

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК ЇЇ ДООСНАЩЕННЯ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

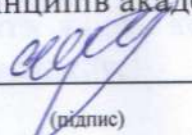
УТРССЗД.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 221-ОПУТ -Д24

спеціальності 275 / 275.02 (роботу

виконано самостійно, відповідно до

принципів академічної доброчесності)

 Дарина МИГУЛІНА

(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Юлія ШУЛЬДІНЕР

Рецензент: професор, докт. техн. наук

Олександр ОГАР

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 92 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 17 рисунків, 18 таблиць, 44 літературних джерел.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, КОМЕРЦІЙНИЙ ОГЛЯД, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, РУХОМИЙ СКЛАД, АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ

У дипломній роботі розглянуто питання удосконалення технології комерційного огляду вагонів на сортувальних станціях за рахунок впровадження системи автоматизованого відеоспостереження. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності роботи сортувальних станцій, скорочення часу простою вагонів, забезпечення безпеки руху та вдосконалення процесу комерційної обробки рухомого складу.

Залізничний транспорт України є важливою складовою транспортної системи держави та забезпечує перевезення значних обсягів вантажів. Сортувальні станції відіграють ключову роль у перевізному процесі, виконуючи операції з розформування та формування поїздів, технічного і комерційного огляду вагонів, а також організації вагонопотоків. В умовах інтеграції до європейської транспортної системи виникає необхідність впровадження сучасних інформаційних технологій та автоматизованих систем контролю.

Об'єктом дослідження є процес функціонування сортувальної станції.

Метою роботи є удосконалення технології комерційного огляду рухомого складу шляхом впровадження системи відеоспостереження, що дозволить прискорити ідентифікацію вагонів, покращити якість комерційного огляду та скоротити непродуктивний простій рухомого складу.

У процесі виконання роботи проведено аналіз організації роботи сортувальної станції та виявлено основні недоліки технології комерційної обробки составів. Виконано формалізований опис технології обробки вагонопотоків до та після впровадження автоматизованої системи відеоспостереження. На основі отриманих результатів розроблено заходи

щодо удосконалення функціонування сортувальної станції та підвищення ефективності роботи пунктів комерційного огляду.

У роботі також проведено економічне обґрунтування запропонованих рішень та визначено ефективність їх впровадження. Запропоновані заходи дозволять підвищити якість комерційного огляду вагонів, скоротити кількість невиявлених комерційних несправностей, покращити безпеку руху поїздів та підвищити ефективність використання рухомого складу.

ABSTRACT

This qualification thesis includes 17 presentation slides, 92 pages of explanatory notes in A4 format, containing 9 figures, 18 tables, and 44 references.

Keywords: MARSHALING YARD, COMMERCIAL INSPECTION, VIDEO SURVEILLANCE, ROLLING STOCK, AUTOMATED SYSTEMS

The thesis examines the issue of improving the technology of commercial inspection of wagons at marshaling yards through the implementation of an automated video surveillance system. The relevance of the topic is determined by the need to increase the efficiency of marshaling yard operations, reduce wagon idle time, ensure traffic safety, and improve the process of commercial processing of rolling stock.

Railway transport of Ukraine is an important component of the national transport system and ensures the transportation of significant freight volumes. Marshaling yards play a key role in the transportation process by performing train disbanding and formation operations, technical and commercial inspection of wagons, and organization of wagon flows. Under conditions of integration into the European transport system, there is a need to implement modern information technologies and automated control systems.

The object of the research is the process of marshaling yard functioning.

The purpose of the thesis is to improve the technology of commercial inspection of rolling stock through the implementation of a video surveillance system, which will accelerate wagon identification, improve the quality of commercial inspection, and reduce unproductive rolling stock idle time.

During the research, an analysis of the organization of marshaling yard operations was carried out and the main shortcomings of the commercial processing technology were identified. A formalized description of wagon flow processing technology before and after the implementation of the automated

video surveillance system was developed. Based on the obtained results, measures aimed at improving the functioning of the marshaling yard and increasing the efficiency of commercial inspection points were proposed.

The thesis also includes an economic justification of the proposed solutions and determines the effectiveness of their implementation. The proposed measures will improve the quality of wagon commercial inspection, reduce the number of undetected commercial defects, improve train traffic safety, and increase the efficiency of rolling stock utilization.

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра транспортні системи та логістика

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

Завідувач кафедри ТСЛ, проф., д.т.н.
(вчене звання)

 Д. В. Ломотко
(підпис) (ініціали і прізвище)

«___» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Мигуліній Дарині Сергіївні

1. Тема роботи «Удосконалення технології роботи сортувальної станції за рахунок її дооснащення».

Керівник Шульдінер Юлія Володимирівна, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень
№ 08/26 від 27.04.2026 р.

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технологічний процес роботи сортувальної станції Основа, Південної залізниці. Технічно - розпорядчий акт станції Основа, Південної залізниці. Інструкція технології роботи ПКО. Технічна та експлуатаційна характеристика станції Основа. Звітні дані про основні показники роботи станції. Нормативна, навчальна і науково-технічна література за спеціальністю. Статистичні показники об'єктів сортувальної станції Основа.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) : аналіз функціонування тензометричних динамічних ваг та їх характеристика. Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції Основа. Розробка з удосконалення комерційного огляду вагонів. Моделювання роботи по обробці вагонів по прибуттю на станцію та технології роботи пункту комерційного огляду вантажів та формування цільової функції в залежності від основних недоліків функціонування.

Економічне обґрунтування і оцінка впровадження нововведень та запропонованих удосконалень.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: встановлюється студентом у процесі виконання проекту (роботи) за узгодженням з керівником.

6. Консультанти окремих розділів проекту (роботи):

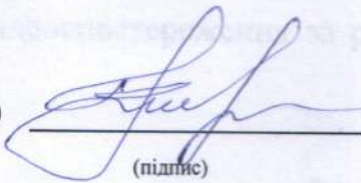
Розділ роботи	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання одержав
Економічне обґрунтування запропонованих заходів	Доцент, к.е.н. Гриценко Н.В.		

7. Дата видачі завдання «16» березня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз вантажних залізничних перевезень	30.03.2026	виконано
2. Перспективи розвитку сортувальної станції	20.04.2026	виконано
3. Пропозиції з удосконалення технології проведення комерційного огляду вагонів	10.05.2026	виконано
4. Визначення економічної привабливості інвестиційного проекту.	10.06.2026	виконано

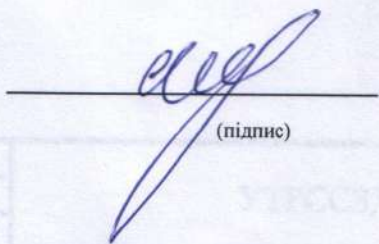
Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Ю.В. Шульдінер

(ініціали і прізвище)

Студент


(підпис)

Д.С. Мигуліна

(ініціали і прізвище)

Зміст

Вступ	6
Перелік скорочень	10
1 Аналіз вантажних залізничних перевезень	11
1.1 Стан вантажних перевезень на залізницях України	11
1.2 Організація роботи сортувальної станції	12
1.3 Технічна характеристика сортувальної станції	15
1.4 Експлуатаційна характеристика роботи сортувальної станції	
Основа	18
1.5 Оперативне планування роботи сортувальної станції	20
1.6 Технологія обробки вагонопотоку	24
2 Перспективи розвитку сортувальної станції	27
2.1 Аналіз перевезення вантажів з використанням автоматизованої системи контролю вагону в русі	27
2.2 Організація вантажної та комерційної роботи на сортувальній станції	29
2.3 Аналіз комерційних несправностей у вагонах на станції	31
2.4 Особливості технології роботи сортувальної станції	39
2.5 Обробка составів в умовах функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі	40
2.6 Організація роботи приймальників поїздів за допомогою автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі	42

					УТРСЗД.300.00.00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат	Удосконалення технології роботи сортувальної станції за рахунок її дооснащення	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Мигуліна							
Перев.	Шульдінер						4	82
Експерт.	Лючков					УкрДУЗТ		
Висновок	Ломотько							

2.7 Удосконалення сортувальної станції шляхом впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі	47
3 Пропозиції з удосконалення технології проведення комерційного огляду вагонів	50
3.1 Математичне моделювання технології оброки поїздів в умовах функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі	50
3.2 Моделювання комерційної роботи на залізничній станції	57
3.3 Формування цільової функції для мінімізації витрат ресурсів	65
4 Економічна оцінка запропонованого удосконалення впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі на сортувальній станції	68
Висновки	77
Список використаних джерел	79
Додаток А Схема сортувальної станції	
Додаток Б Схема інформаційних потоків в автоматизованих системах станції «О»	
Додаток В Математичне описання запровадження систем відеоспостереження за рухомим складом	

Вступ

Залізничний транспорт України є складною системою технологічних підрозділів і технічних засобів, що повинні забезпечити перевезення вантажів із максимально можливою продуктивністю, мінімальною собівартістю, гарантованою безпекою руху [1].

Одним із основних напрямків забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту в умовах транспортного ринку та інтеграції до Європейської співдружності є впровадження ресурсозберігаючих технологій в усі ланки перевізного процесу.

Сортувальні станції на залізницях України відіграють провідну роль в організації перевізного процесу. Сортувальні станції розміщені, у більшості, на шляху Європейських транспортних коридорів і на перехрестях основних залізничних напрямів перевезень і є основою великих транспортних вузлів у промислових центрах.

Основним призначенням сортувальних станцій є виконання операцій з розформування та формування поїздів за призначеннями напрямлення вагонопотоків; виконання операцій з пропуску поїздів без переробки і з переробкою; технічне обслуговування, комерційний огляд составів поїздів і усунення виявлених несправностей вагонів; заміна локомотивів і локомотивних бригад [2].

Своєчасне виявлення і усунення комерційних несправностей у вагонах, а також їх детальний облік та аналіз – це гарантія забезпечення безпеки руху, схоронності вантажів при перевезеннях і своєчасної їх доставки в пункт призначення. Незадовільна організація роботи пунктів комерційного огляду поїздів і вагонів (ПКО), недотримання технічних умов навантаження вантажів є одними з основних проблем у забезпеченні безпеки руху. Аналіз попередніх досліджень показує і цій галузі виявив, що недостатньо висвітлюється робота ПКО найважливіших станцій залізниць з урахуванням використання інноваційних систем.

Основним резервом освоєння подальшого нарощування обсягів перевезень, покращення якісних показників роботи залізничного транспорту є впровадження нових технологій шляхом розробки прогресивних технологічних процесів роботи сортувальних станцій [3].

Актуальність теми

Скорочення часу знаходження вагонів на сортувальних станціях значно впливає на прискорення доставки вантажів і задоволення потреб клієнтів у перевезеннях. Наявність непродуктивного простою вагонів в очікуванні виконання операцій на сортувальних станціях погіршує ефективність роботи та призводить до додаткових витрат палива, електроенергії, рухомого складу та коштів, що є неприпустимим в умовах ринкової економіки. Якісне виконання комерційної роботи потребує відповідного технічного оснащення сортувальних станцій, розробки і впровадження в дію досконалих технологій роботи та кадрового забезпечення висококваліфікованими працівниками [4].

В Укрзалізниці на сьогодні активно використовуються автоматизовані системи контролю та технічного нагляду за станом вантажів. Якість цього нагляду має безпосередній вплив на забезпечення безпеки руху. Важливим у теперішніх умовах є аналіз стану виявлення комерційних несправностей вагонів на станціях, включаючи в першу чергу станції, що працюють на найбільш напружених ділянках та мають сучасне обладнання.

Мета роботи. Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології комерційного огляду вагонів у русі та прискорення ідентифікації рухомого складу за рахунок впровадження системи відеоспостереження. Це спростить технологію комерційної обробки рухомого складу, поліпшить облік вагонів та дозволить виявити додаткові комерційні браки, що в свою чергу скорочує час простою вагонів на станції, знижує кількість невиявлених комерційних браків, виключає збої у перевізному процесі в цілому.

Задачі дослідження. Основними задачами при дослідженні питання удосконалення функціонування сортувальної станції за рахунок впровадження системи відеоспостереження є:

- проведення аналізу та виявлення недоліків організації роботи сортувальної станції Основа;
- формування заходів з удосконалення роботи технології комерційної обробки составів;
- формалізований опис технології обробки составів до та після впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та моделювання технології роботи з вантажем для мінімізації витрат ресурсів;
- проведення економічного обґрунтування отриманих результатів до та після впровадженнь.

Об'єкт дослідження. Процес функціонування роботи сортувальної станції.

Предмет дослідження. Удосконалення технології комерційного огляду рухомого складу.

Методи дослідження. Дослідження виконані із застосуванням відповідного математичного апарату та принципів системного підходу, обробки результатів моніторингу; порівняльний метод, методів економічного аналізу. Моделювання процесу технологічної переробки вагонопотоку на сортувальній станції.

Зв'язок роботи з науковими програмами. В рамках реалізації Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2020-2030 рр. [11] та національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [12]. Міністерством інфраструктури України розроблено проект Закону «Про залізничний транспорт» [10], одним із принципів якого є перехід на Європейські принципи організації ринку залізничних перевезень.

Для удосконалення технології роботи сортувальних станцій при здійсненні залізничних вантажних перевезень, необхідно внести зміни до чинних та розробити нові нормативно-правові акти, що регулюють юридичні аспекти цієї діяльності та запровадити нові інформаційні технології на транспорті.

Елементи наукової новизни. Впровадження системи автоматизованого огляду рухомого складу в технічному і комерційному відношенні на сортувальних станціях з великим обсягом роботи, дозволить покращити технологію обробки поїздів на станції та прискорить комерційний огляд вагонів, як місцевих так і в

цілому у парках прийому та відправлення. Враховуючи, що в сучасних умовах нестачі вантажних вагонів показники обігу рухомого складу є визначальним фактором продуктивної роботи залізниці в цілому. Впровадження автоматизованих технологій, а саме системи відеоспостереження дозволить прискорити обробку рухомого складу на сортувальній станції за рахунок підвищення якості комерційного огляду, а також сприятиме безпеці руху поїздів, покращенню умов праці та техніки особистої безпеки працівників [13].

Публікації. За темою роботи опубліковано дві наукові праці.

Перелік скорочень

ПКО	Пункт комерційного огляду поїздів і вагонів
ЄМР	Єдина мережева розмітка
КЗ	Клещовидний уповільнювач
РНЗ	Ричажно-нажимний уповільнювач
КНП	Клещовидно-нажимний підйомний уповільнювач
ЕЦ	Електрична централізація
ДСП	Черговий по залізничній станції
ТЧ	Локомотивне депо
ПАТ	Публічне акціонерне товариство
СТЦ	Станційний технологічний центр з оброблення поїзної інформації та перевізних документів
ПТО	Пункт технічного огляду вагонів
ДН	Начальник дирекції залізничних перевезень
ТГНЛ	Телеграм-натурний лист
АСК ЦВР	Автоматизована система контролю за вантажем і цілісністю залізничних вагонів у русі
АРМ ПРО-Є	Автоматизоване робоче місце програміста
АРМ ЗВ	Автоматизоване робоче місце прийомоздавальника ватажу і багажу
ПОЕМ	Персональна електронно-обчислювальна машина
АРМ ПЗ	Автоматизоване робоче місце прийомоздавальника ватажу і багажу
ПЗЗ	Прилад із зарядним зв'язком
АСКО ПВ	Автоматизована система комерційного огляду поїздів та вагонів

1 Аналіз вантажних залізничних перевезень

1.1 Стан вантажних перевезень на залізницях України

Географічні особливості України визначають базову роль залізничного транспорту в перевезеннях вантажів. Українські залізниці є провідними в дорожньо-транспортному комплексі України і забезпечують 82% вантажних перевезень, що здійснюються всіма видами транспорту. За обсягами вантажних перевезень залізниці України займають четверте місце на Європейському континенті. Вантажонапруженість українських залізниць (річний обсяг перевезень на 1 км) у 3-5 разів перевищує відповідний показник розвинених європейських країн.

Дві третини українських залізничних ліній є вантажонапруженими. Вантажна робота на станціях України та перевезення вантажів у всіх видах сполучення здійснюється в безперебійному звичайному режимі, залізничний транспорт працює стабільно, забезпечує потреби національної економіки. Укрзалізниця забезпечує приймання транзитних вантажів до перевезення та їх збереження на шляху прямування.

Номенклатура вантажів, що перевозиться залізницею, нараховує декілька тисяч найменувань, але в умовах конкуренції з іншими видами транспорту (насамперед з автомобільним) і зростаючих вимог клієнтів до якості транспортного обслуговування залізниця повинна підвищувати конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг. Тому перед залізничним транспортом України постає завдання підвищення ефективності функціонування галузі, оптимізації процесу перевезень, здійснення надійного перевезення всіх видів вантажу.

Залізничний транспорт України має певну специфіку технології роботи з вантажопотоками різних категорій. В умовах перевезень у межах держави технологія роботи залізничного транспорту передбачає раціональну взаємодію між різними учасниками перевізного процесу з метою забезпечення вимог клієнтів щодо своєчасної та якісної доставки вантажів.

Залізничний транспорт – одна з найважливіших галузей народного господарства нашої країни, основний вид транспорту, що виконує значну частину вантажообігу. Разом з іншими видами транспорту він забезпечує нормальне виробництво і обертання продукції промисловості і сільського господарства, задовольняє потреби населення в перевезеннях. Головну його роль у загальній транспортній системі визначають порівняно низька собівартість, масовість, регулярність і швидкість перевезень, розповсюдженість і доступність розташування мережі. У процесі переміщення на залізничному транспорті одночасно знаходиться декілька мільйонів тонн різноманітних вантажів. Прискорення доставки їх із пунктів виробництва до пунктів споживання має істотне значення для розвитку народного господарства [14].

Перед залізничним транспортом постає завдання оптимізації процесу перевезень, здійснення надійного перевезення всіх видів вантажів, забезпечення комплексного транспортного обслуговування.

Основні завдання вантажних і комерційних працівників залізничного транспорту – визначення потреб власників вантажів і розроблення пропозицій щодо їх задоволення, покращення використання вагонів, забезпечення схоронності і прискорення доставки вантажів, доставки їх «від дверей до дверей» та в «призначений термін», ритмічність вантажної роботи, маршрутизація перевезень, наукова організація праці, раціоналізація перевезень на основі логістичних підходів, встановлення тарифів, що забезпечують конкурентоспроможність залізничного транспорту [1].

1.2 Організація роботи сортувальної станції

Залізничні станції є виробничо-технологічним підрозділом залізниці з організації перевезень пасажирів, вантажу, вантажобагажу і пошти та взаємодії й

координації виробничого процесу з підприємствами, суміжними службами залізничного транспорту.

Станція проводить господарську діяльність згідно з планом на основі ефективного використання існуючих технічних засобів, трудових, матеріальних, фінансових ресурсів та інших внутрішніх резервів виробництва, при дотриманні режиму економії та забезпеченні збереження власності, а також за рахунок впровадження досягнень науки, техніки і прогресивної технології у відповідності з діючим законодавством і з метою підвищення продуктивності праці та зниження собівартості перевезень [15].

Сортувальні станції є головними опорними пунктами з організації вагонопотоків у мережі залізниць. Зазвичай вони входять до складу залізничних вузлів, що мають пасажирські та вантажні станції. У таких випадках на сортувальній станції вантажні та пасажирські операції виконують у невеликому обсязі.

До сортувальних станцій належать станції, основною роботою яких є:

- сортування вагонів за призначеннями, формування з цих вагонів поїздів, згідно з планом формування;
- формування наскрізних, дільничних, збірних та дільнично-збірних поїздів, а також вивізних та передаточних поїздів до найближчих вантажних станцій вузла і заводських станцій;
- виконання операцій з пропуску поїздів без переробки і з частковою переробкою;
- огляд поїздів і вагонів у технічному і комерційному відношеннях та усунення виявлених несправностей.

Крім того, на сортувальних станціях можуть виконуватися такі операції:

- зміна локомотивів і локомотивних бригад;
- сортування вантажів і формування збірних вагонів з контейнерами і дрібними відправками;
- обслуговування ізотермічних вагонів, рефрижераторних секцій і вагонів з тваринами (птицею);
- навантаження, вивантаження вагонів і обслуговування під'їзних колій;

- ремонт, технічне обслуговування та екіпірування локомотивів;
- формування і підготовка до рейсу пасажирських вагонів;
- посадка, висадка пасажирів дальніх, місцевих та приміських поїздів;
- виконання вантажно-розвантажувальних робіт;
- оформлення перевізних документів;
- інформація вантажоодержувачів і вантажовідправників про підхід, прибуття і подачу вагонів;
- транспортно-експедиційне обслуговування клієнтури;
- оформлення та розслідування матеріалів за випадками незбереження вантажів під час перевезення.

Крім того, на сортувальних станціях можуть виконуватися операції митного, прикордонного, медично-санітарного, карантинного, ветеринарного, фітосанітарного контролю при взаємодії працівників станції з органами митного контролю та внутрішніх справ на транспорті [2].

Скорочення часу знаходження вагонів на сортувальних станціях значно впливає на прискорення доставки вантажів і задоволення потреб клієнтів у перевезеннях. Наявність непродуктивного простою вагонів в очікуванні виконання операцій на сортувальних станціях погіршує ефективність роботи та призводить до додаткових витрат палива, електроенергії, рухомого складу та коштів, що є неприпустимим в умовах ринкової економіки [3].

Своєчасне виявлення і усунення комерційних несправностей у вагонах, а також їх детальний облік та аналіз – це гарантія забезпечення безпеки руху, схоронності вантажів при перевезеннях і своєчасної їх доставки в пункт призначення. Незадовільна організація роботи пунктів комерційного огляду поїздів і вагонів (ПКО), недотримання технічних умов навантаження вантажів є одними з основних проблем у забезпеченні безпеки руху. Від чіткої організації комерційного огляду вагонів, у тому числі від роботи пункту комерційного огляду поїздів і вагонів в значній мірі залежить швидкість та якість залізничних перевезень (виконання термінів доставки), особливо час перебування вагонів на станціях [4].

1.3 Технічна характеристика сортувальної станції Основа

Станція Основа за характером виконуваної роботи та технічному оснащенню є сортувальною двосистемною, за обсягами роботи – позакласною (додаток А).

Загальна характеристика станції Основа та підходів до неї зведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика станції Основа та підходів до неї

№ з/п	Найменування показника	Значення	Примітка
1	2	3	4
1	Код ЄМР	440209	
2	Клас станції	Позакласна	
3	Параграфи, за якими працює станція	П, §1, §3, 8Н, 10Н	
4	Прилеглі перегони:		
4.1	- у непарному напрямку	Основа – Жихор	двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
		Основа – Тернове	двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
4.2	- парному напрямку	Основа - Новожанове	триколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
		Основа – Харків - Пасажирський	двоколійний, обладнаний одностороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
		Основа – Роз’їзд бкм	одноколійний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний

Продовження таблиці 1.1

		Основа – Харків – Вантажний	одноколійний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
		Основа – роз'їзд 8км	одноколійний, обладнаний двостороннім автоматичним блокуванням, основний вид тяги – електричний
5	Сортувальні пристрої:		
5.1	- сортувальна гірка:	Південна сортувальна механізована гірка великої потужності	обладнана гірковою автоматичною централізацією, має одну колію насуву та три гальмові позиції, обладнані вагонними уповільнювачами: І - ша гальмова позиція обладнана вагонними уповільнювачами типу КЗ-3, ІІ - га гальмова позиція – вагонними уповільнювачами типу КЗ-3, КНП-5, Т-50 та РНЗ-2, ІІІ – я гальмова позиція – вагонними уповільнювачами типу РНЗ-2. На гірці працює 2 маневрових локомотива.

На станції дві сортувальні системи: Південна та Північна, кожна з яких має сортувальну механізовану гірку великої потужності з трьома гальмовими позиціями.

Південна система:

- Південна сортувальна система (Північний приймальний парк, Південна сортувальна гірка, Південний сортувальний парк, Південний парк відправлення);
- Безлюдівський парк;
- Станційний парк.

Північний приймальний парк та Південний парк відправлення пов'язані між собою міжпарковою 84 ходовою колією, що проходить паралельно Південному сортувальному парку в обхід Південної сортувальної гірки.

Північна система:

- Північна сортувальна система (Зміївський парк, Північна сортувальна гірка, Північний сортувально-відправний парк);

- Південний транзитний парк;

- Ранжирний парк.

Станція має 364 централізованих стрілочних переводів та 4 нецентралізованих стрілочних переводів.

Управління централізованими стрілочними переводами виконується черговими по залізничній станції ДСП-1 та ДСП-2 з поста ЕЦ-1, черговими по залізничній станції ДСП-4 та ДСП-24 з поста ЕЦ-2, диспетчером маневровим залізничної станції з 18 поста, черговими по сортувальній гірці ДСПГ Південної сортувальної та ДСПГ Північної сортувальної гірок, а також операторами сортувальної гірки (І виконавчий та ІІ виконавчий пости).

Для виконання маневрової роботи на станції використовується 8 маневрових локомотивів: 7 маневрових локомотивів виробничого підрозділу «Локомотивне депо Харків-Сортувальний» (ТЧ-10), які обслуговуються локомотивною бригадою виробничого підрозділу «Локомотивне депо Основа» (ТЧ-3) та 1 маневровий локомотив виробничого підрозділу «Локомотивне депо Лиман» (ТЧ-1) філії «Донецька залізниця» ПАТ «Укрзалізниця», який обслуговується локомотивною бригадою виробничого підрозділу «Локомотивне депо Харків-Сортувальний» (ТЧ-10) філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця»; 6 маневрових локомотивів обслуговуються машиністом в одну особу та 2 маневрових локомотива: 1 тепловоз і 1 електровоз серії обслуговуються в дві особи.

На Північній сортувальній гірці працює 2 маневрових локомотива. На Південній сортувальній гірці – 2 маневрових локомотива. У Північному сортувально-відправному парку (в 9-му маневровому районі) – 1 маневровий локомотив. У Південному сортувальному парку (в 24-му маневровому районі) – 1 маневровий локомотив. Для подачі та забирання місцевих вагонів, а також обробки транзитних поїздів у Південному транзитному парку, використовуються 2 маневрових локомотива серії, а також незадіяні маневрові локомотиви з інших маневрових районів станції Основа.

У парках станції встановлені переговорні колонки і динаміки гучномовного зв'язку. Усі парки станції обладнані щогловим освітленням з використанням галогенних та ксенонових світильників та ламп накаливання.

У вхідних горловинах Зміївського та Північного приймального парків станції встановлені бункери для прийому перевізних документів від машиністів вантажних поїздів, пересилання яких з постів списування в станційному технологічному центрі з оброблення поїзної інформації та перевізних документів (СТЦ).

Вантажне господарство складається з відкритої вантажної високої платформи, під'їзних колій, механізованого пункту усунення комерційних несправностей, пункту комерційного огляду поїздів та вагонів та товарної контори [5].

1.4 Експлуатаційна характеристика роботи сортувальної станції Основа

Північна сортувальна система переробляє вагонопотік, що надходить з Красного Лиману, Куп'янська, Люботина, Лозової, Харкова-Сортувального та станцій Харківського вузла. Відправляє вагонопотік на напрямки Півночі: Харків-Сортувальний, Одноробівку, Люботин та станцій Харківського вузла.

Південна сортувальна система переробляє вагонопотік, що надходить з Люботина, Харків-Сортувального, Одноробівки, Красного Лиману, Куп'янська та станцій Харківського вузла, відправляє вагонопотік у напрямку Красний Лиман, Куп'янськ, Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла.

Поїзди, що прибувають у переробку в Зміївський парк, після огляду в технічному і комерційному відношенні працівниками пункту технічного огляду вагонів (ПТО) і ПКО та формування сортувального листка, розформовуються на Північній сортувальній гірці. Вагони, згідно з планом формування, направляються на колії Північного сортувально-відправного парку для накопичення, формування поїздів і після огляду в технічному і комерційному відношенні працівниками ПТО та ПКО, а також обробки документів в СТЦ, відправляються за призначенням.

Поїзди, що надходять у переробку в Північний приймальний парк, після огляду в технічному і комерційному відношенні працівниками ПТО і ПКО та формування сортувального листка, розформовуються на Південній сортувальній гірці. Вагони, згідно з планом формування, направляються на колії Південного сортувального парку, призначеного для накопичення та формування поїздів. Після огляду в комерційному відношенні працівниками ПКО, а також обробки документів в СТЦ, состави з Південного сортувального парку виставляються в Південний парк відправлення. В Південному парку відправлення оглядаються в технічному і, при потребі, в комерційному відношенні працівниками ПТО та ПКО і відправляються за призначенням [16].

Транзитний вагонопотік без переробки надходить в Південний транзитний парк з півдня або з півночі і, після огляду в технічному і комерційному відношенні працівниками ПТО і ПКО, відправляється за призначенням через Станційний парк або Безлюдівський парк. Транзитний вагонопотік без переробки з півночі надходить у Північний приймальний парк та далі по ходовій колії у Південний парк відправлення і, після огляду в технічному і комерційному відношенні працівниками ПТО і ПКО, відправляється за призначенням.

У разі необхідності з транзитними поїздами без переробки виконуються операції з причеплення і відчеплення вагонів, з'єднання і роз'єднання поїздів, причеплення штовхачів, зміни локомотивів і локомотивних бригад.

Передача кутових потоків з однієї сортувальної системи в іншу відбувається:

- з Північної сортувальної системи в Південну сортувальну систему з колій Північного сортувально-відправного парку по мірі накопичення на 41-46, 48, 49 колії Північного приймального парку;

- з Південної сортувальної системи в Північну сортувальну систему з колій Південного сортувального парку локомотивом 24-го маневрового району по 46 ходовій колії на 78 колію Зміївського парку. У разі закриття або зайнятості 78 колії кутовий потік виставляється на вільну колію Зміївського парку.

У зв'язку з інтенсивним надходженням в кутовому потоці в Південну систему вагонів призначенням Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла поїзда

призначенням Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла відправляються з 2-4, 15, 16 колії Південного парку відправлення.

Вантажне господарство складається з відкритої вантажної високої платформи групи під'їзних колій, механізованого пункту усунення комерційних несправностей, ПКО, товарної контори, автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі, статичних вагонних ваг, тензометричних статичних вагонних ваг, та тензометричних динамічних вагонних ваг [5].

1.5 Оперативне планування роботи сортувальної станції Основа

Оперативне планування роботи сортувальної станції здійснюється з метою організації забезпечення виконання в конкретних умовах завдань заданих розмірів руху поїздів, розформування й формування составів, плану навантаження та вивантаження, а також для виконання плану формування поїздів, графіка руху.

Оперативне планування роботи сортувальної станції виконується на добу, зміну та по 4- годинних періодах протягом зміни.

Підставою для змінного та поточного планування є інформація про підхід поїздів, вагонів, локомотивів, розрахунок їх наявності на станції до початку періоду, що планується.

Добове план-завдання роботи станції складається Харківською дирекцією залізничних перевезень і передається заступнику начальника станції з оперативної роботи за 3 години до початку доби, що планується. Цей план містить наступні дані:

- загальну кількість поїздів, що повинні прийматися станцією з кожного напрямку, з розподілом їх на транзитні поїзди і поїзди, що слідують у розформування;

- загальну кількість поїздів, що повинні бути відправлені зі станції на кожний напрямок, із виділенням кількості поїздів свого формування, у тому числі поїздів підвищеної ваги й довжини, з'єднаних;

- завдання на відправлення порожніх вагонів з виділенням напрямку прямування й виду рухомого складу;
- розміри навантаження, вивантаження вантажів;
- кількість порожніх вагонів під навантаження;
- інші завдання, що складаються з урахуванням місцевих умов роботи на станції.

У добовому плані виділяється обсяг роботи, який необхідно виконати станції в першу половину доби.

Начальник станції, чи його заступник, на підставі добового плану – завдання Харківської дирекції залізничних перевезень складає план вантажної роботи.

Також визначається обсяг роботи з підготовки вагонів під навантаження.

Початковими даними для складання добового плану вантажної роботи є:

- місячний план навантаження;
- заявки вантажовідправників на навантаження;
- дані про наявність, наступне прибуття порожніх вагонів під навантаження, про кількість вагонів, що звільняються після вивантаження;
- технологічні норми часу на виконання навантажувально-розвантажувальних операцій, подавання та прибирання вагонів;
- окремі завдання Харківської дирекції залізничних перевезень.

План-завдання роботи станції на добу уточнюється, корегується перед початком другої половини доби залежно від оперативної обстановки, що склалася, результатів роботи за першу половину доби й передається до Харківської дирекції залізничних перевезень.

Змінний план роботи станції на зміну складається по системах начальником станції та його заступником по оперативній роботі, виходячи з положень:

- добового плану роботи станції за всіма його показниками з урахуванням завдання Харківської дирекції залізничних перевезень (ДН-2) на зміну;
- графіка руху і плану формування поїздів, поїзного положення на станції до початку планового періоду;
- інформації про підхід поїздів і вантажів;

- підведення порожніх вагонів під навантаження;
- технологічних норм на обробку поїздів, вагонів і вантажних фронтів, а також отриманих окремих завдань.

Змінними завданнями ДН-2 для станції встановлюються ті ж показники експлуатаційної й вантажної роботи, що і добовим планом, а також інші завдання, яких вимагає оперативна обстановка.

На підставі інформації про підхід поїздів, локомотивів у змінному плані для станції встановлюються розміри відправлення поїздів за напрямками.

Поточне планування роботи станції за 4-годинними періодами здійснюється диспетчером станційним (диспетчером маневровим залізничної станції) за участю вузлового диспетчера, локомотивного диспетчера (ТНЦ) і чергового локомотивного депо.

Поточне планування проводиться з метою:

- складання плану приймання поїздів з дотриманням плану оптимального підведення на станцію транзитних з переробкою і без переробки поїздів, а також забезпечення необхідних умов взаємодії в роботі ділянок, парків прибуття й гірок;
- визначення порядку використання локомотивів, локомотивних бригад, що прибувають на станцію, з урахуванням наявності їх на станції та в локомотивному депо;
- складання плану відправлення поїздів з підв'язкою локомотивів і локомотивних бригад до составів свого формування і транзитних поїздів – до ниток графіка руху.

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

- телеграми-натурні листи на всі поїзди, що прибувають у переробку;
- план підведення поїздів, що передається з Харківської дирекції залізничних перевезень;
- дані про наявність на коліях станції поїздів, вагонів за призначеннями плану формування до початку періоду планування;

- дані про наявність, очікуване надходження локомотивів і локомотивних бригад для забезпечення вивозу поїздів;
- дані про кількість, призначення, передбачуваний термін забирання вагонів на колії станції після закінчення вантажних операцій;
- технологічні норми часу на виконання операцій з поїздами й вагонами.

План поїздоутворення розробляється диспетчером станційним (диспетчером маневровим залізничної станції). Розрахунок плану починається приблизно за дві години до початку планованого періоду.

Після закінчення розробки плану поїздоутворення диспетчеру станційному (диспетчеру маневровому залізничної станції) надаються дані про час передбачуваного закінчення формування составів за призначеннями плану формування поїздів.

На підставі даних про готовність составів до відправлення диспетчер станційний (диспетчер маневровий залізничної станції) разом з черговим по дирекції залізничних перевезень, локомотивним диспетчером складають план відправлення поїздів.

При формуванні плану відправлення поїздів визначається пономерне призначення поїздів свого формування й транзитних без переробки, поїздів підвищеної ваги, довжини й з'єднаних по нитках діючого графіка руху поїздів. При цьому вказується номер поїзда, час його відправлення, станція призначення, номер локомотива. У окремих випадках, коли кількість “ниток” графіка на запланований період менша, ніж кількість запланованих до відправлення поїздів, передбачається відправлення додаткових поїздів за диспетчерським розкладом.

Відправлення поїздів зі станції планується за дві години до початку планованого періоду.

Для більш ефективного планування роботи сортувальної станції вона одержує попередню й точну інформацію про підхід поїздів і вагонів.

Попередня інформація передається на станцію з ДН разом із завданням на зміну. Вона містить дані про кількість поїздів, що повинні прибути на станцію з

кожного напрямку, з розподілом інформації про поїзди, що надходять у переробку, а також кількості вагонів, що прямують під вивантаження на станцію [5].

1.6 Технологія обробки вагонопотоку

Технологія роботи з вагонами, що надходять у переробку. Обробка составів після прибуття на станцію виконується таким чином.

Вагонопотік, що надходить у переробку на станцію, надходить у Північний приймальний і Зміївський парки.

Обробка состава у парку прибуття включає в себе такі технологічні операції:

- списування состава;
- звірення та коригування довідки про розходження даних телеграм-натурний лист (ТГНЛ) та результатів автоматичного списування состава в горловині парку приймання;
- звірення перевізних документів із попереднім ТГНЛ;
- коригування складу поїзда і відомостей про вагони по прибуттю;
- технічне обслуговування вагонів;
- комерційний огляд вагонів і вантажів.

Технологія розформування-формування составів здійснюється так: у Північній сортувальній системі виконується розформування поїздів, що прибувають із напрямків: Красний Лиман, Куп'янськ, Люботин, Лозова, Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла, станції Новожанове, вантажу кутового потоку, що передається з Південної системи, місцевих вагонів із Ранжирного і Безлюдівського парків та з вагонного депо Основа після виконання деповського ремонту, а також формування поїздів на всі Північні напрямки та станції Харківського вузла.

У Південній сортувальній системі проводиться розформування поїздів, що прибувають з напрямків: Люботин, Красний Лиман, Куп'янськ, Одноробівка, Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла, станції Новожанове, кутових

потоків, що передаються з Північної системи, місцевих вагонів і, вагонів з ремонтних колій Південного сортувального парку і вагонного депо Основа, формування поїздів на всі Південні напрямки, на станцію Харків-Сортувальний та станції Харківського вузла.

Технологія роботи з составами транзитних поїздів. До транзитних поїздів відносяться поїзди, що слідують через станцію без переробки, зі зміною або без зміни локомотива.

Приймання транзитних поїздів здійснюється:

- по Північній системі – у Південний транзитний парк,
- по Південній системі – у Південний парк відправлення.

Ці парки обладнані повітропровідною мережею, пристроями для централізованого випробування автогальм і огороження составів, пристроями двостороннього паркового зв'язку, щогловим освітленням.

Обробка транзитного поїзда складається з наступних операцій:

- технічне обслуговування состава, й випробування гальм працівниками ПТО;
- комерційний огляд состава, усунення комерційних несправностей;

зміна локомотива та/або локомотивної бригади.

Технологія роботи з поїздами підвищеної ваги та довжини. Поїзди підвищеної ваги, довжина яких не перевищує корисну довжину колії у парку прибуття, приймаються, обробляються, розформовуються й відправляються звичайним порядком.

При отриманні повідомлення про вихід поїзда підвищеної ваги і довжини із сусідньої станції, ДСП-1 (ДСП-2) ЕЦ-1 вживає заходів для забезпечення безперешкодного приймання поїзда на виділені для цих поїздів колії:

- у Північному приймальному парку – 45, 46, 49;
- у Зміївському парку – 76, 77;
- у Південному транзитному парку – 54, 61;
- у Південному парку відправлення – 15, 16.

Технологія роботи з довгосоставними та великоваговими поїздами. На станції дозволяється формування вантажних поїздів:

- вага яких для відповідних серій локомотивів на 100 т і більше перевищує визначену графіком руху вагову норму на ділянці проходження цих поїздів;

- довжина яких (в умовних вагонах) перевищує максимальну норму, встановлену графіком руху на ділянці проходження таких поїздів [17].

Формування та з'єднання в довгосоставні та великовагові поїзди проводиться в Південному транзитному, Північному сортувально-відправному парках під керівництвом диспетчера станційного, Південному парку відправлення - під керівництвом диспетчера маневрового залізничної станції з дотриманням встановлених правил безпеки руху:

- навантажені вагони розміщуються в головній частині, порожні – в хвості;

- забороняється включати в состав поїзда пасажирські вагони, транспортери, вагони з вантажами класу небезпеки 1 (вибухові матеріали), з негабаритними вантажами третього та вищих ступенів і вагони, зайняті людьми.

Організація роботи з вагонами належності інших держав. Транзитні вагони належності інших держав, що прослідують станцію Основа з переробкою і без переробки, не повинні простоювати більше трьох діб.

Диспетчер станційний і диспетчер маневровий залізничної станції контролюють своєчасне відправлення вагонів належності інших держав [5].

2 Перспективи розвитку сортувальної станції Основа

2.1 Аналіз перевезення вантажів з використанням автоматизованої системи контролю вагону в русі

Залізничний транспорт України є складною системою технологічних підрозділів і технічних засобів, які повинні забезпечити перевезення вантажів із максимально можливою продуктивністю, мінімальною собівартістю, гарантованою безпекою руху [18]. До сфери Укрзалізниці входять Донецька, Львівська, Одеська, Південна, Південно-Західна та Придніпровська залізниці, а також інші підприємства та організації єдиного виробничо-технологічного комплексу, що забезпечують перевезення вантажів і пасажирів [19]. Довідка про обсяги перевезень у січні – грудні 2017 року наведені в таблиці 2.1 [9].

Таблиця 2.1 – Довідка про обсяги вантажів у січні – грудні

Найменування вантажу	Перевезено всього		
	тис. тонн	тис. тонн	%
	2017	2016	до 2016
1	2	3	4
Всього:	339550,5	343433,5	98,9
Кам'яне вугілля	67078,4	72830,0	92,1
Нафта і нафтопродукти	13865,0	14906,4	93,0
Руда залізна і марганцева	70211,0	77099,5	91,1
Руда кольорова і сірчана сировина	4495,6	4416,2	101,8
Чорні метали	22450,6	26189,8	85,7
Кольорові метали і вироби з них	33,7	42,6	79,2
Лісні вантажі	3668,9	4699,9	78,1
Хімічні і мінеральні добрива	12528,7	10967,6	114,2
Хімікати	3595,7	3059,3	117,5
Автомобілі	75,3	81,9	91,9
Зерно і продукти помелу	36864,7	31970,0	115,3
Кокс	6511,7	8569,1	76,0
Брухт чорних металів	3087,5	2626,8	117,5
Мінбудматеріали	62692,9	54661,4	114,7

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Сіль	1754,9	1155,9	151,8
Цемент	6422,9	5859,4	109,6
Інші вантажі	24119,7	24208,2	99,6

Своєчасне виявлення і усунення комерційних несправностей у вагонах, а також їх детальний облік та аналіз – це гарантія забезпечення безпеки руху, схоронності вантажів при перевезеннях і своєчасної їх доставки в пункт призначення.

Незадовільна організація роботи ПКО, недотримання технічних умов навантаження вантажів є одним з основних проблем у забезпеченні безпеки руху [20, 21].

Укрзалізниці на сьогодні активно використовуються автоматизовані системи контролю та технічного нагляду за станом вантажів. Якість цього нагляду має безпосередній вплив на забезпечення безпеки руху. На наш погляд важливим у теперішніх умовах є аналіз стану виявлення комерційних несправностей вагонів на станціях, включаючи в першу чергу станції, які працюють на найбільш напружених ділянках та мають сучасне обладнання [7,8].

У 2011 році на станціях Красний Лиман та Іловайськ (Донецька залізниця) встановлено та введено в експлуатацію системи відеоспостереження. Ця робота була виконана з метою підвищення якості комерційного огляду поїздів і скорочення часу на його проведення.

Автоматизована система контролю за вантажем та цілісністю залізничних вагонів у русі включає в себе відеокамери для спостереження за проходженням поїзда та станом вагона, віддалене комп'ютеризоване робоче місце для візуального контролю стану вантажу й реєстрації номерів вагонів.

Робота відбувається в режимі он-лайн, дані одразу архівуються. Автоматизована система дозволяє включати у звіти матеріали відеоконтролю, зберігати документи в систематизованій базі, зіставляти дані протоколів. Завдяки запровадженню системи відеоспостереження зростає техніка особистої безпеки

працівників, більш оперативно фіксуються факти небезпечних перевезень, виявляються пошкодження і обробляється необхідна інформація при розслідуванні випадків порушення безпеки руху. На Донецькій залізниці вказаними системами оснащено пости комерційного огляду на восьми станціях. Також впроваджена системи відеоспостереження за станом вантажу та цілісністю залізничних вагонів у русі на станції Клепарів, станції Сарни регіональної філії «Львівська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» та інші [22, 23].

2.2 Організація вантажної та комерційної роботи на сортувальній станції Основа

На станції Основа виконується наступний обсяг вантажної та комерційної роботи:

- приймання вантажів до перевезення;
- оформлення перевізних документів, переадресування вантажів, нарахування, стягнення провізної плати, додаткових зборів, штрафів;
- інформування вантажоодержувачів про підхід і прибуття вантажів, видача вантажів одержувачам, оформлення, при потребі, комерційних актів;
- приймання до перевезення вантажів, в тому числі непередбачених ТУ та негабаритних вантажів;
- організація роботи ПКО, усунення комерційних несправностей, виявлених при прибутті, відправленні поїздів без відчеплення й з відчепленням вагонів на механізованому пункті усунення комерційних несправностей;
- складання комерційної, касової й оперативної звітності;
- актово-претензійна діяльність, розшук вантажів.

При обслуговуванні під'їзних колій на станції виконуються такі роботи:

- інформування вантажоодержувачів про підхід, прибуття вантажів на їх адресу;

- подавання та забирання вагонів на під'їзні колії відповідно до договорів між станцією та власником під'їзної колії;
- оформлення перевізних документів, переадресування вантажів, нарахування, стягнення провізної плати, додаткових зборів і штрафів;
- облік, нарахування, стягнення плати за користування вагонами власності залізниць, плати за подавання та забирання вагонів;
- оформлення у потрібних випадках актів загальної форми, комерційних актів тощо.

Керівництво вантажною та комерційною роботою станції, ПКО, актово-претензійним відділом, пунктом усунення комерційних несправностей (МПУКБ), товарною конторою, роботою агентів комерційних/приймоздавальників вантажу та багажу ПАКГАУЗу, здійснює заступник начальника станції з вантажною та комерційною роботи.

Безпосередньо керівництво здійснюють:

- на пункті комерційного огляду вагонів і поїздів (ПКО), в актово-претензійному відділі – бригадир ПКО;
- на пункті усунення комерційних несправностей (МПУКБ) – бригадир ПКО;
- в товарній конторі – агент комерційний 1 категорії.

У товарній конторі станції здійснюються операції:

- оформлення перевізних документів при прийманні, видачі вантажів, при відправленні вагонів в ремонт, спец. тех. потреб, при виконанні переадресування вантажів;
- визначення провізної плати, зборів за додаткові послуги, нарахування штрафів за порушення умов договорів, умов перевезення вантажів;
- розрахунки, пов'язані з перевезенням, додатковими послугами у разі проведення їх безпосередньо на станції;
- ведення встановлених форм обліку, оперативно-статистичної звітності з вантажною та комерційною роботи станції;
- повідомлення одержувачів про надходження вантажів на їх адресу;

- аналіз договорів на експлуатацію під'їзних колій, договорів на подачу і забирання вагонів.

Приймаючи до перевезення вантаж, завантажений у вагон відправником, агент комерційний/прийомодавальник вантажу та багажу ПАКГАУЗу перевіряє:

- проведення технічне обслуговування вагона перед навантаженням;
- справність кузова вагона, закриття дверей та люків;
- проведення огляду у комерційному відношенні, пред'явлених до приймання для перевезення завантажених вагонів та дотримання ТУ навантаження;
- справність ЗПП (пломб) і відповідність відбитків на них зазначених у накладній;
- відповідність номера на вагоні, вказаному у накладній;
- завантаження вагона понад його вантажопідйомність;
- очистку зовнішньої поверхні вагона від залишків реквізитів і вантажів;
- зважування вагонів;
- у разі відсутності порушень, які загрожують безпеці руху або схоронності вантажів здійснюють приймання до перевезення;
- в усіх інших випадках приймання до перевезення заборонено [5].

2.3 Аналіз комерційних несправностей у вагонах на станції Основа

На станцію Основа за 2017 рік прибуло поїздів 13736, вагонів 860997, а було відправлено поїздів 13433, вагонів 861625. Проведено аналіз по виявленню безпеки руху поїздів і схоронності перевезених вантажів в вантажному господарстві станції Основа за 2017 – 2016 роки наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Виявлення комерційних несправностей по станції Основа

Станція відправлення	Виявлено всього	
	вагонів	вагонів
	2017	2016
1	2	3
Південно-Уральська	3	-
Приволзька	1	-
Московська	-	1
Львівська	2	1
Південно-Західна	14	8
Донецька	205	177
Південно-Східна	3	3
Придніпровська	2	1
Північно-Кавказька	6	3
Білоруська	1	-
Західно-Сибірська	1	1
Одеська	1	-
Східно-Сибірська	-	1
Полтава-Південна	1	3
Приколотне	1	-
Лозова	2	-
Сахновщина	-	1
Власівка	-	4
Шевченкове-Південне	4	8
Індустріальна	1	-
Смородино	18	25
Савинці	10	6
Шебелинка	27	23
Водолага	-	22
Люботин	1	1
Куп'янськ-Сортувальний	2	7
Кременчук	19	-
Лебединська	1	2
Ізюм	1	-
Кварцевий	1	2
Сироватка	-	1
Суми	3	2
Низи	5	-
Ахтирка	1	-
Білий-Колодязь	3	-
Супрунівка	1	-

Продовження таблиці 2.2

1	2	3
Власівка	1	-
Гусинка	1	-
Лихачова	-	2
Рогань	-	1
Скороходове	1	-
Закомельська	5	2
Гоголево	-	2
Старовірівка	1	2
Курилівка	-	1
Тернове	5	1
Лиман	-	1
Есхар	2	1
Чугуїв	2	2
Балаклія	-	1
Куземівка	1	-
Редути	1	-
Баси	4	-
Занки	1	-
Білопілья	2	-
Торопилівка	3	-
Ордівка	-	1
Золочів	1	-
Вовчанськ	2	1
Вири	1	-
Заоскілля	-	1
Нова Баварія	-	2
Всього	375	325

Помісячна динаміка виявлених вагонів з комерційними браками на ПКО станції Основа за 2016 - 2017 роки наведена на рис.2.1 вона засвідчує тенденцію підвищення показника у 2017 році у порівнянні з минулим роком. Основним фактором цього є підвищення обсягів перевезень.

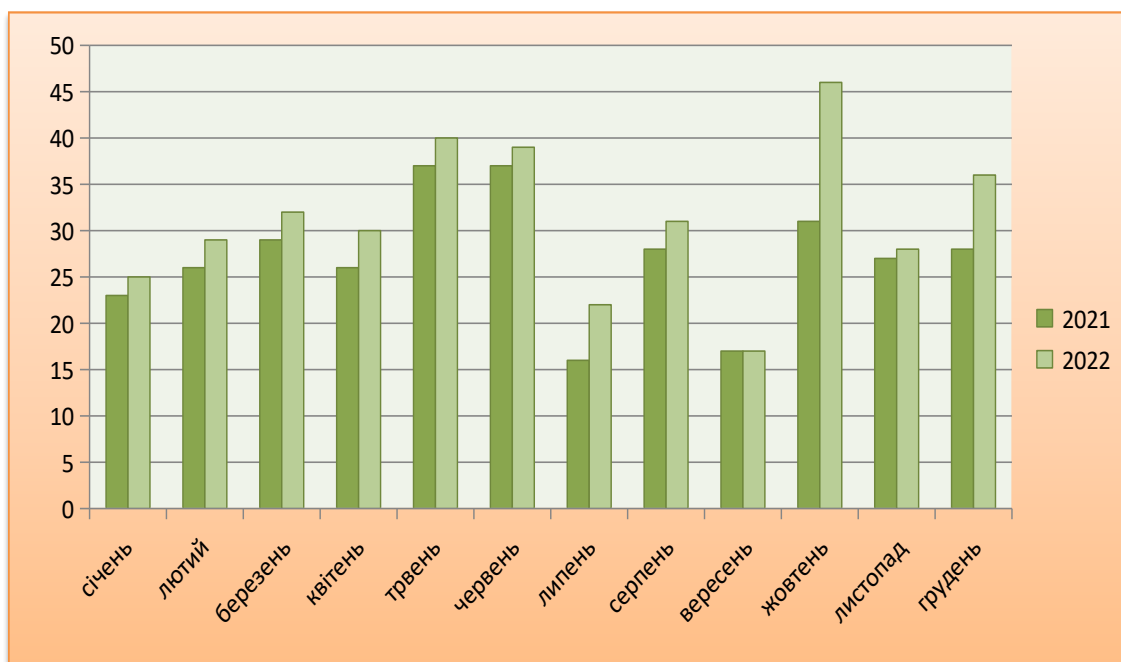


Рисунок 2.1 – Динаміка вагонів з комерційними браками на ПКО на станції Основа за 2021 – 2022 роки

У процесі комерційного огляду виявляються комерційні несправності, пов'язані з безпекою руху поїздів, схоронністю перевезених вантажів. Комерційні несправності, як правило, усуваються без відчеплення від поїзда, а саме: послаблення ув'язок, якими закріплений вантаж, відсутність або поломка коротких стояків бортів платформ, відкриті борти навантажених платформ, якщо це не передбачено Технічними умовами, відсутність, злам або послаблення упорних, розпірних брусків, клинів та інше. Але ж трапляються випадки, які потребують відчеплення вагонів. До них відносять:

- відсутність запірно-пломбувального пристрою (ЗПП);
- невідповідність ЗПП;
- поглиблення сипучих вантажів;
- змішення штабелю вантажів та ін.

Помісячна динаміка відчеплення вагонів з комерційними браками на ПКО станції Основа за 2021 – 2022 роки наведена на рис. 2.2.

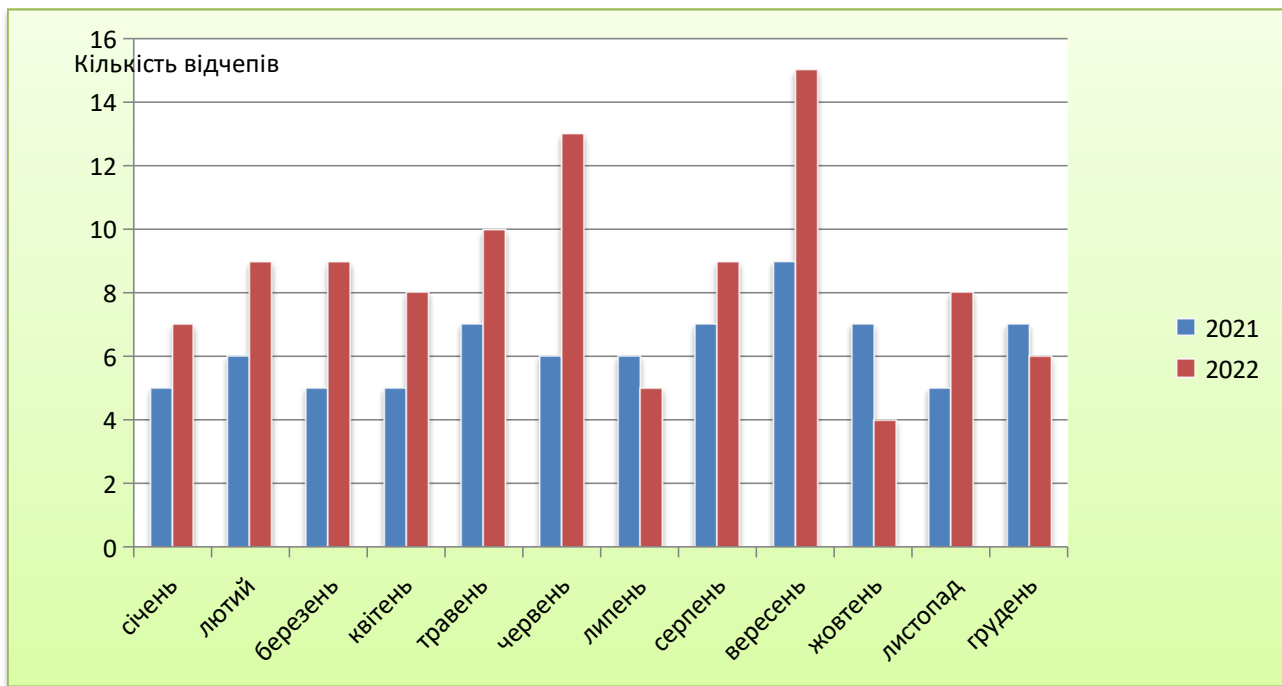


Рисунок 2.2 – Динаміка відчеплення вагонів з комерційними браками на ПКО станції Основа за 2021 – 2022 роки

За 12 місяців 2021 року складено 51 комерційний акт, в Червонозаводському відділенню Комінтернівського відділення поліції (м. Харкова) ГУ нац. поліції направлено 45 комерційних актів, за 12 місяців 2016 року складено 22 комерційний акт, в Червонозаводському відділенню Комінтернівського відділення поліції (м. Харкова) ГУ нац. поліції направлено 15 комерційних актів.

За 12 місяців 202 року станції Основа претензії не збереженим перевезенням не виявилось, а за 2020 рік пред'явлено 2 претензії по не збереженим перевезенням на загальну суму 67 тис. грн. Також за цей перед на станції Основа не зареєстровано випадків аварійної ситуації, розкрадання працівниками ПКО, випадків травматизму на виробництві.

Помісячний аналіз кількості складених актів загальної форми на вагони з комерційними несправностями не виявив стабільних сезонних коливань. На рис. 2.3 подано поквартальну кількість актів загальної форми, аналіз якої засвідчує зростання кількості складених актів.

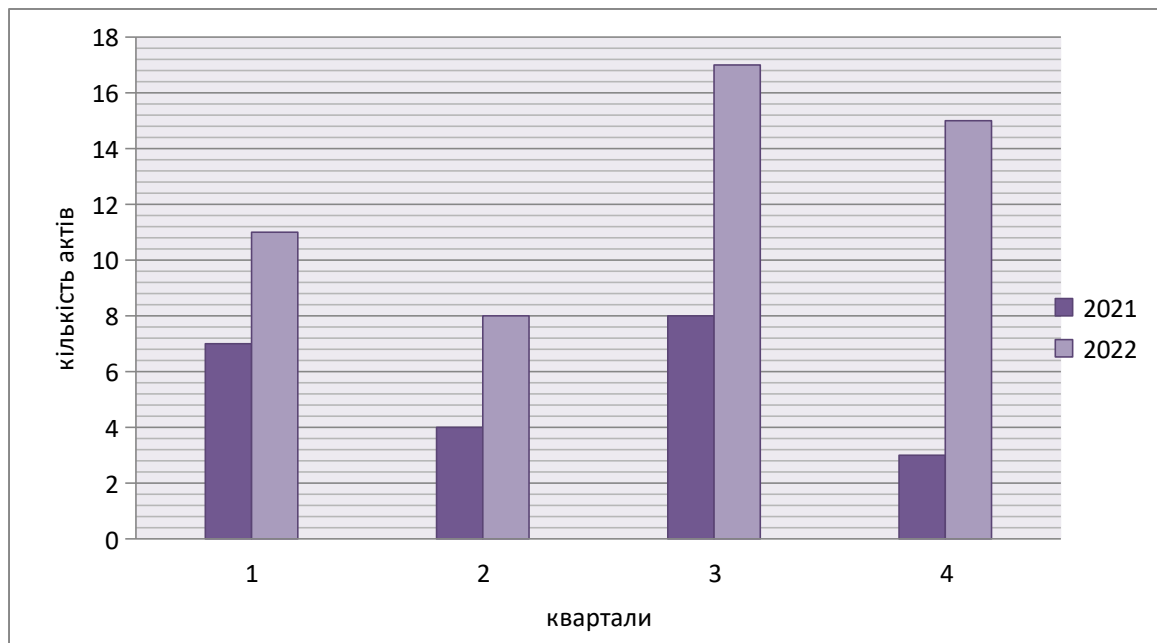


Рисунок 2.3 – Динаміка кількості актів загальної форми на вагони з комерційними несправностями, складених по станції Основа

Всі випадки пропуску вагонів з комерційними несправностями розслідуються, проводиться оперативна рада, до винних застосовуються адміністративний і матеріальний вплив. Результати аналізу комерційних несправностей за видами рухомого складу та у напіввагонів наведено на рис.2.4 і 2.5.

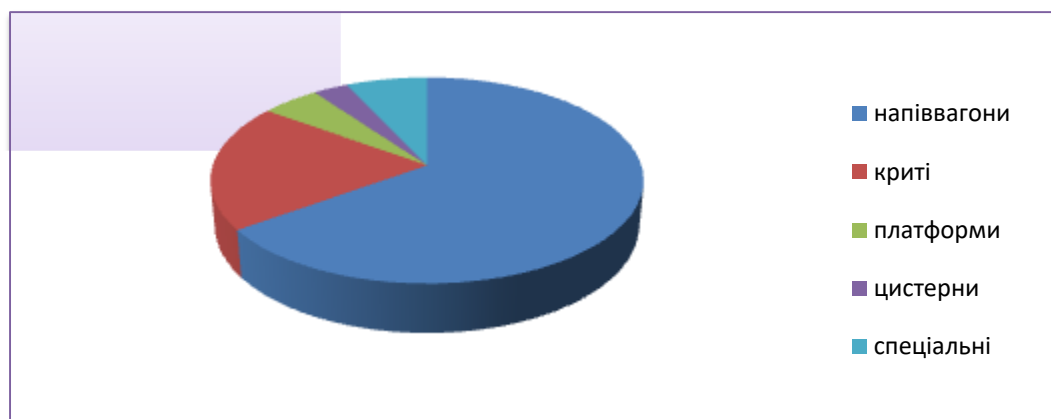


Рисунок 2.4 – Діаграма комерційних браків за родом рухомого складу



Рисунок 2.5 – Діаграма комерційних браків у напіввагонах

За пропуск вагонів з комерційними несправностями приймальників поїздів лишають преміальній доплати за підсумок роботи за місяць. Кількість пропущених вагонів з комерційними несправностями наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Кількість пропущених вагонів з комерційними несправностями по станції Основа за 2017 рік

Станція відправлення	Пропущено всього	
	Вагонів	Вагонів
	2022	2021
Полтава	1	6
Кременчук	17	2
Смородино	26	20
Куп'янськ-Сортувальний	1	4
Донецька	73	72
Гребінка	-	2
Всього	118	106

Помісячна динаміка пропущених вагонів з комерційними несправностями станції Основа за 2021 - 2022 роки наведена на рис.2.6.

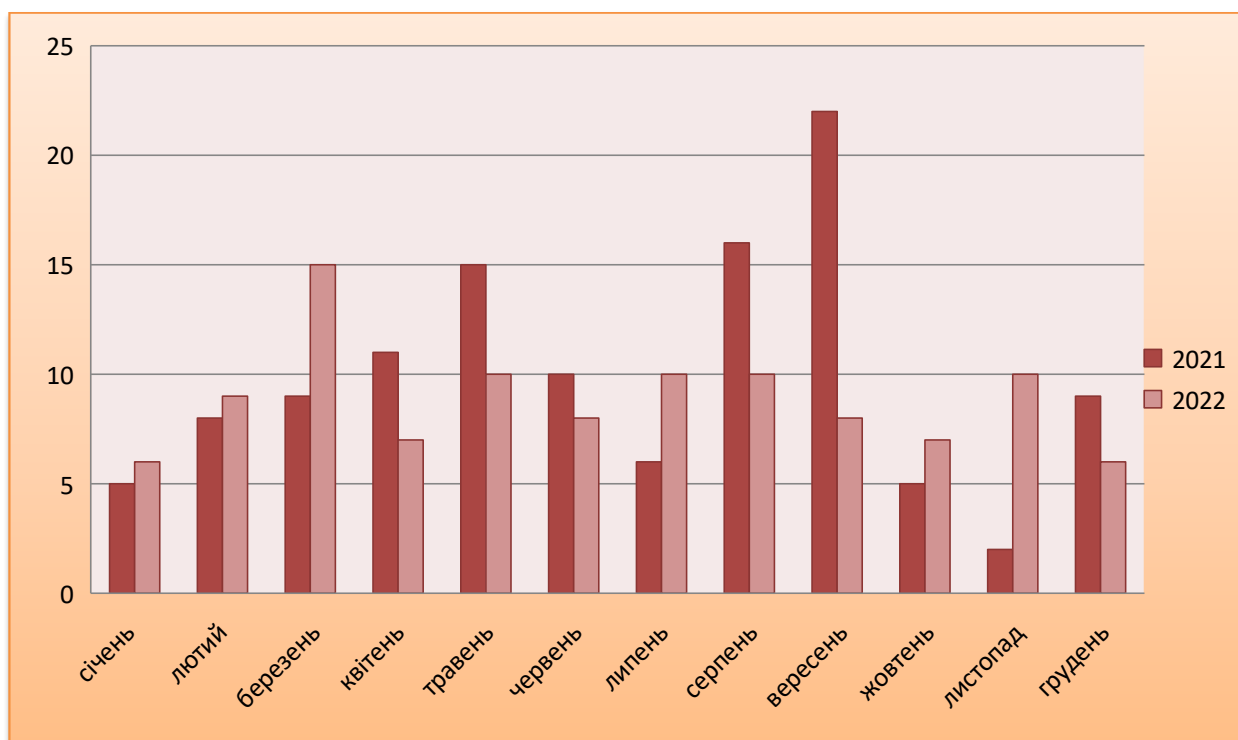


Рисунок 2.6 – Динаміка пропущених вагонів з комерційними несправностями станції Основа за 2021 - 2022 роки

За 12 місяців 2022 року у вантажному цеху позбавлені 100% трьох приймальників поїздів преміальних виплат, 50% шістьох приймальників поїздів, п'ятьох комерційних агентів.

За 12 місяців 2021 року притягнута до дисциплінарній відповідальності один приймальник поїздів, позбавлені 100% преміальних витрат сім приймальників поїздів, позбавлені 50% преміальних виплат один приймальник поїздів, один комерційний агент [24].

2.4 Особливості технології роботи сортувальної станції Основа

На робочих місцях приймальників поїздів ПКО станції і на 4-му посту впроваджена автоматизована система контролю за вантажем і цілісністю залізничних вагонів у русі (АСК ЦВР), АРМ ПРО-Є, АРМ ЗВ (додаток Б,В).

АСК ЦВР призначена для автоматизації процесу комерційного огляду поїздів і виконує наступні функції:

- прийом, відображення, запис і аналіз інформації про події;
- введення бази даних про подію і статистична обробка інформації;
- розпізнавання номерів вагонів в автоматизованому режимі при проходженні состава;
- формування у вигляді стоп-кадрів і відео роликів архіву проходження вагона або всього состава, фіксування зображень вагонів без розпізнавання номерів;
- підрахунок кількості вагонів в составі;
- автоматизоване звірення номерів вагонів з даними натурних листів;
- комерційний огляд зовнішнього стану вагона і вантажу за допомогою додаткових телекамер [5].
- автоматизація процесу комерційного огляду вагонів, поліпшення умов праці працівників залізничного транспорту;
- скорочення часу на комерційний огляд вагонів вантажного поїзда;
- підвищення якості комерційного огляду вагонів;
- оперативне виявлення та фіксування випадків незбереження перевезення вантажів, порушень технічних умов навантаження, наявності залишків вантажів та кріплення;
- забезпечення інформацією відповідних служб при розслідуванні випадків незбереження перевезення вантажів, виявлення порушень та несправностей, що загрожують безпеці руху.

Основні завдання, які повинні вирішуватись системою:

- відеоспостереження за станом, габаритом, положенням, пакуванням вантажу на відкритому рухомому складі, а також за наявністю залишків вантажів та кріплення;
- візуальне виявлення на відеозображенні несправностей, що загрожують безпеці руху та схоронності вантажів, що перевозяться;
- вхідний та вихідний інформаційний обмін з впровадженими інформаційними системами Укрзалізниці;
- стан дахів, верхніх і бічних люків вагонів, пробоїни і проруби в контейнерах, рівномірність вантаження, пошкодження вантажу або упаковки вантажу в піввагонах або на платформах, заділи і проломи в стінах вагонів полягання (відкрито, закрито) торцевих дверей в піввагонах і критих порожніх вагонах, не прилягання розвантажувальних люків в піввагонах і цистернах, наявність сторонніх предметів, вантажу або деталей вагонів, що виходять за габарит вантаження, справність вантаження платформ (справність стягувань, розтяжок, наполегливих і розпорів брусків, зрушення вантажу);
- контролю габаритів вантажів, занурених на пересувний склад, в процесі їх руху;
- цілісністю залізничних вагонів у русі;
- забезпечується можливість візуальної оцінки стану люків цистерн на предмет наявності пломб;
- перевірки правильності розміщення і кріплення вантажу на відкритому рухливому складі, наявність залишків вантажу, реквізитів кріплення [3].

2.5 Обробка составів в умовах функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі

У зв'язку з інтенсивним надходженням в кутовому потоці в Південну систему вагонів призначенням Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла поїзда

призначенням Харків-Сортувальний та станцій Харківського вузла відправляються з 2-4, 15, 16 колії Південного парку відправлення.

Вантажне господарство складається з відкритої вантажної високої платформи (Пакгауз), групи під'їзних колій, механізованого пункту усунення комерційних несправностей, ПКО, товарної контори, автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі, статичних вагонних ваг, тензометричних статичних вагонних ваг, та тензометричних динамічних вагонних ваг.

Вагонопотік, що надходить у переробку на станцію, надходить у Північний приймальний і Зміївський парки.

По I та II головних коліях на 252 км ПК7 розташована система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі. Система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі призначена для автоматизованої відеозйомки вагонів і вантажу у русі і розпізнавання номерів залізничних вагонів, що надходять в поїздах з напрямків Красний Лиман і Куп'янськ. При безпосередньому проходженні поїзда зі швидкістю до 40 км/год (згідно з Інструкцією з експлуатації системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі на станції Основа) через систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі з різних положень відеозйомки можна спостерігати за станом навантаження і кріплення вантажів у вагонах, наявність ЗПП, а також наявність залишків раніше перевезених вантажів на відкритому рухомому складі.

По прибуттю на станцію Основа транзитного поїзда, що слідує на пряму нитку графіка руху поїздів з гарантійною дільницею технічного обслуговування вагонів Куп'янськ – Полтава, вагою до 6000 т або понад 6000 т в технічному відношенні не оглядається. В комерційному відношенні поїзд оглядається за допомогою системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі, що розташоване по I та II головних коліях на 252 км ПК7. Поїзд вага якого складає понад 6000 т приводиться до вагової норми з відчепленням групи вагонів на станції.

При отриманні повідомлення про вихід поїзді, що слідує на пряму нитку графіка руху поїздів з напрямку Куп'янськ на дільницю Основа – Люботин вагою понад 6000 т, з сусідньої станції ДСП-2 ЕЦ-1 вживає заходів для забезпечення безперешкодного приймання поїзда.

Поїзди, які прибувають у переробку із напрямків Красний Лиман і Куп'янськ пропускаються по II головній колії зі зважуванням на тензометричних вагонних вагах ВТВ-25ДР-1т, що розташовані на 252 км ПК5. Також на I та II головних коліях 252км ПК7 розташована система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі

У випадку неможливості пропуску, через поїзну ситуацію, поїзда по II головній колії такі поїзди пропускаються без зважування по варіантному маршруту, не допускаючи затримки поїзда. У разі проходження поїзда по варіантному маршруту, номер цього поїзда ДСП-4 ЕЦ-2 доповідає диспетчеру станційному та приймальнику поїздів 5 розряду по прямому зв'язку[5].

2.6 Організація роботи приймальників поїздів за допомогою автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі

Система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі розташована на I та II головних коліях 252 км ПК7.

Система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі призначена для автоматизованої відеозйомки вагонів і вантажу у русі і розпізнавання номерів залізничних вагонів, що надходять в поїздах з напрямків Красний Лиман і Куп'янськ-Сортувальний.

Автоматизована система контролю за вантажем і цілісністю залізничних вагонів у русі служить для автоматизації процесу комерційного огляду поїздів та виконує наступні функції:

- приймання, відображення, запис та аналіз інформації про події, що фіксують камери;
- ведення баз даних про події та статична обробка інформації;
- розпізнавання номерів вагонів в автоматизованому режимі при проходженні состава;
- формування у вигляді стоп-кадрів та відеороликів архіву проходження вагону або всього состава, фіксація зображень вагонів без розпізнаного номера;
- автоматизована звірка номерів вагонів з даними ТГНЛ;
- розрахунок всієї кількості вагонів у составі;
- комерційний огляд зовнішнього стану вагона та вантажу за допомогою додаткових телекамер.

Протоколи відеозаписів поїздів, що надходять з напрямків Красний Лиман і Куп'янськ-Сортувальний, заносяться у графу «На Основу» з зазначенням дати та часу запису. Протоколи відеозаписів поїздів, що відправляються зі станції Основа на напрямки Красний Лиман і Куп'янськ-Сортувальний, заносяться у графу «З Основи» з зазначенням дати і часу запису.

При безпосередньому проходженні поїзда зі швидкістю до 40 км/год через систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі приймальник поїздів на екрані монітора з різних положень відеозйомки може спостерігати за станом розміщення і кріплення вантажів у вагонах, наявністю ЗПП, а також наявністю залишків раніше перевезених вантажів на відкритому рухомому складі.

Під час спостереження за поїздом, що проходить систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі, при виявленні вагонів з комерційними несправностями приймальник поїздів має можливість робити мітки за допомогою натискання кнопки «Мітка». Встановлена мітка відобразиться у вигляді відповідного значка. Приймальник поїздів поста відеоспостереження має можливість повернутися в запрошений інтервал часу відеозапису, коли була встановлена мітка, і ретельно переглянути момент, що зацікавив. Після проходження поїзда приймальник поїздів проводить обробку запису проходження поїзда та вагонів в складі цього поїзда [25].

Поїзд, що прибув автоматично розпізнаний системою, але ще не був оброблений, позначається жовтогарячим кольором і має текстове нагадування про дату проходження і кількість вагонів.

Записи про розпізнані вагони позначаються чорним кольором, частково розпізнані – червоним, а зовсім не розпізнані – зеленим, і замість цифр номери позначаються рядом зірок.

Приймальник поїздів поста відеоспостереження повинен перевірити кожен нерозпізнаний вагон за допомогою порівняння списку номерів вагонів з ТГНЛ або переходу до відеоархіву і пошуку таких вагонів, і вручну від корегувати номер натискаючи кнопку «Ручне введення». На місці обробленого вагону відображається поле для введення. Приймальник поїздів переміщає курсор на поле і за допомогою клавіатури вводить правильний номер вагона. Підтверджує набране ще одним натисканням на кнопку «Ручне введення». Об'єкт вагон прийме вид розпізнаного вагону (чорного кольору).

Якщо в складі поїзда є локомотив, його необхідно позначити за допомогою кнопки «Локомотив», при цьому запис про вагон змінюється на назву «Локомотив» і забарвлюється у сірий колір. Нумерація номерів вагонів при цьому зміщується автоматично.

Для збереження всіх змін в складі поїзда потрібно ввести його номер. Приймальник поїздів поста відеоспостереження запитує у ДСП-4 ЕЦ-2 номер та індекс поїзда і робить присвоєння, що і буде ідентифікувати поїзд у протоколі системи. Коригування номера поїзда здійснюється аналогічно введенню номера вагона. Зміни про відкориговані номери вагонів у списку зберігаються тільки після введення номера цього поїзда.

Поїзд з привласненим індексом вважається обробленим і забарвлюється в чорний колір (по спливаючій підказці можна довідатися дату і час його коригування).

У разі виявлення комерційних несправностей (порушення правил розміщення вантажу, розладнання кріплення, висипання вантажу тощо), приймальник поїздів поста відеоспостереження робить відмітку в протоколі проходження поїзда

автоматизованої системи контролю за вантажем та цілісністю залізничних вагонів у русі (АСК ЦВР), при необхідності проглядає відеозапис. Аналіз роботи системи відеоспостереження на ПКО станції Основа за 12 місяців 2016 – 2017 років наведено в таблиці 2.4. та рисунку 2.7.

Таблиця 2.4 – Аналіз роботи системи відеоспостереження за 2021 – 2022 років

	2021	2022
Кількість оглянутих:		
Поїздів	9826	7922
Вагонів	541439	445804
Кількість не оглянутих:		
поїздів	175	106
Вагонів	9626	6008
Кількість виявлених комерційних несправностей за допомогою відеоспостереження, які не може виявити людина, вагонів	172	103
порушення цілісності упаковки і несправність реквізитів кріплення вантажів, що перевозяться на відкритому рухомому складі	56	59
нерівномірність навантаження насипних вантажів	69	36
переривається маркування на вантажі (небезпечні вантажі)	2	0
не очищені від раніше перевезеного вантажу для порожніх напіввагонів	45	8



Рисунок 2.7 – Кількість виявлених комерційних несправностей за допомогою відеоспостереження, що не може виявити людина вагонів за 2021 – 2022 роки

Приймальник поїздів поста відеоспостереження після обробки поїзда по телефону передає дані на виявлені вагони з комерційними несправностями приймальнику поїздів 5 розряду, який дає завдання приймальнику поїздів, що буде виконувати комерційний огляд составу. При цьому оформляються всі належні документи згідно з Правилами комерційного огляду поїздів і вагонів.

Відеосигнал із серверів поста відеоспостереження надходить на комп'ютер, установлений на робочому місці приймальника поїздів 5 розряду у приміщенні ПКО.

Приймальник 5 розряду також має можливість переглянути відеозйомку поїзда, що прослідував через пост відеоспостереження.

Рішення про відчеплення вагона для усунення комерційних несправностей може прийматися як на підставі даних відео зйомки на посту відеоспостереження, чи керуючись протоколом зважування поїзда на тензометричних динамічних вагах, так і після огляду вагону (вантажу) приймальником поїздів в парку приймання поїзда. Рішення в денний час (з 8-00 до 20-00) приймає бригадир ПКО, в нічний час (з 20-00 до 8-00) або при відсутності бригадира ПКО – приймальник 5 розряду.

Оперативні відеоматеріали по всіх вагонах, що пройшли через термінал відео контролю, приймальником поїздів поста відео спостереження в кінці зміни переносяться на носій інформації (флеш-накопичувач) для оперативного архівного зберігання та в перших числах місяця наступного за звітним передаються бригадиру ПКО для подальшого архівування в ПЕОМ, встановленому на робочому місці бригадира ПКО.

Відеоінформація по виявлених системою відео спостереження вагонах з комерційними несправностями зберігаються в електронному вигляді в ПЕОМ бригадира ПКО протягом року.

У разі отримання оперативних повідомлень з інших станцій щодо виявлення комерційних несправностей у вагонах, що пройшли через термінал відео контролю

без зауважень, відеоінформація на ці вагони переводиться з оперативного зберігання в довготривале.

По всіх комерційних несправностях, що підлягають обліку і заносяться до звіту форми КНО-5, створюється окремий архів відеоінформації. Доступ до цієї інформації має бригадир ПКО та приймальник поїздів 5 розряду.

За зверненням працівників ПАТ «Укрзалізниця» надаються відеоматеріали для вирішення спірних питань протягом трьох діб з моменту надходження заявки.

У разі несправностей АСК ЦВР приймальник поїздів поста відеоспостереження робить відповідний запис у Журналі обліку недоліків в роботі відеоспостереження та повідомляє приймальника поїздів 5 розряду, бригадира ПКО, заступника начальника станції з вантажної та комерційної роботи, диспетчера ШЧ-5 та СВЦ станції Основа, яка несправність і коли виявлена. Після усунення несправності в системі відеоспостереження приймальник поїздів поста відеоспостереження зобов'язаний перевірити стан та працездатність систем. При проведенні планових ремонтних робіт працівники, які будуть проводити роботи, повинні надати начальнику станції та причетним службам письмову заявку, де вказують дату, час види ремонтів та місце проведення робіт [6].

2.7 Удосконалення сортувальної станції Основа шляхом впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом

Для зниження кількості комерційних несправностей пропонується: встановити автоматизовану систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі з напрямку Новожанове по прибуттю біля маневрового світлофору м 11 на станції Основа. Це покращить усі показники діяльності роботи напрямку у цілому, дозволить своєчасно виявляти комерційні несправності, зокрема з ознаками крадіжок, підвищить безпеку руху поїздів та особисту безпеку працівників ПКО.

Так як з цього напрямку проходить близько 80 % вагонопотоку станції Основа. Кількість вагонопотоку за 2021 рік по прибуттю з Новожанове на станцію Основа наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Кількість вагонопотоку за 2021 рік

Код станції	Станція відправлення	Кількість вагонів за 2021 рік
4410	Куряж	5256
4411	Мерефа	3806
4326	Золочів	991
4307	Коробочкіно	1929
4407	Рогань	3598
4405	Харків-Балашовський	11732
4499	Харьков-Ліски	1825
4300	Купянськ-Сортувальний	74356
4400	Харків-Сортувальний	9490
5400	НДУ	15695
4600	Запоріжжя-Ліве	12097
4250	Кременчук	59599
3200	Дарниця	5840
4111	Чорноліська	5893
4460	Тростянець-Сморозине	5110
4487	Полтава-Південна	55637
4301	Куп'янськ-Вузловий	1929
4304	Старовірівка	2555
4456	Баси	10116
4310	Тернова	1669
4319	Заоскілля	2764
4403	Харків-Вантажний	3911
4406	Індустріальна	12358
4255	Потоки	4328
4283	Гребінка	2868
4400	Знам'янка	5893
4308	Чугуїв	522
4409	Залютине	365
4175	Жовтнева	6101
4334	Білий Колодязь	2816
4536	Синельникове І	313
4564	Верхівцеве	2973
Всього		334335

Враховуючи дані вагонопотоку по прибуттю зі напрямку Новожанове на станцію Основа буде доцільним впровадження відеоспостереження. При безпосередньому проходженні поїзда зі швидкістю до 40 км/год через систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі з різних положень відеозйомки можна спостерігати за станом навантаження і кріплення вантажів у вагонах, наявність ЗПП, а також наявність залишків раніше перевезених вантажів на відкритому рухомому складі.

3 Пропозиції з удосконалення технології проведення комерційного огляду вагонів

3.1 Математичне моделювання технології обробки поїздів в умовах функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі

У сучасних умовах, що характеризуються загальною тенденцією зростання обсягів вантажних перевезень взагалі, при наявності їх значних коливань, змінами структури і напрямку транспортних потоків, особливо актуальним стає покращення технології обробки поїздів за умов функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем [34].

Для обґрунтування запровадження системи відеоспостереження слід розробити імітаційну модель, що дозволить отримати достовірну інформацію про роботу за новою технологією при функціонуванні системи огляду рухомого складу у русі.

Математичне моделювання процесів обробки составів дозволяє сформулювати цільову функцію основних параметрів функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом і вантажем у русі.

Основні причини простоїв вагонів, як по прибуттю так і по відправленню, що є найбільш характерними в роботі для станції Основа:

- 1) простої, пов'язані з очікуванням початку технологічних операцій на станції;
- 2) простій поїзних локомотивів;
- 3) додаткові маневрові пересування;
- 4) нераціональний розподіл маневрових локомотивів;
- 5) проблема отримання достовірного прогнозу моментів готовності вантажних поїздів до відправлення на станціях;
- 6) необхідність збільшення часу для технічного огляду состава;

- 7) незаплановані ремонти рухомого складу на момент необхідності відправлення готового составу, з причини несвоєчасного виявлення браку вагонів;
- 8) збільшення часу оформлення документів (акти загальної форми ГУ – 23, комерційні акти форми ГУ – 22, акти про технічний стан вагону форми ГУ - 106).

Аналізуючи основні параметри перевізного процесу важливим є максимізації прибутковості та мінімізація виробничих ресурсів при впровадженні системи відеоспостереження.

Встановлено, що на безперебійне функціонування роботи станції впливає обробка составів та робота бригад ПТО. У багатьох випадках середній час обробки составу перевищує нормативи часу, що передбачені за технологічним процесом. Статистичний аналіз показав, що велика кількість затримок составів відбувається із-за недосконалої технології роботи, а саме при комерційній обробці поїздопотоків. У зв'язку з цим пропонується формалізувати технологію комерційної обробки вагонів. Для цього необхідно розглянути операції з обробки рухомого складу в порядку їх здійснення до запропонованих удосконалень та після впровадження [35].

Технологія роботи описана в таблиці 3.1 та наведена на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 – Перелік технологічних операцій обробки поїздів на станції

Основа

Код етапу обробки	Найменування операцій
T1	Одержання від ДНЦ повідомлення про номер, час прибуття та призначення поїзду.
T2	Повідомлення робітників ПТО, ПКО про приймання поїзду.
T3	Вихід на колію приймання працівників ПТО, ПКО.
T4	Списування складу поїзду на ходу.
T5	Закріплення складу поїзда гальмовими башмаками, відчеплення локомотиву. Огородження колії
T6	Технічний огляд складу поїзда, ремонт і усунення недоліків.

Продовження таблиці 3.1

T7	Комерційний огляд складу поїзда, ремонт і усунення недоліків.
T8	Перевірка перевізних документів, штемпелювання, конвертування. Коригування сортувального листа.
T9	Одержання інформації про вагони з комерційними несправностями
T10	Зняття огороження з колії. Причеплення поїзного локомотива, вилучення гальмових башмаків. Повне випробування автоматичних гальм.
T11	Вручення пакету перевізних документів, попередження машиністу. локомотива.

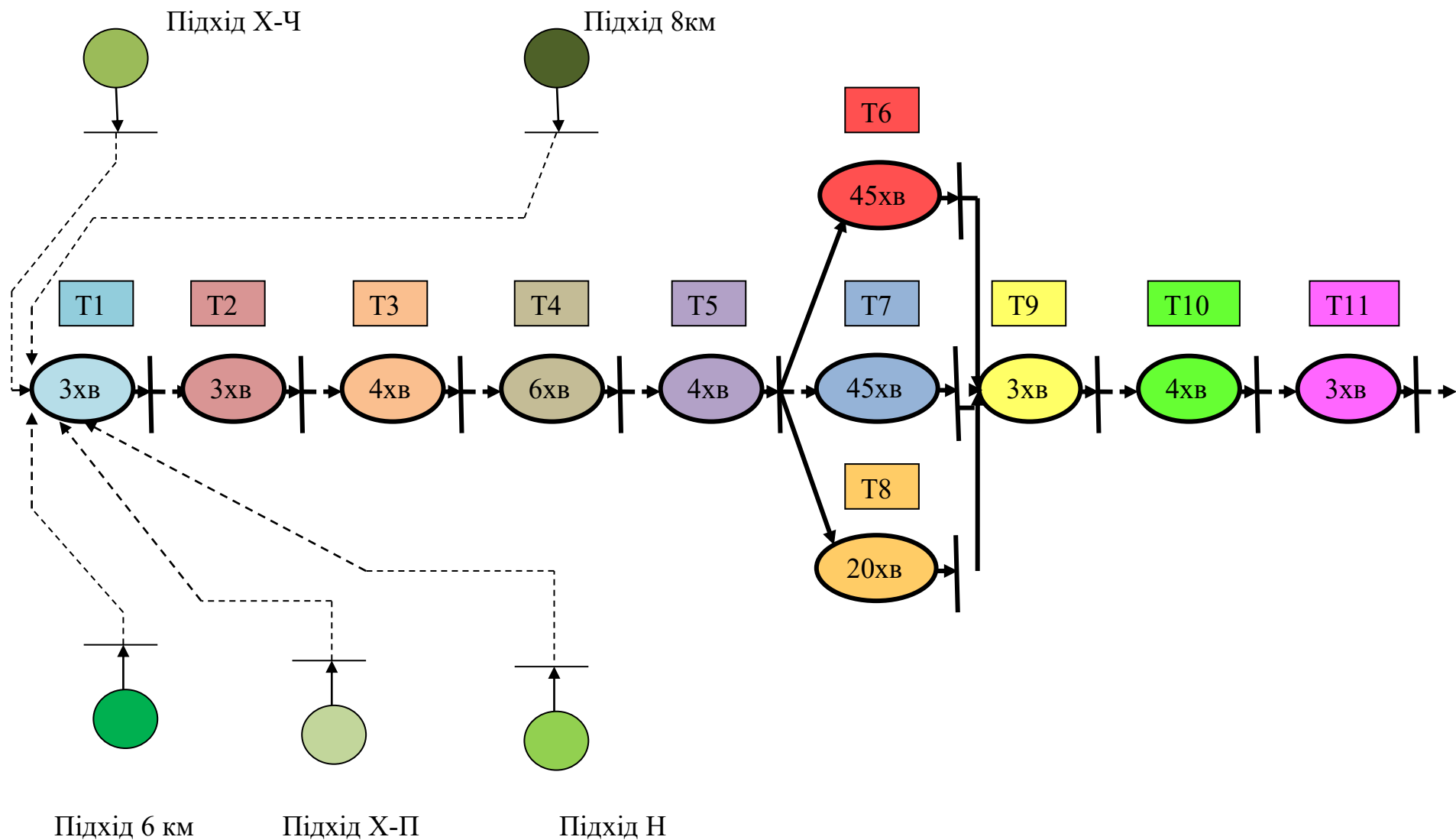


Рисунок 3.1 – Мікрорівнева модель комерційної обробки рухомого складу на станції до удосконалення

Після формалізації функціонування системи огляду рухомого складу виявлено непродуктивні простої вагонів, зайва маневрова робота, що тягне за собою витрати ресурсів всіх видів [36, 37].

Формалізований опис переваг та наслідків технології роботи пунктів комерційного огляду наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Переваги функціонування автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі

Переваги автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі	Зменшення витрат ресурсів
1	2
1 Зменшення часу роботи прийомоздавальника.	Зменшення простою вагонів.
2 Зменшення штату працівників.	Зменшення фонду оплати праці.
3 Прискорення оформлення документів (акти загальної форми ГУ – 23, комерційні акти форми ГУ – 22, акти про технічний стан вагону форми ГУ - 106).	Зменшення час знаходження вагонів на станції, прискорення обробки документообіг.
4 Виключення випадків подальшого слідування вагону з браком. Виключення додаткових маневрових операцій (враховуючи, що наступний огляд буде тільки по відправленню поїзда).	Зменшення помилок (людський фактор), простоїв вагонів на станції.
5 Зменшення маневрової роботи.	Затримка локомотивів, що задіяні для маневрів по відчепленню (перестановки) вагонів з комерційними браками.
6 Прискорення комерційної обробки поїзда взагалі.	Зменшення простою поїзних локомотивів.
7 Отримання інформації про несправність вагону (корисно для оглядачів вагонів), що стежить за технічним станом вагону.	Виключення простою по технічному браку та втрату вантажу.

Продовження таблиці 3.2

1	2
8 Відстеження комерційного браку, що не може виявити приймальник поїздів, а саме: - неочищені порожні напіввагони; - нерівномірність навантаження; - нестача вантажу; - пошкодження кріплення або вантажу.	Зменшення простою вагонів, виключення додаткових маневрових операцій.

Для отримання результатів впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі розроблено мікрорівневу модель з урахуванням заходів з удосконалення, що наведено на рисунку 3.2.

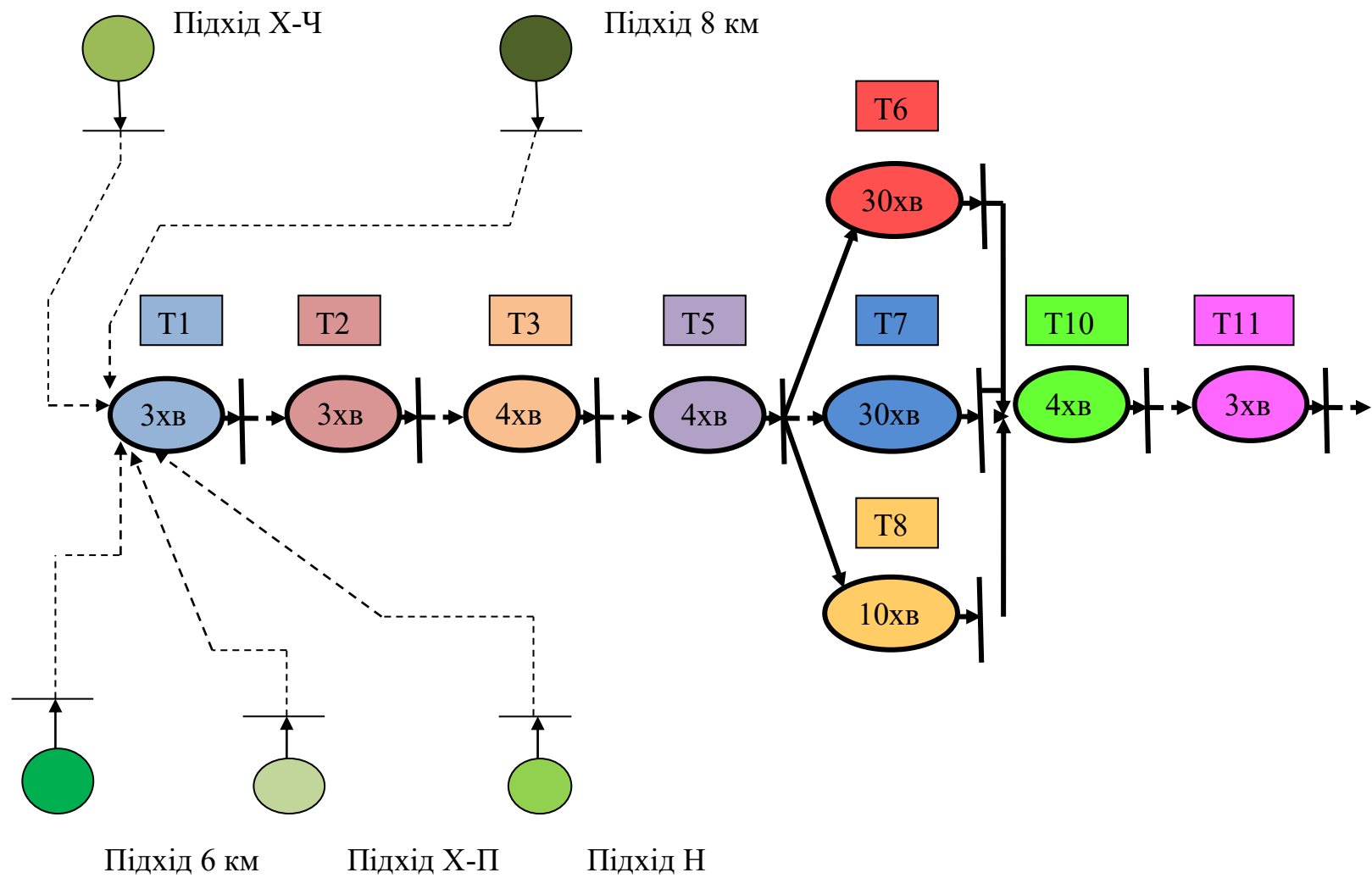


Рисунок 3.2 – Мікрорівнева модель комерційної обробки поїздів на станції після удосконалення

3.2 Моделювання комерційної роботи на залізничній станції

Однією з головних проблем комерційної роботи є великі витрати часу на обробку рухомого складу. Не виключена і ймовірність помилок при огляді, що збільшує час роботи ПКО.

З огляду на мету реалізації оперативного регулювання комерційної роботи та удосконалення технології комерційного огляду рухомого складу можливі варіанти розв'язання задачі залежать від трьох основних параметрів технологічного процесу в русі виявлених комерційних браків ПКО – очікуваних темпів зміни вагонопотоку ΔA , отриманих за прогнозом вагонопотік, що проходить комерційний огляд, коефіцієнта використання трудових ресурсів α щодо обробки рухомого складу на момент розрахунку та достатнього часу на реалізацію оперативного регулювання $t_{об.м}$ в умовах обмеження за розкладом руху.

Перший параметр нечіткої моделі є навантаженням на об'єкт ідентифікації (ПКО) та визначається як рівень зміни вагонопотоку, що проходить комерційний огляд в певний період доби відносно прогнозування ΔA , од.:

$$\Delta A = \sum_{n=1}^p A_{pj}^{K(H)} - \sum_{n=1}^m A_{mj}^{K(H)}, \quad (3.1)$$

де $\sum_{n=1}^p A_{pj}^{K(H)}$ - прогноз вагонів, перенесений на вагонопотік, що проходить комерційний огляд у ПКО, од.;

$\sum_{n=1}^m A_{mj}^{K(H)}$ - кількість вагонів, що треба оглянути у певний період часу, од.

Другий параметр визначає рівень навантаження працівників ПКО відносно загального комерційного огляду рухомого складу та представлений через коефіцієнт використання α :

$$\alpha = \frac{\alpha_H}{\alpha_p \cdot X}, \quad (3.2)$$

де α_H - наявна кількість працівників з обробки рухомого складу ПКО, осіб;
 α_p - ефективна кількість працівників з обробки рухомого складу ПКО, осіб;
 X - кількість комерційних браків.

Умовою ефективної роботи комерційного огляду є оптимальний рівень навантаження на працівників з обробки рухомого складу ПКО α_{opt} , що повинен задовольняти умові

$$\alpha_{min} \leq \alpha_{opt} \leq \alpha_{max}, \quad (3.3)$$

де α_{min} - середнє значення мінімально припустимого рівня навантаження на одну особу;

α_{max} - середнє значення максимально припустимого рівня навантаження на одну особу.

Третій параметр характеризує наявність можливості реалізації оперативного регулювання, що відображає достатність часу працівників ПКО для обробки рухомого складу

$$\begin{cases} t_{обм} = T_j - t_i, \\ t_{обм} \geq T_j, \end{cases} \quad (3.4)$$

де $t_{обм}$ - час роботи працівників з обробки рухомого складу ПКО;

T_j - час обробку вагонопотоку.

Отже, запропонована модель може розглядатися як система з трьома входами $X(\Delta A, \alpha, t_{обм})$ та одним дискретним виходом $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$, де $k = \overline{1, N}$, що відповідають одному з рівнів прийняття рішень.

Таким чином, задача розроблення відповідних рішень для оперативного

регулювання композиції полягає у виконанні відображення

$$X(\Delta A, \alpha, t_{обм}) \rightarrow D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}, \quad (3.5)$$

де d_1 - збільшення вагонопотоку;

d_2 - зменшення вагонопотоку;

d_3 - не виконувати оперативного регулювання;

d_4 - призначити додаткового працівника з обробки рухомого складу ПКО;

d_5 - вивільнити працівника з обробки рухомого складу ПКО;

d_6 - призначити іншого працівника і відмінити провадження по комерційному огляду рухомого складу;

d_7 - відмінити іншого працівника і призначити провадження по комерційному огляду рухомого складу.

Даний підхід розроблення моделі дозволяє описати вхідні параметри $x_i (i = \overline{1, n})$ відповідними нечіткими лінгвістичними змінними (ЛЗ), які являють собою кортеж такого вигляду: $\langle N_i, T_i, X_i \rangle$, де N_i - назва ЛЗ; T_i - терм-множина ЛЗ N_i або множина її значень (термін), кожний з яких являє собою найменування окремої нечіткої змінної $\alpha_j^i (j = \overline{1, m})$, що визначена у вигляді кортежу $\langle \alpha_j^i, X_i, \tilde{A}_j^i \rangle$, в якому нечітка підмножина $\tilde{A}_j^i$ базової множини X_i описує можливі значення, котрих може набувати нечітка змінна α_j^i .

$$\tilde{A}_j^i = \left\langle x, \mu_{\tilde{A}_j^i}(x) | X_i \right\rangle \quad (3.6)$$

де $\mu_{\tilde{A}_j^i}(x) | X_i \rightarrow [0, 1]$ - функція приналежності нечіткої підмножини $\tilde{A}_j^i$, яка ставить у відповідність кожному елементу $x \in X_i$ число з інтервалу $[0, 1]$, що являє ступінь

приналежності елемента x підмножині $\tilde{A}_j^i$.

У ролі вхідних параметрів нечіткої моделі будемо розглядати три нечіткі ЛЗ: $N_1 = \Delta A =$ «Припустимі темпи зміни комерційного огляду», $N_2 = \alpha =$ «Коефіцієнт використання працівників щодо комерційної обробки рухомого складу» та $N_3 = t_{обм} =$ «Час комерційного огляду рухомого складу працівниками ПКО». Формалізацію нечітких термів у роботі здійснено за допомогою моделей функцій приналежності (ФП), параметри яких можуть модифікуватися в процесі настроювання моделі, що дозволяє змінювати положення та структуру нечітких множин.

Значення першої ЛЗ ΔA визначається з терм-множини $T_1 = \{\text{«від'ємно високі» (ВВ), «від'ємно низькі» (ВН), «відсутні» (Н), «додатно низькі» (ДН), «додатно високі» (ДВ)}\}$. Для термів «ВН», «Н», «ПН» запропоновано використовувати ФП, що формується з використанням кусково-лінійної апроксимації та має трикутну структуру, що доведено попередніми дослідженнями. Крайні терми «ВВ» та «ПВ» описуються ФП, яка має трапецієподібну структуру відповідно відкриту ліворуч та праворуч [26]. З метою пристосованості бази правил та відповідності висновків до практичних оперативних заходів необхідним є уточнення певної міри значень терм-множин, а саме $(ВВ, ДВ) \sim A_n, (ВН, ДН) \sim A_c, Н \prec A_c$, де A_n – кількість комерційних браків для мінімального складу працівників, та A_c – кількість комерційних браків для максимального складу працівників.

Другу ЛЗ α описано за допомогою терм-множини $T_2 = \{\text{«нижче мінімального» (НМ), «оптимальне» (О), «вище максимального» (ВМ)}\}$. Нечіткий терм «оптимальне» представлений за допомогою ФП симетричного гаусового типу.

Для крайніх термів ЛЗ ФП формуються на основі поліноміальних кривих. Приймаємо для термів «нижче мінімального» та «вище максимального» відповідно Z-подібну ФП, що представляє собою асиметричну поліноміальну криву відкриту ліворуч та S-подібну ФП, яка є дзеркальним відображенням функції Z [26].

Третю ЛЗ $t_{обм}$ визначаємо за допомогою терм-множини $T_3 = \{\text{«нижче ніж достатній» (НД), «достатній» (Д)}\}$. Для термів ЛЗ ФП формуються також на основі поліноміальних кривих. Приймаємо для термів «нижче ніж достатній» та

«достатній» відповідно Z-подібну ФП та S-подібну ФП, яка є дзеркальним відображенням функції Z [26].

Лінгвістичну інформацію можна подати у вигляді правил у формі нечітких умовних суджень типу "Якщо ... то", де перша частина правила містить набір умов, а друга є наслідком, що містить висновок [31]. Генерування експертним шляхом нечіткої бази правил, яка грубо відображає взаємозв'язок між входами та виходом за допомогою системи логічних висловлень, являє собою перший етап побудови моделі – структурну ідентифікацію.

В гібридній системі використовується нечітка база правил типу Сугено 1-го порядку [27]. В цьому випадку правило r_k для змінних x_i можна подати в такому вигляді

$$\begin{aligned} r_k : \text{Якщо}..x_1 \in a_1^k \perp x_2 \in a_2^k \perp x_3 \in a_3^k, \\ \text{то}..d_k = m_{0,k} + b_{1,k} \cdot x_1 + b_{2,k} \cdot x_2 + b_{3,k} \cdot x_3, \end{aligned} \quad (3.7)$$

де r_k - нечітке правило за порядковим номером k , при $k = \overline{1, N}$;

x_i - відповідні нечіткі ЛЗ, $i = \overline{1, 3}$;

a_i^k - нечіткий терм з ФП $\mu_A^k(x_i)$, що застосовується для лінгвістичної оцінки змінної x_i у k -му правилі ($k = \overline{1, N}, i = \overline{1, n}$);

d_k - висновок кожного правила являє чітку лінійну функцію, подану як поліном першого порядку з коефіцієнтами $b_{1,k}, \dots, b_{q,k}$ ($q = \overline{1, n}, k = \overline{1, N}$) та вільною складовою $m_{0,k}$;

$\perp$ - операція логічного зв'язування «та, або».

У результаті практичного аналізу розроблення відповідних рішень для оперативного регулювання композиції була сформована система нечітких правил вигляду:

r_1 : Якщо $\Delta A \in \text{“ДН”}$ та $\alpha \in \text{“ВМ”}$ та $t_{обм} \in \text{“Д”}$, то d_1 ;

r_2 : Якщо $\Delta A \in \text{“ВН”}$ та $\alpha \in \text{“НМ”}$ та $t_{обм} \in \text{“Д”}$, то d_2 ;

r_3 : Якщо $\Delta A \in \text{“Н”}$ або $\alpha \in \text{“О”}$ або $t_{обм} \in \text{“НД”}$, то d_3 ;

r_4 : Якщо $\Delta A \in \text{“ДВ”}$ або $\alpha \in \text{“ВМ”}$ або $t_{обм} \in \text{“НД”}$, то d_4 ;

r_5 : Якщо $\Delta A \in \text{“ВВ”}$ або $\alpha \in \text{“НМ”}$ або $t_{обм} \in \text{“НД”}$, то d_5 ;

r_6 : Якщо $\Delta A \in \text{“ВН”}$ та $\alpha \in \text{“НМ”}$ та $t_{обм} \in \text{“НД”}$, то d_6 ;

r_7 : Якщо $\Delta A \in \text{“ДН”}$ та $\alpha \in \text{“ВМ”}$ та $t_{обм} \in \text{“НД”}$, то d_7 .

Якщо $t_{обм}$ менше за T_j , реалізація за необхідності оперативного регулювання композиції можлива лише шляхом збільшення часу для комерційного огляду рухомого складу ПКО, що потребує корегування графіка обороту та відповідно графіка руху поїздів [32].

Розглянемо реалізацію запропонованої системи нечітких правил на основі штучної нейронної мережі з п'ятишаровою прямонаправленою архітектурою з використанням «логічних нейронів» (та-, або- нейронів) [27-29], що моделюють логічні зв'язування. У процесі функціонування нечітка мережа являє собою структуру, що складається із спеціалізованих шарів.

Шар 1. Кожен нейрон першого шару є радіальним базисним нейроном [27], що перетворює значення вхідної змінної $x_i, i=1,2,3$ за допомогою відповідної ФП $\mu_A^k(x_i)$. Це параметричний шар, в якому параметри ФП підлягають адаптації в процесі навчання.

Шар 2. Другий шар непараметричний, кожен нейрон в якому моделює відповідний логічний зв'язок і посиляє на вихід активуючу силу правила, тобто ваги w_k , що подані як оператори кон'юнкції та диз'юнкції у вигляді трикутної t-норми T і t-конорми S .

Для моделювання логічного оператора «та» використовується нечіткий нейрон, в якому вхідні сигнали $x_i, i=1,2,3$ взаємодіють з вагами w_k , утворюючи добуток, який реалізується за допомогою трикутної t-конорми S , що подана алгебраїчною сумою: $p = S(w_k, x_i)$, тоді як добуток об'єднується з використанням операції підсумовування на основі трикутної t-норми. T – алгебраїчний добуток, що являє собою вхід N нейрона: $N = T(w_k, x_i)$. Перетворення потенціалу, здійснюване нечітким нейроном із двома входами, має вигляд

$$y = F(N) = T(S(w_1, x_1), S(w_2, x_2), S(w_3, x_3)). \quad (3.8)$$

Використовуючи протилежну підстановку, в якій добуток моделюється трикутною t-нормою T, а додавання зважених ваг – t-конормою S, отримаємо перетворення, характерне для нечіткого «або» нейрона

$$y = F(G) = T(S(w_1, x_1), S(w_2, x_2), S(w_3, x_3)). \quad (3.9)$$

Таким чином, ваги визначаються нечіткою логічною операцією «та» як добуток ФП - $w_k = \mu_{A_i}^k(x_1) \cdot \mu_{A_i}^k(x_2) \cdot \mu_{A_i}^k(x_3)$, а нечіткою логічною операцією «або» - як алгебраїчна сума

$$w_k = \mu_{A_i}^k(x_1) + \mu_{A_i}^k(x_2) + \mu_{A_i}^k(x_3) - \mu_{A_i}^k(x_1) \cdot \mu_{A_i}^k(x_2) \cdot \mu_{A_i}^k(x_3). \quad (3.10)$$

Шар 4. Неадаптивні вузли четвертого шару обчислюють нормовану силу правила

$$\overline{w_k} = \frac{w_k}{\sum_{k=1}^7 w_k}. \quad (3.11)$$

Шар 5. П'ятий шар з'єднаний з четвертим шаром та з усіма входами мережі. В ньому розраховується внесок одного нечіткого правила у вихід мережі

$$\overline{w_k} d_k = \overline{w_k} (m_{0,k} + b_{1,k} \cdot x_1 + b_{2,k} \cdot x_2 + b_{3,k} \cdot x_3). \quad (3.12)$$

Це параметричний шар, у якому адаптації підлягають лінійні параметри $m_{0,k}, b_{1,k}, \dots, b_{q,k}$, для $q = \overline{1, n}, k = \overline{1, N}$, які визначають функції наслідків правил.

Шар 6. В останньому шарі ваги піддаються нормалізації й обчислюється вихідний сигнал d відповідно до виразу (3.12). Це також непараметричний шар.

$$d = \sum_{k=1}^7 \overline{w}_k d_k = \frac{\sum_{k=1}^7 w_k d_k}{\sum_{k=1}^7 w_k}. \quad (3.13)$$

Результат розроблення нейро-нечіткої моделі подано на рис. 3.3 у вигляді мережі ANFIS.

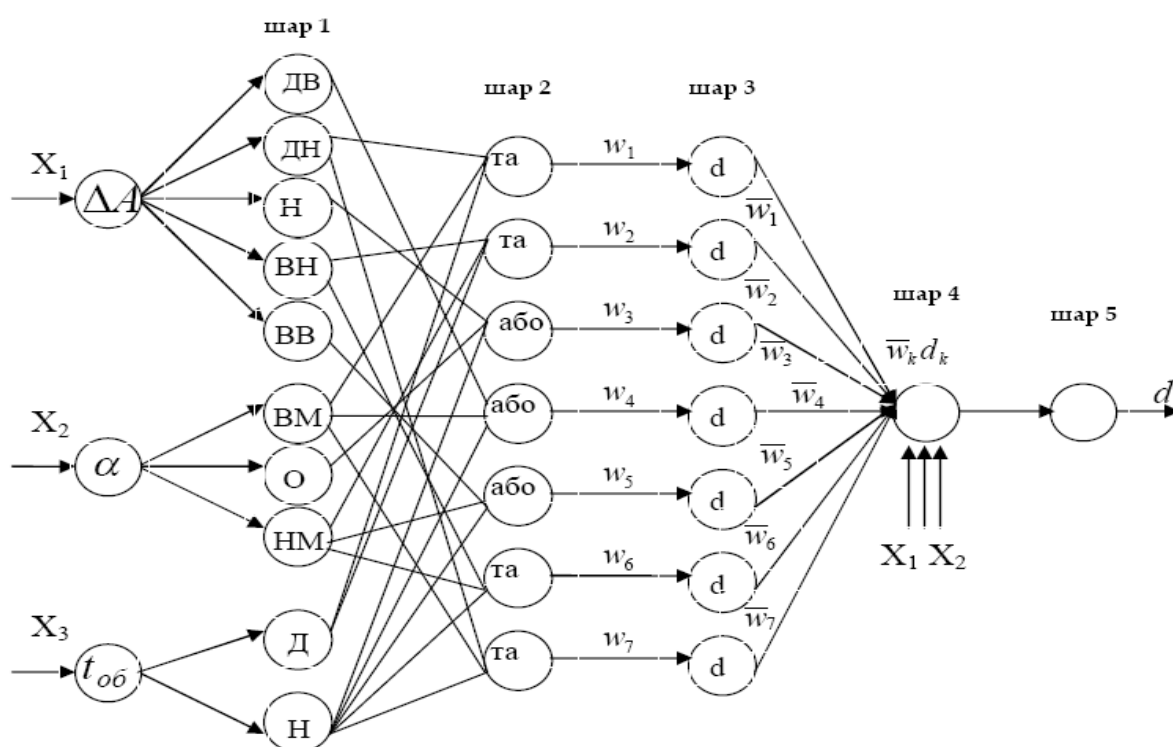


Рисунок 3.3 – Нейро-нечітка структура мережі ANFIS

Після проведення аналізу удосконалення комерційної обробки поїздів на рисунку 3.4 зображено динаміку зменшення часу комерційної обробки поїздів за рахунок впровадження автоматизованої системи відеоспостереження вагонів у русі [38, 39].

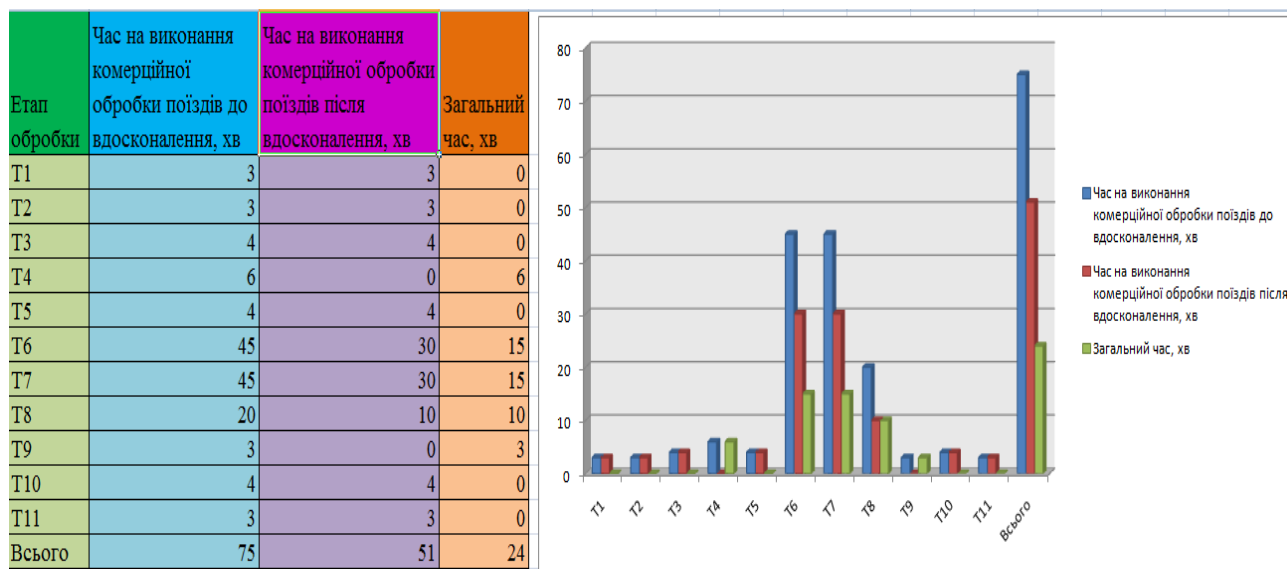


Рисунок 3.4 – Зменшення часу комерційної обробки поїздів шляхом впровадження автоматизованої системи відеоспостереження вагонів у русі

Максимальний економічний ефект від впровадження даного методу буде одержано при повномасштабному впровадженні на мережі залізниць, але й при частковому застосуванні (в межах окремої станції) спостерігається зменшення часу комерційної обробки рухомого складу і, як наслідок, це сприяє удосконаленню комерційної роботи. Використання запропонованого методу дає можливість удосконалити роботу з клієнтами, які користуються послугами залізничного транспорту.

3.3 Формування цільової функції для мінімізації витрат ресурсів

Метою удосконалення стану системи функціонування злагодженої роботи станції Основа є мінімізація вартості витрачених ресурсів на обробку рухомого складу, що формує цільову функцію наступного виду

$$R(t) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{11} R(T_{ij}) \rightarrow \min \quad (3.14)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} T_i = [0; 1]; \\ i = [1; 8]; \\ j = [1; 11]; \\ \sum R(T_{ij}) \geq 0 \end{cases}$$

де T_i – можливість простою вагону з причини i ;

i – причина простою вагону;

j – етап технологічної обробки поїзда на станції (див. табл. 3.2).

Цільова функція у розгорнутому виді має вигляд

$$\begin{aligned} R(T) = \sum_i \sum_{j=1}^{11} ((K_i + L_i) + M_{piч}) = \\ \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{11} (Tm_i \cdot C_{\sigma-\sigma} + n_{\sigma} \cdot T_l \cdot C_n + Z_{очік} \cdot C_{\sigma-\sigma} + n_{\sigma} \cdot t_{cp} \cdot S_i) + M_{piч} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (3.15)$$

де K_i – витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою, грн;

L_i – витрати, що пов'язані з роботою локомотива, грн;

$M_{piч.}$ – витрати, що пов'язані з амортизацією та ремонтом вагонів під час виконання операцій, грн;

T_{mi} – кількість годин простою затриманих вагонів при комерційному огляді з причини, год.;

$C_{\sigma-\sigma}$ – вартість однієї вагоно-години простою, грн;

$n_{\sigma i}$ – кількість затриманих вагонів при комерційному огляді з причини, шт;

T_l – час роботи локомотива, год.;

C_n – вартість однієї локомотиво-години, грн;

$Z_{очік}$ – вагоно-години очікування відправлення, прибуття ,год.;

$t_{ср}$ - середній час роботи з одним затриманим вагоном всіх задіяних працівників, год.;

S_i – сума погодинних ставок всіх робітників задіяних додатково за конкретним випадком, грн..

Це дозволило скоротити тривалість виконання комерційного огляду, що в свою чергу вплине на зменшення простою вагона та скорочення експлуатаційних витрат [40].

4 Економічна оцінка запропонованого удосконалення впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі на сортувальній станції Основа

Економічна складова впроваджуваного проекту ґрунтується на тому, що всі нерациональні простой вагонів та зайві маневрові операції будуть прагнути до зменшення, в свою чергу час на виконання комерційних операцій обробки поїзду.

Спираючись на розроблену в попередньому розділі цільову функцію, що відображає непродуктивні матеріальні затрати на обробку составів, що прямує до мінімуму, розраховано витрати ресурсів, які витрачає станція

$$R(t) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{11} R(T_{ij}) \rightarrow \min \quad (4.1)$$

при обмеженнях:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_i = [0; 1]; \\ i = [1; 8]; \\ j = [1; 11]; \\ \sum R(T_{ij}) \geq 0 \end{array} \right.$$

де T_i – можливість простою вагону з причини i ;

i - причина простою вагону;

j – етап технологічної обробки поїзда на станції.

Цільова функція у розгорнутому виді має вигляд

$$\begin{aligned} R(T) = \sum_i^8 \sum_{j=1}^{11} ((K_i + L_i) + M_{pic}) = \\ \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^{11} (Tm_i \cdot C_{в-г} + n_{в} \cdot T_{л} \cdot C_n + Z_{очік} \cdot C_{в-г} + n_{в} \cdot t_{ср} \cdot S_i) + M_{pic} \rightarrow \min \end{aligned} \quad (4.2)$$

де K_i – витрати, що пов'язані з вагоно-годинами простою, грн;

L_i – витрати, що пов'язані з роботою локомотива, грн;

$M_{pич.}$ – витрати, що пов'язані з амортизацією та ремонтом вагонів під час виконання операцій 1500 грн;

T_{mi} – кількість годин простою затриманих вагонів з причини 4 год.;

$C_{в-г}$ – вартість однієї вагоно-години простою 2,34 грн;

n_{ei} – кількість затриманих вагонів з причини 15 шт;

T_l – час роботи локомотива 3,5 год.;

C_n – вартість однієї локомотиво-години 885,97 грн;

$Z_{очік}$ – вагоно-години очікування відправлення, прибуття 1,5 год.;

t_{cp} – середній час роботи з одним затриманим вагоном всіх задіяних працівників 1 год.;

S_i – сума погодинних ставок всіх робітників задіяних додатково за конкретним випадком 84 грн.

На основі вище приведених усереднених показників, що були виявленні методом спостереження за роботою станції на протязі середньостатистичної доби кожного місяця поточного року, стає можливим розрахунок цільової функції [41].

Розрахунок цільової функції витрат ресурсів станції проводимо наступним чином

$$\begin{aligned} R(T_i) &= \sum_{i=1}^8 \sum_{l=1}^{11} (4 \cdot 2,34 + 15 \cdot 3,5 \cdot 885,97 + 1,5 \cdot 2,34 + 15 \cdot 1 \cdot 84) + 1500 = \\ &= 747651,183 \text{ тис.грн./ рік} \end{aligned} \quad (4.3)$$

У зв'язку із тим, автоматизована система відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі до цього часу не функціонувала, тож результатів розрахунків по ньому отримати неможливо, тому вартісною оцінкою результатів від впровадження проекту прийнято вважати розрахунок цільової функції витрат ресурсів станції, що дорівнюють 747651,183 тис. грн/рік [42].

Визначення економічного ефекту проводиться при умові обов'язкового приведення вартісних оцінок результатів і затрат різних років до єдиного для всіх варіантів реалізації проекту моменту часу – розрахункового року t_p .

Приведення результатів і затрат різних років періоду реалізації проекту до розрахункового року здійснюється множенням їх вартісної оцінки за кожний рік на коефіцієнт приведення α_t , що відповідає даному року.

Якщо результати і затрати різних років здійснення проекту приводяться до останнього року його життєвого циклу, тобто визначаються в майбутній вартості грошей (компаундування), то коефіцієнт приведення визначається за формулою

$$\alpha_t = \left(\frac{1 + E}{1 + I + R} \right)^{t_p - t_k}, \quad (4.4)$$

де E – середня річна ставка комерційних банків за депозитними внесками (дисконтна ставка), в частках одиниці 0,16;

R – ставка, що враховує ступінь ризику здійснення проекту, в частках одиниці, 0,96;

I – річний рівень інфляції, що прогнозується на період здійснення проекту, 0,08;

t_p – порядковий номер розрахункового року;

t_k – порядковий номер року, грошові потоки якого приводяться до розрахункового року.

$$\alpha_1 = \left[\frac{1 + 0,16}{[1 + 0,08 + 0,96]} \right]^4 = 0,105$$

$$\alpha_2 = \left[\frac{1 + 0,16}{[1 + 0,08 + 0,96]} \right]^3 = 0,184$$

$$\alpha_3 = \left[\frac{1 + 0,16}{[1 + 0,08 + 0,96]} \right]^2 = 0,324$$

$$\alpha_4 = \left[\frac{1 + 0,16}{[1 + 0,08 + 0,96]} \right]^1 = 0,569$$

$$\alpha_5 = \left[\frac{1 + 0,16}{[1 + 0,08 + 0,96]} \right]^0 = 1$$

Вартісна оцінка результатів за розрахунковий період з урахуванням зміни вартості грошей в часі визначається за формулою

$$P_T = \sum_{t=1}^n P_t \alpha_t . \quad (4.5)$$

Початковим роком розрахункового періоду є рік початку фінансування робіт по здійсненню проекту (включаючи науково-дослідні, конструкторські, проектні роботи). Кінцевим роком розрахункового періоду є рік завершення всього «життєвого циклу» проекту, тобто рік припинення отримання доходів від реалізації проекту.

Затрати при реалізації проекту визначаються за формулою

$$P_T^{n(u)} = \sum_{t=1}^n Z_t^{n(u)} \alpha_t = \sum_{t=1}^n (K_t + I_t - L_t) \alpha_t \quad (4.6)$$

де $Z_t^{n(u)}$ - затрати всіх ресурсів в році t ;

I_t - поточні затрати на роботу проекту в році t без урахування амортизаційних відрахувань;

K_t - одноразові затрати на впровадження в дію проекту в році t ;

L_t - залишкова вартість (ліквідаційне сальдо) основних фондів, які вибувають в році t , тобто останньому році розрахункового періоду.

Якщо на кінець розрахункового періоду залишаються основні фонди, які можна використовувати ще ряд років, то величина L_t визначається як залишкова вартість цих фондів.

Період повернення загальної суми одноразових затрат визначається послідовним складанням величини $(P_t - I_t) \cdot \alpha_t$, розрахованих за кожний рік здійснення проекту і настає в той рік, коли величина $\sum_{t=1}^n (P_t - I_t) \cdot \alpha_t$ зрівняється або перевищить величини сукупних інвестицій, з урахуванням приведення до розрахункового року, тобто

$$\sum_{t=1}^n K_t \cdot \alpha_t \leq \sum_{t=1}^n (P_t - I_t) \cdot \alpha_t \quad (4.7)$$

Форма допоміжної таблиці для визначення економічного ефекту від впровадження нового проекту приведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок економічного ефекту від впровадження раціональної технології

Показник	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
Результати					
1 Вартісна оцінка результатів від впровадження проекту, тис. грн.	747,651	747,651	747,651	747,651	747,651
2 Коефіцієнт приведення до розрахункового року	0,105	0,184	0,324	0,569	1
3 Результати з урахуванням фактору часу, тис. грн.	78,503	137,568	242,239	425,413	747,651
Витрати					
4 Одночасні витрати на здійснення проекту (одночасні витрати виникають у першому році здійснення проекту), тис. грн.	362,606				
в т.ч.					
4.1 витрати на закупівлю відеоспостереження , тис. грн.	222,6				
4.2 витрати на закупівлю ЕОМ(системний блок, монітор, миша, клавіатура) для здійснення проекту, тис. грн.	140,006				
5.1 Поточні витрати на утримання та обслуговування, тис. грн.	14,684	14,684	14,684	14,684	14,684
5.2 Поточні витрати на заробітну платню, тис.грн	275,000	275,000	275,000	275,000	275,000

Продовження Таблиці 4.1

6 Залишкова вартість основних фондів на кінець реалізації проекту, тис. грн.					108,782
в т.ч.:					
6.1 програмне забезпечення, тис. грн.					0,00
6.2 ЕОМ та ресурси, тис. грн.					3,80
7 Усього витрат, тис. грн.	652,29	289,68	289,68	289,68	180,90
8 Витрати з врахуванням фактору часу, тис. грн.	68,49	53,30	93,86	164,83	180,90
9 Економічний ефект, тис. грн.	10,01	84,27	148,38	260,58	566,75
10 Економічний ефект наростаючим підсумком, тис. грн.	10,01	94,28	242,66	503,24	1069,99
11 Сума податку з прибутку, тис. грн.	2,15	20,27	52,17	108,20	230,05
12 Економічний ефект наростаючим підсумком з урахуванням відрахування податку з прибутку, тис. грн.	7,86	74,01	190,49	395,05	839,94

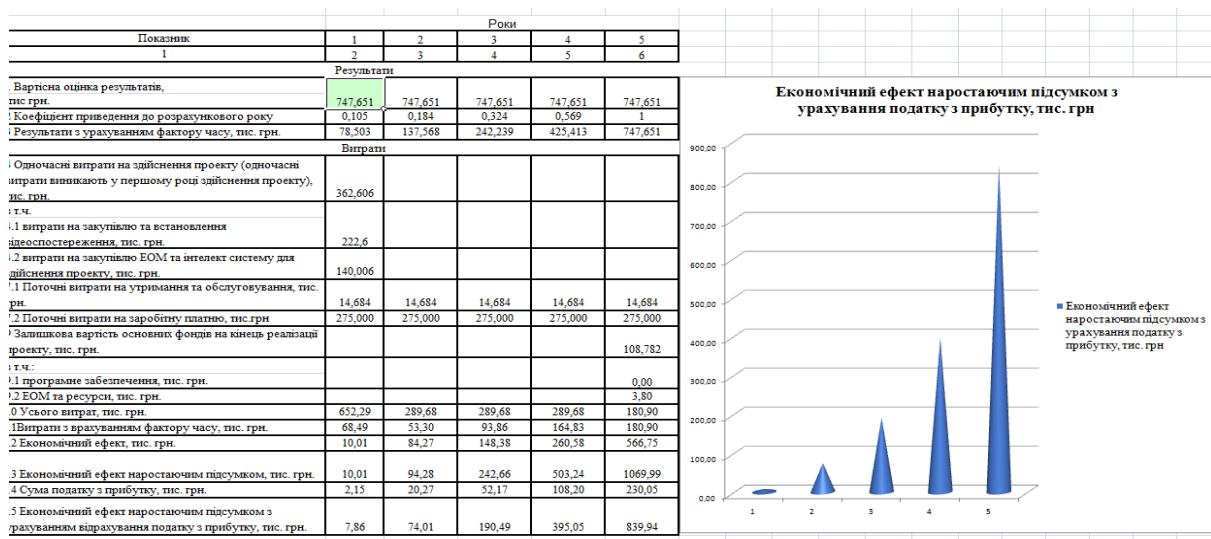


Рисунок 4.1 – Економічний ефект від впровадженої раціональної технології

Рентабельність запропонованих заходів повинна бути максимальною

$$P_{zag} = f(E, P, R) \rightarrow \max \quad (4.8)$$

де E – економічний ефект від впровадження в дію запропонованого проекту, тис. грн.;

P – витрати на обладнання для здачі в експлуатацію та налагодження нормального функціонування проекту, тис. грн.;

R – ризикові фактори (інфляційні ризики, проектні ризики, та інші ризики, що можуть з'явитися в процесі експлуатації), тис. грн..

Економічний ефект на пряму залежатиме від скорочення частки непродуктивних витрат станції.

На основі визначених параметрів доцільно провести розрахунок коефіцієнта загальної рентабельності проекту (R_{zag}), який визначається, як частка від ділення суми приведених результатів на суму приведених витрат з урахуванням зміни вартості грошей у часі

$$R_{\text{заг}} = \frac{\sum P_t \times \alpha_t}{\sum Z_t \times \alpha_t} \quad (4.9)$$

Коефіцієнт загальної рентабельності проекту з впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у сумі складає

$$R_{\text{заг}} = \frac{78,503 + 137,568 + 242,239 + 425,413 + 747,651}{68,49 + 53,30 + 93,86 + 164,83 + 180,90} = 2,91 \quad (4.10)$$

За результатами розрахунків визначено, що рентабельність запропонованого інвестиційного проекту має великий коефіцієнт, а саме 2,91, що свідчить не тільки про швидку окупність вкладених коштів, а і про можливість отримання дивідендів в довгостроковому періоді інвесторами.

Таким чином у роботі вирішено задачу удосконалення технології комерційної обробки рухомого складу на сортувальній станції [43, 44].

Висновки

У процесі виконання магістерської роботи проведено аналіз та виявлено недоліки організації роботи сортувальної станції Основа, а саме виявлено непродуктивні простої рухомого складу під технологічними операціями.

На основі аналізу функціонування сортувальної станції встановлено, що існуюча технологія комерційної обробки составів є недосконалою та не відповідає сучасним потребам якості та швидкості обробки поїздів. Незадовільна організація роботи пунктів комерційного огляду поїздів і вагонів (ПКО), недотримання технічних умов навантаження вантажів є одними з основних недоліків у забезпеченні безпеки руху призводять до збільшення часу обробки вагонів та затримці їх на станції. Для усунення непродуктивних простоїв вагонів запропоновано удосконалення технології комерційної обробки составів, а саме впровадження автоматизованої системи відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі.

Формалізовано технологію обробки рухомого складу до та після впровадження автоматизованої системи відеоспостереження для визначення вихідних даних моделювання. Розроблено мікрорівневу моделі, що враховують зміни у технології після впровадження запропонованих нововведень. На станції Основа при впровадженні системи відеоспостереження за результатами моделювання покращено технологію комерційної обробки рухомого складу (15 хв), спрощено облік вагонів (6 хв) та встановлено додаткові комерційні браки, що не було виявлено раніше, скорочено час простою вагонів на станції, зменшено час на перевірку перевізних документів, штемпелювання, конвертування, коригування сортувального листа (10 хв), знижено кількість невиявлених комерційних браків, скорочено час на одержання інформації про вагони з комерційними несправностями (3 хв), зменшено збої у перевізному процесі в цілому. Проведено економічна оцінка впровадження. Дане нововведення є економічно обґрунтованим. Річний

економічний ефект при зменшенні простою вагонів буде дорівнювати 747651,183 тис. грн.

Визначено економічну привабливість реалізації проекту, яка уже на п'ятий рік складатиме 839,94 тис.грн., при цьому позитивне значення економічний ефект здобуватиме вже на 1-й рік реалізації та складатиме 7,86 тис.грн.

Список використаних джерел

- 1 Вантажні перевезення на залізничному транспорті: Підручник / О.В. Лаврухін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч. 1. – 260 с., рис. 43, табл. 52.
- 2 ЦД-0054 - Загальне положення про залізничну станцію, затверджене наказом Укрзалізниці від 30.12.2004 № 1041-ЦЗ.
- 3 Організація роботи сортувальної станції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://knowledge.allbest.ru> - (Дата звернення: 12.09.18).
- 4 ПКО у забезпеченні безпеки руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua>. – (Дата звернення: 28.09.18).
- 5 Технологічний процес роботи сортувальної станції Основа. – Харків. – 2016. – 382 с..
- 6 Технологічний процес роботи пункту комерційного огляду поїздів та вагонів сортувальної станції Основа. – Харків . – 2016.
- 7 Ломотько, Д.В. Математична модель функціонування пункту комерційного огляду вагонів [Текст] / Д.В. Ломотько, М.М. Кузнецов, К.В. Таратушка // Залізничний транспорт України. – 2006. – №5. – С. 37-38.
- 8 Запара, В.М. Моделювання пріоритетності обслуговування транзитних вантажних поїздів з небезпечними, розрядними і негабаритними вантажами на пунктах комерційного огляду технічних станцій [Текст] / В.М. Запара, М.М. Кузнецов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – №1. – С.58-62.
- 9 Статистичні дані про Українські залізниці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua> – (Дата звернення: 01.10.18).
- 10 Про залізничний транспорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua> – (Дата звернення: 05.10.18).
- 11 Про затвердження Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua> – (Дата звернення: 10.10.18) .

12 Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua> (Дата звернення: 20.10.18).

13 Нормативні акти з безпеки руху поїздів / Розробники: В. Зайцев, А. Рашко, В. Крот, М. Ришковський. – К.: Транспорт України, 2002.- 142 с..

14 П.О.Яновський, В.І.Нерашевич, В.І.Апатцев. Загальний курс залізничного транспорту. – К.: КУЕіТТ, 2002.

15 Методические указания для студентов специальности "Организация перевозок и управления на транспорте" Организация работы на сортировочной станции –4.1.2 (сост. Ю.Е. Лукьянов) –Харьков ХарГАЖТ, –1989г.-95стр.

16 Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць. – К.: Транспорт України, 2002.

17 Пусенков І.В. Конструювання та розрахунки сортувальних пристроїв на залізничних станціях, частина 1, - К., 2002, стр.41.

18 С.П. Бузанов, А.М. Карпов, М.А. Рыцарев. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных устройств, Москва, „Транспорт”, 1965.

20 Котенко А.М. Управління вантажною та комерційною роботою на залізничному транспорті, ч.2.- Харків.: Нове слово, 2003. – 390 с.

21 Типовий технологічний процес роботи пункту комерційного огляду поїздів (ПКО): Затверджено наказом Укрзалізниці від 28.03.2007 № 178.

22 Зубенко, В.В. Шляхи покращення роботи пункту комерційного огляду на станції Стрий Львівської залізниці[Текст] / В.В. Зубенко// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ . – 2009. – Вип. 94. – С. 149-152.

23 Гірнова, І.А. Впровадження автоматичної системи комерційного огляду поїздів і вагонів на станції Дебальцеве[Текст] /І.А. Гірнова// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ . – 2009. – Вип. 94. – С.170-174.

24 Технологічний процес роботи ПКО станції П Південної залізниці[Текст]: рукопис. – Полтава., 2011.

25 Шульдінер Ю. В. Удосконалення функціонування сортувальної станції за рахунок впровадження системи відеоспостереження та динамічних тензометричних ваг / Ю. В. Шульдінер, С. Ю. Варава, Ю. В. Борець // Вісник економіки транспорту і промисловості. - 2018. - № 62 дод.. - С. 63-64. України [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vetp_2018_62dod (Дата звернення: 26.09.18).

26 Офіційний веб-сайт Міністерства інфраструктури України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mtu.gov.ua> (Дата звернення: 28.11.18).

27 Кузнецов, М.М. Забезпечення безпеки руху і схоронності вантажів на залізницях [Текст] / М.М. Кузнецов // Залізничний транспорт України. – 2005. – №3/1. – С. 19.

28 Ломотько, Д.В. Підвищення рівня схоронності вантажів, що перевозять по залізницях України [Текст] / Д.В. Ломотько, М.М. Кузнецов, О.М. Пилипейко // Наука в транспортном измерении. – К.:ДНДЦ УЗ, 2006. – С. 67.

31 М. М. Кузнецов, В. А. Посметюха. Доцільність оснащення робочих місць операторів пунктів комерційного огляду поїздів залізничних станцій інформаційно-аналітичними системами// 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип.94. – С. 186-191.

32 Математическая модель передачи по сети видео с высоким разрешением [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> - (Дата обращения: 15.10.2018).

33 Система видеонаблюдения GLOBOSS [Электронный ресурс]. URL: <http://kodos.ru> - (Дата обращения: 23.11.2018).

34 А. А. Смехов, В. М. Новиков, Т. А. Николаева. Применение ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании, на практических занятиях, УИРС// Методические указания. – Москва. – 1984. – С. 38-41.

35 Статут залізниць України [Текст] : [Нормат.-правовий акт : затвер. Кабміном України 06 квітня 1998 р. № 457]. - Київ : Транспорт України, 1998. - 84 с. – ISBN 966-95438-00.

36 Альошинський Є.С., Кіхтєва Ю.В. Принципи логістичного дослідження прикордонних передавальних станцій. Восточно-европейский журнал передовых

технологий. №1/2 (25) – Харьков. – 2007. – с. 96-99.

37 Данько М.І., Альошинський Є.С., Кіхтєва Ю.В. Пропозиції для розробки методики розрахунку прогнозової оцінки по затримкам вагонів на прикордонних передавальних залізничних станціях. Восточно- европейский журнал передовых технологий. №6 (30) – Харьков. – 2007. – с. 61-66.

38 Данько М.І., Берестов І.В., Альошинський Є.С. Пропозиції по організації митного контролю при транзитних перевезеннях вантажів в межах міжнародних транспортних коридорів України. Восточно-европейский журнал передовых технологий. №6/2 (24) – Харьков. – 2006. – с. 4-6.

39 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах.-М.: Транспорт, –1992г.

40 Смехов А.А. Математические модели процессов грузовой работы. – М.: Транспорт, 1982. – 256 с. Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2004. № 5. – с. 54-58.

41 Брінь П. В. Інноваційний менеджмент: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 129 с.

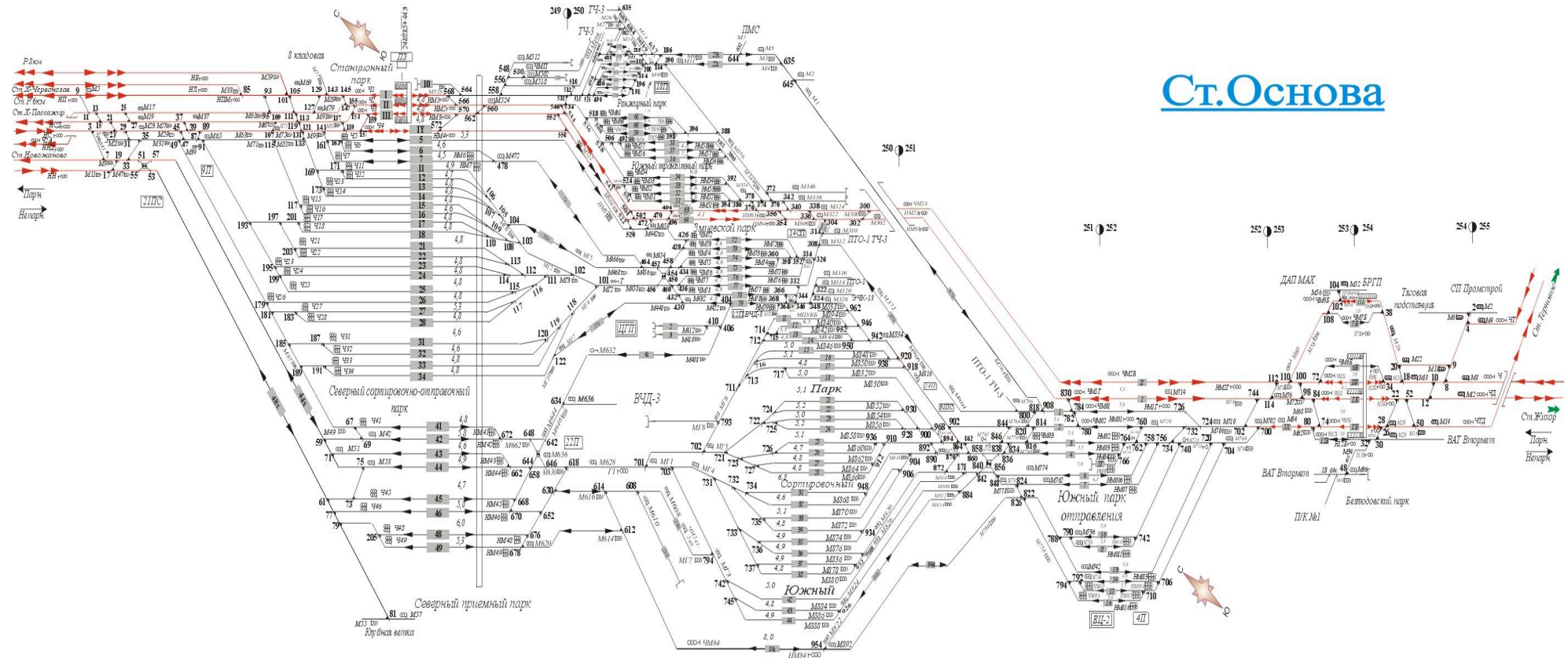
42 Економіка й організація інноваційної діяльності: Підручник / За ред. О. І. Волкова, М. П. Денисенка. – К.: ВД “Професіонал”, 2004. – 960 с.

43 Мединский В.Г., Шаршукова Л.Г. Инновационное предпринимательство: Учеб. пособие. – М.: Инфра – М, 1997. – 240 с.

44 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.

Додаток А

Схема сортувальної станції Основа



ДОДАТОК Б

Схема інформаційних потоків в автоматизованих системах станції «О»



Додаток В

Математичне описання запровадження системи відеоспостереження за рухомим складом

Система АСК ЦВР надає операторові АРМ ПКО можливість візуального контролю стану дахів, бортів вагонів рухливого складу, верхніх люків цистерн, а також кріплення вантажів на відкритих вагонах в реальному масштабі часу при проходженні складу через автоматизовану систему відеоспостереження за рухомим складом та вантажем у русі. Для цього на конструкції, що несе, закріплені телекамери, направлені на вагон з трьох сторін: справа, зліва і зверху. Окрема четверта телекамера встановлена з метою формування зображення люків цистерн. Телекамери формують відеозображення, які за допомогою устаткування передачі сигналів поступають на автоматизоване робоче місце і відображаються на комп'ютерному моніторі АРМ ПКО, яке наведено на рисунку В.1 [1]. Одночасно з цим в автоматичному режимі виробляється реєстрація відеозображень, що дозволяє після проходження складу в сповільненому режимі виробити аналіз минулого складу. Реєстрація відеозображень переноситься на жорсткий диск мережевого сховища даних системи.



Рисунок В.1 – Скріншоти з робочого місця оператора АСК ЦВР

Комплекс відеоспостереження і розпізнавання розроблений під операційну систему Windows. Складається з двох основних частин: модуля спостереження і модуля розпізнавання.

Модуль спостереження отримує вихідну інформацію від телекамери, відразу після запуску починається відеозапис проходження складу. Запис зупиняється по сигналу закінчення проїзду, після чого модуль спостереження знову переходить в

стежить режим.

Програма передає модулю відеоспостереження інформацію про швидкість руху складу. Отримана інформація передається в модуль розпізнавання.

Модуль розпізнавання виділяє з відеофайлу кадри, що містять зображення номерів вагонів, і виконує розпізнавання номера. Можливі два режими роботи: з попередньою перевіркою і без перевірки.

У першому випадку, після закінчення розпізнавання (рис. В.2), на екран виводиться зображення номера і його уявлення в текстовому вигляді, для кожного вагона виконується аналіз виділеного програмою номера. Якщо контрольна сума цифр є правильною, то робиться висновок про вірному розпізнаванні номера. В іншому випадку номер виділяється червоним кольором, що дає оператору сигнал про можливу помилку розпізнавання. В цьому випадку оператору пропонується вручну заповнити поле ідентифікаційного номера вагона на підставі виділеного програмою ділянки із зображенням номера. Також є можливість переглянути відеозапис проходження складу цілком або кожного вагона окремо [2].

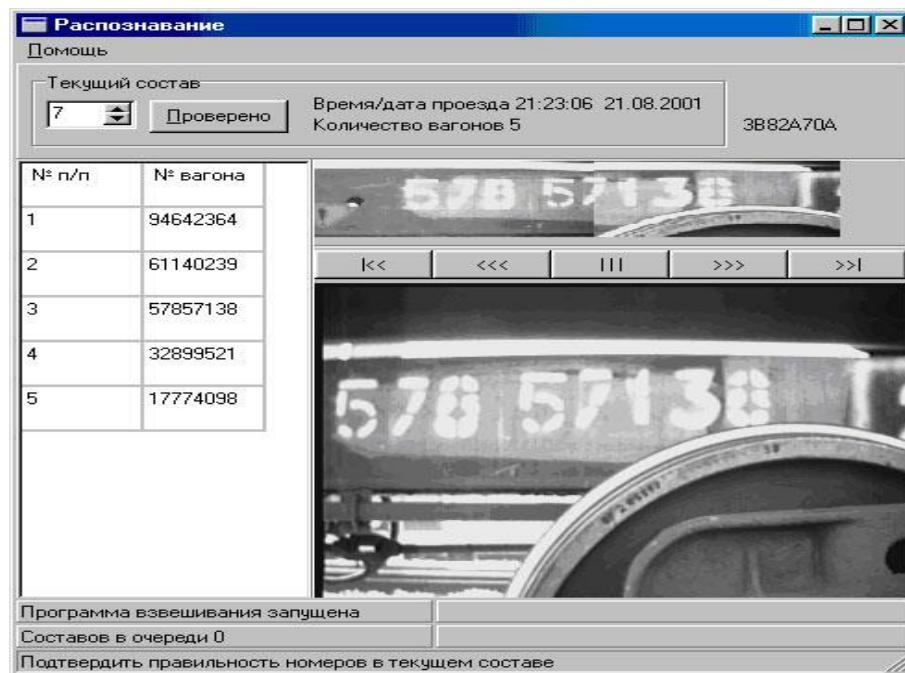


Рисунок В.2 –Розпізнавання номерів вагонів

Для забезпечення відеоспостереження в темний час доби необхідно забезпечити освітлення вагону. Для цієї мети на конструкції, що несе, закріплено п'ять прожекторів, освітлюючи вагон з трьох сторін: зліва, справа і зверху. Включення прожекторів відбувається автоматично при зниженні рівня природного освітлення нижче встановленого порогу.

Система відеоконтролю, встановлена на «терміналі контролю» розглядаємо на рисунку В.3.

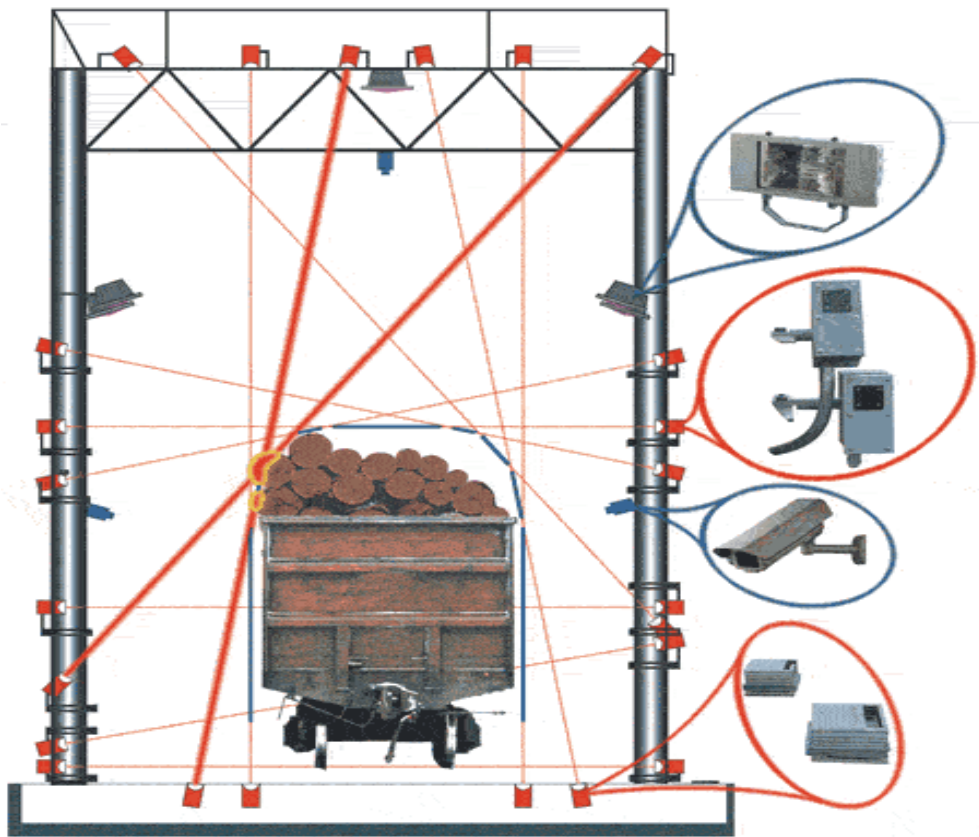


Рисунок В.3 – Система відеоконтролю, встановлена на «терміналі контролю»

Особливості роботи системи при обробці вагонів з наливними вантажами: через локальну обчислювальну мережу АРМ ПКО сполучено з АРМ ПС ПКО, АРМ ПКО отримує з АРМ ПС ПКО інформацію про склад (натурний лист) і здійснює індикацію на екрані монітора інвентарних номерів проходящих вагонів. За відсутності з'єднання з АРМ ПС ПКО оператор вводить дані про склад в ручному

режимі.

Результати огляду стану вагонів і вантажів за допомогою засобів АСКО ПВ обробляються оператором АРМ ПКО (маркування вагонів, установка або зняття заборони ставити вагон в склад, введення приміток про комерційні несправності в таблицю "Вагони"). Після обробки результатів огляду стану вагонів і вантажів автоматично формується довідка про виявлені комерційні несправності прибулого складу, яка передається в АРМ ПС ПКО.

В цілях ефективного контролю повноти наливання в цистернах, а також визначення найбільш вірогідного місця розкрадання вантажу, на залізницях упроваджуються тепловізорні комплекси дистанційного контролю завантаження вагонів («тепловізори»). У повній конфігурації така система повністю бере на себе функції контролю трафіку нафтопродуктів - при цьому працюючи в будь-яких погодних умовах в цілодобовому режимі. У основі методу лежить фіксація місця розташування поверхні рідини. Для цього виконується зйомка зовнішньої поверхні цистерн, яка здійснюється за допомогою термографічної системи. Залежно від того, що знаходиться за стінкою цистерни - нафтопродукт або повітря - температура поверхні різна. Уловлюючи цю різницю, система практично безпомилково визначає рівень наливання, "прив'язує" його до ідентифікаційного номера цистерни і заносить дані виміри в комп'ютерну базу.

Додаткові можливості, що реалізуються за бажанням клієнта: формування списку інвентарних номерів цистерн з прив'язкою до порядкового номера цистерни в складі; введення даних з натурного аркуша або бази інвентарних номерів цистерн; зіставлення інвентарних номерів, лічених програмою розпізнавання, з даними натурного аркуша; автоматичне виявлення невідповідностей між даними натурного аркуша і розпізнаними інвентарними номерами; передача в центр управління сповіщень про виявлених невідповідностях з прив'язкою до порядкових номерів цистерн в складі (для оперативного ухвалення рішення про переформовування складу). Тепловізор включений в автоматизовану систему комерційного огляду поїздів і вагонів АСКО ПВ. Дані по всі поїзди, що проходять через АСКО ПВ,

зберігаються протягом півроку.

Система відеоконтролю наливу цистерн зображена на рисунку В.4 [3,4].



Рисунок В.4 – Система відеоконтролю наливу цистерн

Комплектація: комп'ютер для розпізнавання номерів, плата відеозахвату, телекамера, термокожух для телекамери, прожектор, квадратор (пристрій для підключення декількох телекамер), яка зображена на рисунку В.5 [5].

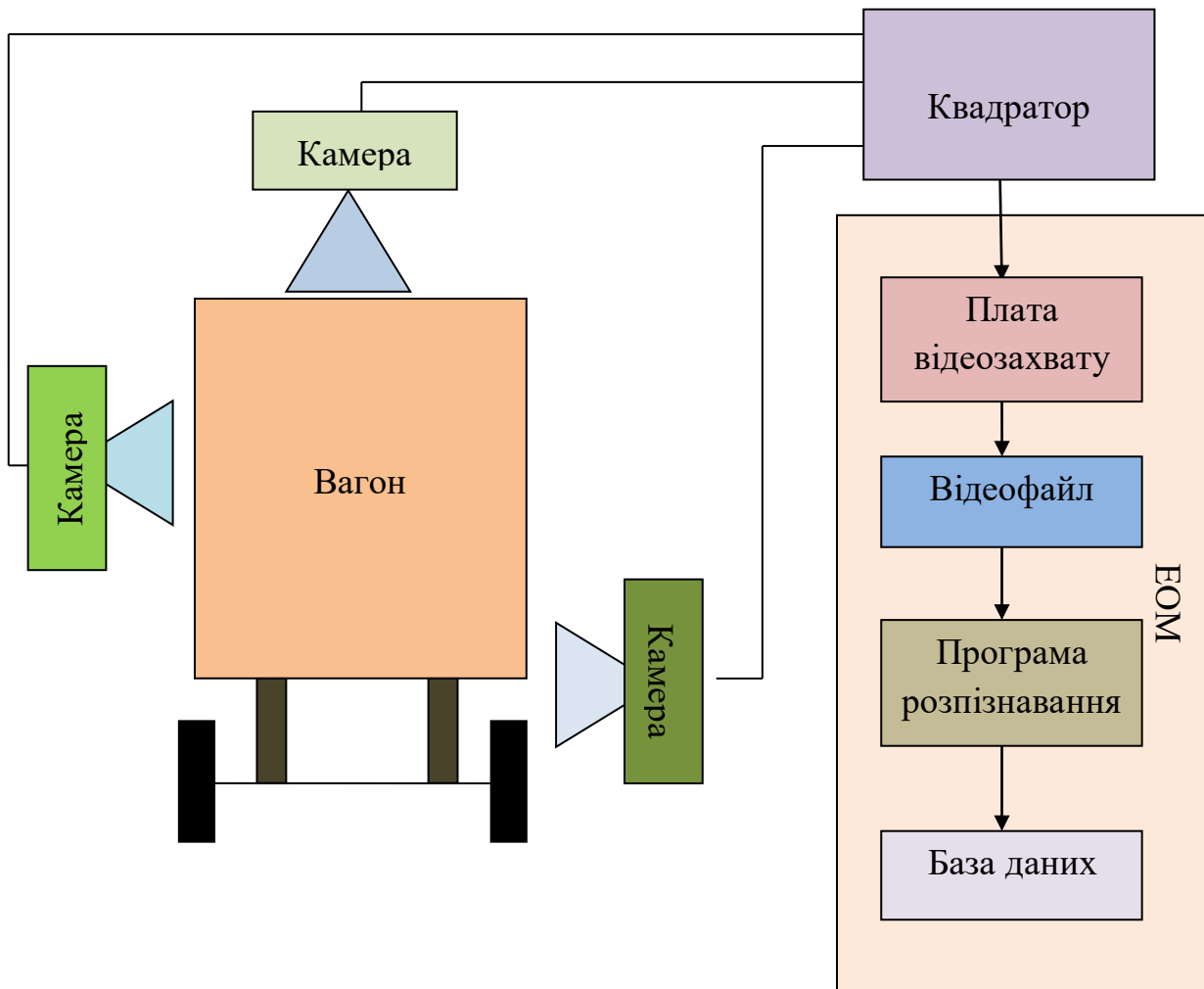


Рисунок В.5 – Формалізований опис системи відеоспостереження і розпізнавання вагонів

Більшість використовуваних на даний момент ІР-камер мають в розпорядженні ПЗЗ-матрицю (рис. В.6). У ПЗЗ-датчику використовується прямокутні грати з вузлів, в яких збираються електрони, покрита кремнієвою пластиною, для реєстрації кількості світлової енергії, потрапляє на кожен з них.

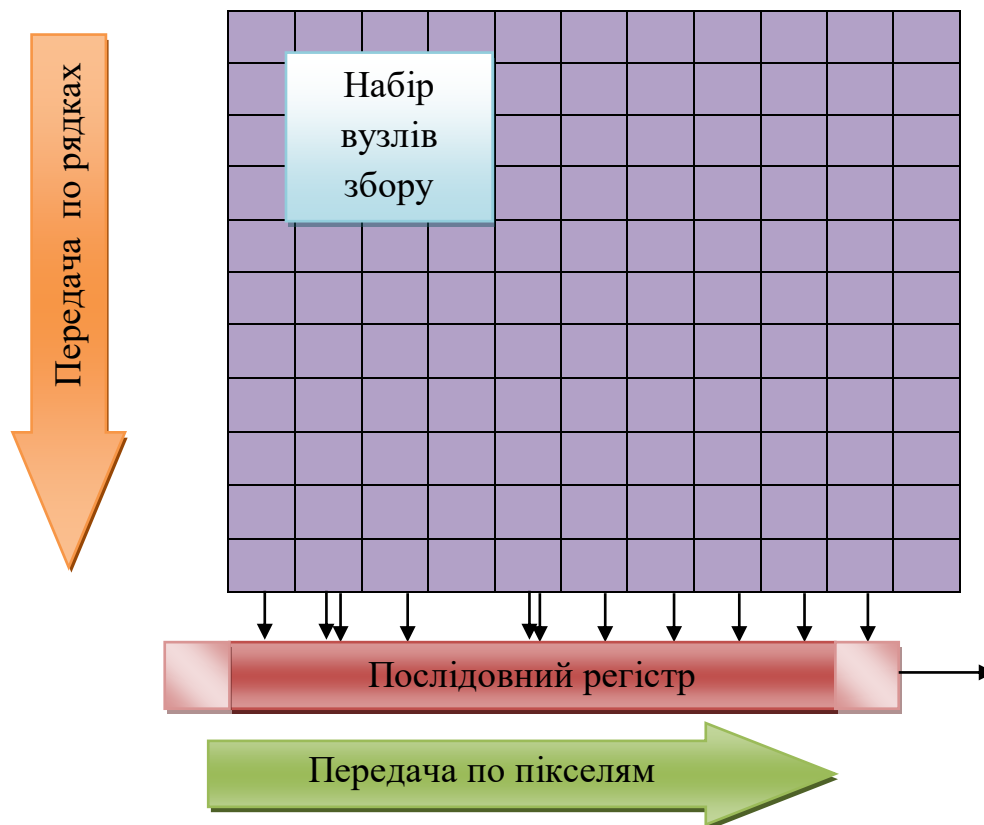


Рисунок В.6 – Пристрій приладу із зарядним зв'язком

Коли фотон падає на кремнієву пластинку, утворюється пара електрон-дірка, і електрони потрапляють до потенційної ями, утворену в слідстві додатки позитивного електричного потенціалу до відповідному затвору. Електрони, що з'явилися на вузлах, збираються за фіксований час T .

Дані з вузлів зчитуються з приладів із зарядним зв'язком через підрядник, кожна з рядків передаються паралельно до регістру послідовного виведення, який містить по одному елементу в кожному стовпці. Між зчитуванням рядів регістр послідовно передає свої заряди на вихідний підсилювач, що генерує сигнал пропорційний отриманого заряду. Даний процес триває до тих пір, поки крок за кроком не буде лічене все зображення. Цикл може повторяться як зі швидкістю до 30 разів в секунду (наприклад, в телевізійних камерах), так і надаючи набагато більший проміжок часу для збору електронів в пристроях, які працюють в умовах

низького рівня освітленості. Також варто відзначити, що виходить цифрова інформація в переважній більшості ПЗЗ-камер спочатку перетвориться в аналоговий сигнал і лише після цього потрапляє в механізм захоплення кадру, який формує остаточне цифрове зображення.

Кількість електронів I , зареєстрованих в клітці, розташованій в рядку r і стовпці c схеми ПЗЗ, можна уявити так

$$I(r, c) = T \int_{\lambda} \int_{p \in S(r, c)} E(p) q(\lambda) dp d\lambda, \quad (B.1)$$

де T - час збору електронів, а інтеграл обчислюється по всій області обраної клітини $S(r, c)$ і діапазону довжин хвиль, на які ПЗЗ дає реакцію, відмінну від нульової. У цьому інтегралі E - сила світла на одиницю площі і одиницю довжини хвилі (освітленість) в точці p , R - просторова реакція вузла, а q - кількість народжених електронів на одиницю енергії потрапляє світла. У загальному випадку, і E , і q залежать від довжини хвилі, а E і залежать від положення точки p в області $S(r, c)$.

Підсилювач на виході ПЗЗ перетворює заряд, зібраний на вузлах в вимірній напруги. Потім в камерах цю напругу за допомогою електроніки перетворюється в усереднений за часом або простору відеосигнал пропорційний I . Аналогове зображення можна ще раз перетворити в цифрове допомогою механізму захоплення кадру, який звіряє просторові координати сигналу і Квант значення яскравості в кожній точці зображення (пікселі).

Існує кілька фізичних явищ, для обліку яких необхідно підкоригувати ідеальну модель камери, наведену вище: наприклад, якщо джерело світла, що висвітлює вузол збору настільки яскравий, що заряд накопичується в даному вузлі враховується і на сусідніх вузлах решітки, що приводить до розмиття зображення. Даного ефекту можна уникнути контролюючи освітлення об'єкту, але інші фактори, такі як теплові та квантові ефекти, дефекти виготовлення, квантовий шум - невід'ємна частина процесу створення зображення і, в більшості випадків, позбутися від них повністю не можна, можна лише зменшити їх негативний ефект впливу.

Ефекти квантової фізики вносять внутрішню невизначеність в фотоперехід шкірного вузла (дробовий шум). Більш точно кількість електронів, що виникають в ході цього процесу, можна позначити деяким випадковим числом $N_I(r, c)$, яке підпорядковується закону розподілу Пуассона, із середнім значенням $\beta(r, c) I(r, c)$, де $\beta(r, c)$ - число від 0 до 1, яке показує квантовий вихід по всьому зображенню, а так же підраховує погані пікселі. Електрони, що вилітають з кремнію в результаті теплового руху, додаються до заряду вузлів збору. Внесок, внесений цими електронами називають тіньовим струмом, його можна позначити випадковим цілим числом $N_{DC}(r, c)$, середнє значення $\mu_{DC}(r, c)$ якого зростає з підвищенням температури. Даний ефект можна контролювати за рахунок організації охолодження камери. Також додаткові електрони виходять з електроніки ПЗС, і їх число також можна позначити випадкової, яка підпорядковується пуассонівському розподілу, величиною $N_{DC}(r, c)$, із середнім значенням $\mu_{DC}(r, c)$. Також на виході додається шум зчитування підсилювача, який можна змодельовати дійсним числом R , що підкоряється розподілу Гаусса, із середнім значенням μ_R і середньоквадратичним відхиленням σ_R .

Нарешті, дискретизація аналогового напруги механізмом захоплення кадру може породжувати геометричні ефекти (такі як тремтіння рядків), які можна усунути за допомогою калібрування, так і шум квантування, позначається, випадковим числом $Q(r, c)$, середнє значення якого дорівнює 0, з однорідним розподілом в інтервалі $[-\frac{1}{2}\sigma, \frac{1}{2}\sigma]$ і дисперсією $\frac{1}{2}\sigma^2$,

де σ - крок квантування.

У підсумку ми отримуємо таку модель цифрового сигналу $D(r, c)$

$$D(r, c) = \gamma \left((T \int_{\lambda} \int_{p \in S(r, c)} E(p, \lambda) R(p) q(\lambda) dp d\lambda \beta(r, c) + N_{DC}(r, c) + N_B(r, c) R(r, c) \right) + Q(r, c), \quad (B.2)$$

де γ - загальний коефіцієнт посилення підсилювача і камери [6].

Продовження додатку В

Необхідну пропускну здатність мережі для підключення камер відеоспостереження, необхідно наступні данні швидкість відеопотоку, швидкість аудіопотоку, кількість кадрів передаваних за секунду. Типи швидкості відео відповідно до стандарту приведені у таблиці В.7. Це забезпечить передачу відео у якості MPEG4 [7,8].

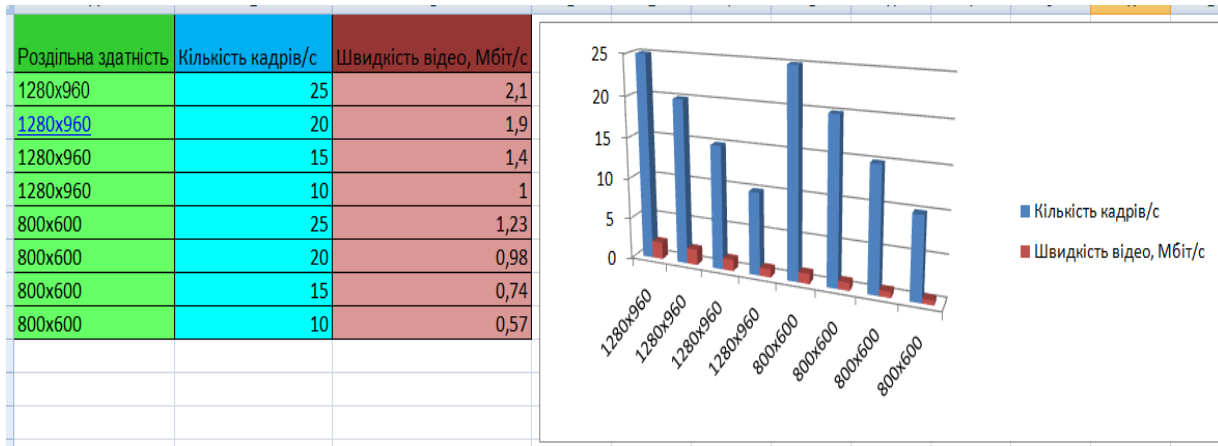


Рисунок В.7 – Залежність швидкості відео від параметрів відео потоку

АКТ

перевірки кваліфікаційної роботи магістра на наявність ознак академічного плагіату.

Відповідно до даних сервісу Strikeplagiarism.com кваліфікаційна робота
«Удосконалення технології роботи сортувальної станції за рахунок її дооснащення»,
автор:

Мигуліна Дарина Сергіївна

(ПІБ автора повністю)

містить 4,3% текстових збігів. Ознаки академічного плагіату – відсутні.

Перевірку виконав

доцент кафедри

Транспортні системи та логістика



(підпис)

Дмитро ЛЮЧКОВ

10.06.2026 р.