

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
СОРТУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВАНТАЖНОЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ
ПЕРЕДАТНА

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-811м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на залізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на залізничному транспорті)

Віктор УНЧАНСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник Роман СУЩЕНКО
(прізвище та ініціали)

Рецензент Андрій ЩЕРБИНА
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ транспортний факультет
Кафедра _____ «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти _____ магістр
Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
_____ (на залізничному транспорті)
_____ (код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
_____ (на залізничному транспорті)
_____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«24» 10 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Унчанського Віктора Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Аналіз ефективності роботи та оптимізація сортувальної системи вантажної залізничної станції Передатна

керівник проєкту (роботи) Сущенко Роман Віталійович,

д.педагог.наук, професор

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2022 р. №351

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема колійного розвитку вантажної станції Передатна; технологічний процес роботи станції Передатна; технічно-розпорядчий акт станції Передатна; існуючі вантажопотоки; норми часу на виконання маневрових операцій; технічна характеристика маневрових локомотивів; заробітна плата працівників.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Розробка графічної моделі роботи станції Передатна; 2.2 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції Передатна у базовому варіанті; 2.3 Проектування гірки малої потужності; 2.4 Визначення переробної спроможності гірки малої потужності; 2.5 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції Передатна у проєктному варіанті; 2.6 Порівняльна характеристика базового та проєктного варіантів. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Сущенко Р.В., професор		
Основна частина	Сущенко Р.В., професор		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «24» жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	24.10-07.11.2022	
2	Основна частина	07.11-27.11.2022	
3	Економічна частина	28.12-05.12.2022	
4	Охорона праці	05.12-10.12.2022	
5	Оформлення МР	10.12.-13.12.2022	
6	Перевірка МР на плагіат	12.12.-18.12.2022	
7	Отримання зовнішніх рецензій	12.12.-16.12.2022	
8	Захист магістерських робіт	19.12.-23.12.2022	

Студент(ка)

(підпис)

Віктор УНЧАНСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Роман СУЩЕНКО
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 87 с., 3 рис., 8 табл., 17 джерел, 8 додатків.

СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, ЗАЛІЗНИЧНА СТАНЦІЯ, ПОЇЗД, КОЛІЯ,
СТРІЛОЧНИЙ ПЕРЕВОД, МАНЕВРОВИЙ ЛОКОМОТИВ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
ПРОЦЕС, ДОБОВИЙ ПЛАН-ГРАФІК

Об'єкт дослідження – технологічний процес роботи вантажної станції
Передатна Придніпровської залізниці.

Мета роботи – оптимізація сортувальної системи вантажної залізничної
станції Передатна.

Методи дослідження – аналіз технологічного процесу роботи станції,
аналітичний розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів, графо-
аналітичний метод розробки моделі роботи станції (добового плану-графіку).

В магістерській роботі пропонується будівництво сортувальної гірки на
станції Передатна для розбирання та складання поїздів. Виконано розрахунки
параметрів сортувальної гірки. Розроблено технологічний графік її роботи.
Визначено добову переробну спроможність сортувальної гірки. Визначено
необхідну кількість маневрових локомотивів.

ЗМІСТ

ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ.....	7
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Технічна та експлуатаційна характеристика вантажної станції	
Передатна.....	11
1.2 Управління експлуатаційною роботою на станції	13
1.3 Оперативне планування експлуатаційної роботи вантажної станції	
Передатна.....	16
1.4 Технологія роботи станції з вантажними поїздами, які надходять у	
переробку	21
1.5 Виявлення недоліків існуючого положення та постановка завдань	
магістерської роботи	24
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	25
2.1 Розробка графічної моделі роботи станції Передатна	25
2.2 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції	
Передатна у базовому варіанті	37
2.3 Проектування гірки малої потужності.....	39
2.4 Визначення переробної спроможності гірки малої потужності	47
2.5 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції	
Передатна у проектному варіанті.....	49
2.6 Порівняльна характеристика базового та проектного варіантів.....	50
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	51
3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	51
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат по базовому варіанту.....	52
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат по проектному варіанту.....	58
3.4 Розрахунок ефективності проекту	61
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	64
4.1 Аналіз потенційних небезпек	64
4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	65

ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
ДОДАТКИ.....	70

ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АРМ ДСП – автоматизоване робоче місце чергового по залізничній станції

АС Клієнт УЗ - автоматизована система з оформлення та обробки перевізних документів та перевезення вантажів залізничним транспортом України вантажовідправниками через мережу Інтернет

АРМ ТКРС - автоматизоване робоче місце оператора технічної контори

АСК ВП УЗ-Є - автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізничному транспорті України - єдина

БД - база даних

ВУ-14 - книга пред'явлення вагонів вантажного парку до технічного огляду

ГІОЦ – головний інформаційно-обчислювальний центр

ДНЦ-3 - диспетчер поїзний

ДНЦО - черговий по дирекції залізничних перевезень

ДНН-3 - відділ перевезень Запорізької дирекції залізничних перевезень

ДН-3 – структурний підрозділ «Запорізька дирекція залізничних перевезень»

ДС - начальник станції

ДСЗ - заступник начальника станції

ДСП - черговий по залізничній станції

ЄСР - єдина сітьова розмітка

ЕОМ - електронно-обчислювальна машина

ЕЦ - електрична централізація

ЗПП - запірно-пломбувальний пристрій

ІОЦ - інформаційно-обчислювальний центр

ІРП - Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України

ІСІ - Інструкція з сигналізації на залізницях України

НВР – начальник вантажного району

ОВР – оглядач-ремонтник вагонів

ПТЕ - Правила технічної експлуатації залізниць України

ПТО - пункт технічного огляду вагонів

ПЧ - дистанція колії

ПАТ – публічне акціонерне товариство

ПрАТ – приватне акціонерне товариство

РБ - головний ревізор з безпеки руху поїздів і автотранспорту філії

РТГНЛ - розмічена телеграма натурний лист

СУРМ – система управління робочими місцями

СТЦ - станційний технологічний центр з обробки поїзної інформації та перевізних документів

СЦБ - сигналізація, централізація і блокування

ТГНЛ - телеграма-натурний лист

ТД - оборотне локомотивне депо

ТНЦ - локомотивний диспетчер

ТРА - технічно-розпорядчий акт

ТПРВС - технологічний процес роботи вантажної станції

ТЧ - локомотивне депо

ТЧМ – локомотивна бригада

ТУ – технічні умови розміщення та кріплення вантажу

ТЧ-3 – Мелітопольське локомотивне депо

ЦВ - Департамент вагонного господарства

ЦД – Департамент управління рухом

ЦРБ – Департамент безпеки руху

ШЧ - дистанція сигналізації та зв'язку

УРБ – заступник головного ревізора з безпеки руху (регіональної філії) ревізорської дільниці з безпеки руху поїздів та автотранспорту

ВСТУП

Взаємовідносини між різними галузями сучасної національної економіки України будуються на засадах ринкової економіки. Особливо це стосується залізничного транспорту в частині підвищення ефективності транспортного процесу, який значною мірою залежить від роботи вантажної станції.

Вантажна станція — залізнична станція, основним призначенням якої є здійснення вантажно-комерційної роботи: перевезення, зважування, зберігання, обробка, сортування та видача вантажів; експедирування вантажів; оформлення перевізних документів; приймання вантажних поїздів, розформування, сортування, огляд потягів, технічне обслуговування; сповіщення вантажовідправника та одержувача про підхід вантажу; виконання маневрової роботи, подача та прибирання вагонів на вантажні fronti; утримання колій промислових підприємств і т.д.

Порядок здійснення вантажних і комерційних операцій під час перевезення вантажів залізницею (планування перевезень, приймання та відправлення вантажів, оформлення документів тощо) регулюється Статутом залізниць України та Правилами перевезень вантажів залізничним транспортом України. Якість виконання цих операцій значною мірою залежить від технічного оснащення станції, обсягу і виду вантажів, що переробляються, місцевих умов роботи. Для кожної залізничної станції розробляється технологічний процес її роботи, який встановлює раціональну систему виконання вантажних та комерційних операцій на основі передових методів праці.

У технологічному процесі встановлюються кількісні та якісні показники роботи станції, у тому числі термін перебування місцевих вагонів на станції, співвідношення робочого парку вагонів, показується взаємозв'язок технічного оснащення станції з технологією обробки вантажопотоків.

Слід зазначити, що на сучасному етапі розвитку нашої держави, питання ресурсозбереження стає все більш актуальним. Без впровадження ресурсозберігаючих технологій неможливо досягти високих результатів у підвищенні ефективності залізничних перевезень, що негативно позначиться на розвитку залізничної галузі. Значна частина витрат пов'язана з виконанням технічних операцій з обробки вагонопотоку. Тому дослідження, спрямовані на посилення ресурсозбереження, є актуальними.

Метою магістерської роботи є вдосконалення технології переробки вагонопотоку на вантажній залізничній станції Передатна.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Технічна та експлуатаційна характеристика вантажної станції Передатна

Станція Передатна Запорізької дирекції залізничних перевезень регіональної філії "Придніпровська залізниця" за своїм основним призначенням і характером роботи, яку виконує, є вантажною. За об'ємом роботи і її складністю належить до станцій II класу.

До станції примикають під'їзні колії кількох промислових підприємств. Повна характеристика станції Передатна та підходів до неї наведена в таблиці А.1 додатку А.

Керування стрілками та сигналами на станції здійснюється за допомогою електричної централізації. Для забезпечення зв'язку під час виконання службових обов'язків персоналом станції, у межах станції встановлені переговорні колонки внутрішнього двостороннього зв'язку.

Схема колій станції Передатна приведена на слайді 1.

Для функціонування станції вона забезпечена контингентом працівників, який наведено в таблиці А.2 додатку А.

У таблиці А.3 додатку А наведені техніко-експлуатаційні характеристики станції Передатна.

До станції Передатна примикають колії чотирьох промислових підприємств: ТОВ «Смарт Граніт», АТ "Запорізький завод залізобетонних шпал", ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат" та ПрАТ "Запорізький абразивний комбінат".

Середньодобова переробна спроможність основних вантажних фронтів ТОВ «Смарт Граніт»: за навантаженням - гранітний щебінь: колія 2 - 53 вагони; колія 3 - 57 вагонів; колія 4 - 50 вагонів; відсів гранітний або кам'яний, гранітний щебінь - 55 вагонів.

Середньодобова переробна спроможність ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат" по основним вантажам: за навантаженням – колія 3 - маргарин - 49 вагонів; колія 8 - лущиння (соняшник пресований гранульований) - 52/61 вагонів; колія 9 – шрот – 29 вагонів; колія 6 – шрот – 80 вагонів; колія 12 – шрот – 29 вагонів; колія 3 – соняшникова олія налив (нейтралізована, рафінована, дезодорована) - 10 вагонів; соапсток – 10 вагонів; колія 11а: олія соняшникова - 30 вагонів; колія 4: олія соняшникова - 66 вагонів. Вивантаження: колія 8 - соняшник - 74 вагони; колія 2а: олія (соняшникова, пальмова, кокосова) - 10 вагонів; колія 3 - сірчана кислота - 10 вагонів; колія 10 - стеарин (олія пальмова, кокосова, соапсток) - 20 вагонів.

Середньодобова переробна спроможність основного вантажного фронту ПрАТ "Запорізький абразивний комбінат": за завантаженням – колія 23 (склад №7) - карбід кремнію - 12 вагонів; колія 29 (склад №6) - зерно електрокорунд - 16 вагонів. По розвантаженню – колія 14 (склад цеху №1) - боксит - 16 вагонів; вугілля - 18 вагонів; колія 20 (цех 3 підготовче відділення): гудрон - 26 вагонів; пісок - 23 вагони; колія 22 – пісок – 26 вагонів, глина – 16 вагонів, гравій – 18 вагонів.

Середньодобова переробна спроможність основного вантажного фронту АТ "Запорізький завод залізобетонних шпал": на розвантаженні – колія 2а: цемент – 11 вагонів.

Станція Передатна має промислово-технічні об'єкти, характеристика яких наведена в таблиці А.4 додатку А.

Для розбирання та складання потягів станція використовує:

- приймально-відправні колії 1, 2, 3, 6;
- колію сортувально-відправну №7, якщо колія вільна і не ведеться маневрова робота, може використовуватися для відправлення та приймання парних і непарних вантажних потягів.

Усі колії станції є маневровою ділянкою, а 10 колія є витяжною.

Після узгодження з поїзним диспетчером вагові вагони, які очікують на проведення робіт або відправлення зі станції, за вказівкою чергового по станції ставляться на колію 2.

Основним призначенням станції Передатна є здійснення вантажно-комерційної роботи: приймання вантажів до перевезення, зважування, зберігання, обробка, сортування та видача; робота з вантажовідправниками і вантажоодержувачами; оформлення перевізних документів; приймання вантажних поїздів, їх розбирання; сортування вагонів, огляд вагонів та їх технічне обслуговування; подавання та прибирання вагонів до місця навантаження та розвантаження; формування поїздів; утримання під'їзних шляхів промислових підприємств.

Відповідно до Тарифного керівництва №4 Укрзалізниці, станція Передатна відкрита для обслуговування пасажирів. На станції може виконуватись посадка та висадка пасажирів на приміські потяги.

Маневрову роботу на станційних коліях виконують два маневрових тепловози. Маневрова робота здійснюється методом осаджування з обов'язковим включенням автогальм та скороченим їх випробуванням. Маневрові переміщення станційними коліями проводиться за розпорядженням чергового по станції. Керівником маневрової роботи є складач поїздів станції Передатна.

1.2 Управління експлуатаційною роботою на станції

Загальне управління роботою станції здійснює начальник станції, який несе відповідальність за виконання завдань, визначених чинним Положенням про залізничну станцію.

Начальник станції та його замісники відповідно до посадових інструкцій здійснюють керівництво виробничо-господарською діяльністю станції, організовують і контролюють виконання технічних умов оперативної роботи,

добових планів і змінних завдань, організовують переробку потягів і вагонів згідно з технічно-розпорядчим актом станції, технологічним процесом роботи, чинним графіком руху поїздів і плану їх формування.

Розподіл обов'язків між заступником начальника станції (ДСЗ) та начальником вантажного району (НВР), порядок їх підпорядкованості на станції визначається наказом начальника станції (ДС).

Заступник начальника станції відповідає за оперативне управління станцією, опікується питаннями організації та забезпечення експлуатаційної роботи та її аналізу.

Керування процесом комерційного огляду, виявлення та усунення комерційних недоліків здійснюється начальником вантажного району.

Структура управління роботою станції показана на рисунку 1.1.

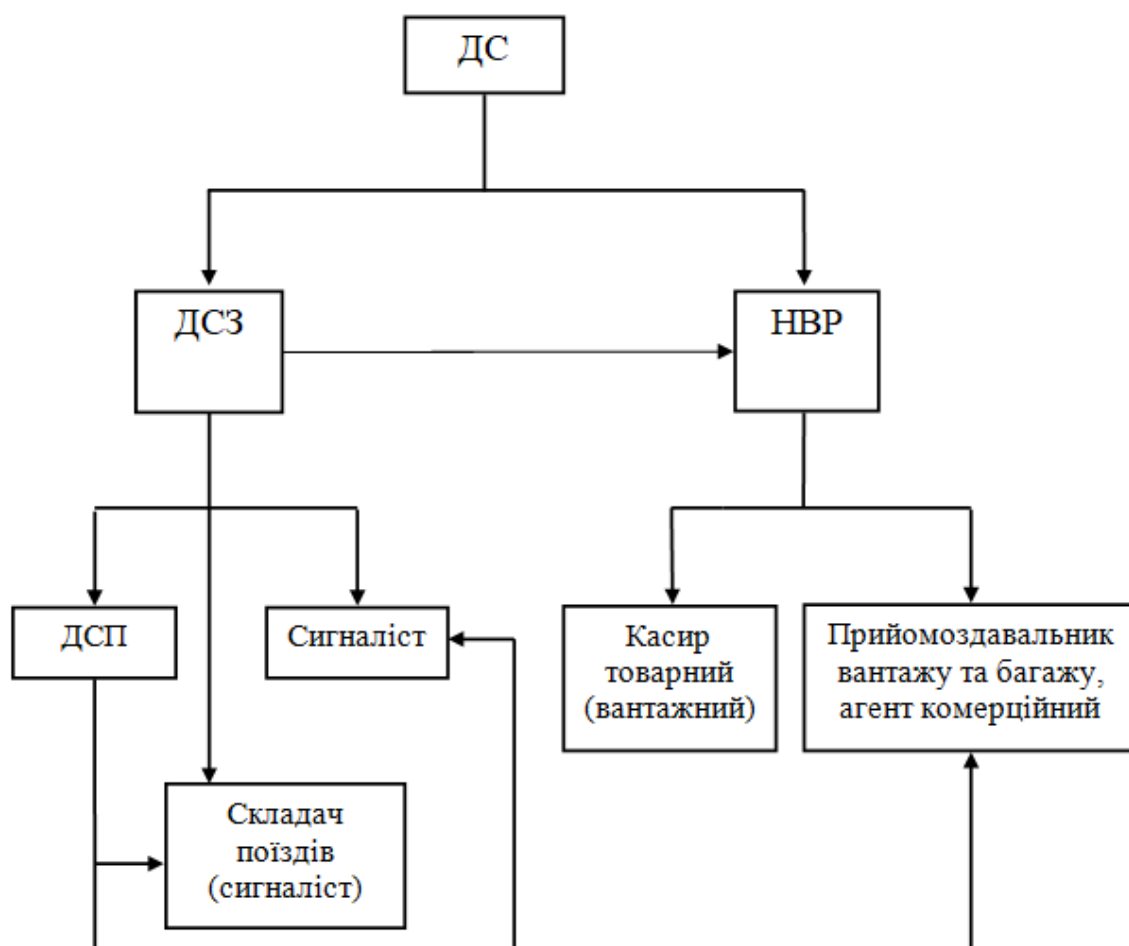


Рисунок 1.1. Структура оперативного управління станцією

Функції оперативного управління станцією, контролю виконання добових і змінних завдань, переробкою потягів і вагонів покладаються на начальника зміни – чергового по станції.

Черговий по станції:

- спільно з поїзним диспетчером забезпечує поточне експлуатаційне планування роботи на станції;
- організовує виконання змінних завдань приймання-відправлення потягів, вантажної роботи та координує дії працівників інших підрозділів щодо забезпечення роботи станції;
- контролює виконання локальних робіт на станції;
- забезпечує ефективне використання технічних пристроїв, здійснює заходи щодо забезпечення безпеки руху потягів та охорони праці персоналу станції;
- готує на пульті керування поїзні маршрути та маршрути маневрових пересувань;
- оформлює попередження про обмеження швидкості та передає їх сигналісту для передачі машиністу локомотива при відправленні;
- виконує операції пов'язані з пред'явленням потягів на технічний та комерційний огляди та фіксує їх у встановленій книзі форми ВУ-14;
- перевіряє правильність формування потягів за натурним листом, після чого розписується у ньому;
- виконує обов'язки, зазначені в технічно-розпорядчому акті станції та посадовій інструкції.

Накази чергового по станції, що стосуються забезпечення якісного та своєчасного виконання технологічних операцій з безпечного приймання, відправлення і пропуску поїздів, виконання маневрових переміщень є обов'язковими для виконання працівниками усіх підрозділів, пов'язаних з прийманням, відправленням, проходженням потягів і здійсненням маневрової роботи.

Маневрова робота здійснюється безпосередньо маневровою бригадою, якою керує складач поїздів. До складу маневрової бригади входять: складач поїздів, машиніст маневрового тепловоза і сигналіст.

1.3 Оперативне планування експлуатаційної роботи вантажної станції Передатна

1.3.1 Загальні положення

Для організації прийому та відправлення потягів, розформування-формування складів, навантаження та розвантаження, сортування вагонів тощо складається оперативний план роботи вантажної станції.

Робота на станції планується по 4-6 годинним інтервалам, позмінно та подовово.

Основою для планування роботи станції на зміну і поточний час є отримання інформації про оперативну ситуацію з підходом поїздів, вагонів, локомотивів і їх розрахунки, наявність вагонів на станції до початку планового періоду.

1.3.2 Добовий план роботи станції

План роботи станції на добу розробляється в Запорізькій дирекції залізничних перевезень. Добовий план роботи станції надсилається на станцію за 3 години до початку доби. Він містить таку інформацію:

- загальна кількість поїздів, які надійдуть на станцію з кожного напрямку, з поділом на транзитні та місцеві;
- обсяги авантаження та розвантаження найважливішого вантажу;
- кількість порожніх вагонів, які прибудуть під завантаження;
- додаткові завдання з урахуванням оперативної ситуації та місцевих умов роботи станції.

Добовим планом визначається обсяг роботи, яку станція має виконати протягом першої половини доби. Станція працює у відповідності до підходу потягів.

ДС (НВР) на основі добових планових завдань дирекції залізничних перевезень формує плани роботи з навантаження кожного вантажовідправника і розвантаження кожного вантажоодержувача за основними видами вантажів, визначає обсяги робіт з підбору порожніх вагонів під завантаження конкретних вантажів.

Вихідними даними для формування добового плану вантажних робіт є:

- план навантаження на місяць;
- надходження заявок вантажовідправників на навантаження;
- відомості про наявність і майбутнє прибуття порожніх вагонів і кількість вагонів, які надійдуть після розвантаження;
- технічні нормативи часу на обробку вантажів, подачу та прибирання вагонів на вантажні фронти;
- особливі завдання дирекції залізничних перевезень.

Добовий план роботи станції уточнюється та коригується до початку другої половини доби враховуючи оперативну обстановку, що склалася, підсумки роботи у першій частині доби та подається в дирекцію залізничних перевезень на затвердження начальником відділу перевезень.

1.3.3 План роботи станції на зміну

Метою планування роботи на зміну є визначення завдань кожної змінної бригади та забезпечення виконання добового плану роботи з урахуванням розвитку поїзної та вантажної роботи на станції та способів її виконання. Змінним планом роботи станції дирекція залізничних перевезень встановлює такі ж оперативні та вантажні показники роботи, як і добовим планом, а також інші завдання за потребою оперативної обстановки.

За інформацією про підхід поїздів і локомотивів у плані зміни визначається кількість поїздів, що мають бути відправлені по всім напрямкам

впродовж зміни. На перші 4-6 годин вказується пункт призначення, індекс поїзда та номер локомотива. Кожному поїзду присвоюється номер згідно з розкладом руху поїздів.

При необхідності планування відправлення поїздів зі станції понад кількість, визначену графіком руху поїздів, їм призначається диспетчерський розклад.

Змінний план роботи станції та інші завдання передаються з дирекції залізничних перевезень на станцію у вигляді диспетчерських розпоряджень не пізніше як за 1 годину до початку зміни.

Змінний план роботи станції розробляється начальником станції або його замісником відповідно до добового плану роботи станції, змінних завдань дирекції залізничних перевезень, графіка руху поїздів та плану формування, кількості наявних вагонів і місткості вантажних фронтів, а також отриманих під час роботи зміни спеціальних завдань.

Результати виконання змінного плану розглядаються по закінченні робочої зміни начальником станції. За результатами розгляду оцінюється змінна робота та вживаються необхідні заходи для попередження та усунення виявлених недоліків.

1.3.4 Поточний план роботи станції на 4-6 годинні інтервали

З метою своєчасного виконання роботи з обробки вагонів, забезпечення їх відправлення зі станцій згідно з графіком руху поїздів та планом формування, враховуючи оперативну ситуацію щодо прибуття поїздів та наявність вагонів і локомотивів на станції, черговий по станції спільно з поїзним диспетчером планують роботу станції по 4-6 годинним інтервалам.

Під час поточного процесу планування цим працівникам доручено:

- розробити план прийому поїздів на основі забезпечення необхідних умов взаємодії в роботі перегонів та парку станції з дотриманням найкращого способу прибуття на станцію транзитних і місцевих потягів;

- розрахувати план поїздоутворення, визначаючи час закінчення накопичення всіх вагонів поїзда, час закінчення формування і час готовності кожного поїзда до відправлення;

- розробляти плани відправлення поїздів з локомотивами та локомотивними бригадами, які підв'язані до складів свого формування;

- координувати послідовність відправлення потягів свого формування.

Вихідними даними для складання плану поїздоутворення є:

- інформація про наявні на коліях станції вагони за призначеннями плану формування до початку планового періоду;

- інформація про кількість, призначення та розрахунковий час прибирання вагонів на станційних коліях після вантажних операцій;

- технічні нормативи часу на здійснення операцій.

Згідно з даними підготовки до відправлення поїздів, черговий по станції і поїзний диспетчер спільно формують план відправлення поїздів.

Черговий по станції доводить план до відома відповідних співробітників (таких як сигналіст, оглядач вагонів, приймальники вантажів і багажу або комерційні агенти) і видає робочі завдання на наступні 1-2 години.

1.3.5 Інформування про підхід поїздів та вагонів

На вантажну станцію надходить первинна точна інформація про наближення поїздів і вагонів.

Попередня інформація передається з дирекції залізничних перевезень на станцію разом зі змінним планом і містить дані про кількість поїздів, що прибудуть на станцію з кожного напрямку в найближчі 12 годин з вказанням поїздів, які надійдуть у переробку, а також про вагони, що надійдуть під розвантаження або завантаження. За одну-півтори години до початку 4-6-годинного інтервалу дирекція залізничних перевезень надає у формі диспетчерських розпоряджень скоригований план підведення потягів на станцію із зазначенням номера та індексу поїзда, їх призначення, загальної кількості вагонів і очікуваний час прибуття.

Черговий по станції одержує останню частину телеграми-натурного листа поїзда в автоматичному режимі.

У разі зміни інформації під час прямування поїзда від станції формування цієї інформації: зміна номеру поїзда або відбулися зміни в його складі (відчеплення або причеплення вагонів), поява технічної чи комерційної несправності у вагонах поїзда, що потребує усунення, поїзний диспетчер сповіщає про це із вказанням номера та індексу, змін, що відбулися в поїзді, характеру несправності та місці розташування цих вагонів у поїзді.

Черговий по станції контролює та аналізує точність і повноту інформації, що надходить на станцію щодо підходу поїздів та вантажу.

На рисунку 1.2 показана схема отримання інформації та планування її роботи.

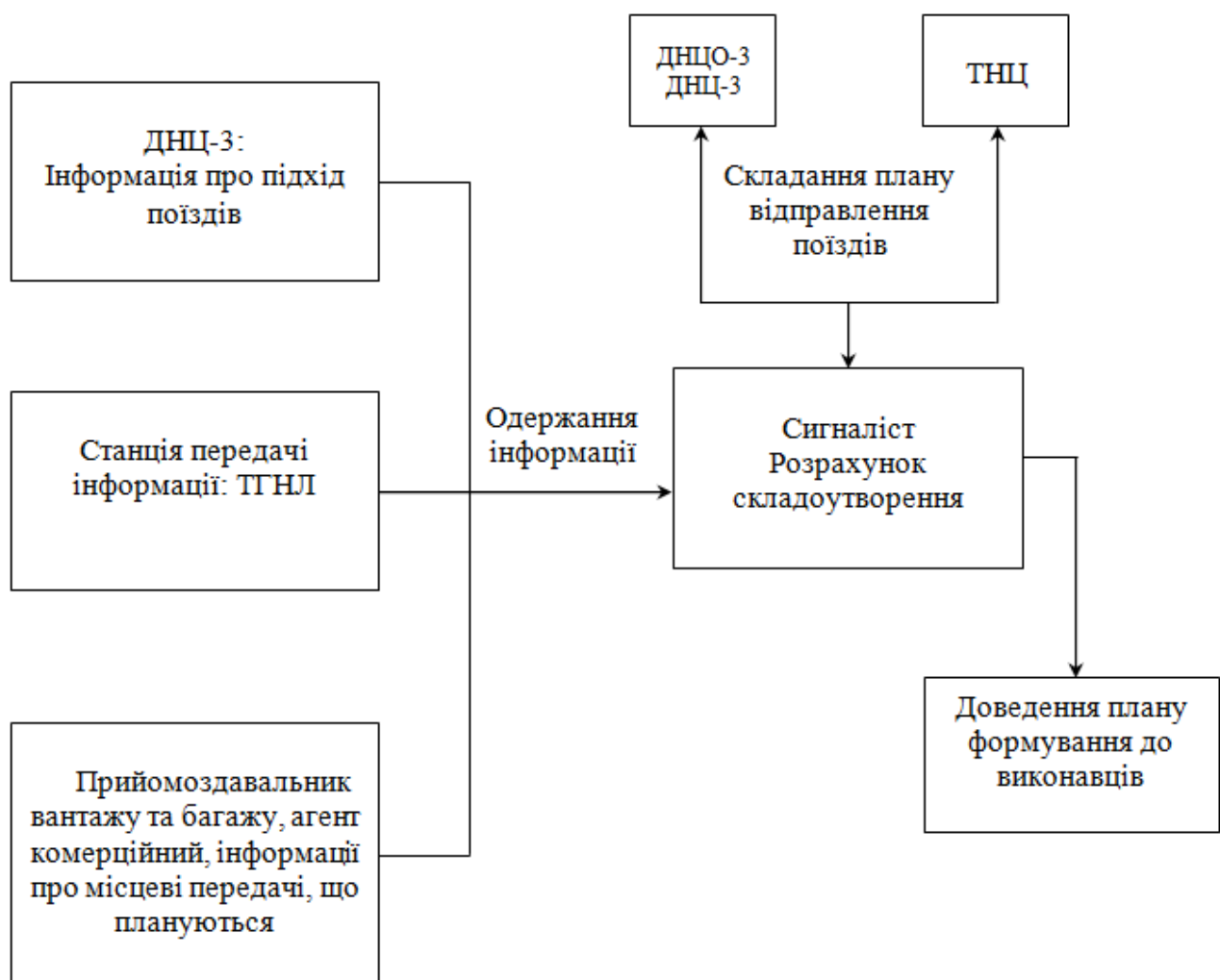


Рисунок 1.2 – Схема отримання інформації та планування роботи станції

1.4 Технологія роботи станції з вантажними поїздами, які надходять у переробку

Коли поїзд відправляється з сусідньої станції, черговий по станції повідомляє сигналісту, оглядачу вагонів, приймальнику вантажів і багажу або комерційному агенту номер поїзда, приймальну колію та час прийому, щоб підготуватися до зустрічі поїзда.

При одночасному підході кількох поїздів, черговий по станції інформує причетних до обробки поїздів працівників про порядок їх обробки.

Черговий по станції дає розпорядження щодо закріплення рухомого складу на колії прибуття. Порядок закріплення рухомого складу залежить від місцевих умов та встановлюється технічно-розпорядчим актом станції.

Обробка поїздів на коліях прибуття включає наступні операції:

- встановлення гальмівних башмаків;
- технічний огляд вагонів поїздів;
- комерційний огляд вагонів;
- перевірка супровідних документів.

Після зупинки поїзда, закріплення та відчеплення локомотива черговий по станції переведенням стрілок у бік суміжних колій ізолює рухомий склад і оглядачі вагонів, вантажобагажоприймачі або комерційні агенти починають огляд.

Пред'явлення поїзда для технічного обслуговування фіксується черговим по станції у книзі форм ВУ-14. Записи у цій книзі засвідчуються підписами чергового по станції та оглядача вагонів.

Вантажобагажники або комерційні агенти виходять зустрічати поїзд на міжколію прийому поїзда до його прибуття. Під час зустрічі поїзда працівники повинні дотримуватися дистанції не менше 2 м від найближчої до нього рейки.

Під час проходження поїзда вантажобагажники або комерційні агенти спостерігають за люками, станом дверей, наявністю запірно-пломбувальних пристроїв (пломб) і гвинтів на дверях вагонів. Огляд вагонів здійснюється

відповідно до вимог правил охорони праці на залізничному транспорті та промислової гігієни, а також вимог правил огляду складів поїздів.

При підготовці до розбирання рухомого складу, оглядач вагонів при проведенні технічного огляду відпускає гальма вагонів і роз'єднує гальмівні рукава. Крім того, виконується ремонт автозчепу (встановлення приводів відчеплення, заміна несправних важелів розчеплення).

Одночасно з технічним оглядом, приймальник вантажобагажу або комерційний агент проводить огляд складу в комерційному відношенні. На станції Перидатна оглядають усі потяги, які підлягають розбиранню та зібрані поїзди, а також групи та поодинокі вагони.

Комерційний огляд поїздів проводиться візуально з обох сторін, уздовж рухомого складу з попередньою перевіркою стану люків, дверей, кузовів вагонів, правильності розміщення і кріплення вантажів на відкритому рухомому складі, наявності запірно-пломбувальних пристроїв та клейм на них, а також дані супровідних документів.

Вантажобагажоприймач або комерційний агент здійснює комерційний огляд вагонів при проведенні технічного огляду та робить запис в книзі форми ВУ-14. При виявленні вагонів з комерційними недоліками, необхідно перевірити кількість і стан вантажу, наявність слідів викрадення (зломи стін, даху, підлоги вагону, сліди відкритої тари вантажних місць). Про всі випадки виявлення вагонів з комерційними несправностями складається акт загальної форми ГУ-23 за підписом працівників, які проводили комерційний огляд (не менше двох осіб), і надсилається телеграма протягом двох годин після закінчення огляду поїзда у встановлені адреси. При цьому встановлюється наявність пломб на вагоні шляхом подальшої перевірки відповідної інформації про пломбу у супровідних документах. При супроводі вантажу стрілками воєнізованої охорони, останні беруть участь в огляді рухомого складу та підписують акт загальної форми ГУ-23.

Якщо вагон, який прибув на станцію має комерційний недолік, і на цей вагон раніше оформлено акт загального зразка, а в стані вагона і вантажу немає змін порівняно з цим актом, новий акт загального зразка не оформлюється.

Акт форми ГУ-23 оформлюється відповідно до Правил складання актів, як правило, у двох примірниках. Один з примірників додається до супровідних документів, а другий примірник залишається на станції.

У разі виявлення вагонів з ознаками викрадення вантажу, складається третій примірник акту загальної форми для надання до поліції м.Запоріжжя за місцем виявлення ознак викрадення вантажу.

При виявленні комерційної несправності вагона, що загрожує збереженню вантажу або створює умови для розкрадання, доступ до вантажу повинен бути негайно заборонений і в разі необхідності накладено запірнопломбувальний пристрій.

Після закінчення технічного обслуговування та комерційного огляду, причетні працівники повідомить чергового по станції особисто або по телефону. Результати комерційного огляду фіксуються в книзі результатів комерційного огляду. Цей запис засвідчується підписами працівників, які брали участь у комерційному огляді.

Після проведення технічного обслуговування та комерційного огляду рухомого складу, знімається огороження, вагонооглядач повідомляє черговому по станції номери вагонів, які потребують ремонту, а потім заповнює на ці вагони бланк повідомлення ВУ-23М, а приймальник вантажу та багажу або комерційний агент – номери вагонів з комерційними недоліками. Графік виконання операцій з поїздом, що надійшов у переробку, наведено в Додатку Б.

У додатку В наведено графік технічних операцій з обробки поїзда, сформованого на станційних коліях.

1.5 Виявлення недоліків існуючого положення та постановка завдань магістерської роботи

Ретельне дослідження технологічного процесу роботи станції Передатна дозволило виявити недоліки, які призводять до значних витрат часу на виконання маневрових операцій, які пов'язані з розформуванням-формуванням потягів; збільшенню часу перебування вагонів на станції та неефективному використанню маневрових локомотивів. Маневрові роботи з розбирання та складання поїздів виконуються методом осаджування, тобто маневровий склад переміщується з витяжної колії на колію сортування, після зупинки окремі вагони або група вагонів відчіплюється, склад поїзда знов прямує на витяжну колію і процес повторюється до повного розбирання складу поїзда.

З метою підвищення ефективності роботи станції, значного скорочення часу роботи маневрових тепловозів, скорочення часу перебування вагонів на станції під вантажними операціями у магістерській роботі пропонується впровадження в роботу станції сортувального пристрою – гірки малої потужності. Спорудження гірки малої потужності можливе на колії, що веде до ТОВ «Смарт Граніт» у непарній горловині станції.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка графічної моделі роботи станції Передатна

Розрахунок часу простою вагонів на станції

Час простою місцевих вагонів на станції складається з трьох елементів і визначається за такою формулою:

$$t_{\text{міст}} = t' + t_{\text{вант}} + t'', \quad (2.1)$$

де t' - час простою від прибуття до подачі на під'їзну колію, год.;

$t_{\text{вант}}$ - час простою під вантажними операціями, год.;

t'' - час простою від закінчення вантажних операцій до відправлення зі станції, год.

Час простою від прибуття вагону до подачі його на під'їзну колію визначається таким чином:

$$t' = t_{\Pi} + t_{\text{очік.розф}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{очік.под}} + t_{\text{под}}, \quad (2.2)$$

де t_{Π} - тривалість виконання технологічних операцій при обробці поїзда з місцевими вагонами, який прибув на станцію у переробку, год (визначається за графіком виконання технологічних операцій при обробці поїзда, що надійшов у переробку, дорівнює 0,9 год.);

$t_{\text{очік.розф}}$ - час в очікуванні розформування, год.;

$t_{\text{розф}}$ - тривалість розформування состава, год.

$t_{\text{нак}}$ - час накопичення вагонів. Після сформування подачі, вагони подаються на fronti навантаження, вивантаження;

$t_{\text{очік.под}}$ - час очікування подачі вагонів на під'їзні колії, год.;

$t_{\text{под}}$ - час подачі вагонів на під'їзні колії, год. (визначено за хронометражними спостереженнями з урахуванням часу на випробування автогальм, дорівнює для ПрАТ "Запорізький абразивний комбінат" - 1,20 год; ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат" - 0 год. (локомотивом власника); АТ "Запорізький завод залізобетонних шпал" - 1,40 год.; ТОВ «Смарт Граніт» - 2,1 год).

Витрати часу на формування складу визначаються за такою формулою:

$$t_{\text{розф}} = A \cdot g_o + B \cdot n_c, \quad (2.3)$$

де A, B – нормативні коефіцієнти, що враховують витрати часу на заїзд локомотива під состав, витягування составу (або його части) на колію, осаджування для сортування вагонів і відтягування. Значення коефіцієнтів A, B дорівнює $A=0,81, B=0,40$;

g_o – середнє число відчепів у составі поїзда, що розформовується. Визначається хронометражними спостереженнями і становить 5 відчепів;

n_c – середня кількість вагонів у составі поїзда, що розформовується. Визначається хронометражними спостереженнями і становить 50 вагонів.

Отже:

$$t_{\text{розф}} = 0,81 \cdot 5 + 0,40 \cdot 50 = 0,4 \text{ год.}$$

Таким чином, середній час подачі вагонів на під'їзні колії складає:

$$t_{\text{под}} = \frac{1,2 + 1,4 + 2,1}{3} = 1,6 \text{ год.}$$

Час простою вагонів під вантажними операціями визначається за такою формулою:

$$t_{\text{вант}} = t_{\text{очік.вант}} + t_{\text{вант}}^M, \quad (2.4)$$

де $t_{\text{очік.вснт}}$ - час простою вагонів в очікування вантажних операцій, год.
(Для ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат", який обслуговується власним локомотивом, дорівнює 0);

$t_{\text{вснт}}^M$ - час простою вагонів під вантажними операціями, год.

Відповідно до чинного договору на експлуатацію під'їзної колії та єдиного технологічного процесу під'їзду ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат", що прилягає до станції Передатна, яку обслуговує підприємство власними локомотивами, час руху вагонів на під'їзній колії встановлено в середньому 5,2 години; ПрАТ "Запорізький абразивний комбінат", прилеглий до станції Передатна, обслуговується залізничним локомотивом – 5,7 години, для АТ "Запорізький завод залізобетонних шпал", прилеглий до станції Передатна, обслуговується залізничним локомотивом – 1,8 години; ТОВ «Смарт Граніт», що примикає до станції Передатна, обслуговується залізничним локомотивом – 10,5 год.

Отже, середній час простою вантажних вагонів під вантажними операціями становить:

$$t_{\text{вант}}^M = \frac{5,2 + 1,8 + 5,7 + 10,5}{4} = 5,8 \text{ год.}$$

Час очікування відправлення зі станції після закінчення вантажних операцій визначається за наступною формулою:

$$t'' = t_{\text{очік.приб}} + t_{\text{приб}} + t_{\text{нак}}^{M\text{ic}} + t_{\text{очік.форм}} + t_{\text{форм}} + t_B, \quad (2.5)$$

де $t_{\text{очік.приб}}$ – час очікування прибирання вагонів з під'їзної колії на станцію;

$t_{\text{приб}}$ – час прибирання вагонів з під'їзних колій на станцію, год
(визначено за хронометражними спостереженнями з урахуванням часу на випробування автогальм, дорівнює для ПрАТ "Запорізький абразивний

комбінат" - 1,20 год; ПрАТ "Запорізький масложиркомбінат" - 0 год. (власним локомотивом); АТ "Запорізький завод залізобетонних шпал" - 1,40 год.; ТОВ «Смарт Граніт» - 2,1 год).

$t_{\text{очік.форм}}$ – час очікування формування, год.;

$t_{\text{нск}}^{\text{міс}}$ – час накопичення місцевих вагонів після прибирання з під'їзних колій на приймально-відправних коліях, год.;

$t_{\text{форм}}$ – час на закінчення формування, включаючи перестановку состава на приймально-відправну колію.

Таким чином, середній час прибирання вагонів з під'їзних колій промислових підприємств на станцію становить:

$$t_{\text{приб}} = \frac{1,2 + 1,4 + 2,1}{3} = 1,6 \text{ год.}$$

Час, необхідний для формування складу поїзда визначається за такою формулою:

$$t_{\text{форм}} = A \cdot g_o + B \cdot n_c, \quad (2.6)$$

де A, B – нормативні коефіцієнти, що враховують витрати часу на заїзд локомотива під состав, витягування составу (або його частин) на витяжну колію, осаджування для сортування вагонів і відтягування. Значення коефіцієнтів A, B дорівнює $A=0,81, B=0,40$;

g_o – середнє число відчепів у составі поїзда, що формується. Визначається хронометражними спостереженнями і становить 5 відчепів.

n_c – середня кількість вагонів у составі поїзда, що формується. Визначається хронометражними спостереженнями і становить 50 вагонів.

$$t_{\text{форм}} = 0,81 \cdot 5 + 0,40 \cdot 50 = 24 \text{ хв} = 0,4 \text{ год.}$$

Час перебування на колії відправлення розраховується у відповідності з даними, отриманими методом табличного моделювання

$$t_B = t_B^{\text{обр}} + t_{\text{очік}}^{\text{відпр}}, \quad (2.7)$$

де $t_B^{\text{обр}}$ – час виконання технологічних операцій з поїздом свого формування, год. Визначається згідно графіка технологічних операцій з обробки поїзда свого формування на коліях відправлення, дорівнює 1,33 год;

$t_{\text{очік}}^{\text{відпр}}$ – час очікування відправлення поїзда зі станції, год.

Розрахунок часу перебування вагонів в очікуванні подачі на під'їзні колії промислових підприємств наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Визначення часу простою вагонів в очікуванні подачі на під'їзні колії, які примикають до станції Передатна

Число, місяць	Кількість вагонів N_n	Час простою одного вагона від прибуття до подачі, год.			Вагоно години простою в очікуванні подачі, год, $\sum N_n \cdot t_{\text{очік.под}}^n$
		Загальний $T_{\text{заг}}$	у тому числі $t_{\text{п}} + t_{\text{очік, розф}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{под}}$	у тому числі $t_{\text{очік, под}}$	
1	2	3	4	5	6
ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»					
11.09.2022	14	14,7	0,9+0+0,4+0+0=1,3	13,4	187,6
11.09.2022	10	1,8	1,3	0,5	5,0
12.09.2022	11	67,9	1,3	66,6	732,6
12.09.2022	9	59,4	1,3	58,1	522,9
12.09.2022	6	10,8	1,3	9,5	57,0
12.09.2022	13	4,0	1,3	2,7	35,1
13.09.2022	12	11,25	1,3	9,95	119,4
13.09.2022	7	9,5	1,3	8,2	57,4
13.09.2022	14	13,0	1,3	11,7	163,8
13.09.2022	9	12,25	1,3	10,95	98,55

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
14.09.2022	6	92,1	1,3	90,8	544,8
14.09.2022	14	23,3	1,3	22,0	308,0
14.09.2022	3	19,0	1,3	17,7	53,1
16.09.2022	11	4,0	1,3	2,7	29,7
16.09.2022	14	20,3	1,3	19,0	266,0
16.09.2022	12	7,7	1,3	6,4	76,8
16.09.2022	6	63,3	1,3	62,0	372,0
17.09.2022	14	14,3	1,3	13,0	182,0
17.09.2022	10	8,7	1,3	7,4	74,0
17.09.2022	2	26,0	1,3	24,7	49,4
18.09.2022	13	11,7	1,3	10,4	135,2
18.09.2022	14	4,08	1,3	2,78	38,9
18.09.2022	8	7,2	1,3	5,9	47,2
19.09.2022	10	19,7	1,3	18,4	184,0
19.09.2022	8	14,8	1,3	13,5	108,0
19.09.2022	12	40,08	1,3	38,78	465,4
20.09.2022	14	16,7	1,3	15,4	215,6
20.09.2022	9	14,5	1,3	13,2	118,8
Усього за 10 діб вересня 2022 р	285				5248,25
ПАТ «Запорізький Абразивний комбінат»					
11.09.2022	10	6,0	0,9+0+0,4+0+ 1,2=2,5	3,5	35,0
11.09.2022	10	6,7	2,5	4,2	42,0
11.09.2022	10	7,3	2,5	4,8	48,0
11.09.2022	5	8,0	2,5	5,5	27,5
14.09.2022	1	5,7	2,5	3,2	3,2
17.09.2022	1	5,0	2,5	2,5	2,5
17.09.2022	1	2,0	2,5	0	0
19.09.2022	2	4,7	2,5	2,2	4,4
19.09.2022	1	2,08	2,5	0	0
20.09.2022	2	6,08	2,5	3,58	7,16
Усього за 10 діб вересня 2022 р	43				169,76
ПрАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал»					
20.09.2022	3	14,08	0,9+0+0,4+0+ 1,4=2,7	11,38	34,14
Усього за 10 діб вересня 2022 р	3				34,14
ПАТ «Запоріжнерудпром»					
14.09.2022	19	16,7	0,9+0+0,4+0+ 2,1=3,4	13,3	252,7
14.09.2022	8	4,7	3,4	1,3	10,4
15.09.2022	16	29,5	3,4	26,1	417,6
15.09.2022	6	47,2	3,4	43,62	261,72
15.09.2022	8	9,7	3,4	6,3	50,4
15.09.2022	15	16,0	3,4	12,6	189,0

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
15.09.2022	4	27,08	3,4	23,68	94,75
16.09.2022	20	39,2	3,4	35,8	716,0
17.09.2022	20	17,2	3,4	13,8	276,0
17.09.2022	20	14,0	3,4	10,6	212,0
17.09.2022	6	31,3	3,4	27,9	167,4
19.09.2022	20	7,08	3,4	3,68	73,6
19.09.2022	8	16,3	3,4	12,9	103,2
20.09.2022	20	42,2	3,4	38,8	776,0
Усього за 10 діб вересня 2022 р	190				3600,77
Усього за 10 діб вересня 2022 р	521				9052,92
$t_{\text{очік.под}} = (T_{\text{пр}}^{\text{под}} - T_{\text{приб}}) - t_{\text{п}} - t_{\text{очік.розфр}} - t_{\text{розфр}} - t_{\text{нак}} - t_{\text{под}}$ $T_{\text{заг}} = t_{\text{п}} + t_{\text{очік.розф}} + t_{\text{розф}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{очік.под}} + t_{\text{под}}$ За одержаними розрахунками за 10 діб вересня 2022 року $t_{\text{очік.под}}^{\text{серед}} = (\sum N_n * t_{\text{очік.под}}^n) / N_n$ $t_{\text{очік.под}}^{\text{серед}} = 9052,92 / 521 = 17,38 \text{ год.}$					

Час простою від прибуття до подачі на під'їзну колію складає:

$$t' = 0,9 + 0 + 0,4 + 0 + 17,38 + 1,6 = 20,28 \text{ год.}$$

Розрахунок часу перебування вагонів в очікуванні вантажних операцій на під'їзних коліях промислових підприємств наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – розрахунок часу простою вагонів в очікуванні виконання вантажних операцій на під'їзних коліях станції Передатна

Число, місяць	Кількість поданих вагонів N_n	Час простою одного вагона під вантажними операціями, год.			Вагоно години простою в очікуванні виконання вантажних операцій, год, $\sum N_n t_{\text{очік.ван}}^n$
		загальний $t_{\text{ван}}$	у тому числі $t_{\text{ван}}^M$	у тому числі $t_{\text{очік.ван}}$	
1	2	3	4	5	6
ПАТ «Запорізький Абразивний комбінат»					
11.09.2022	10	22,0	5,7	16,3	163,0
11.09.2022	10	28,3	5,7	22,6	226,0
11.09.2022	10	32,7	5,7	27,0	270,0

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
11.09.2022	5	33,5	5,7	27,8	139,0
14.09.2022	1	102,0	5,7	96,3	96,3
17.09.2022	1	149,5	5,7	143,8	143,8
17.09.2022	1	102,0	5,7	96,3	96,3
19.09.2022	2	88,2	5,7	82,5	165,0
19.09.2022	1	104,5	5,7	98,8	98,8
20.09.2022	2	68,7	5,7	63,0	126,0
Усього за 10 діб вересня 2022 р	43				1524,2
ПрАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал»					
20.09.2022	3	21,2	1,8	19,4	58,2
Усього за 10 діб вересня 2022 р	3				58,2
ПАТ «Запоріжнерудпром»					
14.09.2022	19	17,2	10,5	6,7	127,3
14.09.2022	8	10,08	10,5	0	0
15.09.2022	16	21,2	10,5	10,7	171,2
15.09.2022	6	10,3	10,5	0	0
15.09.2022	8	28,0	10,5	17,5	140,0
15.09.2022	15	40,7	10,5	30,2	453
15.09.2022	4	14,0	10,5	3,5	14,0
16.09.2022	20	26,5	10,5	16,0	320,0
17.09.2022	20	16,7	10,5	6,2	124,0
17.09.2022	20	20,0	10,5	9,5	190
17.09.2022	6	53,0	10,5	42,5	255,0
19.09.2022	20	28,0	10,5	17,5	350,0
19.09.2022	8	21,3	10,5	10,8	86,4
20.09.2022	20	35,0	10,5	24,5	490,0
Усього за 10 діб вересня 2022 р	190				2720,9
Усього за 10 діб вересня 2022 р	236				4303,3
$t_{\text{ван}} = t_{\text{ван}}^M + t_{\text{очік. ван}}$ За одержаними розрахунками за 10 діб вересня 2022 року $t_{\text{очік. ван}}^{\text{серед}} = (\sum N_n * t_{\text{очік. ван}}^n) / N_n$ $t_{\text{очік. ван}}^{\text{серед}} = 4303,3 / 236 = 18,23 \text{ год.}$					

Час простою під вантажними операціями становить:

$$t_{\text{вант}} = 18,23 + 5,8 = 24,03 \text{ год.}$$

Розрахунок часу простою вагонів в очікуванні відправлення наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – розрахунок часу простою вагонів в очікуванні відправлення зі станції Передатна

Число, місяць	Кількість пода-них вагонів N_n	Час простою від закінчення вантажних. операцій до прибирання, год.			Вагоно години простою в очікуванні прибирання, год. $\sum N_n t_{\text{очік. відпр}}$
		загальний $t_{\text{заг.}}$	$t_{\text{приб}} + t_{\text{нак}} + t_{\text{очік. форм}} + t_{\text{форм}} + t_B^{\text{обр}}$	у тому числі $t_{\text{очік. відпр}}$	
1	2	3	4	5	6
ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»					
11.09.2022	14	8,7	0+0+0+0,4+1,33=1,73	6,97	97,58
11.09.2022	10	4,0	1,73	2,27	22,7
12.09.2022	11	7,08	1,73	5,35	58,85
12.09.2022	9	4,7	1,73	2,97	26,73
12.09.2022	6	6,2	1,73	4,27	25,62
12.09.2022	13	9,08	1,73	7,35	95,55
13.09.2022	12	7,0	1,73	5,25	63,24
13.09.2022	7	11,0	1,73	9,23	64,89
13.09.2022	14	6,0	1,73	4,27	59,78
13.09.2022	9	5,0	1,73	3,27	29,43
14.09.2022	6	4,3	1,73	2,57	15,42
14.09.2022	14	9,2	1,73	7,47	104,58
14.09.2022	3	6,0	1,73	4,27	12,81
16.09.2022	11	7,4	1,73	5,67	62,37
16.09.2022	14	11,2	1,73	9,47	132,58
16.09.2022	12	3,8	1,73	2,07	24,84
16.09.2022	6	6,8	1,73	5,07	30,42
17.09.2022	14	9,7	1,73	7,97	111,58
17.09.2022	10	4,5	1,73	2,77	27,7
17.09.2022	2	8,2	1,73	6,47	12,94
18.09.2022	13	9,7	1,73	7,97	103,61
18.09.2022	14	3,8	1,73	2,07	28,98
18.09.2022	8	7,5	1,73	5,77	46,16
19.09.2022	10	9,2	1,73	7,47	74,7
19.09.2022	8	11,3	1,73	9,57	76,56
19.09.2022	12	6,8	1,73	5,07	60,84
20.09.2022	14	4,8	1,73	3,07	42,98

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
20.09.2022	9	6,0	1,73	4,27	38,43
Усього за 10 днів вересня 2022 р	285				1551,87
ПАТ «Запорізький Абразивний комбінат»					
11.09.2022	10	17,7	1,2+0+0+ 0,4+1,33= 2,93	14,77	147,7
11.09.2022	10	10,7	2,93	7,77	77,7
11.09.2022	10	5,7	2,93	2,77	27,7
11.09.2022	5	4,2	2,93	1,27	6,35
14.09.2022	1	10,5	2,93	7,57	7,57
17.09.2022	1	6,08	2,93	3,15	3,15
17.09.2022	1	11,08	2,93	8,15	8,15
19.09.2022	2	9,8	2,93	6,87	13,74
19.09.2022	1	11,3	2,93	8,37	8,37
20.09.2022	2	9,2	2,93	6,27	12,54
Усього за 10 днів вересня 2022 р	43				312,97
ПрАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал»					
20.09.2022	3	4,5	1,4+0+0+ 0,4+1,33= 3,13	1,37	4,11
Усього за 10 днів вересня 2022 р	3				4,11
ПАТ «Запоріжнерудпром»					
14.09.2022	19	6,08	2,1+0+0+ 0,4+1,33= 3,83	2,25	42,75
14.09.2022	8	12,0	3,83	8,17	65,36
15.09.2022	16	8,7	3,83	4,87	77,92
15.09.2022	6	6,0	3,83	2,17	13,02
15.09.2022	8	11,5	3,83	6,67	61,36
15.09.2022	15	10,5	3,83	6,67	100,05
15.09.2022	4	6,5	3,83	2,67	10,68
16.09.2022	20	6,8	3,83	2,97	59,4
17.09.2022	20	6,5	3,83	2,67	53,4
17.09.2022	20	5,8	3,83	1,97	39,4
17.09.2022	6	11,3	3,83	7,47	44,82
19.09.2022	20	6,8	3,83	2,97	59,4
19.09.2022	8	4,5	3,83	0,67	5,36
20.09.2022	20	5,2	3,83	1,37	27,4

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
Усього за 10 діб вересня 2022 р	190				660,32
Усього за 10 діб вересня 2022 р	521				2529,27
За одержаними розрахунками за 10 діб вересня 2022 року $t_{\text{очік. відпр}}^{\text{серед}} = (\sum N_n * t_{\text{очік. пвідпр}}^n) / N_n$ $t_{\text{очік. відпр}}^{\text{серед}} = 2529,27 / 521 = 4,8 \text{ год}$ $t_B = 1,33 + 4,8 = 6,13 \text{ год}$					

Час перебування вагонів на станційних коліях від закінчення вантажних операцій до відправлення зі станції Передатна складає:

$$t'' = 1,6 + 0,4 + 6,13 = 8,13 \text{ год.}$$

Таким чином, норма часу перебування місцевого вагона на станційних коліях ст. Передатна складає:

$$t_M = 20,28 + 24,03 + 8,13 = 52,44 \text{ год.}$$

Підсумок елементів перебування на станції місцевих вагонів наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Підсумки поелементного розрахунку норми простою місцевих вагонів

Найменування елементів простою місцевих вагонів	Норма простою за елементами (год.)
1	2
1. Простій від прибуття до подачі на під'їзну колію, в тому числі:	20,28
1.1. Тривалість виконання технологічних операцій при обробці поїздів з місцевими вагонами, які прибули на станцію у переробку	0,9
1.2. Простів вагонів в очікуванні розформування	0
1.3. Розформування	0,4
1.4. Простів вагонів в очікуванні подачі вагонів на під'їзні колії	17,38
1.5. Середньо виражений час подачі вагонів на під'їзні колії	1,6
2. Простій під вантажними операціями, в тому числі:	24,03
2.1. Простоїв вагонів в очікуванні вантажних операцій	18,23

Продовження таблиці 2.4

1	2
2.2. Середній простій вагонів під вантажними операціями	5,8
3. Простій вагонів від прибирання з під'їзних колій до відправлення, в тому числі:	8,13
3.1. Середньо виважений час прибирання вагонів з під'їзних колій	1,6
3.2. Простоїв вагонів в очікуванні прибирання з під'їзних колій на станцію	0
3.3. Формування	0,4
3.3. Простій на колії відправлення	6,13
ВСЬОГО простій місцевих вагонів, в тому числі:	52,44
- виконання технологічних операцій	10,7
- елемент "Очікування подачі вагонів на під'їзні колії, очікування вантажних операцій, очікування прибирання вагонів з під'їзних колій на станцію, очікування формування	41,74

Норма часу перебування вагонів під однією вантажною операцією розраховується за такою формулою

$$t_{\text{вант.опер}}^1 = \frac{t_{\text{міст}}}{K_{\text{зДВ}}} \quad (2.8)$$

де $t_{\text{міст}}$ - норма часу простою місцевих вагонів, год. Визначається згідно даних, які отримані за допомогою табличного моделювання в розрахунку норми часу знаходження місцевих вагонів на станції: $t_{\text{міст}} = 52,44$ год.

$K_{\text{зДВ}}$ - коефіцієнт здвоєних операцій.

Коефіцієнт здвоєних операцій розраховується таким чином:

$$K_{\text{зДВ}} = \frac{N_{\text{навант}} + N_{\text{вивант}}}{N_{\text{заг}}} \quad (2.9)$$

де $N_{\text{навант}}$ - середньодобова кількість навантажених вагонів за звітний період, ваг. $N_{\text{навант}} = 51$ ваг.;

$N_{\text{вивант}}$ - середньодобова загальна кількість вагонів, що беруть участь у вантажних операціях за звітний період. $N_{\text{вивант}} = 49$ ваг.

$N_{\text{заг}}$ - загальна кількість вагонів.

Загальна кількість вагонів розраховується за такою формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{вивант}} + N_{\text{пор}} \quad (2.10)$$

де $N_{\text{вивант}}$ - середньодобова кількість вивантажених вагонів за звітний період, ваг.; $N_{\text{вивант}}=49$ ваг.

$N_{\text{пор}}$ - середньодобова кількість додатково зайнятих порожніх вагонів за звітний період, ваг.; $N_{\text{пор}}=47$ ваг.

$$N_{\text{заг}} = 49 + 47 = 96 \text{ ваг.}$$

Коефіцієнт здвоєних операцій складає:

$$K_{\text{здв}} = \frac{51+49}{96} = 1,04$$

Норма часу перебування вагонів під однією вантажною операцією складає:

$$t_{\text{вант.опер}}^1 = \frac{52,44}{1,04} = 50,4 \text{ год.}$$

2.2 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції Передатна у базовому варіанті

Необхідну кількість маневрових локомотивів на станції Передатна визначаємо шляхом розрахунку загальної кількості локомотиво-хвилин потрібної на виконання маневрової роботи та кількості маневрових операцій протягом доби із зазначенням нормативу часу для кожної з них.

Загальну кількість локомотиво-хвилин визначаємо заповнюючи форму, в яку вносимо всі проведені протягом доби маневрові роботи та норми часу на виконання цих робіт.

У таблиці 2.5 наведено розрахунок загальної кількості локомотиво-хвилин для маневрових локомотивів, що використовуються в базовому варіанті на станції Передатна.

Таблиця 2.5 – Розрахунок загальних витрат локомотиво-хвилин для маневрових локомотивів, зайнятих на маневровій роботі станції Передатна

Найменування операції	Норма часу на одну операцію, хв.	Кількість операцій за добу	Загальна кількість лок-хв.
Формування-розформування составів вантажних поїздів (методом осаджування)	74,6	8	596,80
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»	72,1	3	216,30
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»	81,45	2	162,90
Подавання вагонів на під'їзну колію ПрАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал»	84,22	2	168,44
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запоріжнерудпром»	223,33	2	446,66
Маневрова робота з місцевими вагонами на станції Запоріжжя 2	90	1	90,00
Маневрова робота з вагонами на станції Ростуща	90	1	90,00
Усього ΣМТ			1771,10

Необхідну кількість маневрових тепловозів визначаємо за такою формулою:

$$M = \frac{\sum MT(1 + \gamma)}{1440 - (t_{mn} + t_{ек} + t_{зм})} \quad (2.11)$$

де $\sum MГ$ – загальні витрати локомотиво-хвилин;

γ – поправочний коефіцієнт на невраховану маневрову роботу (подавання вагонів на колії усунення комерційних несправностей тощо), приймаємо $\gamma=0,4$;

t_{mn} - час технологічної перерви, приймаємо $t_{mn} = 30 \text{ хв.}$;

$t_{ек}$ - час екіпірування локомотиву, приймаємо $t_{ек} = 90 \text{ хв.}$;

$t_{зм}$ - час на зміну локомотивної бригади, приймаємо $t_{зм} = 30 \text{ хв.}$

Виконуємо розрахунки за формулою (2.11)

$$M = \frac{1771,1 \cdot (1 + 0,4)}{1440 - (30 + 90 + 30)} = 1,92 \approx 2 \text{ лок.}$$

Отже, для виконання маневрової роботи на станції Передатна згідно проведених розрахунків у базовому варіанті необхідно 2 маневрових тепловоза.

Аналітичний розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів підтверджується розробкою добового плану-графіку роботи станції у базовому варіанті (слайд 8).

2.3 Проектування гірки малої потужності

Сортувальна гірка – споруда у вигляді насипу в межах залізничної станції, через яку прокладена колія, що з'єднує парк прибуття потягів з сортувальним парком або витяжну колію з парком станції, призначена для розформування складів потягів за допомогою власної ваги вагонів. Тобто від вершини гірки на колії парку станції вагони (відчепи) прямують без участі локомотива.

Сортувальна гірка складається з трьох основних елементів: насувної частини, вершини гірки і спускної частини.

Насувна частина гірки - це ділянка перед вершиною гірки, яка має протиухил щонайменше 8‰ довжиною 50 м, щоб стиснути автозчепи вагонів і полегшити відчеплення вагону (відчепу) перед вершиною.

Спускна частина - це ділянка між вершиною гірки і розрахунковою точкою, розташованою на відстані 50-100 м. за найбільш віддаленим граничним стовпчиком стрілочного перевodu сортувального парку. Ухил спускної частини складає не менше 25‰ для забезпечення проходу поганого бігуна від вершини гірки до розрахункової точки.

Спускна частина сортувальної гірки складається з окремих елементів, довжина і крутизна яких повинні забезпечувати оптимальні умови для скочування вагонів.

Величина ухилу і довжина елементів спускної частини повинні забезпечувати:

- інтервал між відчепами, що дозволяє переводити стрілки;
- встановлену швидкість, з якою вагони входять на гальмівну позицію;
- рушання з місця поганих бігунів у несприятливих погодних умовах, якщо вони зупиняються при гальмуванні.

Вершина гірки – це найвища точка пагорба відносно колії сортувального парку, де вагон (відчеп) від'єднується та самостійно рухається вниз по колії.

Розрахункова висота гірки визначається в умовах, які забезпечують прохід вагонів з поганою ходовою якістю («поганих» бігунів) за несприятливих погодних умов (зустрічний вітер взимку) до розрахункової точки, зазвичай розташованої в кінці найважчої за умовами скочування колії. Розрахуємо висоту сортувальної гірки.

Вхідні дані для розрахунку:

- тип вагона, що розформовується на гірці: КР4 (критий чотиривісний);
- маса вагона: $q_b = 30 \text{ т}$;
- площа поперечного перерізу вагону: $S=9,7 \text{ м}^2$;

- тип підшипників візків вагона: роликові;
- довжина елементів сортувальної гірки: $l_{ув} + l_{зн} = 120$ м - швидкісна ділянка та гальмівна ділянка, $l_{ск} = 50$ м. - стрілочна ділянка спускної частини;
- кількість стрілочних переводів, що проходить відчеп - 7;
- температура зовнішнього повітря: $t^0 = -25$ C°;
- швидкість вітру: $V_в = 4,25$ м/с;
- кут між напрямом вітру та віссю ділянки колії, по якій рухається відчеп:
 $\varphi = 30^\circ$;
- марка хрестовини стрілочних переводів: 1/7;
- відстань між осями суміжних колій: $s = 5,7$ м;
- радіус кривої $R = 300$ м.

Нижче наведено розрахунок.

Висоту гірки розраховуємо за такою формулою [1]:

$$H_r = \frac{1}{1000} \left[L_p (w_0 + w_{сер}) + 9 \sum \alpha^0 + 20n \right] - \frac{v_0^2}{2 \cdot g'}, \quad (2.12)$$

де L_p - довжина гіркової горловини від вершини гірки до розрахункової точки, м;

w_0 - основний питомий опір руху розрахункового поганого бігуна, Н/кН;
 визначаємо з додатку Д, де $w_0 = 3,9$ Н/кН;

$w_{сер}$ - питомий опір від повітряного середовища та вітру, Н/кН;

9 – додаткова питома робота сил опору розрахункового поганого бігуна у кривих ділянках колії на кожний градус куту повороту;

$\sum \alpha^0$ - сума кутів повороту на шляху прямування відчепів до розрахункової точки, град.;

20 – допоміжна питома робота сил опору від ударів при прямування через стрілочний перевод;

n – кількість стрілочних переводів на шляху прямування відчепів;

$\frac{v_0^2}{2 \cdot g'}$ - енергетична висота, яка відповідає швидкості розпуску вагонів з гірки, м.;

v_0 - розрахункова швидкість насування вагонів на гірку, м/с. Для гірок малої потужності приймають 0,97 м/с;

g' - прискорення сил тяжіння з урахуванням впливу частин вагону, що обертаються, м/с².

Визначимо довжину гіркової горловини L_p від вершини гірки до розрахункової точки:

$$L_p = l_{ув} + l_{гн} + l_{стр} + l_{ск}, \quad (2.13)$$

де $l_{ув}$ - довжина швидкісної ділянки сортувальної гірки, м;

$l_{гн}$ - довжина гальмівної ділянки сортувальної гірки, м;

$l_{стр}$ - довжина стрілочної ділянки сортувальної гірки, м;

$l_{ск}$ - довжина ділянки підгіркового парку сортувальної гірки, м.

Визначимо довжину стрілочної ділянки сортувальної гірки:

$$l_{ск} = X + a, \quad (2.14)$$

де X – відстань від стрілочного переводу до граничного стовпчика, м (рисунок 2.1);

a – відстань від центра переводу до стику рамної рейки, м.

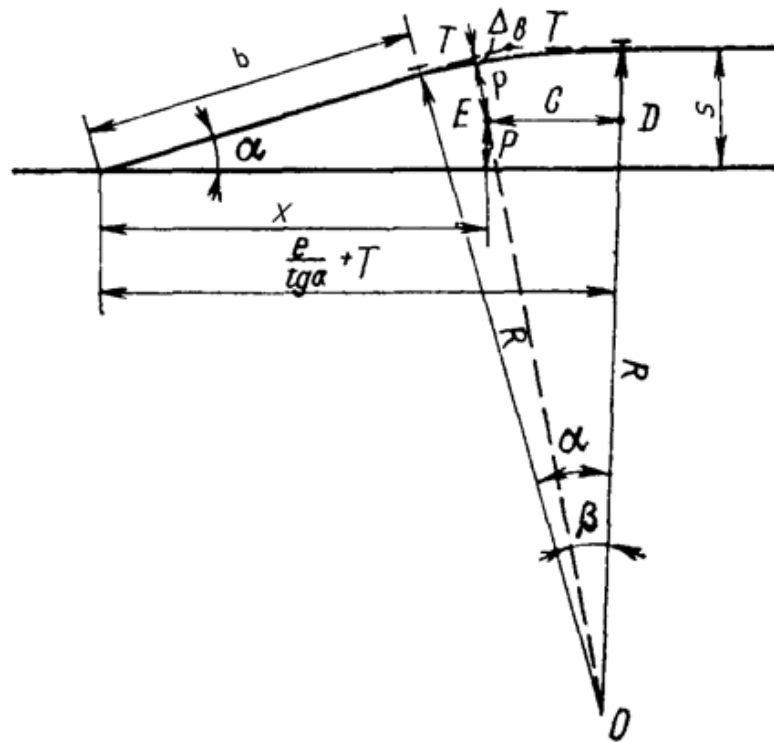


Рисунок 2.1 – Встановлення граничного стовпчика в межах кривої бокової колії

Граничні стовпчики встановлюють за стрілочним переводом посередині колійного простору там, де відстань між роздвоєними осями колії дорівнює 4,1 м. Граничний стовпчик вказує межу, за якою можна розташувати рухомий склад без порушення безпеки руху на суміжній колії.

При розміщенні сигнальних пристроїв або граничного стовпчика всередині кривої стрілочного переводу, як показано на рисунку 2.1, відстань між віссю граничного стовпчика та віссю кривої колії має бути збільшена на певну величину, тому що фактично при проходженні кривої кузов вагону переміщається на відстань Δ , яку визначаємо з додатку Ж4; $\Delta=0,12$ м).

Розрахуємо відстань від центру стрілочного переводу до граничного стовпчика або сигналу за формулою:

$$X = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha} + T - C, \quad (2.15)$$

при цьому:

$$C = OD \cdot \operatorname{tg} \beta = (R - s + p), \quad (2.16)$$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (2.17)$$

де α – кут повороту на шляху прямуювання відчепів до розрахункової точки, град. Визначаємо, виходячи з марки хрестовини стрілочного перевodu:

$$\alpha = \operatorname{arctg} (1 / 7) = 8,130094^{\circ},$$

$$T = 300 \cdot \operatorname{tg} \frac{8,130094^{\circ}}{2} = 21,32 \text{ м.}$$

В цій формулі невідомим є значення $\operatorname{tg} \beta$. Величину кута β розраховуємо через $\cos \beta$ з трикутника ODE:

$$\cos \beta = \frac{OD}{OE} = \frac{R - s + p}{R - p - \Delta}, \quad (2.18)$$

$$\cos \beta = \frac{300 - 5,3 + 2,05}{300 - 2,05 - 0,12} = 0,996378$$

тоді $\beta = 4,878014^{\circ}$.

$$C = (300 - 5,3 + 2,05) \cdot \operatorname{tg} 4,878014^{\circ} = 25,33 \text{ м,}$$

$$X = \frac{5,3}{\operatorname{tg} 8,130094^{\circ}} + 21,32 - 25,33 = 33 \text{ м.}$$

Також необхідно враховувати відстань a від центру перевodu до стику рамної рейки. Цю відстань визначаємо за додатком Ж.

Відстань від вершини гірки до розрахункової точки складає:

$$L_p = 120 + 99 + 30 + 50 = 299 \text{ м.}$$

Сума кутів повороту $\sum \alpha^0$ визначається в залежності від кутів повороту розрахункової колії та кількості стрілочних переводів на шляху прямування відчепів.

Опір повітря розраховуємо за такою формулою:

$$w_{сер} = \frac{17,8 \cdot C_x \cdot S}{(273 + t^o) \cdot q_г} \cdot V_p^2, \quad (2.19)$$

де C_x – коефіцієнт повітряного опору одиночних вагонів або першого вагону у відчепі; визначається у залежності від роду вагона та куту за додатком Е;

S – площа поперечного перетину одиночного вагону у відчепі, м²;

$q_г$ - вага вагону, т;

t^o – температура повітря, С^o;

V_p - розрахункова швидкість скочування відчепів, м/с.

Коефіцієнт повітряного опору C_x обираємо в залежності від типу вагона та куту θ (кут між результуючим вектором відносної швидкості та напрямку руху відчепу). Значення цих коефіцієнтів наведені у додатку Д.

Швидкість V_p та кут θ розраховуємо за такими формулами:

$$V_p^2 = V_{сер}^2 + V_г^2 + 2V_{сер} \cdot V_г \cdot \cos \varphi, \quad (2.20)$$

$$\theta = \arcsin \frac{V_г \cdot \sin \varphi}{V_p}, \quad (2.21)$$

де $V_{сер}$ - середня швидкість відчепів на ділянці, м/с;

$V_г$ - швидкість вітру, яка приймається незмінною на усьому протязі сортувальної гірки, м/с;

φ - кут між напрямом вітру та віссю ділянки колії, по якій рухається відчеп;

θ - кут між результируючим вектором руху відчепу та напрямком вітру.

$$V_p^2 = 0,97^2 + 4,25^2 + 2 \cdot 0,97 \cdot 4,25 \cdot \cos 30^\circ = 26,14 \text{ м/с},$$

тоді $V_p = 5,1 \text{ м/с}$.

$$\theta = \arcsin \frac{4,25 \cdot \sin 30^\circ}{5,1} = 25^\circ.$$

Тоді:

$$w_{cep} = \frac{17,8 \cdot 1,56 \cdot 9,7}{(273 - 25) \cdot 30} \cdot 26,14 = 1,05 \text{ н/кН}.$$

Прискорення сил тяжіння з урахуванням впливу частин вагону, що обертаються визначаємо наступним чином:

$$g' = \frac{g}{1 + \frac{0,42 \cdot n}{q_\epsilon}}, \quad (2.22)$$

де g – прискорення сили тяжіння, рівне $9,81 \text{ м/с}^2$;

n – кількість вісей вагону;

q_ϵ – маса вагону, т.

$$g' = \frac{9,81}{1 + \frac{0,42 \cdot 4}{30}} = 9,29 \text{ м/с}^2.$$

Визначимо висоту гірки:

$$H_r = \frac{1}{1000} [471 \cdot (3,9 + 1,55) + 9 \cdot 24 + 20 \cdot 7] - \frac{0,97^2}{2 \cdot 9,29} = 2,4 \text{ м.}$$

Ухил швидкісної ділянки визначається за формулою:

$$i_{ув} = \frac{10^3 \cdot H_z - l_{zn} \cdot i_{zn} - l_{стр} \cdot i_{стр} - l_{ск} \cdot i_{ск}}{l_{ув}}, \quad (2.23)$$

де i_{zn} - ухил гальмівної ділянки, приймаємо $i_{zn} = 5 \text{ ‰}$;

$i_{стр}$ - ухил стрілочної ділянки, приймаємо $i_{стр} = 1,5 \text{ ‰}$;

$i_{ск}$ - ухил ділянки підгіркового парку, приймаємо $i_{ск} = 1 \text{ ‰}$.

$$i_{ув} = \frac{10^3 \cdot 2,4 - 60 \cdot 5 - 301 \cdot 1,5 - 50 \cdot 1}{60} = 27,7 \text{ ‰.}$$

2.4 Визначення переробної спроможності гірки малої потужності

Добова переробна спроможність сортувальної гірки — це максимальна кількість вагонів, яку можна обробити (розібрати) на гірці за добу.

Добову переробну потужність сортувальної гірки розраховуємо за такою формулою [1]:

$$N_r = \frac{1440 \cdot \alpha_{\Pi} - \sum T_{пост}}{\rho_r \cdot t_r} \cdot m_{\epsilon}, \quad (2.24)$$

де α_{Π} — коефіцієнт паралельності маршрутів;

$\sum T_{пост}$ — тривалість операцій, не пов'язаних з розпуском составів, хв.;

ρ_r — коефіцієнт надійності технічних засобів гірки;

t_r — середня тривалість гіркового технологічного інтервалу, хв.;

m_{ϵ} — середня кількість вагонів у складі поїзда.

Коефіцієнт α_{Π} враховує можливе переривання роботи гірки через наявність перетинів шляхів, приймаємо $\alpha_{\Pi}=0,6$.

До періоду $\sum T_{\text{пост}}$ включаються перерви в роботі для здійснення постачання маневрових локомотивів, зміни локомотивних бригад, обслуговування технічних засобів, а також тривалість робіт, не пов'язаних з розформуванням поїздів. Приймаємо $\sum T_{\text{пост}} = 180$ хв.

Коефіцієнт ρ_{Γ} враховує несправність технічних засобів, ситуації невідчеплення вагонів, наявність у поїзді вагонів, яким заборонено з'їжджати з гірки, та інші ситуації. Величина ρ_{Γ} залежить від потужності сортувальної гірки, типу гіркових пристроїв та інтенсивності використання, $\rho_{\Gamma}=1,06-1,12$. Приймаємо $\rho_{\Gamma}=1,12$.

Величина t_{Γ} залежить від кількості локомотивів, що працюють на гірці, взаємного розташування парків станції, тривалості операцій: заїзду локомотива, витягування поїзда на витяжну колію, насуву поїзда, його розпуску.

Технологічний графік роботи сортувальної гірки наведено на слайді 8.

Розрахуємо добову переробну здатність сортувальної гірки:

$$N_{\Gamma} = \frac{1440 \cdot 0,6 - 180}{1,11 \cdot 13,7} \cdot 32 = 1439 \text{ ваг.}$$

Отже, переробна спроможність сортувальної гірки складає 1439 вагонів за добу.

2.5 Розрахунок необхідної кількості маневрових локомотивів на станції Передатна у проєктному варіанті

У таблиці 2.6 наведено розрахунок загальної кількості локомотиво-хвилин для виконання маневрової роботи на станції Передатна у нових умовах.

Таблиця 2.6 – Розрахунок загальних витрат локомотиво-хвилин для маневрових локомотивів, зайнятих на маневровій роботі станції Передатна

Найменування операції	Норма часу на одну операцію, хв.	Кількість операцій за добу	Загальна кількість лок-хв.
Формування-розформування составів вантажних поїздів (через гірку малої потужності)	25,8	8	206,40
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»	72,1	3	216,30
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»	81,45	2	162,90
Подавання вагонів на під'їзну колію ПрАТ «Запорізький завод залізобетонних шпал»	84,22	2	168,44
Подавання вагонів на під'їзну колію ПАТ «Запоріжнерудпром»	223,33	2	446,66
Маневрова робота з місцевими вагонами на станції Запоріжжя 2	90	1	90,00
Маневрова робота з вагонами на станції Ростуща	90	1	90,00
Усього СМТ			1380,70

Необхідну кількість маневрових локомотивів визначаємо за формулою (2.11):

$$M = \frac{1380,7 \cdot (1 + 0,4)}{1440 - (30 + 90 + 30)} = 1,49 \approx 1,5 \text{ лок.}$$

Як бачимо, за розрахунками, для виконання маневрової роботи на станції Передатна в нових умовах достатньо 1,5 маневрових тепловозів на добу.

Аналітичний розрахунок необхідної кількості маневрових тепловозів підтверджується при складанні графічної модель роботи вантажної станції Передатна. Добовий план-графік роботи станції у нових умовах наведено на слайді 10.

2.6 Порівняльна характеристика базового та проєктного варіантів

Завдяки наведеним розрахункам можна зробити висновок, що: у проєктному варіанті кількість локомотивів буде скорочено до 1,5 тепловозів на добу. Тому час роботи одного з маневрових локомотивів можна скоротити на 12 годин. На станції Передатна реалізуємо роботу двох маневрових локомотивів вдень і одного локомотива вночі. Завдяки суттєвому зниженню витрат на паливно-мастильні матеріали та заробітну плату локомотивним бригадам ми очікуємо значного скорочення експлуатаційних витрат у нових умовах роботи.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даний час на станції Передатна маневрова робота з розбирання та складання потягів виконується методом осаджування. Такий метод виконання маневрової роботи потребує суттєвих витрат локомотиво-хвилин для маневрових локомотивів. Для істотного скорочення витрат часу на виконання маневрової роботи пропонується використовувати для розбирання та складання поїздів сортувальну гірку. Сортувальна гірка дозволить значно скоротити час на виконання маневрової роботи. Скорочення часу виконання маневрової роботи, у свою чергу, призведе до зменшення кількості маневрових тепловозів, відповідно до значного зменшення витрат на паливно-мастильні матеріали та фонду заробітної плати.

3.1 Розрахунок капітальних витрат

Для реалізації проєктних рішень необхідно побудувати сортувальну гірку на станції Передатна. Для цього потрібні інвестиції на будівництво, матеріали та обладнання. Зведемо розрахунки інвестицій в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість інвестицій при спорудженні сортувальної гірки

Показники	Витрати, грн.
Вартість матеріалів на спорудження гірки	1367542
Вартість обладнання гіркової автоматичної централізації	1578644
Вартість будівельних робіт	1847264
Вартість монтажу та налаштування обладнання	852479
Вартість вагонних сповільнювачів напівхрестовинного типу	952484
Вартість монтажу вагонних сповільнювачів	846527

Розраховуємо суму капіталовкладень:

$$Z_{\text{с.кап.вкл.}} = B_M + B_{\text{гац}} + B_{\text{буд}} + B_{\text{монт}} + B_{\text{уп}} + B_{\text{монт.уп}}, \quad (3.1)$$

де B_M - вартість матеріалів на спорудження гірки;

$B_{ГЦ}$ - вартість обладнання гіркової автоматичної централізації;

$B_{БУД}$ - вартість будівельних робіт;

$B_{МОНТ}$ - вартість монтажу та налаштування обладнання;

$B_{УП}$ - вартість вагонних уповільнювачів напівхрестовинного типу;

$B_{МОНТ.УП}$ - вартість монтажу вагонних сповільнювачів.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.1):

$$З_{С.КАПВКЛ.} = 1367542 + 1578644 + 1847264 + 852479 + 952484 + 846527 = 7444940 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат по базовому варіанту

3.2.1 Розрахунок витрат на заробітну плату локомотивних бригад

Чисельність локомотивних бригад розраховуємо за формулою:

$$Ч_{ЯВ} = \frac{T_{\Phi}}{T_{\Pi}}, \quad (3.2)$$

де T_{Φ} - фактичний час роботи локомотивно-складацьких бригад, год.;

T_{Π} - норма тривалості робочого часу, $T_{\Pi}^{2022} = 1994$ год.

Фактичний річний фонд робочого часу локомотивних бригад визначаємо за такою формулою:

$$T_{\Phi} = n_{Р.Д.} \cdot t_{3М} \cdot n_{3М} \cdot n_{л}, \quad (3.3)$$

де $n_{p.д.}$ - кількість робочих днів в році, приймаємо $n_{p.д.} = 365$ днів;

$t_{зм}$ - тривалість зміни, приймаємо $t_{зм} = 12$ год.;

$n_{зм}$ - кількість змін, приймаємо $n_{зм} = 2$ зміни;

$n_{л}$ - кількість локомотивів (у базовому варіанті $n_{л} = 2$).

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$T_{\phi} = 365 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 2 = 17520 \text{ год.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$Ч_{яв} = \frac{17520}{1994} = 8,79 \approx 9 \text{ бригад}$$

Річний фонд основної заробітної плати локомотивних бригад розраховуємо таким чином:

$$З_{ос} = C_{ч-т} \cdot K_{бр} \cdot T_{\phi}, \quad (3.4)$$

де $K_{бр}$ - чисельність локомотивно-складацької бригади, $K_{бр} = 2$ людини (машиніст та помічник машиніста-складач);

$C_{ч-т}$ - часова тарифна ставка, приймаємо для машиніста $C_{ч-т} = 123,31$ грн., для помічника машиніста-складача $C_{ч-т} = 96,73$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.4):

Річний фонд основної заробітної плати локомотивних бригад складе:

$$З_{OC} = (123,31 + 96,73) \cdot 17520 = 3855100,8 \text{ грн.}$$

За роботу в вечірній та нічний час передбачена доплата. Фонд заробітної плати з урахуванням доплат розраховуємо за такою формулою:

$$З_{зат} = (З_{OC} + З_{веч} + З_{ніч}) \cdot 1,25, \quad (3.5)$$

де $З_{веч}, З_{ніч}$ - заробітна плата з урахуванням доплат за роботу у вечірній та нічний час, приймаємо за вечірній час $\%_{доп} = 20\%$, за нічний час $\%_{доп} = 40\%$.

Розмір доплати за роботу в вечірній час розраховуємо за формулою:

$$З_{доп.веч.} = \%_{доп.веч.} \cdot C_{ч-т} \cdot \frac{T_{п}}{6}, \quad (3.6)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$З_{доп.веч.} = 0,2 \cdot (123,31 + 96,73) \cdot \frac{17520}{6} = 128503,36 \text{ грн.}$$

Розмір доплати за роботу в нічний час розраховуємо за формулою:

$$З_{доп.ніч.} = \%_{доп.ніч.} \cdot C_{ч-т} \cdot \frac{T_{п}}{3}, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{доп.ніч.} = 0,4 \cdot (123,31 + 96,73) \cdot \frac{17520}{3} = 514013,44 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.5):

$$Z_{\text{з\textsubscript{АГ}}} = (3855100,8 + 128503,36 + 514013,44) \cdot 1,25 = 5622022 \text{ грн.}$$

Розмір доплати за роботу в святкові дні розрахуємо таким чином:

$$Z_{\text{доп}}^{\text{св}} = \frac{Z_{\text{з\textsubscript{АГ}}}}{365} \cdot 11, \quad (3.8)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

Розмір доплати за роботу в святкові дні складе:

$$Z_{\text{доп}}^{\text{св}} = \frac{5622022}{365} \cdot 11 = 169430,8 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати локомотивних бригад складає:

$$Z_{\text{фоп}} = Z_{\text{з\textsubscript{АГ}}} + Z_{\text{доп}}^{\text{св}}, \quad (3.9)$$

де $Z_{\text{з\textsubscript{АГ}}}$ - загальна заробітна плата локомотивно-складацьких бригад,

$$Z_{\text{з\textsubscript{АГ}}} = 5622022 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{доп}}^{\text{св}} - \text{доплата за роботу в святкові дні, } Z_{\text{доп}}^{\text{св}} = 169430,8 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$Z_{\text{фоп}} = 5622022 + 169430,8 = 5791452,8 \text{ грн.}$$

Розмір річних відрахувань на соціальне страхування розраховуємо за формулою:

$$З_{CC} = З_{ФOP} \cdot \%_{COЦ.CTPAX}, \quad (3.10)$$

де $\%_{COЦ.CTPAX}$ - процент відрахування від заробітної плати в фонд соціального страхування, приймаємо $\%_{COЦ.CTPAX} = 22\%$;

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$З_{CC} = 5791452,8 \cdot 0,22 = 1274119,62 \text{ грн.}$$

3.2.2 Розрахунок річних витрат на паливно-мастильні матеріали

Витрати на дизельне пальне розрахуємо за формулою:

$$З_{ПAЛ} = H_P \cdot T_{\PhiЛ} \cdot Ц_{ЛЛ}, \quad (3.11)$$

де H_P - норма витрати палива для тепловозу ЧМЕЗ, приймаємо $H_P = 18 \text{ л / год.};$

$T_{\PhiЛ}$ - фактичний час роботи локомотивів за рік;

$Ц_{ЛЛ}$ - ціна одного літру дизпалива, приймаємо $Ц_{ЛЛ} = 30 \text{ грн.}$

Фактичний час роботи маневрових тепловозів за рік розрахуємо за такою формулою:

$$T_{\PhiЛ} = n_{\lambda} \cdot t_{\PhiAKT./ДОБ.} \cdot 365, \quad (3.12)$$

де n_{λ} - кількість локомотивів у базовому варіанті, приймаємо $n_{\lambda} = 2 \text{ локомотиви.}$

$t_{\PhiAKT./ДОБ.}$ - фактичний час роботи локомотиву за добу, приймаємо $t_{\PhiAKT./ДОБ.} = 23 \text{ год.}$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.12):

$$T_{\phi\lambda} = 2 \cdot 23 \cdot 365 = 16790 \text{ год.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.11):

$$Z_{\text{ПАЛ}} = 18 \cdot 16790 \cdot 30 = 9066600 \text{ грн.}$$

Річні витрати на мастильні матеріали складуть:

$$Z_M = \%_M \cdot Z_{\text{ПАЛ}}, \quad (3.13)$$

де $\%_M$ - процент витрат на мастильні матеріали, приймаємо $\%_M = 20\%$ від витрат на паливо.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.13):

$$Z_M = 0,2 \cdot 9066600 = 1813320 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати за рік розрахуємо таким чином:

$$Z_{EK}^P = Z_{\text{ФОП}} + Z_{CC} + Z_{\text{ПАЛ}} + Z_M. \quad (3.14)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.14):

$$Z_{EK}^P = 5791452,8 + 1274119,62 + 9066600 + 1813320 = 17945492,42 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат по проєктному варіанту

Після будівництва на станції Передатна сортувальної гірки, необхідна кількість маневрових тепловозів скоротилася до 1,5 од.

3.3.1 Розрахунок кількості локомотивних бригад та фонду заробітної плати

Фактичний річний фонд робочого часу локомотивних бригад визначаємо за такою формулою (3.3):

$$T_{\phi} = 365 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 1,5 = 13140 \text{ год.}$$

Чисельність локомотивних бригад розраховуємо за формулою (3.2):

$$Ч_{\text{яв}} = \frac{13140}{1994} = 6,59 \approx 7 \text{ бригад}$$

Річний фонд основної заробітної плати локомотивних бригад розраховуємо за формулою (3.4):

$$З_{\text{ос}} = (123,31 + 96,73) \cdot 13140 = 2891325,6 \text{ грн.}$$

Розмір доплати за роботу в вечірній час розраховуємо за формулою (3.6):

$$З_{\text{дод.вечір.}} = 0,2 \cdot (123,31 + 96,73) \cdot \frac{13140}{6} = 96377,52 \text{ грн.}$$

Розмір доплати за роботу в нічний час розраховуємо за формулою (3.7):

$$З_{\text{дод.ніч.}} = 0,4 \cdot (123,31 + 96,73) \cdot \frac{13140}{3} = 385510,08 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати з урахуванням доплат визначаємо за формулою (3.5):

$$Z_{зп} = (2891325,6 + 96377,52 + 385510,08) \cdot 1,25 = 4216516,5 \text{ грн.}$$

Розмір доплати за роботу в святкові дні розраховуємо за формулою (3.8):

$$Z_{доп}^{св} = \frac{4216516,5}{365} \cdot 11 = 127073,1 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати локомотивних бригад визначаємо за формулою (3.9):

$$Z_{фоп} = 4216516,5 + 127073,1 = 4343589,6 \text{ грн.}$$

Розмір річних відрахувань на соціальне страхування розраховуємо за формулою (3.10):

$$Z_{сс} = 4343589,6 \cdot 0,22 = 955589,71 \text{ грн.}$$

3.3.2 Розрахунок річних витрат на паливно-мастильні матеріали

Фактичний час роботи маневрових тепловозів за рік розраховуємо за формулою (3.12):

Необхідна кількість маневрових тепловозів у проєктному варіанті зменшилась і складає $n_{\lambda} = 1,5$, отже:

$$T_{\phi л} = 1,5 \cdot 23 \cdot 365 = 12592,5 \text{ год.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.11):

$$Z_{пал} = 18 \cdot 12592,5 \cdot 30 = 6799950 \text{ грн.}$$

Річні витрати на мастильні матеріали визначаємо за формулою (3.13):

$$З_M = 0,2 \cdot 6799950 = 1359990 \text{ грн.}$$

3.3.3 Розрахунок річних витрат на ремонт та амортизацію споруд проекту

Витрати на ремонт споруд розрахуємо за формулою:

$$З_{РЕМ} = \frac{B_{СП.К.УП.} \cdot \%_P}{100}, \quad (3.15)$$

де $B_{СП.К.УП.}$ - сума вартості будівництва сортувальної гірки
 $B_{СП.К.УП.} = 7444940 \text{ грн.}$

$\%_P$ - відсотки річних відрахувань на ремонт і утримання сортувальної гірки, приймаємо $\%_P = 2,4\%$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.15):

$$З_{РЕМ} = \frac{7444940 \cdot 2,4}{100} = 178678,56 \text{ грн.}$$

Річні амортизаційні відрахування розрахуємо за формулою:

$$A = \frac{B_{СП.К.УП.} \cdot \%_{КВАР.}}{100}, \quad (3.16)$$

де $\%_{КВАР.}$ - відсотки амортизаційних відрахувань в квартал, приймаємо
 $\%_{КВАР.} = 2\%$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.16):

$$A_I = \frac{7444940 \cdot 2}{100} = 148898,8 \text{ грн.}$$

$$A_{II} = \frac{(7444940 - 148898,8) \cdot 2}{100} = 145920,82 \text{ грн.}$$

$$A_{III} = \frac{(7444940 - 148898,8 - 145920,82) \cdot 2}{100} = 143002,41 \text{ грн.}$$

$$A_{IV} = \frac{(7444940 - 148898,8 - 145920,82 - 143002,41) \cdot 2}{100} = 140142,36 \text{ грн.}$$

Річні амортизаційні відрахування складуть:

$$A_p = 148898,8 + 145920,82 + 143002,41 + 140142,36 = 577964,39 \text{ грн.}$$

Річні витрати на ремонт та амортизацію споруд проєкту складуть:

$$З_{СП} = 577964,39 + 178678,56 = 756642,95 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати за рік розрахуємо за формулою:

$$З_{ЕК}^P = З_{ФОП} + З_{СС} + З_{ПАЛ} + З_M + З_{СП}. \quad (3.17)$$

$$\begin{aligned} З_{ЕК}^P &= 4343589,6 + 955589,71 + 6799950 + \\ &+ 1359990 + 756642,95 = 14215762,26 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.4 Розрахунок ефективності проєкту

Економію експлуатаційних витрат у проєктному варіанті порівняно з базовим варіантом розраховуємо таким чином:

$$E = З_{ЕК}^Б - З_{ЕК}^{ПП}, \quad (3.18)$$

де $З_{ЕК}^Б$ - експлуатаційні витрати у базовому варіанті, згідно розрахунків
 $З_{ЕК}^Б = 17945492$ грн.

$З_{ЕК}^{ПП}$ - експлуатаційні витрати у проектному варіанті, - $З_{ЕК}^{ПП} = 14215762$ грн.

$$E = 17945492 - 14215762 = 3729730 \text{ грн.}$$

Термін окупності витрат без урахування вартості капіталу становить:

$$T_{OK} = \frac{K_{ДОД}}{E}, \quad (3.19)$$

де $K_{ДОД}$ - додаткові капіталовкладення, згідно таблиці 3.2
 $K_{ДОД} = 7444,94$ тис.грн.

E - чисті вигоди, $E = 3729,73$ тис.грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.19):

$$T_{OK} = \frac{7444,94}{3729,73} = 2 \text{ роки.}$$

Зробимо розрахунок чистого дисконтованого доходу

Обчислення чистого дисконтованого доходу приведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу

Роки	Капітальні витрати, тис.грн.	Річна економія, тис.грн.	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтований дохід, тис.грн.
0	7444,94	3729,73	1	-3715,21
1		3729,73	0,807	3009,89
2		3729,73	0,65	2424,32
Всього:				1719,01

Отже, на реалізацію проєктних рішень витрачено 7444940 грн. Річна економія експлуатаційних витрат становить 3729730 грн. Термін окупності проєкту складає 2 роки.

Економічні показники представлено на слайді 11.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі магістерської роботи «Аналіз ефективності роботи та оптимізація сортувальної системи вантажної залізничної станції Передатна» розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть підстерігати дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню.

Вантажний фронт – це залізничний шлях, який служить для одночасного розвантаження чи навантаження декілька вагонів. Тому нижче розглядається небезпека при цих роботах.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження на накопичувальному майданчику чи до кузова автомобіля вантажу, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзд вагонів на робітників та інше;

- при розвантаженні сипучого вантажу з залізничних платформ кранами можливо розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил такого вантажу також діє на дихальні шляхи робітників;

- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм;

- при обробці вагонопотоків можливі наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером та при самовільному русі вагонів;

- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять аварії;

- та інші небезпеки, які можуть привезти до травмування показані в Додатку 4.А.

Заходи з їх усунення наведені в Додатку 4.Б.

Розрахунки показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу на робочому місці дослідника виконано в Додатку 4.В.

4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Заходи з пожежної безпеки

Для попередження займання ізоляції на станції необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в жолоба, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». На станції клас можливої пожежі буде визначено як «А», а категорія по пожежній безпеці – до «Г». Площа станції складає близько 1850 кв.м. Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 7 порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються на пожежних щитах.

4.2.2 Заходи з цивільного захисту

Попередження виникнення надзвичайних ситуацій техногенного походження і впровадження заходів для зменшення збитків і втрат у випадку аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж і стихійного лиха.

З метою виконання завдання:

- вчасно розробляються і проводяться інженерно-технічні заходи щодо зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій і захисту населення від впливу їх наслідків;

- готується науково-обґрунтований прогноз наслідків можливих надзвичайних ситуацій;
- здійснюється безупинне спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів і навколишнього середовища;
- підтримуються в готовності до негайного використання засоби оповіщення й інформаційного забезпечення населення, створюються локальні системи виявлення місць зараження і локальні системи оповіщення;
- створюються спеціалізовані формування і здійснюється їх підготовка до дій за призначенням;
- здійснюється забезпечення працівників підприємств, установ, організацій індивідуальними засобами захисту, а також ведеться будівництво захисних споруд відповідно до норм і правил інженерно-технічних заходів Цивільної оборони.

Організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лих і місцях ураження полягає у виконанні заходів, передбачених чинним законодавством з питань ліквідації наслідків стихійних лих, аварій і катастроф, епідемій, епізоотії, що загрожують життю і здоров'ю населення, а також у випадках:

- розвідування вогнищ ураження і визначення їх меж;
- проведення робіт, пов'язаних з пошуком і порятунком людей;
- надання допомоги потерпілим;
- евакуація населення з небезпечних районів;
- ізоляції вогнищ ураження;
- забезпечення суспільного порядку в районах лих і у вогнищах ураження;
- здійснення заходів життєзабезпечення населення;

Організатором діяльності цих систем є постійно діючі органи управління зі справ Цивільної оборони, у тому числі створені в складі підприємств, установ та організацій силами і службами Цивільної оборони.

ВИСНОВКИ

У першому розділі магістерської роботи аналізується робота вантажної станції Передатна. Подано характеристику станції та її призначення, організацію обробки поїздів, вантажної та комерційної роботи, визначено завдання магістерської роботи.

У другому розділі розраховується кількість локомотивів, необхідних для маневрової роботи. Розраховано параметри для сортувальної гірки малої потужності. Побудовано технологічний графік роботи гірки та розраховано її переробну спроможність. Визначена кількість локомотивів, необхідних для виконання маневрової роботи в існуючому та проектному варіантах. Наведено порівняльну характеристику існуючого варіанту та проектного варіанту: порівняно з існуючим варіантом зменшена необхідна кількість маневрових локомотивів.

У третьому розділі розраховується розмір інвестицій у проєкт, річні експлуатаційні витрати, фонд оплати праці локомотивних бригад, вартість паливно-мастильних матеріалів за існуючим та проектним варіантами. Визначено економічну ефективність проєктних рішень та строк окупності проєкту. Розраховано чистий дисконтований дохід.

У четвертому розділі аналізуються потенційні загрози безпеці, заходи захисту, промислова гігієна та гігієна робочого місця, передбачаються заходи з пожежної безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Правдин, Н.В. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) / под общ. редакцией Н.В. Правдина. М.: Транспорт, 1984.
- 2 Акулиничев, В.М. Железнодорожные станции и узлы промышленного транспорта / В.М. Акулиничев, Л.П. Колодий, Н.Т. Мищенко. – М.: Транспорт, 1986. – 352 с.
- 3 Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993 – 190 с.
- 4 Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах зі спеціальностей: 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» усіх форм навчання Укл. : М. І. Лазуткін – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 36 стор.
- 5 Савченко, И. Е., Страковский, И. И., Земблинов, С.В. Железнодорожные станции и узлы. – М.: Транспорт, 1980. – 479 с.
- 6 Правдин, Н.В. Взаимодействие различных видов транспорта / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев. – М.: Транспорт, 1989. – 207 с.
- 7 Правила технічної експлуатації залізниць України, затверджені наказом Міністерства транспорту України 20.12.1996 № 411, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 25.02.1997 за № 50/1854.
- 8 Типовые нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1987. – 95 с.
- 9 Резер, С.М. Взаимодействие транспортных систем / С.М. Резер.– М.: Наука, 1985. – 246 с.

- 10 Осипов, С.И. Подвижной состав и основы тяги поездов / Под ред. С.И. Осипова. – М.: Транспорт. – 1990.
- 11 Каблуков, В.А. Подвижной состав промышленного железнодорожного транспорта / В.А. Каблуков и др. – К.- Донецк, Вища школа, 1981.– 280 с.
- 12 Лебедева, Г.В. Экономическое моделирование временных рядов с использованием MS Excel : Учебное пособие. – СПбГЭУ, 2013. – 51 с.
- 13 Методичні вказівки з розрахунку норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті, затверджені наказом Укрзалізниці від 25.03.2003 № 072-ЦЗ.
- 14 Технологічний процес роботи вантажної станції Передатна Запорізької дирекції залізничних перевезень Придніпровської залізниці.
- 15 Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства / Под ред. С. С. Маслаковой. М.: Транспорт, 1983. 359 с.
- 16 Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,
- 17 Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Загальна характеристика станції та підходів до неї

№ з/п	Найменування показника	Значення	Примітка
1	Код ЄСР	463501	
2	Клас станції	II	
3	Параграфи, за якими працює станція	3, 8Н, 10Н	
4	Прилеглі перегони:		
4.1	- у непарному напрямку:	Передатна - Запоріжжя I	
	кількість головних колій	Одна: I	
	засоби зв'язку	Двостороннє автоматичне блокування без прохідних світлофорів з локомотивною сигналізацією	
	основний вид тяги	Тепловозна, електровозна	
4.2	- у непарному напрямку:	Передатна - Запоріжжя II	
	кількість головних колій	Одна: I	
	засоби зв'язку	Двостороннє автоматичне блокування з локомотивною сигналізацією	
	основний вид тяги	Тепловозна, електровозна	
4.3	- у парному напрямку:	Передатна - Ростуща	
	кількість головних колій	Одна: I	
	засоби зв'язку	Двостороннє автоматичне блокування з локомотивною сигналізацією	
	основний вид тяги	Тепловозна, електровозна	
5	Сортувальні пристрої:		
5.1	- сортувальна гірка:	-	
	тип гірки	-	
	кількість колій насуву	-	
5.2	- витяжні колії, їх номери	Колія №10	
	місткість витяжних колій	26 у.в.	
	- локомотиви та їх кількість	1 локомотив серії ЧМЕЗ	

Таблиця А.2 - Контингент станції на 01.09.2022 р.

№ з/п	Найменування посади	Скорочена назва	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5
1	Начальник станції	ДС	1	
2	Заступник начальника станції	ДСЗ	1	
3	Старший інспектор з кадрів		1	
	Разом		3	
Господарство перевезень				
1	Черговий по залізничній станції	ДСП	5	
2	Сигналіст		7	
3	Складач поїздів		5	
4	Станційний робітник		1	
	Разом		18	
Комерційне господарство				
1	Агент комерційний		5	
2	Старший касир товарний (вантажний)		1	
3	Касир товарний (вантажний) 1 кат.		4	
4	Касир товарний (вантажний) 2 кат.		1	
5	Прийомоздавальник вантажу та багажу		6	
6	Прибиральник виробничих приміщень		1	
7	Начальник вантажного району	НВР	1	
	Разом		19	
	Всього по станції		40	

Таблиця А.3 – Характеристика колійного розвитку

№ з/п	Назва парку	Кількість колій	Номери колій та їх призначення	Місткість (в ум. вагонах)	Корисна довжина (в м)
1		11	1 - Приймально-відправна для приймання, відправлення, сортування вантажних поїздів в обох напрямках	53/62	791
2			2 - Приймально-відправна для приймання, відправлення, сортування вантажних поїздів в обох напрямках	56/65	825
3			3 - Приймально-відправна для приймання, відправлення пасажирських поїздів, приймання, відправлення, сортування вантажних поїздів в обох напрямках	60/70	882
4			IV - Головна для приймання, відправлення, пропускання вантажних і пасажирських поїздів в обох напрямках	65	956
5			V - Головна для приймання, відправлення, пропускання вантажних і пропускання пасажирських поїздів в обох напрямках	65/75	948
6			6 - Приймально-відправна для приймання, відправлення, сортування вантажних поїздів в обох напрямках	57/67	842
7			7 - Сортувально-відправна	52/61	778
8			8 - Запобіжна	2	29
9			9 - Відстійна для відстою вагонів	14	199
10			10 - Витяжна	26/бл30	383
11			12 - З'єднувальна	6	92

Примітка:

Вагові вагони в очікування проведення робіт або відправлення зі станції за вказівкою ДСП виставляються на колію № 2 після узгодження з ДНЦ.

Колія № 7 – основне призначення сортувально-відправна. При вільності колії та відсутності маневрової роботи може використовуватись для приймання та відправлення парних та непарних вантажних поїздів.

Місткість умовних вагонів колії визначена з урахуванням довжини локомотива 2 ТЕ 116 (36,3 метра) для колій № 1, 2, 3, IV, V, 6, 7.

Місткість умовних вагонів колії визначена з урахуванням довжини локомотива ЧМЕЗ (17,22 метра) для колії № 10.

Місткість умовних вагонів колій № 8, 9, 12 визначена без урахування довжини локомотива.

Місткість колій № 1, 2, 3, V, 6, 7, 10 вказана:

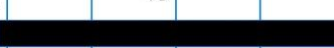
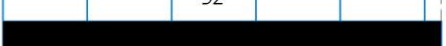
- чисельник в умовних вагонах;
- знаменник у вагонах довжиною 12 метрів.

Таблиця А.4 – Дані з розміщення споруд та будівель на станції

Назва	Кількість	Район розташування	Ким обслуговується	Примітка
1	2	3	4	5
Пасажирська будівля	1	Біля колії №1	БМЕУ-3	
Туалет	1	Біля колії №1	БМЕУ-3	
Кладова вагонників	1	Біля колії №1	БМЕУ-3	
Товарна контора	1	Біля колії №1	БМЕУ-3	
Пост ЕЦ	1	Біля колії № 1	БМЕУ-3	
Кладова ПЧ-14	1	У парній горловині станції	ПЧ-14	
Будівля переїзду	1	У парній горловині станції	ПЧ-14	

ДОДАТОК Б

Графік виконання технологічних операцій при обробці поїзда, що надійшов у переробку

Найменування операцій	До прибуття	Після прибуття поїзда						Виконавці
		час, хв.						
		10	20	30	40	50	60	
Одержання, розмітка і доставка телеграми-натурного листа ДСП, оператору при ДСП								Оператор СТЦ
Одержання від поїзного диспетчера повідомлення про номер поїзда і час його прибуття								ДСП
Сповіднення працівників станції, ПТО, прийомоздавальника вантажу та багажу про номер, час прибуття та колію призначення поїзда								ДСП
Вихід на колію приймання працівників, що беруть участь в обробці поїзда								Прийомоздавальник вантажу та багажу, сигналіст, ОВР
Контрольна перевірка состава								Оператор СТЦ
Закріплення состава								Сигналіст, складач поїздів
Відчеплення поїзного локомотива								Локомотивна бригада
Огородження								ОВР
Доставка перевізних документів в СТЦ								Сигналіст
Перевірка телеграми натурного листа, штемпелювання і перевірка перевізних документів								Оператор СТЦ
Технічний огляд состава								ОВР
Комерційний огляд состава								Прийомоздавальник вантажу та багажу
Зняття огороження								ОВР
Загальна тривалість обробки поїзда								

ДОДАТОК В

**Графік виконання технологічних операцій з обробки поїзда свого
формування на коліях відправлення**

Найменування операції	Час, хв.								Виконавці
	10	20	30	40	50	60	70	80	
Закріплення составу, доповідь ДСП	10								Складач поїздів або сигналіст
Огородження, технічне обслуговування і усунення несправностей		20							ОВР
Комерційний огляд, усунення несправностей		20							Прийомоздавальник вантажу та багажу або агент комерційний
Доповідь ДСП про закінчення обслуговування і зняття огородження				3					ОВР
Списування состава, оформлення натурального листа, перевірка, підбирання перевізних документів, конвертування документів		20							Сигналіст
Причеплення поїзного локомотива				3					Локомотивна бригада, ТЧМ
Вручення документів машиністу локомотива				10					Сигналіст
Зарядження гальмівної магістралі				17					Локомотивна бригада, ТЧМ
Випробування автогальм, навішування хвостових сигналів						20			Локомотивна бригада, ОВР
Зняття закріплення, доповідь ДСП								7	Складач поїздів або сигналіст
Загальна тривалість обробки поїзда				80					

[illegible]

ДОДАТОК Д

Основний питомий опір розрахункових бігунів

Вага розрахункових бігунів, т	Основний питомий опір руху вагонів, Н/т, при температурі повітряного середовища									
	вище 0		– 5°		– 15°		– 25°		– 35°	
	ковз.	рол.	ковз.	рол.	ковз.	рол.	ковз.	рол.	ковз.	рол.
22	4,8	3,9	5,1	3,9	5,5	4,0	6,1	4,1	6,9	4,2
25	4,7	3,8	5,0	3,8	5,4	3,9	6,0	4,0	6,8	4,1
30	4,6	3,7	4,9	3,7	5,3	3,8	5,8	3,9	6,6	4,0
35	4,4	3,5	4,7	3,5	5,1	3,6	5,6	3,7	6,3	3,8
40	4,2	3,4	4,5	3,4	4,9	3,5	5,4	3,6	6,2	3,7
50	4,0	3,2	4,3	3,2	4,7	3,3	5,1	3,4	5,8	3,5
60	3,8	3,0	4,1	3,0	4,5	3,1	4,9	3,2	5,5	3,3
70	3,6	2,9	3,9	2,9	4,3	3,0	4,7	3,1	5,3	3,2
80	3,5	2,8	3,7	2,8	4,1	2,9	4,5	3,0	5,1	3,1

Примітка. Норми основного питомого опору для вагонів з підшипниками ковзання вказані у графах, які позначені буквами “ковз.”, а для вагонів на роликових підшипниках – у графах, які позначені буквами “рол.”.

ДОДАТОК Е

Значення коефіцієнтів повітряного опору

Рід вагонів	Кількість осей	Площа поперечного перетину вагону, м ²	Кут θ між результуючим вектором відносної швидкості та напрямом руху відчепів						
			0	10°	20°	30°	50°	70°	90°
Критий вагон	4	9,7	$\frac{1,12}{0,22}$	$\frac{1,46}{0,38}$	$\frac{1,64}{0,56}$	$\frac{1,58}{0,67}$	$\frac{0,92}{0,85}$	$\frac{0,29}{0,29}$	$\frac{0,1}{0,1}$
Піввагон	4	8,5	$\frac{1,36}{0,5}$	$\frac{1,68}{0,69}$	$\frac{1,83}{0,82}$	$\frac{1,76}{0,88}$	$\frac{1,11}{0,8}$	$\frac{0,43}{0,43}$	$\frac{0,1}{0,1}$
Піввагон	6	10,2	$\frac{1,46}{0,5}$	$\frac{1,71}{0,7}$	$\frac{1,80}{0,88}$	$\frac{1,72}{0,98}$	$\frac{1,16}{0,89}$	$\frac{0,51}{0,51}$	$\frac{0,15}{0,15}$
Піввагон	8	10,7	1,56	1,95	2,09	2,03	1,15	0,4	0,15
Платформа	4	4,1	1,51	2,02	2,30	2,23	1,30	0,4	0,1
Цистерна	4	9,8	0,59	0,82	0,96	0,96	0,59	0,19	0,05
Цистерна	8	10,3	0,81	1,08	1,22	1,10	0,65	0,19	0,05
Хопер	4	9,9	0,92	1,18	1,38	1,46	1,21	0,68	0,25

Примітки:

1. Повітряний опір чотирьохвісної платформи з контейнерами дорівнюється опору критого чотирьохвісного вагону.
2. У таблиці у чисельнику указані значення опору для одиночних вагонів, а у знаменнику – для відчепів.

ДОДАТОК Ж

Основні розміри звичайних стрілочних переводів

Кут хрестовини	Марка хрестовини	Тип рейок	Відстань, м				Повна довжина переводу, м	Радіус перевідної кривої
			від стику рамної рейки до початку гостряка	від центра переводу до				
				початку гостряка	стику рамної рейки	торця хрестовини		
<i>a</i>	<i>tga</i>		<i>m</i>	<i>a</i> ₀	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i> _п	<i>R</i> _п
2°35'50"	1/22	P65	5,03	26,83	31,86	39,26	71,12	1440
3°10'12,5	1/18	P65, P50	3,84	21,72	25,56	31,96	57,52	960
5°11'40"	1/11	P65	2,77	11,25	14,02	19,35	33,37	300
		P50, P43	4,33	10,10	14,43	19,10	33,53	297
6°20'25"	1/9	P65	2,77	12,42	15,19	15,85	31,04	200
		P50, P43	4,33	11,09	15,42	15,64	31,06	200
		P38	0,89	11,94	12,83	15,41	28,24	201
8°07'48"	1/7	P65	0,7	10,08	10,00	12,41	22,41	116
		P50	0,7	9,39	12,32	12,41	24,73	120
		P43	0,7	9,3	10,09	12,32	22,41	120

ДОДАТОК И

Аналіз потенційних небезпек

- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять аварії;

- небезпека виникнення пожежі на локомотиві, пов'язана з пошкодженням паливної апаратури або електричного обладнання, а також з неналежним їх обслуговуванням;

- наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером та при самовільному русі вагонів;

- при пошкодженні кабелів крану можливо ураження електричним струмом, що може призвести до електричних травм;

- не достатнє освітлення ділянки сортувальної станції, де відбувається збирання составів, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзд вагонів на робітників та інше;

- у холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

- травмування регулювальників швидкості під час укладання гальмівних башмаків при сортуванні вагонів на гирці малої потужності;

- наїзд рухомого складу на працівників станції при проході територією станції до місця роботи;

- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту. ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека».

Для попередження наїзду на працівників станції при проході територією станції до місця роботи, необхідно дотримуватися вимог НПАОП 63.21-1.12007 «Правила безпеки праці для працівників залізничних станцій і вокзалів». Пересуватися по території станції дозволяється тільки службовими маршрутами.

Проходити вздовж колій дозволяється тільки по узбіччю або посеред міжколій. Переходити колії дозволяється тільки під прямим кутом, попередньо переконавшись у відсутності рухомого складу, що рухається до місця переходу.

З метою уникнення випадків травмування регулювальників швидкості під час укладання гальмівних башмаків відповідно НПАОП 63.21-1.12-07 «Правила безпеки праці для працівників залізничних станцій і вокзалів» укладання башмаків виконуються завчасно. Після укладання башмака працівник повинен відійти убік від колії на відстань 2 м від головки ближньої рейки.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву – легкий одяг та мінеральну воду відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення. Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

При роботі на ПК, на дослідника можуть діяти шкідливі фактори. Для цього заміряємо ці фактори й занесемо їх в таблицю до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [16], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [16], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця И.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії год.(хв.)	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$ бали	Клас умов праці	X_i бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	29	10	22,0-25,1	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	150	9	200	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	109	6	80	—	3.4	3,00
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	340	6	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61000	6	40000	1,14		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	80	6	75	0,80		
Тривалість робочого дня, год.	9	9	8	0,19		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [16]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 10}{10} = 4$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{61000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,14;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{80 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,80;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{9 \cdot 9 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,19;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [16] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 150 \text{ лк}$, за додатками Г та табл. Г.1 [16] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 109 \text{ дБА}$, за додатками Д та табл. Д.1 [16] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [16]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,14 + 0,80 + 0,19 = 3,01$$

З таблиці 7.3 [16] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,01$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [16]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 6}{8} = 3,00$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [16]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 3 + 3 = 11$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану $X_{факт} = 11$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [16]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці інженера-дослідника центральній заводської лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - $19,2-21,9^{\circ}\text{C}$;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА ;
- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт ;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;
- тривалість робочого дня, 8 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, на приклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;
- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [16], у розмірі 24%.