}$, шт.;
- укладання стрілочних переводів марки 1/9, $K_{уклад.стріл.1/9}$, шт.;
- оснащення колій контактною мережею, $K_{осн.мер.}$, км.;
- оснащення колій засобами СЦБ, $K_{осн.СЦБ}$, км.;
- земляні роботи, $K_{зем.р.}$, 1000 м³;
- відведення земель під будівництво парку, $K_{п.відв.}$, км².

Таким чином:

$$K_i = K_{розб.кол.} + K_{розб.стріл.} + K_{дем.мер.} + K_{уклад.кол.} + K_{уклад.стріл.1/11} + K_{уклад.стріл.1/9} + K_{осн.мер.} + K_{осн.СЦБ} + K_{зем.р.} + K_{п.відв.} \quad (4.7)$$

Окремі складові капітальних витрат можна визначити як:

$$\begin{aligned} K_{розб.кол.} &= L_{р.к} \cdot C_{р.к}; \\ K_{розб.стріл.} &= N_{р.с} \cdot C_{р.с}; \\ K_{дем.мер.} &= L_{дем.м} \cdot C_{дем.мер}; \\ K_{уклад.кол.} &= L_{укл.кол} \cdot C_{укл.кол}; \\ K_{уклад.стріл.1/11} &= N_{1/11} \cdot C_{1/11}; \\ K_{уклад.стріл.1/9} &= N_{1/9} \cdot C_{1/9}; \end{aligned} \quad (4.8)$$

$$K_{\text{осн.мер.}} = L_{\text{осн.мер.}} \cdot C_{\text{осн.мер.}} ;$$

$$K_{\text{осн.СЦБ}} = L_{\text{осн.СЦБ}} \cdot C_{\text{осн.СЦБ}} ;$$

$$K_{\text{зем.р.}} = V_{\text{з.р.}} \cdot C_{\text{вр.}} ;$$

$$K_{\text{п.відв.}} = S \cdot C_{\text{пв.}}$$

де $L_{\text{р.к}}$ – довжина ділянки розбирання приймально-відправних колій, км.;

$L_{\text{дем.м}}$ – довжина ділянки демонтажу контактної мережі, км.;

$L_{\text{укл.кол}}$ – довжина ділянки укладання приймально-відправних колій, км.;

$L_{\text{осн.мер}}$ – довжина ділянки оснащення колій контактною мережею, км.;

$L_{\text{осн.СЦБ}}$ – довжина ділянки оснащення колій засобами СЦБ, км.;

$N_{\text{р.с}}$ – кількість стрілочних переводів які розбираються, шт.;

$N_{1/11}$ – кількість укладання стрілочних переводів марки 1/11, шт.;

$N_{1/9}$ – кількість укладання стрілочних переводів марки 1/9, шт.;

$V_{\text{з.р}}$ – об'єм земляних робіт, 1000 м³;

S – площа відведення земель, км².

$C_{\text{р.к}}$ – вартість розбирання 1 км приймально-відправних колій, тис. грн.;

$C_{\text{дем.мер}}$ – вартість демонтажу 1 км контактної мережі, тис. грн.;

$C_{\text{укл.кол}}$ – вартість укладання 1 км приймально-відправних колій, тис. грн.;

$C_{1/9}$ – вартість укладання 1 стрілочного переводу марки 1/9, тис. грн.;

$C_{\text{осн.мер}}$ – вартість оснащення 1 км колій контактною мережею, тис. грн.;

$C_{\text{осн.СЦБ}}$ – вартість оснащення 1 км колій засобами СЦБ, тис. грн.;

$C_{\text{вр}}$ – вартість виконання земляних робіт за 1000 м³, тис. грн.;

$C_{\text{п.в}}$ – вартість 1 км² площі відведення земель, тис. грн.

Значення обсягів робіт прийняті згідно з розрахунками, що були виконані попередньо. Розрахунки по визначенню капітальних витрат по варіантах наведені у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Визначення вартості робіт по спорудженню нового парку

№ з/п	Зміст робіт	Вимірник	Вартість одиниці вимірника тис. грн.	1 Варіант		Варіант 2	
				Обсяг	Вартість, тис. грн.	Обсяг	Вартість тис. грн.
1	Розбирання приймально-відправних колій	км	1000	0,08	80	0	0
2	Укладання приймально-відправних колій	км	12000	5,85	70200	6,09	73080
3	Укладання СП марки 1/9	шт	600	34	20400	34	20400
4	Електрифікація	км	1250	5,35	6687,5	5,59	6987,5
5	Оснащення колій засобами СЦБ	на 1 СП	750	34	25500	34	25500
6	Земляні роботи	тис м ³	120	30,55	3666	29,2	3504
7	Площа відведення земель	км ²	240000	0,035	8400	0,032	7680
Разом					134 934	-	137 152

4.2.5 Визначення експлуатаційних витрат по варіантам

До експлуатаційних витрат відносяться :

– витрати при затримках рухомого складу на перетинаннях (злиттях) маршрутів, $E_{зат}$;

– витрати на утримання постійних пристроїв, по яким порівнювані варіанти мають розбіжності (враховані в будівельних витратах): колій , стрілочних переводів, контактної мережі, зв'язку, СЦБ і ін., $E_{ут}$.

Таким чином:

$$E = E_{зат} + E_{ут}. \quad (4.9)$$

У першому варіанті з центральним розташуванням колій мають місце перетини маршрутів відправлення пасажирських та вантажних поїздів на З та Ф з маршрутами прийому вантажних поїздів із З і Ф в парк Т1, а також з маршрутами відправлення поїздів на В з парку Т1 й маршрутами подачі прибирання локомотивів парку Т1 під вантажні поїзди парку Т1. Прийнято що в парк Т1 приймається половина всіх вантажних та транзитних поїздів з З та Ф.

Витрати, пов'язані з затримками поїздів визначаються за формулою:

$$E_{затр} = E_{np} + E_{pz} + E_{pc}, \quad (4.10)$$

де E_{np} – витрати, пов'язані з простоем рухомого складу:

$$E_{np} = \frac{365}{60} \cdot \sum T_3 \cdot C_n \cdot 10^{-3}, \quad (4.11)$$

де T_3 – тривалість затримок (табл. 4.3);

C_n – вартість 1 години простою поїзда, $C_n = 850$ грн.

E_{pz} – витрати на розгін та гальмування:

$$E_{pz} = 365 \cdot \sum K_3 \cdot (C_p + C_z) \cdot 10^{-3}, \quad (4.12)$$

де K_3 – ймовірна кількість затримок (табл. 4.3);

C_p, C_z – норма витрат на 1 розгін та гальмування, $C_p = 272$ грн., $C_z = 473$ грн.

E_{pc} – витрати на рухомий склад:

$$E_{pc} = \frac{365}{60} \cdot \sum T_3 \cdot \Delta C_{n-2} \cdot 10^{-3}, \quad (4.13)$$

де ΔC_{n-2} – приведені витрати, віднесені на 1 годину простою рухомого складу,

$\Delta C_{n-2} = 1300$ грн.

$$E_{np} = \frac{365}{60} \cdot 76,5 \cdot 850 \cdot 10^{-3} = 395,6 \text{ тис. грн.}$$

$$E_{pz} = 365 \cdot 24,81 \cdot (272 + 473) \cdot 10^{-3} = 6746,5 \text{ тис. грн.}$$

$$E_{pc} = \frac{365}{60} \cdot 76,5 \cdot 1300 \cdot 10^{-3} = 605,0 \text{ тис. грн.}$$

$$E_{затр} = 395,6 + 6746,5 + 605,0 = 7747,1 \text{ тис. грн.}$$

Визначивши довжину головних колій, кількість окремих об'єктів, які відрізняються по варіантам проектних рішень і знаючи одиничні витратні ставки на утримання постійних пристроїв, можна визначити загальні затрати на утримання постійних пристроїв по кожному варіанту [48].

Усі розрахунки по визначенню затрат на утримання постійних пристроїв виконуються в табл. 4.5

Таблиця 4.5 – Загальні витрати на утримання постійних пристроїв

№ п/п	Пристрої та споруди	Вимірник	Норма витрат на вимірник, тис. грн.	Варіант 1		Варіант 2	
				Кількість одиниць вимірника	Загальні витрати тис. грн.	Кількість одиниць вимірника	Загальні витрати тис. грн.
1	Утримання засобів СЦБ	на 1 СП	90	34	3060	34	3060
2	Утримання станційних колій	км	160	5,85	936	6,09	974,4
3	Утримання земляного полотна	тис м ³	0,70%	1680	11,76	1606	11,242
4	Утримання контактної мережі	км	85	5,35	454,75	5,59	475,15
5	Утримання стрілочних переводів	1 СП	50	34	1700	34	1700
Разом :					6162,5	-	6220,8

Отже загальні експлуатаційні витрати по варіантах складуть:

$$\text{Варіант 1: } E_1 = 7747,1 + 6162,5 = 13909,6 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{Варіант 2: } E_2 = 6220,8 \text{ тис. грн.}$$

4.2.6 Оцінка сумарних модифікованих приведених витрат.

Згідно (4.4.) економічна ефективність визначається по сумарним модифікованим приведеним витратам, що обчислюється для кожного варіанта:

$$A_1 = 134934 \cdot 0,1 = 13493,4 \text{ тис. грн.} \quad A_2 = 137152 \cdot 0,1 = 13715,2 \text{ тис. грн.}$$

$$МПЗ_1 = 134934 + 13909,6 \cdot (1 - 0,18) - 13493,4 \cdot 0,18 \cdot \frac{1 - (1 + 0,12)^{-25}}{0,12} = 146030 \text{ тис. грн.}$$

$$МПЗ_2 = 137152 + 6220,8 \cdot (1 - 0,18) - 13715,2 \cdot 0,18 \cdot \frac{1 - (1 + 0,12)^{-25}}{0,12} = 141938 \text{ тис. грн.}$$

Оскільки $МПЗ_2 < МПЗ_1$ то більш економічно вигідним є спорудження нового парку з боковим розміщенням головних колій; при цьому модифіковані приведені витрати на реалізацію проекту реконструкції складуть 142 млн. грн.

5. ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ

Технічне нормування тривалості основних операцій технологічного процесу станції у приймально-відправному парку «Б», приймально-відправному парку «Г» та сортувальному парку «Д» є однією з головних умов злагодженої роботи дільничної станції А. Для проведення розрахунків, пов'язаних з нормуванням основних операцій, скористуємося методикою І. Б. Сотникова [43]. Крім того, результати технічного нормування тривалості технологічних операцій є основою побудови добового плану-графіку роботи дільничної станції А. Принципова схема станції наведена на рис. 5.1.

5.1 Технічне нормування тривалості основних операцій у приймально-відправному парку «Б»

На дільничній станції А у приймально-відправному парку «Б» виконуються наступні операції:

- прийом транзитних поїздів з напрямку В;
- прийом дільничних та збірних поїздів з напрямків Ф, З, В у розформування;
- закріплення составів поїздів;
- обробка составів поїздів бригадами ПТО;
- зміна локомотивів та локомотивних бригад транзитних поїздів;
- перестановка составів свого формування з сортувального парку на колії відправлення;
- причеплення локомотивів до поїздів;
- випробування автогальм;
- відправлення поїздів.

Схему розташування приймально-відправного парку «Б» та сортувального парку «Д» дільничної станції А приведемо на рис. 5.1.

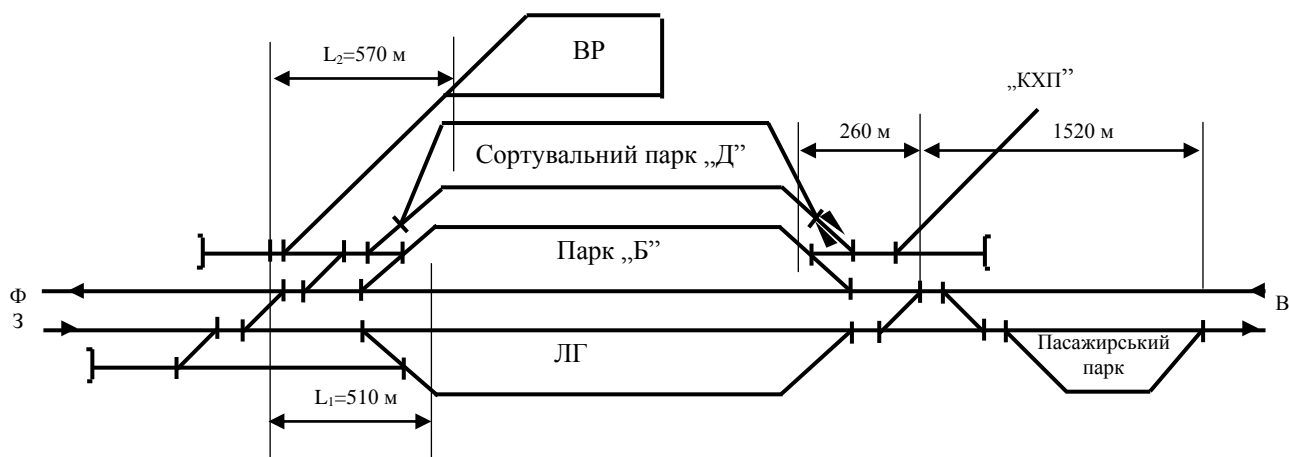


Рисунок 5.1 – Принципова схема дільничної станції А

Час заняття маршруту при прийманні поїзда у парк Б визначаємо за формулою:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l'_{\text{бл}}}{V} + \frac{0,06 \cdot (l_{\text{пас}} + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \quad \text{хв} \quad (5.1)$$

де $t_{\text{м}}$ - час на приготування маршруту, хв. ($t_{\text{м}} = 0,15$ хв.);

$l'_{\text{бл}}$ - довжина блок-ділянки, м ($l'_{\text{бл}} = 1100$ м);

$l_{\text{пас}}$ - довжина пасажирського парку ($l_{\text{пас}} = 1520$ м - див. рис. 5.1);

V - встановлена швидкість проходження по перегону, км/год ($V=72$ км/год):

$V=0,8 \cdot V_{\text{макс}}, V_{\text{макс}} = 90$ км/год (для вантажних поїздів), $V=0,8 \cdot 90=72$ км/год;

$V_{\text{вх}}$ - середня швидкість входу поїзда у парк з урахуванням зниження швидкості на стрілках при русі на бокові колії і уповільнення перед зупинкою, км/год ($V_{\text{вх}} = 40$ км/год);

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

Відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії парку Б визначимо за наступною формулою:

$$L_{\text{вх}} = l_{\text{с}} + l_{\text{гор1}} + l_{\text{п}}, \quad \text{м} \quad (5.2)$$

де $l_{\text{с}}$ - відстань від вхідного сигналу до першої стрілки горловини, м ($l_{\text{с}} = 300$ м);

$l_{\text{гор1}}$ - довжина вхідної горловини парку, м ($l_{\text{гор1}} = 260$ м - див. рис. 5.1);

$l_{\text{п}}$ - довжина поїзда, м.

Довжину поїзда визначимо за формулою:

$$l_{\Pi} = m_c \cdot l_B + l_L, \text{ м} \quad (5.3)$$

де m_c – состав поїзда, ваг. ($m_c = 57$ вагонів – див. розділ 2);

l_B – середня довжина вагону, м (приймаємо $l_B = 15$ м);

l_L – довжина локомотива, м (для ВЛ 8: $l_L = 27$ м).

$$l_{\Pi} = 57 \cdot 14 + 27 = 825 \text{ м}$$

$$L_{\text{вх}} = 300 + 260 + 825 = 1385 \text{ м}$$

$$t_{\text{пр}} = 0,15 + \frac{1300 \cdot 0,06}{72} + \frac{0,06 \cdot (1520 + 1385)}{40} = 5,6 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{\text{пр}} = 6 \text{ хв.}$

Час, пов'язаний з закріпленням рухомого складу на коліях парку Б, визначаємо за формулою:

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot n + 0,01 \cdot l_{\text{прох}}, \text{ хв.} \quad (5.4)$$

де n – середня кількість гальмівних башмаків під состав ($n = 10$);

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

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot 10 + 0,01 \cdot 80 = 1,6 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{\text{зак}} = 2 \text{ хв.}$

В парку Б технічний огляд виконують 2 бригади ПТО, кожна з них включає 3 групи оглядачів вагонів.

Час, необхідний на обробку состава поїзда, який прибуває у розформування, бригадою ПТО, визначаємо за формулою:

$$t_{\text{обр}}^{\text{розф}} = \frac{\tau' \cdot m_c}{K_{\text{гр}}} + a, \text{ хв.} \quad (5.5)$$

де τ' – середня тривалість технічного огляду одного вагону з урахуванням не трудомісткого безвідчепного ремонту, хв. ($\tau' = 0,9 \text{ хв.}$);

$K_{\text{гр}}$ – кількість груп у бригаді ПТО ($K_{\text{гр}} = 3 \text{ групи}$);

a – час на підготовчо-заклучні операції, хв. ($a = 2,4 \text{ хв.}$).

$$t_{\text{обр}}^{\text{розф}} = \frac{0,9 \cdot 57}{3} + 2,4 = 19,5 \text{ хв}$$

Приймаємо $t_{обр}^{розф} = 20$ хв.

Час, необхідний на обробку состава транзитного поїзда та поїзда свого формування, бригадою ПТО визначаємо за формулою:

$$t_{обр}^{mp,c.ф.} = \frac{\tau' \cdot m_c}{K_{ep}} + \alpha \cdot t_{рем} + a, \text{ хв.} \quad (5.6)$$

де α – частка составів, що вимагають трудомісткого безвідчіпного ремонту (приймаємо $\alpha = 0,2$);

$t_{рем}$ – середня тривалість безвідчіпного ремонту вагонів, що припадає на один состав, хв. ($t_{рем} = 20$ хв.)

При 57 вагонах у составі поїзда та двох груп у бригаді ПТО:

$$t_{обр}^{mp,c.ф.} = \frac{0,9 \cdot 57}{3} + 0,2 \cdot 20 + 2,4 = 23,5 \text{ хв}$$

Приймаємо $t_{обр}^{mp,c.ф.} = 24$ хв.

Виконаємо перевірку завантаженості бригади ПТО:

$$\Psi = \frac{(N_{mp} + N_{сф}) \cdot t_{обр}^{mp,c.ф.} + N_p \cdot t_{обр}^{розф}}{(1440 - T_{пер})} / n, \quad (5.7)$$

де $T_{пер}$ – тривалість технологічних перерв ($T_{пер} = 120$ хв);

$N_{mp}, N_{сф}, N_p$ – відповідно, кількість поїздів транзитних, свого формування, в розформування, які прибувають в парк Б;

n – кількість бригад ПТО.

$$\Psi = \frac{(57 + 10) \cdot 24 + 10 \cdot 20}{(1440 - 120)} / 2 = 0,6$$

Оскільки $\Psi < 0,75$, то завантаженість бригад ПТО парку Б є допустимою.

Технологічний час на перестановку состава поїзда з сортувального парку Д у парк Б для його відправлення складається з наступних операцій:

- заїзду маневрового локомотива з парку Б у сортувальний парк, t_3 ;
- витягування составу з сортувального парку, $t_{вит}$;
- осаджування составу у парк Б, $t_{ос}$.

Значить, $t_{\text{перест}} = t_3 + t_{\text{вит}} + t_{\text{ос}}, \text{хв.}$

Час визначається як сума тривалості маневрових півреїсів. Тривалість маневрового півреїсу визначається за формулою:

$$t_{\text{п/р}} = a + b \cdot m_c, \text{хв.} \quad (5.8)$$

де a, b - нормативні коефіцієнти (a - час на пересування локомотиву, b - час на пересування вагона), значення яких залежить від довжини маневрового півреїса і визначається по табл. 1 [43].

$$t_3 = a, \text{хв.}$$

$$t_{\text{вит}} = a + b \cdot m_c, \text{хв.}$$

$$t_{\text{ос}} = a + b \cdot m_c, \text{хв.}$$

Визначимо довжини півреїсів (див. рис. 5.2).

Довжина півреїсу заїзду:

$$l_{\text{п/р}}^3 = L_1 + l_{\text{лок}} + L_2, \text{м}$$

$$l_{\text{п/р}}^3 = 510 + 27 + 570 = 1107 \text{ м}$$

Довжина півреїсу витягування:

$$l_{\text{п/р}}^{\text{вит}} = L_2 + l_{\text{п}}, \text{м}$$

$$l_{\text{п/р}}^{\text{вит}} = 570 + 425 = 995 \text{ м}$$

Довжина півреїсу осаджування:

$$l_{\text{п/р}}^{\text{ос}} = L_1 + l_{\text{корисна}}, \text{м}$$

$$l_{\text{п/р}}^{\text{ос}} = 510 + 850 = 1360 \text{ м}$$

Визначимо коефіцієнти a та b :

$$t_3: \quad a = 2,40; \quad t_3 = 2,40 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{вит}}: \quad a = 2,72; \quad b = 0,046; \quad t_{\text{вит}} = 2,72 + 0,046 \cdot 57 = 5,35 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{ос}}: \quad a = 2,72; \quad b = 0,046; \quad t_{\text{ос}} = 2,72 + 0,046 \cdot 57 = 5,35 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{перест}} = 2,40 + 5,35 + 5,35 = 13,1 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{\text{перест}} = 14 \text{ хв.}$

Час на причіпку локомотива приймаємо рівним $t_{\text{причеп}} = 2 \text{ хв.}$

Тривалість випробування автогальм визначимо за формулою:

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot m_c, \text{хв.}$$

$$t_{авт} = 3 + 0,14 \cdot 57 = 10,98 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{авт} = 11 \text{ хв.}$

Час заняття колії при відправленні поїзда визначаємо за формулою:

$$t_{відп} = t_M + \frac{0,06 \cdot L_{вих}}{V_{вих}}, \text{ хв.} \quad (5.9)$$

де $V_{вих}$ – середня швидкість виходу поїзда з урахуванням розгону, км/год (прийнято $V_{вих} = 35 \text{ км/год}$);

$L_{вих}$ – відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту, м.

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту визначимо за формулою:

$$L_{вих} = l_{гор}^1 + l_{п}, \text{ м} \quad (5.10)$$

$$L_{вих} = 260 + 825 = 1085 \text{ м}$$

$$t_{відп} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1085}{35} = 2,00 \text{ хв.}$$

5.2 Технічне нормування тривалості операцій по розформуванню составів поїздів на сортувальній гірці

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

- заїзду гірочного локомотива у парк Б за черговим составом, t_3 ;
- прибирання гальмових башмаків, $t_{приб}$ (башм);
- витягування составу на витяжну колію № 12, $t_{вит}$;
- насуву составу до вершини гірки, $t_{нас}$;
- розпуску составу з сортувальній гірці, $t_{роз}$;
- осаджування составу у сортувальному парку, $t_{ос}$.

Схема взаємного розташування парку Б та сортувального парків та сортувальній гірці на дільничної станції А наведена на рис. 5.2.

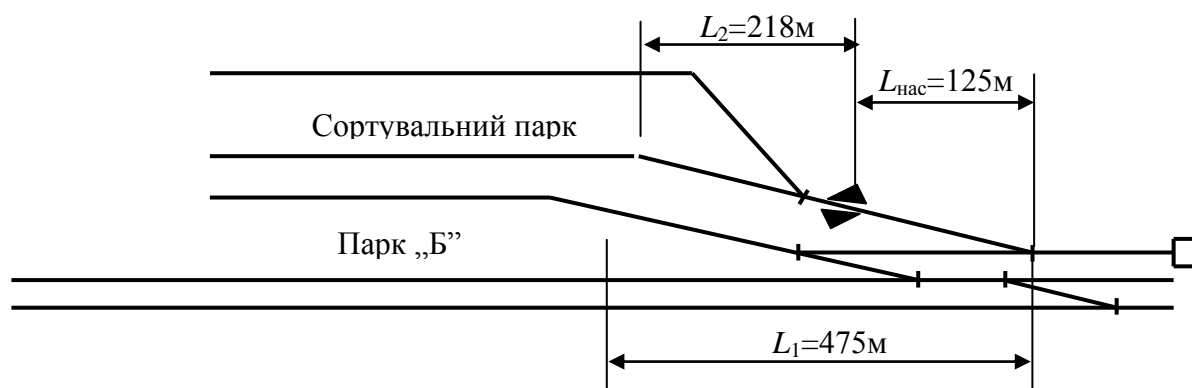


Рисунок 5.2 – Схема взаємного розташування парків Б та Сортувального

Таким чином:

$$t_{рф} = t_3 + t_{приб} + t_{вит} + t_{нас} + t_{роз} + t_{ос}, хв. \quad (5.11)$$

Час визначається як сума тривалості маневрових півреїсів. Тривалість маневрового півреїсу заїзду та маневрового півреїсу витягування визначаємо за формулою (5.8).

Визначимо довжини півреїсів (див. рис. 5.2).

Довжина півреїсу заїзду:

$$l_{п/р}^3 = L_1 + l_{лок}, м$$

$$l_{п/р}^3 = 125 + 27 = 142 м$$

Довжина півреїсу витягування:

$$l_{п/р}^{вит} = L_1 + l_{п}, м$$

$$l_{п/р}^{вит} = 125 + 825 = 950 м$$

Тоді:

$$t_3: a = 1,44; \quad t_3 = 1,44 хв.; \text{ приймаємо } t_3 = 2 хв.;$$

$$t_{вит}: a = 2,56; b = 0,044; t_{вит} = 2,56 + 0,044 \cdot 57 = 5,07 хв.; \text{ приймаємо } t_{вит} = 6 хв.$$

Час на прибирання гальмових башмаків приймаємо $t_{приб} \text{ (башм)} = 2 хв.$

Тривалість насуву составу на вершину гірки визначимо за формулою:

$$t_{нас} = 1,417 + 0,068 \cdot \frac{l_{нас} - 60}{10}, хв. \quad (5.12)$$

де $l_{нас}$ – відстань насуву, м ($l_{нас} = 205$ м: див. рис. 5.2).

$$t_{нас} = 1,417 + 0,068 \cdot \frac{205 - 60}{10} = 2,4 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{нас} = 3 \text{ хв.}$

Час на розпуск составу з сортувальної гірці визначається за формулою:

$$t_{роз} = \frac{l_g \cdot m_c}{V_{розп} \cdot 60}, \text{ хв.} \quad (7.13)$$

де $V_{розп}$ – середня швидкість розпуску, м/с (для гірки малої потужності $V_{розп} = 1,2 \text{ м/с}$).

$$t_{роз} = \frac{15 \cdot 57}{1,2 \cdot 60} = 11,08 \text{ хв}$$

Приймаємо $t_{роз} = 12 \text{ хв.}$

Час на осаджування вагонів на коліях сортувального парку:

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

$$t_{ос} = 0,06 \cdot 57 = 3,42 \text{ хв.}$$

Приймаємо $t_{ос} = 4 \text{ хв.}$

Таким чином, технологічний час на розформування составу на сортувальній гірці складає:

$$t_{рф} = 2 + 2 + 6 + 3 + 12 + 4 = 29 \text{ хв.}$$

Графік організації роботи сортувальної гірки при одному маневровому локомотиві наведено на рис. 5.3 (осаджування проводиться після розпуску кожних трьох составів).

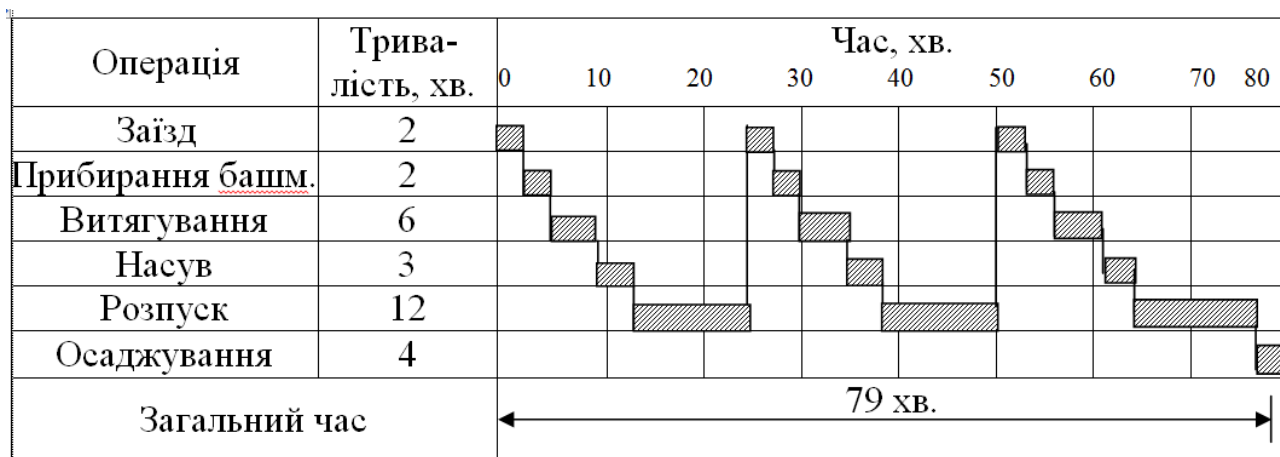


Рисунок 5.3 – Графік організації роботи сортувальної гірки

Як видно з вищенаведеного графіка, технологічний цикл роботи гірки, тобто, час між початком (закінченням) одного осаджування до початку (закінчення) наступного, дорівнює $T_{\text{ц}} = 79$ хв., а гірочний інтервал (час від початку розпуску одного составу до моменту можливого початку розпуску наступного составу):

$$t_z = \frac{T_{\text{ц}}}{n_{\text{ц}}}, \text{ хв} \quad (5.14)$$

де $n_{\text{ц}}$ – кількість составів, розформованих за один цикл ($n_{\text{ц}} = 3$ состава).

Таким чином, гірочний технологічний інтервал складає:

$$t_{\text{г}} = 79/3 = 29 \text{ хв.}$$

5.3 Технічне нормування основних операцій у сортувальному парку

У сортувальному парку станції А, окрім процесу накопичення вагонів на відповідні напрямки, виконується закінчення формування збірних та дільничних поїздів. Згідно табл. 2.2, станція формує 5 збірних та 5 дільничних поїздів.

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

$$T_{\text{зф}}^{\text{зб}} = t_{\text{з,п}} + t_{\text{вит}} + t_{\text{роз}} + T_{\text{зб}}, \text{ хв.} \quad (5.15)$$

де $t_{\text{з,п}}$ – час на заїзд маневрового локомотиву та причіпку його до составу збірного поїзда, хв. Так, як $t_3 = a$ та $l_{\text{п/р}}^3 = L_2 + l_{\text{лок}}$, м (див. рис. 5.2),

$l_{\text{п/р}}^3 = 218 + 27 = 245$ м, $a = 1,00$ [43], $t_3 = 1,00$ хв. Час на причіпку локомотиву прийнято 1 хв. Таким чином, $t_{\text{з,п}} = 1,00 + 1 = 2,00$ хв.;

$t_{\text{вит}}$ – час на витягування составу на витяжну колію Парку Б, хв.

Довжина піврейсу витягування складає:

$$L_{п/р}^{внт} = L_2 + L_{нас} + l_{п}, \text{ м (див.рис. 5.2),} \quad l_{п/р}^{внт} = 218 + 205 + 825 = 1248 \text{ м,}$$

$$a = 2,56; b = 0,044 [43].$$

Таким чином,

$$t_{внт} = 2,56 + 0,044 \cdot 57 = 5,07 \text{ хв.}$$

$t_{роз}$ – час розпуску составу збірною поїзда, хв.;

$T_{зб}$ – час збирання вагонів з відповідних колій, хв.

Час розпуску составу збірною поїзда визначаємо за формулою:

$$t_{роз} = \frac{14 \cdot 57}{1,2 \cdot 60} = 11,08 \text{ хв}$$

Час збирання вагонів з відповідних колій визначаємо за формулою:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_c, \text{ хв.}$$

де p – кількість колій, з яких збираються вагони. У даному випадку їх можна прийняти при середній кількості призначень вагонів у збірному поїзді: $p = 5$.

$$T_{зб} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 57 = 26,1 \text{ хв.}$$

Таким чином,

$$T_{зф}^{зб} = 2,00 + 5,07 + 11,08 + 26,1 = 44,25 \text{ хв} \quad \text{Приймаємо } T_{зф}^{зб} = 45 \text{ хв.}$$

Нормативний час на закінчення формування дільничних поїздів визначається за формулою:

$$T_{зф}^{дільн} = T_{ПТЕ} + T_{підт}, \quad (5.16)$$

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

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

Час, необхідний на розстановку вагонів у составі поїзда відповідно до вимог ПТЕ визначимо за формулою:

$$T_{ПТЕ} = B + E \cdot m_c, \text{ хв.} \quad (5.17)$$

де B, E – нормативні коефіцієнти, що визначаються по [43].

При $n_0 = 0,5$ (середня кількість операцій по розчепленню вагонів на один

состав) $B = 1,6$ та $E = 0,1$, відповідно:

$$T_{ПТЕ} = 1,6 + 0,1 \cdot 57 = 7,3 \text{ хв}$$

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

$$T_{нідт} = 0,08 \cdot m_c, \text{ хв} \quad (5.18)$$

$$T_{нідт} = 0,08 \cdot 57 = 4,56 \text{ хв} \quad T_{зф}^{дільн} = 7,3 + 4,56 = 11,86 \text{ хв}$$

$$\text{Приймаємо } T_{зф}^{дільн} = 12 \text{ хв}$$

5.4 Технічне нормування тривалості основних операцій у приймально-відправному парку «Т»

На дільничній станції А у новому приймально-відправному парку «Т» будуть виконуватись наступні операції:

- прийом транзитних поїздів з напрямків Ф та З;
- закріплення составів поїздів;
- обробка составів поїздів бригадами ПТО;
- зміна локомотивів та локомотивних бригад поїздів;
- причеплення локомотивів до поїздів;
- випробування автогальм;
- відправлення поїздів.

Схему розташування парку «Т» станції А наведено на рис. 5.4.

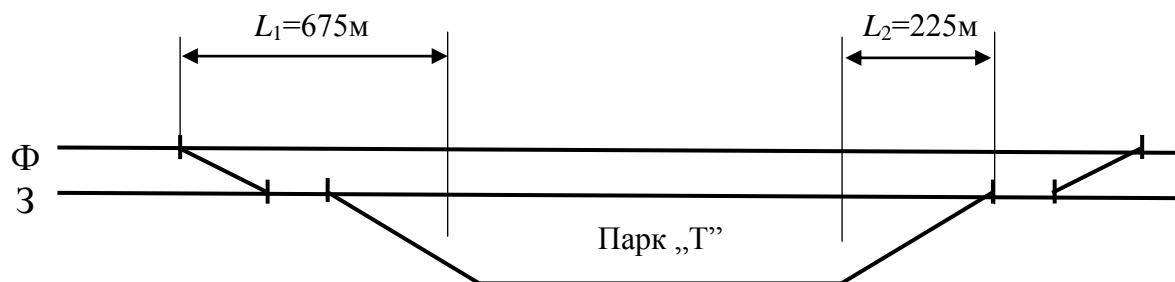


Рисунок 5.4 – Схема розташування приймально-відправного парку «Т»

Відстань, що проходить поїзд від вхідного сигналу до зупинки на колії:

$$L_{вх} = 300 + 675 + 825 = 1800 \text{ м}$$

$$t_{np} = 0,15 + \frac{1100 \cdot 0,06}{72} + \frac{0,06 \cdot (1300 + 1800)}{40} = 5,7 \text{ хв}$$

Приймаємо $t_{np} = 6 \text{ хв}$.

Час на закріплення составу у парку Т:

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot 12 + 0,01 \cdot 100 = 1,96 \text{ хв.} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{зак}} = 2 \text{ хв.}$$

В парку Т технічний огляд виконують 2 бригади ПТО, кожна з них включає 3 групи оглядачів вагонів. Час, необхідний на обробку состава транзитного поїзда при 57 вагонах у составі поїзда та 3-х груп у бригаді ПТО:

$$t_{\text{обр}}^{mp} = \frac{0,9 \cdot 57}{3} + 0,2 \cdot 20 + 2,4 = 23,5 \text{ хв} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{обр}}^{mp} = 24 \text{ хв.}$$

Виконаємо перевірку завантаженості бригади ПТО:

$$\Psi = \frac{N_{mp} \cdot t_{\text{обр}}^{mp}}{1440 - T_{\text{пер}}} / n, \quad (5.19)$$

де $T_{\text{пер}}$ – тривалість технологічних перерв ($T_{\text{пер}} = 120 \text{ хв}$);

$N_{\text{тр}}$ – кількість транзитних поїздів які прибувають в парк Т;

n – кількість бригад ПТО.

$$\Psi = \frac{57 \cdot 24}{1440 - 120} / 2 = 0,52$$

Оскільки $\Psi < 0,75$, то завантаженість бригад ПТО парку Т є допустимою.

Час на причеплення локомотива приймаємо рівним $t_{\text{причеп}} = 2 \text{ хв}$.

Тривалість випробування автогальм:

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot 57 = 10,98 \text{ хв.} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{авт}} = 11 \text{ хв.}$$

Відстань, що проходить поїзд до моменту звільнення маршруту:

$$L_{\text{вих}} = 225 + 825 = 1050 \text{ м}$$

Час заняття колії при відправленні поїзда:

$$t_{\text{від}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1050}{35} = 1,95 \text{ хв.} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{від}} = 2 \text{ хв.}$$

Таким чином, у даному розділі виконано технічне нормування тривалості основних технологічних операцій у парках дільничної станції А. Отримані значення будуть використані при побудові добового плану-графіку роботи дільничної станції А.

6. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ

6.1 Загальні відомості

До перебудови дільничної станції А приймально-відправний парк „Б” був призначений для прийому вантажних транзитних прямих та кутових поїздів з напрямків Ф, З, В, прийому поїздів в розформування (дільничних і збірних) з напрямків Ф, З, В а також для виставки поїздів свого формування із сортувального парку для відправлення на всі напрямки. У зв'язку зі зростанням обсягів транзитних поїздопотоків на прилеглих до станції напрямках колійної ємності парку Б стало недостатньо, що спричинило зростання простоїв вагонів та затримок поїздів по неприйому. Було розроблено принципову схему нового транзитного парку Т, в який приймається частина поїздів з напрямків Ф, З, В. Це дало змогу зменшити простої вагонів та затримок поїздів.

На дільничну станцію А вантажні транзитні поїзди з напрямків Ф та З надходять у парк Т, а з напрямку В у парк Б, де після технічного і комерційного огляду, зміни локомотива й локомотивних бригад та випробування автогальм вагонів (в складі поїзда після зміни локомотива проводиться повне випробування автогальм вагонів, а після зміни локомотивних бригад - скорочене) вантажні транзитні поїзди відправляються по призначенню.

Усі дільничні та збірні поїзди з напрямків Ф, З та В надходять для розформування у парк Б. Після технічного й комерційного огляду та відчеплення поїзного локомотива склади поїздів маневровим локомотивом витягуються на витяжну колію № 18 для їх розформування через сортувальну гірку. У сортувальному парку Д здійснюється накопичення складів дільничних й збірних поїздів та подач вагонів на вантажний район (ВР) та під'їзну колію («КХП»). Після накопичення усі склади готових поїздів маневровим локомотивом переставляються через витяжну колію № 20 у парк Б. Після технічного й комерційного огляду, причеплення поїзного локомотива та випробування автогальм вагонів сформовані дільничні та збірні поїзди відправляються по призначенню на на-

прямки Ф, З та В. Місцеві вагони подаються на під'їзну колію («КХП») через витяжну колію № 18 а на вантажний район (ВР) через колію № 20.

Після виконання операцій з вагонами по вивантаженню й навантаженню здійснюється прибирання вагонів з під'їзної колії («КХП») та вантажного району (ВР) станції та розформування подач по коліях сортувального парку Д відповідно до прийнятої спеціалізації для накопичення составів дільничних та збірних поїздів на призначений напрямок.

6.2 Технологія роботи з поїздами, що прибувають в розформування

Поїзди, що надходять у переробку, приймаються в приймально-відправний парк Б. По виходу поїзда із сусідньої станції черговий по станції поста МРЦ, узгодивши попередньо з маневровим диспетчером колію прийому поїзда, сповіщає працівників СТЦ, ПТО і ПКО про номер поїзда, колію прийому і час його прибуття, для того, щоб працівники, що беруть участь у його обробці, підготувались до зустрічі цього поїзда.

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

При одночасному прибутті декількох поїздів ДСП поста МРЦ повідомляє працівникам ПТО і ПКО черговість обробки.

Поїзди прибуваючі в розформування, а також транзитні поїзда зі зміною локомотива, за вказівкою ДСП поста МРЦ, закріплюються гальмовими башмаками, згідно ТРА станції, про що сигналісти доповідають ДСП поста МРЦ. Останній повідомляє про зроблене закріплення локомотивній бригаді, з наступною дачею команди на відчеплення локомотива від поїзда.

Після відчеплення локомотива і виїзду його з приймально-відправної колії, оператор ПТО, за вказівкою ДСП, робить огороження поїзда, про що повідомляє по двосторонньому парковому зв'язку всіх працівників, що беруть участь в обробці поїзда, це є дозволом на проведення робіт. Технічне обслуговування вагонів в приймально-відправному парку робить дві бригади ПТО, що складаються з трьох груп. При цьому виявляються вагони потребуючі відчіпного ремонту і виконується необхідний безвідчіпний ремонт.

Паралельно з технічним оглядом, усі прибуваючі вагони оглядаються в комерційному відношенні бригадою ПКО. По закінченні ремонту й огляду, працівники ПТО доповідають оператору ПТО про закінчення робіт. Одержавши таке повідомлення оператор повідомляє ДСП про закінчення технічного огляду, для зняття огороження, після чого останній дає вказівку оператору ПТО на зняття огороження з колії на якій проводився огляд. Графік обробки поїзда, що надходить у переробку, наведений на рис. 6.1.

Найменування операції	Під час прибуття	По прибуттю поїзда				Виконавець
		0	10	20	30	
1. Прийом поїзда на відповідну колію	5					ДСП
2. Закріплення состава	5					Сигналісти.
3. Відпускання автогальм, відчеплення і виїзд локомотива, огороження колії.	5					Лок. бригада, сигналісти, ДСП, оператор ПТО
4. Доставка документів у СТЦ.	5					Оператор СТЦ, приймальник поїздів ТК
5. Перевірка ТНЛ і вантажних документів ,передача документів на місцеві вагони в товарну контору, складання сортувального листка.			10			Оператор СТЦ приймальник поїздів ТК
6. Коректування сортувального листка			3			ДСЦ, оператор
7. Технічний огляд поїзда.			18			Працівники ПТО
8. Комерційний огляд поїзда.			18			Працівники ПКО
Загальна тривалість обробки поїзда			32			

Рисунок 6.1 – Графік обробки поїзда, що надходить у переробку.

6.3 Технологія роботи з поїздами свого формування

Після накопичення вагонів маневровий диспетчер дає вказівку складачу поїздів зробити з'єднання вагонів. Складач перевіряє правильність зчеплення вагонів. По закінченні з'єднання вагонів маневровий диспетчер повідомляє чергового по станції поста кодового керування про готовність поїзда до огляду. Останній робить огороження поїзда і пред'являє його працівникам ПТО, ПКО і працівникам СТЦ для обробки.

Згідно з планом формування і відправлення поїздів, маневровий диспетчер встановлює черговість огляду поїздів, про що повідомляє чергового по станції поста кодового керування, що по закінченні формування поїзда сповіщає працівників ПТО і пункту комерційного огляду про готовність поїзда до обробки з указівкою номера колії, номера поїзда і планованого часу відправлення. Черговий по кодовому посту записує поїзд у книгу пред'явлення до технічного обслуговування і комерційного огляду.

З поїздом свого формування виконують наступні операції:

- технічне обслуговування і поточний безвідчіпний ремонт вагонів;
- комерційний огляд вагонів і усунення несправностей;
- видача документів локомотивній бригаді;
- причеплення поїзного локомотива і випробування автогальм.

Відправлений зі станції поїзд повинний бути сформований у точній відповідності з планом формування поїздів і мати встановлені сигнали.

При перевірочному технічному обслуговуванні поїзда виявляються технічні несправності, не виявлені в парку прибуття, чи отримані в результаті неощадливого гальмування вагонів регулювальниками швидкості руху вагонів. Після закінчення обслуговування поїзда оглядачі повідомляють про закінчення огляду оператору ПТО, що сповіщає чергового по станції ПКУ про готовність поїзда. Паралельно з технічним обслуговуванням проводиться комерційний огляд состава, з виявленням комерційних несправностей, не виявлених у приймально-відправному парку, чи отриманих у результаті неощадливого гальмування вагонів.

Виявлені при огляді поїзда 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 поїзда ведеться працівниками станційного технологічного центра.

Після одержання повідомлень про закінчення проведення робіт від працівників ПТО і ПКО черговий по станції поста кодового керування дає вказівку оператору ПТО на зняття огороження. Оглядачі – автоматчики підводять локомотив до поїзда, локомотивна бригада робить перевірку і продувку повітря-

ної магістралі локомотива і з'єднує рукава головного вагона з локомотивом. Після зарядки гальмової магістралі поїзда, оглядач – автоматчик робить повне випробування гальм, виписує довідку ВУ-45 і вручає машиністу локомотива, повідомляє старшому оглядачу вагонів про готовність поїзда до відправлення, що сповіщає чергового по станції ПКУ. Технологічний графік обробки поїзді свого формування приведений на рис. 6.2.

6.4 Технологія роботи з транзитними поїздами

До транзитних поїздів відносяться поїзди, що проходять станцію без переробки. Обробка транзитного поїзда складається з наступних операцій:

- технічне обслуговування, безвідчіпний ремонт вагонів;
- комерційний огляд;
- комерційний огляд поїзда й усунення комерційних несправностей;
- перевірка документів операторами станційного технологічного центра;
- зміна локомотивів, локомотивних бригад;
- випробування автогальм.

До прибуття транзитного поїзда черговий по станції МРЦ одержує від поїзного диспетчера інформацію про номер, індекс поїзда, очікуваному часі прибуття, станції призначення й інших даних, що характеризують поїзд (кількість вагонів, вага поїзда, наявність небезпечного вантажу класу 1(ВМ), живності, негабаритного вантажу).

Перед прийомом поїзда черговий по станції МРЦ по 2-х сторонньому парковому зв'язку попереджує працівників станційного технологічного центра, пункту технічного обслуговування і комерційного огляду і сигналістів про майбутнє прибутті поїзда, із указівкою часу його прибуття і номер колії прийому.

Перед відправленням поїзда черговий по станції переконується через працівників, що беруть участь в обробці поїзда, у готовності поїзда в технічному і комерційному відношенні, наявності хвостових сигналів, наявності документів на локомотиві, маючи інформацію про номер хвостового вагона, і тільки після цього, відправляє поїзд.

Зміна поїзних локомотивів виконується після виконання технічного і комерційного обслуговування.

Найменування операції	До пред'явлення поїзда	Після моменту пред'явлення поїзда				Під час відправлення	Виконавці
		10	20	30	40		
1. Оформлення натурального листа і підбор документів	5						Оператор СТЦ
2. Закріплення й огороження поїзда	5						ДСП ПКУ, регулювальники швидкості, оператор ПТО
3. Технічний огляд і ремонт вагонів.			22				Працівники ПТО
4. Комерційний огляд поїзда й усунення несправностей			22				Працівники ПКО
5. Конвертування, опечатування, пересилання документів				10			Оператор СТЦ, приймальник поїздів техконтори
6. Вручення документів локомотивній бригаді.					6		Оператор СТЦ
7. Причеплення поїзного локомотива				5			Локомотивна бригада, оглядачі-ремонтники, регулювальники швидкості
8. Проба автогальм.					11		
9. Контрольна перевірка поїзда у вихідній горловині						2	Оператор СТЦ посади списування №3, приймальник поїздів гірки посади списування №3
10. Відправлення поїзда						2	
Загальна тривалість			38				

Рисунок 6.2 – Графік обробки поїзда свого формування

Причеплення поїзного локомотива до поїзда виконуватись не пізніше ніж за 10 хвилин до відправлення поїзда. Після причеплення локомотива оглядачі – ремонтники роблять повне випробування автогальм, заповнюють довідку про гальма ВУ-45 і вручають її машиністу. Технологічний графік обробки транзитних поїздів приведений на рис. 6.3.

Найменування операцій	До при- буття поїзда	Під час при- буття	По прибуттю поїзда					Виконавці
			10	20	30	40	50	
1. Одержання повідомлення про вихід поїзда із сусідньої станції	2 ■							ДСП
2. Повідомлення працівників СТЦ, ПТО, ПКО про номер, індекс поїзда, час прибуття і колію прийому.	2 ■							ДСП
3. Прийом поїзда на відповідну колію		5 ■						ДСП
4. Закріплення состава.			5 ■					Сигналіст.
5. Відпустка автогальм, відчеплення локомотива, огороження состава. Доставка документів у СТЦ.			5 ■					Оператор ПТО, ДСП МРЦ, лок. бригада, оглядачі-ремонтники, приймальник поїздів тех.контори.
6. Технічний і комерційний огляд поїзда, технічний ремонт і усунення комерційних несправностей вагонів.				15 ■				Працівники ПТО, ПКО.
7. Перевірка пакета з вантажними документами працівниками СТЦ і їх пересилання				10 ■				Оператор СТЦ.
8. Заїзд і причеплення поїзного локомотива..					5 ■			ДСП, лок.бригада.
9. Проба автогальм, вилучення гальмових башмаків, зняття огороження.						5 ■		Оператор ПТО, ДСП, лок.бригада , оглядачі - ремонтники, сигналісти.
10. Вручення документів локомотивній бригаді						5 ■		Черговий по південному парку, сигналіст.
Загальний час				35 ■				

Рисунок 6.3 – Графік обробки транзитних поїздів з зміною локомотива.

6.5 Технологія роботи з пасажирськими поїздами

На станції А з пасажирськими поїздами виконуються наступні операції:

- посадка і висадка пасажирів;
- обробка транзитних пасажирських поїздів;
- обробка пасажирських і приміських поїздів із зміною напрямку руху;
- завантаження і вивантаження багажу і пошти.

Операції по обслуговуванню пасажирів, по переробці багажу, по інформаційно-довідковому забезпеченню на вокзалі станції виконуються згідно Технологічному процесу роботи вокзалу.

Перед прибуттям пасажирського поїзду черговий по станції завчасно сповіщає про колію прибуття працівників ПТО, чергового по південному парку, довідкове бюро вокзалу і інших працівників станції, які беруть участь в обробці поїзду. Прийом пасажирських поїздів здійснюється на 3а, 5а, 2а колії Пасажирського парку.

Операції по обробці поїзду, який прямує через станцію, повинні виконуватися за час стоянки, яка передбачена розкладом. Виявлені технічні несправності також повинні усуватися за час стоянки поїзду. Якщо усунути несправність за час стоянки поїзду не вдається, оглядачі-ремонтники повідомляють про це оператора ПТО, який, у свою чергу, погоджує подальше проведення робіт по усуненню несправностей з ДСП. Ремонт вагонів проводиться тільки після огороження колій встановленим порядком.

Після прибуття на станцію пасажирського поїзду, ДСП зобов'язаний перевести стрілки в положення, що виключає можливість попадання рухомого складу на колії стоянки пасажирського поїзду.

Перед прийомом або відправленням пасажирського потягу маршрут повинен бути додатково перевірений маневровим диспетчером або черговим по станції. ДСП зобов'язаний одержати доповідь від перевіряючого про правильність приготування маршруту.

6.6 Технологія роботи з місцевими вагонами

Після розпуску з гірки місцеві вагони накопичуються на 21 колії Сортувального парку. Маневрова робота по формуванню, розформуванню, подачі, збиранню і перестановці вагонів виконується двома маневровими тепловозами серії ЧМЕ-3.

Локомотив № 1 працює у маневровому районі № 1 і здійснює операції по формуванню та перестановці готових составів із сортувального парку в парк Б, подачу-збирання і підбір вагонів на вантажний район.

Локомотив № 2 працює у маневровому районі № 2 і виконує роботу з розформування-формування составів поїздів та подачу-збирання і підбір вагонів на під'їзну колію «Комбінат хлібопродуктів» (КХП). Далі операції з вагонами проводяться в составі поїзда аналогічно операціям з поїздами свого формування.

Місцева робота сортувальної станції включає:

- маневрову роботу з вагонами, які надходять під вантажні операції;
- виконання вантажних операцій на під'їзних коліях, що примикають до сортувальної станції.

Оперативне керівництво маневровою роботою по подачі і прибиранню місцевих вагонів і контроль за виконанням плану вантажної роботи на під'їзних коліях здійснюється маневровим диспетчером. Під час вступу на чергування маневровий диспетчер ознайомлюється зі змінним планом, з розташуванням вагонів на сортувальних коліях, наявністю місцевих вагонів, станом вантажних робіт на під'їзній колії, з характером роботи, станом фронтів навантаження і вивантаження, наявністю на робочих місцях працівників і готовністю механізмів.

Керуючись інформацією про підхід вагонів під розвантаження (навантаження), даними безперервного обліку наявності, розташуванням і станом вагонів на станційних коліях маневровий диспетчер планує маневрову роботу по подачі і прибиранню вагонів з урахуванням виконання твердого графіка роботи. Завдання на виконання маневрової роботи видається складачам поїздів господарського локомотиву і приймальникам вантажів під'їзних колій.

Після закінчення обробки поїздів в парку прийому оператор СТЦ парку прибуття відбирає документи на місцеві вагони і пересилає їх по пневмопошті в товарну контору. Після закінчення накопичення і формування составів місцевих вагонів маневровий диспетчер повідомляє працівників товарної контори про час подачі вагонів на вантажні пункти.

Інформація про прибуття на станцію місцевих вагонів передається приймальникам вантажів, які обслуговують під'їзну колію і одержувачам (клієнтам) товарними касирами після отримання вантажних документів. Про час подачі вагонів під розвантаження товарний касир інформує одержувачів вантажів не пізніше, ніж за 2 години до їх подачі. Товарний касир наперед повідомляє одержувачів (клієнтам) про вид рухомого складу і найменуванні вантажу для своєчасної підготовки вантажних механізмів працівників для виконання вантажних операцій. Перед подачею вагонів під вантажні операції складач поїздів господарського локомотива перевіряє вірність підбору вагонів по пунктах подачі, щоб забезпечити якнайменші витрати часу на подачу, розстановку і прибирання вагонів з пунктів навантаження-розвантаження. Розпорядження, щодо подачі і прибирання місцевих вагонів, маневровий диспетчер передає складачу поїздів особисто по телефону або по маневровому радіозв'язку.

Місцеві вагони, які подають під вантажні операції зустрічають приймальники під'їзної колії „КХП” та вантажного району, по розпорядженню яких складач розставляє вагони по вантажних пунктах, а також прибирання вагонів, з якими закінчені вантажні операції.

В процесі виконання вантажних операцій приймальники під'їзних колій періодично інформують диспетчера про хід виконання вантажних операцій і про гаданий час їх закінчення. При здвоєних операціях комерційний огляд таких вагонів проводиться на пунктах розвантаження перед подачею вагонів під навантаження. Про закінчення вантажних операцій з вагонами приймальник під'їзних колій інформує ДСЦ і повідомляє дані про завантажені вагони товарному касиру з вказівкою кількості і номерів вагонів, роду вантажу, одержувача і станції призначення.

На підставі отриманої інформації від приймальників під'їзних колій про хід вантажних операцій маневровий диспетчер, завчасно до закінчення операцій дає розпорядження складачу поїздів про прибирання вагонів і повідомляє приймальників під'їзних колій про заїзд маневрового локомотива.

Після прибуття господарського локомотива на під'їзні колії приймальник під'їзних колій вручає пакет з документами складачу поїздів під розпис. Складач поїздів розписується за отримані документи в натурному листі. Маневровий диспетчер особисто зустрічає состав для отримання документів від складача поїздів і, переконавшись в їх цілісності, пересилає по пневмопошті в СТЦ.

Оператор СТЦ парку прибуття після отримання документів перевіряє вірність складання натурного листа, коректує його, повідомляє номери вагонів, які вимагають супроводу, їх призначення відповідно до плану формування черговому ВОХР. На підставі результатів перевірки інвентарних номерів вагонів і натурного листа на состав місцевої передачі оператор СТЦ парку прибуття вводить в ЕОМ натурний лист. Після обробки даних, ЕОМ розраховує і видає розмічену ТНЛ і сортувальний листок для розпуску составу.

З 01 липня 2011 р. Укрзалізниця запровадила електронний документообіг при перевезенні вантажів у межах України. Наказом Міністерства інфраструктури України (№ 800 від 01.11.2010 р.) «Про затвердження порядку застосування електронного перевізного документа під час перевезення залізничним транспортом» передбачено запровадження нової форми перевізного документа, який розроблений на базі міжнародного перевізного документа ЦИМ/СМГС. При цьому скасовується комплект перевізних документів, який складався з чотирьох бланків. Замість них впроваджена накладна, що оформлюється із застосуванням електронного цифрового підпису (ЕЦП) [49].

Якщо клієнтом з Укрзалізницею укладено договір про обмін електронними документами, при перевезенні вантажів у внутрішньому сполученні може бути застосований електронний перевізний документ [50].

Електронний перевізний документ (ЕПД) утворюють електронні дані паперового перевізного документа, що готуються в автоматизованій системі, та елект-

ронний цифровий підпис. Електронний цифровий підпис є обов'язковим реквізитом ЕПД, який використовується для ідентифікації автора та/або підписувача електронного перевізного документа іншими суб'єктами електронного документообігу.

На станції А система АС Клієнт УЗ впроваджена у 2011 р. і працює у тісній взаємодії з комплексом АРМ-ТВК та АРМ ПЗ. Використання електронного документообігу дозволило відмовитись від деяких документів, які використовуються при паперовій формі документообігу (наприклад, вагонного листа, дорожньої відомості, корінця дорожньої відомості). Важливе значення в організації електронного документообігу на залізниці має надання вантажовідправниками перевізних документів в електронному вигляді через сервер АС Клієнт УЗ.

Для оформлення перевізного документа (електронної накладної) і передачі його в електронному вигляді на під'їзних коліях станції А функціонують АРМ вантажовідправника, який тісно взаємодіє із АРМами ТВК і АРМ ПЗ, що встановлені у товарній конторі станції А. На сьогодні усі підприємства, що обслуговуються станцією А, придбали вказані програмні продукти і здійснюють передачу електронних перевізних документів.

Використання електронних перевізних документів, оформлених вантажовідправником, дозволяє у декілька разів скоротити час на приймання вантажу до перевезення, а також виключити випадки спотворення товарними касирами інформації при її введенні в АРМ ТВК, що особливо актуально для станції з великими обсягами вантажних операцій і при роботі в кінці звітної доби. Крім того, вантажовідправники мають можливість отримувати електронну квитанцію про приймання вантажу до перевезення, а вантажоодержувачі – електронну накладну, оформлену на їх адресу (у форматі інформаційного повідомлення 2514), і використовувати ці відомості для бухгалтерського обліку, звітів та інших завдань підприємств.

7. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ГРАФО-АНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Добовий план-графік є графічним відображенням роботи дільничної станції А, в якому за допомогою умовних позначень показана робота всіх підрозділів і служб, задіяних у поїзній, маневрової та вантажної роботі. Також на плану-графіку відображені процеси накопичення вагонів на сортувальних коліях і формування составів поїздів з перестановкою їх у парк відправлення. Добовий план-графік роботи станції А побудовано з врахуванням реконструкції – будівництва нового транзитного парку (розділ 4) та результатів технічного нормування тривалості технологічних операцій (розділ 5). При побудові добового плану графіка доцільно керуватись рекомендаціями [51]; при цьому графічні елементи, що відображають ті чи інші технологічні операції, необхідно зображувати згідно з рекомендаціями [52].

Графік прибуття поїздів та їх склад змодельовано на ЕОМ за допомогою програми „rasp_rt.exe” та „sostaw.exe” (Додаток Б).

По добовому плану-графіку визначаються наступні показники роботи сортувальної системи:

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

Простій транзитного вагону без переробки визначаємо за формулою:

$$t_{mp}^{\delta/n} = \frac{\sum n_{mp}^{\delta/n} t_{mp}^{\delta/n}}{\sum n_{mp}^{\delta/n}}, \text{ год} \quad (7.1)$$

де $\sum n_{тр}^{\delta/п} t_{тр}^{\delta/п}$ – сумарні вагоно-години простою транзитних поїздів без переробки у новому парку Т;

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

Згідно табл. 2.2 загальне число транзитних поїздів, що прибувають на станцію складає $N_{\text{тр}}=92$ поїздів за добу, склад поїзда – 57 вагона (див. п. 2.6). Згідно добового плана-графіка час знаходження транзитних поїздів без переробки у парках станції складає 2305,6 поїздо-хв.

Тоді отримаємо наступні значення:

$$\sum n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = 92 \cdot 57 = 5244 \text{ ваг.}$$

$$t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} = 57 \cdot 4931,2/5244 = 53,60 \text{ хв.} = 0,89 \text{ год.}$$

Простій транзитного вагону з переробкою визначаємо за формулою:

$$t_{\text{тр}}^{\text{з/п}} = t_{\text{Б}}^{\text{пп}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{оч}}^{\text{ф}} + t_{\text{зф}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{Б}}^{\text{відпп}}, \text{ год.} \quad (7.2)$$

де $t_{\text{Б}}^{\text{пп}}$ – середній час простою у парку Б транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибуттю, год.;

$t_{\text{розф}}$ – середній час розформування составів $t_{\text{розф}} = 29 \text{ хв.} = 0,49 \text{ год.}$ (розділ 5);

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

$t_{\text{оч}}^{\text{ф}}$ – середній час простою вагонів у сортувальному парку в очікуванні формування составів, год.;

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

$t_{\text{пер}}$ – час на перестановку составів, $t_{\text{пер}} = 14,0 \text{ хв.} = 0,23 \text{ год.}$ (розділ 5);

$t_{\text{Б}}^{\text{відпп}}$ – середній час знаходження у парку Б составів свого формування під обробкою по відправленню, год.

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

$$t_{\text{Б}}^{\text{пп}} = \sum nt_{\text{Б}}/n_{\text{пер}}, \text{ год.} \quad (7.3)$$

де $\sum nt_{\text{Б}}$ – сумарні вагоно-години простоїв транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибуттю у парку Б станції;

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

Згідно добового плану-графіка час знаходження у парку Б транзитних вагонів з переробкою під обробкою по прибуттю складає 326 составо-хв.; $n_{\text{пер}} = 585$ ваг. у добу (див. розділ 2).

$$t_{\text{Півн}}^{\text{пр}} = 57 \cdot 240/585 = 23,3 \text{ хв.} = 0,39 \text{ год.}$$

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

$$t_{\text{нак}} = \sum nt_{\text{нак}} / 60 \cdot (n_{\text{пер}} + n_{\text{зал}}), \text{ год.} \quad (7.4)$$

де $\sum nt_{\text{нак}}$ – сумарні вагоно-хвилини простою вагонів під накопиченням, згідно добового плану-графіка $\sum nt_{\text{нак}} = 270342$ вагоно-хв.;

$n_{\text{пер}}$ – число вагонів, що поступають у переробку, $n_{\text{пер}} = 585$ вагонів;

$n_{\text{зал}}$ – залишок вагонів на сортувальних коліях на початок доби, згідно добового плану-графіку $n_{\text{зал}} = 86$ ваг.

Тоді отримаємо наступне значення:

$$t_{\text{нак}} = 270342/60 \cdot (585 + 86) = 6,71 \text{ год.}$$

Середній час простою вагонів в очікуванні формування составів визначимо за формулою:

$$t_{\text{оч}}^{\Phi} = \sum nt_{\text{оч}}^{\Phi} / n_{\text{пер}}, \text{ год.} \quad (7.5)$$

де $\sum nt_{\text{оч}}^{\Phi}$ – сумарні вагоно-години простою вагонів у сортувальному парку в очікуванні формування составів;

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

Згідно добового плану-графіка час знаходження у Сортивальному парку вагонів в очікуванні формування составів складає 344 составо-хв.;

$$t_{\text{оч}}^{\Phi} = 57 \cdot 344 / (585 + 86) = 29,22 \text{ хв.} = 0,49 \text{ год.}$$

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

$$t_{\text{зф}} = (n_{\text{дільн}} t_{\text{зф}}^{\text{дільн}} + n_{\text{зб}} t_{\text{зф}}^{\text{зб}}) / (n_{\text{дільн}} + n_{\text{зб}}), \text{ год.} \quad (7.6)$$

Згідно з попередніми розрахунками (див. розділ 5) $t_{зф}^{дільн}=7,3$ хв., $t_{зф}^{3б}=45$ хв; $n_{дільн}=285$ ваг., $n_{3б}=285$ ваг. (див. табл. 2.2).

Тоді,

$$t_{зф} = (399 \cdot 7,3 + 285 \cdot 45)/(399 + 285) = 23,01 \text{ хв} = 0,38 \text{ год.}$$

Середній час знаходження составів у парку Б під обробкою по відправленню визначимо за формулою:

$$t_{Б}^{відпр} = \sum n t_{Б}^{відпр} / n_{пер}, \text{ год.} \quad (7.7)$$

де $\sum n t_{Б}^{відпр}$ – сумарні вагоно-години простою вагонів у парку Б під обробкою по відправленню, год.;

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

Згідно добового плана-графіка час знаходження у парку Б составів під обробкою по відправленню складає 436 составо-хв.

$$t_{Б}^{відпр} = 57 \cdot 240/585 = 23,38 \text{ хв.} = 0,39 \text{ год.}$$

Підставивши вже відомі значення у формулу (9.2), отримаємо:

$$t_{тр}^{3/п} = 0,39 + 0,49 + 6,71 + 0,49 + 0,38 + 0,23 + 0,39 = 9,08 \text{ год.}$$

Середньозважена величину простою транзитного вагону визначаємо за формулою:

$$t_{тр} = (n_{тр}^{6/п} \cdot t_{тр}^{6/п} + n_{пер} \cdot t_{тр}^{3/п}) / (n_{тр}^{6/п} + n_{пер}), \text{ год.} \quad (7.8)$$

Тоді отримаємо:

$$t_{тр} = (5244 \cdot 0,89 + 585 \cdot 9,08) / (5244 + 585) = 1,71 \text{ год.}$$

Простій місцевого вагону визначаємо за формулою:

$$t_{м} = t_{Б}^{пр} + t_{розф} + t_{нак}^{под} + t_{под} + t_{ван} + t_{пр} + t_{сорт}^M + t_{нак} + t_{оч}^{\phi} + t_{зф} + t_{пер} + t_{Б}^{відпр}, \text{ год.} \quad (7.9)$$

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

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

$t_{сорт}^M$ – середній час на розформування місцевої передачі на гірці (з враху-

ванням простою під обробкою в парку Б $t_{\text{сорт}}^{\text{М}} = 0,49 \text{ год}$;

$t_{\text{ван}}$ – середній простій місцевих вагонів на вантажних фронтах, год.; згідно добового плану-графіку складає $t_{\text{ван}} = 4,15 \text{ год}$.

Середній час на подачу і прибирання вагонів на вантажні fronti станції приймаємо $t_{\text{под(приб)}} = 15,0 \text{ хв} \approx 0,30 \text{ год}$

Загальний час простою місцевих вагонів у Сортувальному парку до подачі на вантажні fronti складає 580 вагоно-хв., тоді $t_{\text{нак}}^{\text{под}} = 580 / (42 \cdot 60) = 3,52 \text{ год}$.

Тоді отримаємо:

$$t_{\text{М}} = 0,54 + 0,49 + 2,74 + 0,25 + 4,15 + 0,25 + 0,49 + 6,53 + 0,47 + 0,44 + 0,23 + 0,73 = 17,31 \text{ год}$$

Загальний вагонообіг станції визначаємо за формулою:

$$n_{\text{во}} = n_{\text{приб}} + n_{\text{відпр}}, \text{ ваг.} \quad (7.10)$$

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

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

Отримаємо наступне значення:

$$n_{\text{во}} = 5244 + 585 + 5244 + 585 = 11658 \text{ ваг.}$$

Робочий парк вагонів визначаємо за формулою:

$$n_{\text{р}} = (n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} + n_{\text{тр}}^{\text{б/п}} \cdot t_{\text{тр}}^{\text{б/п}} + n_{\text{М}} \cdot t_{\text{М}}) / 24, \text{ ваг.} \quad (7.11)$$

Тоді отримаємо:

$$n_{\text{р}} = (5244 \cdot 0,89 + 585 \cdot 9,08 + 42 \cdot 17,31) / 24 = 446,98 \text{ ваг.}$$

Прийнято 447 вагона

Коефіцієнт завантаження кожного маневрового локомотива визначаємо за формулою:

$$K_{\text{ман}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{1440 - T_{\text{П}}} \quad (7.12)$$

де $\sum t_{\text{ман}}$ – сумарні локомотиво-години роботи маневрового локомотива; згідно добового плану-графіка $\sum t_{\text{ман}}^1 = 476 \text{ хв.}$, $\sum t_{\text{ман}}^2 = 483 \text{ хв.}$;

$T_{\text{тп}}$ – час технологічних перерв (екіпіровка локомотиву, зміна локомотивної бригади), яке приймаємо рівним 120 хв.

Отримаємо наступні коефіцієнти завантаження:

- маневрового локомотива 1: $K_1 = 476/(1440-120) = 0,36$

- маневрового локомотива 2: $K_2 = 483/(1440-120) = 0,37$

Таким чином, у даному розділі був побудований добовий план-графік та були визначені наступні основні показники роботи дільничній станції А:

– простій транзитного вагону без переробки $t_{\text{тр}}^{6/\text{п}} = 0,89 \text{ год.};$

– простій транзитного вагону з переробкою $t_{\text{тр}}^{3/\text{п}} = 9,08 \text{ год.};$

– середньозважена величина простою транзитного вагону $t_{\text{тр}} = 1,71 \text{ год.};$

– простій місцевого вагону, який складає $t_{\text{м}} = 17,31 \text{ год.};$

– добовий вагонообіг, який складає $n_{\text{во}} = 11658 \text{ ваг.};$

– робочий парк вагонів, який складає $n_{\text{р}} = 447 \text{ ваг.};$

– коефіцієнти використання маневрових локомотивів, які складають

$K_{\text{гп}} = 0,36$ та $K_{\text{госп}} = 0,37.$

8. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

8.1 Загальні положення

Сталий розвиток залізничного транспорту варто реалізувати з дотриманням екологічних вимог. За останнє 10-річчя проблема негативного впливу транспорту в цілому і залізничного транспорту зокрема на стан навколишнього середовища отримала глобальний масштаб. У зв'язку з цим комісія Європейського Союзу визначила транспорт як один з найбільш значних джерел забруднення.

На транспортний сектор в цілому припадає близько 24% загального викиду CO₂. Дослідження показують, що на зовнішні витрати транспорту (у вигляді забруднення навколишнього середовища і зниження рівня безпеки) припадає приблизно 7% валового внутрішнього продукту 15 країн - «старих» членів ЄС. У самому секторі частка автомобільного транспорту в викидах становить 92%, повітряного – 6%, внутрішніх водних шляхів – 0,5%, а залізниць – менше 2%. Якщо врахувати, що частка залізниць в загальному вантажообігу в порівнянні з іншими видами значно більше, то наведені величини зайвий раз свідчать про значно менший вплив залізничного транспорту на навколишнє середовище. Визначено, що питомі (в розрахунку на перевезення одного пасажера або тонни вантажу) зовнішні витрати залізничного транспорту складають близько 30% витрат автомобільного в пасажирських і 20% у вантажних перевезеннях [53].

Залізничний транспорт, за визнанням фахівців, сьогодні вважається одним з найбільш екологічних. Емісія вуглекислого газу, яка припадає на одного пасажера на кілометр шляху, при поїзді на поїзді приблизно в три рази менше, ніж на автомобілі, і в чотири рази менше, ніж на літаку [54]. Незважаючи на те, що залізничний транспорт з усіх інших видів транспорту є найбільш безпечним, ця проблема особливо актуальна для України, тому що по щільності залізничної мережі і вантажонапруженість перевищує багато інших країн Центральної Європи. Крім того, більшість залізничних ліній Укра-

їни споруджувалися 30...40 і більше років тому переважно без дотримання елементів екологічних вимог, давно вичерпали свою пропускну здатність і потребують модернізації.

Крім магістральної мережі, господарство залізничного транспорту містить у собі тисячі вокзалів і вантажних дворів, велику кількість локомотивних і вагонних депо. Тому проблема екологізації залізничного транспорту дуже важлива.

8.2 Основні фактори впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище

За характером впливу на стан середовища залізничним транспортом проблема має два аспекти:

- використання транспортом природних ресурсів;
- транспортне забруднення середовища.

Залізничний транспорт впливає на екологію, як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів.

Хоча в порівнянні з іншими видами транспорту (особливо автомобільним), він заподіює менше екологічного збитку. Структура негативного впливу залізничного транспорту на середу включає порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструктурою шляхом розвитку ерозії і зсувів; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійне зростання рівня забруднення землі нафтою, свинцем, продуктами видування і втратою сипучих вантажів (вугілля, руда, цемент). Особливо небезпечні аварії на залізницях.

Залізничний транспорт є специфічною галуззю господарства, що включає виробничі об'єкти, як безпосередньо виконують перевізний процес, так і забезпечують ритмічну роботу залізниць. Кожен залізничний об'єкт може надавати негативні впливи на стан природного середовища. Знання цих впливів дозволяє встановлювати причини змін у природному середовищі і живих організмів, а також виробляти стратегію природоохоронної діяльності на залізничному транспорті. Ступінь впливу залізничного транспорту на навколишнє

середовище оцінюють за рівнем витрачання і природних ресурсів, і рівню забруднюючих речовин, що надходять в природне середовище регіонів, де розташовані підприємства залізничного транспорту.

Таким чином, залізничний транспорт у порівнянні з іншими видами транспорту не є найактивнішим джерелом забруднення біосфери, але в сукупності стаціонарних об'єктів-забруднювачів з пересувними джерелами забруднення створює серйозну загрозу для навколишнього середовища.

Всі джерела забруднень навколишнього середовища за характером функціонально діляться на стаціонарні та пересувні. Стаціонарними є локомотивні і вагонні депо, заводи з ремонту рухомого складу, пункти підготовки рухомого складу, котельні, пропарювально-просочувальні заводи. До пересувних джерел відносяться магістральні і маневрові тепловози, шляхові та ремонтні машини, автотранспорт, промисловий транспорт, рефрижераторний склад, пасажирські вагони і т.д. У свою чергу, стаціонарні джерела за складністю і кількістю технологічних процесів нерівнозначні і можуть створювати забруднення не одне, а декількох видів. Забруднення бувають:

- механічні – інертно-пилуваті частки в атмосфері, тверді домішки в воді, які не вступають в хімічні реакції;
- хімічні - газоподібні, рідкі та тверді хімічні з'єднання і речовини, які взаємодіють з природним середовищем і змінюють її хімічні властивості;
- фізичні (енергетичні) - тепло, шум, вібрація, ультразвук, світлова енергія, електромагнітні і радіоактивні випромінювання, випромінюючі фізичні характеристики навколишнього середовища;
- біологічні - різноманітні мікроорганізми, бактерії, віруси, що з'явилися в результаті діяльності людини і завдають йому шкоди;
- естетичні - порушення пейзажів, поява звалищ, поганий дизайн, що негативно впливають на людину.

Природоохоронною діяльністю на залізничному транспорті займається відділ безпеки руху та охорони праці. Засоби, пов'язані з поліпшенням екологічної ситуації, безпосередньо пов'язані з модернізація існуючого залізнично-

го транспорту. Особливо важливий тут перехід залізничного транспорту на екологічно чисту електричну тягу. В даний момент експлуатаційна довжина електрифікованих залізниць в Україні становить 40% (більше 9 тис.км). Оздоровлення навколишнього середовища буде сприяти культура вантажних перевезень, тобто перехід на контейнерні перевезення і інші види прогресивних методів доставки продукції. Великою проблемою для екології є аварії на залізничному транспорті. Безаварійність перевезень головне завдання залізничного транспорту.

Стан навколишнього середовища при взаємодії з об'єктами залізничного транспорту залежить від інфраструктури по будівництву залізниць, виробництва рухомого складу, виробничого обладнання та інших пристроїв, інтенсивності використання рухомого складу та інших об'єктів, на залізницях, результатів наукових досліджень і їх впровадження на підприємствах і об'єктах галузі.

На основі аналізу перевізного процесу як джерела негативного впливу на навколишнє середовище можна виділити: зовнішній шум; електромагнітне випромінювання; бактеріальне забруднення дорожнього полотна і прилеглих територій; забруднення прилеглих територій важкими металами, іншими органічними і неорганічними небезпечними речовинами (масла, мастила, електроліт); викид продуктів згорання палива локомотивами при роботі вугільних котлів системи опалення; електроспоживання; витрата води, вугілля та інших ресурсів; утворення небезпечних неорганічних відходів; фрагментація екосистем; відчуження територій під будівництво дороги та прилеглої інфраструктури.

Основний забруднюючий фактор – шум. Рівні шуму від рухомого складу на лініях залізниці і метрополітену, що проходять поблизу житлової забудови перевищує всі допустимі норми.

Другий не менш важливий фактор впливу важкого транспорту, до якого відноситься рейковий транспорт, на місто – вібрації. Джерелами вібрації в житлових і громадських будинках, крім інших причин, є транспортні засоби (метрополітен дрібної закладки, важкі вантажні автомобілі, поїзди, трамваї), які створюють при роботі великі динамічні навантаження, які викликають

поширення вібрації в ґрунті і будівельних конструкціях будинків. Ці вібрації часто є також причиною виникнення шуму в приміщеннях будинків. Дослідження показали, що коливання в міру видалення на різну відстань від метрополітену загасає, однак це процес немонотонний, він залежить від складених ланок на шляху поширення вібрації: рейка - стіна тунелю - ґрунт - фундамент будинку - будівельні конструкції. У тих випадках, коли будинки розташовуються в безпосередній близькості від рейкової дороги, вібрації в них можуть перевищувати гранично допустимі значення, встановлені Санітарними нормами, в 10 разів (на 20 Дб).

Протягом декількох років в Україні проводиться робота по створенню антишумових і антивібраційних прокладок під рейкові шляхи. Проблема захисту будинків від вібрацій досить складна і здебільшого носить науково-технічний характер. Багато задач з розповсюдження хвиль не мають простих рішень і в основному досліджуються на чисельних моделях, які не завжди відбивають реальні властивості ґрунтових середовищ і будівельних конструкцій. Тому в більшості випадків мова йде до прогностичної оцінки вібрації й і якісному дослідженні хвильових процесів.

Викиди продуктів згорання від роботи дизельних двигунів також негативним чином впливають на навколишнє середовище. Тому важливо здійснювати заходи з переведення основних вантажопотоків на електрифіковані лінії, а також інвестувати в електрифікацію залізничних ділянок.

8.3 Основні напрямки зниження впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище

Збереження чистоти навколишнього середовища завжди було одним пріоритетів залізничного транспорту України при організації перевезень. Маючи на меті зменшення шкідливого впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище, забезпечення екологічної безпеки на транспорті та раціонального використання природних ресурсів, залізничні підприємства щорічно розробляють і здійснюють цілий ряд заходів, які мають природоохоронний ефект.

Зокрема, на всі залізниці України покладено завдання реконструкції каналізаційних очисних споруд стічних вод, ремонту та реконструкції локальних каналізаційних споруд попередньої очистки стічних вод, будівництво та реконструкція систем водопостачання, будівництва каналізаційних мереж, з підключенням до міських каналізаційних очисних споруд, встановлення вод про вимірників.

Викиди в атмосферу підлягають очистці. Під очищенням розуміють викидів шкідливих речовин. В даний час використовують механічні, фізичні, фізико-хімічні методи видалення з повітря шкідливих домішок. Газоочисні установки очищають від твердих, рідких домішок і аерозолів, газоподібних речовин.

Виробничі стічні води залізничних підприємств представляють собою складні системи, що містять органічні і хімічні речовини, склад яких визначається характером техногенних процесів. Очищення стічних вод підприємств залізничного транспорту виконується механічними, хімічними, фізико-хімічними, біологічними і іншими методами. Для попередньої очистки стічні води пропускають через решітки, потім відстійники для осадження з стічних вод домішок в відстійниках, гідроциклонах і освітлювачах. Методи відстоювання застосовують для попереднього виділення мінеральних і органічних забруднень. Ефективність відстоювання досягає 60 %. Для очищення стічних вод від основної маси нафтопродуктів застосовуються нафтоуловлювачі. Спливаючу нафту збирають поворотними трубами, а твердий осад видаляють через клапан. Для виділення з стічних вод рідких речовин, застосовується фільтрування з сітчастими елементами. Для механічної очистки стічних вод від нафтопродуктів застосовуються гідроциклони і центрифуги. Гідроциклони застосовуються замість уловлюючів піску або відстійників при нестачі площ для їх розміщення. Сутність біологічного очищення полягають в окисдуванні органічних забруднювачів мікроорганізмів.

Важливим напрямком підвищення екологічної безпеки є утилізація відходів. Завершення терміну експлуатації (від лат. Utilis- корисний) - вживання

відходів з користю. Цей процес являє собою сукупність технологічних операцій, в результаті яких з відходів виробляється один або кілька видів продукції або використовується для отримання тепла і енергії. На залізничному транспорті значна частина відходів, що утворюються містить нафтопродукти. Вони можуть бути горючі і негорючі, рідкі, пастоподібні, тверді. Найбільш ефективним є процес піролізу. В цьому випадку виходить близько 50 % порошкоподібного продукту, практично не містить нафтопродукти. Вихід газоподібних продуктів досягає 10 %, що дозволяє використовувати їх в якості палива, твердий конденсат так само використовується в якості палива. Найбільшою питомою вагою серед виробничих відходів мають шлаки, зола. Шлакові відходи є цінною сировиною для промислового і дорожнього будівництва. Кущовий шлак використовують як наповнювач бетону, штучних наповнювачів, добавки у виробництві цегли.

Всі структурні підрозділи залізниць як первинні платники податку і оперативно підпорядковані Укрзалізниці ремонтні заводи забезпечують екологічну безпеку шляхом дотримання нормативів екологічної безпеки та використання природних ресурсів в межах лімітів та дозволів, які видаються спеціально уповноваженими органами виконавчої влади з питань охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки за місцем розташування підприємств. З метою виховання молоді, якої не байдуже екологічний стан навколишнього середовища, усіма залізницями України щорічно проводиться підготовка та підвищення кваліфікації фахівців у галузі охорони навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

1. Дільничні станції є одними з головних опорних пунктів на мережі залізниць, що забезпечують обслуговування клієнтів на значних полігонах, а також виконують допоміжну функцію по організації вагонопотоків, зокрема і на малодіяльних напрямках. Більше 40% загальної величини обігу вагона складають простої вагонів на технічних, зокрема, дільничних станціях. За останні 25 років середній простій вагонів на технічних станціях зріс майже у 2,5 рази: з 5,3 год. у 1992 р. до 13 год. у 2019 р., що призвело до зростання загального обігу вагона за цей період у 2,5 рази до рівня 10 діб.

2. За останні роки суттєво змінились напрямки руху вагонопотоків – якщо у 1997 р. в структурі залізничних перевезень переважали внутрішні (частка 63%), то наразі їх частка зменшилась до 45%. За останні 10 років обсяги внутрішніх перевезень зменшились на 55%, натомість обсяги міжнародних перевезень зменшились всього на 14%. На тлі зменшення загальних обсягів залізничних перевезень, обсяги експортних та імпорتنних перевезень, навіть, вирости – відповідно на 8% та 23%, а їх частка в загальних обсягах за цей час зросла з 21% до 37% (експорт) та з 7% до 14%. Окрім того, з 2007 р., серед вантажів, що перевозяться залізничним транспортом суттєво вирости обсяги (у 6 раз) та частка (у 7 раз) зернових вантажів – з 6,8 млн. т. (2%) у 2007 р. до 40 млн. т. (13%) у 2019 р. Таким чином, напрямок вагонопотоків наразі в значній мірі орієнтований на експортні перевезення (зерно, руда) через морські порти.

3. Апробація заходів щодо удосконалення роботи дільничних станцій у магістерському дослідженні виконана на прикладі станції А, що є опорною на залізничному напрямку до чорноморських портів. Для станції А проаналізоване її технічне оснащення та технологія роботи, проаналізовані обсяги роботи за період 2011...2019 р.р., на основі чого спрогнозовані перспективні обсяги до 2021 р. Так, у зв'язку зі зміною поїздо- та вагонопотоків до 2021 р. на напрямку планується суттєве (на 35%) збільшення обсягів транзитного поїздопотоків.

4. Результати розрахунку необхідної кількості колій у парках станції А показали, що для забезпечення перспективних обсягів транзитного поїздопотоків не-

обхідно добудувати 6 приймально-відправних колій. У зв'язку з цим було прийнято рішення про будівництво нового транзитного парку. На основі техніко-економічного порівняння варіантів будівництва нового парку було визначено найбільш доцільний проект з одностороннім розміщенням головних колій; при цьому модифіковані приведені витрати на реалізацію проекту склали 140 млн. грн.

5. На основі удосконаленої конструкції було виконане технічне нормування тривалості технологічних операцій у парках станції А, а також розроблено технологію її роботи по обслуговуванню поїздів та вагонів.

6. Для перевірки працездатності дільничної станції А побудовано добовий план-графік та визначені основні показники роботи станції. На основі графоаналітичного моделювання отримані основні показники функціонування станції: простій транзитного вагону без переробки 0,89 год., з переробкою – 9,08 год, добовий вагонообіг склав 11658 вагонів, робочий парк вагонів – 447 вагонів

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. Статистична інформація. Транспорт [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Транспорт і зв'язок України - 2019. Статистичний збірник. – Київ : Державна служба статистики України, 2020. – 115 с.
3. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року (Проект) [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.htm>
4. Стратегія розвитку ПАТ «Укрзалізниця» 2017-2021 роки [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.uz.gov.ua/about/documents/strategiya/>
5. Довідник основних показників роботи залізниць України (1992-2002).– Київ : Укрзалізниця, 2003. – 40 с.
6. Рослик, И. Почему кастет время оборота вагонов УЗ / И. Рослик [Електрон. ресурс] – Режим доступу: https://biz.censor.net.ua/resonance/3146735/pochemu_rastet_vremya_oborota_vagonov_uz
7. Вернигора Р. В. Анализ простоев поездов в ожидании поездных локомотивов на сортировочных станциях / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/3 (59). – С. 16–19.
8. Бутько Т. В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону / Т. В. Бутько, О. В. Лаврухін, Ю. В. Доценко // Зб. наук. праць ДонІЗТ. – 2010. – Вип. 22. – С. 18–26.
9. Марценюк Л. В. Факторний аналіз обігу вантажних вагонів / Л. В. Марценюк // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. Зб. наук. праць НАУ. – 2012. – Вип. 33. – С. 141–147.
10. Вернигора, Р.В. Проблеми функціонування залізничних під'їзних колій України у сучасних умовах / Р.В. Вернигора // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №4/3 (58). – с. 64-68.
11. Сайт Міністерства інфраструктури України. Статистичні дані про українські залізниці [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zalznici.html>

12. Гусев, Ю. В. Оптимизация управления вагонопотоками предприятий/ Ю.В. Гусев // Вісник приазовського державного технічного університету – Маріуполь. – 2002. Вип. №12. – С. 45-49.

13. Четчуев, М. В. Исследование типовых схем участковых станций по условию их применения в реальных проектах / М. В. Четчуев // Бюллетень результатов научных исследований: электронный научный журнал. СПб.: ПГУПС, 2012.-Вып. 1(2).-С. 7-11.

14. Інструкція з проектування станцій та вузлів на залізницях України. ДСТУ-Н Б В.2.3-15:2013 – Київ: ДНДЦУЗ, – 2013. – 172 с.

15. Демченко, Є. Б. Підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів: дис. к.т.н. 05.22.20 / Є. Б. Демченко – Дніпро: ДНУЗТ, 2016 – 154 с.

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

17. Малашкін В.В. Аналіз технічного стану приймально-відправних парків сортувальних станцій України / В.В. Малашкін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вип 6/3 (54). – С. 55-59.

18. Яновський П.О. Результати аналізу існуючого стану та пропозиції з перспективи розвитку і розміщення на мережі залізниць сортувальних станцій для забезпечення прогнозних обсягів перевезень до 2020 року / П.О. Яновський, А.А. Акуленко // Залізничний транспорт України. – 2010. – №1. – С. 28-31.

19. Вернигора Р.В., Ельникова Л.О. Анализ простоев поездов в ожидании поездных локомотивов на сортировочных станциях // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №5/3 (59). – с. 16-19.

20. Мироненко, В. К. Реорганізація роботи технічних станцій та систем підведення вагонопотоків / В. К. Мироненко // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 2. – С. 6-7.

21. Образцов В. Н., Никитин В. Д., Шаульский Ф. Н., Бузанов С. П. Станции и узлы. - М.: Трансжелдориздат, 1949. - 540 с.

22. Савченко И.Е., Земблинов С.В., Страковский И.И. Железнодорожные станции и узлы. - М.: Транспорт, 1980. - 479 с.

23. Развитие транспортных узлов. Том 2 / Под ред. Скалова К.Ю. М.: Транспорт, 1978. - 176 с.

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

25. Жардемов Б. Б. Системные принципы построения схем железнодорожных станций и узлов. Методы исследования и оценки // Транспорт: Наука, техника, управление. - ВИНТИ. - 1999. - № 5. - с. 40 - 48.

26. Ветухов Е.А., Сотников Е.А. Определение уровня загрузки станций методом моделирования их работы на ЭЦВМ // Железнодорожный транспорт. - 1969. - №7. - с.34-37.

27. Шабалин Н.Н. Моделирование процессов массового обслуживания на станциях. // Железнодорожный транспорт. - 1971. - №5. - с. 64 - 65.

28. Таль К.К. Основные вопросы применения методов моделирования при проектировании станции и узлов. // Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 47. - М.: ЦНИИС - 1971. - с. 56 - 96.

29. Таль К.К. О классификации методов моделирования, используемых для расчета станций и узлов. // Вопросы проектирования и расчета железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. научн. тр. - Вып. 90. - М.: ЦНИИС, 1976. - с. 74 - 90.

30. Федотов В.А. Определение продолжительности простоя вагонов на станции в ожидании обслуживания методом моделирования на ЭВМ. // Применение математических методов и ЭВМ в эксплуатации железных дорог: Сб. научн. тр. - Вып. 497. - М.: МИИТ. - 1975. - с. 143 - 149.

31. Грунтов П.С., Захаров В.А. Прогнозирование работы сортировочных станций методом моделирования на ЭВМ. Гомель. 1981. - 152 с.

32. Федюшин Ю. М. Применение сетей Петри для моделирования процессов управления на железнодорожном транспорте // Информационно - управ-

ляющие системы на железнодорожном транспорте . 1996. - № 3, 4. - с. 7 - 12.

33. Нагорный Е. В., Алешинский Е. С. Моделирование функционирования комплекса “Сортировочная станция - прилегающие участки ” с помощью сетей Петри // Информационно - управляющие системы на железнодорожном транспорте. - 2000. - № 2. - с. 98 - 103.

34. Інтелектуальні транспортні системи в Україні / А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – 2014. – № 9 (1052). – С. 106–112.

35. Уманский В. И. Общие принципы интеллектуализации станционных систем управления / В. И. Уманский, С. И. Долганюк // Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 6. – С. 8–12.

36. Лаврухин А. В. Формирование интеллектуальной модели функционирования железнодорожной станции при выполнении поездной работы / А. В. Лаврухин // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. – 2015. – № 1 (55).– С. 43–53.

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

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

39. Шторм, Р. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества /Р. Шторм – М.: Мир, 1970. – 368 с.

40. Правила тяговых расчетов для поездной работы – М.: Транспорт, 1981 – 253 с.

41. Залізничні станції та вузли: проектування дільничних станцій: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування / В.І. Бобровський, Р.В. Вернигора, В.В. Журавель, Г.Я. Мозолевич. – Дніпропетровськ.:

ДНУЗТ. – 2009. – 36с.

42. Проектирование железнодорожных станций и узлов / Справ. и метод. руководство / Под ред. Козлова А.М., Гусевой К.Г. - М.: Транспорт, 1981. - 592 с.

43. Сотников, И.Б. Эксплуатация железных дорог в примерах и задачах / И. Б. Сотников – М.: Транспорт, 1990 – 232с.

44. Методические указания по сравнению вариантов проектных решений железнодорожных линий, узлов и станций. – М.: Транспорт – 1988.

45. Єрмошенко, М.М. Аналіз і оцінка інвестиційних проектів. Навч. посібник / М. М. Єрмошенко – К.: Національна академія управління, 2004. – 155 с.

46. Офіційний сайт Національного банку України [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://www.bank.gov.ua/>

47. Бакалов, М.М. Справочно-методические указания по определению объемов и стоимости строительных работ и расходов на содержание постоянных устройств при проектировании и развитии железнодорожных узлов и станций. Часть I /– М.М. Бакалов, Ю.А. Муха, П.Н. Орловский ДИИТ, 1981. – 36 с.

48. Бакалов, М.М. Справочно-методические указания по определению эксплуатационных расходов при сравнении вариантов железнодорожных узлов и станций. Часть II /– М.М. Бакалов, Ю.А. Муха, ДИИТ, 1981. – 36 с.

49. Електронна накладна: все on-line / Магістраль, 2011, – №69. – с. 1-4.

50. Офіційний сайт Укрзалізниці: АС «Клієнт-УЗ» [Електрон. ресурс]/ – Режим доступу http://uz.gov.ua/cargo_transportation/electronic_transportation/as_client_uz/

51. Эксплуатационная работа станций и отделений. Учебное пособие / под ред. Э. З. Бройтмана, – М.: Транспорт, 1988. – 64 с.

52. Інструкція з ведення графіка виконаного руху поїздів на залізницях і дирекціях залізничних перевезень / затв. наказом Мінтрансв'язку України від 17.12.2008 №544-Ц – К.: МТУ, 2008. – 46 с.

53. Оценка воздействия грузового транспорта на окружающую среду //Железные дороги мира – 2010, №2 – С. 20-25.

54. Ованесова, Е. Критерии экологической безопасности железнодорожных перевозок / Е. Ованесова // Мир транспорта – 2017, том 15, №5 – С. 198-204.