

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій  
Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту

Кафедра Транспортні вузли

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

/М. І. Березовий/

« 16 » 12 20 21 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **27 Транспорт**

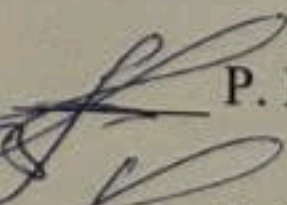
Спеціальність **275 Транспортні технології (за видами)**

Освітня програма **275.02 Транспортні технології на залізничному транспорті**

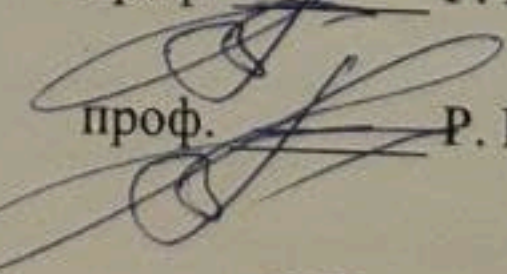
Тема **Підвищення ефективності взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій в умовах демонополізації ринку транспортних послуг**

Theme **Increasing the efficiency of interaction between freight stations and access tracks in the conditions of a demonopolization of transport services market**

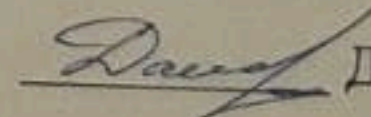
Керівник дипломної роботи

проф.  Р. В. Вернигора

Нормоконтролер

проф.  Р. В. Вернигора

Студент групи УЗ2026

 Д. С. Слесь

Student

Sles Daria

Дніпро – 2021

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

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

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

**Освітня програма** 275.02 «Транспортні технології на залізничному транспорті»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ /М. І. Березовий/

(підпис)

2021 р. \_\_\_\_\_ «\_\_»

**ЗАВДАННЯ**

до дипломної роботи на здобуття ОКР

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

отримав студент групи У32026

(номер групи)

Слесь Дар'я Сергіївна

(ПІБ)

1 Тема дипломної роботи Підвищення ефективності взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій в умовах демонополізації ринку транспортних послуг

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

2 Термін подання студентом закінченої роботи « 06 » грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до дипломної роботи Схема вантажної станції, схема під'їзних колій  
обсяги вантажної роботи станції, характеристика вантажних фронтів та під'їзних колій,  
технологічний процес роботи станції, техніко-розпорядчий акт станції

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) \_\_\_\_\_

(див. календарний план)

5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу) \_\_\_\_\_

1. Основні положення роботи

2. Масштабний план станції

3. Характеристика вантажних фронтів станції

4. Діаграми вантажопотоків та вагонопотоків станції

5. Технологія вантажної роботи станції

6. Удосконалення взаємодії станції з під'їзними коліями

7. Формалізація технології роботи критого складу вантажного району станції

8. Результати вибору раціонального варіанту параметрів критого складу

9. Добовий план-графік роботи станції

## 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 вантажних станцій в умовах демонополізації ринку перевезень	11.10.2021	1	14
2. Техніко-експлуатаційна характеристика станції та визначення розрахункових обсягів роботи	11.10.2021	2	15
3. Аналіз існуючих техніко-технологічних параметрів станції	08.11.2021	1	9
4. Оцінка параметрів вантажних пунктів станції	08.11.2021	-	13
5. Розробка технологічного процесу роботи станції	08.11.2021	2	10
6. Удосконалення взаємодії станції з під'їзними коліями	06.12.2021	2	10
7. Дослідження технології роботи вантажного району станції методами імітаційного моделювання	06.12.2021	2	14
8. Оцінка експлуатаційних показників роботи станції на основі графоаналітичного моделювання	06.12.2021	2	9
9. Забезпечення безпеки руху під час закріплення составів на станційних коліях	06.12.2021	-	6

Дата видачі завдання: « 01 » вересня 2021 р.

Керівник дипломної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Вернигора Р. В.

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис)

Слесь Д. С.

\_\_\_\_\_

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з вступу, 9 розділів, висновків та 4 додатків. Загальний обсяг тексту – 137 сторінок: основний текст – 120 сторінок, бібліографія, яка включає 74 найменувань – 8 сторінок, додатки – 9 сторінок, 19 рисунки, 37 таблиць.

**Об'єктом досліджень** є процес функціонування вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями.

**Предметом досліджень** є взаємозв'язки між техніко-технологічними параметрами вантажних станцій і експлуатаційними показниками ефективності їх функціонування.

**Метою дослідження** є розробка та оцінка ефективності методів удосконалення техніко-технологічних параметрів вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями у сучасних умовах.

В роботі розглянуто проблеми функціонування вантажних станцій та залізничного транспорту під'їзних колій в сучасних умовах, що характеризуються монополізацією ринку транспортних послуг, визначені основні недоліки в роботі та напрямки їх вирішення, проаналізовано досвід науковців у розробці математичних методів дослідження та удосконалення технічних та технологічних параметрів вантажних станцій.

Апробація методів удосконалення техніко-технологічних параметрів виконано на прикладі вантажної станції К, що обслуговує велике промислове місто та декілька під'їзних колій підприємств. проаналізоване її технічне оснащення та технологія роботи, визначені перспективні обсяги роботи, виконане технічне нормування тривалості виконання технічних та вантажних операцій, виконана перевірка достатності колійного розвитку обсягам роботи. При розробці технології роботи станції запропоновано ряд удосконалень щодо організації взаємодії станції і під'їзних колій. Для удосконалення технології роботи критого складу вантажного району станції К виконано серію експериментів на імітаційній моделі станції з використанням спеціального програмного забезпечення. На основі результатів моделювання визначено найбільш раціональні варіанти організації роботи критого складу при різному вхідному вантажопотоці.

На основі розробленої технології побудовано добовий план-графік роботи станції К та розраховані його показники, також розглянуті питання безпеки руху при закріпленні вагонів на станційних коліях.

**Галузь застосування** – інфраструктура залізничного транспорту України.

**Ключові слова:** ВАНТАЖНА СТАНЦІЯ, ДЕМОНОПОЛІЗАЦІЯ, ПІД'ІЗНА КОЛІЯ, ВАГОНОПОТІК, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ.



# ЗМІСТ

Стор.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ .....	6
ВСТУП.....	8
1 ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ДЕМОНОПОЛІЗАЦІЇ РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ .....	11
1.1 Проблеми та перспективи демонополізації ринку залізничних перевезень .....	11
1.1 Сучасний стан та перспективи розвитку вантажних станцій України..	18
1.2 Залізничний транспорт під'їзних колій підприємств України .....	21
1.3 Напрямки удосконалення роботи вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями .....	27
2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ .....	32
2.1 Характеристика технічного оснащення станції .....	32
2.2 Характеристика вантажних районів станції .....	34
2.3 Характеристика експлуатаційної роботи вантажної станції .....	35
2.4 Технологія обслуговування поїздів та вагонів .....	38
2.5 Визначення обсягів поїзного руху на прилеглих ділянках .....	39
2.6 Визначення добового вагонообігу вантажної станції .....	40
2.7 Визначення розмірів руху маршрутних поїздів .....	43
2.8 Визначення розмірів руху передаточних поїздів .....	45
2.9 Перевірка технічної оснащеності прилеглих ліній .....	46
3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ .....	48
3.1 Технічне нормування тривалості технологічних операцій .....	48
3.2 Оцінка колійного розвитку в парках станції .....	57
4 ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖНИХ ПУНКТИВ СТАНЦІЇ .....	64
4.1 Розрахунок і перевірка параметрів складів вантажного району станції .	64
4.2 Розрахунок і перевірка технічного оснащення складів вантажного району станції .....	66

					0042.206408.ДМР.2021.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Слесь Д. С.				Підвищення ефективності взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій в умовах демонополізації ринку транспортних послуг	Стадія	Аркуш
Керівн.	Вернигора					Н	4
Зав. каф	Березовий М.І					УДУНТ ДІПТ	
Н. контр.	Вернигора Р.В.						
						Аркушів	137

4.3 Нормування тривалості вантажних операцій на складах станції і під'їзних коліях.....	69
5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ.....	72
5.1 Планування роботи станції .....	72
5.2 Організація технічної роботи станції .....	74
5.3 Організація вантажної і комерційної роботи станції .....	78
6 УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЇ З ПІД'ЇЗНИМИ КОЛІЯМИ .....	86
6.1 Технологія подачі і прибирання вагонів на вантажні фронти.....	86
6.2 Удосконалення порядку подачі і прибирання вагонів .....	88
7 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО РАЙОНУ СТАНЦІЇ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	93
7.1 Постановка задачі.....	93
7.2 Модель підсистеми станція – вантажний район .....	94
7.3 Вихідні дані для моделювання .....	102
7.4 Результати моделювання роботи критого складу і їх аналіз .....	103
8 ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ .....	108
9 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПІД ЧАС ЗАКРІПЛЕННЯ СОСТАВІВ НА СТАНЦІЙНИХ КОЛІЯХ.....	112
9.1 Вимоги до закріплення рухомого складу на станції .....	112
9.2 Порядок здійснення контролю за закріпленням вагонів і составів на станційних коліях .....	113
9.3 Регламент і послідовність виконання операцій при закріпленні вагонів і составів на станційних коліях .....	114
9.4 Порядок закріплення вагонів на вантажних фронтах .....	117
ВИСНОВКИ .....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	121
ДОДАТОК А. ВИХІДНІ ДАНІ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	129
ДОДАТОК Б. ДАНІ ДО ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТАНЦІЇ.....	131
ДОДАТОК В. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КРИТОГО СКЛАДУ ..	133
ДОДАТОК Г. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	137

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- АРМ – автоматизоване робоче місце
- АРМ-ПЗ – автоматизоване робоче місце прийомоздавальник
- АРМ-ТВК – автоматизоване робоче місце товарного касира
- АСК – автоматизована система керування
- АСК ВП УЗ-Є – автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (єдина)
- АСК-ВС – автоматизована система керування вантажною станцією
- ББ – біг-беги
- ВС – вантажна станція
- ВР – вантажний район
- ВФ – вантажний фронт
- ГРП – графік руху поїздів
- ДНУЗТ (ДІТ) – Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
- ДСП – черговий по станції
- ДСПГ – черговий по сортувальній гірці
- ДСЦ – маневровий диспетчер
- ЗБВ – завод залізобетонних виробів
- ЗПП – запірно-пломбувальний пристрій
- ЗТПК – залізничний транспорт під’їзних колій
- ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
- ЕПД – електронний перевізний документ
- ЕЦ – електрична централізація
- ЕЦП – електронний цифровий підпис
- ЄС – Європейський союз
- ЄТП – єдиний технологічний процес
- ІОЦ – інформаційно-обчислювальний центр
- КК – козловий кран
- КО – комерційний огляд
- КХЗ – коксохімічний завод
- МВРП – механізований вагоноремонтний пункт

НРМ – навантажувально-розвантажувальні механізми  
ПАТ – публічне акціонерне товариство  
ПК – під’їзна колія  
ПКО – пункт комерційного огляду вагонів  
ПТО – пункт технічного обслуговування вагонів  
РТК – розподілений транспортний комплекс  
РФ – Російська Федерація  
СМО – система масового обслуговування  
СПУ – сітьове планування та управління  
СРСР – Союз Радянських Соціалістичних Республік  
СТЦ – станційний технологічний центр  
США – Сполучені Штати Америки  
ТГНЛ – телеграма-натурний лист  
ТК – товарна контора  
ТЛЦ – транспортно-логістичний центр  
ТО – технічний огляд  
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю  
ТШ – тарно-штучні вантажі  
ЦИМ/СМГС – система стандартів оформлення перевізних документів у міжнародному сполученні  
ЦТЛ – центр транспортної логістики  
LPI – індекс ефективності логістики



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Залізничний транспорт України є однією з найважливіших інфраструктурних галузей економіки та основою транспортної системи України. «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» [1], зокрема передбачає «забезпечення створення рівних та прозорих умов (на ринку) надання транспортних послуг, а саме:

- прийняття нормативно-правових актів щодо лібералізації транспортного ринку та недискримінаційної відкритої конкуренції відповідно до законодавства ЄС;
- гарантування рівноправного, відкритого та прозорого доступу операторам до транспортної інфраструктури;
- розвиток прозорого національного ринку транспортно-експедиційних послуг».

У галузі ж залізничних перевезень передбачається «запровадження механізму допуску до ринку залізничних перевезень перевізників різних форм власності». Реалізація цих на пунктів стратегії вимагає як нормативно-правового забезпечення лібералізації ринку транспортних послуг, так і організаційно-технічних заходів щодо забезпечення ефективної взаємодії усіх учасників цього ринку.

«Стратегія АТ Укрзалізниця на період 2019-2023 роки» [2] передбачає ряд заходів, спрямованих на приведення інфраструктури, технічного оснащення та нормативно-правової документації залізниць у відповідність з сучасними умовами роботи, що характеризуються зростанням конкуренції на ринку транспортних послуг та його демонополізацією, збільшенням приватного парку вагонів, зміною зовнішніх ринків для українських товарів, розвитком міжнародних мультимодальних перевезень тощо. Так, зокрема у 2022 р. планується відкриття доступу до магістральної залізничної інфраструктури незалежним перевізникам.

Рівень конкурентоспроможності і привабливості залізниць на ринку транспортних послуг в значній мірі залежить від якості роботи вантажних

станцій, на яких виконуються операції, пов'язані з прийомом, видачею, завантаженням, вивантаженням, перевантаженням, сортуванням і зберіганням вантажів, оформленням вантажних документів. Саме на вантажних станціях відбувається зародження та погашення основних вантажопотоків, що циркулюють на мережі залізниць.

Аналіз роботи залізниць України показує, що більше 90% всіх вантажних операцій в даний час виконується на під'їзних коліях підприємств [3]. В останні роки суттєво змінились умови взаємодії магістрального залізничного транспорту та промислових підприємств, що є відправниками та отримувачами вантажів залізницею. Однак методи організації взаємодії магістральних станцій та під'їзних колій підприємств все ще не відповідають новим умовам роботи, що призводить до зниження ефективності цієї взаємодії. В цих умовах удосконалення технічного оснащення, технології роботи вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями підприємств є наразі актуальним науково-практичним завданням.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розробка та оцінка ефективності методів удосконалення техніко-технологічних параметрів вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями в сучасних умовах. Поставлена мета досягається в результаті вирішення наступних завдань:

- дослідження сучасних умов функціонування вантажних станцій та під'їзних колій підприємств України;
- аналіз можливих напрямків удосконалення роботи вантажних станцій;
- оцінка техніко-технічного оснащення та технології роботи великої вантажної станції;
- удосконалення роботи вантажної станції з під'їзними коліями;
- удосконалення техніко-технологічних параметрів вантажного району;
- оцінка ефективності запропонованих заходів щодо підвищення ефективності функціонування вантажної станції та її взаємодії з під'їзними коліями.

**Об'єктом досліджень** є процес функціонування вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями.

***Предметом досліджень*** є взаємозв'язки між техніко-технологічними параметрами вантажних станцій і експлуатаційними показниками ефективності їх функціонування.

***Методи дослідження:*** методи системного аналізу, математична статистика та кореляційний аналіз, методи теорії організації експлуатаційної та вантажної роботи залізниць, теорія масового обслуговування, методи імітаційного моделювання, методи сітьового планування та управління, графоаналітичне моделювання технологічних процесів роботи залізничних станцій.

Апробація заходів щодо удосконалення роботи вантажних станцій у магістерському дослідженні виконана на прикладі вантажної станції К (Придніпровська залізниця), що обслуговує велике промислове місто і входить до складу великого залізничного вузла. До станції К примикають декілька під'їзних колій підприємств зі значними обсягами роботи. Значний обсяг вантажної роботи також виконується на вантажному районі станції.

## **1. ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ДЕМОНОПОЛІЗАЦІЇ РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **1.1. Проблеми та перспективи демонополізації ринку залізничних перевезень**

Незважаючи на зниження обсягів перевезення, залізничний транспорт залишається найважливішою складовою транспортної системи України, забезпечуючи майже 56 % загального вантажообігу країни (а без урахування трубопровідного транспорту – 72 %) та більше ніж 30 % загального пасажиробігу [4, 5]. Разом з тим, Укрзалізниця наразі залишається чи не єдиною державною монополією, яку не торкнулись кардинальні реформи щодо зміни технологіко-економічної та організаційної моделі у відповідності до вимог сучасної ринкової економіки. В першу чергу, Укрзалізниця є монополістом на ринку залізничних перевезень, поєднуючи у собі функції як власника інфраструктури та рухомого складу, так і перевізника. Демонополізація ринку залізничних перевезень нині реалізована лише секторі допуску до перевезень приватних вантажних вагонів.

Реформування залізничного транспорту України було формально розпочато у 2006 році з прийняттям «Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту» [6], однак суттєвих змін на ринку залізничних перевезень за 15 років так і не відбулося, що є однією з причин його незадовільного стану в даний час і може призвести до колапсу залізничного транспорту в майбутньому [2]. У цих умовах демонополізація ринку залізничних перевезень є одним із кроків, спрямованих на створення конкурентного середовища в цьому секторі транспортного ринку та підвищення його привабливості для інвесторів, а також пропонується як метод зниження логістичних витрат у відправників вантажу [7, 8].

Додатковим стимулом до реформування залізничної галузі є підписання Україною угоди про асоціацію з Європейським Союзом, згідно з якою Україна взяла на себе зобов'язання щодо імплементації Директиви Європейського Союзу, що передбачають недискримінаційний допуск до залізничної

інфраструктури незалежних перевізників [9]. Зокрема, у сфері залізничного транспорту Україна повинна привести у відповідність своє законодавство стосовно доступу до ринку та інфраструктури (розподіл між управлінням інфраструктурою та транспортними операціями, ліцензування залізничних підприємств, розділення пропускної здатності залізничної інфраструктури і стягнення зборів за користування залізничною інфраструктурою, конкурентоздатність вантажних перевезень [10]. Для імплементації транспортної складової Угоди про асоціацію з ЄС «Національна транспортна стратегія України до 2030 року» передбачає виконання комплексу заходів, серед яких першочерговими є [1]:

- лібералізація ринку залізничних перевезень на основі рівноправного доступу до залізничної інфраструктури та справедливої конкуренції між перевізниками;
- нормативно-правове забезпечення функціонування ринку залізничних перевезень шляхом прийняття нового Закону України “Про залізничний транспорт” та відповідних підзаконних актів;
- запровадження механізму допуску до ринку залізничних перевезень перевізників різних форм власності (ліцензування, сертифікація безпеки);

Разом з тим, «Стратегія АТ Укрзалізниця на період 2019-2023 роки» [2] не передбачає відкриття доступу до магістральної залізничної інфраструктури незалежним перевізникам раніше 2022 р., а, враховуючи відсутність наразі нового Закону України «Про залізничний транспорт», реалізація цієї ініціативи, скоріш за все, буде відкладена. Варто відзначити, що потребу у прийнятті нового закону відзначають усі стейкхолдери залізничної галузі – і вантажовласники, і власники та оператори вагонних парків, і, навіть, правління Укрзалізниці [11]. Наразі на розгляді у Верховній Раді України знаходиться на розгляді законопроект №1196 «Про залізничний транспорт України» (а також його альтернативний варіант №1196-1) [12], розроблений в рамках гармонізації законодавства України та ЄС. Проект презентує нову модель ринку залізничних перевезень, аналогічну європейським залізничним системам. Зо-

крема, передбачається:

- здійснення перевезення пасажирів та вантажів за вільними тарифами перевізниками будь-яких форм власності, які забезпечують тяговий рухомий склад та мають відповідні сертифікати та ліцензії;
- надання доступу до інфраструктури залізничного транспорту загального користування перевізникам на недискримінаційній основі за умови наявності сертифікату безпеки;
- функціонування інфраструктури загального користування, що є державною власністю, яку експлуатує та утримує оператор інфраструктури;
- розвитку інфраструктури загального користування за рахунок інвестиційної складової у тарифі на послуги з доступу до інфраструктури;
- нагляду за недискримінаційним доступом до інфраструктури загального користування регуляторним органом – Національною комісією, що здійснює регулювання в сфері транспорту тарифів на послуги доступу до інфраструктури загального користування;
- надання на конкурентних засадах додаткових та допоміжних послуг інфраструктури (маневрові роботи на станції; постачання палива, сервісне обслуговування);
- врегулювання діяльності власників під'їзних колій шляхом.

Варто відзначити, що кризові явища, що наразі переживають українські залізниці, зовсім не є унікальними – через подібні кризи пройшли залізниці багатьох країн – США, Канади, Європейського Союзу тощо. Очевидно, що при розробці стратегій реформування Укрзалізниці, зокрема, з точки зору лібералізації ринку транспортних послуг та доступу до інфраструктури незалежних перевізників, необхідно враховувати відповідний досвід провідних країн. Наразі у світовій практиці існує три основні моделі організації роботи залізничних компаній та їх конкуренції на ринку залізничних перевезень [8, 13]:

1) *конкуренція на ринку* (рис. 1.1а), коли одночасно функціонують кілька вертикально інтегрованих залізничних компаній, що є власниками інфраструктури та рухомого складу. Така модель реалізована у США, Канаді та Японії.



2) *конкуренція на ринку* (рис. 1.1б) між перевізниками із регульованим доступом до інфраструктури – типова для країн Європейського Союзу. Оператори послуг залізничного транспорту мають рівні умови доступу до інфраструктури, що надається окремою компанією.

3) *конкуренція за ринок* (рис 1.1в), коли певна компанія на підставі конкурсу отримує право надавати послуги із перевезень упродовж певного періоду. Так працюють залізниці Мексики, Бразилії та Аргентини.



Рисунок 1.1 – Моделі конкуренції на ринку залізничних перевезень: а) *вертикально-інтегрована («американська») модель*; б) *горизонтально-розподілена («європейська») модель*; в) *холдингова («змішана») модель*

Враховуючи загальний євроінтеграційний напрям України та Угоду про асоціацію з ЄС зрозумілим є орієнтація реформування українських залізниць відповідно до «європейської» моделі ринку з конкуренцією між перевізниками та регульованим доступом до інфраструктури. При цьому основним документом, що регламентує розвиток інфраструктури, є Директива ЄС 91/440, в якій пропонується відділити функції управління експлуатаційною діяльністю залізниць від інфраструктури та впровадити обов'язковий розподіл їхніх доходів і витрат.

Разом з тим в ЄС можна виділити три різні організаційно-економічні моделі поділу між операційною діяльністю та інфраструктурою [14]:

1) повне розділення (сепарація) – окрема компанія, що регулюється окремим менеджментом (Швеція, Норвегія, Фінляндія, Велика Британія, Данія, Нідерланди, Іспанія, Португалія, Румунія, Болгарія, Греція, Словаччина);

2) інтеграційна модель – юридично і функціонально розділення на управління інфраструктурою та операційною діяльністю, однак в одній холдинговій компанії, якою володіє один власник (Австрія, Бельгія, Словенія, Німеччина, Естонія, Угорщина, Італія, Литва, Латвія, Польща, Італія, Люксембург, Ірландія);

3) гібридна модель – незалежна інфраструктурна компанія, яка делегувала певні повноваження чинному оператору (Франція, Чехія).

Важливим аспектом подальшого розвитку залізничних перевезень в умовах розділення управління інфраструктурою та процесом перевезень вантажів є необхідність зміни підходів до ціноутворення на вантажні перевезення та дотримання термінів доставки вантажу залізницями України [15]. В роботах [16-18] пропонуються різні підходи до тарифікації перевезень та користування залізничною інфраструктурою, наприклад, поділ залізничних ділянок на тарифні категорії і класи.

Впровадження конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень України повинно передбачати його поділ на монопольний та конкурентні сектори. Ця структура досягається при виділенні наступних секторів [8]:

- послуги з надання рухомого складу для перевезень;
- послуги з перевезення вантажів та пасажирів;
- маневрові послуги;
- основні послуги інфраструктури;
- послуги об'єктів обслуговування та доступу до них;
- додаткові послуги інфраструктури залізничного транспорту.

Діюча нормативна база передбачає можливість експлуатації на магістральному залізничному транспорті як приватної локомотивної тяги, так і приватних вагонів. Тому в цій сфері необхідно лише створити умови не-дискримінаційного доступу приватних операторів на ринок.

Новим суб'єктом підприємницької діяльності, поява якого очікується на ринку згідно з проектом Закону про залізничний транспорт [12], є незалежний перевізник. Під терміном «перевізник» розуміється суб'єкт господарювання незалежно від форми власності, який провадить діяльність щодо перевезення вантажів та/або пасажирів, багажу, вантажобагажу залізничним транспортом на умовах публічного договору з використанням належного йому тягового рухомого складу. При цьому послуга з перевезення пасажирів та/або вантажів залізничним транспортом повинна полягати в перевезенні пасажирів та/або вантажів залізничним транспортом між тарифними пунктами відправлення та призначення, що надається перевізником замовнику на умовах договору. Відповідальність за пасажирів та вантаж під час перевезення покладається на перевізника. Поява на ринку багатьох перевізників дозволить створити в секторі конкурентне середовище і встановити ринковий порядок формування вартості послуг. Цим, в умовах критичного зносу магістральних локомотивів, клієнтам залізниці фактично надається право інвестувати в локомотивний парк Укрзалізниці чи розвивати власний.

Для запровадження ефективного вільного ринку залізничних перевезень українська влада має адаптувати діюче законодавство для імплементації Директиви 91/440; при цьому передбачити [13, 19]:

- гарантування відокремленого управління інфраструктурою та перевезеннями;
- надання всім залізничним перевізникам незалежність для комерційної поведінки;
- уникнення передачі допомоги, яка виділяється на інфраструктуру, на перевезення, і навпаки (перехресного субсидування);
- запровадження правил оплати за використання інфраструктури на основі недискримінаційного підходу;
- надання права доступу іноземним групам для виконання міжнародних вантажних і пасажирських перевезень;
- забезпечення виконання зобов'язань щодо громадських пасажирських перевезень.

Водночас необхідно відзначити й суттєві відмінності в умовах роботи залізничного транспорту України та залізниць країн ЄС [14, 20]:

- вантажонапруженість залізниць України істотно перевищує цей показник на залізницях ЄС; для прикладу – вона вища за вантажонапруженість залізниць Німеччини в 4 рази та Польщі в 7 разів;
- Середня відстань перевезень в Україні становить більше 500 км, у той час, як у країнах Європейського Союзу – 200...350 км;
- рівень тарифів на послуги з перевезення вантажів, надає Укрзалізниця, є одним із найнижчих у світі; для прикладу – вартість тонно-кілометра перевезення вантажів залізницею в Україні більш ніж в 11 разів нижча, ніж у Польщі [21];
- рух вантажних поїздів до ЄС переважно виконується за розкладом, тоді як в Україні перевезення вантажів здійснюються без розкладу (за вимогою).

Загалом політика демонополізації на залізничному транспорті України має впроваджуватися з урахуванням національних особливостей реформування та дотримання принципів суспільної ефективності, компромісу, гармонізації та балансу інтересів економічних суб'єктів та клієнтів залізниць.

## 1.2 Сучасний стан та перспективи розвитку вантажних станцій України

«Стратегія АТ Укрзалізниця на період 2019-2023 роки» [2] у якості однієї з ключових цілей передбачає «створення конкурентного перевізника, підготовленого для відкриття ринку вантажних залізничних перевезень». Рівень конкурентоспроможності і привабливості залізниць на ринку транспортних послуг в значній мірі залежить від якості роботи вантажних станцій, на яких виконуються операції, пов'язані з прийомом, видачею, завантаженням, вивантаженням, перевантаженням, сортуванням і зберіганням вантажів, оформленням вантажних документів. Саме на вантажних станціях відбувається зародження та погашення вантажопотоків, що циркулюють на мережі залізниць. Слід також відзначити, що тривалість знаходження вагонів на вантажних станціях під вантажними операціями в істотній мірі впливає на загальний обіг вагону, який є найважливішим якісним показником роботи залізниць – як показує аналіз, понад 50 % обігу вагони перебувають на станціях виконання вантажних операцій і на під'їзних коліях [3]. Крім того, саме на вантажних станціях відбувається безпосередня взаємодія з клієнтами залізничного транспорту: вантажовідправниками і вантажоодержувачами, що накладає додаткові вимоги до якості послуг, що надаються.

На залізничній мережі нашої країни функціонує наразі 1373 станцій, з яких 249 вантажних [22]. Разом з тим, більше 1000 станцій мережі відкриті для виконання вантажних операцій, але переважний обсяг вантажної роботи все ж виконують вантажні станції (ВС). Розподіл вантажних станцій, на яких виконується переважна кількість вантажних операцій, між залізницями України наведено на рис. 1.2 [22]. За останні роки з урахуванням різних факторів (в першу чергу, економічних) на залізницях України відбулася переорієнтація вантажопотоків. В т. ч., відбулося збільшення завантаження напрямків на порти Одеського регіону. Суттєво зросло навантаження на ті станції, які обслуговують великі підприємства металургійної та видобувної промисловості, а також (з урахуванням сезонності) – й зернозаготівельні та зернопереробні підприємства [23].

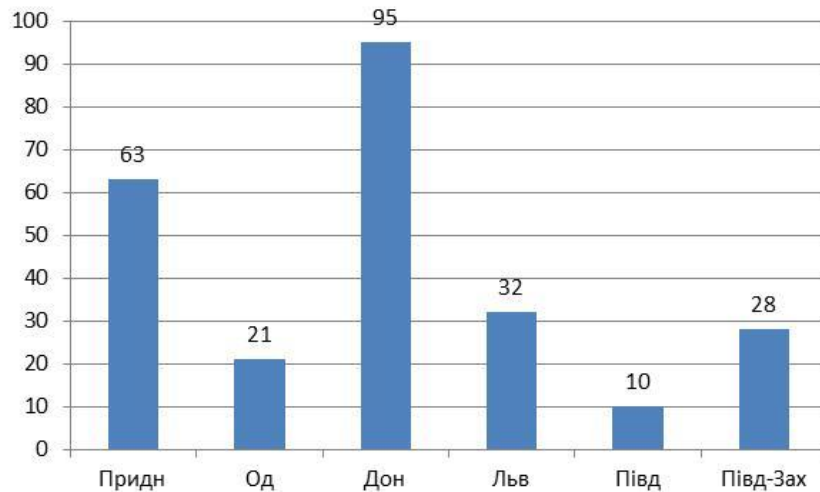


Рисунок 1.2 – Розподіл вантажних станцій по залізницям

В даний час суттєво змінились умови функціонування як залізничного транспорту в цілому, так і вантажних 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 імпортно-експортних перевезень; розширення номенклатури вантажів, в т.ч. і внаслідок їх диверсифікації по відправникам; зростання конкуренції, в першу чергу, з боку автомобільного транспорту, переорієнтацію вантажопотоків, зокрема експортних на морські порти тощо [3].

Разом з тим технологія та технічне оснащення вантажних станцій в останній час демонструють свою невідповідність новим умовам роботи. Так, тривалість знаходження вагонів на вантажних станціях та під'їзних коліях підприємств демонструє тенденцію до зростання. Зокрема, за останні 10 років середній простій вагону під однією вантажною операцією виріс у 2 рази з 33 год. у 2011 р. до 65 год. у 2020 р., що складає більше 30% загального обігу вагону (рис. 1.3) [5, 24].



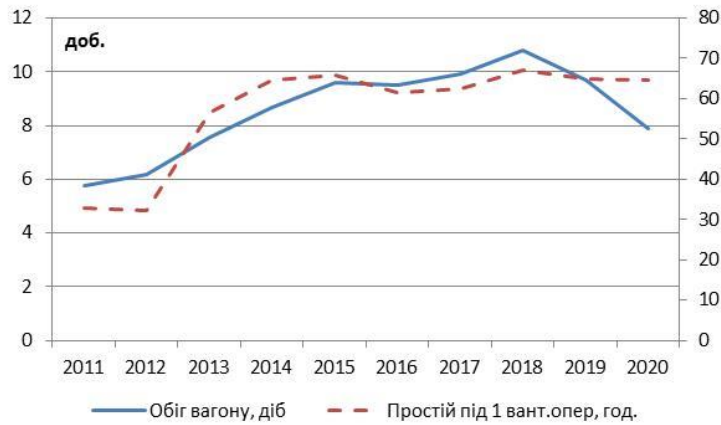


Рисунок 1.3 – Динаміка зміни обігу вагону та простою під 1 вантажною операцією

В цих умовах суттєво підвищуються вимоги до якості роботи вантажних станцій, як основних пунктів зародження і погашення вантажопотоків та безпосередньої взаємодії з вантажовласниками. Так, «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 р.» [1] серед ключових завдань передбачає «проведення суттєвої модернізації наявних та будівництва нових об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури та рухомого складу для задоволення потреб економіки в наданні якісних послуг із перевезень з урахуванням ресурсних та екологічних обмежень, зменшення транспортної складової у вартості продукції».

З метою удосконалення та підвищення ефективності роботи Укрзалізниці як основного перевізника в цілому, та її вантажного сектору, зокрема, «Стратегія АТ Укрзалізниця на період 2019-2023 роки» [2] передбачає створення нової бізнес-вертикалі, структурними елементами якої мають стати 6 вертикалей: корпоративний центр (мозковий), вантажоперевезення та логістики (UZ Cargo); пасажирських перевезень; інфраструктури; виробництва та сервісу; управління непрофільними активами. Порядок взаємодії перевізників вантажів та пасажирів з оператором інфраструктури наведено на рис. 1.4.

Серед основних завдань, що покладаються на оператора вантажних перевезень і логістики UZ Cargo [2]:

- впровадження комплексного обслуговування клієнтів за принципом

«єдиного вікна»;

– перехід від пропозиції «традиційні транспортні послуги» до «задоволення логістичних потреб клієнта з одночасним скороченням витрат і підвищенням дохідності його бізнесу»;

– розробка та систематична актуалізація каталогу послуг, які надаються, та їхніх якісних характеристик з урахуванням вимог клієнтів.

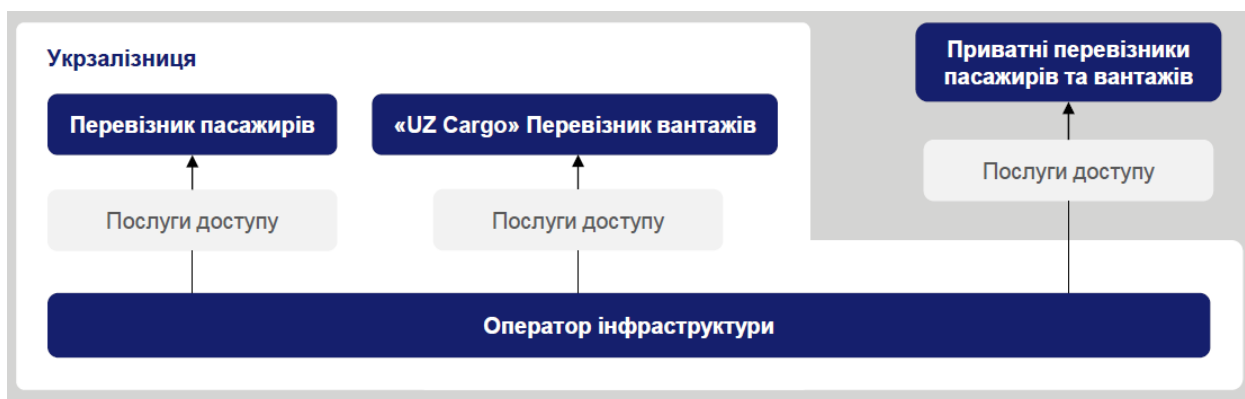


Рисунок 1.4 – Порядок взаємодії операторів перевезень з оператором інфраструктури

Окрім того, до UZ Cargo віднесені усі операції, пов'язані з виконанням вантажних операцій, організацією мультимодальних перевезень, взаємодією з під'їзними коліями підприємств та портів. Таким чином, удосконалення роботи вантажних станцій та налагодження ефективної взаємодії з примикаючими вантажними пунктами є одним з пріоритетних завдань, визначених у [2]. Як, відомо, ефективність функціонування станцій визначається рівнем їх технічного оснащення, технологією роботи і системою керування. У цьому зв'язку особливу актуальність здобувають питання удосконалення як технічного оснащення вантажних станцій, так і технології їх роботи.

### 1.3 Залізничний транспорт під'їзних колій підприємств України

#### 1.3.1 Проблеми функціонування під'їзних колій підприємств

Залізничний транспорт під'їзних колій (ЗТПК) промислових підприємств є важливим елементом в логістичному ланцюзі переміщення матеріальних потоків, так як забезпечує безпосередню взаємодію з передачі вантажів між магістральними залізницями і вантажовласниками. До залізничних під'ї-

зних колій відносяться колії, які з'єднані із загальною мережею залізниць безперервною рейковою ниткою і належать підприємствам, організаціям, установам незалежно від форм власності [25]. Робота ЗТПК передбачає виконання широкого комплексу різноманітних операцій по забезпеченню перевезеннями підприємств і організацій, в т.ч.: приймально-здавальні операції, технічний огляд рухомого складу, перевірка маси вантажу і тари вагонів, сортування та добірка подач вагонів по вантажним фронтам, подача вагонів на вантажні fronti і їх прибирання після виконання вантажних операцій, митний та екологічний контроль вантажів, що відправляються, підготовка вагонів до навантаження та очищення після вивантаження, оформлення перевізних документів на відправляються вагони та ін.

У даний час транспортна система України включає понад 7 тисяч під'їзних колій загальною протяжністю понад 27 тис. км (для порівняння експлуатаційна довжина магістральних залізничних колій складає 21,7 тис. км) [3]. При цьому технічне оснащення ЗТПК деяких великих металургійних підприємств можна порівняти з оснащенням дирекцій залізничних перевезень на магістральному транспорті. Так, розгорнута довжина під'їзної колії ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» становить близько 800 км і включає майже 40 роздільних пунктів, в т.ч. сортувальну станцію з механізованої гіркою, а в інвентарному парку підприємства знаходиться близько 150 маневрових локомотивів.

Аналіз роботи залізниць України показує, що більше 90% всіх вантажних операцій в даний час виконується саме на під'їзних коліях [3]. Таким чином, рівень ефективності та експлуатаційної надійності функціонування залізничного транспорту під'їзних колій здійснює істотний вплив як на роботу магістрального залізничного транспорту, так і на роботу підприємств, що обслуговуються. Слід визнати, що в даний час існуюча система організації експлуатаційної роботи багатьох під'їзних колій та їх взаємодії із залізницями демонструє свою неефективність. За останні роки істотно збільшився час знаходження вагонів на під'їзних коліях, частими стали випадки кидання поїздів на підходах до підприємств через неможливість їх приймання на під'їзні колії, багато

вагонів ушкоджується на під'їзних коліях при виконанні вантажних операцій.

Причини такої ситуації можна сформулювати як невідповідність існуючої технології і технічного оснащення ЗТПК, а також діючої системи організації взаємодії з магістральним транспортом новим ринковим умовам роботи.

### 1.3.2 Нормативно-правова база

В даний час робота ЗТПК в Україні регламентується цілим рядом нормативних документів, основними серед яких є: «Закон України про залізничний транспорт», «Статут залізниць України», «Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України», «Правила технічної експлуатації залізничного транспорту промислових підприємств », «Тарифне керівництво № 1 ». Крім того, експлуатація кожної окремої під'їзної колії здійснюється відповідно до «Інструкції про порядок обслуговування і організації руху на під'їзній колії», а взаємодія під'їзної колії із залізницею виконується на підставі «Договору про експлуатацію під'їзної колії» (у разі обслуговування власним локомотивом підприємства) або «Договору про подачу та забирання вагонів» (при обслуговуванні підприємства локомотивом залізниці). Також взаємодія із залізницею може регламентуватися «Єдиним технологічним процесом роботи під'їзної колії і станції примикання» (ЄТП).

Однак, як показує практика, наявні законодавчі акти в основному регламентують технічні аспекти організації роботи під'їзних колій (порядок утримання пристроїв, безпеку руху і т.д.). У той же час, нормативно-правова база, що регулює технологічно-економічну взаємодію промислового і магістрального залізничного транспорту, не має поки чітких ринкових механізмів. Так, ЄТП роботи більшості підприємств вже морально застаріли і не відповідають сьогоdnішнім умовам роботи, при цьому багато ЄТП розроблені ще в радянські часи. Це призводить до того, що нормативні значення показників, передбачені в ЄТП, підприємствами часто не виконуються. Так, у 2018 р. середній простій вагонів на ПАТ «АрселорМіттал» при нормативі за ЄТП 68 год. досяг рівня 240 год., а по металургійним підприємствам фактичні простой вагонів перевищують нормативні на 125%, на елеваторах – на 260%, на

під'їзних коліях вугільних шахт – на 420% [26].

### 1.3.3 Технічне оснащення

Однією з основних причин неефективної роботи ЗТПК є суттєва зношеність (до 80%) основних технічних засобів: колійного і стрілочного господарства, рухомого складу, вантажних і складських пристроїв [27]. Це призводить до введення на під'їзних коліях обмежень швидкості маневрових переміщень, частим сходам рухомого складу, зламам локомотивів, збільшенню тривалості вантажно-розвантажувальних операцій. На багатьох під'їзних коліях обмеження швидкості встановлено 10 км/год, а на деяких ділянках 5 км/год. Зношеність вантажно-розвантажувальних засобів часто призводить до пошкоджень рухомого складу. Модернізація основних фондів залізничного транспорту під'їзних колій вимагає застосування сучасних науково обґрунтованих методів для вибору комплексу найбільш ефективних та економічно виправданих заходів щодо збільшення його переробної та пропускної здатності.

### 1.3.4 Експлуатаційна робота

В умовах стабільного зростання обсягів перевезень і попиту на вантажні вагони все більше проявляються негативні фактори, які склалися на промислових підприємствах у відношенні до вагонного парку залізниць. Як показує аналіз, промислові підприємства часто використовують рухомий склад нерационально, допускаючи невиправдані технологічними потребами тривалі затримки вагонів на під'їзних коліях. Поелементний аналіз обігу вантажного вагона на залізницях України показує, що близько 42% від загального часу обороту складає знаходження вагонів на станціях виконання вантажних операцій (на Донецькій та Придніпровській залізницях залізниці цей показник досягає 50...60%) [27]. При цьому до 90% зазначеного часу вагони знаходяться на під'їзних коліях підприємств, а простій вагонів магістрального транспорту на під'їзних коліях деяких великих підприємств металургійної і гірничодобувної промисловості сягає 100 годин і більше. [26]. Значно зросли наразі простой на припортових станціях та у портах, зокрема вагонів з зерном [23].

Така ситуація з одного боку пояснюється недостатньою пропускною та

переробною здатністю під'їзних колій, які внаслідок високого ступеня зносу технічних засобів не можуть стабільно освоювати наявні обсяги перевезень. З іншого боку, досить низький розмір плати за простій вагонів на під'їзній колії дозволяє підприємствам використовувати вагони як «склади на колесах», замість того, щоб розвивати власну інфраструктуру.

Слід також відзначити, що вагони, що належать приватним операторам, обробляються на під'їзних коліях значно швидше, ніж вагони власності державних підприємств: так, на під'їзній колії ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» власні вагони знаходяться в середньому 55 год., тобто в 2 рази менше вагонів парку УЗ [28]. Причиною цього є більш жорсткі умови використання приватних вагонів, які встановлюють їхні власники. Крім того, власник вагонів при невиконанні підприємством норм простою може просто розірвати з ним договір на подачу вагонів під навантаження; залізниця ж у відповідності із Статутом зобов'язана забезпечувати потреби в перевезеннях.

Однією з причин затримок вагонів на під'їзних коліях є їх пошкодження в результаті виконання вантажних операцій або через сходи, викликані незадовільним станом колій. При цьому вагон затримується для ремонту до 5 діб і більше. Основні пошкодження вагонів відбуваються на під'їзних коліях портів при виконанні вантажних операцій за допомогою грейферів. Щорічно більше 1,5 тис. вагонів пошкоджуються в портах України, що складає близько 40% від числа всіх випадків пошкодження вагонів на вантажних фронтах [29].

Сучасні умови роботи економіки України характеризуються істотною нерівномірністю перевезень. Однією з причин цього є перехід від системи глобального державного планування до ринкових методів складання планів. При цьому на багатьох підприємствах виробництво продукції виконується «під замовлення» і, відповідно, відправлення вантажів здійснюється вкрай неритмічно. Виконані на ряді підприємств дослідження показали, що для під'їзних колій коефіцієнт місячної нерівномірності по прибуттю в залежності від виду вантажу може коливатися в досить широких межах 1,15...3,15. Разом з тим, по окремих вантажах на під'їзних коліях відхилення максимальних обсягів прибуття від середньодобових значень може досягати 400...500% і більше [30]. При цьому на



під'їзних коліях таких підприємств виникає проблема спорудження додаткових накопичувальних складських ємностей для згладжування нерівномірності прибуття сировини або відправлення готової продукції. В умовах значної зношеності технічних засобів і економії підприємствами коштів на їх модернізацію наявність нерівномірності перевезень призводить до виникнення затримок в обслуговуванні вагонів на під'їзних коліях, появи кинутих поїздів, загального зниження ефективності використання вагонного парку [3].

Істотний вплив на систему організації роботи під'їзних колій в даний час надає наявність у структурі вагонопотоків, що поступають із зовнішньої мережі, вагонів власності різних залізничних операторів і промислових компаній. Наявність власних вагонів призводить до істотного зниження коефіцієнта здвоєних операцій, який для власних вагонів становить близько 1,2 (для загальносистемного парку – 1,5). Причиною цього є заборона власників рухомого складу на використання цих вагонів після вивантаження. Така ситуація призводить до необхідності подачі на підприємства додаткових порожніх вагонів під навантаження готової продукції і, отже, до збільшення вагонообігу під'їзних шляхів, підвищенню завантаженості станцій примикання і підходів.

Існує й ряд інших проблем. Так, завантаженість маневрових локомотивів на деяких під'їзних коліях становить понад 80%. З одного боку це пояснюється чинними обмеженнями швидкості руху, з іншого – великим обсягом маневрової роботи, пов'язаної з сортуванням і добіркою вагонів по роду вантажу, власникам рухомого складу, необхідністю зважування як завантажених, так і порожніх вагонів та ін. Додаткові маневри також виконуються при «викиданні» з потягів, готових до відправлення, вагонів з готовою продукцією, в наслідок недотримання технічних умов завантаження, неправильного оформлення перевізних документів та ін. Поелементний аналіз роботи маневрових локомотивів на ряді під'їзних колій показав, що до 35% робочого часу локомотиви можуть бути зайняті не виконанням маневрів, а перебувають в очікуванні при відкачуванні або відпусканні автогальм. Наслідком цього є істотне збільшення завантаження маневрових локомотивів, що приводить до непродуктивних простоїв вагонів на коліях в очікуванні подачі або прибирання [3, 28].

Детальний аналіз технології роботи деяких під'їзних колій великих підприємств України показав, що найчастіше причиною значних простоїв вагонів є нераціональна організація роботи окремих елементів технологічного процесу. Часто робота на ЗТПК організована «по-старому», без урахування змінених умов. Більш того, в деяких випадках слід, на жаль, констатувати наявність відверто низького рівня трудової дисципліни, недостатньої кваліфікації працівників залізничних цехів підприємств. Відсутність на під'їзних коліях автоматизованих систем номерного обліку вагонного парку та контролю за його дислокацією призводить до додаткових простоїв вагонів в очікуванні складання плану маневрової роботи, напрямку вагонів не за їх призначенням, утруднення складання перевізної документації, нераціонального використання наявного колійного розвитку і парку маневрових локомотивів.

#### **1.4 Напрямки удосконалення роботи вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями**

##### **1.4.1 Підвищення ефективності роботи вантажних станцій за рахунок технологічних заходів**

Технологія роботи ВС пов'язана і з особливостями її конструкції, потужністю колійного розвитку, сортувальними пристроями, маневровими локомотивами тощо. Раціональна технологія взаємодії ВС з ПК дозволяє зменшити обіг вагону та непродуктивні простої, прискорити доставку вантажів, зменшити собівартість переробки та пов'язані з цим експлуатаційні витрати. Питанню вдосконалення технології роботи ВС присвячені роботи [31, 32].

Питання взаємодії з клієнтами, які в сучасних умовах здатні нарощувати обсяги виробництва, залишається актуальним для залізниць [33]. В умовах обмеженості ресурсів і складної економічної ситуації необхідно застосовувати нові підходи до взаємодії залізниці та інших учасників перевізного процесу, зокрема за рахунок системної оптимізації, що дозволить зменшити обіг вагону та скоротити експлуатаційні витрати, пов'язані зі значними простоями на ПК.

Збільшення простоїв і обсягів маневрової роботи, зниження продуктив-

вності локомотивів, збільшення вагонного парку безумовно чинить вплив на роботу станцій, тому в роботі [34] запропоновано застосування методу «структурних технологій» для прийняття рішень оперативним персоналом з метою покращення використання пропускнуєї спроможності станцій. При цьому завантаженість станції менше ніж 50 % вважається стандартною ситуацією, а для інших випадків розроблено алгоритм прийняття раціональних рішень і технологічні заходи з метою повернення ситуації до стандартної. Аналогічна проблема, але для промислових станцій різних типів, вирішена в роботі [35] шляхом розробки технологічних способів вирівнювання завантаженості транспортних елементів на коліях ПК.

В сучасних умовах важливим є й інноваційний підхід до технологічних аспектів обслуговування клієнтів залізничного транспорту [36]: впровадження ресурсозберігаючих технологій, вдосконалення інформаційних технологій на основі впровадження АСК. Застосування теорії кореляції для прогнозування показників роботи ВС запропоновано в роботі [37]. Функціональна схема роботи ВС з великими вантажними комплексами розроблена в роботі [38], а шляхи підвищення їх експлуатаційної надійності охарактеризовано в роботах [39].

Близько 12% усіх залізничних перевезень складає перевезення зерна, навантаження якого здійснюється на великій (більше 500) кількості станцій. У [40] автори пропонують створення вузлових станцій концентрації навантаження зерна для забезпечення відправницької маршрутизації, в першу чергу, у напрямку морських портів.

#### 1.4.2 Підвищення ефективності роботи вантажних станцій за рахунок впровадження конструкційних заходів

В даний час, незважаючи на зменшення загальних обсягів перевезень, обсяги роботи, зокрема, маневрової, багатьох вантажних станцій навіть зросли. Це, в першу чергу пов'язано з необхідністю підбирання вагонів не тільки по вантажним фронтам, але й по власникам вагонів. При цьому виникають проблеми достатності колійного розвитку станцій, удосконалення схем стрі-

лочних горловин та маневрових районів, сортувальних пристроїв. Окрім того, для скорочення тривалості виконання вантажних операцій необхідно удосконалювати як технічне оснащення вантажних пунктів (крани, навантажувачі, вагоноперекидачі), так і складську інфраструктуру (бункери, елеватори, криті та відкриті склади, конвеєри, контейнерні термінали) тощо. При цьому усі реконструкційні заходи повинні бути економічно обґрунтовані та мати прийнятні строки окупності.

Проблемам визначення раціональної ємності колійного розвитку вантажних станцій присвячені роботи [41-43]. Так, в [41] розглянуто питання економічно доцільної кількості колій на станції, тобто її економічної надійності. Задача може бути вирішена шляхом порівняння витрат, які пов'язані з устроєм і утриманням колій на станції, з витратами, що викликані затримками поїздів на підходах до станції. А в роботах [42, 43] розглянуто методи визначення раціональної кількості та довжини сортувальних колій на ВС.

У дослідженні [22] удосконалено метод оцінки відповідності ємності колійного розвитку вантажних станцій вагонопотокам, які на них переробляються, шляхом використання ймовірнісних методів, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє оцінювати використання колійного розвитку з урахуванням нерівномірності перевезень. Окрім того, виконано оцінку доцільності секціонування колій вантажних станцій метою раціонального використання їх недостатньої кількості під час формування багатогрупних поїздів.

При оцінці того або іншого варіанта удосконалення роботи вантажної станції часто необхідно одержати показники роботи станції в різних умовах. Для цих цілей ефективно використовувати методи математичного й імітаційного моделювання [44].

#### 1.4.3 Логістичні підходи до організації роботи вантажних станцій

Однією з актуальних проблем транспортної системи України в цілому та залізничних перевезень, зокрема, є низький рівень ефективності логістики перевезень. Так, індекс ефективності логістики (LPI) для України у 2018 р.

склав 2,84 (66 позиція); для порівняння, для Польщі – 3,58 (28 позиція), а для Німеччини (лідер рейтингу) – 4,20 [45]. Низький рівень розвитку транспортно-логістичних послуг призводить до того, що витрати на транспортування вантажів в Україні досягають 40% загальної вартості продукції (в той час, як у США та країнах Європи – не перевищують 10...15%) [1, 40], що вкрай негативно впливає на конкурентоздатність українських товарів на світових ринках. Як наслідок – колосальні втрати економіки держави від недосконалої системи логістики. В зв'язку з цим вкрай важливо широко впроваджувати сучасні логістичні технології як у процес перевезень в цілому, так і в окремі його елементи, зокрема у роботу вантажних станцій, вантажних терміналів тощо. Це дозволить не тільки знизити собівартість перевезень, але й підвищити привабливість залізниць на ринку транспортних послуг, зокрема, у міжнародному сполученні.

У статті [46] пропонується розглядати залізницю, з точки зору системного підходу як основного принципу логістики, як складну ієрархічну транспортну мета-систему, для ефективного функціонування вантажної станції. Також пропонується створення транспортно-вантажних комплексів, що дозволить утворити місткі складські центри і звільнити клієнтуру від необхідності будувати чи реконструювати свої склади, а наявні площі перепрофілювати для інших цілей. Головні цілі створення транспортно-вантажних комплексів – скорочення термінів доставки вантажів одержувачам. А отже, підвищиться конкурентоспроможність послуг залізниць.

У [47] пропонується розглядати саме логістику як ключ до вирішення проблем. Також наголошує на тому, що важливим фактором забезпечення чіткої технологічної взаємодії промислових підприємств та структур залізничного транспорту в транспортному вузлі є створення логістичної системи транспортного процесу. На залізниці для обробки та побудови налагодженої системи взаємодії з великими промисловими підприємствами буде доцільним в залізничному центрі управління перевезеннями створити сектор логістики, в якому сконцентруються не лише інформаційні ресурси, але й реалізувати-

муться усі технологічні функції по єдиному транспортному комплексу головних вузлів залізниці.

Варто зазначити, що з 2011 р. на Укрзалізниці функціонує Центр транспортної логістики (ЦТЛ), основними завданнями та функціями якого є оптимізація вантажних перевезень в Україні, організація перевезень вантажів у вагонах державних вагонних компаній, вдосконалення системи надання транспортних послуг, поліпшення їх якості, залучення додаткових вантажопотоків. Функціонування філії «ЦТЛ» ПАТ "Укрзалізниця" дозволило переформатувати роботу з клієнтом в рамках використання інформаційних технологій. Тепер вантажовласникові достатньо звернутися в центр для укладання договору, а всі інші операції з організації перевізного процесу відбуваються дистанційно. Таким чином, здійснюється головний принцип роботи з клієнтом-принцип «єдиного вікна» [48].

Важливим напрямком підвищення ефективності логістики залізничних перевезень, в першу чергу, у міжнародному сполученні є створення широкої мережі сучасних високо технологічних транспортно-логістичних центрів (ТЛЦ) та мультимодальних терміналів [1].



## 2 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ РОБОТИ

### 2.1 Характеристика технічного оснащення станції

Станція К (рис. 2.1) є вантажною, яка розташована у великому залізничному вузлі. За обсягом вантажної роботи станція віднесена до першого класу [49]. Станція обслуговує під'їзні колії підприємств великого міста К, а також місця загального користування, які розташовані на вантажному районі станції.

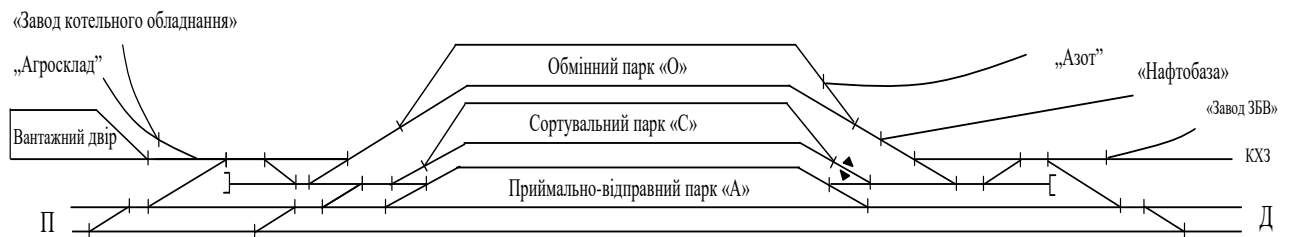


Рисунок 2.1 – Принципова схема вантажної станції К

До станції К примикає два перегони [50]:

- з боку сортувальної станції Д: двоколійна електрифікована ділянка, обладнана двобічним автоблокуванням;
- з боку станції П: двоколійна електрифікована ділянка, обладнана двобічним кодовим автоблокуванням.

Колійний розвиток станції згрупований у три парки, розташованих паралельно один одному [49, 50]:

- 1) приймально-відправний парк „А”;
- 2) сортувальний парк „С”;
- 3) обмінний парк „О”.

Приймально-відправний парк «А» включає 5 колій, призначених для прийому передаточних поїздів, що надходять у розформування зі станції Д, а також для виставки поїздів свого формування, що відправляються на сортувальну станцію. У парку «А» також є витяжна колія №10, що використовується при формуванні подач вагонів і складів поїздів. Корисна довжина колій у приймально-відправному парку «А» складає 660...680 м, що забезпечує розміщення

состава з не менш як 39 вагонів.

Сортувальний парк «С» включає 10 колій і призначений для накопичення подач на вантажні фронти станції і накопичення составів передаточних поїздів, що відправляються зі станції К на сортувальну станцію Д. Крім того, у хвості парку «С» є витяжна колія №№10 і 11, на якій виконується формування подач вагонів на вантажні фронти. Корисна довжина колій у парку відповідає розмірам надходження вагонів на кожне призначення і становить 386....840 м [50].

Обмінний парк «О» включає 5 колій і призначений для прийому та відправлення маршрутів на та з ПАТ „Азот” та ПАТ „Коксохімічний завод (КХЗ)”, а також для накопичення і формування вагонів, які надходять у складі передаточних поїздів і після навантаження на під’їзних коліях ПАТ «Азот» та ПАТ «КХЗ» переставляються у сортувальний парк «С». Далі вони формуються у передаточні поїзди. Корисна довжина колій у парку становить 660....860 м і забезпечує розміщення маршрутних поїздів з 53 вагонів [50].

Стрілки та сигнали парків станції К обладнані пристроями електричної централізації стрілок і сигналів релейного типу з центральними залежностями.

Розформування составів здійснюється на механізованій гірці малої потужності, яка розташована зі східної сторони станції. Сортувальна гірка обладнана пристроями ГАЦ і має одну колію насуву і одну обхідну колію. Сортувальна гірка обладнана двома гальмовими позиціями, з них [50]:

- перша – пучкова, обладнана 1 уповільнювачем типу КНП-5;
- друга – паркова, розташована на сортувальних коліях і обладнана 2-ма уповільнювачами типу РНЗ-2.

Для забезпечення диспетчерського керівництва маневровою роботою й організації прийому і відправлення поїздів сортувальний комплекс обладнаний наступними засобами зв'язку: двосторонній сповіщальний парковий зв'язок; радіозв'язок; внутрішньостанційний розпорядницький прямий телефонний зв'язок.

На станції є механізований вагоноремонтний пункт (МВРП), розташований у передгірочній горловині парку „С”. На МВРП виконується відчепний ремонт вагонів.

На території станції розміщені наступні будинки і споруди [50]:

- пост ЕЦ – в районі пасажирської будівлі;
- пост чергового по гірці (ДСПГ) – на горбі сортувальної гірки;
- пост маневрового диспетчера (ДСЦ) – напроти посту ДСПГ.
- станційний технологічний центр (СТЦ), розташований у східній горловині станції;
- пункт технічного обслуговування вагонів (ПТО), розташований у західній горловині парку „А”;
- пост списування, розташований у східній горловині парку «А»;
- пост сигналіста, розташований у східній горловині парку «А».

## **2.2 Характеристика вантажних районів станції**

Станція К виконує значний обсяг вантажної роботи з обслуговування підприємств і населення міста. Для обслуговування населення і підприємств на станції є вантажний район, розташований послідовно паркові «С». На вантажному районі є наступні місця загального користування [50]:

- критий склад тарно-штучних вантажів, вантажні операції на якому виконуються електронавантажувачами TOYOTA;
- крита платформа для довгомірних і великовагових вантажів, оснащена мостовим краном;
- відкрита площадка для довгомірних і великовагових, оснащеним козловим краном КК-10;
- контейнерна площадка, обладнана козловими кранами КК-6;
- підвищена колія для вивантаження сипучих вантажів, обладнана грейферним краном.

До станції К примикають під’їзні колії 5 підприємств міста [50]:

- ПК №1 – ТОВ «Агросклад» примикає стрілочним переводом № 213 до горловини парку «С». На під’їзній колії ПАТ «Агросклад» виконується навантаження зернових вантажів бункерним способом.
- ПК №2 – ТОВ «Завод котельного обладнання» примикає стрілочним переводом №21. Тут виконується навантаження-вивантаження металопродукту, труб, металолому. Вантажні операції виконуються козловими кранами.

– ПК №3 – ТОВ «Нафтобаза» примикає стрілочним переводом №224 до горловини станції В. До нафтобази надходять цистерни з нафтопродуктами, що вивантажуються на зливальній естакаді;

– ПК №4 – ПАТ «Коксохімічний завод» примикає стрілочним переводом № 228 до горловини парку «О». На КХЗ надходять піввагони з вугіллям, яке вивантажується вагоноперекидачем.

– ПК №5 – ПАТ «Азот» примикає стрілочним переводом №218 горловини парку «О». На Азотпром надходять вагони з аміачною сіллю.

– ПК №6 – ПАТ «Завод залізобетонних виробів», примикає стрілочним переводом № 224 до горловини станції. На ПК №6 надходять вагони з будівельними матеріалами для виробництва залізобетонних виробів (ЗБВ); їхнє вивантаження виконується на підвищеній колії; навантаження ЗБВ виконується за допомогою мостових кранів.

Характеристика технічного оснащення вантажних фронтів станції та під'їзних колій наведено в табл. 2.1.

## **2.3 Характеристика експлуатаційної роботи вантажної станції**

### **2.3.1 Основні операції, які виконуються на станції**

Відповідно до плану формування, графіка руху поїздів, плану вантажної роботи станція К виконує наступні операції:

- пропуск пасажирських поїздів;
- прийом та відправлення приміських та місцевих пасажирських поїздів;
- пропуск вантажних поїздів;
- розформування составів передаточних поїздів, що прибувають із сортувальної станції Д.
- формування передаточних поїздів на станцію Д;
- технічне обслуговування і комерційний огляд составів;
- накопичення і подача вагонів до пунктів навантаження – вивантаження на під'їзні колії станції і вантажний район;
- підбирання вагонів по вантажним фронтам станції;
- подача на колію МВРП вагонів, що вимагають відчіпного ремонту і збирання після ремонту.

Таблиця 2.1 – Характеристика технічного оснащення вантажних фронтів станції та під'їзних колій

Вантажний район	Загальна довжина колій, м	Кількість локомотивів	Вантажний фронт	Добове вивантаження			Добове навантаження			Характеристика вантажних фронтів			
				Тип вантажу	т.	ваг.	Тип вантажу	т.	ваг.	Розміри, м	Місткість, ваг	Тип НРМ	Число НРМ
Вантажний район	-	-	Крилий склад 1	Тарно-шугуні	650	16	Тарно-шугуні	780	19	144 × 30	8	ТОУОТА	18
			Крилий склад 2	Біг-беги	130	7	Біг-беги	175	9	144 × 30	8	ТОУОТА	5
			Крита платформа	Лісоматеріали	340	14	-	-	-	60 × 24	5	Мост. ґран	2
			Відкрита площадка	-	-	-	Металоконстр	780	15	96 × 16	6	КК-10	3
			Контейнерна площадка	Контейнери	210	9	Контейнери	370	15	180 × 16	12	КК-6	3
Вантажний район	-	-	Підвищена колія	Вугілля, пісок	950	15	-	-	-	300 × 11	8	КК-05	3
			Разом по вантажному району		2280	61		2105	58				
			Бункерний склад	Зернові	540	9	-	-	-	60	4	Бункер	1
			Крилий склад	Прод. вантажі	130	4	Прод. вантажі	70	2	60 × 24	4	Hyundai	2
			Бункер	Комбікорм	430	11	-	-	-	90	6	Бункер	1
ВАНТ. Котельня обладнання	1 500	1 ПТМ-5	Разом по ПК№1 „Агросклад”		1100	24		70	2				
			Відкрита площадка 1	Металопродукат	1180	19	-	-	-	180 × 16	12	КК-6	3
			Відкрита площадка 2	Металом	750	13	-	-	-	180 × 16	12	КК-6	3
			Відкрита площадка 3	-	-	-	Труби	1550	24	150 × 16	10	КК-10	2
			Разом по ПК№2 ВАНТ. Котельняне обладнання”		1930	32		1550	24				
Нафтобаза	640	-	Зливна естакада	Нафтопрод.	1650	29	-	-	-	120	8	Зливна ест.	1
			Разом по ПК№3 Нафтобаза		1650	29		-	-				
			Бункерний склад	Вугілля	8900	133	-	-	-	150	10	Вагонопер.	2
			Бункер	-	-	-	Кокс	7320	163	900	60	Бункер	8
			Крилий склад	-	-	-	Сульфат	640	15	72 × 24	5	Hyundai	5
ВАНТ. „КХЗ”	34 250	5 ПТМ-5	Наливна естакада	-	-	-	Бензол	520	9	90	6	Естакада	1
			Разом по ПК№4 ВАНТ. „КХЗ”		8900	133		8480	187				
			Бункерний склад	Амачна сіль	4400	108	-	-	-	450	30	Бункер	2
			Бункер	-	-	-	Азотні добрива	2850	44	380	25	Бункер	3
			Наливна естакада №1	-	-	-	Азотна кислота	450	7	50	3	Естакада	1
„Азотпром”	38 550	8 ТЕМ - 2	Наливна естакада №2	-	-	-	Хлор	420	10	60	4	Естакада	1
			Разом по ПК№5 „Азотпром”		4400	108		3720	61				
			Бункерний склад	Щебінь	860	14	-	-	-	90×11	8	КК-05	3
			Підвищена колія №1	Пісок	920	15	-	-	-	90×11	8	КК-05	3
			Відкрита площадка	Арматура	440	7	ЗБВ	920	23	150×11	5	Мост. ґран	2
Завод „ЗБВ”	1840	-	Разом по ПК№6 „Завод ЗБВ”		2220	108		920	23	-	-	-	-
			Підвищена колія №1	Щебінь	860	14	-	-	-	90×11	8	КК-05	3
			Підвищена колія №2	Пісок	920	15	-	-	-	90×11	8	КК-05	3
			Відкрита площадка	Арматура	440	7	ЗБВ	920	23	150×11	5	Мост. ґран	2
			Разом по ПК№6 „Завод ЗБВ”		2220	108		920	23	-	-	-	-

### 2.3.2 Характеристика маневрової роботи

Маневрова робота з формування, розформування, подачі, збирання і перестановки вагонів виконується двома маневровими тепловозами серії ЧМЕ-3, що обладнані двостороннім радіозв'язком з маневровим диспетчером.

Маневрові локомотиви спеціалізовані по маневровим районам [50].

Локомотив №1 працює в маневровому районі №1 і виконує роботу з розформування-формування составів передаточних поїздів, а також здійснює подачу-прибирання і підбір вагонів на ПК №1 (ТОВ «Агросклад»), ПК №2 (ТОВ «Завод котельного обладнання»). Крім того, подає і забирає вагони на МВРП.

Локомотив №2 працює в маневровому районі №2 і здійснює подачу-прибирання і підбір вагонів на ПК №3 (ТОВ «Нафтобаза») і вантажний район. Також планується, що локомотив №2 буде подавати-прибирати і підбирати вагони на ПК№6 (ПАТ «Завод ЗБВ»). Крім того, виконує розформування подач вагонів після їх прибирання з вантажних фронтів.

Подача і прибирання вагонів на ПК №4 (ПАТ «КХЗ»), та на ПК №5 (ПАТ «Азот») здійснюється власними локомотивами.

Усі маневрові локомотиви обладнані пневматичними приводами для відчіплення від маневрового поїзда з кабіни машиніста.

На маневрових районах станції виконується наступна маневрова робота:

1) у передгірочній горловині парку «С»: заїзд гірочного локомотива під черговий состав; прибирання поїзних локомотивів з колій парку «А» та подача їх під состави, готові до відправлення; насування і розпуск составів з гірки для розформування – формування; підбирання і подача-прибирання вагонів по вантажним фронтам; перестановка готових составів з парку «С» у парк «А»; подача на колію МВРП вагонів, що вимагають відчіпного ремонту і прибирання після ремонту.

2) у вихідній горловині парку «С»: заїзд гіркового локомотива під черговий состав; прибирання поїзних локомотивів з колій парку «А» та подача їх під состави, готові до відправлення; формування подач вагонів на вантажні райони станції; розформування подач вагонів з вантажних районів. перестановка готових составів з парку «С» у парк «А».

## 2.4 Технологія обслуговування поїздів та вагонів

Пасажи́рські поїзди пропусकाються без зупинки по головним коліям №№ I та II. Приміські та місцеві пасажирські поїзди приймаються на колії №№ 1а та 4. Транзитні вантажні поїзди пропусकाються по головним коліям №№ I та II.

Вагони призначенням на вантажні фронти станції надходять у складі передаточних поїздів із сортувальної станції Д в парк «А». Після обробки составів здійснюється їхнє розформування через гірку. У сортувальному парку «С» здійснюється накопичення подач вагонів на вантажні фронти станції. Підбирання місцевих вагонів за пунктами подач виконується на витяжних коліях №10 і №11. Подача вагонів на ПК №4, ПК №5 здійснюється власними локомотивами, на інші вантажні пункти – локомотивами станції.

Після виконання операцій з вивантаження-навантаження на вантажних пунктах здійснюється прибирання вагонів і розформування подач по коліям парку «С» відповідно до прийнятої спеціалізації. При цьому подачі вагонів, що надходять з під'їзних колій №№ 3 і 6 та вантажного району, розформовуються на сортувальній гірці, а подачі, що надійшли з ПК № 2, 4 і 5 – на витяжних коліях.

Після виконання з вагонами операцій по вивантаженню і навантаженню вони надходять на колії накопичення составів передаточних поїздів на сортувальну станцію. Після накопичення составу вагони переставляються в парк «А», де виконується їхня обробка. Після причеплення поїзного локомотива і проби автогальм передаточні поїзди відправляються на сортувальну станцію.

Вагони у складі маршрутних поїздів призначенням на ПК №4 (ПАТ «КХЗ»), та на ПК №5 (ПАТ «Азот») прибувають в обмінний парк «О», там виконується їх технічний та комерційний огляд. Далі на ПК №4 («КХЗ»), та на ПК №5 («Азот») вагони подаються та прибираються власними локомотивами підприємств. Після прибирання з цих під'їзних колій вагонів, готових до відправлення, вони виставляються у обмінний парк «О» власними локомотивами. Далі здійснюється обробка вагонів, прийомо-здавальні операції, причеплення поїзного локомотива, випробування гальм та відправлення згідно призначення.

Виявлені в передаточних поїздах вагони, що вимагають відчіпного ремонту, відповідно до складеного сортувального листка на підставі форми ВУ-23 і крейдової розмітки на вагонах, що наноситься в парку «А» працівниками ПТО,

при розформуванні на сортувальній гірці направляються на колії № 23 і 24 сортувального парку «С» для подальшої їх подачі на МВРП.

При виявленні в парку «С» або на сортувальній гірці вагонів, що вимагають відчіпного ремонту, складачі поїздів, регулювальники швидкості руху вагонів, приймальники поїздів, оператори сортувальної гірки повідомляють номери таких вагонів і виявлені ушкодження маневровому диспетчерові особисто або через ДСПГ. Ушкоджені вагони маневровим локомотивом встановленим порядком передаються на ремонтні колії МВРП. Після ремонту вагони маневровим порядком переставляються через гірку на сортувальну колію відповідно до призначення.

## 2.5 Визначення обсягів поїзного руху на прилеглих ділянках

По головним коліям станції К проходять пасажирські поїзди без зупинки і з зупинкою невеликої тривалості (приміські та пасажирські місцеві). Розміри пасажирського руху наведені у Додатку А (табл. А.1) сумарні розміри руху пасажирських поїздів розраховані у табл. 2.2.

Таблиця 3.2 - Пасажирський поїздопотік станції К

З	На			Разом
	П	Д	К	
П	Х	22	3	25
Д	22	Х	2	24
К	3	2	Х	5
Разом	25	24	5	54

Вантажні транзитні поїзди, що прямують по ділянці Д-П проходять станцію К по головним коліям без зупинки або мають зупинку в парку „А” для обгону їх пасажирськими поїздами. Розміри руху вантажних транзитних поїздів наведено у Додатку А (табл. А.2) сумарні розміри руху вантажних транзитних поїздів розраховані у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Вантажний транзитний поїздопотік станції К

З	На		Разом
	П	Д	
П	Х	23	23
Д	25	Х	25
Разом	25	23	48



## 2.6 Визначення добового вагонообігу вантажної станції

### 2.6.1 Визначення обсягів вантажної роботи станції

Вантажна станція К виконує значний обсяг вантажної роботи, яка пов'язана з вивантаженням і навантаженням вагонів. На станції розташовується вантажний район, який включає: критий склад тарно-штучних вантажів, криту платформу, відкриту площадку для великовагових вантажів, контейнерну площадку і підвищену колію для навалочних і сипучих вантажів. До станції К примикають 6 під'їзних колій: ТОВ «Агросклад», ТОВ «Завод котельного обладнання», ПАТ «Коксохімічний завод», ТОВ «Нафтобаза», ПАТ «Азот» та ПАТ «Завод залізобетонних виробів». За вихідними даними розраховано загальні обсяги вантажної роботи станції К (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Добовий обсяг вантажної роботи станції К

Вантажний район	Вантаж	Вивантаження, <i>m</i>	Навантаження, <i>m</i>
Критий склад	Тарно-штучні	650	780
	Біг-беги	130	175
Крита платформа	Лісоматеріали	340	0
Відкрита площадка	Металоконструкції	0	780
Контейнерна площадка	Контейнери	210	370
Підвищена колія	Пісок, вугілля	950	0
ПК №1 ТОВ «Агросклад»	Зернові вантажі	540	0
	Прод.вантажі	130	70
	Комбікорм	430	0
ПК №2 ТОВ «Завод котельного обладнання»	Металопрокат	1180	0
	Металолом	750	0
	Труби	0	1550
ПК №3 ТОВ «Нафтобаза»	Нафтопродукти	1650	0
ПК №4 ПАТ «Коксохімічний Завод»	Вугілля	8900	0
	Кокс	0	7320
	Сульфат амонія	0	640
	Бензол	0	520
ПК №5 ПАТ «Азот»	Аміачна сіль	4400	0
	Азотні добрива	0	2850
	Азотна кислота	0	450
	Хлор	0	420
ПК №6 ПАТ «Завод ЗБВ»	Щебінь	860	0
	Пісок	920	0
	Арматура	440	0
	ЗБВ	0	920
Разом по станції	-	22480	16845

Для заданих вантажів (табл. 2.4) приймається найекономічніший тип рухомого складу, що забезпечує збереження вантажу, найбільше статичне навантаження і можливість використання вагонів під навантаження у порядку здвоєних вантажних операцій. При цьому необхідно керуватися Технічними умовами вантаження і кріплення вантажів [51]. Результати вибору типу рухомого складу зведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Вибір типу рухомого складу для перевезення вантажів

Найменування вантажу	Рід вагону	Вантажо- підйом- ність, <i>t</i>	Об'єм кузова, <i>м</i> <sup>3</sup>	Технічна норма завантаження, <i>t</i>
Тарно-штучні	критий	64	120	42
Біг-беги	критий	64	120	20
Лісоматеріали	піввагон	65	70,5	25
Металоконструкції	піввагон	65	70,5	53
Контейнери	піввагон	65	70,5	25
Зернові вантажі	зерновоз	65	93	60
Прод.вантажі	критий	40	102,2	35
Комбікорм	зерновоз	40	102,2	40
Металопрокат	піввагон	65	70,5	65
Металолом	піввагон	65	70,5	60
Труби	піввагон	65	70,5	65
Щебінь	піввагон	65	70,5	64
Пісок	піввагон	65	70,5	64
Арматура	піввагон	65	70,5	66
ЗБВ	піввагон	65	70,5	40
Нафтопродукти	цистерна	60	61,2	58
Вугілля	піввагон	65	70,5	67
Кокс	піввагон	65	70,5	45
Сульфат амонія	критий	64	120	44
Бензол	цистерна	60	61,2	60
Аміачна сіль	піввагон	65	70,5	41
Азотні добрива	мінераловоз	65	70,5	66
Азотна кислота	цистерна	60	61,2	65
Хлор	цистерна	60	61,2	42

## 2.6.2 Визначення потрібної кількості вагонів для перевезення

Кількість вагонів визначається по кожному роду вантажу по прибуттю і відправленню по формулі:

$$n = \frac{Q_{\text{сум}}}{P_{\text{техн}}} \quad (2.1)$$

де  $P_{\text{техн}}$  - технічна норма завантаження вагонів, *t*.

Обсяги добового вивантаження і навантаження вагонів наведені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Обсяги добового навантаження-вивантаження вагонів

Вантажний район	Найменування вантажу	Вивантаження				Навантаження			
		Обсяг, $t$	Рід вагону	$P_{\text{тех}}, t$	Кіл. ваг	Обсяг, $t$	Рід вагону	$P_{\text{тех}}, t$	Кіл. ваг
Критий склад	Тарно-штучні	650	кр	42	16	780	кр	42	19
	Біг-беги	130	кр	20	7	175	кр	20	9
Крита платформа	Лісоматеріали	340	пв	25	14	0	-	-	0
Відкрита площадка	Металоконстр.	0	-	-	0	780	пв	53	15
Контейнерна	Контейнери	210	пв	25	9	370	пв	25	15
Підвищена колія	Вугілля, пісок	950	пв	64	15	0	-	-	0
Разом по вантажному району		2280	-	-	61	2105	-	-	58
ПК1 Агросклад	Зернові вантажі	540	зв	60	9	0	-	-	0
	Прод.вантажі	130	кр	35	4	70	кр	35	2
	Комбікорм	430	зв	40	11	0	-	-	0
Разом по ПК1		1100	-	-	24	70	-	-	2
ПК2 Завод котельного обладнання	Металопрокат	1180	пв	65	19	0	-	-	0
	Металолом	750	пв	60	13	0	-	-	0
	Труби	0	-	-	0	1550	пв	65	24
Разом по ПК2		1930	-	-	32	1550	-	-	24
ПК3 Нафтобаза	Нафтопродукти	1650	цс	58	29	0	-	-	0
Разом по ПК3		1650	-	-	29	0	-	-	0
ПК4 КХЗ	Вугілля	8900	пв	67	133	0	-	-	0
	Кокс	0	-	-	0	7320	пв	45	163
	Сульфат амонія	0	-	-	0	640	кр	44	15
	Бензол	0	-	-	0	520	цс	60	9
Разом по ПК4		8900	-	-	133	8480	-	-	187
ПК5 Азот	Аміачна сіль	4400	пв	41	108	0	-	-	0
	Азотні добрива	0	-	-	0	2850	мв	66	44
	Азотна кислота	0	-	-	0	450	цс	65	7
	Хлор	0	-	-	0	420	цс	42	10
Разом по ПК5		4400	-	-	108	3720	-	-	61
ПК6 ЗБВ	Щебінь	860	пв	64	14	0	-	-	0
	Пісок	920	пв	64	15	0	-	-	0
	Арматура	440	пв	66	7	0	-	-	0
	ЗБВ	0	-	-	0	920	пв	40	23
Разом по ПК6		2220	-	-	36	920	-	-	23
Разом по станції		22480	-	-	423	16680	-	-	355

### 2.6.3 Розрахунок забезпечення навантаження порожніми вагонами

Після вивантаження вагони подаються під навантаження або відправляються порожніми на сортувальну станцію. Вагони, які бракують, подаються на

вантажну станцію з сортувальної у складі передаточних поїздів. Для визначення забезпечення навантаження порожніми вагонами складемо балансову таблицю розподілу порожніх вагонів між вантажними фронтами (табл. 2.7).

Добовий вагонообіг станції визначається по формулі:

$$n = n_{\text{приб}} + n_{\text{отпр}} \quad (2.2)$$

де  $n_{\text{приб}}$ ,  $n_{\text{отпр}}$  – відповідно, число прибулих і відправлених вагонів.

Таким чином, вагонообіг станції складе:  $n = (403+108)+(304+207)=1022 \text{ ваг.}$

## 2.7 Визначення розмірів руху маршрутних поїздів

Найбільш масові вантажі, що вивантажуються та навантажуються на станції К доцільно перевозити у складі маршрутних поїздів. Це дещо збільшує величину простою вагонів на коліях станції під накопиченням, але значно зменшує час доставки вантажу за рахунок зменшення кількості переробок на технічних станціях. На станції К у складі маршрутних поїздів прибуває вугілля на ПАТ «КХЗ» з напрямку Д та аміачна сіль прибуває на ПАТ «Азот» з напрямку П. Оскільки обсяг навантаження коксу на ПАТ «КХЗ» та мінеральних добрив на ПАТ «Азот» досить значний, ці вантажі також доцільно відправляти маршрутами на П.

Кількість вагонів у складі маршрута розрахуємо за формулою:

$$m_{\text{марш}}^{\text{max}} = \frac{L_{\text{кор}} - L_{\text{лок}} - a}{l_{\text{ваг}}} \quad (2.3)$$

де  $L_{\text{кор}}$  - корисна довжина колій ( $L_{\text{кор}}=850\text{м}$ );

$L_{\text{лок}}$  - довжина локомотива (для ВЛ8  $L_{\text{лок}}=28\text{м}$ );

$a$  - поправка на неточність установки ( $a=10\text{м}$ );

$l_{\text{ваг}}$  - середня довжина вагона ( $l_{\text{ваг}}=15\text{м}$ ).

$$m_{\text{марш}}^{\text{max}} = \frac{850 - 28 - 10}{15} = 54 \text{ваг}$$

Максимальна допустима маса маршрутного поїзда становить  $4000t$  (див. Додаток А). Виходячи з цієї умови, максимальна кількість вагонів у складі маршрутного поїзда становить:

Таблиця 2.7 – Розподіл порожніх вагонів між вантажними пунктами станції

Пункти вивантаження	Пункти навантаження	Вантажний район				ПК1	ПК2	ПК6	ПК4			ПК5			Порожні на Д			Всього на Д	Всього на К
		тарно-шт	б-б	мет. конс.	конт				кокс	сульфат	бензол	добр	кислота	хлор	на Д				
															нв	пс	зв		
Вантажний район	Тип вагонів	кр	кр	нв	нв	кр	нв	нв	кр	пс (бенз)	мв	пс (кисл)	пс (хл)	нв	пс	зв			
	Кількість	19	9	15	15	2	24	23	163	15	44	7	10	107	29	20	304	207	
	кр	16																	
	кр	7	7																
	нв	14		14															
	контейнери	9			9														
	вугілля, пісок	15		1	6									8					
	зерно	9														9			
	прод.вантажі	4	2			2													
	комбикорм	11														11			
ПК2	прокат	19					19												
	металолом	13					5							8					
ПК6	щебінь	14						14											
	пісок	15						9						6					
	арматура	7												7					
ПК3	нафтопрод.	29													29				
ПК4	вугілля	133							133										
Порожні з Д	амм. сіль	108							30										
	кр	18	3							15									
	пс (бенз)	9									9								
	мв	44									44								
Всього з Д	пс (кисл)	7										7							
	пс (хлор)	10											10						
	Всього з Д	403																	
Всього з К		108																	

$$m = \frac{Q_{бр}}{q_{бр}} \quad (2.4)$$

де  $q_{бр}$  - середня маса брутто вагона.

Виходячи з фізичних властивостей вантажів (густини), кількість вагонів у маршрутах з коксом, та аміачній сіллю визначаємо по довжині поїзда (оскільки густина цих вантажів відносно невелика), а для перевезення вугілля, та мінеральних добрив - по масі поїзда. Кількість маршрутів визначаємо за формулою:

$$N = \frac{n}{m_{марш}} \quad (2.5)$$

де  $n$  – середньодобовий вагонопотік з даним вантажем (табл. 2.4).

Розрахунки приведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Визначення розмірів руху маршрутних поїздів

Назва ПК	Вантаж	Напрямок	Тип вагона	$P_{тех}, m$	Тара, $m$	Маса вагона, $m$	Склад маршр., $ваг.$	Маса состава, $m$	$n$ , $ваг.$	$N$ , $поїздів$
КХЗ	вугілля	з Д	пв	67	22	89	45	4000	133	2,95
	кокс	на П	пв	45	22	67	54	3620	163	3,02
Азот	сіль	з П	пв	41	22	63	54	3400	108	2,00
	добриво	на П	мв	66	24	90	44	3960	44	1,00

## 2.8 Визначення розмірів руху передаточних поїздів

Вагони надходять на вантажну станцію К з сортувальної станції Д і відправляються на сортувальну станцію у складі передаточних поїздів. Для визначення кількості поїздів, що прибувають і відправляються, необхідно розрахувати число вагонів у складі передаточного поїзда.

Оскільки передаточні поїзди фактично прямують із змінною величиною складу, то розрахунок розмірів руху проводять через оптимальний склад, величину якого визначають по мінімуму витрат на локомотиво- і вагоно-години по формулі [52]:

$$m_{пер} = \sqrt{\frac{(2L + V \cdot \Sigma t_{cm}) N_{доб} \cdot e_{л-г}}{24 \cdot V \cdot e_{г-г}}} \quad (2.6)$$

де  $L$  – довжина перегону між сортувальною і вантажною станціями;

$V$  – середня швидкість руху передаточних поїздів;

$\Sigma t_{\text{ст}}$  – тривалість знаходження локомотива на сортувальній і вантажній станціях одного обороту;

$N_{\text{доб}}$  – середньодобове число вагонів, що прибувають;

$e_{\text{л-г}}$  – приведена вартість і локомотиво-години роботи локомотива

$e_{\text{в-г}}$  – приведена вартість і вагоно-години.

Згідно з вихідними даними (Додаток А)  $L=25$  км,  $V = 45$  км/год,  $\Sigma t_{\text{ст}} = 2$  год,  $e_{\text{л-г}} = 550,6$  грн,  $e_{\text{в-г}} = 6,5$  грн,  $N_{\text{доб}} = 270$  ваг (табл. 3.6).

$$m_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{(2 \cdot 25 + 45 \cdot 2) 270 \cdot 550,6}{24 \cdot 45 \cdot 6,5}} = 39 \text{ вагонів}$$

Кількість передаточних поїздів, що прибувають на вантажну станцію з сортувальної в середньому за добу, визначається по формулі:

$$n_{\text{пер}} = \frac{N_{\text{доб}}}{m_{\text{пер}}} \quad (2.7)$$

Так число вагонів, що прибувають і відправляються, однакове, то кількість передаточних поїздів, що прибувають і відправляються, складе:

$$n_{\text{пер}} = \frac{270}{39} = 6,9 \approx 7 \text{ поїздів}$$

Таким чином, з сортувальної станції Д прибуває на станцію К щодоби 7 передаточних поїздів і стільки ж відправляється у зворотньому напрямку.

## 2.9 Перевірка технічної оснащеності прилеглих ліній

Число головних колій на підходах до станції залежить від потрібної пропускної спроможності ліній. Потрібна пропускна спроможність лінії визначається за формулою:

$$N_n = \alpha(N_{\text{ван}} + N_{\text{пас}} \cdot E_{\text{пас}} + N_{\text{зб}}(E_{\text{зб}} - 1)) \quad (2.8)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт резерву пропускної спроможності,  $\alpha = 1,2$ ;

$N_{\text{ван}}$  - число вантажних поїздів на даній лінії (з урахуванням збірних, маршрутних та передаточних);

$N_{\text{пас}}, N_{\text{зб}}$  - число пасажирських та збірних поїздів на даній лінії;

$E_{\text{пас}}, E_{\text{зб}}$  - коефіцієнт з'йому вантажних поїздів, відповідно, пасажирськими і збірними поїздами ( $E_{\text{пас}} = 1,5$ ;  $E_{\text{зб}} = 2$ ).

Розрахуємо потрібну пропускну спроможність прилеглих до станції Б ліній:

$$\text{Лінія Д-К} \quad N_{\text{ван}}^{\text{пар}} = (25+3+7)=35 \quad N_{\text{ван}}^{\text{непар}} = (23+7)=30 \quad N_{\text{пас}} = 24 \quad N_{\text{зб}} = 0$$

$$N_{\Pi} = 1,2 \cdot (35 + 24 \cdot 1,5 + 0 \cdot (2 - 1)) = 86 \text{ пар поїздів}$$

$$\text{Лінія П-К} \quad N_{\text{ван}}^{\text{пар}} = (25+4)=29 \quad N_{\text{ван}}^{\text{непар}} = (23+2)=25 \quad N_{\text{пас}} = 25 \quad N_{\text{зб}} = 0$$

$$N_{\Pi} = 1,2 \cdot (29 + 25 \cdot 1,5 + 0 \cdot (2 - 1)) = 80 \text{ пар поїздів}$$

Розрахуємо потрібну пропускну здатність також для під'їзної колії, по якій подаються вагони на ПАТ «Азот» та ПАТ «Коксохімічний завод».

$$\text{Лінія ПК-К} \quad N_{\text{ван}}^{\text{пар}} = (3+2)=5 \quad N_{\text{ван}}^{\text{непар}} = (3+1)=4 \quad N_{\text{пас}} = 0 \quad N_{\text{зб}} = 0$$

$$N_{\Pi} = 1,2 \cdot (5 + 0 \cdot 1,5 + 0 \cdot (2 - 1)) = 6 \text{ пар поїздів}$$

Число головних колій на прилеглих до станції лініях і технічні засоби регулювання інтервалів між поїздами приймаються залежно від розрахованої потрібної пропускну спроможності згідно [53].

Виходячи з цього, лінії Д-К та П-К повинні бути двоколіїні, обладнані автоблокуванням. Таке технічне оснащення відповідає існуючому. Під'їзна колія на ПАТ «Азот» та ПАТ «Коксохімічний завод» – одноколійна.



### 3 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТАНЦІЇ

#### 3.1 Технічне нормування тривалості технологічних операцій

Технічне нормування тривалості основних операцій технологічного процесу станції є однією з головних умов злагодженої роботи окремих систем вантажної станції К. До них можна віднести приймально-відправний парк «А», сортувальний парк «С» і обмінний парк «О». Для проведення розрахунків, пов'язаних з нормуванням основних операцій, була використана методика, запропонована в [54], а також враховані вимоги [55].

##### 3.1.1 Технічне нормування тривалості операцій в приймально-відправному парку «А»

На вантажну станцію К у приймально-відправний парк «А» прибувають поїзди у розформовування, де з ними виконуються операції:

- прийом поїздів на відповідну колію;
- закріплення составу;
- відчеплення поїзного локомотива;
- обробка составів бригадою ПТО
- витягування составів на витяжну колію;
- перестановка составів свого формування з сортувального парку на колії відправлення;
- технічний огляд состава свого формування;
- причеплення поїзних локомотивів до поїздів свого формування;
- прийом транзитних поїздів зі всіх напрямків для їх обгону;
- випробування автогальм;
- відправлення поїздів.

Час заняття маршруту при прийманні поїзда в парк «А» визначається по формулі:

$$t_{\text{пр}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot l'_{\text{ол}}}{V} + \frac{0,06 \cdot (l''_{\text{ол}} + L_{\text{вх}})}{V_{\text{вх}}}, \text{ хв.} \quad (3.1)$$

де  $t_m$  – час на приготування маршруту, хв.;

$l_{\text{бл}}', l_{\text{бл}}''$  – довжини блок-ділянок, м;

$V$  – встановлена швидкість проходження по перегону, 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;

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

$$L_{\text{вх}} = l_c + l_{\text{гор}} + l_{\text{п}}, \quad (3.2)$$

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

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

$l_{\text{п}}$  – довжина поїзда, м.

$$l_{\text{п}} = m_c \cdot l_{\text{в}} + l_{\text{л}} \quad (3.3)$$

де  $m_c$  – склад поїзда, ваг.;

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

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

Згідно до вихідних даних, наведених у Додатку А.3  $l_{\text{бл}}' = 1000$  м,  $l_{\text{бл}}'' = 1200$  м,  $V = 72$  км/год,  $V_{\text{вх}} = 35$  км/год, згідно з рекомендаціями, наведеними у [54]  $t_m = 0,15$  хв.,  $l_c = 300$  м (електрична тяга),  $l_{\text{в}} = 15$  м,  $l_{\text{л}} = 28$  м (для ВЛ8) [56], згідно з масштабним планом станції БК  $l_{\text{гор}} = 1175$  м (рис. 3.1), відповідно до розрахунків, виконаних у розділі 2,  $m_{\text{мар}} = 54$  вагона,  $m_{\text{пер}} = 39$  вагонів.

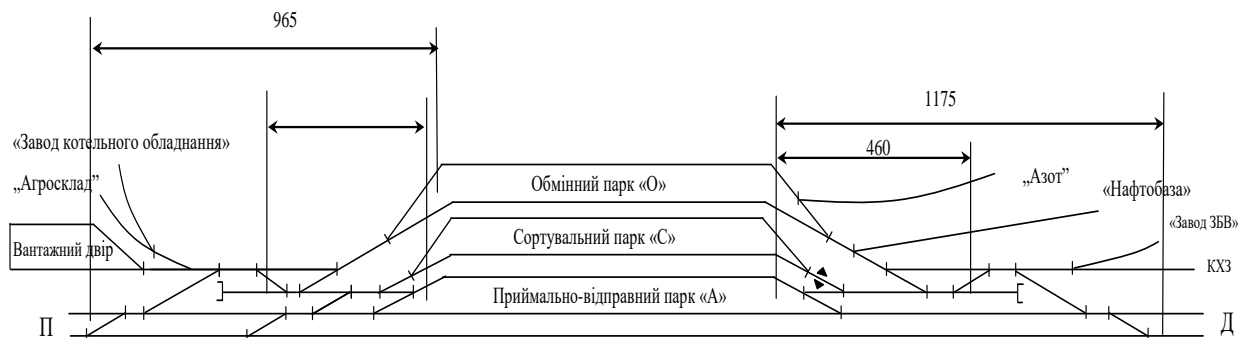


Рисунок 3.1 – Схема станції К

$$l_{\text{мар}} = 54 \cdot 15 + 28 = 838 \text{ м}$$

$$l_{\text{перед}} = 39 \cdot 15 + 28 = 613 \text{ м}$$

$$L_{\text{вх}} = 300 + 1175 + 838 = 2313 \text{ м}$$

$$L_{\text{вх}} = 300 + 1175 + 613 = 2088 \text{ м}$$

$$t_{\text{пер}}^{\text{пр}} = 0,15 + \frac{1000 \cdot 0,06}{72} + \frac{0,06(1200 + 2313)}{35} = 6,02 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{мар}}^{\text{пр}} = 0,15 + \frac{1000 \cdot 0,06}{72} + \frac{0,06(1200 + 2088)}{35} = 6,3 \text{ хв.}$$

Час, пов'язаний з закріпленням рухомого складу на коліях приймально-відправного парка визначається за формулою:

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot n + 0,01 \cdot l_{\text{прох}} \quad (3.4)$$

де  $n$  – середня кількість гальмових башмаків, що укладається під состав;

$l_{\text{прох}}$  – середня відстань, яку проходить сигналіст при закріпленні составу, м.

Згідно до Додатку А  $n = 10$ ,  $l_{\text{прох}} = 80 \text{ м}$

$$t_{\text{зак}} = 0,08 \cdot 10 + 0,01 \cdot 80 = 1,6 \text{ хв} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{зак}} = 2 \text{ хв.}$$

Час, необхідний на обробку состава передаточного поїзда без ремонту бригадою ПТО, визначається за формулою:

$$t_{\text{обр}} = \frac{\tau' \cdot m}{K_{\text{гр}}} + a \quad (3.5)$$

де  $\tau'$  – середня тривалість технічного огляду одного вагону без ремонту, хв.

$m$  – кількість вагонів у складі передаточного поїзду;

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

$a$  – час підготовчо-заклучних операцій, хв.

Згідно до рекомендацій [54]  $\tau' = 0,9 \text{ хв.}$ ,  $a = 2,4 \text{ хв.}$ , а відповідно до Додатку А.4  $K_{\text{гр}} = 1$ .

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,9 \cdot 39}{1} + 2,4 = 37,5 \text{ хв} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{обр}} = 37,5 \text{ хв.}$$

Тривалість обробки состава з ремонтом бригадою ПТО:

$$t_{\text{обр}} = \frac{\tau \cdot m}{K_{\text{ГР}}} + \alpha \cdot t_{\text{рем}} + a \quad (3.6)$$

де  $\alpha$  - частка составів, що вимагають трудомісткого безвідчепного ремонту;

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

Згідно до рекомендацій [54]  $\alpha = 0,2$ ;  $t_{\text{рем}} = 20,0$  хв. Тривалість обробки состава бригадою ПТО у парку «А» становить:

$$t_{\text{обр}} = \frac{0,9 \cdot 39}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,40 = 41,5 \text{ хв}$$

Час на перестановку состава з сортувального парку «С» визначається в залежності від довжини піврейсу перестановки за формулою:

$$t_{\text{пер}} = a + bm \quad (3.7)$$

де  $a$ ,  $b$  – розрахункові коефіцієнти, що залежать від довжини пів рейсу перестановки та визначається згідно до [54];

$m$  – кількість вагонів у маневровому составі (передаточному поїзді).

Виходячи з довжини горловин станції К (рис. 3.1.),  $l_{\text{п/р}} = 613 + 345 = 958$  м (звідси  $a = 2,1$  та  $b = 0,038$ ). Таким чином,  $t_{\text{пер}} = 2,1 + 0,038 \cdot 39 = 3,58$  хв.

Час на випробування автогальм:

$$t_{\text{агм}} = 3 + 0,14 \cdot m \quad (3.8)$$

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot 39 = 8,5 \text{ хв}$$

Час на відправлення поїзда визначається по формулі:

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{м}} + \frac{0,06 \cdot L_{\text{вих}}}{V_{\text{вих}}} \quad (3.9)$$

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

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

$$L_{\text{вих}} = l_{\text{гор}} + l_{\text{п}} \quad (3.10)$$

Для передаточного поїзда маємо:  $L_{\text{вих}} = 1175 + 613 = 1788$  м.

Відповідно до Додатку А.3  $V_{\text{вих}} = 35$  км/год, звідси:

$$t_{відп}^{пер} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1788}{35} = 3,22 \text{ хв};$$

3.1.2 Технічне нормування тривалості операцій по розформуванню составів на сортувальній гірці

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

- заїзду гіркового локомотива у парк «А» за составом  $t_3$ ;
- прибирання гальмових башмаків  $t_{гб}$ ;
- витягування состава на витяжну колію  $t_{вит}$ ;
- насуву состава на вершину гірки  $t_{нас}$ ;
- розпуску состава на сортувальній гірці  $t_{роз}$ ;
- осадження состава у сортувальному парку  $t_{ос}$ .

Час на заїзд визначається як сума тривалості напіврейсів заїзду. Тривалість маневрового напіврейсу визначається за формулою (3.7):

Довжина першого напіврейса заїзд маневрового локомотива під состав складає  $L_1 = 460 \text{ м}$  (рис. 3.1.), звідси  $a=1,32$  [54].

Довжина другого напіврейса витягування состава на витяжну колію:

$$L_2 = 460 + 613 = 1073 \text{ м}$$

$$t_{вит} = 1,32 + 0,026 \cdot 39 = 2,4 \text{ хв.}$$

Тривалість насуву составу на вершину гірки визначається по формулі:

$$t_{нас} = 1,417 + 0,068 \frac{l_{нас} - 60}{10} \quad (3.11)$$

де  $l_{нас}$  – відстань насуву  $l_{нас} = 613 + 280 = 893 \text{ м}$

$$t_{нас} = 1,417 + 0,068 \frac{893 - 60}{10} = 7,08 \text{ хв};$$

Час на розпуск состава на гірці визначається по формулі:

$$t_{роз} = \frac{l_{с} \cdot m_{с}}{V_{розп} \cdot 60} \quad (3.12)$$

де  $l_{с}$  – середня довжина вагону;

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

Для гірки малої потужності  $V_{розп} = 1,40 \text{ м/с}$  [57]

$$t_{роз} = \frac{15 \cdot 39}{1,40 \cdot 60} = 7,0_{хв.}$$

Час на осаджування вагонів на колії сортувального парку:

$$t_{ос} = 0,06 \cdot m \quad (3.13)$$

$$t_{ос} = 0,06 \cdot 39 = 2,34_{хв}$$

Для осаджування після 3-х составів  $t_{ос(3)} = 3 \cdot 2,34 = 7,02_{хв}$

Таким чином, технологічний час на розформовування составу на сортувальній гірці складає  $t_{рф} = 1,32 + 2 + 2,4 + 7,08 + 7,0 + 2,34 = 22,1_{хв.}$  Технологічний графік роботи сортувальної гірки наведено на рис. 3.2.

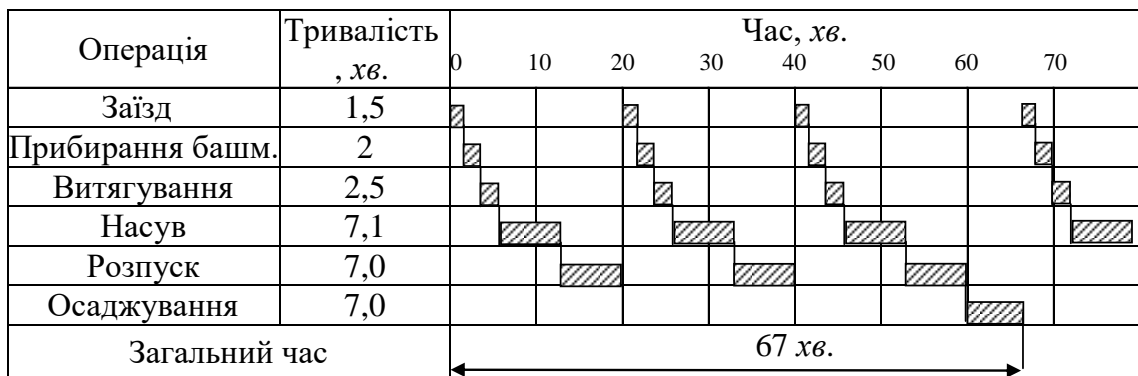


Рисунок 3.2 – Технологічний графік роботи сортувальної гірки

Час між початком (закінченням) одного осаджування до початку (закінчення) наступного, дорівнює  $T_{ц} = 67_{хв.}$ , а гірковий інтервал (час від початку розпуску одного составу до моменту можливого початку розпуску наступного составу) складає:

$$t_z = \frac{T_{ц}}{n_{ц}} \quad (3.14)$$

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

Таким чином, гірковий технологічний інтервал  $t_r = 67/3 = 22,3_{хв.}$

### 3.1.3 Технічне нормування операцій в сортувальному парку «С»

В сортувальному парку «С», окрім процесу накопичення вагонів на відповідні напрямки, виконується закінчення формування передаточних поїздів. Згідно розрахунків, виконаних у розділі 2, зі станції К у середньому

за добу відправляється 7 передаточних поїздів.

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

$$T_{сф}^{зб} = t_{з,п} + t_{вит} + t_{роз} + T_{зб} \quad (3.15)$$

де  $t_{з,п}$  – час на заїзд маневрового локомотива і причеплення його до состава передаточного поїзда, хв.

$t_{вит}$  – час на витягування составу на колію приймально-відправного парку, хв.

$t_{роз}$  – час розпуску состава передаточного поїзда, хв.

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

При заїзді локомотив проходить відстань 460 м від вихідної горловини приймально-відправного парку «А» за граничний стовпчик сортувальної колії (рис. 3.1.), звідси  $a = 1,32$  [54]. Час на причеплення прийнято 1 хв. Таким чином,  $t_{з,п} = 1,32 + 1 = 2,32$  хв. Час  $t_{вит}$  визначається аналогічно, але при цьому враховується нормативний коефіцієнт  $b$ . При середньому складі збірного поїзда  $m_{зб} = 39$  вагонів (див. розділ 2) довжина напіврейсу витягування складає  $l_{п/р} = 460 + 280 + 39 \cdot 15 = 1325$  м; (звідси  $a = 2,72$ ;  $b = 0,046$ ). Таким чином,  $t_{вит} = 2,72 + 0,046 \cdot 39 = 4,51$  хв.

Час розпуску состава визначається за формулою (3.12):

$$t_{роз} = \frac{15 \cdot 39}{1,40 \cdot 60} = 7,0 \text{ хв}$$

Час збирання вагонів з відповідних колій визначається по формулі:

$$T_{зб} = 1,8 \cdot p + 0,3 \cdot m_{зб} \quad (3.16)$$

де  $p$  – кількість колій, з яких збираються вагони (прийнято  $p=5$ ).

$$T_{пер} = 1,8 \cdot 5 + 0,3 \cdot 39 = 20,7 \text{ хв}$$

$$T_{сф}^{зб} = 2,32 + 4,51 + 7,0 + 20,7 = 34,5 \text{ хв.}$$

Час на перестановку состава з сортувального парку визначається в залежності від довжини напіврейсу перестановки за формулою (3.7). Довжина піврейсу становить  $l_{п/р} = 613 + 460 = 1073 \text{ м}$  (рис. 3.1.), звідси  $a=2,25$  та  $b = 0,04$  [54].

$$\text{Таким чином, } t_{пер} = 2,25 + 0,04 \cdot 39 = 3,81 \text{ хв.}$$

### 3.1.4 Технічне нормування тривалості основних операцій в обмінному парку «О»

В обмінний парк «О» прибувають маршрутні поїзди з напрямків Д і П, де з ними виконуються наступні операції:

- прийом поїзда на відповідну колію;
- закріплення составу;
- обробка составів бригадою ПТО;
- прийом - здача составів бригадою ПКО;
- прибирання гальмових башмаків;
- прибирання составів на під'їзні колії.

Тривалість обробки состава бригадою ПТО визначається по (3.6):

- при прибутті маршруту з сіллю на ПАТ «Азот»:

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 54}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,40 = 55 \text{ хв}$$

- при прибутті маршруту з вугіллям на ПАТ «Коксохімічний завод»:

$$t_{обр} = \frac{0,9 \cdot 44}{1} + 0,2 \cdot 20 + 2,40 = 46 \text{ хв}$$

Прийом-здача маршруту бригадою ПКО (1 хв на вагон [25]):

$$t_{Азот}^{n/c} = \frac{\tau \cdot m}{K_{зр}} + a = \frac{1 \cdot 54}{1} + 5 = 59 \text{ хв}$$

$$t_{КХЗ}^{n/c} = \frac{\tau \cdot m}{K_{зр}} + a = \frac{1 \cdot 44}{1} + 5 = 49 \text{ хв}$$



Тривалість подачі маршрутного поїзда на під'їзну колію :

- на ПАТ «Азот»:  $m = 54$  ваг.,  $l_{\text{вум}} = 800 + 850 = 1650 \text{ м}$

$$t_{\text{вум}}^{\text{Азот}} = a + b \cdot m = 3,24 + 0,098 \cdot 54 = 8,5 \text{ хв}$$

- на ПАТ «КХЗ»:  $m = 44$  ваг.,  $l_{\text{вум}} = 960 + 850 = 1810 \text{ м}$

$$t_{\text{вум}}^{\text{КХЗ}} = a + b \cdot m = 3,43 + 0,102 \cdot 44 = 7,9 \text{ хв}$$

Час на заїзд маневрового локомотива під состав:

$$t_{\text{заїзд}}^{\text{Азот}} = 1,96 + 0,066 \cdot 54 = 5,52 \text{ хв}$$

$$t_{\text{заїзд}}^{\text{КХЗ}} = 2,1 + 0,07 \cdot 44 = 5,18 \text{ хв}$$

Час на прибирання состава на під'їзну колію:

$$t_{\text{прибир}}^{\text{Азот}} = t_{\text{заїзд}} + t_{\text{вум}} = 5,52 + 8,5 = 14 \text{ хв}$$

$$t_{\text{прибир}}^{\text{КХЗ}} = t_{\text{заїзд}} + t_{\text{вум}} = 5,18 + 7,9 = 13 \text{ хв}$$

Час на подачу маршрутного поїзда з під'їзної колії:

$$t_{\text{под}}^{\text{Азот}} = a + b \cdot m = 3,24 + 0,098 \cdot 44 = 7,5 \text{ хв}$$

$$t_{\text{под}}^{\text{КХЗ}} = a + b \cdot m = 3,43 + 0,102 \cdot 44 = 8,9 \text{ хв}$$

Тривалість випробування автогальм визначається за формулою (3.8):

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot 54 = 10,56 \text{ хв.} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{авт}} = 11 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{авт}} = 3 + 0,14 \cdot 44 = 9,16 \text{ хв.} \quad \text{Приймаємо } t_{\text{авт}} = 10 \text{ хв.}$$

Час на відправлення поїзда визначається по (3.9), згідно рис. 3.1.

$l_{\text{гор}} = 965 \text{ м:}$

$$L_{\text{вих}} = 965 + 838 = 1803 \text{ м}$$

$$t_{\text{відп}}^{\text{мар}} = 0,15 + \frac{0,06 \cdot 1803}{35} = 3,24 \text{ хв;}$$

Таким чином, виконано технічне нормування тривалості основних технологічних операцій у парках вантажної станції К. Отримані значення використані під час перевірки достатності колійного розвитку в парках, а також при побудові добового плану-графіку роботи станції К.

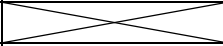


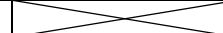
### 3.2 Оцінка колійного розвитку в парках станції

#### 3.2.1 Визначення розмірів роботи в приймально-відправних парках

Передаточні поїзди з сортувальної станції Д прибувають на станцію К у приймально-відправний парк «А», колійний розвиток якого включає 5 колій. Після обробки виконується розформування составів цих поїздів на сортувальній гірці. Поїзди свого формування накопичуються в сортувальному парку «С» і потім переставляються в парк «А», де виконується їх обробка і відправлення на сортувальну станцію Д.

Маршрутні поїзди зі станції Д та П призначенням на під'їзні колії ПАТ «Коксохімічний завод» та ПАТ «Азот» приймаються в парк «О», колійний розвиток якого включає 5 колій. Після відчеплення поїзного локомотива та обробки маршрутні состави локомотивом підприємства подаються на під'їзну колію. З під'їзної колії маршрути виставляються в обмінний парк «О» і відправляються на П. У подальших розрахунках призначення на «КХЗ» та «Азот» об'єднані в одне – під'їзна колія (ПК). Спеціалізацію парків наведено у вигляді табл. 3.1. Всі вантажні поїзди, що обслуговуються на станції К, мають зміну локомотива.

Таблиця 3.1 – Розміри поїзної роботи станції К

Із	На			
	П	Д	Обмінний парк	К
П		-	2(О)	-
Д	-		3(О)	7(А)
Обмінний парк	4(О)	-		-
К	-	7(А)	-	

Число колій в приймально-відправних парках станції (без ходових) може бути визначено за формулою [53]:

$$m = \sum_{j=1}^n \frac{\bar{t}_{зан}}{I_j} \gamma_j, \quad (3.17)$$

де  $\bar{t}_{зан}$  - середньозважений час заняття колії поїздом у даному парку, хв.;

$I_j$  - розрахунковий інтервал прибуття поїздів у даний парк з  $j$ - й лінії, хв.;

$\gamma_j$  - частка поїздів, що надходять в даний парк з  $j$  – й лінії від загального числа поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії;

$n$  - число ліній, що примикають до парку.

В число  $n$  включається як окрема лінія так і сортувальний парк, звідки надходять у парк «А» поїзди свого формування. Таким чином:

для парку «А»  $n = 3$  (Д, сортувальний парк «С»);

для парку «О»  $n = 3$  (Д, П, ПК).

### 3.2.2 Визначення середньозваженого часу заняття колії поїздом

Для того, щоб визначити середньозважений час заняття колії приймально-відправного парку  $t_{зан}$ , необхідно всі поїзди, що приймаються у даний парк розділити на групи, для яких цей час однаковий, тоді:

$$\bar{t}_{зан} = \frac{\sum_{i=1}^k t_{зан,i} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^k N_i}, \text{ хв.} \quad (3.18)$$

де  $t_{зан i}$  - час заняття колії поїздом  $i$ -й категорії, хв.;

$N_i$  - середньодобова кількість поїздів  $i$ -й категорії, оброблюваних у парку;

$k$  - кількість категорій поїздів.

Час заняття колії парку поїздом кожної групи визначається як:

$$t_{зан} = t_T + t_{ов}, \text{ хв.} \quad (3.19)$$

де  $t_T$  – час виконання технологічних операцій з поїздом з урахуванням простоїв, хв.;

$t_{ов}$  – час очікування виводу (відправлення і прибирання) поїзда з парку, хв.

Тривалість технологічних операцій з поїздами залежить від їх категорії і може бути визначена за формулами, приведеними у табл. 3.2 [53].

Таблиця 3.2 – Формули для розрахунку тривалості технологічних операцій з поїздами різних категорій

№ п/п	Категорія	Формули для визначення $t_T$	Значення $t_{об}$ , хв.
1	Передаточний	$t_T^{пер} = t_{пр} + t_{оч}^{пер} + t_{об}^{пер} + t_{приб}$	$t_{об}^{пер} = 37,5$
2	Передаточний свого формування	$t_T^{сф} = t_{под} + t_{оч}^{сф} + t_{об}^{сф} + t_{відп}$	$t_{об}^{сф} = 41,5$
3	Маршрутний (по прибуттю)	$t_T^{мар} = t_{пр} + t_{оч}^{мар} + t_{об}^{мар} + t_{приб}$	$t_{об}^{мар} = 55$
4	Маршрутний по відправленню	$t_T^{мар} = t_{под} + t_{оч}^{мар} + t_{об}^{мар} + t_{відп}$	$t_{об}^{мар(в)} = 59$

У таблиці 3.2 прийняті наступні позначення:

–  $t_{\text{пр}}, t_{\text{відп}}$  – тривалість на прийом і відправлення поїзда, хв.;

–  $t_{\text{об}}^{\text{пер}}, t_{\text{об}}^{\text{мар}}, t_{\text{об}}^{\text{сф}}$  – тривалість обробки поїзда відповідної категорії, хв.;

–  $t_{\text{оч}}^{\text{пер}}, t_{\text{оч}}^{\text{мар}}, t_{\text{оч}}^{\text{сф}}$  – тривалість очікування обробки поїзда відповідної категорії,

хв. (попередньо прийнято  $t_{\text{оч}} = 0,35 t_{\text{об}}$ );

–  $t_{\text{под}}, t_{\text{приб}}$  – тривалість заняття колії при подачі і прибиранні составу, хв.

Значення  $t_{\text{об}}, t_{\text{пр}}, t_{\text{відп}}, t_{\text{под}}, t_{\text{приб}}$  прийнято відповідно до розрахунків, які наведено у п.3.1.

Таким чином тривалість виконання технологічних операцій з поїздами різних категорій складе:

1) передаточний (по прибуттю):

$$t_{\text{т}}^{\text{пер}} = 6,0 + 0,35 \cdot 37,5 + 37,5 + (1,5 + 2 + 2,5) = 62,6 \text{ хв}$$

2) передаточний (свого формування):

$$t_{\text{т}}^{\text{сф}} = 3,6 + 0,35 \cdot 41,5 + 41,5 + 3,2 = 62,8 \text{ хв}$$

3) маршрутний (по прибуттю):

$$t_{\text{тс}} = 6,3 + 0,35 \cdot 55 + 55 + 14 = 94,6 \text{ хв.}$$

4) передаточний:

$$t_{\text{зб}} = 8,9 + 0,35 \cdot 59 + 59 + 3,2 = 91,8 \text{ хв.}$$

Час очікування відправлення (прибирання) вантажних поїздів визначається окремо для кожної прилеглої до парку лінії:

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot N_{\text{ван}} (1 + v_{\text{от}}^2)}{N_{\text{ван}}^{\text{max}} (N_{\text{ван}}^{\text{max}} - N_{\text{пер}})}, \text{хв.} \quad (3.20)$$

де  $N_{\text{ван}}$  – число вантажних поїздів (транзитних, передаточних, маршрутних), що відправляються на дану лінію в середньому за добу;

$N_{\text{ван}}^{\text{max}}$  – максимальне число вантажних поїздів, яке може бути відправлено на лінію;

$v_{\text{от}}$  – коефіцієнт варіації інтервалів відправлення поїздів на лінію, згідно з рекомендаціями [54] прийнято  $v_{\text{от}} = 0,7$ .

$$N_{\text{ван}}^{\max} = N - N_{\text{пас}} E_{\text{пас}} - N_{36} (E_{36} - 1), \quad (3.21)$$

де  $N$  - наявна пропускна спроможність лінії, яка визначається залежно від потрібної пропускної спроможності  $N_{\pi}$  згідно до [53]. Потрібна пропускна спроможність приймається згідно розрахунків, виконаних у розділі 2.

Визначимо тривалість очікування відправлення для кожного підходу.

$$\text{Лінія Д - К } N_{\pi} = 86 \quad N = 100$$

$$N_{\text{ван}}^{\max} = 100 - 24 \cdot 1,5 - 0 (2 - 1) = 64 \text{ поїзди}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot (23 + 7) (1 + 0,7^2)}{64 (64 - 23 - 7)} = 14,8 \text{ хв.}$$

$$\text{Лінія П - К } N_{\pi} = 80 \quad N = 100$$

$$N_{\text{ван}}^{\max} = 100 - 25 \cdot 1,5 - 0 (2 - 1) = 62 \text{ поїздів}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot (25 + 4) (1 + 0,7^2)}{62 (62 - 25 - 4)} = 15,2$$

$$\text{Лінія ПК - К } N_{\pi} = 6 \quad N = 36$$

$$N_{\text{ван}}^{\max} = 36 - 0 \cdot 1,5 - 0 (2 - 1) = 36 \text{ поїздів}$$

$$t_{\text{ов}} = \frac{720 \cdot 5 (1 + 0,7^2)}{36 (36 - 5)} = 4,8 \text{ хв.}$$

Час очікування прибирання складу, що прибуває в розформування з парку на витяжну колію визначаємо за формулою:

$$t_{\text{очприб}} = \frac{N_p \cdot t_r^2 (1 + \nu_r^2)}{2(1440 - N_p \cdot t_r)} \text{ хв.}; \quad (3.22)$$

де  $\nu_r$  - коефіцієнт варіації гірочного інтервалу, згідно до рекомендацій [54]  $\nu_r = 0,5$ ;

$N_p$  - середньодобове число поїздів, що розформовується;  $N_p = 7$  (див. розділ 2);

$t_r$  - гірочний технологічний інтервал, хв.;  $t_r = 22,3$  хв. (див. п.3.1).

$$t_{\text{оприб}} = \frac{7 \cdot 22,3^2 \cdot (1 + 0,5^2)}{2 \cdot (1440 - 7 \cdot 22,3)} = 1,7 \text{ хв}$$

Розрахунки часу  $t_{\text{зан}}$  для паркі «А» та «О» станції зведені у табл. 3.3 з урахуванням спеціалізації парків та розрахованих значень  $t_r$  та  $t_{\text{ов}}$ .

Таблиця 3.3 – Розрахунок часу  $t_{зан}$  для парку «А» та парку «О»

№	Категорія поїзда	Напрямок	$t_T$ , хв.	$t_{ов}$ , хв.	$t_{зан}$ , хв.	Парк «А»		Парк «О»	
						$N$	$Nt$	$N$	$Nt$
1	Передаточний	у розф.	62,6	1,7	64,3	7	450,1	0	0
2	Передаточний	на Д	62,8	14,8	77,6	7	543,2	0	0
3	Маршрутний	На ПК	94,6	4,8	99,4	0	0	5	497,0
4	Маршрутний	На П	91,8	15,2	107,0	0	0	4	428,0
Разом			-	-	-	14	993,3	9	925,0

Середній час заняття колій приймально-відправного та обмінного парків визначимо за формулою (3.19) по підсумковим значенням табл. 3.3.

$$t_{зан}^{ПВ-1} = \frac{993,3}{14} = 71,0 \text{ хв.} \quad t_{зан}^{ПВ-2} = \frac{925}{9} = 102,8 \text{ хв.}$$

### 3.2.3 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів

Розрахунковий інтервал прибуття визначаємо для кожної прилеглої до станції лінії, у тому числі і для сортувального парку станції за формулою:

$$I = \frac{\bar{I} + I_{\min}}{2} \quad (3.23)$$

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

Мінімальний інтервал прибуття поїздів з лінії може бути прийнятий по [53] залежно від прийнятої наявної пропускної спроможності:

- 1) лінія Д-К  $N = 100$   $I_{\min} = 10 \text{ хв.}$
- 2) лінія П-К:  $N = 100$   $I_{\min} = 10 \text{ хв.}$
- 3) лінія ПК-К:  $N = 36$   $I_{\min} = 24 \text{ хв.}$

Мінімальний інтервал надходження поїздів свого формування з сортувального парку визначимо за формулою:

$$I_{\min}^{сф} = \frac{t_{лф}}{m_B}, \text{ хв.} \quad (3.24)$$

де  $t_{лф}$  - середньозважений час зайнятості маневрового локомотива формуванням та виставкою составів у парку «П» та «О» (прийнято  $t_{лф} = 50 \text{ хв.}$ );  
 $m_B$  - число витяжних колій, на яких може одночасно виконуватися формування ( $m_B = 2$ ).

$$t_{лф} = \frac{N_{неp} \cdot t_{лф}^{неp}}{N_{неp}}, \text{ хв.} \quad (3.25)$$

Маємо:  $I_{\min}^{\text{сф}} = \frac{50}{2} = 25 \text{ хв.}$

Середній інтервал прибуття поїздів на станцію з кожної лінії визначаємо як:

$$\bar{I} = \frac{1440 - 1440 / N(\beta(N_{\text{тран}} + N_{\text{пас}} \varepsilon_{\text{пас}}) + (\beta - 1)N_{\text{ван}})}{N_{\text{ван}}}, \text{ хв.} \quad (3.26)$$

де  $\beta$  - коефіцієнт збільшення розрахункових розмірів вантажного руху в окрему добу у наслідок внутрішньо-місячної нерівномірності; згідно до рекомендацій [53] прийнято  $\beta = 1,15$ ;

$N_{\text{ван}}$  - число вантажних поїздів (передаточних, маршрутних), що прибувають на станцію з даної лінії;

$N_{\text{пас}}$ ,  $N_{\text{тран}}$  - відповідно, число пасажирських і вантажних транзитних поїздів, що прибувають на станцію з даної лінії.

$$\bar{I}_{A-B} = \frac{1440 - 1440 / 100 (1,15(24 \cdot 1,5 + 25) + (1,15 - 1) 10)}{10} = 40,8 \text{ хв.}$$

$$\bar{I}_{B-B} = \frac{1440 - 1440 / 100 (1,15(25 \cdot 1,5 + 23) + (1,15 - 1) 2)}{2} = 216,9 \text{ хв.}$$

$$\bar{I}_{ПК-B} = \frac{1440 - 1440 / 36 (1,15(0 \cdot 1,5 + 0) + (1,15 - 1) 9)}{9} = 154 \text{ хв.}$$

Середній інтервал виставки поїздів свого формування:

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{N_{\text{сф}}}, \text{ хв.} \quad (3.27)$$

де  $N_{\text{сф}}$  - число сформованих поїздів за добу ( $N_{\text{сф}} = 7$  поїздів)

$$\bar{I}_{\text{сф}} = \frac{1440}{7} = 206 \text{ хв}$$

$$I_{A-B} = \frac{10 + 40,8}{2} = 25,4 \text{ хв}$$

$$I_{B-B} = \frac{10 + 216,9}{2} = 113,5 \text{ хв}$$

$$I_{ПК-B} = \frac{24 + 154}{2} = 89,0 \text{ хв}$$

$$I_{\text{сф}} = \frac{25 + 206}{2} = 115 \text{ хв}$$

### 3.2.4 Оцінка достатності колійного розвитку в парках «А» та «О»

Визначимо частку поїздів, що поступають з кожного напрямку до парку «А» та «О»:

Для парку «А»:  $\gamma_B = 0$ ,  $\gamma_A = 7/10 = 0,7$ ,  $\gamma_{ПК} = 0$ ,  $\gamma_{\text{сф}} = 7/7 = 1$ , тобто до даного парку надходять всі передаточні поїзди в розформування з Д та поїзди свого формування з парку «С». Для парку «О»:  $\gamma_B = 1$ ,  $\gamma_A = 3/10 = 0,3$ ,

$\gamma_{пк} = 1$ ,  $\gamma_{сф} = 0$ , тобто до даного парку з напрямків П і Д прибувають усі маршрутні поїзди, а також маршрутні поїзди, які виставляють з під'їзних колій ПАТ «Азот» та ПАТ «КХЗ». Визначимо необхідну кількість колій в парках «А» і «О» вантажної станції за формулою (3.19):

$$m_{п} = \frac{71,0}{25,4} \cdot 0,7 + \frac{71,0}{115} \cdot 1,0 = 2,6 \text{ колій}$$

$$m_{о} = \frac{102,8}{25,4} \cdot 0,3 + \frac{102,8}{113,5} \cdot 1,0 + \frac{102,8}{89} \cdot 1,0 = 3,3 \text{ колій}$$

Таким чином, у парку «А» станції необхідно мати 3 колії, а у парку «О» - 4 колії. Отже, існуючий колійний розвиток (у парку «А» та «О» по 5 колій) повністю задовольняє потреби у коліях і є достатнім

### 3.2.5 Перевірка колійного розвитку у сортувальному парку

У сортувальному парку необхідно передбачити окремі колії для накопичення вагонів на вантажний район та ПК, а також для передаточних поїздів призначенням на Д і порожніх вагонів. Для призначень, на які надходить більш, ніж 200 *ваг/доб*, виділяється 2 колії. Крім того, необхідно виділити окрему колію для пошкоджених вагонів. Розрахунок наведено у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок кількості колій у сортувальному парку

№ п/п	Призначення	Вагонопотік, ваг/доб	Кількість колій
1	Агросклад	24	1
2	Завод котельного обладнання	32	
3	Нафтобаза	29	1
4	КХЗ	133	1
5	Азотпром	108	1
6	ЗБВ	36	1
7	Для накопичення на сортувальну станцію Д	270	2
8	Для порожніх вагонів	-	1
9	Для несправних вагонів	-	1
10	Вантажний двір	61	1
<b>Разом</b>		<b>-</b>	<b>10</b>

Таким чином, у сортувальному парку „С” необхідно мати 10 колій, що також відповідає наявній кількості колій. Отже перевірка показала, що колійний розвиток у парках станції К є достатнім і забезпечує розрахункові обсяги роботи станції.



## 4 ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖНИХ ПУНКТИВ СТАНЦІЇ

### 4.1 Розрахунок і перевірка параметрів складів вантажного району станції

Значний обсяг вантажної роботи виконується на складах вантажного району (ВР) станції. Показники роботи вантажних складів залежать від їх геометричних параметрів і технічного оснащення, що визначається типом і кількістю навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ). Для виконання подальших розрахунків по нормуванню тривалості вантажних операцій необхідно виконати перевірку параметрів і технічного оснащення вантажних фронтів ВР станції К на їх відповідність розрахунковим обсягам роботи.

Характеристика вантажних фронтів, розташованих на вантажному районі станції К наведена в табл. 4.1 [49, 50].

Таблиця 4.1 – Характеристика складів вантажного району станції К

Найменування складу	Найменування вантажу	Тип НРМ	Кіл-сть НРМ	Геометричні розміри		
				Довжина, м	Ширина, м	Площа, м <sup>2</sup>
Критий склад	тарно-штучні	ТОУОТА	18	144	30	4320
	біг-беги	ТОУОТА	6	144	24	3456
Крита платформа	лісоматеріали	мостовий кран, 10т	2	60	24	1440
Відкрита площа	метало-конструкції	кран КК-10	3	96	16	1536
Контейнерний майданчик	контейнери	кран КК-6	3	180	16	2880
Підвищена колія	пісок, вугілля	КК-05	3	300	11	-

Визначимо мінімально необхідні значення геометричних параметрів вантажних складів, що забезпечують обробку і збереження заданого обсягу вантажів. Площа складів визначається відповідно до [58] методом питомих навантажень по формулі:

$$F_{ск}^{np(від)} = Q_{np(від)} \cdot K_{np(від)} \quad (4.1)$$

де  $Q_{пр}$ ,  $Q_{від}$  – добове прибуття і відправлення вантажів, т (див. табл. 2.3);

$K_{пр}$ ,  $K_{від}$  – узагальнені коефіцієнти по прибуттю і відправленню:

$$K_{\text{пр(від)}} = \frac{T_{\text{зб}}^{\text{пр(від)}} \cdot (1 - \alpha) \cdot K_{\text{дод}}}{P_{\text{н}}} \quad (4.2)$$

де  $T_{\text{зб}}^{\text{пр}}$ ,  $T_{\text{зб}}^{\text{від}}$  – тривалість збереження прибуваючих і вантажів, що відправляються, на складі (приймається відповідно до [59]);

$\alpha$  – частка перевантаження по прямому варіанту;

$K_{\text{дод}}$  – коефіцієнт, що враховує додаткові проходи і проїзди на складі [59];

$P_{\text{н}}$  – питоме навантаження на 1  $m_2$  [59].

Розрахунки потрібних площ складів ВР станції зведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок площі складів вантажного району

Склад	$\alpha$	$K_{\text{дод}}$	$P_{\text{н}}, m$	По прибуттю				По відправленню				$F_{\text{ск}}, m^2$
				$T_{\text{зб}}, \text{доб}$	$K_{\text{п}}$	$Q_{\text{п}}, m$	$F_{\text{п}}, m^2$	$T_{\text{зб}}, \text{доб}$	$K_{\text{в}}$	$Q_{\text{від}}, m$	$F_{\text{від}}, m^2$	
Тарно-штучних	0,10	1,70	0,85	2,0	3,40	650	2210	1,5	2,5	780	1950	4160
Біг-беги	0,00	2,00	0,40	2,5	12,5	130	1625	2,0	10	175	1750	3375
Крита платформа	0,05	1,60	0,90	2,5	4,22	340	1435	-	-	-	-	1435
Відкрита площадка	0,10	1,60	0,90	-	-	-	-	1,0	1,6	780	1248	1248
Контейнер. майданчик	0,15	1,90	0,50	2,0	6,46	210	1357	1,0	3,2	370	1184	2541

Порівнюючи, дані табл. 4.1 та 4.2 можна зробити висновок, що існуюча площа всіх складів вантажного району перевищує потрібну площу. Необхідну довжину вантажних складів можна визначити по формулі:

$$L_{\text{ск}} = \frac{F_{\text{ск}}}{B_{\text{ск}}} \quad (4.3)$$

де  $B_{\text{ск}}$  – ширина складу, м (див. табл. 4.1.).

Розрахунок необхідної довжини складів ВР зведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок довжини складів вантажного району

Склад		Ширина складу, м	Площа складу, $m^2$		Довжина складу, м	
			Фактична	Потрібна	Фактична	Потрібна
Критий склад	тарно-штучні	30	4320	4160	144	138,7
	біг-беги	24	3456	3375	144	140,6
Крита платформа	лісоматеріали	24	1440	1435	60	59,8
Відкрита площадка	металоконструкції	16	1536	1248	96	78,0
Контейнерна площадка	контейнери	16	2880	2541	180	158,8

Для вивантаження вугілля на вантажному районі станції мається під-

вищена колія висотою 3 м. Мінімально необхідна його довжина визначається по формулі:

$$L_{nn} = \frac{E}{F} \quad (4.4)$$

де  $E$  – ємність відвалів з двох сторін від естакади,  $m^3$ ;

$F$  – площа поперечного перерізу відвалів вантажу,  $m^2$ .

$$E = \frac{Q_n \cdot T_{xp}^n \cdot K_{нер}}{\gamma} \quad (4.5)$$

де  $K_{нер}$  – коефіцієнт нерівномірності прибуття вантажів (прийнято  $K_{нер} = 1,2$ );

$\gamma$  – об'ємна вага вугілля,  $\gamma = 0,85 \text{ т/м}^3$  [59].

$$F = \frac{h^2}{\text{tg} \beta} \quad (6.6)$$

де  $h$  – висота підвищеної колії,  $h = 3,0 \text{ м}$ ;

$\beta$  – кут природного відкосу, для вугілля  $\beta = 45^\circ$  [59].

$$E = \frac{950 \cdot 2,0 \cdot 1,2}{0,85} = 2682 \text{ м}^3 \quad F = \frac{3,0^2}{\text{tg} 45^\circ} = 9,0 \text{ м}^2 \quad L_{nn} = \frac{2682}{9,0} = 298,0 \text{ м}$$

Порівнюючи розрахункові значення параметрів вантажних складів з існуючими (табл. 4.1.), можна зробити висновок, що геометричні розміри всіх складів відповідають заданим обсягам роботи.

## **4.2 Розрахунок і перевірка технічного оснащення складів вантажного району**

Технічне оснащення вантажних складів залежить від типу і кількості вантажу, що перевантажується, типу складу і повинне забезпечувати максимальний рівень комплексної механізації вантажних робіт. Кількість НРМ повинна забезпечувати весь обсяг навантажувально-розвантажувальних робіт і разом з тим бути економічно виправдано. Перш, ніж виконувати розрахунки, які пов'язані з перевіркою кількості НРМ на вантажних складах станції було визначено режим роботи вантажного району. Прийнято, що навантаження і вивантаження вагонів на складах здійснюється цілодобово, а видача і прийом вантажів до пе-

ревеження - тільки в денну зміну (з 8-00 до 20-00). Тому в денну зміну буде здійснюватися більше число НРМ, при цьому загальний обсяг роботи складає:

$$Q_{\text{мех}} = 1,5 \cdot (Q_{\text{пр}} + Q_{\text{від}}) \quad (4.7)$$

При цьому передбачається, що в денну і у нічну зміну прибуває і відправляється по залізниці приблизно однакова кількість вантажів. Тоді кількість НРМ, необхідна для забезпечення вантажних робіт у денну зміну визначається по формулі:

$$Z = \frac{Q_{\text{мех}} \cdot K_{\text{нер}}}{P_{\text{екс}}(T_p - t_{\text{пер}} - n \cdot t_{\text{пу}})} \quad (4.8)$$

де  $P_{\text{екс}}$  – експлуатаційна продуктивність НРМ,  $m/\text{год}$ :

$$P_{\text{екс}} = \frac{P_{\text{зм}}}{7} \quad (4.9)$$

де  $P_{\text{зм}}$  – змінна норма виробітку по перевантаженню конкретного вантажу, що приймається відповідно до рекомендацій, наведених у [60];

$T_p$  – тривалість роботи,  $\text{год}$ ;

$t_{\text{пер}}$  – загальна тривалість перерв,  $\text{год}$ ;

$n$  – кількість подач вагонів на вантажний фронт протягом денної зміни;

$t_{\text{пу}}$  – тривалість зміни вагонів на вантажному фронті,  $\text{год}$ .

Відповідно до існуючого режиму роботи вантажного району станції прийнято  $T_p = 12 \text{ год.}$ ,  $t_{\text{пер}} = 1,25 \text{ год.}$ ,  $n = 3$  подачі,  $t_{\text{пу}} = 0,5 \text{ год.}$

Для забезпечення продуктивності і безпеки роботи НРМ необхідно забезпечити для кожної машини робочий простір визначеної довжини  $L_3$ . Значення  $L_3$  приймаються у залежності від типу НРМ. У цьому випадку кількість НРМ, що можуть одночасно працювати на даному вантажному фронті довжиною  $L_{\text{вф}}$  можна визначити по формулі:

$$Z' = \frac{L_{\text{вф}}}{L_3} \quad (4.10)$$

При визначенні кількості НРМ повинна виконуватись умова:  $Z < Z'$ . Розрахунок потрібної кількості НРМ для складів ВР станції наведений у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок потрібної кількості НРМ для складів станції

Склад	$Q_{пр}, m$	$Q_{від}, m$	$Q_{мех}, m$	$K_{нер}$	$П_{зм}$	$П_{екс}$	$Z$	$L_{вф}, м$	$L_{з}, м$	$Z'$	Прийнято
Склад ТШ.	650	780	2145	1,2	108	15,43	18,0	144	7	20,5	18
Склад ДВ	130	175	458	1,2	72	10,29	5,8	144	14	10,2	6
Крита платформа	340	0	510	1,2	212	30,29	2,2	60	30	2,0	2
Відкрита площадка	0	780	1170	1,2	386	55,14	2,8	96	30	3,2	3
Контейн. площадка	210	370	870	1,2	320	45,71	2,5	180	60	3,0	3

Вагони на підвищеній колії вивантажуються під дією сили тяжіння через люки. Навантаження вугілля в автомобілі здійснюються козовими кранами КК-5, обладнаними грейферами, люкопідйомниками і вібраторами. При цьому час, витрачений на розвантаження вагонів на підвищеній колії протягом денної зміни визначається по формулі:

$$T_{вив} = n_d \cdot K_{нер} \cdot (t_{вл} + t_{оч} + t_{зл}) + t_{пк} \quad (4.11)$$

де  $n_d$  – кількість вагонів, що прибувають під вивантаження на підвищену колію протягом денної зміни,  $n_d = 8 \text{ ваг.}$ ;

$t_{вл}, t_{зл}$  – час на відкриття і закриття люків, згідно з [25]  $t_{вл} = t_{зл} = 0,05 \text{ год.}$ ;

$t_{оч}$  – час на очищення вагонів (прийнято  $t_o = 0,05 \text{ год.}$  [25]);

$t_{пк}$  – тривалість початково-кінцевих операцій (прийнято  $t_{пк} = 0,05 \text{ год}$  [25]).

$$T_{вив} = 8 \cdot 1,2 \cdot (0,05 + 0,05 + 0,05) + 0,05 = 1,51 \text{ год}$$

Необхідна кількість кранів, що працюють на підвищеній колії:

$$Z_{пк} = \frac{Q_{пр} \cdot K_{нер}}{П_{екс} (T_p - T_{вив} - t_{нер} - n \cdot t_{пу})} \quad (4.12)$$

$$Z_{пк} = \frac{950 \cdot 1,2}{48,5(12 - 1,51 - 1,25 - 3 \cdot 0,5)} = 3 \text{ крани}$$

Порівнюючи отримані значення  $Z$  с наявною кількістю НРМ на вантажних складах (див. табл. 4.1.) можна зробити висновок, що технічне осна-

щення усіх вантажних складів на ВР станції забезпечить виконання заданих обсягів роботи.

### 4.3 Нормування тривалості вантажних операцій на складах станції і під'їзних коліях

Організація роботи вантажної станції К вимагає нормування тривалості виконання вантажних операцій на складах вантажного району, а також на вантажних фронтах під'їзних колій, що примикають. Тривалість виконання вантажної операції при механізованому її виконанні визначається по формулі:

$$t_{во} = \frac{m_{под} \cdot P_{tex}}{Z^* \cdot П_{екс}} + t_{нк} \quad (4.13)$$

де  $m_{под}$  – кількість вагонів у подачі;

$P_{tex}$  – технічна норма завантаження вагона,  $t$  (відповідно до табл. 2.4.);

$Z^*$  – кількість НРМ, що раціонально використовувати для виконання вантажних операцій з урахуванням зони безпечної роботи;

Тривалість вивантаження вагонів з навалочними вантажами на підвищених коліях визначається по формулі:

$$T_e = m_{под} \cdot (t_{вл} + t_{оч} + t_{зл}) + t_{нк} \quad (4.14)$$

Для визначення кількості вагонів у подачах на кожен вантажний фронт було виконане моделювання на ЕОМ розкладання передаточних поїздів за допомогою розробленої на кафедрі «Транспортні вузли» програми «sostaw.exe». Результати моделювання наведені в Додатку Б. Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій виконаний в табл. 4.5.

Таблиця 4.5- Розрахунок тривалості виконання вантажних операцій

Склад	Вантаж	Тип НРМ	Кіль-	П <sub>екс</sub> ,	Р <sub>тех</sub> ,	Вивантаження	Навантаження
-------	--------	---------	-------	--------------------	--------------------	--------------	--------------

			кiсть НРМ	$m/год$	$m$	$m$ , ваг	$Q$ , $m$	$t_{ваг}$ , $год$	$t_{под}$ , $хв$	$m$ , ваг	$Q$ , $m$	$t_{ваг}$ , $год$	$t_{под}$ , $хв$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Критий склад	тарно- штучні	TOYOTA	18	15,4	40	6	240	1,35	81	6	240	1,35	81
						7	280	1,35	81	7	280	1,35	81
Крита платформа	біг- беги	TOYOTA	5	10,3	18	2	80	1,35	81	2	80	1,3	81
						1	40	1,35	81	1	40	1,3	81
						4	72	1,40	84	4	72	1,4	84
						3	54	1,10	66	3	54	1,1	66
						-	-	-	-	2	36	0,9	55
	ліс	Мостовий кран	2	30,3	25	5	125	2,11	127	-	-	-	-
						4	100	1,70	102	-	-	-	-
						4	100	1,70	102	-	-	-	-
						1	25	0,46	25	-	-	-	-
Відкрита площадка	метало-констр.	КК-10	3	55,1	52,8	-	-	-	-	5	264	1,6	99
										4	211,	1,3	80
										4	211,	1,3	80
										2	105,	0,6	41
Контейн. площадка	контейнери	КК-6	3	42,7	25	3	75	0,64	38	3	75	0,6	38
						3	75	0,64	38	3	75	0,6	38
						3	75	0,64	38	3	75	0,6	38
						-	-	-	-	6	150	1,2	73
Підвищ. колія	пісок	КК-05	3	9 $хв/ваг$	64	5	320	0,80	48	-	-	-	-
						4	256	0,65	36				
						5	320	0,80	48				
						1	64	0,20	12				
ПК1 Агросклад	зерно	бункер	1	11 $хв/ваг$	60	3	180	0,60	36	-	-	-	-
						2	120	0,42	25	-	-	-	-
						2	120	0,42	25	-	-	-	-
						2	120	0,42	25	-	-	-	-
	продуктові вантажі	Hyundai	2	12	30	2	60	2,55	153	2	60	2,5	153
						2	60	2,55	153	-	-	-	-
ПК1 Агросклад	комбiкорм	бункер	1	12 $хв/ваг$	40	4	160	0,85	51	-	-	-	-
						4	160	0,85	51	-	-	-	-
						3	120	0,65	39	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-
ПК2 Завод котельн. обладнан.	металопрокат	КК-6	3	36,7	65	6	390	3,54	213	6	390	3,5	213
						7	455	4,13	248	7	455	4,1	248
						6	390	3,54	213	6	390	3,5	213
						-	-	-	-	5	325	2,9	177
	металолом	КК-6	3	62,3	65	5	325	1,74	104	-	-	-	-
						4	260	1,39	83,5	-	-	-	-
						2	130	0,69	41,7	-	-	-	-
						2	130	0,69	41,7	-	-	-	-
	труби	КК-10	2	55,1	65	-	-	-	-	10	650	5,9	354
						-	-	-	-	10	650	5,9	354
						-	-	-	-	4	260	2,3	142
ПК6 ЗБВ	щебінь	КК-05	3	9 $хв/ваг$	64	5	320	0,80	48	5	320	0,8	48
						3	192	0,50	30	3	192	0,5	30
						6	384	0,95	57	6	384	0,9	57
						-	-	-	-	3	192	0,5	30
						-	-	-	-	2	128	0,3	21
	пісок	КК-05	3	9 $хв/ваг$	64	3	192	0,50	30	-	-	-	-
						4	256	0,65	36	-	-	-	-
						4	256	0,65	36	-	-	-	-
						1	64	0,20	12	-	-	-	-
						3	192	0,50	30	-	-	-	-
	арматура	Мостовий кран	2	33,57	66	2	128	1,91	114	-	-	-	-
						4	256	3,81	229	-	-	-	-
						1	64	0,95	57	-	-	-	-

Продовження табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ПК3 Нафто-база	нафтопродукти	Зливна естакада	1	2 ваг/год	60	6	360	3,05	183	-	-	-	-
						4	240	2,05	123	-	-	-	-
						5	300	2,55	153	-	-	-	-
						5	300	2,55	153	-	-	-	-
						4	240	2,05	123	-	-	-	-
						3	180	1,55	93	-	-	-	-
						2	120	1,05	63	-	-	-	-
ПК4 КХЗ	кокс	Бункер	8	8 хв/ваг	45	-	-	-	-	54	2430	7,2	435
						-	-	-	-	54	2430	7,2	435
						-	-	-	-	54	2430	7,2	435
	сульфат	Hyundai	5	25,2	44	-	-	-	-	5	220	1,8	108
						-	-	-	-	5	220	1,8	108
						-	-	-	-	5	220	1,8	108
	бензол	Наливна естакада	1	2 ваг/год	60	-	-	-	-	6	360	3,0	183
						-	-	-	-	3	180	1,5	93
ПК5 Азот	амміачна сіль	Бункер	2	10 хв/ваг	40	27	1080	4,5	273	-	-	-	-
						27	1080	4,5	273				
						27	1080	4,5	273				
						27	1080	4,5	273				
ПК5 Азот	добрива	Бункер	3	3 хв/ваг	66	-	-	-	-	25	1650	2,9	179
	азотна кислота	Наливна естакада	1	2 ваг/год	65	-	-	-	-	19	1254	1,0	60
						-	-	-	-	3	195	1,5	93
						-	-	-	-	3	195	1,5	93
						-	-	-	-	1	65	0,5	33
	хлор	Наливна естакада	1	2 ваг/год	42	-	-	-	-	4	168	2,0	123
						-	-	-	-	4	168	2,0	123
						-	-	-	-	2	84	1,0	63

Таким чином, в даному розділі була виконана перевірка параметрів і технічного оснащення складів вантажного району станції К та їх відповідність розрахунковим обсягам роботи станції. Окрім того, виконано нормування тривалості виконання навантажувально-розвантажувальних операцій на вантажних фронтах станції та підїзних колій. Отримані значення в подальшому будуть використані при розробці технологічного процесу роботи станції К та побудови добового плану-графіку її роботи.



## **5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СТАНЦІЇ**

При розробці технологічного процесу роботи станції К були враховані рекомендації [25, 61], а також вимоги [62, 63].

### **5.1 Планування роботи станції**

Планування роботи вантажної станції К здійснюється на основі:

- 1) диспетчерського керівництва маневровою і вантажною роботою на станції;
- 2) інформації про підхід місцевого вантажу із сортувальної станції Д;
- 3) надходження інформації про підхід поїздів і вагонів з вантажами;
- 4) внутрішньостанційного графіка розвозу і подачі вагонів до фронтів навантаження-вивантаження;
- 5) контролю за перебуванням вагонів з використанням даних натурних листів і інформації, що надходить з ВФ і транспортних цехів підприємств;
- 6) повного використання технічної оснащеності і місткості вантажних фронтів і наявності автомобільного транспорту.

На станції К для забезпечення оперативного планування поїзної і вантажної роботи і своєчасної інформації станцій, вантажоодержувачів і відправників вантажу, автотransпортних організацій про підхід поїздів і вантажів, а також про прибуття і подачу вантажених і порожніх вагонів організований інформаційний пункт, що входить до складу СТЦ. Інформаційний пункт станції Б одержує інформацію від інформаційного центра залізничного вузла, дороги, інформаційного бюро дирекції по перевезенню вантажів і пасажирів [61]. Інформація про підхід вантажів і вагонів підрозділена на попередню і достовірну.

Попередня інформація передається по шестигодинних періодах: перший раз разом із завданням на зміну, другий раз через 6 годин. Попередня інформація, що передається оператором при черговому по дирекції по телефоні разом зі змінним завданням містить дані про ймовірне прибуття поїздів і вагонів на 12 годин уперед із указівкою кількості вагонів під навантаження і вивантаження. Попередня інформація, що передається ДНЦ по шестигодинних періодах містить дані по кожному поїзду: номер, маса, ймовірний час прибуття, кількість вагонів під вантажні операції.

Точна інформація про підхід поїздів і вагонів здійснюється поїзним диспетчером по селекторному зв'язку за 2-3 години до прибуття поїзда. Крім того, інформація про прибуваючі на станцію поїзди надходить у виді телеграм-натурних листів (ТГНЛ) у СТЦ із дорожнього ІОЦ або ІОЦ сортувальної станції Д. Дані про вагони, що прибувають під вивантаження або навантаження оператор СТЦ передає вантажоодержувачам про вагони, що прибувають на їх адресу.

Про подачу вагонів на під'їзні колії ДСП станції К інформує диспетчерів цих колій по телефону за 2 години до подачі вагонів. Добовий план, переданий з дирекції не пізніше чим за дві години до початку доби, містить наступні дані:

- кількість поїздів, що повинно прибути на станцію і відправитися за добу по напрямках, у тому числі кількість поїздів свого формування;
- план навантаження, вивантаження, перевантаження, перевалки, у тому числі по найважливіших вантажах;
- завдання на навантаження відправницьких маршрутів і організацію східчастих;
- відправлення порожніх вагонів за регулювальним завданням з розбивкою по напрямках і родові рухомого составу і зведення про підведення порожніх вагонів також із указівкою роду рухомого составу;
- завдання на підготовку вагонів під навантаження.

У добовому плані виділяється обсяг роботи, що повинний бути виконаний у першій половині доби.

Змінне завдання складає начальник станції К або його заступник на підставі добового плану і змінного завдання дирекції, інформації про підхід поїздів і вантажів і технологічних норм на обробку поїздів і вантажних фронтів. Маневровий диспетчер або черговий по станції К після ознайомлення з положенням на станції і планом роботи повідомляє зміни, що вступила на чергування, план майбутньої роботи, а також оперативні завдання на найближчі 2-3 години.

План роботи вантажної станції К, розрахований на ЕОМ, передається маневровому диспетчерові не пізніше ніж за 20 хвилин до початку планованого періоду і є основним документом для організації оперативної роботи станції на майбутньої 4-6 годинний період.

## 5.2 Організація технічної роботи станції

### 5.2.1 Технологія роботи з поїздами, що надходять у розформування

Черговий по станції К, одержавши від ДСП сортувальної станції Д повідомлення про відправлення поїзда, інформує працівників СТЦ, пунктів технічного і комерційного огляду, чергового по парку «А» і, при необхідності, воєнізовану охорону про номер поїзда, колії прийому і часу його прибуття для зустрічі прибуваючого поїзда працівниками, що беруть участь у його обробці. Крім того, ДСП дає команду на закріплення составу черговому по парку «А» із указівкою кількості гальмових башмаків. Працівники, які беруть участь в огляді, зустрічають прибуваючий поїзд у непарній горловині парку «А».

Списує состав прибуваючого поїзда черговий по парку «А» на ходу, який вводить в ЕОМ повідомлення 05 про состав прибуваючого поїзда.

Після зупинки поїзда на колії парку «А» оператор СТЦ вводить в ЕОМ повідомлення 201. Машиніст поїзного локомотива передає документи (натурний лист на поїзд, а при прибутті збірного поїзда – також можуть передаватись паперові екземпляри документів на вагони) операторові СТЦ. Черговий по парку «А» виконує закріплення составу поїзда гальмовими башмаками, після чого поїзний локомотив відчіплюється й у залежності від вказівок ДНЦ повертається на станцію Д резервом або виставляється у тупик №6 і далі подається під поїзд свого формування.

Після відчеплення локомотива оператор ПТО за узгодженням із ДСП огорожує состав сигналами централізованого огороження і дає дозвіл на проведення технічного і комерційного оглядів. Технічний і комерційний огляди виконуються паралельно бригадою ПТО в складі двох оглядачів і бригадою ПКО в складі двох прийомоздавальників. Для підготовки составу до розпуску одночасно виконується ремонт автозчеплень вагонів. Зведення про всі несправності наносяться крейдою на борти вагонів. У випадку виявлення вагонів з комерційною несправністю, старший прийомоздавач складає акт загальної форми ГУ-23 і робить відповідний запис у Книгу ГУ-98. Результати технічного огляду записуються в книгу ВУ-14, а на несправні вагони складається акт форми ВУ-23. У випадку неможливості усунення виявлених несправностей без відчеплення від составу вагони направляються на МВРП. Місцеві навантажені вагони, що

вимагають відчіпного ремонту, повинні подаватися в ремонт після вивантаження, якщо їхнє пересування по станційних коліях не загрожує безпеки руху.

Оператор СТЦ звіряє електронні накладні на вагони з натурним листом поїзда. З урахуванням накладних, повідомлення 05 і результатів ТО та КО складає оператор СТЦ і вводить в ЕОМ повідомлення 09. Після обробки повідомлення 09 автоматично здійснюється розрахунок сортувального листка (с.62) і видача його на телетайпи, що встановлені в приміщеннях чергового по гірці і маневрового диспетчера. Складач гірки одержує сортувальні листки від чергового по гірці. Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда, що надходить у розформування наведений на рис. 5.1.

Назва операції	Час, хв.						Виконавець
	До початку обробки	Після перестановки на колію відправлення					
		10	20	30	40	50	
Отримання інформації від поїзного диспетчера про номер поїзда і час його прибуття							ДСП, ДСПП
Одержання і передача телеграми-натурного листа черговому по парку							Працівники СТЦ
Сповіднення і вихід працівників СТЦ, ПТО і приймальника поїздів, вихід на колію приймання поїзда. Контроль «на ходу»							Черговий по станції, ДСПП
Одержання документів від локомотивної бригади		2					Працівники СТЦ
Закріплення состава гальмовими башмаками		4					Оператор поста централізації, складач поїздів
Відчеплення локомотива пред'явлення до ТО та оголодження состава		2					Локомотивна бригада, ДСП, ДСПП, оператор ПТО
Перевірка і розмітка телеграм-натурного листа, штемпелювання і перевірка перевізних документів		10					Працівники СТЦ
Технічний огляд состава		38					Працівники ПТО
Комерційний огляд состава		20					Приймальники поїздів
Підготовка сортувального листка		20					Працівники СТЦ
Загальна тривалість обробки поїзда, <u>хв</u>		40					

Рисунок 5.1- Графік виконання технологічних операцій у парку «А» при обробці поїзда, що надходить у розформування

Закінчивши огляд вагонів і знявши сигнали огороження составу, старший оглядач і старший прийомодавач повідомляють черговому по станції результати огляду.

### 5.2.2 Технологія розформування поїздів

Оперативне керівництво маневровою роботою по розформуванню і формуванню поїздів, подачі вагонів під вантажні операції і збиранню їх з вантажно-розвантажувальних пунктів здійснює маневровий диспетчер.

Розформування составів передаточних поїздів здійснюється на сортувальній гірці малої потужності, розташованій в східній горловині станції Б. Керівництво процесом розпуску здійснює черговий по гірці (ДСПГ).

По закінченні операцій по прибуттю, маневровий диспетчер дає команду приступити до розформування прибулого поїзда. Маневровий локомотив №1 заїжджає в парк «А» під состав і здійснює насування і розпуск составу на гірці. У процесі розпуску укладач гірки, керуючись сортувальним листком, виконує розчеплення составу. ДСПГ готує маршрути проходження вагонів на колії сортувального парку «С» і керує гальмовими позиціями відповідно до даних сортувального листка.

Після розпуску составу черговий по гірці вводить повідомлення 203 про розформування поїзда, у якому вказується час завершення розформування і допущені відхилення фактичного розпуску від запланованого.

### 5.2.3 Маневрова робота з місцевими вагонами

Після розформування передаточного поїзда на пост ДСЦ видається накопичувальна відомість, що дозволяє контролювати наявність вагонів на коліях парку «С». Подача вагонів на вантажні fronti і прибирання вагонів після закінчення вантажних операцій здійснюється по черзі по команді ДСЦ на підставі завдань на виконання маневрової роботи. Перед подачею вагонів під вантажні операції складач поїздів, керуючись завданням маневрового диспетчера і сортувальним листком робить підбір вагонів по пунктах подачі з таким розрахунком, щоб забезпечувалася мінімальна витрата часу і маневрових засобів на по-

дачу, розміщення і прибирання вагонів з вантажно-розвантажувальних фронтів.

Подачу вагонів на вантажні пункти і їхнє збирання виконує одна складацька бригада маневрового району. Складацька бригада здійснює подачу-прибирання вагонів на під'їзні колії, що примикають до парку «А». Подачу і прибирання вагонів призначенням на під'їзні колії ПАТ «Азот» та ПАТ «КХЗ» здійснює складацька бригада цих під'їзних колій.

#### 5.2.4 Технологія роботи з поїздами свого формування

Вагони, подані з вантажних фронтів станції направляються на колію № 11 парку «С», а при її зайнятості – на колію № 12, де виконується накопичення составів передаточних поїздів для відправлення їх на сортувальну станцію Д.

Облік накопичення вагонів на коліях парку «С» веде оператор-накопичувач СТЦ. Оператор також веде контроль за можливими перестановками вагонів у сортувальному парку, вводить інформацію про перестановки, причеплення і відчеплення груп вагонів повідомленням 08. При накопиченні составу встановленої маси або довжини по команді ДСЦ виконується закінчення формування і перестановка составу в парк «А». Одночасно дається вказівка працівникам технічної контори на складання натурного листа поїзда і добірку документів. Перестановка составу здійснюється маневровим локомотивом №1.

При перестановці составу в парк «А» ДСП дає команду черговому по парку на закріплення составу. Після закріплення і відчеплення маневрового локомотива ДСП пред'являє состав до технічного і комерційного огляду, указуючи номер колії, кількість вагонів у поїзді, номер головного і хвостового вагонів і передбачуваний час відправлення.

Закінчивши контрольний технічний і комерційний огляд, працівники, що беруть участь в огляді, стирають усі нанесені ними крейдові написи. Старший оглядач вагонів, переконавши в закінченні технічного огляду, повідомляє чергового по станції про готовність составу до відправлення.

На підставі натурного листа поїзда оператор СТЦ здійснює підбір перевізних документів, конвертує перевізні документи на сформований состав і разом з натурним листом і довідкою для заповнення маршруту машиніста пересилає

комплект документів по пневмопошті черговому парку «А», що передає їх бригаді поїзного локомотива. Після відправлення поїзда оператор СТЦ вводить в ЕОМ повідомлення 200 про відправлення поїзда, де вказується номер поїзда, його індекс, дата і час відправлення. Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда свого формування наведено на рис. 5.2.

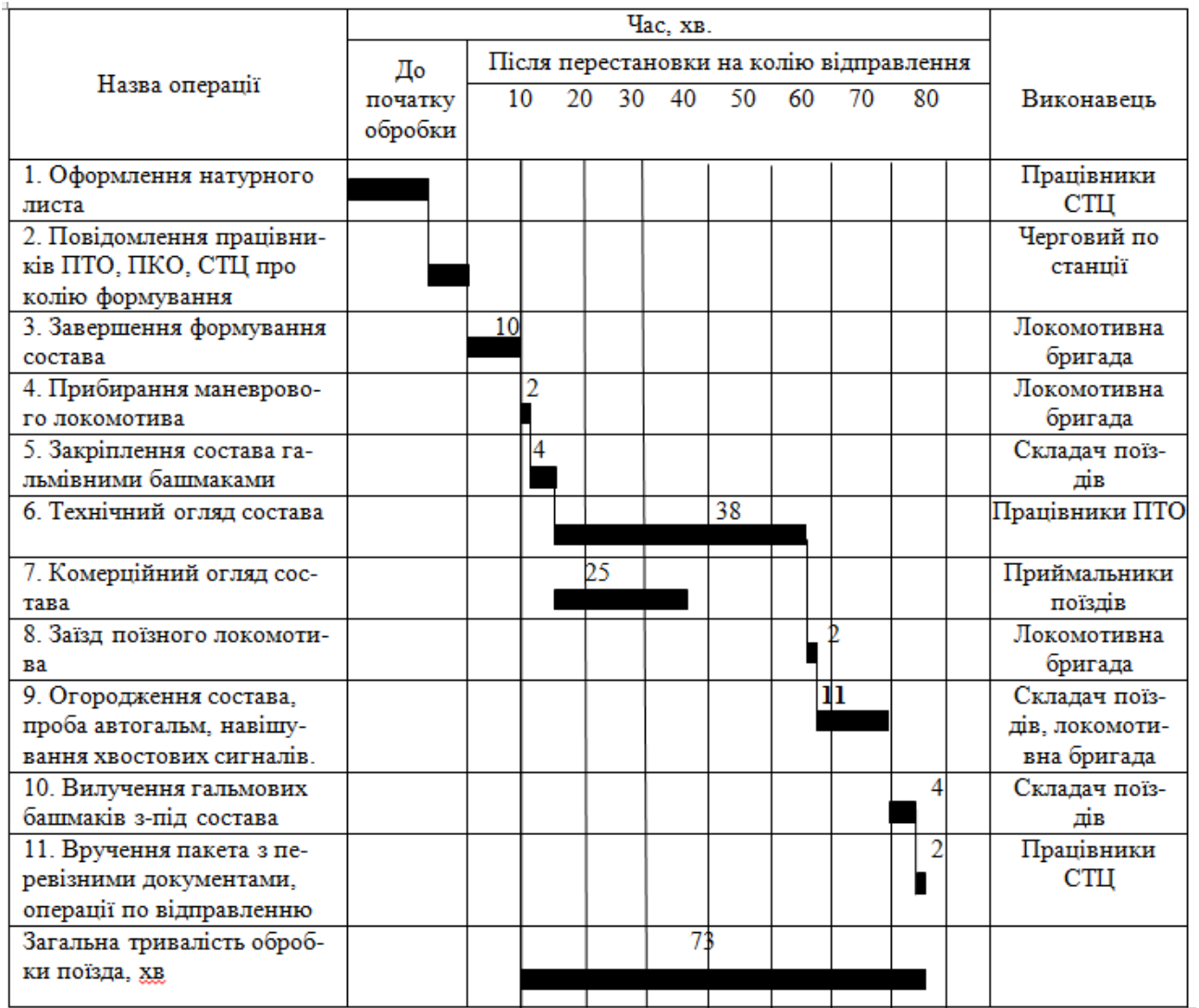


Рисунок 5.2 – Графік виконання обробки поїзда свого формування

### 5.3 Організація вантажної і комерційної роботи станції

Вантажна робота на станції К виконується цілодобово з рівномірним розподілом по періодах доби. На ВР станції навантаження і вивантаження вантажів здійснюється засобами залізниці, на під'їзних коліях – засобами власниками під'їзної колії. Вантажні операції виконуються на вантажному районі станції і на під'їзних коліях, що примикають до станції. Порядок виконання вантажних операцій з вагонами по прибуттю та відправленню наведено на рис. 5.3

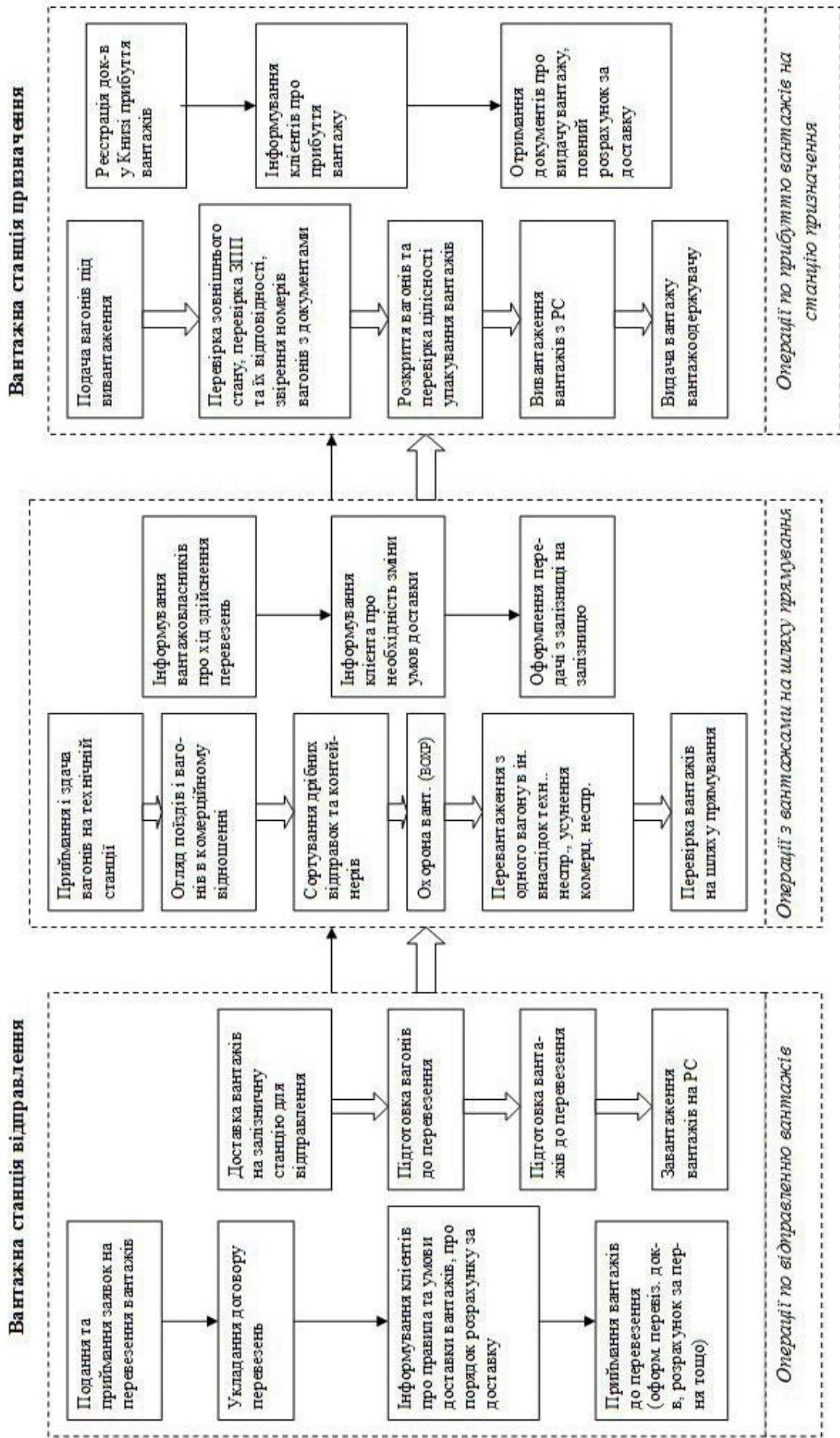


Рисунок 5.3 - Порядок виконання вантажних операцій по відправленню та прибуттю вантажів на станцію



### 5.3.1 Навантаження і вивантаження засобами залізниці

Вантаж вивозиться на ВР станції після візування накладної в день, зазначений у накладній, і пред'являється разом з нею прийомоздавальнику станції К.

Одержавши зі СТЦ або товарної контори вагонні листи, прийомоздавач готується до вивантаження вагонів. До моменту подачі вагонів прийомоздавач підготовляє місце для вивантаження вантажів, установлює черговість розвантаження вагонів і знайомить комплексну бригаду з порядком виконання роботи.

Розміщення вагонів для вивантаження здійснює складач поїздів за вказівкою прийомоздавача, що по закінченні розміщення перевіряє справність пломб і робить зовнішній комерційний огляд вагона. При виявленні комерційних несправностей прийомоздавач доповідає про це завідувачу вантажним двором або начальникові станції К. Після КО вагонів прийомоздавач знімає пломби і дає вказівку бригадіру комплексної механізованої бригади приступити до вивантаження.

У процесі вивантаження прийомоздавач перевіряє кількість і справність вантажних місць, стежить за правильністю укладання і дотриманням вимог спеціального маркірування. По закінченні вивантаження й укладання вантажу прийомоздавач маркує вантажні місця відправлення, робить у вагонних листах відмітки про місце вивантаження вантажу, часу закінчення вантажної операції, після чого пересилає вагонні листи в товарну контору і заповнює Книгу вивантаження.

Вантаж зі складу станції видає прийомоздавач за накладною, пред'явленою одержувачем. Прийомоздавач, переконавши в оплаті збору за збереження або записи даних для його стягнення в накладну, дорожню відомість або накопичувальну картку форми ФДУ-92 (при централізованих розрахунках), дає дозвіл на навантаження вантажу на автомобіль, робить у накладній оцінку про видачу вантажу і заповнює відповідні графи Книги вивантаження вантажів.

### 5.3.2 Організація взаємодії станції з під'їзними коліями

Усі під'їзні колії, що примикають до станції К, за винятком під'їзних колій ПАТ «Азот» і ПАТ «КХЗ», обслуговуються локомотивами станції.

Порядок подачі і прибирання вагонів встановлюється договором і може

здійснюватися по повідомленнях через встановлені інтервалами часу і за розкладом. Про майбутню подачу вагонів станція К повідомляє підприємство не пізніше ніж за 2 години до подачі вагонів. Порядок і терміни передачі повідомлень передбачаються в договорах на експлуатацію під'їзних колій або договорах на прибирання вагонів.

Для під'їзних колій ПАТ «Азот», ПАТ «КХЗ» подача і прибирання вагонів виконуються за розкладом з дотриманням інтервалів часу між подачами. У випадку подачі вагонів на під'їзні колії раніше часу, встановленого розкладом подачі, повідомленням, або до спливання інтервалу між подачами, початком моменту подачі вважається момент настання відповідного терміну за розкладом, повідомленню або після закінчення часу інтервалу.

В умовах АСК-ВС інформація про виконання вантажних операцій на під'їзних коліях вводиться працівником товарної контори станції К по телефонному повідомленню диспетчера відповідної під'їзної колії. Місце і порядок виробництва приймально-здавальних операцій встановлюється договором на експлуатацію під'їзної колії і договором на подачу і прибирання вагонів. При обслуговуванні під'їзної колії своїм локомотивом передача вагонів здійснюється на приймально-здавальних коліях, а при подачі вагонів локомотивом залізниці - на місцях навантаження і вивантаження. Передача навантажених вагонів на під'їзні колії засвідчується розпискою працівників обох сторін, що здає і приймає вантаж, в пам'ятці прийомоздавальника та у натурному листі з вказівкою в ньому номерів і роду вагонів з оцінкою «навантажений».

### 5.3.3 Організація роботи товарної контори станції в умовах електронного документообігу

Товарна контора (ТК) станції К розташована на вантажному районі. Основні задачі товарної контори наступні [49]:

- контроль за виконанням плану навантаження вантажів на станції;
- оформлення перевізних документів;
- введення в ЕОМ інформаційних повідомлень про вантажні;

- інформування вантажоодержувачів про прибуття вантажу;
- ведення установлених форм обліку і звітності;
- виконання розрахунків по перевезеннях.

В умови централізованих розрахунків ТК визначає розміри належних платежів і робить розрахунок тільки з тими відправниками вантажу і вантажоодержувачами (разовими платниками), що не включені в систему централізованих розрахунків. Товарний касир веде оперативний облік виконання плану перевезень вантажів, складає звітність по навантаженню, вивантаженню, простоям рухливого складу, веде касову книгу, складає касову звітність і т.д., зберігає бланки документів у строгій звітності і веде звітності по них, вносить зміни, що впливають з рішень відповідних органів, у тарифні посібники і Правила перевезень вантажів.

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) [64].

Система АС Клієнт УЗ розроблено з метою надання клієнту залізничного транспорту безкоштовного сервісу для оформлення перевезення вантажів згідно з вимогами Правил перевезень вантажів залізничним транспортом України [25], відповідно до яких на кожне перевезення вантажу необхідно надавати в товарні контори станцій паперові перевізних документів (накладних) та електронні дані цього документа. ЕЦП є обов'язковим реквізитом електронного перевізного документа, який використовується для ідентифікації автора (або того, хто підписував) електронного перевізного документа іншими суб'єктами електронного документообігу. Доступ користувачів до АС Клієнт УЗ здійснюється через загальну мережу Internet з використанням технології Virtual Private Network (VPN) .

Користувачі системи АС Клієнт УЗ - клієнти залізничного транспорту: вантажовідправники, вантажоодержувачі, та компанії, що виконують роботу з перевізними документами і потребують інструментарій для автоматизації документообігу. Автоматизація документообігу створює передумови для переходу на без паперову технологію роботи в організації вантажних перевезень між клієнтами залізничного транспорту та структурними підрозділами Укрзалізниці. Якщо клієнтом з Укрзалізницею укладено договір про обмін електронними документами, при перевезенні вантажів у внутрішньому сполученні може бути застосований електронний перевізний документ [65].

Електронний перевізний документ (ЕПД) утворюють електронні дані паперового перевізного документу, що готуються в автоматизованій системі, та електронний 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.

АС Клієнт УЗ надає зручний та сучасний інтерфейс користувача для можливості виконання наступних основних функцій системи:

- формування електронних даних перевізних документів;
- підготовка паперових перевізних документів на основі електронних даних;
- формування електронних перевізних документів (накладання електронно-цифрового підпису на електронні дані);
- передача електронних даних чи електронних перевізних документів в автоматизовані системи Укрзалізниці;
- отримання електронних даних паперових перевізних документів або електронних перевізних документів на всіх стадіях їх обробки в автоматизованих системах УЗ: від приймання вантажу до його розкредитування;
- завантаження супровідних документів, передбачених правилами перевезень, в систему та додавання їх до електронних перевізних документів;
- робота з нормативно-довідковою інформацією, що регламентована діючими нормативними документами УЗ в галузі вантажних перевезень.

Гнучкий та інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс забезпечує достатній мінімум інструментів та дій для простоти та високої швидкості виконання операцій.

Після авторизації користувачу надається основне меню системи та реєстр перевізних документів по відправленню (рис. 5.4) [65].

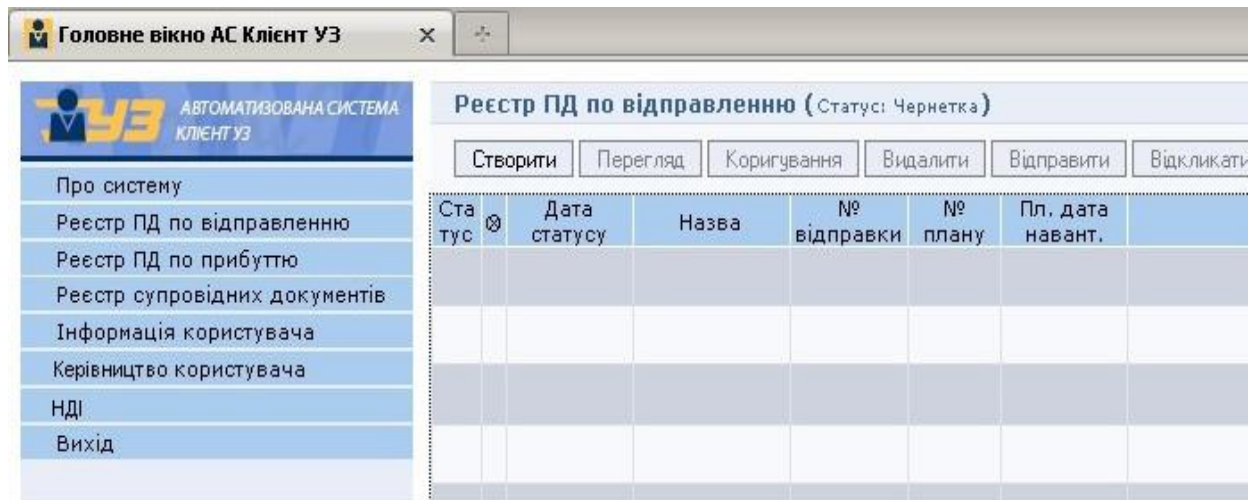


Рисунок 5.4 – Основне меню АС Клієнт-УЗ

На станції К система АС Клієнт УЗ впроваджена у 2011 році 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 розроблено АРМ вантажовідправника, а для підприємств, які мають власні інформаційні системи – модуль взаємодії. На сьогодні більшість підприємств, що обслуговуються станцією К, придбали вказані програмні продукти і здійснюють передачу електронних перевізних документів. Серед них: ПАТ «Азот», ПАТ «КХЗ», ТОВ «Завод котельного обладнання», ТОВ «Завод залізобетонних виробів».

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, вантажо-

відправники 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.

Використання АС Клієнт УЗ суттєво змінює технологію роботи товарної контори по оформленню та обробці перевізних документів та взаємодії з вантажовласниками. На рис. 5.5а наведено технологічну схему документообігу станції Б до впровадження АС Клієнт УЗ, а на рис. 5.5б – схема існуючого документообігу за умов використання АС Клієнт УЗ.



Рисунок 5.5 – Схема документообігу станції К: а) при відсутності АС Клієнт УЗ; б) в умовах функціонування АС Клієнт УЗ

Спростити роботу вантажовідправників при відправленні вантажів дозволяє також автоматизована система АС Месплан [66]. На сьогодні погоджувати план перевезення вантажів на місяць, відкоригувати місячний план, а також узгоджувати додаткову заявку на перевезення вантажовідправник може не виходячи з офісу. Узгодження із залізницею відбувається з використанням АС Месплан і електронної пошти мережі Інтернет.

## **6 УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ СТАНЦІЇ З ПІД'ІЗНИМИ КОЛІЯМИ**

### **6.1. Технологія подачі-прибирання вагонів на вантажні fronti**

Місцева робота вантажної станції К включає: маневрову роботу з вагонами, що надходять під розвантаження та навантаження; виконання вантажних операцій на місцях загального користування (вантажному районі), а також на примикаючих до станції під'їзних коліях 6 підприємств міста (під'їзній колії № 1 ТОВ «Агросклад», під'їзній колії № 2 ТОВ «Завод котельного обладнання», під'їзній колії № 3 ТОВ «Нафтобаза», під'їзній колії № 4 ПАТ «КХЗ», під'їзній колії № 5 ПАТ «Азот» і на під'їзній колії № 6 ПАТ «Завод залізобетонних виробів»). Маневрова робота виконується 2 маневровими тепловозами серії ЧМЕ-3. Маневрові локомотиви спеціалізовані по маневрових районах (див. розділ 2).

Під час вступу на чергування ДСЦ ознайомлюється із змінним планом роботи, наявністю на місцях працівників, інформацією про підхід місцевих вагонів, наявністю місцевих вагонів на коліях станції та вантажних пунктів, ходом вантажно-розвантажувальних робіт, станом фронтів навантаження, наявністю на станції вагонів належності країнам СНД та Балтії. Проаналізувавши всі початкові фактори маневровий диспетчер повідомляє виконавців про план вантажної роботи на 4-6 годинний період. На підставі складеного плану роботи на 4-6 годинний період маневровий диспетчер визначає кількість місцевих вагонів для включення їх в розрахунок поїздоутворення та плану відправлення зі станції.

Перед подачею вагонів під вантажні операції складач поїздів, керуючись завданням ДСЦ і крейдовою розміткою на вагонах, здійснює підбір місцевих вагонів по пунктам подачі з таким розрахунком, щоб забезпечити найменші витрати часу та маневрових засобів на подачу, розстановку і прибирання вагонів з пунктів навантаження-розвантаження із першочерговою подачею-прибиранням на місця навантаження-розвантаження вагонів інших держав (іновагони).

При подачі вагонів під вантажні операції на тупикові колії складач поїздів розставляє їх з таким розрахунком, щоб вагони, які вимагають більших витрат часу на вантажні операції, були подані на вантажний фронт в першу чергу.

В процесі виконання вантажних операцій прийомоздавальники вантажу періодично інформують ДСЦ про хід виконання вантажних операцій і прогно-

зований час їх закінчення, а по закінченні навантаження або розвантаження повідомляють йому дані про вагони з вказанням номерів вагонів, роду вантажу та станції призначення навантажених вагонів. Інформацію прийомоздавальники передають по 3 годинних періодах. Прийомоздавальники вантажу по закінченні розвантаження, впевнившись в відсутності залишків вантажу, повідомляють ДСЦ про закінчення вантажних операцій і готовності вагонів до прибирання.

Маневровий диспетчер, дає вказівку складачу поїздів про прибирання вагонів з вантажних пунктів і сповіщає прийомоздавальника вантажу про час заїзду маневрового локомотиву. Перед прибиранням вагонів прийомоздавальник вантажу і багажу витирає всі раніше нанесені крейдові надписи і наносить нові.

По закінченні обслуговування вантажних пунктів складач поїздів доповідає ДСЦ про виконану роботу. При виявленні пошкоджених вагонів, складач зобов'язаний доповісти про це ДСЦ. У цьому випадку вагони забороняється прибирати до прибуття оглядача вагонів та складання акту форми ВУ-25.

Вагони під навантаження ті, що прибули порожніми у поїздах і ті, що використовуються із під розвантаження, маневровий диспетчер пред'являє для огляду старшим прийомоздавальникам вантажу і багажу та оглядачам вагонів.

Пред'явлення вагонів до огляду оформляється записом в Книзі форми ВУ-14, яка знаходиться на ваговій у старшого прийомоздавальника вантажу і багажу з вказанням часу пред'явлення, їх місцезнаходження, номерів вагонів і найменування вантажу, під який ці вагони призначаються. Після огляду вагони, придатні для перевезення вантажу без ремонту, подаються під навантаження, а з поміткою «Ремонт» подаються на 21 колію сортувального парку для подальшої їхньої подачі на ремонтні колії МВРП. Визначення придатності вагонів під здвоєні операції в комерційному відношенні проводиться, як правило, на коліях розвантаження до подачі під навантаження.

Навантажені вагони, які прибувають на станцію К під розвантаження, при розформуванні составу поїзда в Сортувальному парку підбираються по пунктам так, щоб при їх розстановці їх необхідна була мінімальна кількість маневрових рейсів. Заїзди маневрових локомотивів для подачі вагонів повинні бути максимально використані для прибирання вагонів зворотнім напіврейсом.



Номерний облік наявності, розміщення і стану місцевих вагонів на вантажно-розвантажувальних та під'їзних коліях ведуть старші прийомоздавальники вантажу і багажу. Старший прийомоздавальник вантажу і багажу веде книгу номерного обліку місцевих вагонів, в якій указує час прибуття вагонів на станцію, рід вантажу, найменування вантажоодержувача і час їм повідомлення вантажоодержувача про підхід вантажу. Така система обліку при наявності зв'язку ДСЦ з усіма вантажними дільницями по міському телефонному зв'язку із підприємствами міста дозволяє приймати оперативні заходи по кращій організації вантажних робіт. Безперервний контроль за ходом навантаження, розвантаження, сортування та інші операції з місцевими вагонами відображаються маневровим диспетчером у графіку виконаної роботи.

## **6.2 Удосконалення порядку подачі і прибирання вагонів**

Проблема вибору черговості подачі і прибирання вагонів на під'їзні колії виникає в тому випадку, коли декілька під'їзних колій обслуговує один маневровий локомотив, а вагони на кожен колію надходять на станцію одночасно. Порядок подачі-прибирання вагонів на вантажні фронти станції та прилеглих під'їзних колій доцільно планувати з використанням методів сітьового планування [67, 68]. Методику удосконалення порядку подачі прибирання вагонів для станції К розглянемо на конкретному прикладі.

Маневровий локомотив №1 обслуговує наступні під'їзні колії: ТОВ „Нафтобаза”, „Завод залізобетонних виробів”, а також здійснює подачу в Обмінний парк вагонів, що надійшли в сортувальний парк на адресу ПАТ „КХЗ” та ПАТ „Азот” (порожні криті, цистерни, мінераловози під навантаження) і прибирання вагонів, що надходять з цих під'їзних колій з Обмінного парку «О» в Сортувальний парк «С» на колію для накопичення составів передаточних поїздів. Під час подачі-прибирання вагонів виконується ряд технологічних операцій: причіпка маневрового локомотива, прибирання гальмівних башмаків, прийом-здача вагонів і т.д. Слід зазначити, що наведена нижче методика вибору оптимальної черговості подачі-прибирання вагонів може бути використана при будь-якій технології.

Виходячи з цього, в даному розділі технологічні операції процесу подачі-прибирання вагонів розглянуто укрупнено для зменшення обсягів розрахунків.

Так, кожен під'їзну колію будемо характеризувати такими укрупненими операціями: час на подачу (прибирання) вагонів на під'їзну колію з врахуванням прийомоздавальних операцій  $t_{\text{п}}$  – приймається з врахуванням відстані подачі (прибирання) і кількості вагонів у подачі; час на виконання вантажних операцій  $t_{\text{в}}$  – приймається згідно з розрахунками, що виконані у розділі 6, з врахуванням числа вагонів у подачі; час на повернення з під'їзної колії (слідування на під'їзну колію) одиночного локомотива резервом  $t_{\text{р}}$  – приймається з врахуванням відстані до під'їзної колії. Значення цих показників для вказаних під'їзних колій наведено у табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Характеристика під'їзних колій станції

№п/к	Найменування під'їзної колії	$t_{\text{п}}, \text{хв}$	$t_{\text{в}}, \text{хв}$	$t_{\text{р}}, \text{хв}$
1	Парк «О» (ПАТ „КХЗ”, ПАТ „Азот”)	26	185	6
2	ТОВ „Нафтобаза”	37	197	12
3	ПАТ „ЗБВ”	28	75	8

Для зменшення простоїв на станції та під'їзних коліях рекомендується у першу чергу подавати вагони на ті вантажні фронти, величина  $t_{\text{п}} + t_{\text{в}}$  для яких має найбільше значення. Тривалість обслуговування під'їзної колії локомотивом визначається як  $t_{\text{л}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}}$ . Звідси, час закінчення вантажних операцій на під'їзних коліях визначається як:

$$t_{\text{з}} = t_{\text{п}} + t_{\text{ван}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{л},i} \quad (6.1)$$

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

Вагони з під'їзних колій забирають у відповідності з порядком закінчення вантажних операцій. Розрахунки щодо визначення черговості подачі прибирання вагонів виконано в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Визначення порядку обслуговування під'їзних колій

Під'їзна колія	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{ван}}$	$t_{\text{р}}$	$t_{\text{п}} + t_{\text{ван}}$	Черговість подачі	$t_{\text{л}}$	$\sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{л},i}$	$t_{\text{з}}$	Черговість прибирання
Обмінний парк	26	185	6	211	2	32	49	260	3
Нафтобаза	37	197	12	234	1	49	0	234	2
ЗБВ	28	75	8	103	3	36	81	184	1

Таким чином, для даного випадку вагони необхідно подавати в такій послідовності: ТОВ „Нафтобаза” – „Обмінний парк” – ПАТ „ЗБВ”, а прибирати в такій: ПАТ „ЗБВ” – ТОВ „Нафтобаза” – „Обмінний парк”.

Для визначення тривалості процесу подачі–прибирання вагонів на під’їзні колії доцільно скористатися методами сітьового планування і управління [67].

Сітьове планування та управління (СПУ) є одним з ефективних методів організації складних комплексів взаємопов’язаних робіт. В основі СПУ лежить сітьовий графік – модель виробничого процесу в вигляді мережі, тобто фігури, яка складається з вершин і ребер. Вершини – події, що визначають можливість початку чи закінчення різноманітних робіт, а ребра – технологічні операції (роботи), що складають процес. Перед побудовою сітьових графіків виконується аналіз технологічного процесу і встановлюється перелік робіт. Для кожної роботи визначають тривалість та попередні роботи, тобто ті роботи які повинні бути виконані до початку даної. На підставі цих даних складають структурно-часові таблиці.

Структурно-часова таблиця технологічного процесу подачі-прибирання вагонів на під’їзні колії наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Структурно-часова таблиця обслуговування під’їзних колій

№ роботи	Зміст роботи	Тривалість, хв	Попередні роботи
1	Подача вагонів на п/к „Нафтобаза”	37	-
2	Вантажні операції на п/к „Нафтобаза”	197	1
3	Повернення локомотива з п/к „Нафтобаза”	12	1
4	Подача вагонів в Обмінний парк	26	3
5	Вантажні операції на п/к Обмінного парку	185	4
6	Повернення локомотива з Обмінного парку	6	4
7	Подача вагонів на п/к „ЗБВ”	28	6
8	Вантажні операції на п/к „ЗБВ”	75	7
9	Повернення локомотива з п/к „ЗБВ”	8	7
10	Слідування локомотива на п/к „ЗБВ”	8	9
11	Прибирання вагонів з п/к „ЗБВ”	28	8,10
11	Слідування локомотива на п/к „Нафтобаза”	12	11
12	Прибирання вагонів з п/к „Нафтобаза”	37	2,12
13	Слідування локомотива в Обмінний парк	6	13
14	Прибирання вагонів з п/к Обмінного парку	26	5,14

Сітьовий графік, що відповідає табл. 6.3 наведено на рис. 6.1. Аналізуючи графік можна визначити, що загальна тривалість виконання операцій по подачі-прибиранню вагонів становить  $T_1 = 303$  хв., а критичними операціями, що визначають значення  $T_1$  є операції на п/к ТОВ „Нафтобаза”.

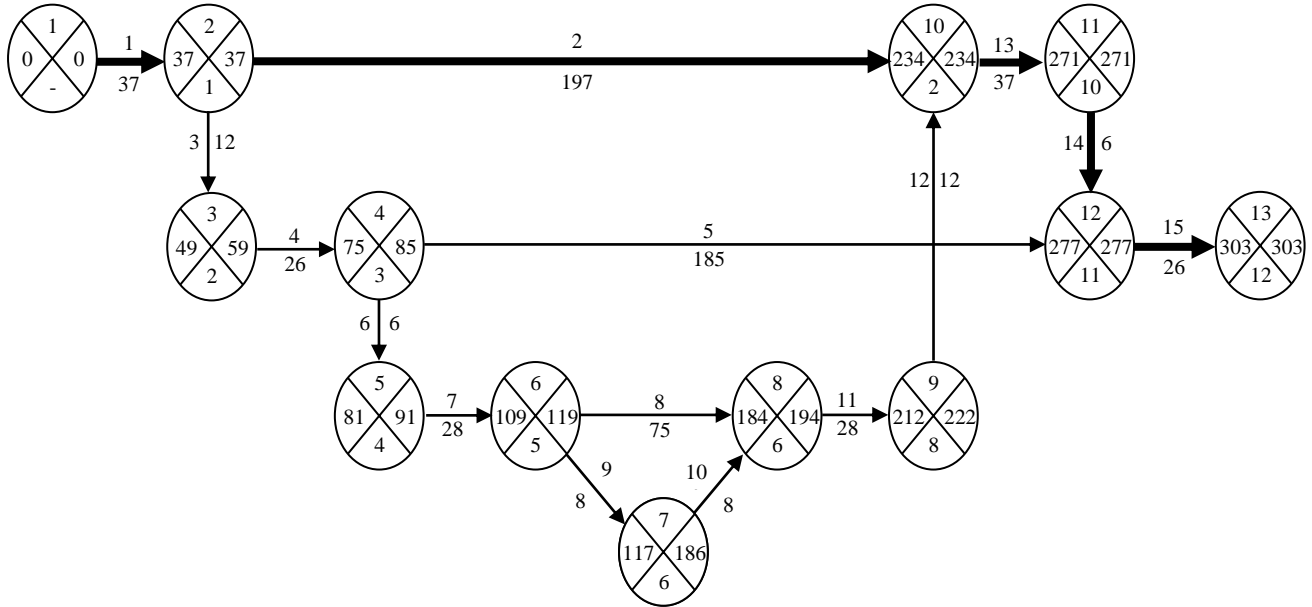


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік процесу подачі-прибирання вагонів

Для оцінки ефективності такої методики для порівняння побудуємо сітьовий графік виконання операцій по подачі-прибиранню вагонів при нераціональній черговості (у першу чергу подаються вагони на ті вантажні фронти, величина  $t_{\text{п}} + t_{\text{в}}$  для яких має найменше значення). Розрахунок черговості подачі-прибирання та структурно часова таблиця для такого випадку наведено у табл. 6.4 і табл. 6.5, відповідно. Сітьовий графік, що відображає таку технологію наведено на рис. 6.2

Таблиця 6.4 – Порядок обслуговування під'їзних колій (нераціональний варіант)

Під'їзна колія	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{ван}}$	$t_{\text{р}}$	$t_{\text{п}} + t_{\text{ван}}$	Черговість подачі	$t_{\text{л}}$	$\sum_{i=1}^{n-1} t_{\text{л},i}$	$t_3$	Черговість прибирання
Обмінний парк	26	185	6	211	2	32	36	247	2
Нафтобаза	37	197	12	234	3	49	68	302	3
ЗБВ	28	75	8	103	1	36	0	103	1

Таблиця 6.5 – Структурно-часова таблиця обслуговування під'їзних колій (нераціональний варіант)

№ роботи	Зміст роботи	Тривалість, хв	Попередні роботи
1	Подача вагонів на п/к „ЗБВ”	28	-
2	Вантажні операції на п/к „ЗБВ”	75	1
3	Повернення локомотива з п/к „ЗБВ”	8	1
4	Подача вагонів в Обмінний парк	26	3
5	Вантажні операції на п/к Обмінного парку	185	4
6	Повернення локомотива з Обмінного парку	6	4
7	Подача вагонів на п/к „Нафтобаза”	37	6
8	Вантажні операції на п/к „Нафтобаза”	197	7
9	Повернення локомотива з п/к „Нафтобаза”	12	7
10	Слідування локомотива на п/к „ЗБВ”	8	9
11	Прибирання вагонів з п/к „ЗБВ”	28	2,10
12	Слідування локомотива в Обмінний парк	6	11
13	Прибирання вагонів з п/к Обмінного парку	26	5,12
14	Слідування локомотива на п/к „Нафтобаза”	12	13
15	Прибирання вагонів з п/к „Нафтобаза”	37	8,13

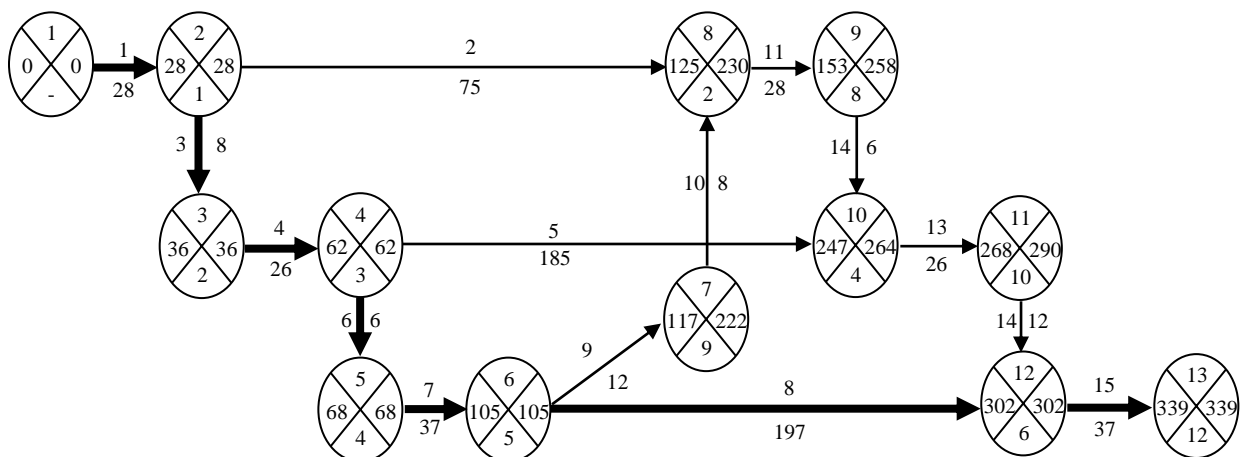


Рисунок 6.2 – Сітьовий графік процесу подачі-прибирання вагонів (найгірший варіант)

Аналізуючи графік можна визначити, що загальна тривалість виконання операцій по подачі-прибиранню вагонів для варіанту 2  $T_2 = 339$  хв., а критичними операціями, як і у варіанті 1 є операції на п/к „Нафтобаза”. Крім того, така технологія подачі-прибирання вагонів викликає додаткові простой вагонів на станції під накопиченням або на під'їзних коліях в очікуванні прибирання, що суттєво може вплинути на загальний час знаходження місцевого вагона на станції. Таким чином, застосування досить простої методики на основі СПУ дозволяє значно зменшити час на виконання операцій подачі-прибирання вагонів ( $\Delta T = T_2 - T_1 = 339 - 303 = 36$  хв), тобто на 10%.

## 7 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО РАЙОНУ СТАНЦІЇ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

### 7.1 Постановка задачі

Першочерговим завданням вантажної станції К є виконання вантажних операцій (навантаження, вивантаження). Великий обсяг вантажної роботи виконується на вантажному районі станції, ефективність функціонування якого визначає якість роботи станції в цілому. Вантажні операції виконуються на вантажних фронтах (критих складах, відкритих і критих майданчиках, підвищених коліях, контейнерних площадках і ін.). Тому при вдосконаленні технології роботи вантажних станцій слід особливу увагу приділити оптимізації роботи вантажних фронтів. У свою чергу, ефективність роботи кожного вантажного фронту (ВФ) визначається безліччю різних технічних і технологічних параметрів, серед яких слід особливо виділити наступні:

- кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ), їх техніко-експлуатаційні характеристики;
- кількість подач вагонів за добу на ВФ;
- тривалість роботи ВФ протягом доби.

У сучасних умовах зміна параметрів ВФ вимагає суттєвих капітальних вкладень і при порівняно невеликих об'ємах роботи в більшості випадків є економічно не виправданим. При наявній місткості вантажного фронту  $L_{\text{вф}}$  і тривалості роботи протягом доби є доцільним оптимізувати такі параметри ВФ як кількість НРМ –  $Z$ , кількість подач вагонів –  $X$ . При цьому у якості критерію оптимальності доцільно прийняти річні приведені витрати. Таким чином, завдання вибору раціональних техніко-експлуатаційних параметрів ВФ полягає в тому, щоб визначити такі  $Z^*$ ,  $X^*$ , при яких б загальні річні витрати були мінімальними.

Із збільшенням кількості НРМ зростають капітальні вкладення, а також витрати на їх амортизацію і ремонт. Разом з тим за інших рівних умов із збільшенням кількості механізмів скорочується час простою вагонів при навантаженні і вивантаженні, а також витрати, пов'язані з цим простоєм. Таким чином, можна знайти таку кількість НРМ, при якій приведені витрати будуть мінімальними.

Кількість подач вагонів  $X$  також істотно впливає на роботу вантажного

фронту. Так із збільшенням подач скорочуються витрати, пов'язані з простоем вагонів під вантажними операціями (внаслідок певного зменшення числа вагонів в подачі) і простоем на станції в очікуванні подачі. Однак при цьому збільшуються витрати на маневрову роботу, пов'язану з подачею і прибиранням вагонів.

Показники роботи станції або її окремого вантажного фронту для різних варіантів технічного оснащення і технології роботи (число НРМ, число подач, тривалість роботи протягом доби і ін.) можна визначити за допомогою методів імітаційного моделювання на ЕОМ. В зв'язку з цим було поставлене завдання за допомогою методів імітаційного моделювання на ЕОМ визначити оптимальні значення параметрів ВФ ( $Z^*$  та  $X^*$ ) на прикладі критого складу, розташованого на вантажному районі станції К для різного добового надходження вагонів  $N_{\text{доб}}$ . За результатами моделювання були визначені оптимальні значення  $Z^*$  і  $X^*$  для різних  $N_{\text{доб}}$ . Моделювання виконувалося за допомогою розробленої на кафедрі станцій та вузлів ДНУЗТу програми «gruz\_tech.exe», яка була вдосконалена для вирішення цієї задачі. Вибір найбільш раціонального варіанту організації роботи складу здійснюється по мінімуму сумарних модифікованих приведених витрат.

## 7.2 Модель підсистеми станція – вантажний район

При визначенні експлуатаційних витрат по кожному варіанту основна проблема виникає при розрахунку витрат, пов'язаних з простоем вагонів на вантажній станції. Оскільки надходження вагонів на станцію і виконання з ними вантажних операцій є випадковими процесами, то визначення значення середнього простою  $t_{\text{п}}$  аналітичними методами є досить складним завданням. Для вирішення даної проблеми доцільно використовувати методи імітаційного моделювання на ЕОМ.

В якості прикладу рішення поставленої задачі розглянемо технологію роботи вантажної станції К і критого складу, на якому є секція тарно-штучних вантажів і секція біг-бегів. Вантажні операції на цих складах виконуються цілодобово електронавантажувачами типу TOYOTA 7FBE-15 (табл. 2.1).

### 7.2.1 Технологія взаємодії станції і вантажного району

Вагони на вантажну станцію надходять в передаточних поїздах. Відповідно до рекомендацій [54] прийнято, що інтервал прибуття між поїздами є випа-

дковою величиною, розподіленою за законом Ерланга. У кожному передаточному поїзді можуть знаходитися вагони призначенням на склад тарно-штучних вантажів (ТШ) і склад біг-бегів (ББ) критого складу. Якщо ВФ зайнятий, то вагони чекають на станції К і подаються на ВФ після його звільнення.

Якщо ВФ вільний, на нього подаються вагони і з ними виконуються операції, передбачені технологічним процесом. Після подачі вагонів здійснюється розстановка вагонів по вантажних фронтах. Подача і розстановка вагонів виконується складацькою бригадою, а передача вагонних листів із СТЦ в товарну контору – по пневмопошті. Після цього прийомоздавачі виконують комерційний огляд вагонів, перевіряють ЗПП, виконують звірку документів і вагонів. Потім вантажники відкривають двері вагонів і починають вивантаження вантажу. Вантажні операції паралельно виконуються на складі ТШ і складі ББ. Після закінчення вивантаження оператор технічної контори вводить повідомлення 242 про вивантаження вагонів, старший прийомоздавач робить відмітку у вагонному листі і запис в Книгу вивантаження, а вантажники очищають вагони і готують їх до завантаження. Потім вантажниками здійснюється завантаження вантажу у вагони. Після закінчення навантаження оператор технічної контори вводить повідомлення 241 про закінчення навантаження, прийомоздавачі закривають двері вагонів і пломбують їх. Старший прийомоздавач складає вагонний лист, передає його в технічну контору і повідомляє чергового по станції про готовність вагонів. Після виконання цих операцій складацькою бригадою здійснюється подача локомотива і прибирання вагонів з ВФ

Слід зазначити, що навантажувачі, що працюють на двох складах, є взаємозамінними, і при плануванні вантажних операцій виконується їх перерозподіл так, щоб вирівняти тривалість вантажних операцій на цих складах. Відповідно, до рекомендацій [54] прийнято, що тривалість виконання всіх операцій є випадковою величиною з нормальним законом розподілу.

### 7.2.2 Загальна структура моделі

Вантажна станція або окремий вантажний склад є складною системою масового обслуговування (СМО), що складається з множини різних елементів,



які в процесі роботи тісно взаємодіють один з одним, впливаючи один на одного. До таких елементів можна віднести колійний розвиток станції і підходів, сортувальні і вантажні пристрої, рухомий склад (поїзди, состави, локомотиви і ін.), виконавців різної спеціалізації (вантажники, маневрові локомотиви, бригада ПТО і ін.). У свою чергу, кожен такий елемент можна структурно розділити на дрібніші складові. Модель повинна відображати як структуру системи, так і взаємодію окремих її елементів.

Кожна СМО характеризується: вхідним потоком заявок, системою обслуговування заявок, дисципліною обслуговування. Розглянемо докладніше реалізацію вказаних елементів СМО в моделі взаємодії вантажної станції і критого складу (надалі – моделі).

### 7.2.3 Формалізація системи обслуговування

Однією з основних проблем, що виникають при функціональному моделюванні станцій, є складність формалізації технологічних процесів обробки поїздів, які можуть істотно відрізнятися для різних категорій поїздів, а також для різних станцій. У основу використовуваної імітаційної моделі покладена модель, запропонована, розроблена у ДНУЗТ [69]. Станція або її окремий технологічний комплекс (в даному випадку вантажний фронт) розглядається як багатофазна, багатоканальна СМО. Фазами обслуговування є окремі операції, які виконуються відповідно до технологічного процесу в певній послідовності частково паралельно, частково послідовно. Умовимося позначати операції  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , де  $n$  – загальне число елементарних операцій, які повинні бути виконані із заявкою перед тим, як вона покине систему.

Обслуговуючими каналами в СМО є виконавці різної спеціалізації (працівники і пристрої, що беруть участь в технологічному процесі – прийомоздавачі, бригади вантажників, маневровий локомотив і ін.). Число каналів (виконавців) кожної спеціалізації позначимо  $e_1, e_2, \dots, e_s$ , де  $s$  – число спеціалізацій виконавців. Вважатимемо, що кожен елементарну операцію може виконувати виконавець строго певної спеціалізації (наприклад, подачу вагонів здійснює маневровий локомотив, вантажні операції - бригада вантажників і т. д.). В той

же час виконавець даної спеціалізації може виконувати декілька різних елементарних операцій (наприклад, локомотив подає вагони, розставляє їх і потім прибирає і т.д.).

Для формалізації технологічного процесу обробки подачі вагонів використовується структурно-часова таблиця комплексу операцій [67], в якій вказується перелік елементарних робіт  $w_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , а також дані про кожну з них і про їх взаємну обумовленість. Рядок таблиці характеризує елементарну операцію і представляється структурою [69]:

$$w_i = \{w, p, f, \rho, M[t], \sigma_t\}, \quad i = 0, 1, \dots, n-1 \quad (7.1)$$

де  $w$  – список операцій, після закінчення яких починається виконання даної операції:

$$w = \{w_{a_1}, w_{a_2}, \dots, w_{a_r}\}, \quad a_1 < a_2 < \dots < a_r < i; \quad (7.2)$$

де  $p$  – спеціалізація виконавця операції ( $p = 0, 1, \dots, s-1$ );

$f$  – ознака закріплення виконавця за об'єктом для виконання подальших операцій;

$\rho$  – тип закону розподілу випадкової величини тривалості операції  $t$ ;

$M[t]$ ,  $\sigma_t$  – відповідно, математичне сподівання і середньоквадратичне відхилення випадкової величини  $t$ .

Ненульове значення параметра  $f$  встановлюється в тих випадках, коли після виконання  $i$ -ї операції її виконавець не звільняється, а виконує подальші операції комплексу з цим же об'єктом (наприклад, після подачі вагонів на ВФ локомотив не звільняється, а виконує наступні операції з цими вагонами – наприклад, розстановку). Тривалість виконання кожної операції розглядається як випадкова величина із заданим законом розподілу (цілочисельний параметр  $\rho$ ). Значення  $\rho$ , а також параметри  $M[t]$ ,  $\sigma_t$  використовуються для моделювання випадкової величини  $t$  при кожній реалізації обробки складу. При  $\rho = 0$  тривалість обслуговування приймається постійною і рівною  $M[t]$ . Тривалості решти операцій прийняті відповідно до технологічного процесу роботи вантажного району (розділ 4).

Структурно-часова таблиця, відповідна технологічному процесу роботи критого складу наведена табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Структурно-часова таблиця операцій технологічного процесу роботи критого складу

№	Операція	Попередні операції	Виконавець	Тривалість	
				$M[t], \text{хв}$	$\sigma_t, \text{хв}$
1	Подача вагонів	-	Склад. бригада	12,0	3,0
2	Передача документів на вагони	-	Старший прийомоздавач, оператор СТЦ	5,0	1,2
3	Розстановка по вантажних фронтах	1,2	Склад. бригада	15,0	3,0
4	Приймально-здавальні операції, ознайомлення з планом вивантаження	3	Прийомоздавачі, вантажники	13,0	2,5
5	Вивантаження на складі ББ	4	Вантажники	115,0	25,0
6	Вивантаження на складі ТШ	4	Вантажники	140,0	35,0
7	Введення с. 242, запис в Книгу вивантаження	5, 6	Старший прийомоздавач	5,0	1,2
8	Очищення і підготовка вагонів до навантаження, ознайомлення з планом вантаження	5, 6	Вантажники	15,0	4,0
9	Навантаження на складі ББ	8	Вантажники	120,0	30,0
10	Навантаження на складі ТШ	8	Вантажники	150,0	35,0
11	Приймально-здавальні операції	9, 10	Прийомоздавачі, вантажники	10,0	2,0
12	Введення с. 241, запис в Книгу навантаження	9, 10	Старший прийомоздавач	7,0	2,5
13	Складання і передача вагонного листа в товарну контору	12	Ст. прийомоздавач	10,0	2,0
14	Прибирання вагонів	11, 13	Склад. бригада	12,0	3,0

Графічним відображенням структурно-часової таблиці є сітьовий графік, наведений на рис. 7.1.

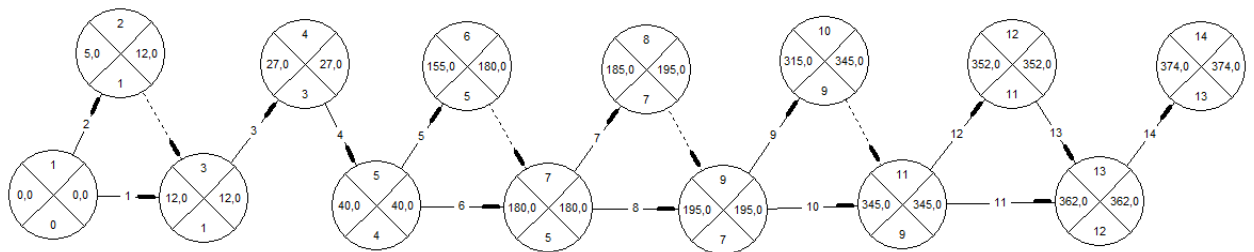


Рисунок 7.1 – Сітьовий графік роботи критого складу станції К

Для обліку зайнятості виконавців обслуговуванням використовується таблиця, кожен рядок якої включає всіх виконавців однієї спеціалізації:

$$E_j = \{e, R\}, j = 0, 1..s-1, \quad (7.3)$$

де  $R$  – список, що характеризує поточний стан групи виконавців даної спеціалізації

Окремий виконавець в списку  $R$  представляється структурою:

$$R_k = \{Z, t_{зв}\}, k = 0, 1, \dots, e_j - 1 \quad (7.4)$$

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

$t_{зв}$  – момент завершення операції і звільнення виконавця.

Величина  $t_{зв}$  дозволяє у будь-який момент системного часу  $T_c$  визначити стан виконавця (якщо  $T_c \geq t_{зв}$  – виконавець вільний).

#### 7.2.4 Вхідний потік заявок

Всі заявки (подачі вагонів), що поступають в систему (станцію), записуються в циклічно зв'язаний список  $Q$  (черга), що має два покажчики: на голову черги  $G$  і на перше вільне місце в її хвості  $H$ . Включення заявки  $J$ , що знов поступила, здійснюється в хвіст черги; при цьому якщо  $Q[H] = 0$ , то виконуються операції:  $Q[H] \leftarrow J$ ;  $H \leftarrow H+1$ . Інакше ( $Q[H] \neq 0$ ) фіксується переповнювання списку і робота програми припиняється.

Вибір заявки для обслуговування здійснюється з голови черги (покажчик  $G$ ) відповідно до дисципліни *FIFO* (без пріоритетів). Повністю обслужена заявка покидає систему; при цьому виконуються операції:  $Q[G] \leftarrow 0$ ;  $G \leftarrow G+1$ .

Окрема заявка, що знаходиться в черзі в списку  $Q$ , представляється як:

$$Q_m = \{J, v, \alpha, \beta, T\}, m = 0, 1, \dots, L-1 \quad (7.5)$$

де  $J$  – порядковий номер заявки;

$v$  – рід заявки;

$\alpha, \beta$  – вектори, відповідно, початих і закінчених операцій;

$T$  – момент надходження в систему.

Бульові вектори  $\alpha$  і  $\beta$  мають розмірність  $n$  і в кожен момент часу  $T_c$  відображають відповідні кортежі стану операцій  $w_1, w_2, \dots, w_n$ ; при цьому якщо  $i$ -а операція почата, то  $\alpha_{(i)} = 0$ , інакше –  $\alpha_{(i)} = 1$ . Аналогічно, якщо у момент часу  $T_c$   $i$ -а операція закінчена, то  $\beta_{(i)} = 0$ , інакше  $\beta_{(i)} = 1$ .

Момент  $T_j$  для прибуваючих передаточних поїздів, визначається під час вступу до системи попередньої  $(j-1)$ -й заявки (поїзда):

$$T_J = T_J + I_{J,J-1}, \quad (7.6)$$

де  $I_{J,J-1}$  – випадкова величина інтервалу між прибуваючими поїздами.

Величина  $I$  моделюється по закону розподілу Ерланга або встановлюється за заданим розкладом прибуття потягів. Окремі значення інтервалів моделюються за формулою [68]:

$$I = \frac{I_{\min} - M[I]}{K} \cdot \ln \prod_{J=1}^K R_J + I_{\min} \quad (7.7)$$

де  $I_{\min}$  – мінімальний інтервал прибуття;

$M[I]$  – математичне сподівання інтервалу;

$K$  – параметр Ерланга;

$R_J$  – випадкове число, рівномірно розподілене в інтервалі  $[0;1]$ .

Одночасно з інтервалом  $I$  моделюється число вагонів в даному поїзді, що мають призначення на кожний ВФ. Прийнято, що число вагонів призначенням на ВФ  $M_i$  є випадковою величиною, рівномірно розподіленою в інтервалі  $[M_{\max}; M_{\min}]$ , окремі значення якої визначаються за формулою [87]:

$$M_i = M_{\min} + (M_{\max}^i - M_{\min}^i + 1) \cdot R_i \quad (7.8)$$

де  $M_{\min}$ ,  $M_{\max}$  – відповідно, мінімальне і максимальне число вагонів на даний ВФ в  $i$ -му поїзді.

Прийнято, що  $M_{\min}^i = 0$ ;  $M_{\max}^i = N_{\text{сут}} - \sum_{J=1}^{i-1} M_J$ . де  $N_{\text{доб}}$  – добове надходження

вагонів на ВФ.

### 7.2.5 Моделювання технологічного процесу обробки подачі вагонів

Час  $T_J$  використовується для включення  $J$ -ї заявки в список  $Q$ ; це відбувається, коли системний час  $T_c$  перевищить  $T_J$  ( $T_c > T_J$ ). Для кожної заявки, включеної в чергу  $Q$ , в кожен момент системного часу  $T_c$  здійснюється перевірка виконання всього комплексу операцій. Умови початку  $i$ -ої операції для  $Z$ -ої заявки визначаються таким чином. Найбільш ранній можливий термін початку операції  $w_i$  з об'єктом визначається як :

$$T_{\text{рп } i} = \max \{T_{a_1}, T_{a_2}, \dots, T_{a_r}\}, \quad (7.9)$$

де  $T_{a_1}, T_{a_2}, \dots, T_{a_r}$  – моменти закінчення операцій ( $w_{a_1}, w_{a_2}, \dots, w_{a_r}$ ), від яких залежить  $w_i$ .

Для виконання операції  $w_i$  необхідний вільний виконавець спеціалізації  $j=p_i$ , який звільняється у момент  $T_{\text{зв } i}$ :

$$T_{\text{зв } i} = \min \{t_{\text{зв } 1}, t_{\text{зв } 2}, \dots, t_{\text{зв } j}\} \quad (7.10)$$

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

$$T_{\text{п } i} = \max \{T_{\text{рп } i}, T_{\text{зв } i}\} \quad (7.11)$$

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

$$T_{\text{зк } i} = T_{\text{п } i} + t_i, \quad (7.12)$$

При цьому тривалість виконання кожної операції розглядається як випадкова величина з нормальним законом розподілу, окремі значення якої моделюються за формулою [68]:

$$t_i = M[t] + \sigma_t \cdot Z_i, \quad (7.13)$$

де  $Z_i$  – випадкове число з нормальним законом розподілу ( $M[Z]=0$ ;  $\sigma_z=1$ ).

Момент закінчення операції розглядається як момент звільнення  $k$ -го виконавця  $j$ -й спеціалізації того, що виконував дану операцію.

За допомогою приведених виразів на кожному кроці моделювання здійснюється перевірка всіх початих операцій для виявлення закінчених, а також всіх не початих операцій для визначення можливості їх початку. Перевірка виконується послідовно по кожній заявці  $Q$  в черзі, починаючи з голови черги  $G$ .

Закінчення обслуговування  $m$ -й заявки фіксується у момент  $T_{\text{км}}$ :

$$T_{\text{км}} = \max \{T_{\text{зк } 1, m}, T_{\text{зк } 2, m}, \dots, T_{\text{зк } n, m}\}, \quad (7.14)$$

У вказаний момент  $m$ -а заявка покидає систему (встановлюється  $Q[m] \leftarrow 0$ ); якщо при цьому  $G=m$ , то пересувається голова черги ( $G \leftarrow G + 1$ ).

### 7.3 Вихідні дані для моделювання

Перед виконанням досліджень за допомогою моделі необхідно виконати її ідентифікацію, тобто визначити значення початкових параметрів.

Параметри вхідного потоку заявок:

- число передаточних поїздів, що надходять на станцію за добу –  $N_{\text{пер}} = 7$  поїздів (див. розділ 2).
- закон розподілу інтервалів між поїздами – Ерланга;
- параметри закону розподілу:
- математичне сподівання:  $M[I] = 1440/7 = 206 \text{ хв}$ ;
- параметр Ерланга  $K=4$ ;
- мінімальний інтервал прибуття  $I_{\min} = 120 \text{ хв}$ .
- закон розподілу кількості вагонів  $M_i$  призначенням на кожний ВФ критого складу у складі передаточних поїздів – рівномірний з параметрами  $M_{i\min}$ ,  $M_{i\max}$  (7.8).
- добове надходження вагонів на склад тарно-штучних вантажів  $N_{\text{сут}}^{\text{ТШ}} = 5 \div 35 \text{ ваг/доба}$ , на склад біг-бегів –  $N_{\text{доб}}^{\text{ББ}} = 5 \div 20 \text{ ваг/доба}$ , сумарний добовий вагонопотік на критий склад, відповідно  $N_{\text{доб}} = 10 \div 40 \text{ ваг/доба}$ . При цьому загальне число вагонів, що надходять на критий склад розподілялося між секцією тарно-штучних вантажів і секцією біг-бегів в пропорції 3:2.

- період моделювання  $T_{\text{мод}} = 10 \text{ діб}$ .

Параметри обслуговуючої системи:

- максимальна місткість обох ВФ –  $M_{\text{ТШ}} = M_{\text{ББ}} = 18$  вагонів;
- відстань подачі вагонів на склад –  $L = 500 \text{ м}$ ;
- тривалість подачі-прибирання вагонів на вантажний район:  
 $t_{\text{п/пр}} = a \cdot m_{\text{под}} + b$ , де  $a$ ,  $b$  – нормативні коефіцієнти (при  $L = 500 \text{ м}$ ,  $a = 1,44$ ;  $b = 0,050$ );
- кількість подач вагонів на склад за добу –  $X = 1 \div 4 \text{ подач/доба}$ ;
- тривалість виконання операцій на складі (див. таблицю 6.1);
- тривалість виконання вантажних операцій:

$$t_{\text{ван}} = \frac{M \cdot P_{\text{тех}}}{q \cdot Z}, \quad (7.15)$$

де  $M$  – число вагонів в подачі на даний ВФ;

$P_{\text{тех}}$  – технічна норма завантаження вагонів,  $m/\text{ваг}$ ;

$q$  – продуктивність НРМ на даному ВФ,  $m/\text{год}$ ;

$Z$  – число НРМ, що виконують вантажні операції на даному ВФ.

Згідно до табл. 2.4  $P_{\text{тех}}^{\text{тш}}=20 \text{ m/ваг}$ ,  $P_{\text{тех}}^{\text{бб}}=42 \text{ m/ваг}$ , продуктивність навантажувача TOYOTA 7FBE-15  $q^{\text{тш}}=12,0 \text{ m/год}$ ,  $q^{\text{бб}}=15,4 \text{ m/год}$ ,  $Z=4 \div 11$  (див. табл. 2.1)

В процесі моделювання виконується перерозподіл загальної кількості НРМ  $Z_0$  між складом ТШ (склад 1) і складом ББ (склад 2) так, щоб тривалість виконання вантажних операцій на цих складах була приблизно однакова, тобто, щоб виконувалася умова:

$$t_{\text{ван}}^1 = t_{\text{ван}}^2 \quad (7.16)$$

З урахуванням (7.15) кількість НРМ, необхідна на складах:

$$Z_1 = \frac{M_1 \cdot P_{\text{тех}}^1 \cdot q_2 \cdot Z_0}{(M_1 \cdot P_{\text{тех}}^1 \cdot q_2 + M_2 \cdot P_{\text{тех}}^2 \cdot q_1)}, \quad Z_2 = Z_0 - Z_1. \quad (7.17)$$

Отримані значення  $Z_1$  і  $Z_2$  округляються і підставляються в (7.15).

#### 7.4 Результати моделювання роботи критого складу і їх аналіз

Вказана модель була використана при оптимізації технічного оснащення і організації роботи вантажного критого складу тарно-штучних вантажів. Моделювання виконувалося для різних об'ємів надходження вагонів на склад  $N_{\text{доб}}$  і при різних значеннях  $Z$  і  $X$ . Результати моделювання наведені в Додатку В.

Як було вказано, вибір того чи іншого варіанту організації роботи ВФза інших рівних умов (безпека руху, охорона праці, забезпечення екологічних вимог і ін.) слід проводити по мінімуму сумарних модифікованих витрат [70]:

$$МПЗ = \sum_{t=1}^T \frac{3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} + KB}{(1 + E)^t}, \quad (7.18)$$

В даному випадку:

$$МПЗ = KB + 3 \cdot (1 - H_{\text{нп}}) - A \cdot H_{\text{нп}} \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (7.19)$$

де  $KB$  – капітальні вкладення;

$3$  – поточні (експлуатаційні) витрати без амортизаційних відрахувань;



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

$E$  – дисконтна ставка ( $E = 0,12$ );

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

$$A = KB \cdot a, \quad (7.20)$$

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

$$\sum_{t=1}^T (1-E)^{-t} = \frac{(1+E)^{-1} \cdot (1-(1+E)^{-T})}{1-(1+E)^{-1}} = \frac{1-(1+E)^{-T}}{E}, \quad (7.21)$$

де  $T$  – тривалість життєвого циклу проекту,  $T = 10$  років.

При розрахунку капітальних вкладень та експлуатаційних витрат враховувались лише ті витрати, які відрізняються по варіантам.

Капітальні вкладення в даному випадку необхідні на придбання НРМ:

$$KB_i = Z_i \cdot c_{\text{нрм}}, \quad (7.22)$$

де  $Z_i$  – число НРМ (електронавантажувачів) по  $i$ -му варіанту;

$c_{\text{нрм}}$  – вартість однієї НРМ, тис. грн.

Згідно з [71] для електронавантажувача TOYOTA 7FBE-15 прийнято  $c_{\text{нрм}} = 400$  тис. грн.;

Річні експлуатаційні витрати складуть:

$$Z_i = Z_{\text{нрм}} + Z_{\text{пер}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{ман}}, \quad (7.23)$$

де  $Z_{\text{нрм}}$  – витрати, пов'язані із змістом НРМ, тис. грн;

$Z_{\text{пер}}$  – витрати на оплату праці ВФ (механізаторів, прийомоздавальників), тис. грн;

$Z_{\text{п}}$  – витрати, пов'язані з простоем вагонів на ВФ і на станції, тис. грн;

$Z_{\text{ман}}$  – витрати на маневрову роботу по подачі-прибиранню вагонів, тис. грн.

Вказані експлуатаційні витрати можна визначити за формулами:

$$Z_{\text{нрм}} = Z \cdot e_{\text{нрм}} \quad (7.24)$$

$$Z_{\text{пер}} = (Z \cdot e_{\text{бр}} + e_{\text{пер}}) \cdot S \quad (7.25)$$

$$Z_{\text{п}} = 365 \cdot N_{\text{доб}} \cdot t_{\text{п}} \cdot e_{\text{в-год}} \cdot 10^{-3} \quad (7.26)$$

$$Z_{\text{ман}} = 365 \cdot X \cdot t_{\text{п/у}} \cdot e_{\text{л-год}} \cdot 10^{-3} \quad (7.27)$$

де  $e_{\text{нрм}}$  – витрати на утримання однієї НРМ в рік, *тис. грн* (прийнято витрати на утримання і амортизацію одного електронавантажувача 10% від його вартості, тобто  $e_{\text{нрм}}=40$  тис. *грн/рік*);

$e_{\text{бр}}$  – річні витрати на утримання однієї бригади вантажників (механізатор і вантажник); прийняті середньомісячні оклади механізатора 15 тис. грн., а вантажника – 10 тис. грн.  $e_{\text{бр}}=(15 + 10)*12=300$  тис. *грн/рік*;

$e_{\text{пер}}$  – витрати на утримання допоміжного персоналу (технічних працівників) за зміну, *грн* ( $e_{\text{пер}}= 90$  тис. *грн/рік*);

$S$  – число змін роботи ВФ за добу; якщо організована цілодобова робота складу  $S = 4,3$ , в одну денну зміну –  $S = 2,3$ ;

$N_{\text{доб}}$  – добове надходження вагонів на ВФ;

$t_{\text{п}}$  – середній простій вагону на вантажній станції, *год*;

$t_{\text{п/у}}$  – середня тривалість подачі і прибирання вагонів на ВФ, *год*;

$e_{\text{в-год}}$ ,  $e_{\text{л-год}}$  – відповідно, вартості вагоно-години і маневрової локомотивної години, *грн*. ( $e_{\text{в-год}}=8,5$  *грн*,  $e_{\text{л-год}}=850$  *грн*).

Для прикладу визначимо значення річних приведених витрат для варіанту технічного оснащення і організації роботи вантажного складу, який характеризується наступними значеннями параметрів: 1) цілодобова робота; 2) число подач вагонів на склад в добу  $X = 2$ ; 3) кількість НРМ на складі  $Z = 5$ ; 4) середньодобове надходження вагонів на склад  $N_{\text{доб}} = 15$  *ваг/добу*.

За допомогою моделювання роботи вантажного складу за даних умов було визначено середній простій одного вагону на станції і середню тривалість однієї подачі-прибирання вагонів:  $t_{\text{п}}=1843,5$  *хв*  $\approx 30,7$  *год*,  $t_{\text{п/у}}=33,3$  *хв*  $\approx 0,55$  *год*.

Капітальні вкладення складуть:

$$KB = 5 \cdot 400 = 2000,0 \text{ тис. грн.}$$

Амортизаційні витрати:

$$A=2000,0 \cdot 0,1=200,0 \text{ тис. грн./рік}$$

Визначимо експлуатаційні витрати по даному варіанту:

– витрати, пов'язані з утриманням НРМ:

$$Z_{\text{нрм}} = 2000,0 \cdot 0,1 = 200,0 \text{ тис. грн/рік};$$

– витрати на оплату праці:

$$З_{\text{пер}} = (5 \cdot 300,0 + 90,0) \cdot 4,3 = 6837,0 \text{ тис. грн/рік};$$

– витрати, пов'язані з простоем вагонів на ВФ і на станції:

$$E_{\text{п}} = 365 \cdot 15 \cdot 30,7 \cdot 8,50 \cdot 10^{-3} = 1428,7 \text{ тис. грн/рік};$$

– витрати на маневрову роботу по подачі і прибиранню вагонів:

$$\mathcal{E}_{\text{ман}} = 365 \cdot 2 \cdot 0,55 \cdot 850,0 \cdot 10^{-3} = 341,3 \text{ тис. грн/рік}.$$

Загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$\mathcal{E} = 200,0 + 6837,0 + 1428,7 + 341,3 = 8807,0 \text{ тис. грн/рік}.$$

Сумарні модифіковані витрати по цьому варіанту організації роботи складу:

$$МПЗ = 2000,0 + 8807,0 \cdot (1 - 0,18) - 200 \cdot 0,18 \frac{1 - (1 + 0,12)^{-10}}{0,12} = 9018,3 \text{ тис. грн}$$

Оскільки загальне число розглянутих варіантів складає більше 100, то для всієї решти варіантів приведені тільки підсумкові значення приведених витрат (додаток В), одержані в результаті моделювання на ЕОМ.

За даними моделювання для кожного значення  $N_{\text{доб}}$  був вибраний найбільш раціональний варіант технічного оснащення і організації роботи вантажного складу (визначені оптимальні значення  $Z$  і  $X$ ), при якому річні приведені витрати мінімальні (табл. 7.2).

Таблиця 7.2– Оптимальні значення параметрів організації роботи складу

$N_{\text{доб}}$ , ваг	$Z_{\text{опт}}$ , машин	$X_{\text{опт}}$ , подач	МПЗ, тис. грн.	$S$ , змін
10	4	1	4570,1	1
15	6	2	6251,4	1
20	8	2	8797,8	1
25	10	3	10545,7	1
30	6	3	12548,4	2
35	8	4	14717,2	2
40	8	4	16368,3	2

На основі табл. 7.2 можна для конкретних розмірів добового надходження вагонів визначити найбільш вигідний варіант організації роботи критого складу і його технічного оснащення (рис. 7.2).

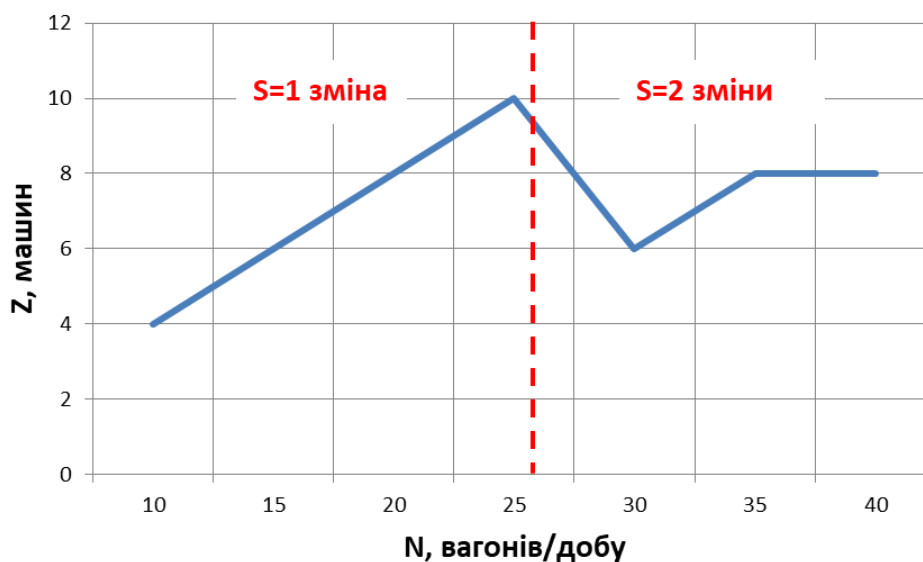


Рисунок 7.2 - Оптимальна кількість ПРМ на критому складі

Таким чином, в даному розділі були виконані техніко-економічні розрахунки по вибору найбільш ефективного варіанту технічного оснащення і організації роботи вантажного критого складу станції К і визначені раціональні значення техніко-технологічних параметрів  $Z$  і  $X$  для різних обсягів роботи складу. При виконанні розрахунків використовувалися дані, одержані за допомогою імітаційного моделювання роботи складу на ЕОМ. Приведена методика формалізації технологічних процесів для побудови імітаційних моделей є універсальною і застосовна до будь-яких станцій або їх окремих підсистем.

## 8 ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Для оцінки працездатності станції, її технічного оснащення та технології роботи щодо освоєння розрахункових обсягів роботи необхідно виконати відповідний аналіз та визначити експлуатаційні показники роботи станції. Найбільш ефективним засобом аналізу та дослідження складних систем, зокрема, транспортних, є імітаційне моделювання. Однак, побудова адекватної імітаційної моделі та її реалізація у вигляді комп'ютерної програми представляє складну задачу, що потребує залучення відповідних фахівців з ІТ-технологій. Тому зазвичай, для оцінки експлуатаційної надійності залізничних станцій використовують графоаналітичне моделювання, яке полягає у побудові добового плану-графіку роботи станції [72].

Добовий план-графік є графічним відображенням роботи вантажної станції, у якому за допомогою умовних позначень відображається робота всіх підрозділів і служб, задіяних у поїзній, маневровій і вантажній роботі. Також на графіку відображені процеси накопичення вагонів на сортувальних коліях і формування складів поїздів з перестановкою їх на колії відправлення. Крім того, на графіку відображається робота всіх вантажних фронтів станції й під'їзних колій по завантаженню й розвантаженню вагонів. Добовий план-графік роботи вантажної станції К побудовано з врахуванням результатів технічного нормування тривалості технологічних операцій (див. розділ 3), нормування тривалості вантажних операцій (див. розділ 4), розкладу прибуття поїздів (див. Додаток Б) та заходів щодо удосконалення технологічного процесу (див. розділ 6 та 7). При побудові добового плану графіка доцільно керуватись рекомендаціями [73]; при цьому графічні елементи, що відображають ті чи інші технологічні операції, необхідно зображувати згідно з рекомендаціями [74].

По добовому плані-графіку визначаються показники роботи станції:

1) середньодобовий вантажопотік (див. розділ 2):

– по прибуттю (вивантаження)  $Q_{\text{доб}}^{\text{пр}} = 22480m$ ;

– по відправленню (завантаження)  $Q_{\text{доб}}^{\text{в}} = 16680t$ .

2) середньодобовий вантажообіг станції:

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{доб}}^{\text{пр}} + Q_{\text{доб}}^{\text{в}}, \quad (8.1)$$

$$Q_{\text{доб}} = 22480 + 16680 = 39160t.$$

3) середньодобовий вагонопотік (див. розділ 2):

– вивантаження  $n_{\text{вив}} = 423$  вагона;

– навантаження  $n_{\text{зав}} = 355$  вагонів.

4) середньодобовий вагонообіг станції:

$$n_{\text{доб}} = n^{\text{пр}} + n^{\text{в}}, \quad (8.2)$$

де  $n^{\text{пр}}$ ,  $n^{\text{в}}$  – відповідно, кількість прибуваючих і відправлених вагонів.

Відповідно до розрахунків, виконаних у розділі 2  $n^{\text{пр}} = n^{\text{в}} = 511$  вагонів:

$$n_{\text{доб}} = 511 + 511 = 1022 \text{ вагонів.}$$

5) середнестатичне навантаження вагонів:

– по навантаженню:

$$p_{\text{ст}}^{\text{зав}} = \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{в}}}{n_{\text{зав}}}, \quad (8.3)$$

– по вивантаженню:

$$p_{\text{ст}}^{\text{вив}} = \frac{Q_{\text{доб}}^{\text{пр}}}{n_{\text{вив}}}, \quad (8.4)$$

$$p_{\text{ст}}^{\text{зав}} = \frac{16680}{355} = 46,98t; \quad p_{\text{ст}}^{\text{вив}} = \frac{22480}{423} = 53,14t$$

– середньозважена:

$$p_{\text{ст}} = \frac{p_{\text{ст}}^{\text{зав}} \cdot n_{\text{зав}} + p_{\text{ст}}^{\text{вив}} \cdot n_{\text{вив}}}{n_{\text{зав}} + n_{\text{вив}}}, \quad (8.5)$$

$$p_{\text{ст}} = \frac{46,98 \cdot 355 + 53,14 \cdot 423}{355 + 423} = 50,33t$$

6) коефіцієнт здвоєних операцій:

$$K_{\text{здв}} = \frac{n_{\text{вив}} + n_{\text{зав}}}{n^{\text{пр}}} \quad (8.6.)$$

$$K_{\text{зод}} = \frac{355 + 423}{511} = 1,52$$

7) середню тривалість знаходження вагонів на вантажній станції визначимо за допомогою методу безномерного обліку (табл. 8.1).

Таблиця 8.1– Розрахунок простою вагонів на станції на основі безномерного обліку

Годинний інтервал	Прибуло вагонів	Відправлено вагонів	Вагоно-години простою
Залишок вагонів на 17-00 $N_0 = 267$			
17-18	0	0	267
18-19	0	54	213
19-20	0	39	174
20-21	0	0	174
21-22	0	0	174
22-23	0	39	135
23-24	0	0	135
0-1	45	0	180
1-2	39	0	219
2-3	0	0	219
3-4	37	54	202
4-5	0	39	163
5-6	93	0	256
6-7	0	0	256
7-8	39	0	295
8-9	44	39	300
9-10	0	54	246
10-11	39	0	285
11-12	54	0	339
12-13	0	39	300
13-14	45	0	345
14-15	37	39	343
15-16	39	44	338
16-17	0	39	299
Всього	$N_{\text{п}} = 511$	$N_{\text{в}} = 479$	5857

При цьому середня тривалість знаходження вагонів на станції визначається як:

$$t_{\text{п}} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^{24} B_i}{n^{\text{п}} + n^{\text{в}}}, \quad (8.7)$$

$$t_{\text{п}} = \frac{2 \cdot 5857}{511 + 479} = 11,83 \text{ год}$$

8) середня тривалість знаходження вагонів під однією вантажною операцією:

$$t_{\text{ван}} = \frac{t_{\text{п}}}{K_{\text{зДВ}}}, \quad (8.8)$$

$$t_{\text{ван}} = \frac{11,83}{1,52} = 7,78200$$

9) робочий парк вагонів:

$$n_{\text{р}} = \frac{n^{\text{пр}} \cdot t_{\text{п}}}{24}, \quad (8.9)$$

$$n_{\text{р}} = \frac{511 \cdot 11,83}{24} = 25 \text{ вагонів}$$

10) коефіцієнт використання маневрових локомотивів станції:

$$k_{\text{л}} = \frac{\sum t_{\text{ман}}}{1440 - T_{\text{пт}}}, \quad (8.10)$$

де  $\sum t_{\text{ман}}$  – тривалість роботи локомотива за добу, хв;

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

Згідно добового плану-графіка одержимо такі коефіцієнти завантаження:

– для локомотива 1 (маневрового):

$$k_{\text{л1}} = \frac{1118}{1440 - 120} = 0,85$$

– для локомотива 2 (району формування):

$$k_{\text{л2}} = \frac{812}{1440 - 120} = 0,61.$$

Так як завантаженість гірочного локомотива складає 85% при допустимій нормі 75%, що загрожує виконанню умов взаємодії основних технологічних елементів на станції при заданих обсягах робіт, тоді як, завантаженість другого локомотива складає 61%, то рекомендується зробити перерозподіл деякої частини маневрової роботи між першим і другим локомотивами для того, щоб урівняти їх завантаженість.



## **9 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПІД ЧАС ЗАКРІПЛЕННЯ СОСТАВІВ НА СТАНЦІЙНИХ КОЛІЯХ**

### **9.1 Вимоги до закріплення рухомого складу на станції**

При закріпленні вагонів на станційних коліях відповідно до вимог, що викладені в п. 11.33 Інструкції з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України [63], необхідно керуватися наступними мінімальними нормами:

- на горизонтальних коліях – по одному гальмовому башмаку на закріплення будь-якої кількості навантажених або порожніх вагонів;
- на коліях з ухилами – на кожні 200 осей навантажених вагонів кількість башмаків повинна дорівнювати величині ухилу в тисячних, збільшеній в двічі;
- при закріпленні порожніх вагонів на коліях з ухилами кількість башмаків повинна дорівнювати величині ухилу в тисячних, збільшеній у три рази, на кожні 200 осей вагону.

На станційних коліях з сильно замасленими поверхнями рейок (шляхи вантаження наливних вантажів, очищення і промивки цистерн і т.п.) норми закріплення збільшуються в 1,5 рази.

Вагони пасажирського парку закріплюються за нормами, передбаченими для навантажених вагонів.

На коліях з ламаним профілем норми закріплення складів поїздів або груп вагонів, розташованих в межах повної довжини колій, розраховуються за середнім значенням профілю. Якщо вагони залишаються на окремих відрізках шляхів, то їх закріплення гальмовими башмаками повинно проводитись за нормами, які відповідають фактичній крутизні колії в межах даного відрізка. Межі таких відрізків і норми закріплення вагонів в межах кожного відрізка зазначаються в ТРА станції.

Гальмові башмаки для закріплення груп навантажених вагонів або груп, що складаються з навантажених або порожніх вагонів, повинні укладатися під навантажені вагони з навантаженням на вісь (брутто) не менш 10т. При укладанні гальмових башмаків під порожні вагони або вагони з легкими вантажами

(автомашини, порожні контейнери і т.п.) кількість башмаків повинна відповідати нормам, передбаченим для порожніх вагонів. Для закріплення навантажених вагонів, поданих під вивантаження, норми закріплення повинні визначатися, як для порожніх вагонів.

Гальмові башмаки повинні бути справними і укладатися під різні осі складу так, щоб носок полоза башмака торкався обода колеса. В місцях постійного укладання гальмових башмаків повинні бути встановлені ящики з піском, який застосовується у разі утворення намерзлого льоду, інею тощо. Якщо закріплення проводиться двома або більше гальмовими башмаками, то не можна їх укласти під одну і ту ж вагонну вісь.

Забороняється використовувати для закріплення вагонів гальмові башмаки з обмерзлим і замасленим полозом.

Башмаки укладаються на горизонтальних коліях з обох боків складу, а на ухилах – з боку спуску. Порожні вагони на ухилах до 0,001 включно закріплюються одним гальмовим башмаком і із сторони, протилежній спуску.

Якщо гальмовий башмак укладається не під крайній вагон з боку можливого відходу закріплюваної групи, то повинна бути додатково перевірена надійність зчеплення з цим вагоном всіх інших вагонів цієї групи.

При сильному (більше 15 м/с) вітрі, напрям якого збігається з напрямком можливого відходу вагонів, норма закріплення збільшується укладанням під колеса вагонів трьох додаткових гальмових башмаків, а при дуже сильному (штормовому) вітрі – семи гальмових башмаків.

## **9.2 Порядок здійснення контролю за закріпленням вагонів і составів на станційних коліях**

Контроль за закріпленням поїздів гальмовими башмаками і за вилученням гальмових башмаків в парках “А”, “С”, “О” покладається на ДСП і ДСЦ відповідно, які ведуть графік виконаного руху поїздів, графік накопичення. ДСП і ДСЦ на графіку виконаного руху поїздів, графіку накопичення роблять відмітку про кількість укладених гальмових башмаків після доповіді про фактичне закріплення

складу шляхом нанесення цифри червоного кольору, яка відповідає кількості укладених гальмових башмаків. ДСП і ДСЦ на графіку виконаного руху потягів, графіку накопичення після доповіді про фактичне вилучення гальмових башмаків, викреслюють зроблену раніше відмітку про закріплення составу.

При прийомі-здачі чергування ДСП і ДСЦ які здають чергування, на графіку виконаного руху поїздів, графіку накопичення відмічають кількість гальмових башмаків, укладених під состави поїздів на коліях парків станції. ДСП і ДСЦ, які приймають чергування, перевіряють за докладами сигналіста, ДСПП парка “А”, складача маневрового району, відповідно, фактична наявність і кількість гальмових башмаків, укладених під состави на коліях парків станції.

Окрім цього, ДСП і ДСЦ під час чергування ведуть Журнал обліку закріплення поїздів на коліях станції.

### **9.3 Регламент і послідовність виконання операцій при закріпленні вагонів і составів на станційних коліях**

#### **9.3.1 Закріплення поїздів, що прибувають на станцію з відчепленням локомотива**

При появі поїзда на першій ділянці наближення, ДСП по двосторонньому парковому зв'язку викликає сигналіста, повідомляє йому колію прийому поїзда і передає розпорядження про закріплення з вказівкою кількості гальмових башмаків, які необхідно укласти.

Сигналіст дослівно повторює розпорядження ДСП, після чого ДСП підтверджує правильність своєї вказівки.

Після появи контролю наявності проходів і зупинки поїзда на колії парку «А», сигналіст виконує закріплення составу поїзда необхідною кількістю гальмових башмаків, починаючи з останнього вагону. Закріплення составу виконується з західної сторони (зі сторони підходу П).

Про закріплення складу поїзда сигналіст по двосторонньому парковому зв'язку або маневровому радіозв'язку докладає ДСП з вказівкою кількості укладених гальмових башмаків.

ДСП дослівно повторює доклад сигналіста і по радіозв'язку поїзда передає машиністу локомотива поїзда повідомлення про здійснення закріплення і дозвіл на відчеплення локомотива від складу поїзда.

Машиністу локомотива забороняється відчіплювати локомотив від складу поїзда до отримання повідомлення про його закріплення.

Після причіплювання маневрового локомотива до складу поїзда машиніст по маневровому радіозв'язку докладає про це ДСП.

Отримавши доклад машиніста, ДСП встановленим порядком викликає сигналіста і передає розпорядження про прибирання гальмових башмаків.

Забороняється ДСП давати розпорядження про прибирання гальмових башмаків до причіплювання маневрового локомотива до складу поїзда і отримання про це доповіді машиніста.

Сигналіст по черзі, по ходу від локомотива, прибирає гальмові башмаки, про що докладає ДСП і він дослівно підтверджує доклад сигналіста.

Забороняється ДСП відкривати маневровий світлофор або давати дозвіл на надвиг складу на гірку до отримання доповіді про прибирання гальмових башмаків з-під складу.

У разі одночасного прибуття двох поїздів ДСП завчасно передає вказівку сигналісту який з складів закріпити у першу чергу.

Забороняється ДСП давати розпорядження про прибирання гальмових башмаків до причіплювання локомотива до складу поїзда, включення і випробування автогальм і отримання про це доповіді машиніста.

### 9.3.2 Закріплення поїздів свого формування при підготовці їх до відправлення із станції

При пред'явленні складу поїзда до перестановки з парку "С" в парк "А" маневровий диспетчер докладає ДСП про призначення поїзда, кількість вагонів, про наявність порожніх і легковагих вагонів в ньому.

При перестановці складу поїзда з парку "С" в парк "А" ДСП по двосторонньому парковому зв'язку повідомляє робітників парку "С" про колію перес-

тановки, станцію призначення поїзда, кількість вагонів в составу.

ДСП по двосторонньому парковому зв'язку викличе ДСПП парку „А” і передає розпорядження про закріплення з вказівкою кількості гальмових башмаків, які необхідно укласти.

ДСПП парка “А” дослівно повторює розпорядження ДСП, після чого ДСП підтверджує правильність своєї вказівки.

Після появи контролю наявності проходів і зупинки поїзда ДСПП парка “А” виконує закріплення необхідною кількістю гальмових башмаків, починаючи з головного вагону.

Про закріплення составу поїзда ДСПП парка “А” по двосторонньому парковому зв'язку докладає ДСП з вказівкою кількості укладених гальмівних башмаків. ДСП дослівно повторює доклад ДСПП парку “А” і по маневровому радіозв'язку передає машиністу маневрового локомотива повідомлення про здійснення закріплення і дозвіл на відчеплення локомотива від составу поїзда.

Машиністу локомотива забороняється відчіплювати локомотив від составу поїзда до отримання повідомлення про його закріплення.

Після причіплювання локомотива поїзда до составу, включення і випробування автогальм, машиніст по радіозв'язку поїзда докладає про це ДСП. Отримавши доклад машиніста, ДСП встановленим порядком викликає ДСПП парку “А” і передає розпорядження про прибирання гальмових башмаків. Забороняється ДСП давати розпорядження про прибирання гальмівних башмаків до причіплювання локомотива поїзда до составу поїзда, включення і випробування автогальм і отримання про це докладу машиніста. ДСПП парка „А” по черзі, по ходу від локомотива, прибирає гальмові башмаки, про що докладає ДСП. ДСП дослівно повторює доклад ДСПП парку “А”.

Забороняється ДСП відкривати вихідний світлофор або давати інший дозвіл на відправлення поїзда до отримання докладу про прибирання гальмових башмаків з-під составу.

9.3.3 Регламент і послідовність виконання операцій при закріпленні транзитних поїздів, які прибувають в парк “А”

При появі поїзда на І-й блок-ділянці зі сторони підходу Д або П ДСП станції К по двосторонньому парковому зв'язку або по прямому телефонному зв'язку викликає ДСПП парку “А”, повідомляє йому колію прийому поїзда і передає розпорядження про закріплення з вказівкою кількості гальмових башмаків, які необхідно укласти. ДСПП парку “А” дослівно повторює розпорядження ДСП, після чого ДСП підтверджує правильність своєї вказівки.

Після появи контролю наявності проходів і зупинки поїзда, ДСПП парку “А” виконує закріплення необхідною кількістю гальмових башмаків, починаючи з головного вагону.

Про закріплення состава поїзда ДСПП по двосторонньому парковому зв'язку докладає ДСП з вказівкою кількості укладених гальмових башмаків. ДСП дослівно повторює доклад ДСПП і по радіозв'язку поїзда передає машиністу локомотива поїзда повідомлення про здійснення закріплення і дозвіл на відчеплення локомотива від состава поїзда.

Машиністу локомотива забороняється відчіплювати локомотив від состава поїзда до отримання повідомлення про його закріплення.

#### **9.4 Порядок закріплення вагонів на вантажних фронтах**

Після подачі вагонів на колії Вантажного району станції К вагони закріплюються складацькою бригадою станції К до відчеплення локомотива гальмовими башмаками порту. Башмаки на Вантажному районі повинні бути справні, пронумеровані, перебувати в строго відведених, погоджених зі станцією місцях. Подальша відповідальність за закріпленням вагонів покладає на працівників Вантажного району. Збирання башмаків, при прибиранні вагонів локомотивом станції з колій Вантажного району проводиться складацькою бригадою станції К перед початком маневрів після причеплення локомотива.

Категорично забороняється закріплення рухомого состава на коліях навантаження, вивантаження підручними засобами, саморобними упорами і т.д. ва-

гони закріплюються гальмовими башмаками, виготовленими відповідно до Державного стандарту.

Вагони, з якими працівники Вантажного району провадили маневри, після закінчення маневрових пересувань повинні бути зчеплені, закріплені й стояти однієї групою.

Гальмові башмаки повинні мати маркування (клеймо - скорочене найменування підприємства, код станції К і порядковий номер башмака.

Усі гальмові башмаки повинні мати чорне фарбування із чотирма поперечними смугами білого кольору, що нанесені на горизонтальній площині й обох бортах полоза башмака олійною фарбою.

Закріплення вагонів на під'їзних коліях, що обслуговуються локомотивом станції К (ТОВ «Навтобаза», ТОВ «Агросклад», ТОВ «Завод котельного обладнання», ПАТ «Завод залізобетонних виробів»), здійснює складацька бригада станції К; при цьому використовуються гальмові башмаки цих підприємств. Порядок закріплення вагонів регламентується місцевими інструкціями з виконання маневрової роботи.

Закріплення вагонів на підїзних коліях, що обслуговуються власними локомотивами (ПАТ «Азот» та ПАТ «Коксохімічний завод»), здійснюється працівниками цих підприємств згідно до відповідних місцевих інструкцій цих підприємств.

## ВИСНОВКИ

1. Українські залізниці наразі знаходяться на черговому етапі реформування. Одним із ключових положень «Національної транспортної стратегії України до 2030 р.» та «Стратегії АТ Укрзалізниця на період 2019-2023 р.р.» є демонополізація ринку транспортних послуг, зокрема, ринку залізничних перевезень, як у галузі транспортно-логістичного сервісу, так і у сфері недискримінаційного доступу незалежних перевізників до надання транспортних послуг.

2. В умовах демонополізації ринку залізничних перевезень зростає роль вантажних станцій, як транспортно-логістичних хабів, що є ключовим посередником між залізницею та її клієнтами.

3. Більше 90% усіх обсягів навантаження українських залізниць виконується на під'їзних коліях підприємств. Транспортна мережа України включає понад 7 тисяч під'їзних колій загальною протяжністю понад 27 тис. км. Близько 50% обігу вантажного вагона складає його простій під вантажними операціями. За останні 10 років у 1,5 рази виросла тривалість знаходження вагону під однією вантажною операцією і складає наразі більше 60 год.

4. Основною причиною зростання простоїв вагонів на вантажних станціях і під'їзних коліях є невідповідність їх технічного оснащення та технології роботи новим умовам роботи, серед яких: перехід до ринкових відносин в економіці, відсутність жорсткого державного планування перевезень, приватна власність більшості підприємств, що є відправниками та отримувачами вантажів, зростання частки приватних вагонів, зношеність рухомого складу, зокрема, тягового та залізничної інфраструктури. В цих умовах проблема пошуку раціональних техніко-технологічних параметрів вантажних станцій та їх взаємодії з під'їзними коліями є вкрай актуальною.

5. Апробація заходів щодо удосконалення роботи вантажних станцій у магістерському дослідженні виконана на прикладі вантажної станції К що обслуговує велике промислове місто і входить до складу великого залізничного вузла. Для станції К проаналізоване її технічне оснащення та технологія роботи, визначені перспективні обсяги роботи, виконане технічне нормування тривалості виконання технічних та вантажних операцій, виконана перевірка достатнос-



ті колійного розвитку обсягам роботи.

6. На основі методів сітьового планування та управління в роботі було удосконалено та оптимізовано черговість подачі прибирання вагонів на під'їзні колії, що примикають до станції К.

7. З використанням методів імітаційного моделюванні на ЕОМ була виконана оптимізація технології роботи вантажного району. На основі результатів моделювання виконані розрахунки щодо визначення найбільш раціональної системи організації роботи вантажного району станції в залежності від обсягів вантажопотоку. При цьому у якості критерію оптимальності використані сумарні модифіковані витрати.

8. Перевірка працездатності станції К виконано на основі графоаналітичного моделювання її роботи. При цьому середня тривалість знаходження вагонів на станції склала 11,8 год., середня тривалість знаходження під однією вантажною операцією 7,8 год., робочий парк 251 вагонів, завантаження маневрових завантажених локомотивів 85% та 61%.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року: затв. розпор. КМУ від 30.05.2018 №430-р.
2. Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки (затв. Розпор. КМУ №591-р від 12.06.2019) [Ел. ресурс] – Режим доступу: [https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/Стратегія-5-Typography\(укр\).pdf](https://www.uz.gov.ua/files/file/about/documents/Стратегія-5-Typography(укр).pdf)
3. 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.
4. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. Статистична інформація. Транспорт [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Транспорт України-2019. Статистичний збірник – Київ: Держслужба статистики. – 2020. – 115 с.
6. Концепція державного реформування залізничного транспорту України / затв. розпорядженням КМУ від 27.12.2006 №651-р [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/60705298>
7. Козаченко, Д.Н. Проблемы использования частных локомотивов для выполнения перевозок на магистральном железнодорожном транспорте / Д.Н. Козаченко, Р.В. Вернигора // 36. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень”, Вип. №3. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – С. 40-46.
8. Козаченко, Д. Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень / Д. Козаченко, А. Верлан, Н. Санницький // Українська залізниця – 2016 – №9 (39) – с. 46-50.
9. Кузьо, М. Угода про асоціацію між Україною та ЄС: зміст та імплементація / М. Кузьо, Д. Черніков, С. Павлюк, Р. Хорольський – Київ: ГО «Лабораторія законодавчих ініціатив» – 2015. – 27 с.
10. Транспортна складова Угоди про асоціацію: стан виконання і перспективи – 2019. – 38 с.
11. Гусак, В. Новий закон про залізничний транспорт – п'ять років очі-

кувань [Електрон. ресурс] – Режим доступу: [https://cfts.org.ua/blogs/noviy\\_zakon\\_pro\\_zaliznichniy\\_transport\\_pyat\\_rokiv\\_ochi\\_kuvan\\_560](https://cfts.org.ua/blogs/noviy_zakon_pro_zaliznichniy_transport_pyat_rokiv_ochi_kuvan_560)

12. Проект закону «Про залізничний транспорт» № 1196 [Електрон. ресурс] – Режим доступу: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=66498](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=66498)

13. Ейтутіс, Г. Д. Характеристика світових моделей управління інфраструктурою залізничного транспорту / Г. Д. Ейтутіс, С. О. Крищенко, О. Є. Зіць // Вісник Мукачівського держ. ун-ту. Економіка та управління підприємствами – 2017. – №9. – с. 405-412.

14. Никифоров, О. І. Лібералізація ринку залізничних перевезень: світовий досвід та реалії України / О. І. Никифоров // Вісник НАН України – 2017 – №9 – с. 41-52.

15. Санницький, Н. М. Формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами: дис. к.т.н. 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту – Дніпро: ДНУЗТ – 2020. – 177 с.

16. Передумови необхідності класифікації залізничної інфраструктури України для експлуатаційної діяльності / А. В. Прохорченко, Ю. С. Бугай, Р. І. Семененко, В. М. Воловодик // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2016. Вип. 163. С. 119-126

17. Рудаков О. Г. Ціноутворення в залізничних вантажних перевезеннях України: проблеми та напрями їх вирішення. URL: [https://ukrsocium.org.ua/wp-content/uploads/2009/04/77-83\\_\\_no-2\\_\\_vol-\\_\\_2009\\_\\_UKR.pdf](https://ukrsocium.org.ua/wp-content/uploads/2009/04/77-83__no-2__vol-__2009__UKR.pdf).

18. Сологуб С., Сторчай І. Ціноутворення на вантажні перевезення залізниць України // Залізничний транспорт : зб. наук. пр. ДЕТУТ. Серія : «Економіка і управління». 2016. Вип. 36. С. 147-153.

19. Кондратюк, М. В. Проблеми і перспективи розвитку ат «Укрзалізниця» в умовах лібералізації ринку залізничних перевезень / М. В. Кондратюк, Г. В. Обруч, Є. В. Шушкова // Вісник економіки транспорту і промисловості – 2019 – № 68 – с. 94-105.

20. Козаченко, Д. М. Перспективи використання приватних локомоти-

вів для перевезення вантажів у напрямку морських портів / Д.М. Козаченко, О.Б. Очкасов, А. П. Шепотенко, Н. М. Санницький – Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, – 2017, № 6 (72) – с. 7-19.

21. Продащук, С. М. Нова концепція тарифної політики для внутрішніх залізничних вантажних перевезень / С. М. Продащук, Г. Є. Богомазова, Р. А. Пурій // Зб. наук. пр. Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. – Харків, 2016. – Вип. 164. – С. 161–169

22. Журавель, І. Л. Підвищення ефективності роботи вантажних станцій за рахунок удосконалення їх колійного розвитку: автореф. дис. к. т. н. 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту / І. Л. Журавель – Дніпро: ДНУЗТ, – 2015. – 24 с.

23. Вернигора Р. В., Рустамов Р.Ш. Анализ системы хранения украинского зерна // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень”, Вип. 13. – Дніпро.: ДНУЗТ, 2017. – с. 10-18.

24. Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Укрзалізниця» (2003-2018). – Київ : Укрзалізниця, 2019. – 39 с.

25. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Ч.1. – Київ:.. Видавничий дім „САМ”, 2004. – 432с.

26. Рязанцев, А. Новий порядок визначення плати за користування власними вагонами перевізника АТ «Укрзалізниця» під час виконання вантажних операцій – ефективний засіб покращення простого відтворення основних фондів / А. Рязанцев, Г. Ейтутіс, Д. Попова, А. Божок // Проблеми і перспективи економіки та управління – 2019 – №3 (19) – с. 157-166

27. Бутько, Т. В. Формування логістичної моделі обслуговування масових вантажів залізничним транспортом незагального користування (Частина 1) / Т. В. Бутько, Д. В. Ломотько, Є. В. Сушарін // Інформ.-керуючі системи на залізн.. транспорті. – 2010. – № 1. – С. 55-59.

28. Козаченко Д.Н., Вернигора Р.В., Березовый Н.И. Комплексный анализ железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе

графоаналитического моделирования // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень”, Вип. 4. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – с. 55-60.

29. Копилов, М. Біля розбитого вагона / М. Копилов // Магістраль. – 2011. – № 9 (1592). – С. 7.

30. Вернигора, Р. В. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте / Р. В. Вернигора, Н.И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2012. – № 2/3(56) – С. 62-67.

31. Котенко А. М. Методологія підвищення ефективності функціонування вантажних станцій: автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Котенко А. М., Укр. держ. акад. залізн. трансп. – Харків, 1998. – 34 с.

32. Котенко А. Н. Прогрессивная организация работы грузовой железнодорожной станции – Київ: Техника, 1989. – 57 с.

33. Запара В. М. Використання сучасних підходів співпраці при взаємодії станції примикання і під'їзних колій підприємств / В. М. Запара, М. І. Вітенко // Зб. наук. пр. УкрДАЗТ. – 2014. – Вип. 146. – С. 13–17.

34. Варжина К. М. Выбор направлений повышения пропускной способности железнодорожных станций в условиях усложнения структуры вагонопотоков / К. М. Варжина, С. Н. Корнилов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2014. – № 5. – С. 12–16.

35. Мишкуроев П. Н. Типизация промышленных станций / П. Н. Мишкуроев, А. Н. Рахмангулов // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 143–151.

36. Пахомова А. В. Инновационный подход к формированию транспортной инфраструктуры региона / А. В. Пахомова, Т. Н. Одинцова, П. М. Мусаева, Р. Ф. Биккеняев // Интегрированная логистика. – 2008. – № 3 – С. 17–20.

37. Котенко А. Н. Прогнозирование показателей работы грузовой станции с применением теории корреляции / А. Н. Котенко // Технологическое и техническое обеспечение интенсификации поездной работы: сб. науч. тр. Ленинград. Инст. инж. ж.-д. трансп. – Санкт-Петербург, 1993. – С. 72–78.

38. Тугай Г. А. Функциональное описание работы грузовой станции с крупными разгрузочными комплексами / Г. А. Тугай, В. А. Бойко, М. В. Помазов // Вісн. Приазов. держ. техн. ун-ту. – 2004. – № 14. – С. 328–331.
39. Котенко А. Н. Надежность грузовых станций / А. Н. Котенко // Ж.-д. трансп. – 1993. – № 2. – С. 26–28.
40. Kozachenko, D. Creation of export-oriented network of grain elevators in Ukraine/ D. Kozachenko, R. Vernigora, R. Rustamov // Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ, – Д.: ДНУЗТ, 2017. – №2(68) – с. 56-70.
41. Ветухов Е. А. Резервы железнодорожных станций / Ветухов Е. А. и др. – Москва: Транспорт, 1971. – 104 с.
42. Мартынов И. М. Эксплуатационные расчеты с применением теории вероятности / И. М. Мартынов и др. – Москва: Транспорт, 1970. – 239 с.
43. Плахов Г. Н. Определение числа путей в сортировочном парке грузовых и участковых станций / Г. Н. Плахов, В. Л. Быкадорова, А. А. Гольцева // Вопросы увеличения пропускной и провозной способности железных дорог: тр. Рост. инст. инж. ж.-д. трансп. – Вып. 182. – Ростов-на-Дону, 1985. – С. 75–79.
44. 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.
45. The Logistics Performance Index and Its Indicators. The World Bank: The International Bank for Reconstruction and Development, 2018 – p. 76
46. Ребец В.И., Левин Д.Ю. Оптимизация оперативного управления // Железнодорожный транспорт. – 2003. -№1, с.14-23.
47. Беднов А. В. Логистика как ключ к решению проблем / А. В. Беднов // Железнодорожный транспорт. – 2007. - №8, с.55-56.
48. Центр транспортної логістики. Офіційний сайт [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://uz-cargo.com/>
49. Технологічний процес роботи станції Баглій Придніпровської залізниці / затв.: наказ начальника Придніпровської залізниці від 25.06.2016, №

420. – Дніпро, 2016. – 140 с.

50. Техніко-розпорядчий акт станції залізниці Баглий Придніпровської / затв.: наказ начальника служби перевезень Придніпровської залізниці від 08.02.2017, № 118. – Дніпро, 2017. – 118 с.

51. Технічні умови навантаження і кріплення вантажів / затв. наказом Мінтрансу України від 08.05.1998 №174.– Київ: МТУ. – 1998. – 228 с.

52. Яневич В.З, Журавель І.Л. Організація роботи вантажної станції. / Методичні вказівки для виконання курсового проекту – Дніпропетровськ, ДНУЗТ. – 2010. – 40 с.

53. Залізничні станції та вузли: проектування дільничних станцій: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування / В.І. Бобровський, Р.В. Вернигора, В.В. Журавель – Дніпропетровськ.: ДНУЗТ. – 2009. – 36с.

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

55. Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті – Київ: Укрзалізниця, 2002. – 64 с.

56. Правила тяговых расчетов для поездной работы – Москва: Транспорт, 1981 – 253 с.

57. Сортувальні пристрої залізниць. Норми проектування. ГБН В.2.3-37472062-1:2012 (затв. наказ Міністерства інфраструктури України від 17.01.2013 №25) – Київ: Міністерство інфраструктури України, 2012 – 116 с.

58. Гриневич, Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузо-разгрузочных работ и складских операций / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, – 1984. – 342 с.

59. Берлин Н. П. Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте: пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей. - Гомель: БелГУТ, 2007. – 147 с.

60. Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы: учеб. справочник. - Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 107 с.

61. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи вантажної станції /затв. наказом Укрзалізниці від 04.03.2011 №078-ц – Київ: Укрзалізниця, 2011 – 256 с.

62. Правила технічної експлуатації залізниць України / затв. наказом Мінтрансв'язку України від 20.12.1996 №411 (із змінами від 10.12.2003 №962) – Київ: МТУ, 2003. – 224 с.

63. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ЦД-0058) / затв. наказом Мінтрансв'язку України від 31.08.2005 №507 (із змінами від 11.08.2010 №584) – Київ: МТУ, 2005. – 466 с.

64. Електронна накладна: все on-line / Магістраль, 2011, – №69 (1652). – с. 1-4.

65. Офіційний сайт Укрзалізниці: АС «Клієнт-УЗ» [Електрон. ресурс]/ – Режим доступу: [http://https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/electronic\\_transportation/as\\_client\\_uz/](http://https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/electronic_transportation/as_client_uz/)

66. Офіційний сайт Укрзалізниці: АС «МЕСПЛАН» [Електрон. ресурс]/ – Режим доступу: [https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/electronic\\_transportation/as\\_mesplan/](https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/electronic_transportation/as_mesplan/)

67. Венцель, Е.С. Исследование операций /Е.С. Венцель – М.: Советское радио. - 1972. – 552 с.

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

69. Бобровский В.И., Вернигора Р. В. Функциональное моделирование железнодорожных станций в тренажерах оперативно-диспетчерского персонала // Математичне моделювання. - 2000. - №2(5). - с. 68-71.

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

71. Вилочный погрузчик Toyota 7FBE15 [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://prom.ua/p735505710-vilochnyj-pogruzchik-toyota.html>

72. Козаченко Д.Н., Вернигора Р.В., Березовый Н.И. Комплексный ана-



лиз железнодорожной инфраструктуры металлургического комбината на основе графоаналитического моделирования // Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень”, Вип. 4. – Д.: ДНУЗТ, 2012. – с. 55-60.

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

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

## ДОДАТОК А

### ВИХІДНІ ДАНІ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

#### А.1 Дані про обсяги поїзної роботи станції

Обсяги руху пасажирських поїздів по станції К наведені в табл. А.1.

Таблиця А.1 – Пасажирські поїздопотоки станції К

З	На		
	П	Д	К
П	Х	22	3
Д	22	Х	2
К	3	2	Х

Обсяги руху вантажних транзитних поїздів наведені в табл. А.2.

Таблиця А.2 – Транзитні вантажні поїздопотоки станції К

З	На	
	П	Д
П	Х	23
Д	25	Х

#### А.2 Дані про обсяги поїзної роботи станції

Обсяги вантажної роботи станції К та під'їзних колій наведено в табл. А.3.

Таблиця А.3 – Добовий обсяг вантажної роботи станції К

Вантажний район	Найменування вантажу	Вивантаження, <i>т</i>	Навантаження, <i>т</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Критий склад	Тарно-штучні	650	780
	Біг-беги	130	175
Крита платформа	Лісоматеріали	340	0
Відкрита площадка	Металоконструкції	0	780
Контейнерна площадка	Контейнери	210	370
Підвищена колія	Пісок, вугілля	950	0
ПК №1 ТОВ «Агросклад»	Зернові вантажі	540	0
	Прод.вантажі	130	70
	Комбікорм	430	0

## Продовження таблиці А.3

1	2	3	4
ПК №2 ТОВ «Завод котельного обладнання»	Металопрокат	1180	0
	Металолом	750	0
	Труби	0	1550
ПК №3 ТОВ «Нафтобаза»	Нафтопродукти	1650	0
ПК №4 ПАТ «Коксохімічний Завод»	Вугілля	8900	0
	Кокс	0	7320
	Сульфат амонія	0	640
	Бензол	0	520
ПК №5 ПАТ «Азот»	Аміачна сіль	4400	0
	Азотні добрива	0	2850
	Азотна кислота	0	450
	Хлор	0	420
ПК №6 ПАТ «Завод ЗБВ»	Щебінь	860	0
	Пісок	920	0
	Арматура	440	0
	ЗБВ	0	920

**А.3 Характеристика вантажного руху**

- 1) основний тип вантажного локомотива – ВЛ8;
- 2) максимально допустима маса маршрутного поїзда – 4000т;
- 3) довжина перегону між сортувальною і вантажною станціями – 25 км;
- 4) середня швидкість руху передаточних поїздів – 45 км/год;
- 5) тривалість знаходження локомотива на сортувальній і вантажній станціях по обороту – 2 год;
- 6) приведена вартість 1 лок-години роботи локомотива – 850грн.;
- 7) приведена вартість 1 вагоно-години – 8,50 грн.;
- 8) довжина I-ї блок-ділянки наближення – 1000 м;
- 9) довжина II-ї блок-ділянки наближення – 1200 м;
- 10) встановлена швидкість проходження по перегону – 72 км/год;
- 11) середня швидкість входу поїзда на станцію – 35 км/год;
- 12) середня швидкість виходу поїзда зі станції – 35 км/год;

**А.4 Параметри технологічного процесу**

- 1) середня кількість гальмових башмаків, що укладається під состав – 10;
- 2) середня відстань, яку проходить сигналіст при закріпленні состава – 80 м;
- 3) кількість груп в бригаді ПТО в парках станції – 1 група.

## ДОДАТОК Б

## ДАНІ ДО ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТАНЦІЇ

Розклад прибуття передаточних поїздів з сортувальної станції А, який було змодельовано з використанням програми “rasp\_rt.exe”, наведено на рис. Б.1.

1	0год	19хв	5	12год	27хв
2	3год	31хв	6	15год	32хв
3	6год	28хв	7	20год	55хв
4	9год	30хв			

Рисунок Б.1 – Розклад прибуття передаточних поїздів з станції Д

Склад передаточних поїздів за призначеннями вагонів отримано з використанням програми «sostaw.exe» та наведено на рис. Б.2.

П Р И З Н А Ч Е Н Н Я																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	:	М	І
6	4	-	3	-	3	-	-	6	5	-	3	-	6	-	-	-	3	-	:	39	1
-	3	-	3	5	2	-	4	-	-	-	-	2	4	4	2	8	2	-	:	39	2
7	-	-	3	-	-	-	4	-	4	-	-	4	5	7	-	-	-	5	:	39	3
2	-	5	-	4	2	2	3	-	2	-	4	-	5	-	-	9	1	-	:	39	4
1	-	4	-	-	2	-	-	-	2	5	4	1	4	-	-	13	1	2	:	39	5
-	-	4	-	5	-	2	-	7	-	3	1	-	3	2	4	3	-	2	:	36	6
-	-	1	-	1	-	-	-	6	-	6	3	-	2	5	3	11	-	1	:	39	7

Рисунок Б.2 – Склад передаточних поїздів за призначенням

Для нормування тривалості вантажних операцій з кожною подачею вагонів на певному вантажному фронті на основі рис. Б.2, була сформована табл. Б.1, яка відображає наявність вагонів у складі передаточних поїздів на певні вантажні fronti станції К. Окрім того в даній таблиці наведено моменти прибуття кожного передаточного і маршрутного поїзда, а також призначення вагонів в кожному поїзді. Ця таблиця є також вихідними даними до побудови добового плану-графіка роботи станції К.

Таблиця Б.1 – Склад передаточних та маршрутних поїздів за призначенням вагонів

Вантажні пункти станції		Тип вагону	№ передаточного поїзда								№ маршрутного поїзда					Всього вагонів
			3601	3603	3605	3607	3609	3611	3613	2601	2603	2605	2702	2704		
			Час прибуття													
			0-19	3-31	6-28	9-30	12-27	15-32	20-55	1-50	11-10	17-15	4-30	14-15		
Вантажний район	тарно-штучн.	кр	6	-	7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	16	
	біг-беги.	кр	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	
	ліс	нв	-	-	-	5	4	4	1	-	-	-	-	-	14	
	контейнери	нв	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
	вугілля, пісок	нв	-	5	-	4	-	5	1	-	-	-	-	-	15	
ПК1	зерно	зв	3	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	9	
	прод.вантажі	кр	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	
	комбікорм	зв	-	4	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	11	
ПК2	прокат	нв	6	-	-	-	-	7	6	-	-	-	-	-	19	
	металолом	нв	5	-	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	13	
ПК6	щебінь	нв	-	-	-	-	5	3	6	-	-	-	-	-	14	
	пісок	нв	3	-	-	4	4	1	3	-	-	-	-	-	15	
	арматура	нв	-	2	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	
ПК3	нафтопрод.	цс	6	4	5	5	4	3	2	-	-	-	-	-	29	
ПК4	вугілля*	нв	-	-	-	-	-	-	-	45	45	43	-	-	133	
ПК5	амм. сіль*	нв	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	54	108	
Порожні зА		кр	-	4	7	-	-	2	5	-	-	-	-	-	18	
		цс (бенз)	-	2	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	9
		мв	-	8	-	9	13	3	11	-	-	-	-	-	-	44
		цс (кисл)	3	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	7
		цс (хлор)	-	-	5	-	2	2	1	-	-	-	-	-	-	10
Разом		-	39	39	39	39	39	36	39	45	45	43	54	54	511	

## ДОДАТОК В

### РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ КРИТОГО СКЛАДУ

Для визначення оптимальних значень техніко-технологічних параметрів критого складу (кількості НРМ  $Z_{\text{опт}}$ , кількості подач  $X_{\text{опт}}$ , числа змін  $S_{\text{опт}}$ ) з використанням програми «gruz\_tech.exe» було виконане моделювання взаємодії вантажної станції і критого складу при різних значеннях цих параметрів для різного добового надходження вагонів. На рис. В.1 наведено приклад файлу результатів моделювання на ЕОМ добової роботи критого складу вантажного району станції.

#### ВИХІДНІ ДАНІ:

Період моделювання -10 діб.

Параметри вхідного потоку:

- середньодобове число передаточних поїздів - 7
- середньодобовий вагонопотік - 15
- середнє навантаження вагона з тарно-штучними вантажами - 42.00т
- середнє навантаження вагона з біг-бегами - 20.00т

#### ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОТОКУ:

- загальна кількість НРМ - 5
- середнє число подач за добу - 2
- час роботи за добу - 2 зміни
- середня продуктивність НРМ на складі 1 - 12,00 т/год
- середня продуктивність НРМ на складі 2 - 15,40 т/год

#### РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ КРИТОГО СКЛАДУ ТА СТАНЦІЇ В

Всього оброблено подач - 24

Всього оброблено вагонів - 157

Середній простій вагона на станції - 255,7 хв

Середня тривалість подачі-прибирання - 33,3хв

Середній простій вагона на вантажному фронті - 1512,4 хв

Середній загальний простій вагона - 1843,5 хв

Середнє число вагонів в подачі - 6,5

Капітальні витрати - 2000.00 тис.грн

Амортизаційні витрати - 200.00 тис.грн

Утримування НРМ - 200.00 тис.грн

Утримування персоналу - 6837.00 тис.грн

Витрати по простою - 1428,7 тис.грн

Витрати на маневрову - 341,3 тис.грн

Модифіковані витрати - 9018,3 тис.грн.

Рисунок В.1 – Приклад файлу результатів моделювання роботи складу

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	4570,1	5844,4	5962,7	6625,8	—	—	—	—
15	11422,8	9665,7	8015,8	8248,7	—	—	—	—
20	—	14344,2	12190,4	11405,5	9752,2	9904,5	—	—
25	—	21210,7	17347,7	16266,2	13287,9	11989,7	12309,7	—
30	—	29685,6	24151,8	22493,6	17561,5	16221,4	15028,1	15379,9
35	—	40218,8	32152,6	30238,0	22887,2	19958,1	17951,3	17423,0
40	—	52270,4	41556,5	39224,9	29263,5	24784,5	20763,0	20555,7

NДоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	4711,1	4980,7	5574,8	—	—	—	—	—
15	8213,0	7415,2	6251,4	—	—	—	—	—
20	14933,6	12015,5	10702,5	8944,5	8797,8	—	—	—
25	21802,3	17598,8	16546,9	12669,3	10553,4	10741,1	—	—
30	36106,1	27401,6	21729,9	18834,3	15623,0	14814,4	17388,6	—
35	48324,1	34973,8	28721,0	24962,7	18615,4	18730,4	15756,0	16240,3
40	63424,1	46316,3	37889,1	30846,6	23651,3	23555,0	19599,1	19415,6

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	5357,1	5156,1	5642,5	—	—	—	—	—
15	9044,2	8771,3	7757,6	7884,9	—	—	—	—
20	—	—	—	10283,9	9633,4	10068,5	—	—
25	—	—	—	—	12395,6	12765,3	10545,7	11570,0
30	—	—	—	—	16341,2	16274,8	13836,7	14323,7
35	—	—	—	—	—	20674,3	18559,9	17588,9
40	—	—	—	—	—	—	22593,4	21310,0

Таблиця В.4 – Приведені витрати при  $S=1$   $X=4$ 

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	5697,0	4824,4	5403,8	—	—	—	—	—
15	8647,9	7383,0	6616,6	6903,1	—	—	—	—
20	—	—	—	10131,0	10675,2	—	—	—
25	—	—	—	—	12079,0	12339,2	13580,7	—
30	—	—	—	—	15826,3	15859,2	13480,7	13957,8
35	—	—	—	—	—	20343,7	18085,9	17142,2
40	—	—	—	—	—	—	22211,2	20873,2

Таблиця В.5 – Приведені витрати при  $S=2$   $X=1$ 

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	7754,1	9190,8	—	—	—	—	—	—
15	8574,1	9660,8	—	—	—	—	—	—
20	10577,7	10457,6	11515,9	—	—	—	—	—
25	13809,7	13316,2	12779,4	13613,2	—	—	—	—
30	18106,2	16718,8	15329,2	15264,5	15742,1	—	—	—
35	23542,9	21440,4	18664,2	17034,3	16359,2	17450,1	—	—
40	29829,9	26366,7	22643,0	20216,3	19640,1	18702,9	20509,7	—

Таблиця В.6 – Приведені витрати при  $S=2$   $X=2$ 

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	7396,3	8843,8	—	—	—	—	—	—
15	7732,4	9161,9	—	—	—	—	—	—
20	9552,1	9550,3	10910,8	—	—	—	—	—
25	12499,8	12360,5	11453,6	12578,6	—	—	—	—
30	16121,9	15419,7	14020,1	13284,4	14222,7	—	—	—
35	20739,3	18866,2	16715,7	16326,6	14685,9	15571,1	—	—
40	25957,5	24384,5	20389,1	18304,9	16892,1	17144,1	—	—

Таблиця В.7 – Приведені витрати при  $S=2$   $X=3$ 

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	7291,6	8844,1	—	—	—	—	—	—
15	7857,9	8892,8	—	—	—	—	—	—
20	8857,1	9441,3	—	—	—	—	—	—
25	12321,7	10718,7	11231,1	—	—	—	—	—
30	15720,2	13961,8	12548,4	13802,6	13982,5	—	—	—
35	20158,0	18670,8	15806,3	15031,6	14807,9	15565,5	—	—
40	25657,7	22713,3	18706,7	18143,8	19198,7	16195,1	—	—



Таблиця В.8 – Приведені витрати при  $S=2$   $X=4$ 

Nдоб,ваг	Z,машин							
	4	5	6	7	8	9	10	11
10	7574,6	8923,6	—	—	—	—	—	—
15	7844,5	9065,8	—	—	—	—	—	—
20	9071,0	9681,1	—	—	—	—	—	—
25	12611,2	10970,6	11234,6	—	—	—	—	—
30	16171,9	14389,9	13965,2	13859,5	14798,9	—	—	—
35	20429,4	19087,2	16177,7	15384,8	14717,2	15498,1	—	—
40	26258,3	23347,0	19146,3	18570,2	16368,3	16678,7	—	—

## ДОДАТОК Г

## ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

№ п/п	Назва матеріалу ДП, що надано до захисту	Аркушів	Характеристика матеріалу	Формат листа
1	Підвищення ефективності взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій в умовах демонополізації ринку транспортних послуг	137	Пояснювальна записка	A4
2	Масштабний план станції К	1	Креслення	A3×10
3	Добовий план-графік роботи станції	1	Креслення	A0
4	Демонстраційні матеріали у вигляді презентації PowerPoint	12	Слайди	-