

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ ТА ВИВАНТАЖЕННЯ МАРШРУТНИХ
СОСТАВІВ ІЗ ЗАЛІЗОРУДНИМ КОНЦЕНТРАТОМ НА
ПАТ "ЗАПОРІЖСТАЛЬ"

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-810

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне управління
на залізничному транспорті»

ВОЛОШИН Я.А.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник _____
ТУРПАК С.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент _____
ДУДАРЕНКО О.В.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на залізничному транспорті»
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«20» травня 2024 року

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

ВОЛОШИНА Ярослава Анатолійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки та вивантаження маршрутних составів із залізничним концентратом на ПАТ "Запоріжсталь"

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф., ТУРПАК Сергій Миколайович,
 (науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) вантажопотоки відвантаження готової продукції підприємства, існуюча технологія та організація переробки і внутрішньозаводських перевезень вантажів, техніко-економічні показники існуючої технології та організації внутрішньозаводських перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Формування методики розрахункової частини, 2.2 Розрахунок періодичності відправлення составів до ПАТ «Запоріжсталь», 2.3 Визначення тривалості знаходження вагонів на магістральних коліях, 2.4 Визначення тривалості вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів, 3. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТУРПАК С.М., професор		
2	ТУРПАК С.М., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш.викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Ярослав ВОЛОШИН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 53 с., 31 рис., 2 табл., 11 джерел.

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, ЗАЛІЗОРУДНИЙ КОНЦЕНТРАТ, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень залізорудного концентрату виробника ІнГЗК до підприємства «Запоріжсталь». залізничним транспортом за умови їх повернення під чергове навантаження у порожньому стані.

Мета роботи – розрахунок технічних показників процесу перевезень та визначення витрат на перевезення залізорудного концентрату ІнГЗК у орендованих вагонах до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом за умови їх повернення під чергове навантаження у порожньому стані.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний та графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники перевезення залізорудного концентрату виробника ІнГЗК до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом за умови їх повернення під чергове навантаження у порожньому стані. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначено витрати на перевезення, собівартість перевезення тони сировини.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика постачальника залізорудного концентрату	8
1.2 Характеристика залізорудного концентрату та технологія його транспортування промисловим транспортom	9
1.3 Опис процесу відвантаження залізорудного концентрату споживачам	12
1.4 Складське господарство	16
1.5 Характеристика технології вивантаження концентрату на комбінаті «Запоріжсталь»	17
1.6 Постановка завдань роботи	18
2 Розрахункова частина	20
2.1 Формування методики розрахункової частини	20
2.2 Розрахунок періодичності відправлення составів до ПАТ «Запоріжсталь»	21
2.3 Визначення тривалості знаходження вагонів на магістральних коліях	22
2.4 Визначення тривалості вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів	24
3 Економічна частина	43
3.1 Визначення річних технічних показників доставки залізорудного концентрату обсягом 240 тис тонн на місяць	43

3.2 Економічні результати організації доставки залізорудного концентрату	45
Висновки	51
Перелік джерел посилання	52

ВСТУП

В дипломній роботі виконуються аналітичний аналіз та розрахунки з метою організації доставки та вивантаження маршрутних составів із залізорудним концентратом, які відправляються одним з найпотужніших гірничо-збагачувальним комбінатом – Інгuleцьким ГЗК на адресу не менш відомого підприємства металургійної галузі – ПАТ «Запоріжсталь». Дану продукцію характеризує досить високий вміст заліза у діапазоні від 63,7% до 67,2%, а обидва підприємства відомі постійним удосконаленням технології виробництва.

Інгuleцьким ГЗК та ПАТ «Запоріжсталь» співпрацюють багато десятиків років, мають стабільний дохід та перспективи розвитку.

В роботі поставлена реально можлива практична задача – організувати доставку залізорудного концентрату обсягом 240000 тонн на місяць у орендованих вагонах та визначити технічні, технологічні та вартісні показники за умови переміщення сировини маршрутними составами без завантаження при поверненні у зворотному напрямку.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика постачальника залізорудного концентрату

Одним з найпотужніших гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК) є Інгулецький ГЗК [1], він видобуває залізну руду і виробляє залізорудний концентрат, який містить у собі залізо у діапазоні 63,7% ... 67,2%.

Дане підприємство існує з 1965 року. Наразі входить до складу підприємств групи Метінвест з листопаду 2007 року.

Саме на цьому підприємстві в Україні почали використовувати при виробництві концентрату флотаційне збагачення. У якості сировини для виробництва готової продукції використовуються залізисті кварцити Інгулецького родовища, місткість його запасів якого становить близько мільярда тонн ресурсів.

Виробничі потужності Інгулецького ГЗК становлять понад 15 мільйонів тонн залізорудного концентрату. Видобування руди у кар'єрі здійснюється відкритим способом, використовується технологія буропідричних робіт та вивезення порід до зовнішніх відвалів.

Діяльність Метінвесту спрямована на збільшення випуску залізорудного концентрату із більшим вмістом заліза.

Поставки продукції для виробництва чавуну і сталі здійснюється до металургійних комбінатів України та закордонних. Обсяги реалізації залізорудної сировини становлять близько 14 мільйонів на рік. Відправлення концентрату забезпечується залізничним транспортом у складі маршрутних составів місткістю 56 вагонів.

Серед підприємств інших країн є представники Китаю, Угорщини, Чехії.

Структура комбінату складається з гірничотранспортного та дробильно-збагачувального комплексів, допоміжних цехів і управління.

1.2 Характеристика залізорудного концентрату та технологія його транспортування промисловим транспортом

У 2021 році Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат (ІНГЗК) компанії Метінвест [2] почав експлуатувати новітній тракт комплексу рудної циклічно-потокової технології (КРЦПТ).

Станом на кінець десятиріччя даний тракт КРЦПТ являється найбільшим проєктом серед гірничодобувних підприємств Метінвесту. Для реалізації будівництва цього тракту було інвестовано близько 50 мільйонів доларів.

КРЦПТ знаходиться у видобувному кар'єрі, до його складу входять підземні та наземні конвеєри. Руда видобувається у забої, завантажується за допомогою екскаваторів у автомобілі-самоскиди (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Екскаватор у забої видобутку руди

Ними вона доставляється до перевантажувального пункту. Після розвантаження автотранспорту (рисунок 1.2), вантаж подрібнюється.



Рисунок 1.2 – Процес розвантаження сировини із самоскидів до пристрою подрібнення

Подрібнена руда доставляється на поверхню кар'єру за допомогою конвеєрних ліній (рисунок 1.3).

Надалі відбувається подрібнення на середній та дрібний розмір фракцій, що потребує процес збагачення. Тривалість руху сировини з 300-метрової глибини до поверхні становить близько 15 хвилин.

Добова виробнича потужність КРЦПТ складає близько 40 000 тонн сировини.

Тривалість будівництва КРЦПТ становило шість років. Протягом цього періоду були виконані капітальні й будівельні роботи, змонтоване основне технологічне та допоміжне обладнання.



Рисунок 1.3 – Конвеєрна лінія доставки сировини

Процеси виконання робіт є автоматизованими, що надало можливість повністю контролювати всі параметри функціонування обладнання. Крім того, КРЦПТ використовує установку аспіраційного очищення повітря від пилу.

Використання КРЦПТ дає можливість більш швидкої доставки руди з нижнього горизонту кар'єру та скорочує тривалість використання автомобілів-самоскидів. Тривалість руху самоскидів за маршрутом скорочено приблизно на 10%, це, відповідно, зменшує собівартість транспортування.

Окрім того, конвеєрний транспорт, який використовує електричну енергію, є більш екологічно чистим та дозволяє зменшити техногенне навантаження на довкілля.

1.3 Опис процесу відвантаження залізорудного концентрату споживачам

Відправлення вагонів, завантажених залізорудним концентратом, здійснюється зі станції Інгулець. Дана станція використовує 12 колій: на три з них приймаються вантажі, чотири – використовуються для накопичення порожніх вагонів. За пропускною спроможністю станція може переробляти 400 вагонів щодоби.

Інгулецький ГЗК [3] завантажує сировину на сучасному навантажувальному пункті (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Пункт навантаження концентрату

На цьому пункті використовується бункерна система навантаження матеріалу (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Бункерна система навантаження

Пункт навантаження обладнаний світлофорною сигналізацією, ваговимірювальним приладом [3].

Процес навантаження є автоматизованим, оператор контролює процес навантаження сировини у вагони (рисунок 1.6), зупиняючи процес при завантаженні вагонів до повної вантажопідйомності.



Рисунок 1.6 – Пункт управління процесом навантаження концентрату

На монітори подається відеоінформація з трафаретів вагонів, де зазначені необхідні параметри. Також показується обсяг сировини, яка вже завантажена (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Відеоконтроль за процесом навантаження

Схема колійного розвитку ІнГЗК показана на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Схема колійного розвитку ІНГЗК

1.4 Складське господарство

На підприємстві для зберігання залізорудного концентрату використовуються закриті склади, які обслуговуються мостовими кранами, обладнаними грейферами (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Закритий склад залізорудного концентрату

Для зберігання сировини також використовуються відкриті склади. Вони обслуговуються екскаваторами [3].

Для обслуговування цих складів та для технологічних перевезень використовується спеціалізований рухомий склад – вагони-думпкари (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Навантаження думпкарів з відкритого складу

1.5 Характеристика технології вивантаження концентрату на комбінаті «Запоріжсталь»

Вагони з залізорудним концентратом, після передавання їх у технічному та комерційному стані на обмінному районі підприємства на станції Запріжжя-Ліве [4], забираються власним локомотивом, як це передбачають Правила обслуговування під'їзних залізничних колій [5].

Вагони транзитом у маршрутному составі кількістю 56 напіввагонів минають станцію Східну та доставляються на приймально-відправні колії станції Південна. З останньої, після розформування, вагони партіями подаються до вагоноперекидача на станції Рудна.

Після розвантаження та очищення, порожні вагони доставляються на Південну, та, згідно завдання до роботи, формуються у состав порожніх вагонів такого ж розміру, у якому прибували у завантаженому стані та повертаються під чергове навантаження на ІнГЗК.

За таких умов забезпечується найменший час обороту составів між ІнГЗК та Запоріжсталлю, тож він є реально можливим. Варіант навантаження металопродукцією в даній роботі не розглядається.

1.6 Постановка завдань роботи

В роботі поставлена задача визначити техніко-економічні показники перевезення залізрудного концентрату виробника ІнГЗК до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом за умови їх повернення під чергове навантаження у порожньому стані.

Для цього необхідно:

- визначити тривалість знаходження вагонів у постачальника ІнГЗК;
- визначити тривалість доставки концентрату зі станції Інгулець до станції Запоріжжя-Ліве;
- визначити тривалість знаходження вагонів у споживача;
- визначити час роботи локомотиву у споживача за допомогою графічних моделей роботи;
- розрахувати вартість тарифу Укрзалізниці;

- визначити потрібну кількість вагонів для забезпечення доставки концентрату;
- визначити вартість плати за оренду вагонів;
- визначити собівартість доставки концентрату залізної руди.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Формування методики розрахункової частини

Згідно з поставленим завданням на дипломну роботу, необхідно проаналізувати ефективність доставки залізничного концентрату ІнГЗК до комбінату «Запоріжсталь», враховуючи наступні параметри:

- обсяг вантажу – близько 240000 тонн на місяць;
- вантаж доставляється у складі маршрутних составів розміром 56 вагонів;
- вивантаження здійснюється на вагоноперекидачі, що обумовлює детермінований характер та можливість нормування тривалості вантажних операцій та встановлення досить точної тривалості робіт із вивантаження маршрутних составів;
- за умовами поставленого завдання вагони повертаються під чергове навантаження у порожньому стані.

За даних умов, необхідно врахувати стохастичний характер руху завантажених составів до підприємства-споживача та порожніх вагонів під чергове навантаження.

Також потрібно врахувати технологічний процес навантаження вагонів на ІнГЗК, характерною особливістю підприємства даного типу є відправлення певної кількості маршрутних составів різним споживачам, що потребує встановлення певної черговості їх відправлення. А, враховуючи технологію бункерного навантаження, детально описану у аналітичній частині, слід відмітити також чіткий детермінований характер процесу навантаження составів.

Таким чином, на першому етапі слід встановити періодичність відправлення составів до ПАТ «Запоріжсталь», на другому – визначити тривалість руху составів магістральними коліями, на третьому – визначити

тривалість вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів, четвертим етапом необхідно визначити потрібну кількість рухомого складу та визначити технологічні параметри, необхідні для розрахунку економічних показників.

2.2 Розрахунок періодичності відправлення составів до ПАТ «Запоріжсталь»

Згідно даним минулих довоєнних періодів, обсяг відправлення вантажів ІнГЗК становив:

- 61 состав на місяць – на адресу ПАТ «Запоріжсталь»;
- 183 состави – іншим споживачам.

Таким чином, при загальному обсязі відправлення составів комбінату ІнГЗК $183 + 61 = 244$ маршрутні состави на місяць, середня кількість составів на добу становить: $244/30,5 = 8$ составів, при середньомісячній кількості діб у місяці – 30,5.

Враховуючи кількість маршрутних составів призначенням до ПАТ «Запоріжсталь» у кількості $61/30,5 = 2$ маршрути, встановимо періодичність відправлення.

На періодичність відправлення впливає також інший – виробничий процес. В умовах доменного виробництва бажано як найкраще забезпечувати усереднення сировини. Це логічно виконувати одразу при вивантаженні – у вантажоприймальній траншеї вагоноперекидача.

Додатковою компонентою традиційно є залізна руда, яка надходить у співвідношенні 1 маршрут руди до двох маршрутів залізрудного концентрату.

Таким чином, один раз на 8 годин доби бажано отримувати маршрутний состав з рудою, після цього – через кожні 8 годин – по маршруту залізорудного концентрату.

Відповідно, потрібно планувати відправлення маршрутів із залізорудним концентратом із інтервалом 8 годин, після чого тривалість наступного відправлення – через 16 годин.

Переходимо до етапу визначення тривалості знаходження вагонів на магістральних коліях.

2.3 Визначення тривалості знаходження вагонів на магістральних коліях

Аналіз тривалості доставки завантажених залізорудним концентратом вагонів [6] здійснимо на основі існуючих даних мирних періодів роботи, наводимо вибірку даних:

19,6; 12; 24; 15; 16,8; 13; 14,4; 24; 24; 31,2; 16,8; 19,2; 24; 19,2; 19,2; 36; 16,8; 12; 28,8; 31,2; 36; 16,8; 24; 14,4; 16,8; 12,4; 16,8; 21,6; 28,8; 12,8; 43,2; 19,2; 24; 35,5; 14,4; 40,8; 15; 12,5; 23,2; 12,2; 19,2; 13,6; 31,2; 18,6; 28,8; 15,6; 13,2; 12; 14,4; 13,2; 12,5; 28,8; 12; 19,2; 12; 19,2; 14,4; 21,6; 13,1; 36; 16,8; 24; 38,4; 14,4; 43,2; 21,6; 36; 16,8; 19,2; 19,2; 21,6; 13,5; 50,4; 36; 16,8; 24; 17; 19,2; 26,4; 18; 19,2; 24; 31,2; 14,4; 19; 19,2; 26,4; 12,9; 21,6; 26,4; 12,8; 16,8; 19,2; 24; 28,8; 26,4; 19,8; 23; 31; 12,6.

Діаграма щільності розподілу випадкової величини тривалості надходження составів наведена на рисунку 2.1.

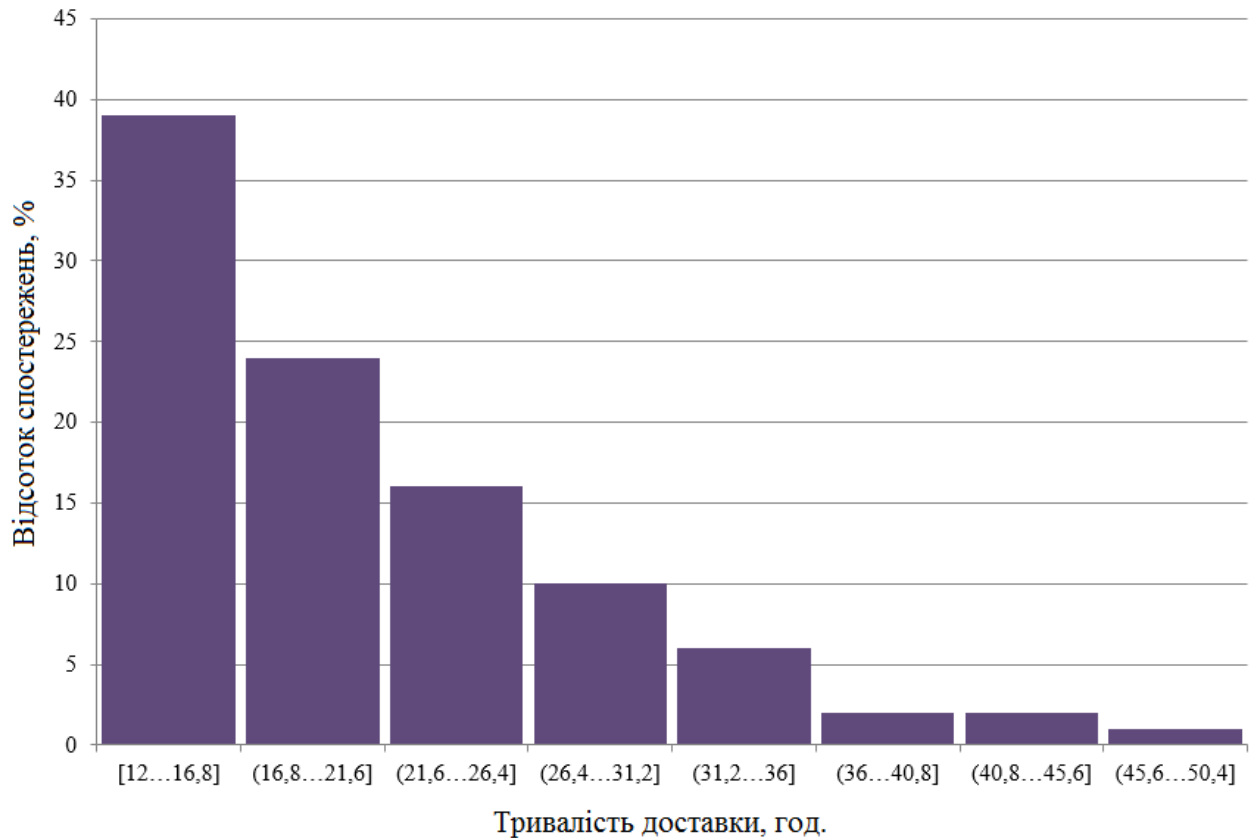


Рисунок 2.1 – Діаграма щільності розподілу випадкової величини тривалості надходження составів у годинах

При мінімальному часі доставки – 12 годин та максимальному – 50,4 години, середнє значення становить 21,5 години.

Стандартне відхилення становить 8,34 год.

За характеристиками та даними діаграми – теоретичний розподіл є експоненціальним, що відповідає загальновідомим уявленням щодо опису даного процесу.

Час доставки порожніх вагонів у зворотному напрямку приймаємо, за відсутності статистичних спостережень, аналогічним тривалості доставки завантажених вагонів.

Переходимо до чергового етапу визначення тривалості вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів.

2.4 Визначення тривалості вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів

Для визначення тривалості вивантаження составів у споживача та формування порожніх составів використаємо програми Excel та TrainGraph [7]. Маршрутні состави з сировиною надходять до парку «А» станції Запоріжжя-Ліве, яка загалом має парки: «Б», «В» та «Л».

Цей приймально-відправний парк складається з двох десятків колій, з яких дванадцять залізничних колій є спеціалізованими з прийому та відправлення парних і непарних вантажних поїздів для під'їзних колій ПАТ «Запоріжсталь» та ПрАТ «Запоріжжкокс». Маневрову роботу виконує локомотив серії ЧМЕ-3.

Станція Запоріжжя-Ліве пропускає та переробляє вагонопотоки без переробки та з переробкою напрямків Синельникове-1–Нікополь, Синельникове-1–Запоріжжя-2 і ц зворотному напрямку. Крім того переробляються місцеві вагонопотоки від під'їзних колій промислових підприємств, станції яких примикають до станції.

Відповідно до плану формування поїздів станція здатна формувати наскрізні, дільничні та вивізні поїзди, у тому числі можливим є формування поїздів з порожніми напіввагонами підвищеної довжини.

Запоріжжя-Ліве переробляє маршрутизовані вагонопотоки на адресу під'їзних колій промислових підприємств:

- для ПрАТ «Запоріжжкокс» – вугілля;
- для ПАТ «Запоріжсталь» – з рудою, залізрудним концентратом та флюсами. Вони передаються на під'їзні колії в тому ж складі, що й прибувають на станцію.

На рисунку 2.2 наведено графік обробки маршрутних составів на станції примикання при використанні паперових перевізних документів.

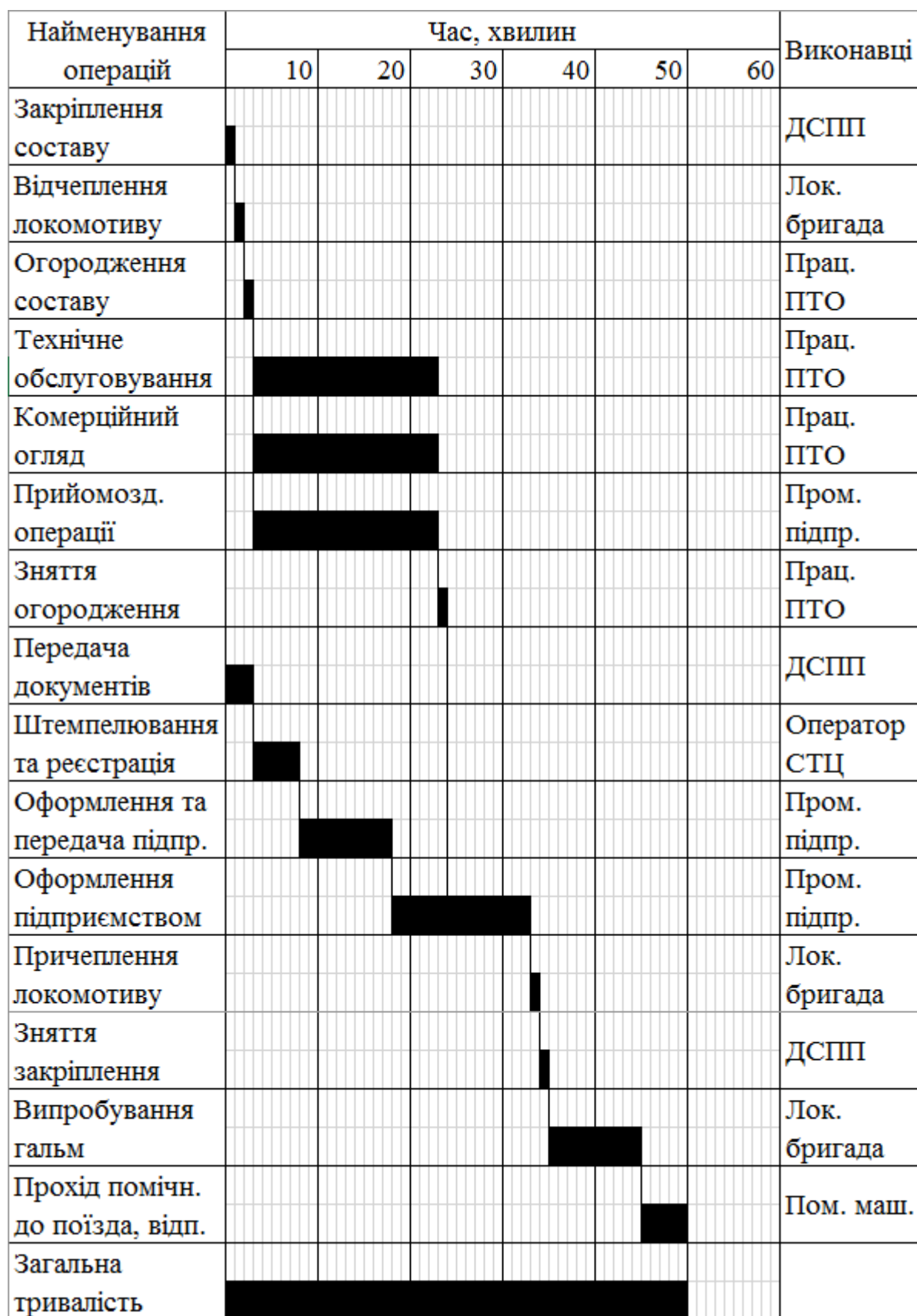


Рисунок 2.2 – Графік обробки маршрутних составів на станції примикання при використанні паперових перевізних документів

З впровадженням електронних перевізних документів графік обробки маршрутних составів набуває вигляду, показаного на рисунку 2.3, при цьому загальна тривалість обробки становить 41 хв.

Найменування операцій	Час, хвилин						Виконавці
	10	20	30	40	50	60	
Закріплення составу	█						ДСП
Відчеплення локомотиву	█						Лок. бригада
Огородження составу	█						Прац. ПТО
Технічне обслуговування		██████████					Прац. ПТО
Комерційний огляд		██████████					Прац. ПТО
Прийомозд. операції		██████████					Пром. підпр.
Зняття огороження			█				Прац. ПТО
Причеплення локомотиву			█				Лок. бригада
Зняття закріплення			█				ДСП
Випробування гальм				██████			Лок. бригада
Прохід помічн. до поїзда, відп.					██		Пом. маш.
Загальна тривалість	██████████	██████████	██████████	██████████			

Рисунок 2.3 – Графік обробки маршрутних составів на станції примикання при використанні електронних перевізних документів

На рисунку 2.4 показаний графік руху составів по вхідній промисловій станції (прослідування) та прибуття на станцію Південна.

Найменування операцій	Час, хвилин						Виконавці
	10	20	30	40	50	60	
Рух по перегону зі зважуванням							Лок. бриг., ЦТВС
Рух по колях Східної							Лок. бриг., ДСП
Рух перегін Східна-Південна							Лок. бригада
Прибуття на колю прийому							Лок. бриг., ДСП
Закріплення							Лок. бригада
Відчеплення локомотиву							Лок. бригада
Виїзд локомотиву							Лок. бригада
Огородження составу							ДСПІ
Загальна тривалість							

Рисунок 2.4 – Графік руху составів по вхідній промисловій станції (прослідування) та прибуття на станцію Південна

Тривалість технічного огляду составу та відпускання гальм вагонів становить 30 хвилин, після чого розпочинається процес розформування та подачі вагонів на фронти вивантаження [8].

На рисунку 2.5 показаний графік передавання составів зі станції Південна до вагоноперекидача станції Рудна.

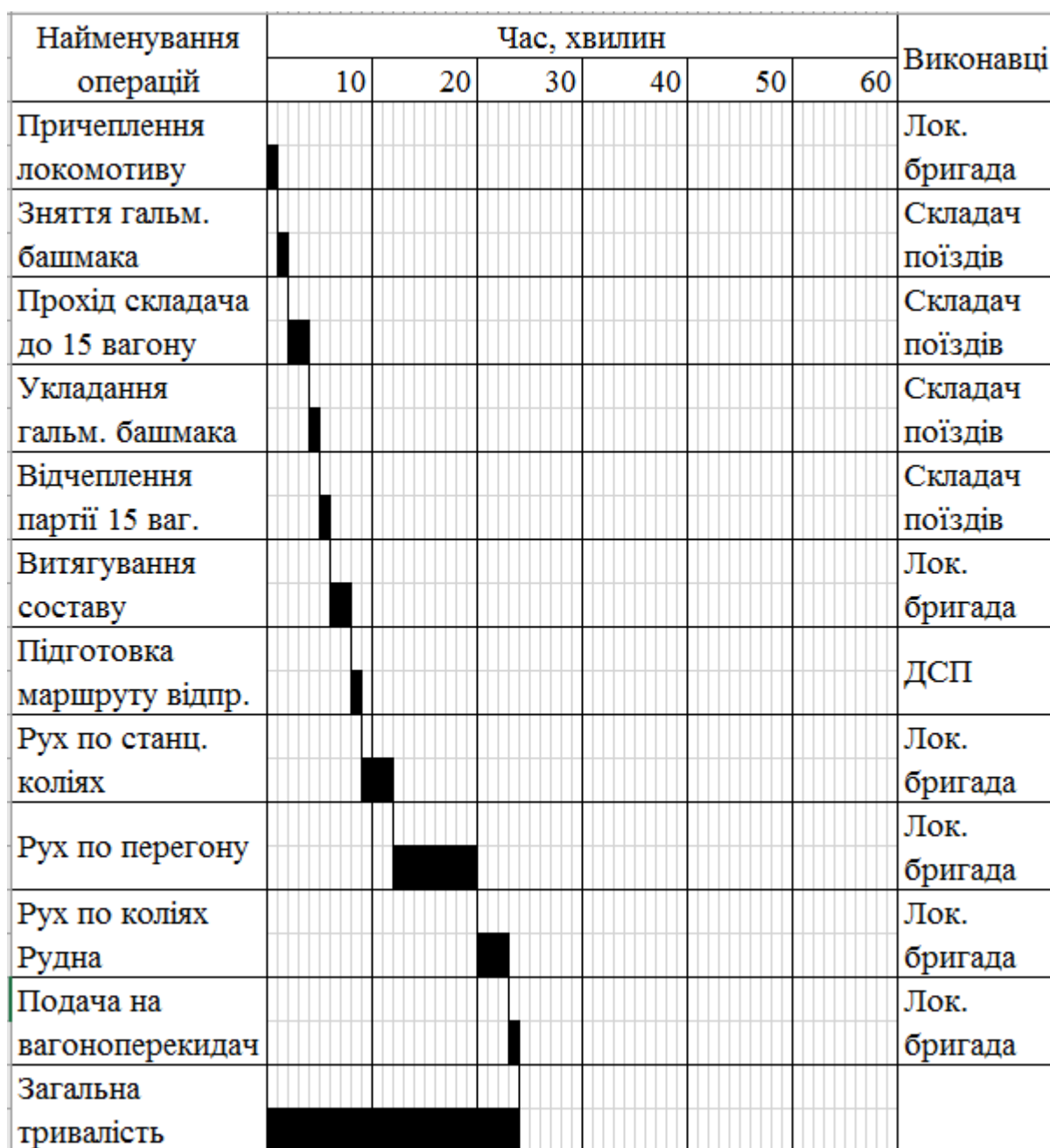


Рисунок 2.5 – Графік передавання составів зі станції Південна до вагоноперекидача станції Рудна

Прохід складача супроводжується з'єднанням рукавів 4-х вагонів для скороченого випробування гальм. Враховуючи середню тривалість вивантаження одного вагону 0,06 години та час переїзду вагоноперекидача вздовж вантажоприймальної траншеї 5 хвилин, приймаємо час на вивантаження партії з 15 вагонів – $0,06 \cdot 15 = 0,9 \text{ год.} = 54 \text{ хв.}$ $54 + 5 \text{ хв.} = 59 \text{ хв.}$ На рисунку 2.6 наведено графік подавання другої подачі.

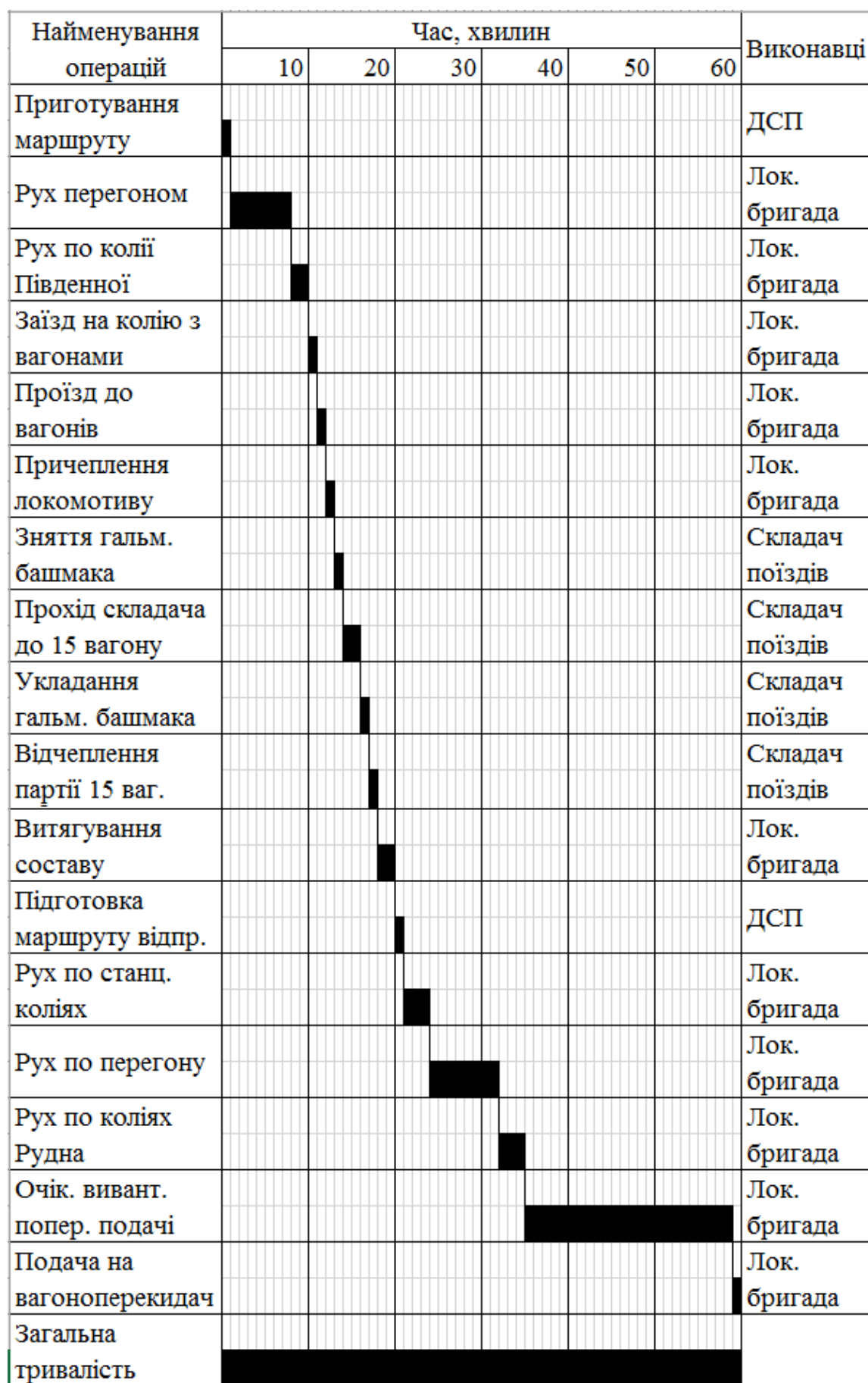


Рисунок 2.6 – Графік подавання другої подачі

На рисунку 2.7 наведено графік очищення вивантажених составів із концентратом.



Рисунок 2.7 – Графік очищення вивантажених составів із концентратом, 7 вагонів

Без врахування тривалості накопичення вагонів після вивантаження на вагоноперекидачеві, час циклу очищення становить $60 - 26 = 34$ хвилини.

Подавання третього составу із залізрудним концентратом буде супроводжуватись вивезенням порожніх вагонів зі станції Рудна, графік показаний на рисунку 2.8.

Найменування операцій	Час, хвилин						Виконавці
	30	40	50	60	70	80	
Цикл подавання (див. 2 подачу)							Лок. бригада
Підстановка ваг. до вагоноштов.							Лок. бригада
Переїзд на 4 колію							Лок. бригада
Причеплення локомотиву							Лок. бригада
Скор. випроб. автогальм							Лок. бригада
Доповідь про готовність							Лок. бригада
Відкриття сигналу							ДСП
Відправлення на Південну							Лок. бригада
Рух перегоном							Лок. бригада
Прибуття на Південну							Лок. бригада
Закріплення порож. ваг.							Лок. бригада
Відчеплення, виїзд лок-ву							Лок. бригада
Загальна тривалість							

Рисунок 2.8 – Доставка завантаженої подачі та вивезення порожніх вагонів

Четверта подача з 56 вагонів залізорудного концентрату має розмір:

$$56 - 15 - 15 - 15 = 11 \text{ вагонів.}$$

Дані вагони можуть бути подані вагонами уперед без витягування – одразу з даної колії, графік подавання показаний на рисунку 2.9.

Найменування операцій	Час, хвилин						Виконавці
	10	20	30	40	50	60	
Заїзд під состав 11 вагонів	■						Лок. бригада
Причеплення локомотиву		■					Лок. бригада
Зняття закріплення		■					Лок. бригада
Скор. випроб. гальм		■					Лок. бригада
Підготовка маршруту відпр.		■					ДСП
Рух перегоном на Рудну		■	■				Лок. бригада
Підстановка ваг. до вагоноштов.			■				Лок. бригада
Загальна тривалість	■	■	■				

Рисунок 2.9 – Графік подавання останньої подачі

Після подавання останньої партії завантажених вагонів локомотив може використовуватись певний час на інших роботах.

Після того, як вагони будуть вивантажені та очищені, виконується подавання локомотиву до вагонів та їх вивезення на станцію Південна.

Загальний графік обробки вагонів на Південній та Рудній показаний на рисунку 2.10.

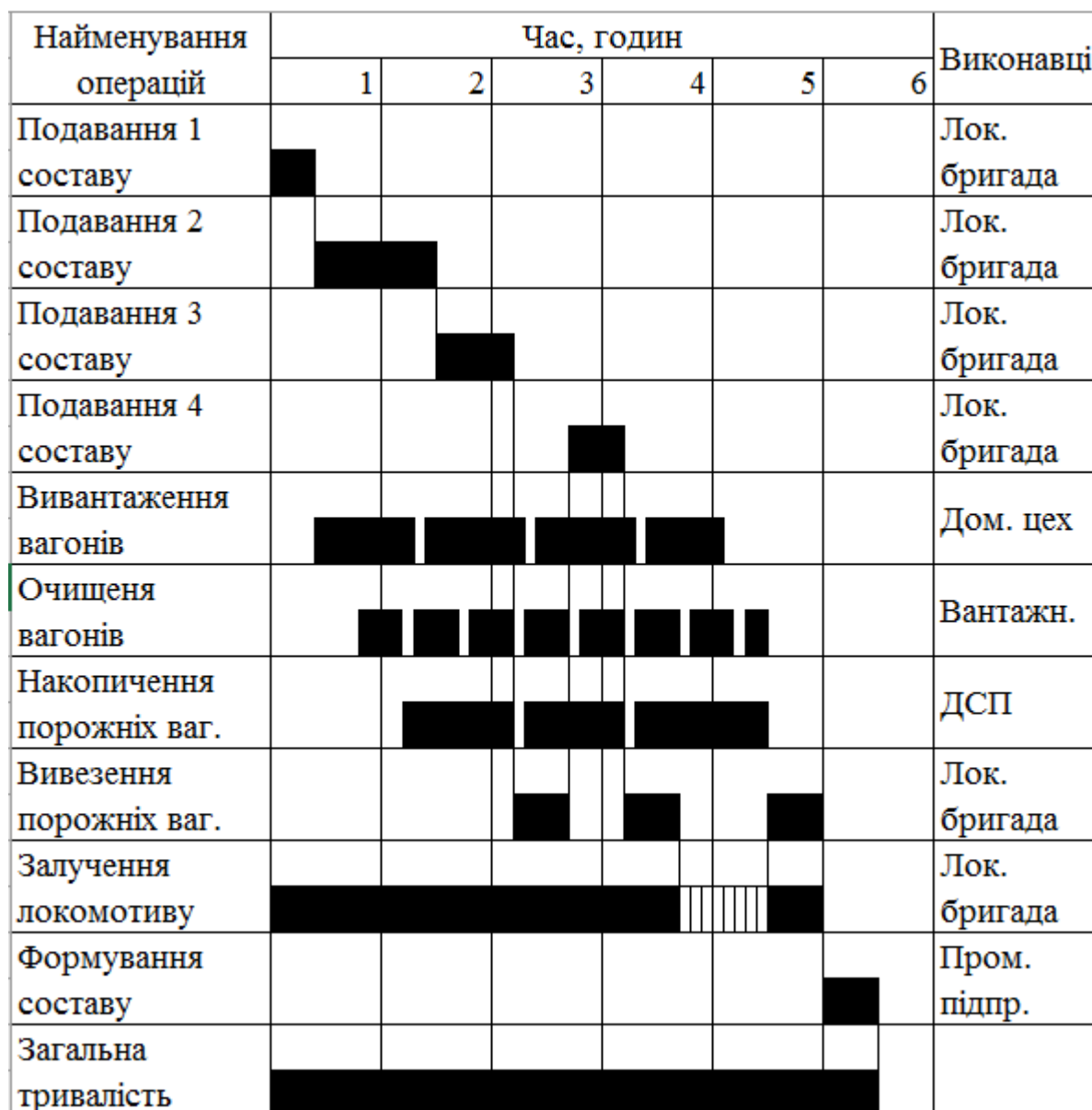


Рисунок 2.10 – Загальний графік обробки вагонів на станціях Південній та Рудній

Тривалість руху перегоном Південна – Східна становить 15 хвилин, прослідування колій Східної на ходу – 5 хвилин, рух до станції Запоріжжя-Ліве – 15 хвилин.

Графік обороту составів між станціями Інгулець та комбінатом Запоріжсталь наведений на рисунку 2.11 (програма TrainGraph).

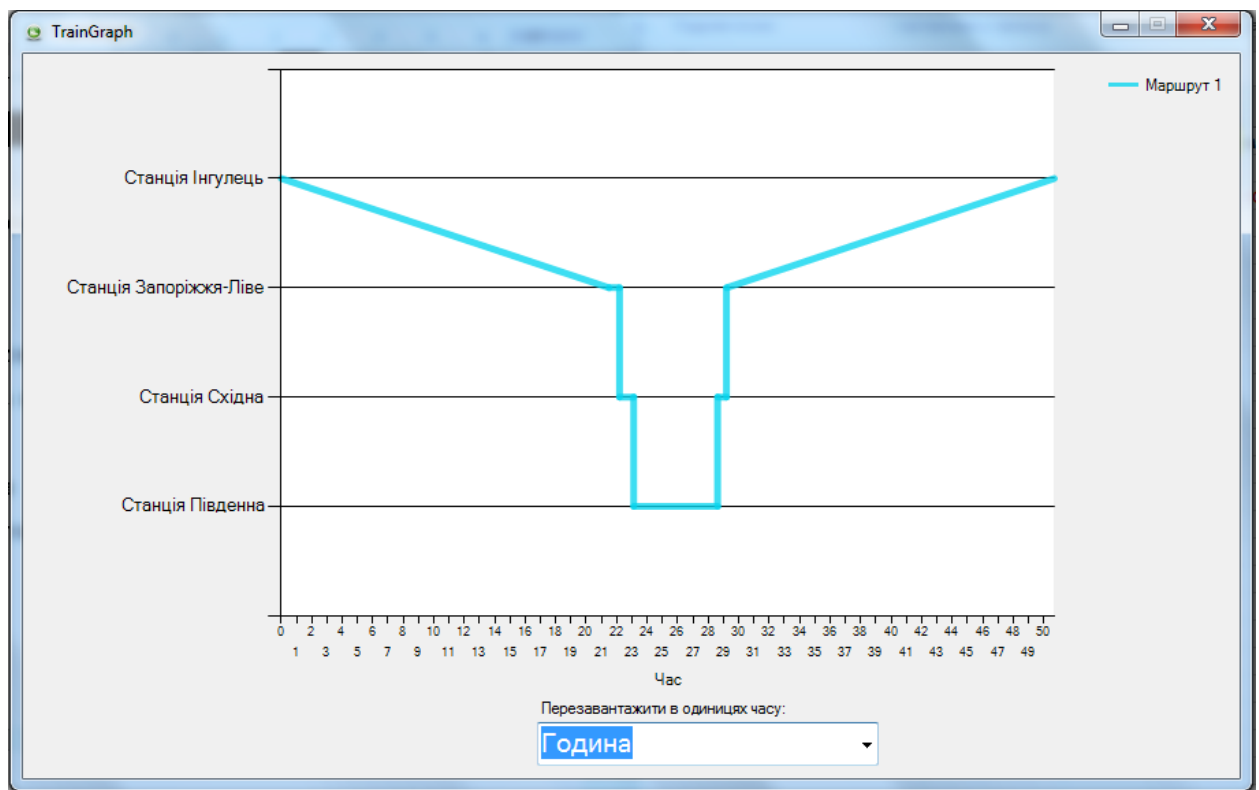


Рисунок 2.11 – Графік обороту составів між станціями Інгuleць та комбінатом Запоріжсталь

З одного боку підприємству Запоріжсталь за умовами завдання, наближеному до реально можливої ситуації, потрібно надходження составів із залізрудним концентратом через 8 годин у кількості два маршрути, а потім отримувати маршрут руди через такий самий інтервал; з іншого боку – підприємству-постачальнику з технологічних причин бажано відправляти маршрути споживачам через 3 години. Тобто, у нашому випадку через 6 або 9 годин між маршрутами.

Тож виконуємо підлаштування під заданий ритм відправлення залізрудного концентрату.

Графік руху двох маршрутів показаний на рисунку 2.12.

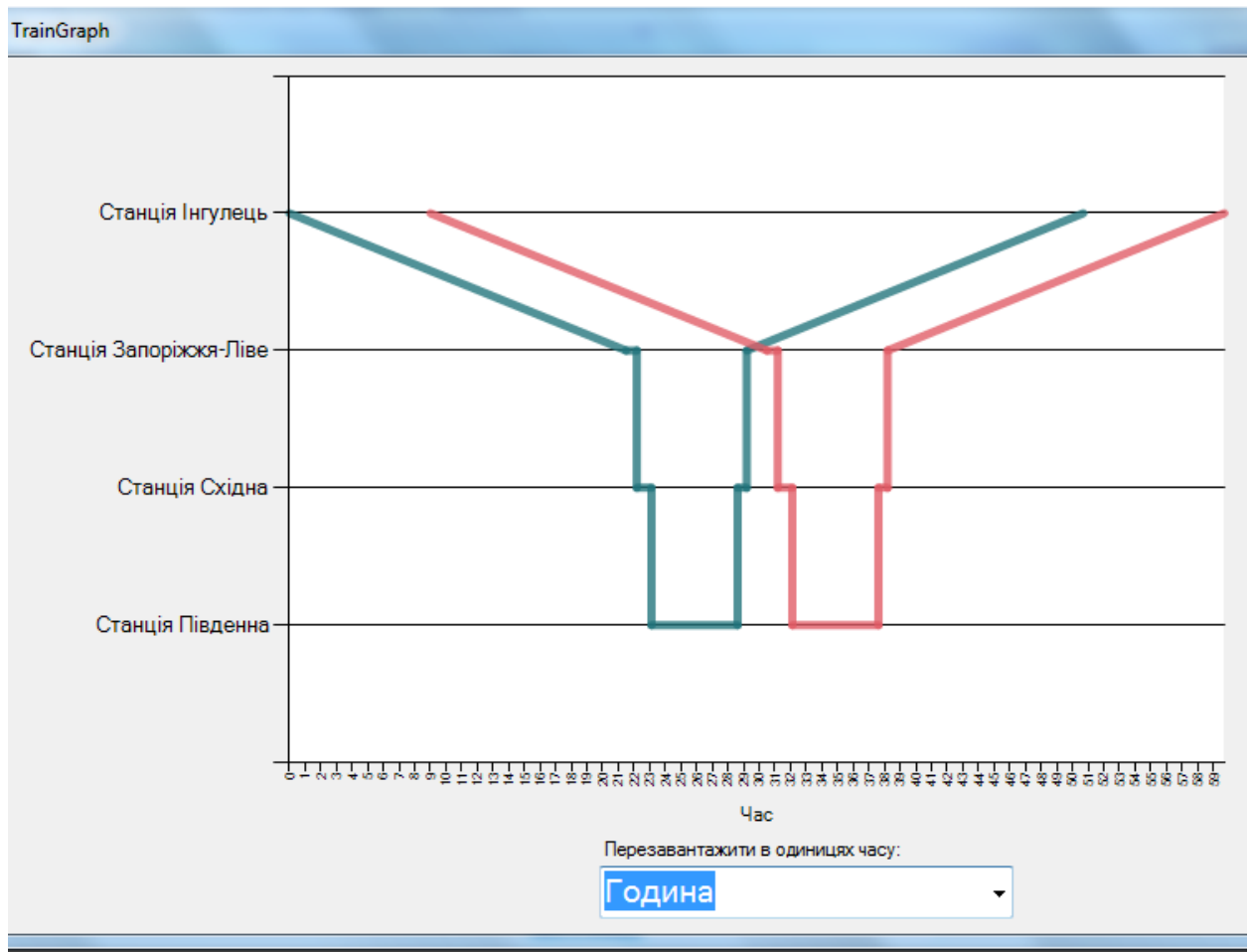


Рисунок 2.12 – Графік обороту двох составів між станціями Ігулець та комбінатом Запоріжсталь

Враховуючи час вивантаження маршруту на протязі 5,5 годин на підприємстві, є можливість вивантаження відповідно встановленої черговості заради усереднення сировини составу залізної руди.

Додаємо дану інформацію у вигляді ліній, які відповідають часу зайняття станцій та фронту вивантаження.

На рисунку 2.13 показаний добовий період вивантаження вагонів із залізрудним концентратом – лінії бірюзового та червоного кольору та залізною рудою – жовтий колір.

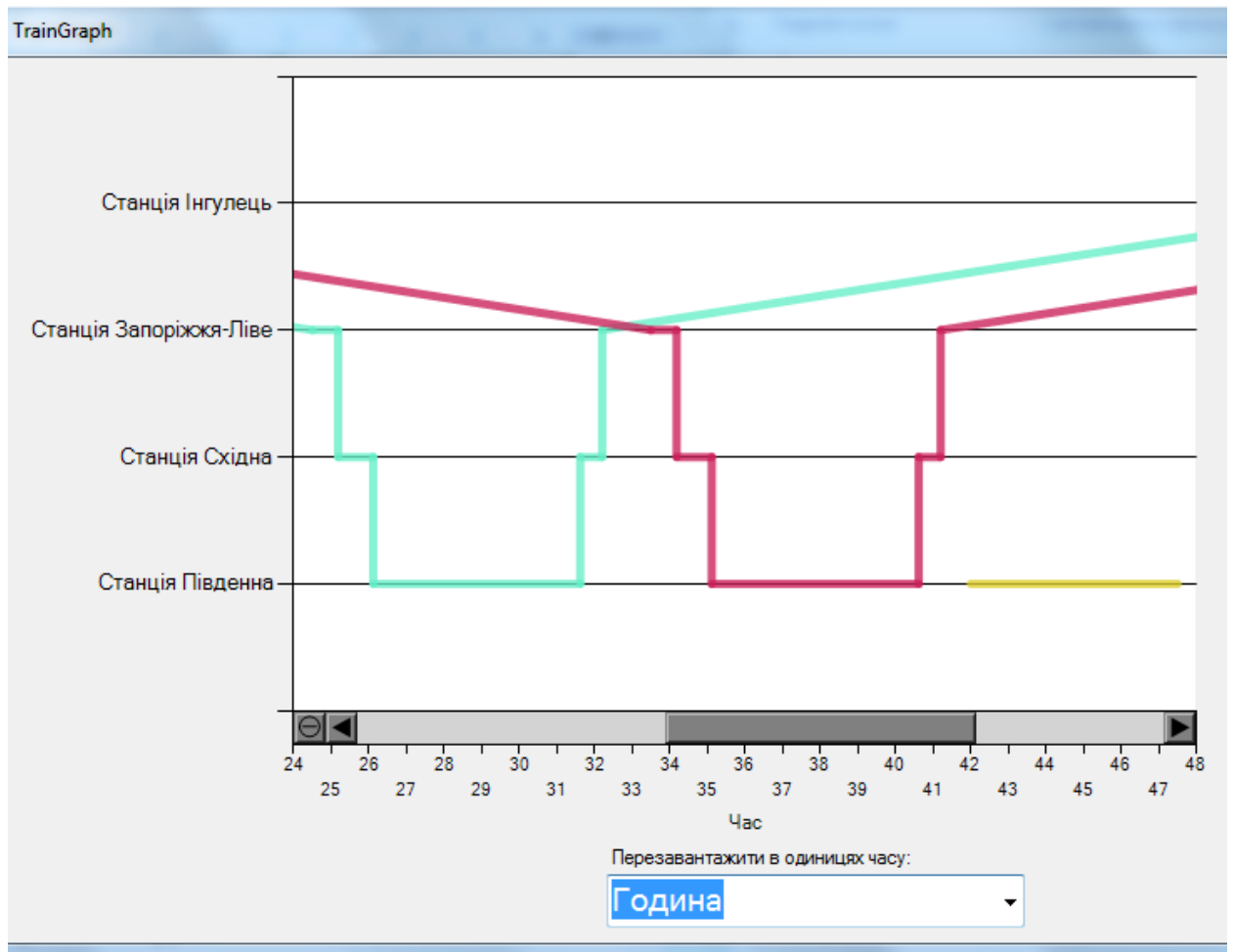


Рисунок 2.13 – Добовий період вивантаження вагонів із залізорудним концентратом та залізною рудою

Для визначення потрібної кількості составів для забезпечення перевезень скористаємось графічним методом та побудуємо графіки доставки залізорудного концентрату.

Зрозуміло, що мінімальний інтервал постачання – відправлення маршрутів залізорудного концентрату становить 3 години. За цього інтервалу очевидними є складнощі забезпечення черговості вивантаження сировини, оскільки другий состав буде мати затримку з вивантаження. Навіть за схемою відвантаження двох маршрутів концентрату через 6 годин, а потім – один маршрут руди, що показано на рисунку 2.14, наявні певні складнощі.

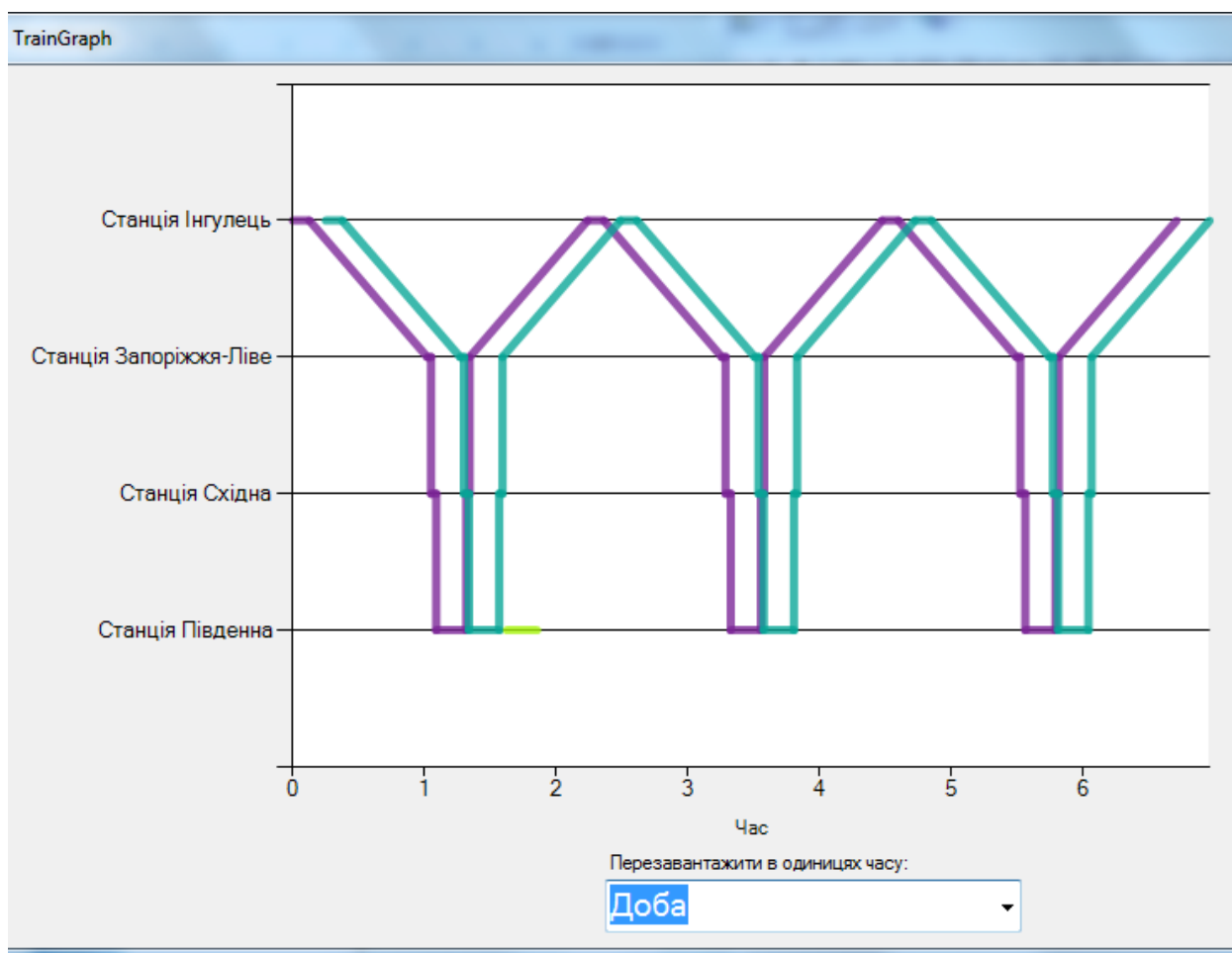


Рисунок 2.14 – Графік доставки залізорудного концентрату із мінімально можливим інтервалом відвантаження між двома послідовними відправленнями

В даному випадку, спостерігаємо складність забезпечення поставленої виробництвом черговості вивантаження сировини, оскільки очевидний зсув графікового постачання концентрату відносно календарних діб роботи.

Спробуємо прийняти інші інтервали постачання (рисунки 2.15 та 2.16) та отримуємо графік постачань при використанні чотирьох составів із вагонами, які використовуються для постачань залізорудного концентрату, маршрути постачань руди демонструють можливість забезпечення черговості 2 концентрату та один маршрут руди.

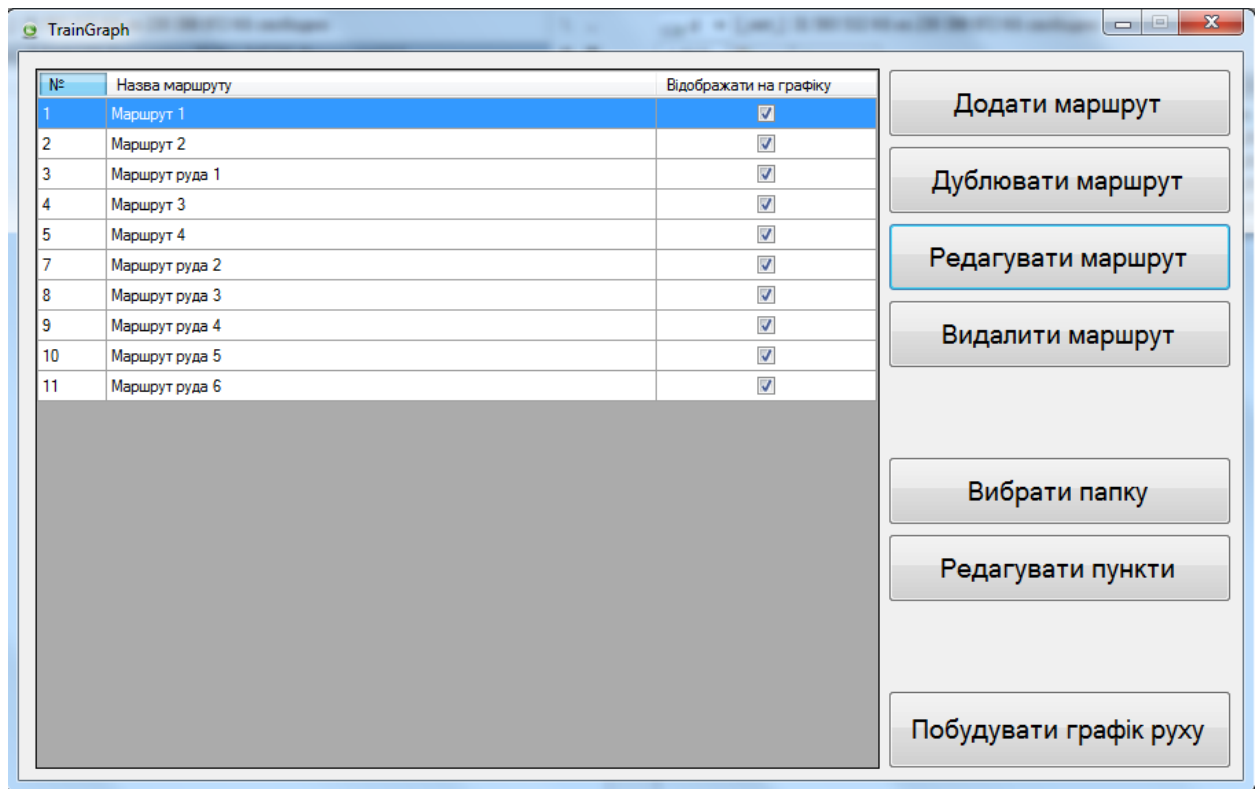


Рисунок 2.15 – Маршрути руху составів з концентратом (маршрут 1-4)

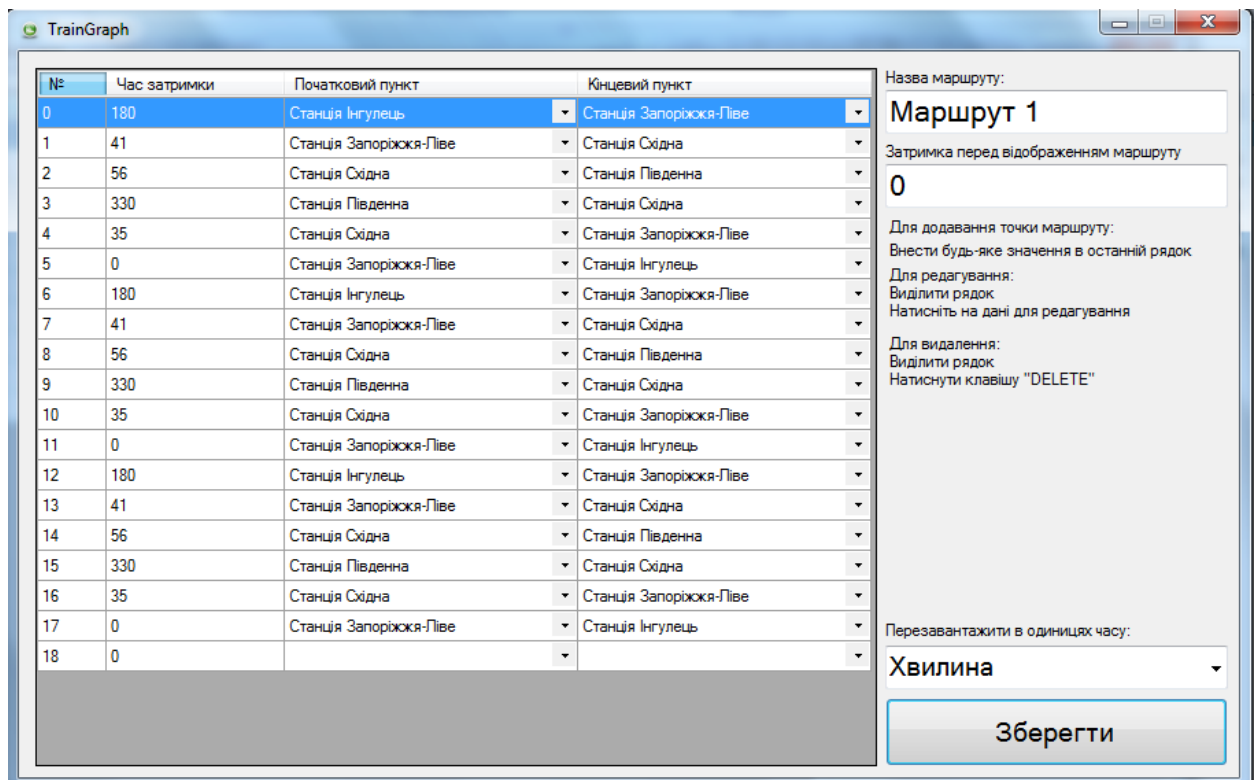


Рисунок 2.16 – Маршрут №1 руху составів з концентратом

На рисунках 2.17-2.18 показані маршрути №2 та №3.

TrainGraph

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
1	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
2	56	Станція Східна	Станція Південна
3	330	Станція Південна	Станція Східна
4	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
5	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
6	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
7	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
8	56	Станція Східна	Станція Південна
9	330	Станція Південна	Станція Східна
10	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
11	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
12	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
13	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
14	56	Станція Східна	Станція Південна
15	330	Станція Південна	Станція Східна
16	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
17	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
18	0		

Назва маршруту: **Маршрут 2**

Затримка перед відображенням маршруту: **360**

Для додавання точки маршруту:
Внести будь-яке значення в останній рядок

Для редагування:
Виділити рядок
Натисніть на дані для редагування

Для видалення:
Виділити рядок
Натиснути клавішу "DELETE"

Перезавантажити в одиницях часу:

Хвилина

Зберегти

Рисунок 2.17 – Маршрут №2 руху составів з концентратом

TrainGraph

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
1	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
2	56	Станція Східна	Станція Південна
3	330	Станція Південна	Станція Східна
4	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
5	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
6	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
7	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
8	56	Станція Східна	Станція Південна
9	330	Станція Південна	Станція Східна
10	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
11	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
12	180	Станція Інгuleць	Станція Запоріжжя-Півє
13	41	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Східна
14	56	Станція Східна	Станція Південна
15	330	Станція Південна	Станція Східна
16	35	Станція Східна	Станція Запоріжжя-Півє
17	0	Станція Запоріжжя-Півє	Станція Інгuleць
18	0		

Назва маршруту: **Маршрут 3**

Затримка перед відображенням маршруту: **1260**

Для додавання точки маршруту:
Внести будь-яке значення в останній рядок

Для редагування:
Виділити рядок
Натисніть на дані для редагування

Для видалення:
Виділити рядок
Натиснути клавішу "DELETE"

Перезавантажити в одиницях часу:

Хвилина

Зберегти

Рисунок 2.18 – Маршрут №3 руху составів з концентратом

На рисунку 2.19 показаний маршрути №4.

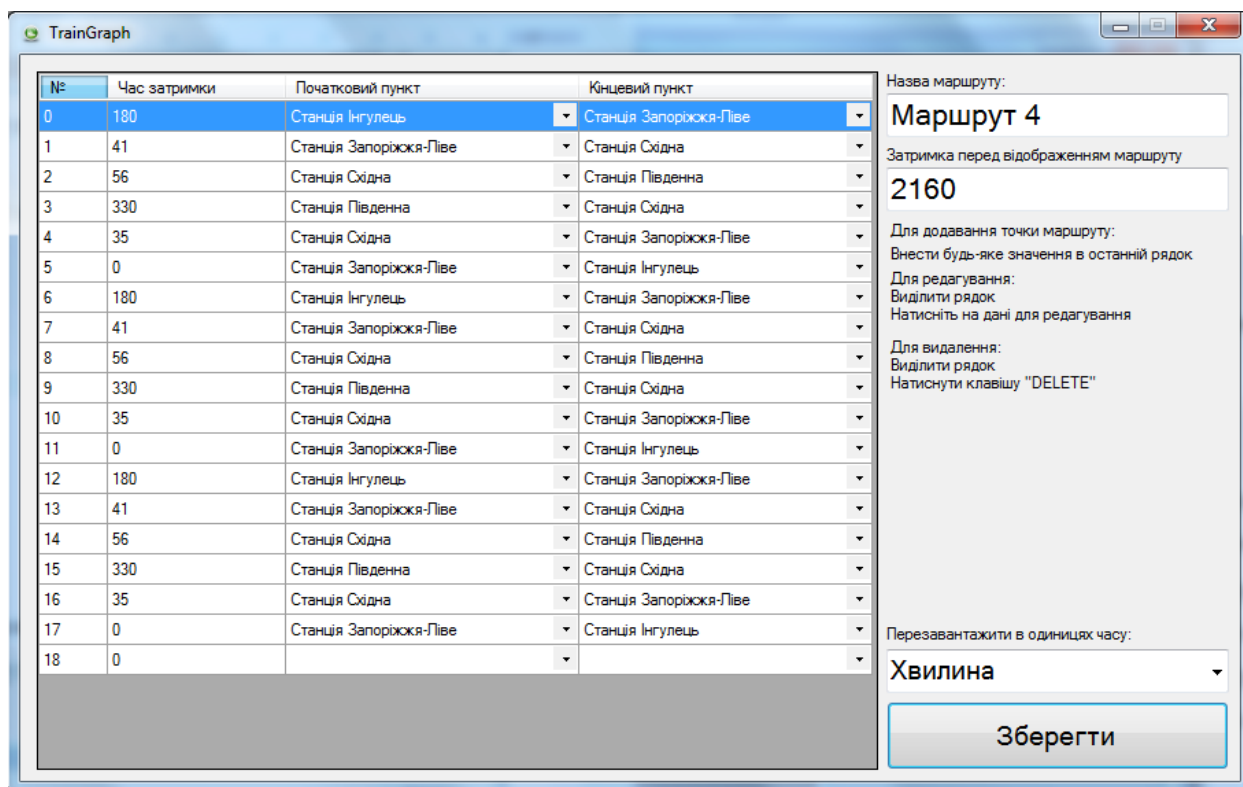


Рисунок 2.19 – Маршрут №4 руху составів з концентратом

Програма дає можливість подальшого зручного планування руху маршрутів шляхом копіювання коду в файлах програми – рисунок 2.20.

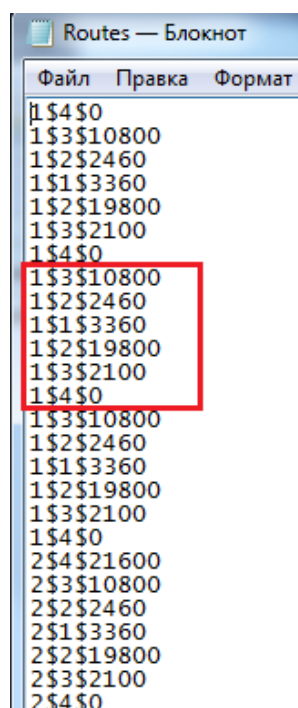


Рисунок 2.20 – Копіювання коду в файлах програми TrainGraph

Графік на рисунку 2.21 демонструє можливість приймання протягом 6 годин 12 маршрутів концентрату та 6 маршрутів залізної руди.

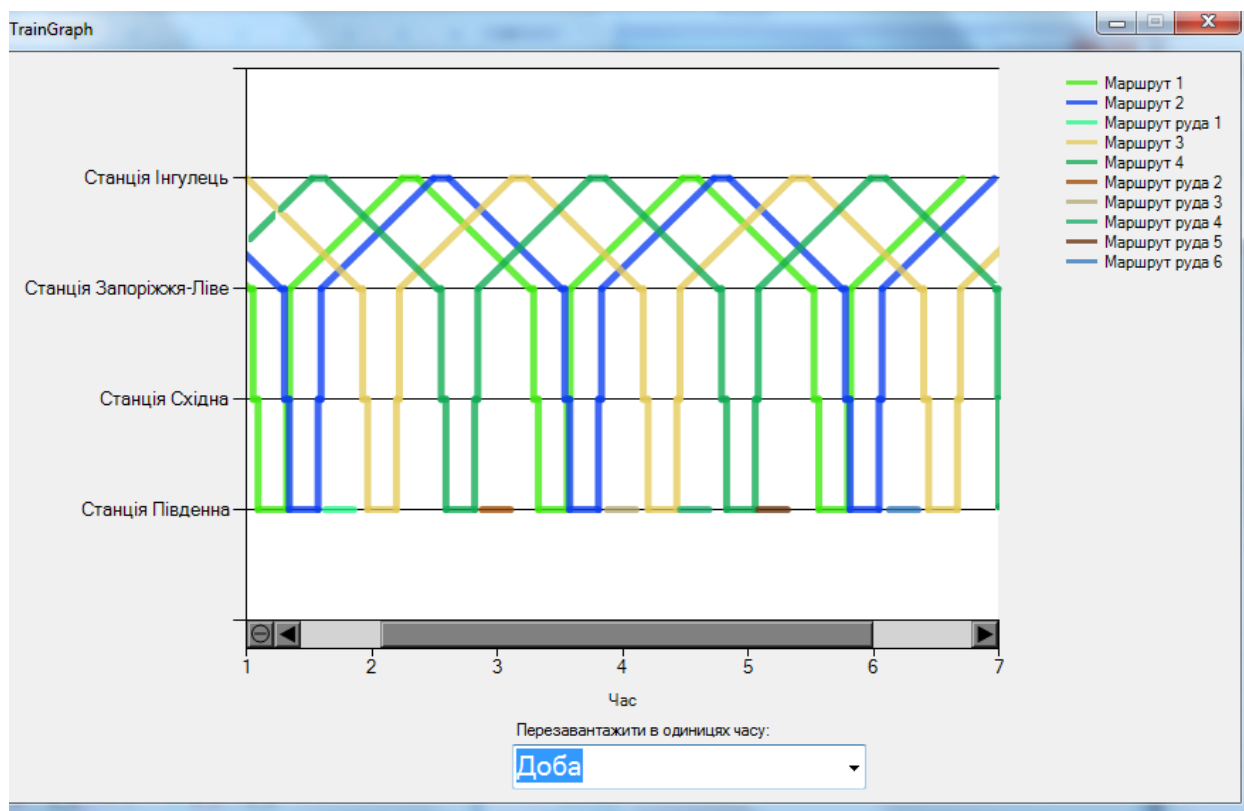


Рисунок 2.21 – Графік доставки 12 маршрутів залізорудного концентрату та 6 маршрутів залізної руди протягом 6 діб

Враховуючи можливість оперативного реагування на перевезення вагонів та необхідність раціонального підходу до організації перевезень, а також можливість долучання вагонів магістрального парку інших власників, не має сенсу додавати додатковий маршрутний состав вагонів.

Таким чином, обґрунтованим є використання чотирьох маршрутних составів з 56 вагонів, а загальна кількість вагонів робочого парку становить:

$$56 \cdot 4 = 224 \text{ вагони.}$$

З урахуванням потреби на ремонт та резерв вагонів у загальній кількості 15%, приймаємо кількість вагонів загального парку:

$$224 \cdot 1,15 = 258 \text{ вагонів.}$$

Переходимо до економічної частини дипломної роботи.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення річних технічних показників доставки залізорудного концентрату обсягом 240 тис тонн на місяць

В даній кваліфікаційній роботі розглядається організація доставки залізорудного концентрату на підприємство Запоріжсталь із використанням орендованих вагонів, які згідно завданню повертаються до пункту навантаження на станцію Інгулець у порожньому стані.

Згідно основній частині роботи визначена потрібна кількість вагонів – 258 одиниць загального парку.

Завдяки розробленим технологічним графікам встановимо річні показники використання засобів, які забезпечують виконання заданих планів перевезень концентрату – таблиця 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні показники доставки залізорудного концентрату обсягом 240000 т/місяць та вартісні показники роботи

Номер з/п	Показник	Значення	Значення за рік
1	Надходження піввагонів під вивантаження	112 вагонів за добу	40880
2	Вартість тарифу доставки завантажених вагонів	13239 грн/ваг.	-

Продовження таблиці 3.1

Номер з/п	Показник	Значення	Значення за рік
3	Собівартість перевезення вантажу на підприємстві	32 грн/тонну	-
4	Обсяг перевезень залізрудного концентрату	240000 т/місяць	2880000 т/рік
5	Вартість перевезення порожніх вагонів	2745 грн/ваг.	-
6	Тривалість роботи вагоноперекидача з вивантаження вагонів	7 годин/добу	2555 год. на рік
7	Вартість години роботи вагоноперекидача	1800 грн/год.	-
8	Вартість очищення одного вагону	256 грн/ваг.	-

Кінець таблиці 3.1

Номер з/п	Показник	Значення	Значення за рік
9	Тривалість роботи локомотива на подаванні вагонів на вагоноперекидач	8 годин/добу	2920 годин на рік
10	Вартість локомотиво-години роботи	1265	-
11	Вартість оренди вагонів	1400	-

3.2 Економічні результати організації доставки залізничного концентрату

Загальні витрати Z_k з організації доставки концентрату визначимо [9,10] за формулою:

$$Z_k = T_k + T_{пв} + C_{п} + B_v + B_{оч} + B_T + C_{ор}, \quad (3.1)$$

де T_k – тариф з доставки концентрату, грн;

$T_{пв}$ – тариф з перевезення порожніх вагонів, грн;

$C_{п}$ – собівартість перевезень концентрату на підприємстві, грн;

V_B – вартість вивантаження на вагоноперекидачеві, грн;

$V_{оч}$ – вартість очищення вагонів після вивантаження концентрату, грн;

V_T – вартість використання тепловозу на подаванні завантажених вагонів, грн;

$C_{ор}$ – вартість оренди вагонів, грн.

Тариф T_K з доставки концентрату розрахуємо за виразом:

$$T_K = K_{BK} T_{BK}, \quad (3.2)$$

де K_{BK} – кількість вагонів з концентратом, од.;

T_{BK} – вартість тарифу на перевезення вагону з концентратом, грн.

Визначимо T_K за (3.2):

$$T_K = 40880 \cdot 13239 = 541210320 \text{ грн} = 541,2 \text{ млн грн/рік.}$$

Тариф $T_{пв}$ з перевезення порожніх вагонів визначимо за:

$$T_{пв} = K_{BK} T_{пор}, \quad (3.3)$$

де $T_{пор}$ – тариф на перевезення порожніх вагонів після вивантаження концентрату, грн/ваг.

Розрахуємо $T_{пв}$ за (3.3):

$$T_{пв} = 40880 \cdot 2745 = 112215600 \text{ грн} = 112,2 \text{ млн грн/рік.}$$

Визначимо собівартість C_{Π} перевезень концентрату на підприємстві за допомогою формули:

$$C_{\Pi} = W_{\text{конц}} c_{\text{тк}}, \quad (3.4)$$

де $W_{\text{конц}}$ – обсяг концентрату, т;
 $c_{\text{тк}}$ – собівартість перевезення тонни концентрату, грн/т.

Визначимо C_{Π} за (3.4):

$$C_{\Pi} = 2880000 \cdot 32 = 92160000 \text{ грн} = 92,2 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість B_v вивантаження на вагоноперекидачеві встановимо за виразом:

$$B_v = T_{\text{впер}} c_{\text{впер}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{впер}}$ – час роботи з вивантаження концентрату, год.;
 $c_{\text{впер}}$ – вартість роботи, грн/год.

Визначаємо згідно (3.5):

$$B_v = 2555 \cdot 1800 = 4599000 \text{ грн} = 4,6 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість очищення $B_{\text{оч}}$ вагонів після вивантаження концентрату встановимо за формулою:

$$B_{\text{оч}} = K_{\text{вк}} c_{\text{оч}}, \quad (3.6)$$

де $c_{оч}$ – вартість очищення вагону, грн.

Визначаємо згідно (3.6):

$$B_{оч} = 40880 \cdot 256 = 10465280 \text{ грн} = 10,5 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість B_T використання тепловозу на подаванні завантажених вагонів визначаємо за формулою:

$$B_T = T_T c_T, \quad (3.7)$$

де T_T – час роботи тепловозу, год.;

c_T – вартість години роботи, грн.

Визначаємо згідно (3.7):

$$B_T = 2920 \cdot 1265 = 3693800 \text{ грн} = 3,7 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість $C_{ор}$ оренди вагонів [11] встановимо за виразом:

$$C_{ор} = 365 K_{парк} c_{ор}, \quad (3.8)$$

де $K_{парк}$ – кількість вагонів загального парку, од;

$c_{ор}$ – добова вартість оренди вагону, грн.

Визначаємо згідно (3.8):

$$C_{ор} = 365 \cdot 258 \cdot 1400 = 131838000 \text{ грн} = 131,8 \text{ млн грн/рік.}$$

Визначаємо рівень загальних витрат згідно (3.1):

$Z_k = 541,2 + 112,2 + 92,2 + 4,6 + 10,5 + 3,7 + 131,8 = 896,2$ млн грн на рік.

Результати економічних розрахунків, у тому числі показник собівартості доставки тони вантажу, сформуємо у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники доставки концентрату

№ з/п	Показник	Значення, млн грн
1	Тариф з доставки концентрату	541,2
2	Тариф з перевезення порожніх вагонів	112,2
3	Собівартість перевезень концентрату на підприємстві	92,2
4	Вартість вивантаження на вагоноперекидачеві	4,6
5	Вартість очищення вагонів після вивантаження концентрату	10,5
6	Вартість використання тепловозу на подаванні завантажених вагонів	3,7
7	Вартість оренди вагонів	131,8

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показник	Значення
8	Загальні витрати	896,2 млн грн
9	Собівартість доставки 1 тонни концентрату	311,18 грн/тонну

Таким чином, загальні витрати визначені на рівні 896 млн грн на рік, собівартість перевезень тони концентрату – 311,18 грн/т.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники перевезення залізорудного концентрату виробника ІнГЗК до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом за умови їх повернення під чергове навантаження у порожньому стані.

В ході роботи:

- проаналізована технологія та періодичність відправлення маршрутних составів постачальником, визначена тривалість знаходження вагонів на ІнГЗК;

- визначена тривалість доставки концентрату зі станції Інгулець до станції Запоріжжя-Ліве;

- розроблені технологічні графіки та визначена тривалість знаходження вагонів у споживача;

- встановлений час роботи локомотиву;

- розраховано вартість тарифу Укрзалізниці;

- визначено потрібну кількість вагонів для забезпечення доставки концентрату;

- встановлено вартість плати за оренду вагонів;

- визначено собівартість доставки концентрату залізної руди та головні техніко-економічні показники роботи.

Загальні витрати визначені на рівні 896 млн грн на рік, собівартість перевезень тони концентрату – 311,18 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. УКРРУДПРОМ. Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат. URL : <https://ukrrudprom.com/reference/factory/ingok.html?print> (дата звернення 15.05.2024).
2. На Інгулецькому ГЗК запустили новий тракт комплексу циклічно-потокової технології. Група компаній METINVEST. URL : <https://metinvestholding.com/ua/media/news/cyclical-flow-technology-was-launched-at-the-Ingulets-mining-and-processing-plant> (дата звернення 15.05.2024).
3. Інгулецькому ГЗК 50 років. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=LrFqsgp6mCc> (дата звернення 15.05.2024).
4. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 15.05.2024).
5. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій : Наказ Міністерства транспорту України від 21.11.2000 №644, поточна редакція. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0875-00#Text> (дата звернення 17.05.2024).
6. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
7. Середа Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Середа, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.

8. Лаврухін О.В., Ломотько Д.В., Альошинський Є.С. Організація виконання вантажних і складських операцій : навчальний посібник. Харків : УкрДУЗТ, 2015. 181 с.

9. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 36 с.

11. Оновлені ціни на оренду вагонів Укрзалізниці. URL: <https://tripoli.land/ua/news/obnovleny-tseny-na-arendu-vagonov-ukrzaliznytsi-cho-izmenitsya-s-1-maya> (дата звернення 17.05.2024).