

Український державний університет залізничного транспорту

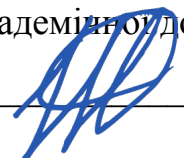
Кафедра залізничних станцій та вузлів

РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПАРКОМ ВАГОНІВ РІЗНИХ  
ВЛАСНИКІВ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до випускної кваліфікаційної роботи

РКТПСС.200.00.00.00 ПЗ

Розробив студент групи 101-ТТ-322  
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)

 Сергій ЧЕРЕВАЧ

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Валерій КУЛЕШОВ

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Петро ДОЛГОПОЛОВ

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 57 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 4 таблиць, 25 літературних джерел.

Ключові слова: ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ, СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МІСЦЕВА РОБОТА, ПАРК ВАГОНІВ, ЕЛЕМЕНТ ІНФРАСТРУКТУРИ.

Об'єктом дослідження є процес організації роботи сортувальної станції на основі плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

Метою роботи є розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сортувальної станції, на прикладі станції К, при перевезеннях парком вагонів різних власників, що дозволить розробляти оптимальні організаційні та реконструктивні заходи по удосконаленню технології їх роботи в умовах розвитку інформатизації, сприяючи ресурсозбереженню та скороченню загальних експлуатаційних витрат.

У кваліфікаційній роботі виконаний аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції.

Виконання формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції К та прилеглих ділянок на умовах ресурсозбереження.

Практичну цінність має удосконалена інформаційна технологія обробки поїздів і переробки вагонопотоків на сортувальній станції за умовами сервісу користувачам.

## ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 57 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 15 figures, 4 tables, and 25 literature references.

Keywords: INFORMATION TECHNOLOGY, YARD STATION, TRANSPORTATION, LOCAL WORK, FLEET OF WAGONS, ELEMENT OF INFRASTRUCTURE.

The object of the study is the process of organizing the work of a sorting station based on the formation plan and a rigid schedule of train movements.

The purpose of the work is to calculate the structural and technological parameters of a sorting station, using the example of station K, when transporting wagons of different owners by a fleet, which will allow developing optimal organizational and reconstructive measures to improve the technology of their work in the conditions of the development of informatization, contributing to resource conservation and reducing overall operating costs.

The qualification work analyzes the use of the elements of the sorting station infrastructure.

The formation of a model of effective use of the elements of the sorting station K infrastructure and adjacent areas under resource conservation conditions is completed.

The improved information technology for processing trains and processing wagon flows at the sorting station under the terms of service to users is of practical value.

# Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

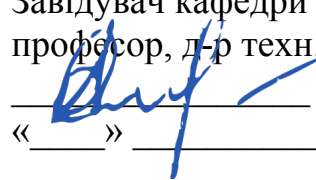
Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

професор, д-р техн. наук

 О. М. Огар

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 р.

## ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Черевачу Сергію Петровичу

1 Тема «Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сортувальної станції при перевезеннях парком вагонів різних власників»

керівник Кулешов Валерій Вячеславович, канд. техн. наук., доцент  
затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від  
27 квітня 2026 року № 08/26

2 Строк подання студентом роботи - 08 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи Схема сортувальної станції К. Характеристика примикаючих підходів. Вагонопотоки та вантажопотоки станції. Технологічний процес роботи станції. Техніко-розпорядчий акт станції. Показники роботи станції та їх аналіз. Охорона праці та навколишнього середовища

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Аналіз використання елементів інфраструктури залізничної сортувальної станції. Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції на умовах ресурсозбереження. Удосконалення інформаційної технології керування станційними процесами на основі підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції. Структура АРМ працівників сортувальної станції на базі розвинених інформаційних технологій

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Схема сортувальної станції К. Аналіз основних техніко-економічних показників роботи станції К. Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної залізничної станції у вузлі на умовах ресурсозбереження. Залежність експлуатаційних витрат від кількості розформованих та сформованих составів, кількості колій парку сортувальної станції К. Залежність розрахункової кількості колій парку приймання від рівня завантаження сортувальної гірки, сортувально-відправного парку від обсягу

переробки (для ст. К). Удосконалення інформаційної технології сортувальної станції за умовами сервісу користувачам. Висновки (10 листів)

6. Дата видачі завдання «28» квітня 2026 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів                                                                                                                                                                                                                                                      | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналіз використання елементів інфраструктури залізничної сортувальної станції, заходів щодо використання новітніх інформаційних технологій                                                                                                                        | 22.05.2026                    |          |
| 2     | Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції К на умовах ресурсозбереження                                                                                                                                            | 29.05.2026                    |          |
| 3     | Удосконалення інформаційної технології керування станційними процесами на основі підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції К. Структура АРМ працівників сортувальних станцій на базі розвинених інформаційних технологій | 05.06.2026                    |          |
| 4     | Оформлення роботи                                                                                                                                                                                                                                                 | 12.06.2026                    |          |

Студент

Сергій ЧЕРЕВАЧ

Керівник

Валерій КУЛЕШОВ

## Зміст

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Перелік основних скорочень                                                                                                                                            | 8  |
| Вступ                                                                                                                                                                 | 9  |
| 1 Аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції                                                                                                   | 12 |
| 1.1 Аналіз методів розрахунків та використання елементів інфраструктури сортувальної станції                                                                          | 12 |
| 1.2 Аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції К                                                                                               | 16 |
| 2 Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції на умовах ресурсозбереження                                                | 21 |
| 2.1 Обґрунтування напрямку дослідження щодо підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції                                        | 21 |
| 2.2 Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції К та прилеглих ділянок на умовах ресурсозбереження                       | 22 |
| 3 Удосконалення інформаційної технології керування станційними процесами на основі підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції | 30 |
| 3.1 Удосконалення інформаційної технології обробки поїздів і переробки вагонопотоків на сортувальній станції за умовами сервісу користувачам                          | 30 |

|           |      |          |                                                                                     |      |                                                                                                                         |           |      |        |
|-----------|------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|--------|
|           |      |          |                                                                                     |      | РКТПСС.200.00.00.00 ПЗ                                                                                                  |           |      |        |
|           |      |          |                                                                                     |      |                                                                                                                         |           |      |        |
| Зм.       | Лист | № докум. | Підпис                                                                              | Дата | Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сортувальної станції при перевезеннях парком вагонів різних власників | Лит.      | Лист | Листів |
| Розроб.   |      | Черевач  |  |      |                                                                                                                         |           |      |        |
| Перевір.  |      | Кулешов  |  |      |                                                                                                                         |           | 6    | 57     |
| Затверд.  |      |          |                                                                                     |      |                                                                                                                         | УкрДУЗТ 6 |      |        |
| Н. Контр. |      | Шаповал  |  |      |                                                                                                                         |           |      |        |
| Затв.     |      | Огар     |  |      |                                                                                                                         |           |      |        |

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2 Адаптація інформаційної технології обробки поїздів і вагонів до технологічного процесу сортувальної станції К в умовах електронного документообігу | 32 |
| 3.3 Удосконалення автоматизованого контролю використання інфраструктури сортувальної станції К                                                         | 36 |
| 4 Структура автоматизованого робочого місця працівників сортувальної станції на базі розвинених інформаційних технологій                               | 41 |
| Висновки                                                                                                                                               | 45 |
| Список використаних джерел                                                                                                                             | 48 |
| Додаток А Схема сортувальної станції К                                                                                                                 | 51 |
| Додаток Б Аналіз статистичних досліджень вхідних потоків поїздів в елементах транспортної системи на сортувальної станції К                            | 55 |
| Додаток В Аналіз хронометражних спостережень тривалості основних елементів гіркового циклу гірки сортувальної станції К                                | 56 |
| Додаток Д Гістограми та теоретичні залежності вагоно-годин знаходження вагонів на сортувальній станції К при виконанні технологічного процесу          | 57 |

## Перелік основних скорочень

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АСК ВП УЗ-Є – єдина автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці;

АСОУП – автоматизована система оперативного управління перевезеннями;

ДН – дирекція залізничних перевезень;

ДС – начальник станції;

ДСП – черговий по станції;

ЕЗТС – елемент залізничної транспортної системи;

СТЦ – станційний технологічний центр;

ЦУП - центр управління перевезеннями;

ЦТЛ - ДП «Український транспортно-логістичний центр»;

УЗ - Публічне акціонерне товариство «Українська залізниця»;

Н – регіональна філія-залізниця.

## Вступ

На залізничних магістралях Сполучених Штатів, Канади, Британії, Французької Республіки, Німеччини проведено заходи щодо оновлення наявних сортувальних вузлів, обладнаних новітніми технічними засобами. На цих об'єктах у більшості ситуацій зосереджується впорядкувальна діяльність, яка раніше виконувалась на кількох дрібних малоефективних пунктах. У підсумку такої централізації досягається пришвидшення переміщення вагонів, скорочення чисельності персоналу, кількості маневрових тягачів і зрештою зменшення експлуатаційних витрат.

Визначені завдання в умовах обмеження ресурсної бази, окрім перебудови системи керування транспортним процесом, потребують на основі розвитку цифровізації вдосконалення методів і конструктивних рішень ключових сортувальних і вантажних вузлів. За останнє десятиліття на українських залізницях зменшувалася тривалість перебування вагонів на технічних платформах, однак через зростання затримок місцевого рухомого складу на пунктах навантаження та розвантаження загальний обіг рухомого складу зростає. Частково це пояснюється недосконалістю технологічного застосування залізничної інфраструктури: колійного господарства, локомотивного парку, сортувальних механізмів, засобів для вантажних операцій технічних і вантажних комплексів.

У зв'язку з переходом національної економіки до ринкових механізмів виникає потреба у зростанні результативності функціонування технічних, зокрема сортувальних вузлів, оцінюванні технологічних процесів та відповідності колійного і технічного оснащення об'єктів стандартним нормам діяльності галузі залізничного транспорту.

Актуальність проблематики. На початку дев'яностих років ХХ століття на транспортній мережі України оброблялося та відвантажувалося понад 850 млн т вантажів щорічно. Протягом наступних восьми років цей показник скоротився майже на дві третини зі швидкістю близько 12,5% щорічно, після чого поступово, ще за наступне восьмиріччя, але вже з темпами приблизно 5,6% на рік, почалося

його зростання. Нині особливої ваги набуває дослідження стану розвитку технічних вузлів та визначення перспектив їх подальшого вдосконалення.

Водночас неефективний перерозподіл маневрових і сортувальних операцій на відповідних станціях під час формування передавальних та інших категорій поїздів також істотно впливає на результативність використання інфраструктурних ресурсів. У наукових працях недостатньо уваги приділено обслуговуванню відправників і отримувачів вантажів у залізничних вузлах із урахуванням стабільності доставки на основі інтегрованого плану формування та жорсткого графіка руху складів, тому обрана тема магістерського дослідження залишається актуальною.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сортувальної станції, на прикладі станції К, при перевезеннях парком вагонів різних власників, що дозволить розробляти оптимальні організаційні та реконструктивні заходи по удосконаленню технології їх роботи в умовах розвитку інформатизації, сприяючи ресурсозбереженню та скороченню загальних експлуатаційних витрат.

Реалізація цієї мети можлива при постановці і вирішенні наступних задач:

- аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції, на прикладі сортувальної станції К, заходів щодо використання новітніх інформаційних технологій;
- формування моделі ефективного використання інфраструктури залізничної сортувальної станції у залізничному вузлі на основі сучасних інформаційних ресурсозберігаючих технологій.

Об'єкт дослідження – процес організації роботи сортувальної станції на основі плану формування та жорсткого графіку руху поїздів.

Предмет дослідження – використання елементів інфраструктури сортувальної станції в умовах розвитку інформатизації.

Методологія дослідження. Під час оцінювання застосування складових інфраструктури сортувального вузла були використані підходи системного аналізу, методи теорії ймовірностей та інструменти математичної статистики; вдосконалення

інформаційної технології керування станційними операціями ґрунтувалося на принципах теорії прийняття управлінських рішень і економічного оцінювання.

Наукова новизна здобутих результатів. У дослідженні розроблено та вдосконалено інформаційну ресурсоефективну модель раціонального використання елементів інфраструктури сортувального комплексу на основі розвитку інформаційних інструментів системи АСК ВП УЗ-Є.

Обґрунтованість і надійність наукових положень, підсумків і рекомендацій визначається застосуванням відповідного математичного апарату, правильністю формалізованого опису та розв'язання поставленого завдання, адекватністю створеної моделі реальним умовам, а також репрезентативністю статистичної вибірки. Надійність підтверджується узгодженістю експериментальних результатів із даними обробки статистичних досліджень на реальному об'єкті з відхиленням у межах п'яти відсотків.

Практична цінність отриманих результатів. Рекомендації, сформовані в процесі вдосконалення інформаційної технології оброблення поїздів і переробки вагонопотоків на базовій сортувальній станції транспортного вузла за умов надання сервісних послуг користувачам залізниці, забезпечують можливість організації комплексної взаємодії вантажовідправників, пунктів відправлення, маршрутів прямування та призначення вантажів і отримувачів. Це здійснюється на основі інтегрованого плану формування та регламентованого графіка руху складів із забезпеченням автоматизованого контролю доставки вантажів.

Структура та обсяг роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

## 1 Аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції

### 1.1 Аналіз методів розрахунків та використання елементів інфраструктури сортувальної станції К

Одним із ключових аспектів виступає проблема теоретичного обґрунтування необхідного розвитку колійного господарства на п'ятнадцяти основних сортувальних вузлах України, де здійснюється обробка головних вантажних потоків вагонів.

Найбільш раціональною для сортувальних комплексів вважається класична побудова, за якої парки приймання, сортування та відправлення розміщені послідовно, тоді як локомотивне господарство розташовується паралельно до сортувального парку, а для значних вузлів — ще й паралельно до приймального парку.

Це формує визначені вимоги до спеціалізації кожного компонента сортувальної системи, що безпосередньо впливає на ефективність організації роботи, забезпечення потоковості, ритмічності та безперервності технологічного процесу перероблення вагонопотоку.

На сучасному етапі застосовується декілька підходів до визначення необхідної кількості колій: графічний, аналітичний (зокрема імовірнісний) та методи імітаційного моделювання функціонування станції за допомогою електронно-обчислювальної техніки.

Аналітичні способи, що базуються на теорії ймовірностей, більш повно враховують нерівномірність руху поїздів, моделюючи ситуацію, близьку до реальних умов як на станції, так і на підходах до неї. Водночас такі підходи мають переважно теоретичний характер і рідко використовуються у практиці через відсутність єдиного підходу до визначення законів розподілу вхідних потоків і тривалості обслуговування. Залежно від початкових припущень, сформованих на основі досвіду функціонування реальних сортувальних вузлів у різних умовах, були

отримані різні типи розподілів: біноміальний, нормальний, Пуассона, Ерланга, Пірсона та інші.

Застосування комп'ютерного моделювання дозволило дослідникам встановити взаємозв'язок між необхідним колійним розвитком та інтенсивністю руху, пропускною здатністю прилеглих ділянок, типом станції, функціональною спеціалізацією парків і рівнем завантаження сортувальних гірок.

Головне призначення сортувальних станцій у вузлових пунктах транспортної мережі полягає у переробці вагонопотоків, розформуванні та формуванні поїздів. Для виконання цих функцій типова станція оснащується спеціалізованими коліями, маневровими засобами та сортувальними системами, що включають парки приймання, сортування і відправлення, а також відповідні технічні пристрої.

З розвитком ринкових відносин в економіці країни виникає потреба у підвищенні ефективності функціонування технічних, зокрема сортувальних вузлів, а також у проведенні аналізу технологічних процесів і відповідності технічного оснащення встановленим галузевим стандартам.

У європейських країнах переважно будувалися односторонні сортувальні станції з об'єднаними парками для різних напрямків руху. У Сполучених Штатах, навпаки, більшого поширення набули двосторонні станції з двома незалежними сортувальними системами для кожного напрямку руху.

Технології й технічні засоби обробки вагонопотоків найактивніше удосконалювалися в країнах Західної Європи (зокрема Німеччині, Франції, Великобританії), у США, а на пізніших етапах — також у Японії.

Водночас, попри загальні тенденції, розвиток сортувальних комплексів у кожній державі має специфічні особливості.

У США функціонує понад 60 односторонніх і двосторонніх сортувальних станцій. Наприклад, станція Конвей має 107 колій і переробну спроможність до 9000 вагонів на добу. У процесі реконструкції деякі нові станції замінювали одразу кілька існуючих: так, на станції Фронт у районі Буффало було сконцентровано роботу восьми вузлових станцій. Серед великих односторонніх станцій можна виділити Бейлі Ярд, Гейтвей, Альфред Перлман. Для багатьох американських станцій

характерна значна кількість колій у приймальних і відправних парках (до 20), наявність додаткових колій для відстою вагонів.

Корисна довжина колій на таких станціях зазвичай становить 1200–1700 м, у деяких випадках досягаючи 2500 м. Кількість сортувальних колій зазвичай коливається від 21 до 48, а на окремих великих станціях перевищує ці значення. Довжина колій сортувальних парків, як правило, менша і становить 400–900 м.

Лінійні підходи до станцій у більшості випадків проектуються без багаторівневих розв'язок, що зумовлює перетин маршрутів, але не створює суттєвих обмежень через порівняно невеликі обсяги руху.

Послідовне розташування парків використовується досить рідко, оскільки потребує значної довжини території станції. Тому для великих вузлів частіше застосовуються комбіновані або паралельні схеми розміщення.

Сортувальна станція К, що обслуговує переважно вантажні поїзди, розташована в північно-західній частині Львова. Вона є однією з найбільших у регіоні та належить до позакласних за обсягами роботи.

Станція включає п'ять основних парків: пасажирський, Батарівка, приймальний, транзитний і сортувально-відправний. До її складу входять локомотивне та вагонне депо. Парк Батарівка виконує функції вузла передачі поїздів між станціями.

Станція обслуговує вагонопотоки східного і північного напрямків, із яких понад половину становить транзит із переробкою. Середньодобовий обіг сягає приблизно 2800 вагонів, з яких близько 1800 піддаються обробці.

На об'єкті здійснюється зміна локомотивів, бригад, а також маневрові операції з причепленням допоміжної тяги.

Управління стрілочними переводами здійснюється централізовано диспетчером із пульта електричної централізації. Загальне керівництво покладається на начальника станції, який діє відповідно до встановленої організаційної структури та нормативних документів.

Керівництво діяльністю здійснюється через апарат управління, а розподіл функцій між посадовими особами регламентується внутрішніми наказами.

Для оперативного контролю і планування роботи використовуються автоматизовані системи, що забезпечують доступ до інформаційних ресурсів, формування звітності та підтримку прийняття рішень.

У підпорядкуванні керівника станції перебувають працівники різних служб, які забезпечують експлуатацію рухомого складу та інфраструктури на території станції.

Структура управління сортувальною станцією К наведена на рисунку 1.1.

Аналіз навантаження вантажу станціями регіональної філії-залізниці «Львівська залізниця» наведений в таблиці А.1 додатку А.

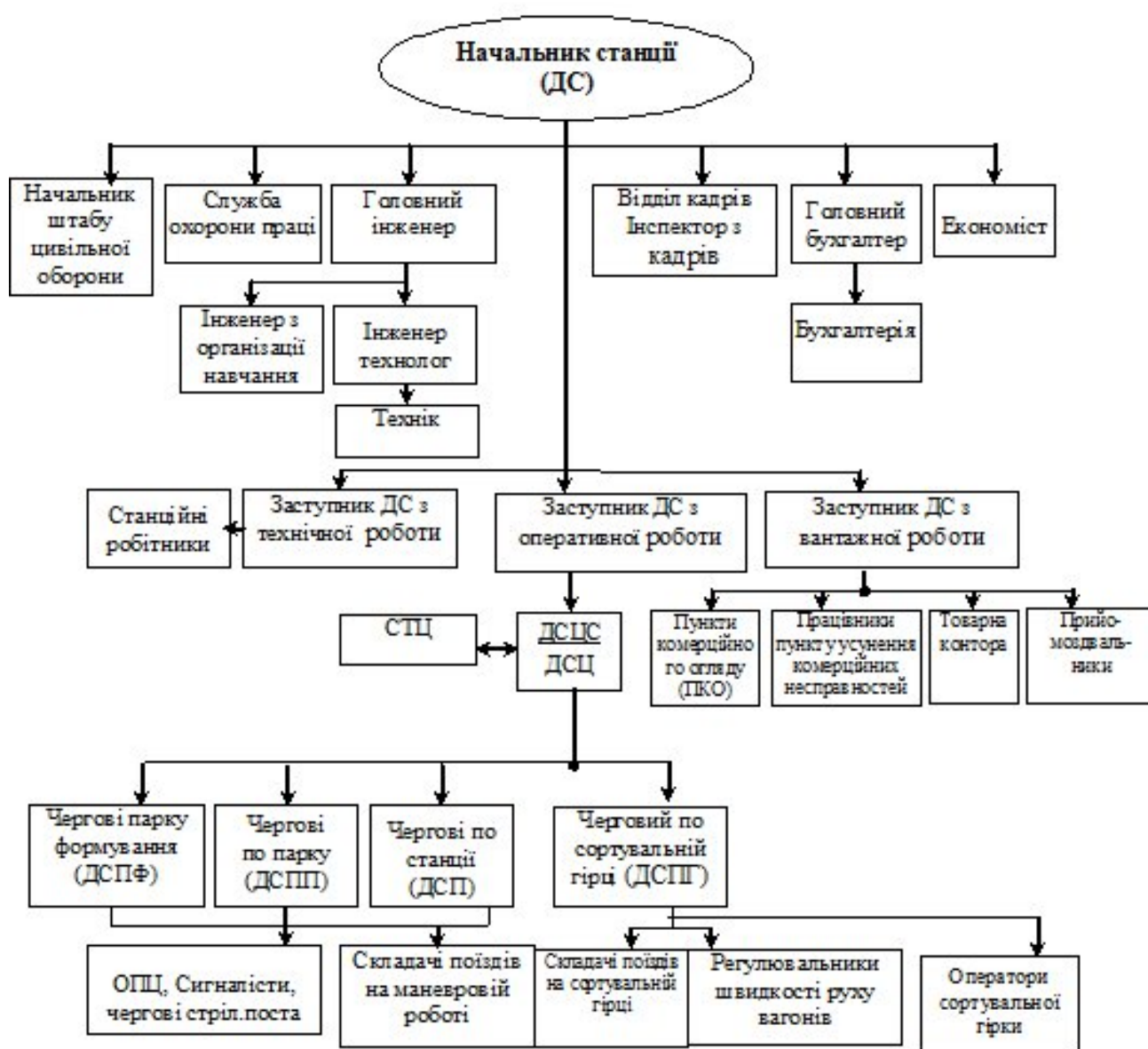


Рисунок 1.1 - Структура управління сортувальною станцією К

Схема оперативного керівництва роботою сортувальної станції К наведена на рисунку 1.2.

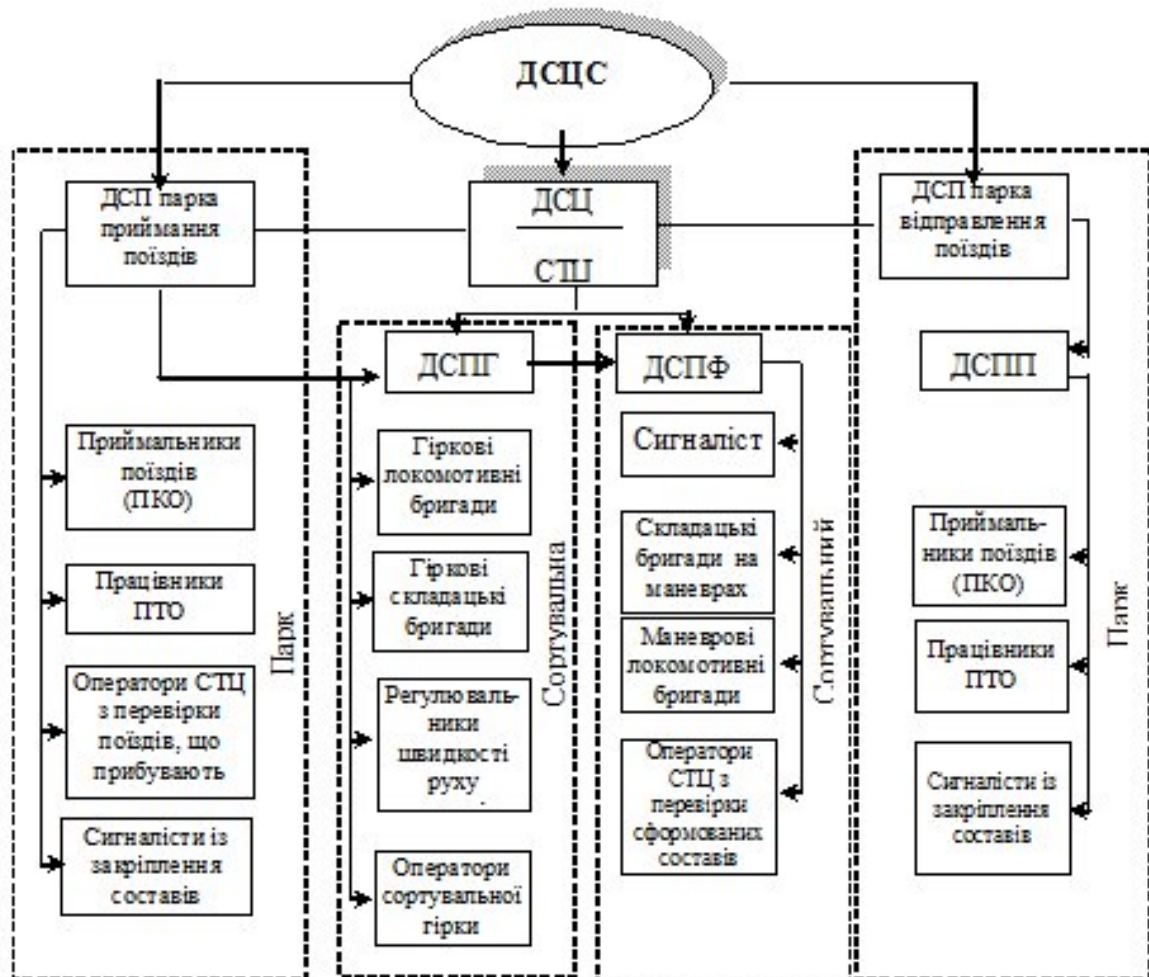


Рисунок 1.2 - Схема оперативного керівництва роботою сортувальної станції К

## 1.2 Аналіз використання елементів інфраструктури сортувальної станції К

Проведено аналіз експлуатаційної діяльності сортувальної станції К щодо обробки вагонів загального парку за всіма видами рухомого складу різних форм власності. Станом на 17:00 попередньої доби у квітні 2026 року загальна кількість вагонів становила 43 406 вагонів, що перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 27,6%. У структурі наявності: завантажені вагони — 33 351

вагон (збільшення на 42,8%), порожні — 6 855 вагонів (зростання на 42,7%), вагони неробочого парку — 3 200 вагонів (приріст на 45,5%).

Загальний обсяг прибуття склав 50 123 вагонів, що на 4,9% менше порівняно з базовим періодом. У тому числі: завантажені — 45 166 вагонів (зменшення на 3,0%), порожні — 4 957 вагонів (зниження на 19,4%). Вагони неробочого парку у складі прибуття відсутні. Обсяг навантаження у грудні 2017 року становив 60 вагонів, що перевищує відповідний показник грудня 2016 року у 2,1 раза. Вивантаження склало 204 вагони, що більше на 75,9%.

Відправлення вагонів зі станції становило 49 860 вагонів, що на 5,4% менше, ніж у порівняльному періоді. З них: завантажені — 44 830 вагонів (зменшення на 3,7%), порожні — 5 030 вагонів (зниження на 18,9%). Вагони неробочого парку у складі відправлення відсутні. Середній оборот вагонів становив 0,89 доби (21,36 год), що перевищує базовий рівень на 48,3%.

Результати аналізу добової нерівномірності основних експлуатаційних показників функціонування станції К за квітень 2025 року наведені у таблиці А.2 додатку А та графічно відображені на рисунку 1.1. Відповідні показники за квітень 2026 року представлені у таблиці А.3 додатку А та на рисунку 1.2. Дані щодо травня 2025 року наведені у таблиці А.3 додатку А з відповідною ілюстрацією на рисунку 1.3, а за травень 2026 року — у тій же таблиці та на рисунку 1.4. Узагальнений аналіз нерівномірності процесів навантаження та вивантаження за квітень 2025–2026 років наведено на рисунку 1.5.

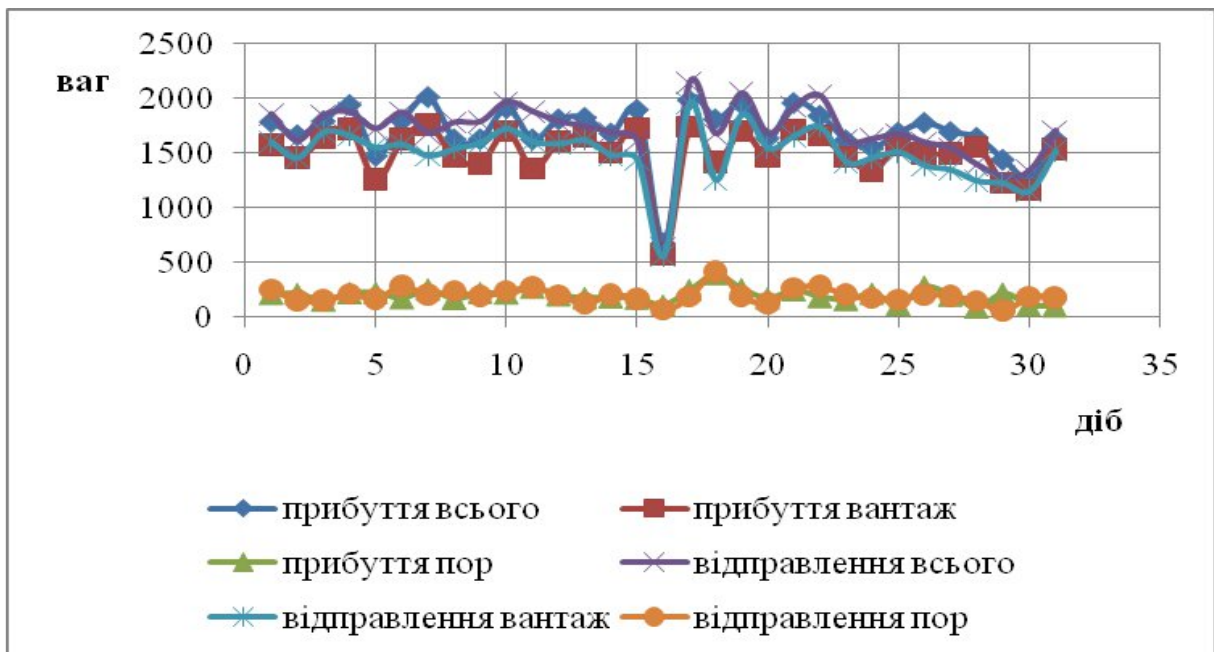


Рисунок 1.3 - Аналіз добової нерівномірності основних показників роботи станції К за квітень 2025 р.

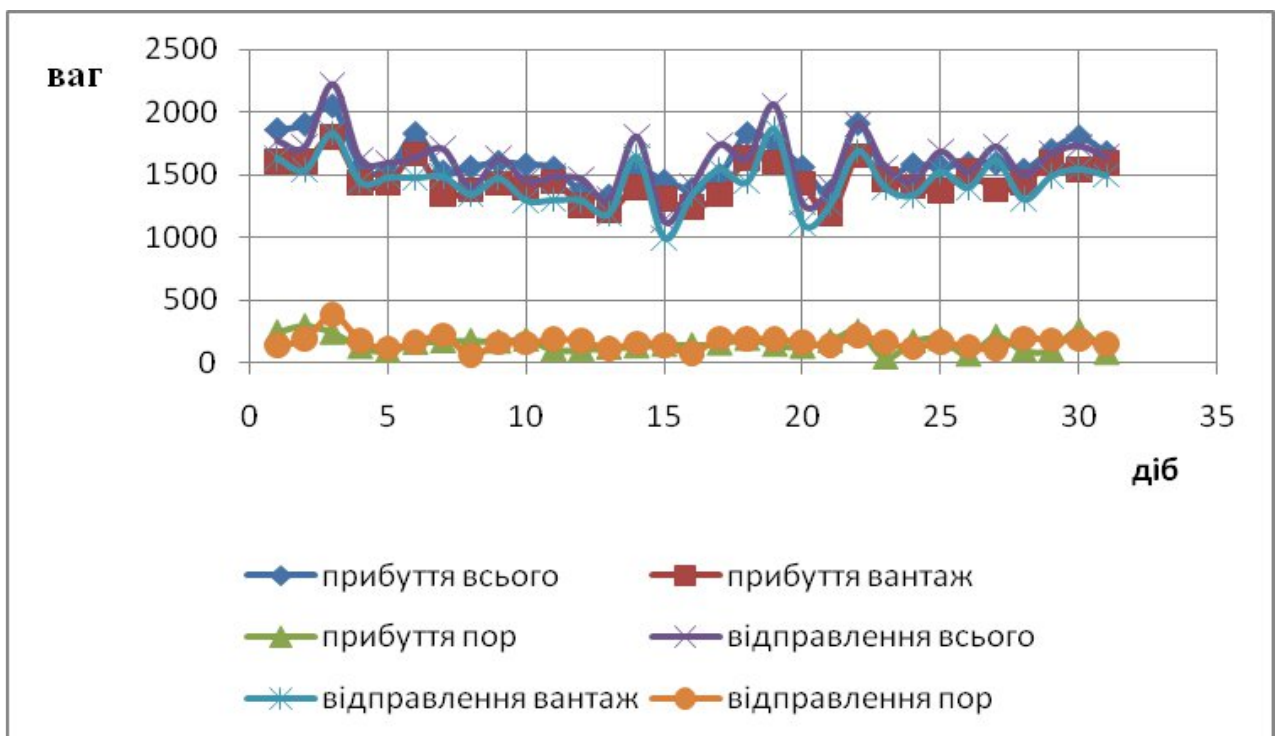


Рисунок 1.4 - Аналіз добової нерівномірності основних показників роботи станції К за квітень 2026 р.

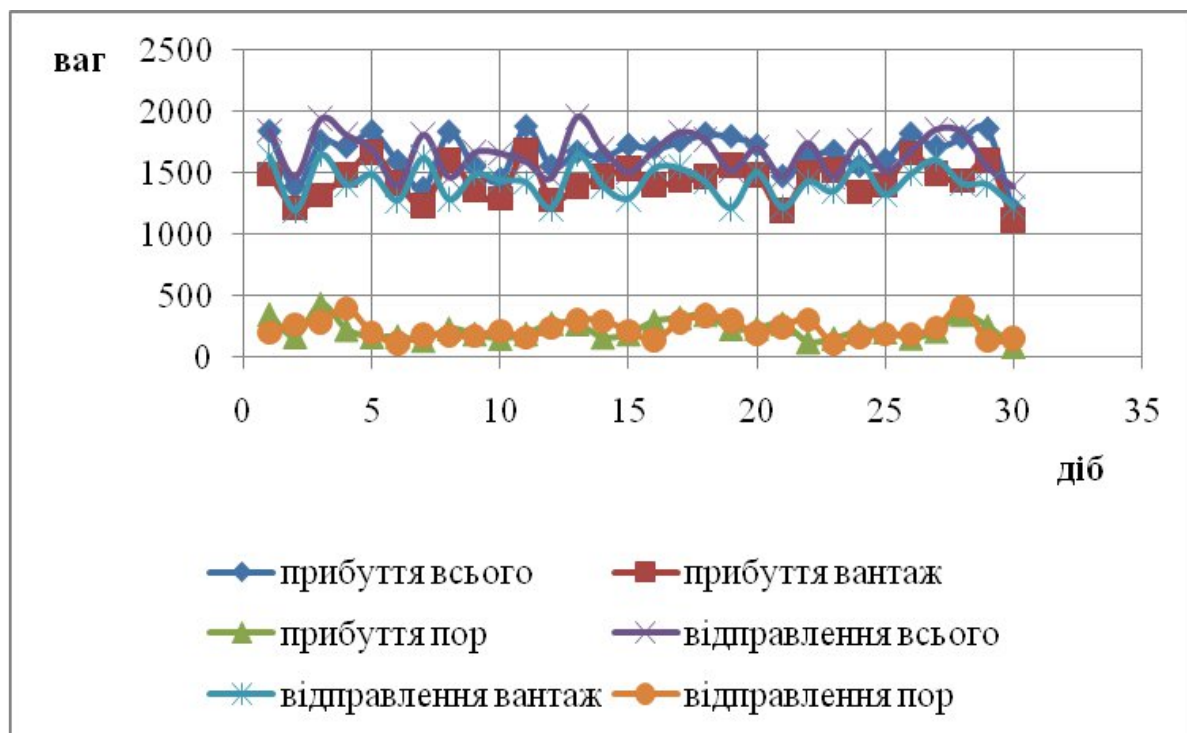


Рисунок 1.5 - Аналіз добової нерівномірності основних показників роботи станції К за травень 2025 р.

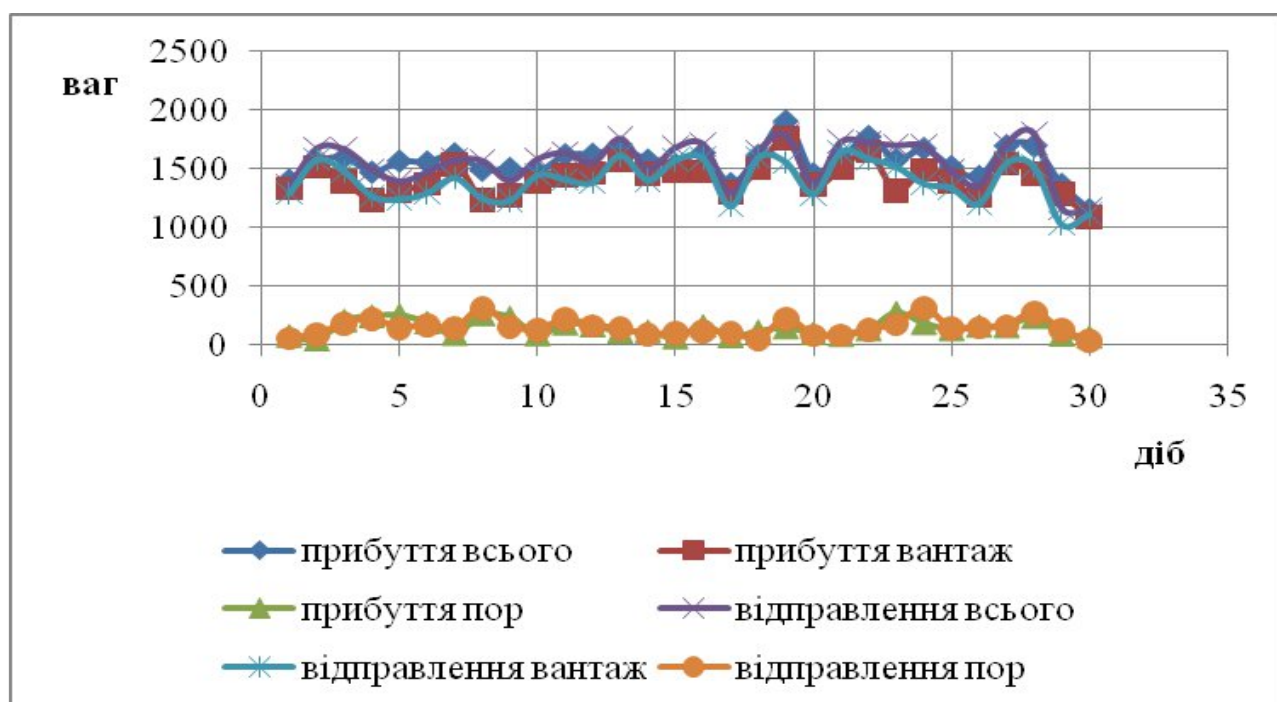


Рисунок 1.6 - Аналіз добової нерівномірності основних показників роботи станції К за травень 2026 р.

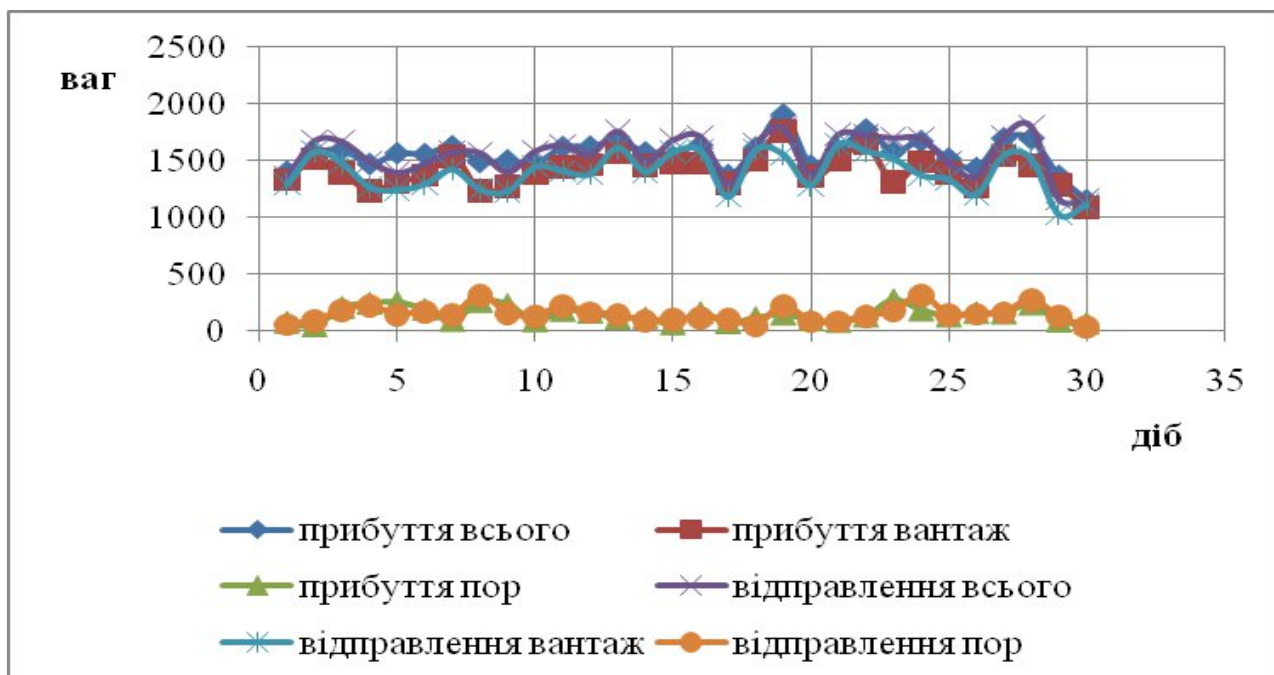


Рисунок 1.7 - Аналіз добової нерівномірності навантаження-вивантаження сортувальної станції К за квітень 2025-2026 р.р.

## 2 Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції на умовах ресурсозбереження

### 2.1 Обґрунтування напрямку дослідження щодо підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції

Здійснення системного аналізу використання інфраструктурних елементів сортувальних залізничних станцій проводиться з урахуванням структури парку вагонів різних форм власності та орієнтоване на підвищення ефективності обслуговування вантажовідправників і вантажоодержувачів.

Під час формування моделі обслуговування вантажовідправників і вантажоодержувачів у межах залізничного вузла доцільним є застосування методів динамічного програмування та інструментарію дискретної математики.

Удосконалення інформаційних технологій керування станційними процесами та організації доставки вантажів в умовах необхідності підвищення ефективності використання інфраструктури сортувальних станцій при здійсненні перевезень потребує залучення методів теорії прийняття рішень і економічного аналізу.

Поточна продуктивність елементів інфраструктури сортувальних станцій (зокрема колійного розвитку, сортувальних пристроїв, перевантажувальної техніки, маневрових засобів і рухомого складу), на відміну від попередніх підходів, розглядається з позиції відповідності плановим обсягам вагонопотоків та рівню експлуатаційних витрат. Це забезпечує можливість гарантованого обслуговування вантажовідправників і вантажоодержувачів за одночасного зниження витрат. Залежно від співвідношення зазначених параметрів формується перспективне, річне, місячне та оперативне планування роботи станцій, а також визначається технологічна взаємодія елементів інфраструктури в межах підрозділів залізничної мережі.

## 2.2 Формування моделі ефективного використання елементів інфраструктури сортувальної станції К та прилеглих ділянок на умовах ресурсозбереження

Теоретичні залежності разом із отриманими результатами обчислень розвитку колійної мережі як складової частини інфраструктури сортувального комплексу К подано в додатку Б (таблиці Б.1–Б.3, рисунки Б.1–Б.3).

Переважає більшість як вітчизняних, так і іноземних науковців при дослідженні умов функціонування станційних систем застосовує припущення щодо найпростішого вхідного потоку поїздів та експоненційного характеру розподілу інтервалів їх обслуговування. Водночас межі використання зазначених залежностей, залежно від інтенсивності руху, рівня технічного забезпечення залізничної мережі, а також типу графіка руху поїздів, залишаються чітко не визначеними.

Результати аналізу вхідних потоків поїздів на сортувальній станції К засвідчили, що інтервали надходження складів на одноколійних підходах описуються нормальним розподілом із від'ємним ексцесом та середньоквадратичним відхиленням  $\sigma \geq 6$ . Для двоколійних напрямків у більшості випадків характерним є ерлангівський розподіл із додатною асиметрією та коефіцієнтом варіації в межах 0,45–0,65.

Разом з тим сумарне накладання вхідних потоків у межах станції може бути адекватно апроксимоване узагальненим розподілом Ерланга з коефіцієнтом варіації в інтервалі 0,74–0,86 (додаток В, рисунок В.1). З урахуванням отриманих параметрів варіації та використаних розрахункових підходів визначено необхідну кількість колій у парках приймання, сортування та відправлення сортувального комплексу К. Узагальнені результати представлені у таблиці 2.1 та на рисунку 2.1 відповідно до рекомендованих емпіричних залежностей (додаток Б, рисунки Б.1–Б.3, залежність 5).

Таблиця 2.1 - Залежність розрахункової кількості колій парку приймання від рівня завантаження сортувальної гірки, сортувально-відправного парку від обсягу переробки (для ст. К)

| Середньо-<br>добове число составів<br>поїздів з переробкою ( $N_p$ ) | Розрахункове число<br>колій у парку<br>приймання(без<br>ходових та ін.)<br>$m_p = 0,1N_R$ | $N_p$ ,<br>составів | Потрібне число колій<br>у сортувально-<br>відправному парку ( $m_c$ ) |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 30-40                                                                | 3-4                                                                                       | 24                  | 14                                                                    |
| 40-50                                                                | 4-5                                                                                       | 48                  | 24                                                                    |
| 50-60                                                                | 5-6                                                                                       | 72                  | 32                                                                    |
| 60-70                                                                | 6-7                                                                                       | 96                  | 38                                                                    |
| 70-80                                                                | 7-8                                                                                       | 120                 | 46                                                                    |

Результати аналізу функціонування, а також технічні й економічні характеристики сортувальної станції К щодо обробки вагонів загального парку за всіма категоріями рухомого складу різних форм власності для періодів мінімальних і максимальних обсягів вагонопотоків наведені у додатках. Отримані дані свідчать про суттєві коливання показників вагоно-годин та рівня експлуатаційних витрат у межах календарного місяця.

З використанням програмного комплексу Goodness of Fit–Summary побудовано гістограми розподілу та визначено теоретичні залежності показника часу перебування вагонів на станції, оціненого у вагоно-годинах, для інтервалів тривалістю три години протягом першої, другої та третьої доби, а також на основі середньодобових значень (додаток Д). За результатами перевірки узгодженості встановлено, що найбільш адекватним для опису зазначених статистичних даних є розподіл Ерланга.

Рисунок 2.1 - Залежність розрахункового числа колій парку приймання від рівня завантаження сортувальної гірки, сортувально-відправного парку від обсягу переробки (для ст. Клепарів)

Визначення доцільної кількості маневрових локомотивів доцільно виконувати із застосуванням розрахункових підходів аналітичного типу, які базуються на інтегральній оцінці їх добового навантаження. Разом із тим ефективність функціонування гіркових локомотивів значною мірою обумовлюється не лише обсягами роботи, а й особливостями конструкції та технологічними характеристиками сортувального обладнання.

Стійкість та надійність експлуатаційної роботи сортувальної станції визначаються, передусім, функціональною надійністю сортувальної гірки як ключового елемента технологічного процесу. Реалізація безперервного циклу розформування поїздів потребує забезпечення відповідності між технічними параметрами гірки та кількістю задіяних гіркових локомотивів. Досягнення такої відповідності забезпечується шляхом проведення спеціалізованих технологічних розрахунків, у рамках яких встановлюються допустимі швидкісні режими розпуску составів і тривалість їх обробки.

Подальшим етапом є визначення часових параметрів виконання основних операцій гіркового циклу, включаючи інтервали між окремими технологічними діями. Сукупність зазначених показників дозволяє обґрунтувати мінімально достатню кількість локомотивів, необхідних для забезпечення стабільної роботи станції.

Формування моделі раціонального використання інфраструктури сортувальної станції К та прилеглих ділянок у межах концепції ресурсозбереження передбачає застосування методів оптимізаційного аналізу. Основою такої моделі є узгодження параметрів функціонування технічних засобів вузлових станцій із використанням узагальненої цільової функції, що враховує комплекс витрат різної природи.

У структурі цільової функції виділяються дві основні складові: часові та технічні витрати. До першої групи належать показники тривалості обслуговування вагонів, часу очікування початку технологічних операцій, тривалості міжопераційних пауз, а також витрати, пов'язані з експлуатацією та утриманням

персоналу. Друга група включає витрати на придбання, використання та технічне обслуговування засобів інфраструктури, задіяних у процесі обробки вагонів.

Таким чином, запропонований підхід забезпечує комплексну оцінку ефективності використання інфраструктурних ресурсів із урахуванням взаємозв'язку технічних і часових чинників, що дозволяє обґрунтовано формувати параметри функціонування сортувальної станції в сучасних умовах експлуатації.

$$F(K) = f\left(\mathring{a}_{i=1}^d (E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5)\right) \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де  $E_1$  – витрати, зумовлені простоем рухомого складу внаслідок виникнення міжопераційних інтервалів під час виконання ключових технологічних операцій;

$E_2$  – витрати, пов'язані із затримкою рухомого складу через невідповідність рівня розвитку колійного господарства інтенсивності надходження поїздів (составів) до відповідного парку;

$E_3$  – витрати, що виникають через простой вагонів унаслідок зайнятості сортувального обладнання;

$E_{4.3}$  – витрати, спричинені затримками вагонів через обмежену доступність маневрових локомотивів;

$E_5$  – витрати, обумовлені простоем вагонів через завантаженість перевантажувальних механізмів.

У розгорнутому вигляді математична модель після формалізації складових витрат може бути представлена відповідним аналітичним виразом:

$$F(K) = f\left(\mathring{a}_{i=1}^d \left( 8760 \left( M \left[ l_{np} \right]^1 + d_p \right) m_c \left( t_{\text{мн}}' + t_{\text{мн}}'' \right) C_{\text{вз}} \right) + \right. \\ \left. + \left( 825 \left[ N_p r^{m_n+1} \left( + n_z^2 \right) \left( \frac{\Gamma}{3m} + t_{yp} \right) \left( m_c \times C_{\text{вз}} + C_{\text{лз}} \right) + N_{c\phi} r^{\frac{m_6}{6}+1} \left( + n_6^2 \right) \left( \frac{B}{3m} m_c C_{\text{вз}} \right) \right] \right) \right) \quad (2.2)$$

$$+ \frac{8760}{e} \times n_c \left[ \frac{(r_z + Dr_z)^2 (1 + n_z^2)}{2[1 - (r_z + Dr_z)]} + t_r \frac{\ddot{y}}{p} C_{\ddot{y}} + \right. \\ \left. + (365 N_{cf} m_{cf} D t_{zcf} C_{\ddot{y}}) + \frac{365}{e} \sum_{i=1}^n n_{cpi} m_{cpi} t_{ci} C_{\ddot{y}} \right) \geq \min.$$

При обмеженнях:

$$\begin{aligned} m_p^{\min} \leq m_p \leq m_p^{\max}; M_z^{\min} \leq M_z \leq M_z^{\max}; M_{cf}^{\min} \leq M_{cf} \leq M_{cf}^{\max}; Z_{\min} \leq Z \leq Z_{\max}; \\ N_p^{\min} \leq N_p \leq N_p^{\max}; N_{cf}^{\min} \leq N_{cf} \leq N_{cf}^{\max}; r_z^{\min} \leq r_z \leq 0,80; T_{mz}^{\min} \leq T_{mz} \leq 24,0 \end{aligned} \quad (2.3)$$

Оцінювання альтернативних варіантів технічного оснащення та ступеня ефективності використання технічних засобів здійснюється із урахуванням лише тих складових сумарних приведених витрат, які безпосередньо залежать від кількісного складу зазначених засобів і тривалості їх функціонування протягом розрахункового інтервалу часу.

Результати відповідних розрахунків подано в таблиці 2.2 та графічно інтерпретовано на рисунку 2.5.

Таблиця 2.2 - Експлуатаційні витрати, що пов'язані з тривалістю міжопераційних перерв на сортувальній станції К

| $N_p / N_{cf}$ ,<br>составів | $E_1$ , грн | $E_2$ , грн | $E_3$ , грн | $E_4$ , грн | $E_5$ , грн | $E$ , грн  |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 30/30                        | 1309960,0   | 1368680,7   | 6970354,0   | 228438,7    | 32061,6     | 9909495,0  |
| 40/40                        | 927205,4    | 1211291,4   | 6164130,9   | 304585,2    | 35267,8     | 8642480,7  |
| 50/50                        | 786856,0    | 1151381,1   | 6060924,8   | 380732,0    | 38473,9     | 8418367,8  |
| 60/60                        | 1169607,1   | 1741933,0   | 5643868,7   | 456878,0    | 44530,0     | 9056816,8  |
| 70/70                        | 1252358,2   | 1931926,8   | 6250416,0   | 533024,1    | 48983,0     | 10016708,1 |
| 80/80                        | 1462009,0   | 2322199,5   | 6345964,0   | 609170,4    | 53436,0     | 10792778,9 |

У процесі імітаційного моделювання мінімально необхідна кількість колій, призначених для приймання та відправлення поїздів, має визначатися з урахуванням забезпечення безперебійного виконання базових технологічних операцій.

$$m_p^{\min} = a_p t_{\text{П}} , \quad (2.4)$$

а максимальне – забезпечувати безперебійне приймання та відправлення в період нестабільної роботи системи

$$m_p^{\max} = \left( M [I_R]^{-1} + 3d_I \right) t_{\text{П}} . \quad (2.5)$$

Рисунок 2.2 - Залежність експлуатаційних витрат від кількості розформованих (чисельник) та сформованих (знаменник) составів, кількості ЕЗТС (колій парку ПП) сортувальної станції К



Параметри технічного оснащення сортувальної станції мають визначатися з урахуванням взаємозв'язку між продуктивністю інфраструктурних елементів та характеристиками вагонопотоків.

Обґрунтовано, що мінімальна кількість гіркових локомотивів визначається умовами забезпечення заданої переробної спроможності сортувального пристрою, тоді як їх максимальне значення обмежується величиною міжопераційних інтервалів у межах гіркового циклу.

Встановлено, що раціональна кількість локомотивів, задіяних у процесах обслуговування поїздів власного формування, повинна забезпечувати безперервність виконання технологічних операцій із урахуванням можливих затримок, обумовлених конструктивними особливостями колійного розвитку.

Доведено, що мінімально необхідна потужність сортувального пристрою визначається відповідністю обсягам вагонопотоку в розрахунковому періоді експлуатації, тоді як максимальна переробна спроможність має враховувати перспективне зростання навантаження.

Таким чином, ефективність функціонування сортувальної станції забезпечується за умови оптимального узгодження технічних параметрів інфраструктури з обсягами і нерівномірністю руху вагонопотоків, що дозволяє мінімізувати експлуатаційні витрати та підвищити якість транспортного обслуговування.

3 Удосконалення інформаційної технології керування станційними процесами на основі підвищення ефективності використання елементів інфраструктури сортувальної станції

3.1 Удосконалення інформаційної технології обробки поїздів і переробки вагонопотоків на сортувальній станції за умовами сервісу користувачам

Аналіз чинної нормативної бази у сфері організації залізничних перевезень свідчить, що існуючі документи недостатньою мірою враховують рівень розвитку сучасних інформаційних технологій, зокрема можливості єдиної автоматизованої системи управління вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є). Використання зазначених технологічних рішень створює передумови для підвищення якості транспортного обслуговування, особливо у сфері міжнародних перевезень. Разом із тим актуальним залишається питання вдосконалення механізмів управління парком власних вантажних вагонів, частка яких перевищує 50% загального парку країн СНД і Балтії, оскільки їх експлуатаційні показники знижуються через нераціональні технології перевезень.

З урахуванням трансформаційних процесів в економіці та зростання обсягів перевезень виникає необхідність системного розвитку транспортної інфраструктури, здатної забезпечити як поточні, так і перспективні потреби держави. Недостатній рівень потужностей транспортної системи призводить до виникнення дисбалансів у виробничих процесах і зростання транспортних витрат. У зв'язку з цим актуалізується задача визначення пріоритетних напрямів модернізації окремих елементів транспортної системи, а також їх кількісних і якісних параметрів. Ефективний розвиток галузі можливий лише за умови оптимального узгодження темпів розвитку різних видів транспорту та їх інфраструктурних складових.

Проведені дослідження параметрів вхідних вагонопотоків на вантажні фронти сортувальних і проміжних станцій показали, що характер розподілу інтервалів їх надходження визначається комплексом факторів. Серед них ключовими є обсяги

переробки вантажів, рівень технічного оснащення, кількість і завантаженість маневрових локомотивів, параметри колійного розвитку та конструктивні особливості станцій, типи сортувальних пристроїв і організація подачі вагонів. Додатковий вплив здійснює схема розташування вантажних фронтів та розподіл сортувальної роботи між технічними і проміжними станціями прилеглих ділень.

Встановлено, що при незначних обсягах переробки (до 25 вагонів на добу) інтервали надходження здебільшого описуються експоненціальним законом розподілу. Зі збільшенням навантаження, а також у випадках безпосереднього примикання вантажних фронтів до витяжних або сортувальних колій, характер розподілу наближається до нормального. Для проміжних станцій характерна організація подачі вагонів за розкладом, однак фактичне його дотримання ускладнюється через виникнення міжопераційних затримок, що особливо проявляється при невідповідності кількості сортувальних колій числу груп вагонів у складі збірних поїздів.

На оперативному рівні управління визначається оптимальна схема обслуговування місцевих вагонів на прилеглих ділянках, яка реалізується за участю локомотива збірного поїзда або диспетчерського локомотива. Формування такої схеми передбачає встановлення пріоритетності подачі вагонів із урахуванням їх типу (універсальні або спеціалізовані) та економічних показників, зокрема вартості вагоно-годин, локомотиво-годин і пробігу. Оптимізація черговості обслуговування виконується за критерієм мінімізації сумарних експлуатаційних витрат.

Застосування методів динамічного програмування дозволяє сформувати множину альтернативних стратегій обслуговування вантажних об'єктів як на опорних сортувальних станціях, так і на підпорядкованих вантажних пунктах. Остаточний вибір оптимального варіанта здійснюється за результатами порівняння значень цільової функції на завершальному етапі розрахунків.

Пріоритет у подачі вагонів надається тим операціям, які забезпечують мінімальні часові витрати. У випадках наявності вагонів з підвищеним рівнем важливості обслуговування вони підлягають першочерговому виконанню. За умов

дефіциту порожнього рухомого складу пріоритет надається вагонам, що використовуються для виконання комбінованих вантажних операцій.

Подальші розрахунки доцільно виконувати із використанням показників часу роботи локомотивів у процесах подавання та забирання вагонів, оскільки саме ці дані є доступними у звітності. При цьому необхідно враховувати диференціацію вартості вагоно-годин залежно від типу рухомого складу. Визначення оптимальної послідовності подачі вагонів або руху передаточних поїздів повинно враховувати різномірність вагонного парку.

Розрахунки можуть бути реалізовані на основі даних пономерного обліку, що формуються в системі АСК ВП УЗ-Є, із деталізацією за елементами простою вагонів на станціях і дільницях. У межах розрахункової моделі доцільно одночасно враховувати тривалість поїзних, сортувальних і вантажних операцій, а також економічні показники використання різних типів рухомого складу.

Застосування зазначеного підходу забезпечує більш точне визначення часу взаємодії між залізничним транспортом і вантажовласниками. Рационалізація черговості обслуговування сприяє скороченню простою місцевих вагонів як на сортувальних, так і на вантажних станціях, що, у свою чергу, забезпечує зниження експлуатаційних витрат і підвищення ефективності функціонування транспортної системи.

### 3.2 Адаптація інформаційної технології обробки поїздів і вагонів до технологічного процесу сортувальної станції К в умовах електронного документообігу

Ключовими характеристиками ефективності використання інфраструктури сортувальних станцій і вагонного парку є показники кількісного, якісного та інтегрованого типу. Доцільно виділяти показники, що характеризують рівень завантаження технічного оснащення інфраструктурних елементів сортувальних

станцій, параметри експлуатаційної діяльності залізничного транспорту та його структурних підрозділів, а також ефективність використання рухомого складу.

Відповідно до положень концепції реформування залізничного транспорту України та регламентуючих документів передбачено інтеграцію експлуатаційних показників із економічними і фінансовими параметрами з метою забезпечення їх комплексного оперативного аналізу в реальному часі. При цьому необхідно враховувати функціонування системи гнучких взаєморозрахунків за використання вагонів на під'їзних коліях.

Сучасний рівень застосування застарілих автоматизованих систем управління та електронного документообігу на залізничному транспорті не забезпечує достатнього рівня централізації диспетчерського контролю за об'єктами автоматики станцій. Обмеженою залишається також автоматизація операцій управління рухом поїздів, що призводить до підвищеного навантаження на поїзних диспетчерів і обмеження доступу до оперативної інформації про стан руху для користувачів центрів управління перевезеннями регіонального рівня. Крім того, існують недоліки у забезпеченні інформаційної взаємодії автоматизованих систем керування вантажними перевезеннями через локальні та глобальні мережі. Зокрема, автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера у складі системи МСДЦ «КАСКАД» виконує переважно функції контролю та управління процесом перевезень на основі даних, що надходять від пристроїв сигналізації, централізації та блокування.

Існуючі економіко-математичні підходи моделювання не в повній мірі враховують специфіку процесів планування навантаження і відправлення вагонів, зокрема їх стохастичний характер. Така обмеженість призводить до зниження адекватності моделей реальним умовам функціонування транспортної системи та зменшує обґрунтованість прийняття управлінських рішень.

Формування задачі оперативного та добового планування обсягів перевезень із урахуванням раціонального розподілу вантажовласників між операторами перевезень за умов дефіциту вагонного парку здійснюється із використанням відповідних оптимізаційних підходів.

Результати аналізу процесів обробки перевізних документів із застосуванням автоматизованих систем на Львівській залізниці при здійсненні відправлення вантажів у 2025 році

Таблиця 3.1 - Аналіз процесів обробки перевізних документів із застосуванням автоматизованих систем на Львівській залізниці при здійсненні відправлення вантажів у 2025 році

| Всього оброблено документів | Оброблено через АРМ ТВК | % до всього | Відкориговано в ТехПД | Оформлено вручну | % до всього |
|-----------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|------------------|-------------|
| 461367                      | 458889                  | 99,5        | 4295                  | 2478             | 0,5         |

До пріоритетних аналітичних завдань у системі управління перевезеннями належать задачі оперативного регулювання руху поїздів на напрямках і дільницях, організації підводу порожнього рухомого складу та його подачі до пунктів навантаження відповідно до заявок вантажовідправників. Важливими складовими є також забезпечення ефективного використання локомотивів і локомотивних бригад, автоматизована обробка електронних перевізних документів, контроль фінансових взаєморозрахунків із клієнтами, а також оцінювання діяльності операторських компаній і їх взаємодії із залізничним транспортом на засадах логістичних принципів.

Подальший розвиток функціональної структури інформаційних систем повинен враховувати специфіку взаємодії всіх учасників перевізного процесу. У зв'язку з цим виникає необхідність перегляду складу інформаційних баз для забезпечення їх інтегрованості при розв'язанні прикладних задач. Перспективним напрямом є розширення можливостей автоматизованих систем управління шляхом включення процесів маневрової роботи, зокрема обліку операцій розформування составів, подавання та прибирання вагонів, перестановок між колійними парками, а також операцій причеплення та відчеплення груп вагонів. Реалізація зазначених функцій

передбачається в межах автоматизованих систем керування сортувальними та вантажними станціями (АСКСС, АСКВС).

Для забезпечення ефективного планування маневрових процесів доцільно доповнити інформаційне забезпечення даними щодо строків проведення ремонтів рухомого складу, параметрів плану формування поїздів, розташування вантажних фронтів, прогнозованого часу підходу поїздів, а також місця перебування вагонів із технічними або комерційними несправностями, відсутністю перевізних документів або відхиленням від маршруту слідування.

Запровадження такого підходу дозволяє знизити рівень невизначеності при формуванні технологічної документації, зокрема телеграмнатурних листів, сортувальних листків, дефектних і накопичувальних відомостей, а також відомостей подачі вагонів. Це, у свою чергу, сприяє скороченню кількості виправлень і підвищенню достовірності інформації для оперативного персоналу.

Реалізація процесів планування перевезень у середовищі АСК ВП УЗЄ забезпечується за умови врахування як технологічної документації, так і розрахункових показників тривалості виконання операцій, включаючи маневрові роботи. Додатково доцільно враховувати показники витрат енергоресурсів, зокрема споживання дизельного пального тепловозами та електроенергії електровозами, з метою оптимізації експлуатаційних витрат.

Для кожного виду операцій необхідно використовувати як універсальні інформаційні показники, так і спеціалізовані дані, що визначаються їх функціональним призначенням. Так, при виконанні маневрових переміщень типу перестановок застосовуються нормативні або розрахункові швидкісні параметри, тоді як для операцій групування вагонів відповідно до вимог ПТЕ формуються окремі технологічні схеми розрахунків.

На автоматизованих робочих місцях маневрових диспетчерів та інших оперативних працівників передбачається відображення прогнозованих технологічних сценаріїв у вигляді електронних форм і друкованих документів із використанням серверів АСКСС. При цьому фактичний облік операцій здійснюється у режимі реального часу відповідно до встановлених технологічних

регламентів. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність управління перевізним процесом на всіх рівнях.

Наявна система інформаційного забезпечення АСКСС не повною мірою відповідає вимогам оперативного обліку та формування технологічної документації. У зв'язку з цим доцільним є розширення її функціональних можливостей шляхом включення задач оптимізації планування маневрових операцій, розрахунку їх тривалості, а також оцінки витрат енергоресурсів локомотивами.

З метою підвищення якості контролю часу перебування вагонів та коректності нарахування відповідних платежів доцільно впровадження автоматизованих рішень, що базуються на даних вагонної моделі Укрзалізниці. До таких задач належить автоматизований облік місцезнаходження вагонів на під'їзних коліях, у користуванні підприємств або операторських компаній, а також облік орендованого рухомого складу та змін його технічного стану.

Для станцій і вагонних депо з інтенсивним рівнем роботи (понад 50 вагонів на добу) розрахунок плати за користування вагонами доцільно здійснювати із застосуванням автоматизованих робочих місць лінійного рівня з інтеграцією у діючі інформаційні системи. При цьому передбачається забезпечення програмнотехнічної сумісності із існуючими системами управління перевезеннями.

Термін зберігання інформації щодо результатів розрахунків простою вагонів для всіх категорій користувачів повинен становити не менше двох років на електронних носіях, а для паперових документів — відповідно до вимог нормативної бази залізничного транспорту.

### 3.3 Удосконалення автоматизованого контролю використання інфраструктури сортувальної станції К

На сучасному етапі функціонування мережі залізниць України реалізується значний обсяг прикладних задач управління перевезеннями, які забезпечуються взаємодією різнотипних каналів зв'язку, інформаційних систем та технічних засобів.

Водночас використання неоднорідних технологічних рішень і комунікаційних платформ знижує рівень ефективності їх інтегрованого застосування.

Підвищення результативності управлінських процесів потребує системного розвитку інформаційних ресурсів на основі сучасних цифрових технологій і передових технічних рішень, що відповідають вимогам Програми інформатизації залізничного транспорту.

Для забезпечення оперативного управління вагонним парком різних власників на мережі загального користування доцільно впровадження моделі логістичного центру залізничного вузла, яка об'єднує комплекс взаємопов'язаних задач. Основною метою функціонування такої моделі є підвищення ефективності управління перевізним процесом шляхом мінімізації впливу суб'єктивних чинників, забезпечення обробки інформації в режимі реального часу та створення оперативного доступу до необхідних даних для прийняття управлінських рішень.

Крім того, впровадження сучасних інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність роботи елементів залізничної транспортної системи на рівні під'їзних колій, станцій, дирекцій і залізниць, а також оптимізувати витрати на створення й супроводження інформаційних систем за рахунок застосування сучасних програмно-технічних засобів, що не потребують безперервного обслуговування персоналом. Важливим є забезпечення своєчасного надання достовірної інформації диспетчерському апарату, керівництву залізниць та операторських компаній, що сприяє підвищенню продуктивності праці та покращенню умов діяльності персоналу.

Оперативна інформація, яка обробляється в межах системи, акумулюється у централізованій базі даних серверного рівня. Нормативно-довідкові дані розміщуються як на серверних ресурсах, так і частково на клієнтських пристроях, що обумовлено необхідністю швидкого доступу до значних обсягів інформації в умовах обмеженої пропускної здатності каналів зв'язку. Клієнтська частина системи забезпечує автоматизоване управління перевізним процесом та реалізацію взаєморозрахунків між операторськими компаніями і користувачами транспортних послуг у межах інфраструктури Укрзалізниці.

Функціонування системи базується на принципі комплексності розв'язання задач і однократного введення інформації. Дані, введені під час оформлення перевізних документів, надалі використовуються в інших технологічних процесах, зокрема при формуванні натурних листів і супровідної документації на всьому маршруті руху вагонів.

Інтеграція з діючими автоматизованими системами управління є обов'язковою умовою ефективної роботи системи. Функціональні задачі можуть бути згруповані за напрямками: управління на рівні залізниці, діяльність перевізників та функціонування логістичних центрів. Додатково до існуючого функціоналу доцільним є впровадження задач, пов'язаних із визначенням параметрів колійного розвитку, оптимізацією використання перевантажувальних засобів, формуванням раціонального парку локомотивів і вагонів, а також скороченням експлуатаційних витрат у взаємодії з перевізниками.

Інформаційна складова системи реалізована у вигляді сукупності взаємопов'язаних моделей, що відображають стан контрольованих об'єктів. Побудова моделей здійснюється за ієрархічним принципом із забезпеченням їх узгодженості за загальними параметрами. Система забезпечує моніторинг поточного стану об'єктів, їх взаємозв'язків і змін у часі, що реалізується через використання динамічних структур баз даних.

Окрім параметричних характеристик, у базі даних фіксуються операції, виконані над об'єктами. Такі записи використовуються як для контролю правильності технологічної послідовності операцій, так і для відстеження змін стану об'єктів у часовому аспекті. Архівні дані організовуються за принципом поколінь, що дозволяє відновлювати стан системи на будь-який момент часу.

Запропонована структурна схема автоматизованої системи управління станційними процесами охоплює повний цикл технологічних операцій — від приймання поїздів на стикових пунктах до передачі вантажів одержувачу.

Для підвищення точності планування процесів навантаження необхідно доповнити інформаційну базу даними про часові параметри технологічних операцій, тривалість маневрових процесів, кількість і призначення вагонів, прогноз

завершення вантажних робіт та інші параметри, що характеризують динаміку перевізного процесу.

Оперативна інформація про склад поїздів надходить із системи АСК ВП УЗ-Є, що забезпечує можливість наскрізного контролю за станом рухомого складу. Усі зміни технічного та експлуатаційного стану вагонів повинні фіксуватися в інформаційній системі уповноваженими працівниками відповідно до встановлених регламентів, що забезпечує достовірність і повноту інформаційної бази.

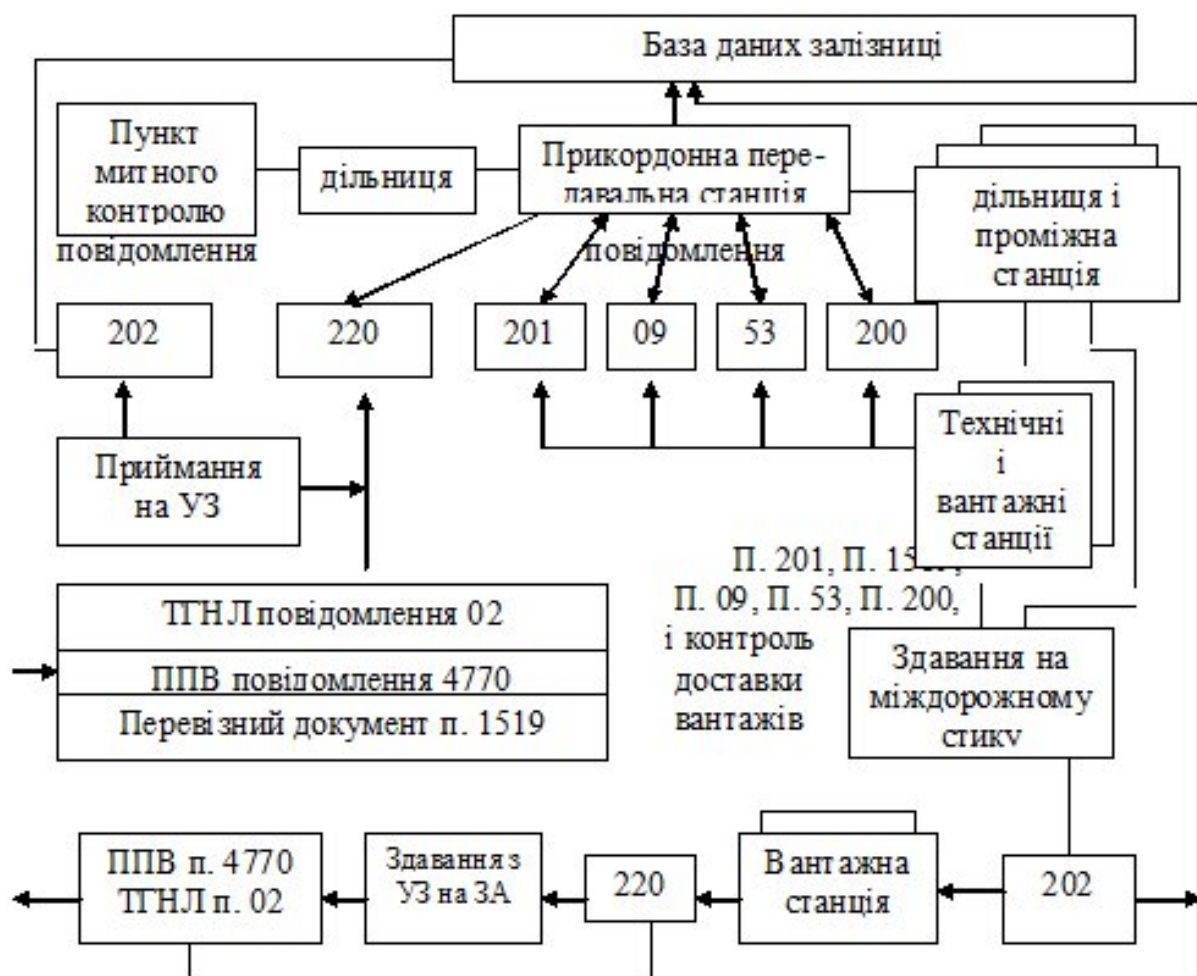


Рисунок 3.1 - Схема інформаційного автоматизованого контролю використання засобів АСК ВП УЗ-Є на станції та прилеглих дільницях

Після завершення вантажних операцій на під'їзних коліях вагони повертаються на колії станції з обов'язковою фіксацією ряду параметрів у інформаційній системі.

Зокрема, здійснюється реєстрація номерів вагонів, точного часу виконання приймально-здавальних операцій і моменту їх подачі до станційного парку з відповідним занесенням інформації до АСК ВП УЗЄ. Додатково перевіряється наявність електронних перевізних документів, а також фіксуються причини відхилення від встановлених термінів виконання технологічних операцій.

Одночасно з цим маневровий диспетчер здійснює збір оперативної інформації від користувачів транспортних послуг. До такої інформації належать дані щодо потреби у порожньому рухомому складі на наступний плановий період із урахуванням узгоджених замовлень, а також відомості про необхідність заміни вагонів, які не відповідають вимогам до навантаження.

На рівні диспетчерського управління зібрані дані підлягають систематизації та узгодженню з метою формування цілісної моделі функціонування технологічного процесу на всіх дільницях. Ефективне планування поїзної та вантажної роботи передбачає інтегрований доступ до комплексу автоматизованих систем управління, зокрема АСКСС, АСКДС, АСКВС (АСКЗВ), АСКПР, АСКДЦУ, АСКОКДЛ, а також інформаційних ресурсів АРМ ПРО, локомотивних і вагонних депо та енергогосподарства.

Застосування зазначених систем забезпечує можливість отримання у режимі реального часу інформації про місцезнаходження та технічний стан локомотивів, локомотивних бригад, колійного розвитку, сортувальних пристроїв і вантажних фронтів, а також дозволяє оцінювати їх експлуатаційну продуктивність, що є основою для підвищення ефективності управління перевізним процесом.

#### 4 Структура автоматизованого робочого місця працівників сортувальної станції на базі розвинених інформаційних технологій

До складу інформаційнокеруючого середовища входить сукупність автоматизованих робочих місць, орієнтованих на забезпечення діяльності оперативного персоналу, інженернотехнічних і економічних служб, а також працівників суміжних підприємств залізничного вузла і користувачів транспортних послуг.

Автоматизовані системи управління, призначені для оперативного персоналу, забезпечують реалізацію комплексу функцій, спрямованих на автоматизацію технологічних процесів роботи станцій, формування і надання оперативної інформації для підтримки прийняття управлінських рішень, а також підвищення достовірності інформаційних потоків. Останнє досягається за рахунок впровадження процедур комплексного логічного контролю вхідних даних, звітних матеріалів і довідкової інформації, що передається на вищі рівні управління.

Загалом автоматизована система управління належить до класу організаційнокеруючих систем і функціонує переважно на основі інформації, що вводиться користувачами безпосередньо на станціях. До таких користувачів належать оператори при черговому по станції, чергові по парках, працівники сортувальнотехнологічних центрів, товарні касири, прийомоздавальники та інші посадові особи. Крім того, система використовує інформаційні дані, що надходять із суміжних станцій та інших інформаційних ресурсів мережі.

В умовах функціонування центрів управління перевезеннями розподіл функцій керування місцевою роботою здійснюється між кількома структурними рівнями, зокрема службами перевезень, дирекціями залізничних перевезень та іншими підрозділами. Така багаторівнева структура управління в окремих випадках знижує оперативність і ефективність прийняття рішень з позицій користувачів транспортних послуг. Зокрема, вантажовласники змушені взаємодіяти з декількома

організаційними ланками для забезпечення отримання необхідного рухомого складу під навантаження.

Інформаційні потоки, що забезпечують функціонування автоматизованих систем управління перевезеннями, формуються в межах відповідних інформаційних моделей і схем їх взаємодії. Узагальнена структура таких потоків для систем АСК ВП УЗ та АСК ВП УЗЄ представлена на рисунку 4.1.

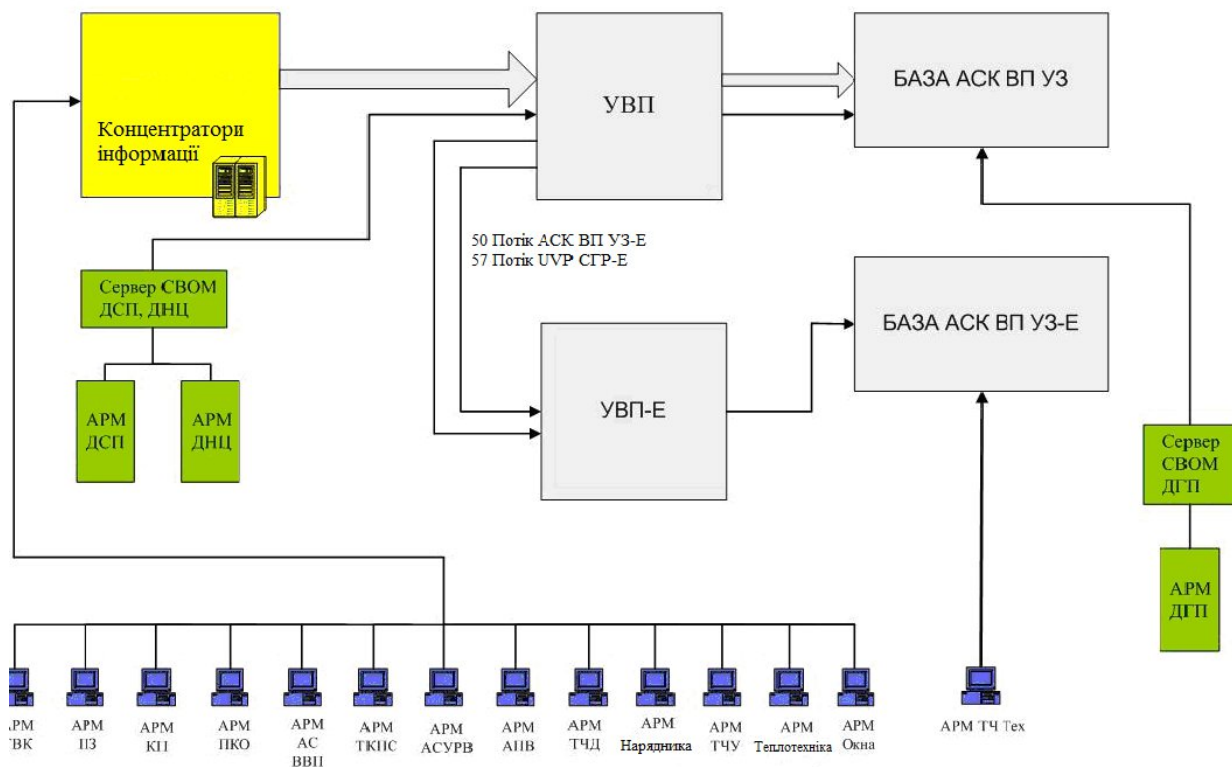


Рисунок 4.1 - Структурна схема комплексу технічних засобів «Автоматизованої системи керування станційними процесами на основі підвищення ефективності місцевої роботи сортувальної станції»

Система управління місцевою роботою на рівні дирекцій залізничних перевезень потребує подальшого вдосконалення, зокрема в частині регулювання обсягів навантаження у напрямку портів і прикордонних переходів. Одним із ефективних напрямів вирішення цієї задачі є створення логістичного центру вузла (ЦТЛЛЦЗВ), що функціонує як складова єдиної транспортнологістичної системи.

До інформаційного забезпечення процесів оперативного управління рухом місцевих поїздів та організації місцевої роботи в умовах функціонування ЦТЛЛЦЗВ висувається ряд вимог. Насамперед, забезпечується своєчасне формування достовірної інформаційної бази для зміннодобового та поточного планування. Важливим є надання диспетчерському персоналу необхідних даних у інтерактивному режимі взаємодії з обчислювальною технікою, а також автоматизоване генерування та розподіл інформаційних потоків відповідно до функціональних обов'язків користувачів. Додатково система повинна забезпечувати умови для оперативного контролю та аналітичної оцінки перевізного процесу із застосуванням автоматизованих методів обробки даних.

Інформаційна підтримка діяльності диспетчерського персоналу логістичних центрів реалізується на базі АСК ВП УЗЄ, інтегрованої з іншими інформаційними ресурсами центрів управління перевезеннями та станцій. Функціональні можливості системи забезпечують вирішення комплексу задач оперативного планування та контролю.

Зокрема, до основних задач належать: планування процесів доставки місцевих вантажів між станціями, оперативний моніторинг руху поїздів із місцевими вантажами, контроль стану вантажних операцій на об'єктах інфраструктури, організація передачі вантажопотоків між станціями, а також контроль тривалості простою вагонів з урахуванням умов договірних відносин. Окрім цього, забезпечується формування звітної та облікової документації за результатами зміни та доби.

Інформаційне забезпечення роботи окремих станцій, що входять до складу логістичного центру, передбачає використання комплексу автоматизованих робочих місць, інтегрованих у єдину систему управління. У межах такої системи реалізуються задачі прогнозування прибуття поїздів і вагонів, планування графіків подачі та прибирання вагонів, формування поїздів, розподілу маневрових операцій між локомотивами, а також обліку витрат енергоресурсів.

Окрему увагу приділено контролю часу перебування вагонів як державного, так і приватного парку на коліях різного призначення. На основі встановлених

нормативів здійснюється розрахунок тривалості операцій та контроль простою вагонів у пунктах навантаження, вивантаження та у станційних парках. Також забезпечується контроль дотримання графіка руху поїздів, формування супровідної документації, облік середньої маси поїздів та ведення установленної звітності.

Функціонування логістичних центрів забезпечується із застосуванням програмно-технічних комплексів автоматизованих робочих місць, інтегрованих з інформаційно-керуючими системами Укрзалізниці. До таких систем належать АСК ВП УЗ, що забезпечує управління вагонним парком, інформаційна система ДІСКОР, а також спеціалізовані підсистеми ведення нормативної документації та обліку рухомого складу.

Використання діалогових режимів планування із застосуванням економікоматематичних методів дозволяє оцінювати умови роботи станцій, дільниць та напрямків. Однак існуючі підходи не в повній мірі забезпечують реалізацію превентивних заходів щодо уникнення затримок у прийманні поїздів, виконанні операцій розформування та формування, накопиченні вагонів і їх подачі на вантажні fronti, що обмежує можливості зниження навантаження на диспетчерський апарат.

Удосконалення процесів планування перевезень передбачає застосування методів імітаційного та оптимізаційного моделювання, що базуються на врахуванні параметрів руху поїздів, структури графіків та економічних характеристик маршрутів. Вибір оптимальних варіантів організації перевезень здійснюється з урахуванням тарифних показників і забезпечення мінімальних витрат при задоволенні потреб у перевезеннях.

## Висновки

У роботі вирішена науково-прикладна задача розрахунку конструктивно-технологічних параметрів сортувальної станції, на прикладі сортувальної станції К, при перевезеннях парком вагонів різних власників, що дозволить зменшити експлуатаційні витрати залізничних державного і недержавних операторів – власників рухомого складу.

1. Станом на 17:00 попередньої доби у квітні 2026 року загальна кількість вагонів становила 43 406 вагонів, що перевищує показник аналогічного періоду попереднього року на 27,6%. У структурі наявності: завантажені вагони — 33 351 вагон (збільшення на 42,8%), порожні — 6 855 вагонів (зростання на 42,7%), вагони неробочого парку — 3 200 вагонів (приріст на 45,5%).

Загальний обсяг прибуття склав 50 123 вагонів, що на 4,9% менше порівняно з базовим періодом. У тому числі: завантажені — 45 166 вагонів (зменшення на 3,0%), порожні — 4 957 вагонів (зниження на 19,4%). Вагони неробочого парку у складі прибуття відсутні. Обсяг навантаження у грудні 2017 року становив 60 вагонів, що перевищує відповідний показник грудня 2016 року у 2,1 раза. Вивантаження склало 204 вагони, що більше на 75,9%.

Відправлення вагонів зі станції становило 49 860 вагонів, що на 5,4% менше, ніж у порівняльному періоді. З них: завантажені — 44 830 вагонів (зменшення на 3,7%), порожні — 5 030 вагонів (зниження на 18,9%). Вагони неробочого парку у складі відправлення відсутні. Середній оборот вагонів становив 0,89 доби (21,36 год), що перевищує базовий рівень на 48,3%.

2 Проведений аналіз і розрахунки потрібної кількості колій сортувальної станції К у парку приймання, сортувально-відправному показали доцільність розрахункового параметру, виходячи із кількості поїздів, що розформовуються та формуються у межах змінних інтервалів.

Для цих інтервалів слід визначати потрібну кількість маневрових локомотивів, гірковий технологічний інтервал та переробну спроможність гірки і витяжної колії.

Ці параметри повинні враховувати розрахункову кількість елементів інфраструктури та доцільність формування збірних поїздів на проміжні станції прилеглих дільниць з детальним підбиранням вагонів на fronti подавання–забирання.

3. Ресурсозберігаюча технологія взаємопов'язаного функціонування елементів інфраструктури базується на критеріях стабільності, інтенсивності використання, завантаженні, надійності, ефективності використання елементів та відповідних технологій залізничних транспортних систем вантажних станцій вузла.

Параметри технічного оснащення сортувальної станції мають визначатися з урахуванням взаємозв'язку між продуктивністю інфраструктурних елементів та характеристиками вагонопотоків.

Обґрунтовано, що мінімальна кількість гіркових локомотивів визначається умовами забезпечення заданої переробної спроможності сортувального пристрою, тоді як їх максимальне значення обмежується величиною міжопераційних інтервалів у межах гіркового циклу.

Встановлено, що раціональна кількість локомотивів, задіяних у процесах обслуговування поїздів власного формування, повинна забезпечувати безперервність виконання технологічних операцій із урахуванням можливих затримок, обумовлених конструктивними особливостями колійного розвитку.

Доведено, що мінімально необхідна потужність сортувального пристрою визначається відповідністю обсягам вагонопотоку в розрахунковому періоді експлуатації, тоді як максимальна переробна спроможність має враховувати перспективне зростання навантаження.

Таким чином, ефективність функціонування сортувальної станції забезпечується за умови оптимального узгодження технічних параметрів інфраструктури з обсягами і нерівномірністю руху вагонопотоків, що дозволяє мінімізувати експлуатаційні витрати та підвищити якість транспортного обслуговування.

4. Іноваційний проект розвитку технічних засобів АСК ВП УЗ-Є має передбачати сучасні безпаперові інформаційні технології.

До інформаційно-керуючої системи АСК ВП УЗ-Є рекомендовано інтегрувати додаткову задачу, що дозволяє аналізувати колійний розвиток станцій стосовно пропускної здатності елементів залізничної транспортної системи від запланованих обсягів перевезень.

## Список використаних джерел

1. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України. Схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006. URL: <http://https://www.kmu.gov.ua/npas/60705298>
2. Про залізничний транспорт: Закон України від 04.07.1996 р № 274/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text>.
3. Транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. №430-р. URL: <http://https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text>
4. Про транспорт : Закон України від 10.11.1994 р. № 233/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text>.
5. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України. *Транспорт України*. К., 2005. 96 с.
6. Бутько Т.В., Калашнікова Т.Ю., Сіконенко Г.М. Забезпечення стійкості функціонування сортувальної станції в умовах транспортного ринку. *Міжвузівський зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2001. Вип. 43. С. 82-88.
7. Данько М.І., Кулешов В.В. Визначення парку вагонів операторських компаній для забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2004. Вип. 57. С. 121-128.
8. Данько М.І., Кулешов В.В., Ломотько Д.В. Удосконалення організаційно-технологічної моделі використання вантажних вагонів різної форми власності на залізницях України. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2012. Вип. 129. С. 5-12.
9. Данько М.І., Котенко А.М., Кулешов В.В., Кулешов А.В. Удосконалення функціональних можливостей автоматизованого аналізу стану технічних засобів в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження. *Восточно–Европейский журнал передовых технологий*. 2009. № 4/7 (40). С. 4-7.

10. Кулешов В.В., Кулешов В.М., Носенко М.П. Удосконалення прогнозування попиту на вантажні перевезення залізничним транспортом. *Вестник национального технического университета "ХПИ"*. 2008. №43. С. 136-139.
11. Маркетинг транспортних послуг: Навч. посібник / О. І. Зоріна, В. А. Волохов, І. В. Волохова та ін.; за ред. О. І. Зоріної. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – 305 с.
12. Кулешов В.В., Агаєва Л.Ф., Хохлов П.Ф. Щодо вдосконалення автоматизованих систем вантажної станції прикордонного залізничного вузла. *Інтелектуальні транспортні технології: Матеріали 5 міжнародної науково-технічної конференції*. (м. Харків, 25-27 листопада 2024 р.). УкрДУЗТ, 2024. С. 256-259.
13. Кулешов В.В., Каравай Г.В., Логінова Ю.О., Фьодоров М.М. Удосконалення моделі місцевої роботи прикордонного залізничного вузла. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика : Матеріали Вісімнадцятої науково–практичної міжнародної конференції* (м. Харків, 2-3 червня 2022 р.). Харків, 2022. С. 81-84.
14. Кулешов В.М., Доценко Ю.В. Сучасні технології обслуговування вантажовласників на залізниці. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2003. №53. С. 82-86.
15. Котенко А.М., Ковальов А.О. Логістична модель доставки вантажу від відправника до одержувача. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2003. Вип. 53. С. 25-29.
16. Кулешов А.В. Удосконалення функціонування автоматизованої системи «Месплан» з метою прогнозування обсягів перевезень. *Восточно–Европейский журнал передовых технологий*. 2010. № 4/4(46). С. 9- 12.
17. Кулешов В.В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем. *Зб. наук. праць УкрДАЗТ*. Харків, 2011. Вип. 124. С. 83-90.

- 18.Крячко В.І., Крячко К.В., Носенко М.П. Ресурсозберігаючі підходи до конструктивно–технологічних параметрів сортувальних станцій. *Зб. наук. праць ДІЗТ*. Донецьк, 2007. Вип. 12. С. 5-9.
- 19.Міністерство інфраструктури України. *Офіційний веб-сайт*. URL: <https://mtu.gov.ua> .
- 20.Офіційний веб-сайт Укрзалізниці. URL: <http://www.uz.gov.ua>.
- 21.Кулешов В.М., Лаврухін О.В., Константінов Д.В. Інформаційні технології в управлінні міжнародними перевезеннями: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 62 с.
- 22.Кравчук А.Ф. Дискретний аналіз : навчальний посібник. 2 вид., доп. Харків: ВД „ИНЖЕК”, 2005. 332 с.
- 23.Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є.А. Лавров, Л.П. Перхун, В.В. Шендрик та ін. - Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.
- 24.Математичні методи моделювання: навчальний посібник / О.П. Чорний, В.К. Титюк, Н.М. Істоміна та ін.; заг. ред. О.П. Чорний. – Кременчук: ПП Щебатих О.В., 2016. – 234 с.
- 25.Макаренко М.В. Короткий довідник показників експлуатаційної роботи залізниць України. К.: «Юнікон-Пресс», 2001. 154 с.

## Додаток А

### Схема сортувальної станції К

Рисунок А.1. Схема сортувальної станції К

Таблиця А.1 - Аналіз навантаження вантажу станціями регіональної філії-залізниці «Львівська залізниця»

| Всього по станції | січень-грудень<br>2025 |         | Середньодобо |         | січень-травень<br>2026 |        | Середньодобо |         | Зміни  |          |
|-------------------|------------------------|---------|--------------|---------|------------------------|--------|--------------|---------|--------|----------|
|                   | Вагони                 | Тони    | Вагони       | Тони    | Вагони                 | Тони   | Вагони       | Тони    | Вагони | Тони     |
| 1                 | 2                      | 3       | 4            | 5       | 6                      | 7      | 8            | 9       | 10     | 11       |
| Львів             | 549                    | 27124   | 1,50         | 74,31   | 316                    | 14987  | 1,16         | 54,90   | -0,35  | -19,41   |
| Підзамче          | 291                    | 19138   | 0,80         | 52,43   | 159                    | 10509  | 0,58         | 38,49   | -0,21  | -13,94   |
| Скнилів           | 1092                   | 35672   | 2,99         | 97,73   | 738                    | 22575  | 2,70         | 82,69   | -0,29  | -15,04   |
| Клепарів          | 940                    | 43099   | 2,58         | 118,08  | 542                    | 24063  | 1,99         | 88,14   | -0,59  | -29,94   |
| Рясна II          | 1019                   | 64967   | 2,79         | 177,99  | 528                    | 33901  | 1,93         | 124,18  | -0,86  | -53,81   |
| Дубляни-Львівські | 253                    | 13947   | 0,69         | 38,21   | 156                    | 9268   | 0,57         | 33,95   | -0,12  | -4,26    |
| Запитів           | 103                    | 6691    | 0,28         | 18,33   | 189                    | 11737  | 0,69         | 42,99   | 0,41   | 24,66    |
| Сапіжанка         | 714                    | 40342   | 1,96         | 110,53  | 1007                   | 61862  | 3,69         | 226,60  | 1,73   | 116,07   |
| Добротвір         | 224                    | 15517   | 0,61         | 42,51   | 130                    | 9018   | 0,48         | 33,03   | -0,14  | -9,48    |
| Соснівка          | 17829                  | 1192390 | 48,85        | 3266,82 | 9313                   | 618462 | 34,11        | 2265,43 | -14,73 | -1001,39 |
| Гірник            | 113                    | 7277    | 0,31         | 19,94   | 97                     | 6111   | 0,36         | 22,38   | 0,05   | 2,45     |
| Червоноград       | 4548                   | 314569  | 12,46        | 861,83  | 2829                   | 194813 | 10,36        | 713,60  | -2,10  | -148,23  |
| Сокаль            | 298                    | 18203   | 0,82         | 49,87   | 220                    | 13362  | 0,81         | 48,95   | -0,01  | -0,93    |
| Радехів           | 1363                   | 79742   | 3,73         | 218,47  | 819                    | 47210  | 3,00         | 172,93  | -0,73  | -45,54   |
| Стоянів           | 1163                   | 59193   | 3,19         | 162,17  | 805                    | 42794  | 2,95         | 156,75  | -0,24  | -5,42    |
| Брюховичи         | 127                    | 5457    | 0,35         | 14,95   | 79                     | 3395   | 0,29         | 12,44   | -0,06  | -2,51    |
| Жовква            | 514                    | 28220   | 1,41         | 77,32   | 255                    | 13871  | 0,93         | 50,81   | -0,47  | -26,51   |
| Добросин          | 8                      | 342     | 0,02         | 0,94    |                        |        | 0,00         | 0,00    | -0,02  | -0,94    |
| Рава-Руська       | 660                    | 22026   | 1,81         | 60,35   | 456                    | 15034  | 1,67         | 55,07   | -0,14  | -5,28    |

Продовження таблиці А.1

| 1                  | 2    | 3      | 4     | 5      | 6    | 7      | 8     | 9       | 10    | 11     |
|--------------------|------|--------|-------|--------|------|--------|-------|---------|-------|--------|
| Яворів             | 16   | 717    | 0,04  | 1,96   | 67   | 2215   | 0,25  | 8,11    | 0,20  | 6,15   |
| Шкло-Старжиська    | 424  | 24240  | 1,16  | 66,41  | 217  | 12368  | 0,79  | 45,30   | -0,37 | -21,11 |
| Мостиська ІІ       | 1661 | 61839  | 4,55  | 169,42 | 2423 | 128333 | 8,88  | 470,08  | 4,32  | 300,66 |
| Мостиська І        | 3    | 203    | 0,01  | 0,56   | 1    | 69     | 0,00  | 0,25    | 0,00  | -0,30  |
| Судова Вишня       | 11   | 675    | 0,03  | 1,85   | 6    | 389    | 0,02  | 1,42    | -0,01 | -0,42  |
| Городок-Львівський | 181  | 11418  | 0,50  | 31,28  | 85   | 5129   | 0,31  | 18,79   | -0,18 | -12,49 |
| Хирів              | 71   | 3698   | 0,19  | 10,13  | 91   | 4163   | 0,33  | 15,25   | 0,14  | 5,12   |
| Яблонка            | 112  | 5520   | 0,31  | 15,12  | 163  | 7585   | 0,60  | 27,78   | 0,29  | 12,66  |
| Турка              | 104  | 5135   | 0,28  | 14,07  |      |        | 0,00  | 0,00    | -0,28 | -14,07 |
| Явора              | 301  | 15106  | 0,82  | 41,39  | 197  | 9158   | 0,72  | 33,55   | -0,10 | -7,84  |
| Старий Самбір      | 225  | 11484  | 0,62  | 31,46  | 155  | 7031   | 0,57  | 25,75   | -0,05 | -5,71  |
| Самбір             | 536  | 29761  | 1,47  | 81,54  | 363  | 19473  | 1,33  | 71,33   | -0,14 | -10,21 |
| Рудки              | 7    | 310    | 0,02  | 0,85   |      |        | 0,00  | 0,00    | -0,02 | -0,85  |
| Комарно            | 1    | 38     | 0,00  | 0,10   |      |        | 0,00  | 0,00    | 0,00  | -0,10  |
| Дрогобич           | 4766 | 285420 | 13,06 | 781,97 | 5057 | 287851 | 18,52 | 1054,40 | 5,47  | 272,43 |
| Борислав           | 1007 | 45004  | 2,76  | 123,30 | 545  | 23440  | 2,00  | 85,86   | -0,76 | -37,44 |
| Стебник            | 79   | 4085   | 0,22  | 11,19  | 71   | 3715   | 0,26  | 13,61   | 0,04  | 2,42   |
| Тухля              | 698  | 32797  | 1,91  | 89,85  | 586  | 25130  | 2,15  | 92,05   | 0,23  | 2,20   |
| Гребенів           | 299  | 15834  | 0,82  | 43,38  | 233  | 10675  | 0,85  | 39,10   | 0,03  | -4,28  |
| Сколе              | 800  | 46018  | 2,19  | 126,08 | 625  | 33151  | 2,29  | 121,43  | 0,10  | -4,64  |
| Стрий              | 1286 | 66122  | 3,52  | 181,16 | 1137 | 57671  | 4,16  | 211,25  | 0,64  | 30,09  |
| Дністрянська       | 839  | 57586  | 2,30  | 157,77 | 457  | 31631  | 1,67  | 115,86  | -0,62 | -41,91 |

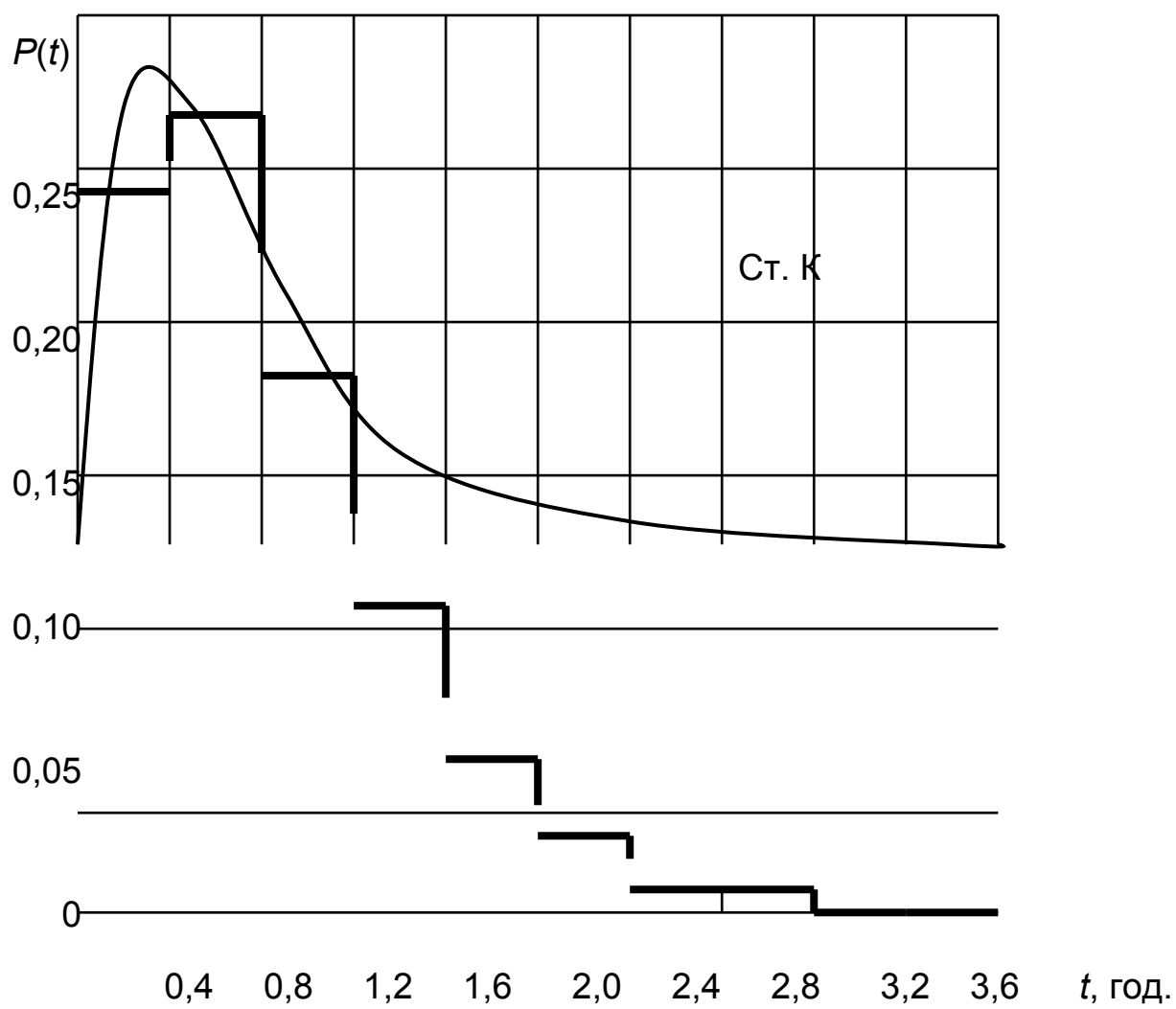
Продовження таблиці А.1

| 1                          | 2     | 3       | 4      | 5       | 6     | 7       | 8      | 9       | 10     | 11      |
|----------------------------|-------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|
| Миколаїв-<br>Дністровський | 5685  | 389485  | 15,58  | 1067,08 | 3730  | 256762  | 13,66  | 940,52  | -1,91  | -126,56 |
| Ходовичі                   | 313   | 18637   | 0,86   | 51,06   | 83    | 5692    | 0,30   | 20,85   | -0,55  | -30,21  |
| Жидачів                    | 325   | 13270   | 0,89   | 36,36   | 352   | 12137   | 1,29   | 44,46   | 0,40   | 8,10    |
| Давидів                    | 96    | 6624    | 0,26   | 18,15   | 23    | 1587    | 0,08   | 5,81    | -0,18  | -12,33  |
| Персенківка                | 521   | 26289   | 1,43   | 72,02   | 387   | 20114   | 1,42   | 73,68   | -0,01  | 1,65    |
| Сихів                      | 86    | 2497    | 0,24   | 6,84    | 73    | 2837    | 0,27   | 10,39   | 0,03   | 3,55    |
| Глібовичі                  | 284   | 15616   | 0,78   | 42,78   | 234   | 12613   | 0,86   | 46,20   | 0,08   | 3,42    |
| Ходорів                    | 834   | 48785   | 2,28   | 133,66  | 252   | 15514   | 0,92   | 56,83   | -1,36  | -76,83  |
| Красне                     | 1322  | 72249   | 3,62   | 197,94  | 1189  | 67085   | 4,36   | 245,73  | 0,73   | 47,79   |
| Всього по дирекції         | 54909 | 3322677 | 150,44 | 9103,22 | 37573 | 2223511 | 137,63 | 8144,73 | -12,81 | -958,50 |



## Додаток Б

Аналіз статистичних досліджень вхідних потоків поїздів в елементах транспортної системи на сортувальній станції К



$$H_0 : Y_{\text{заг.}} E_{\text{рл.порядку2}}$$

$$f(t)=2,58[\exp(-2,76 \cdot t)-\exp(-1,61 \cdot t)]$$

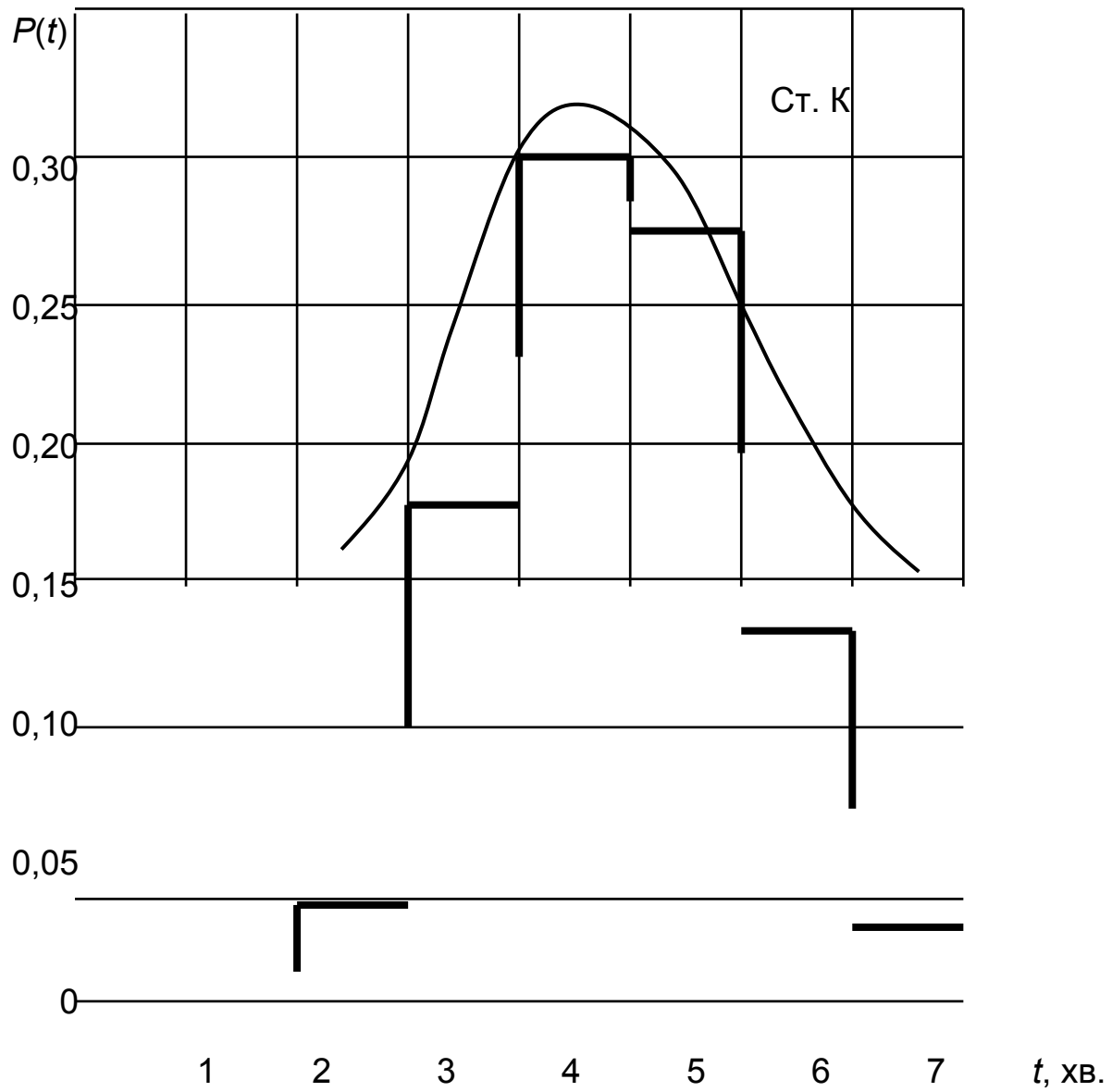
$$c^2=0,39;$$

$$P(c^2)=0,691$$

Рисунок Б.1 - Розподіл інтервалів у вхідному потоці поїздів з переробкою на сортувальній станції К

## Додаток В

Аналіз хронометражних спостережень тривалості основних елементів гіркового циклу гірки сортувальної станції К



$H_0$  : Норм.зріз.

$$f(t) = 0,313 \exp[-0,296 \cdot (t - 4,93)^2]$$

$$c^2=1,166;$$

$$P(c^2)=0,764$$

Рисунок В.1 - Розподіл тривалості заїзду гіркового локомотиву до состава на сортувальній станції К

## Додаток Д

Гістограми та теоретичні залежності вагоно-годин знаходження вагонів на сортувальній станції К при виконанні технологічного процесу

$$k=42, \lambda = 41.981$$

Рисунок Д.1 - Гістограма та теоретична залежність вагоно-годин знаходження вагонів на сортувальній станції К за середньодобовими даними

**АКТ**  
**перевірки кваліфікаційної роботи бакалавра**  
**на наявність ознак академічного плагіату**

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism праця «РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПАРКОМ ВАГОНІВ РІЗНИХ ВЛАСНИКІВ», автор Черевач Сергій Петрович, містить 4,72 % текстових збігів. Ознаки академічного плагіату відсутні.

Перевірку виконала доцент  
кафедри залізничних станцій та вузлів



Ганна ШАПОВАЛ