

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ ВУГІЛЛЯ ЗІ СКЛАДІВ РІЧКОВОГО
ПОРТУ НА ПАТ "ЗАПОРІЖСТАЛЬ" ОБСЯГОМ 50 ТИС ТОНН НА МІСЯЦЬ

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

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

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

ТИЩЕНКО Д.В.
(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

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

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

2024

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)

ТИЩЕНКА Дениса Вікторовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки вугілля зі складів річкового порту на ПАТ "Запоріжсталь" обсягом 50 тис тонн на місяць

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) існуюча транспортна система доставки вугілля, технологічний процес відвантаження в порту, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Визначення обсягів перевезень вугілля з порту на комбінат у залізничному рухомому складі, 2.2 Організація перевезень составів з вугіллям з порту до комбінату Запоріжсталь, 2.3 Обробка вагонів з вугіллям з ПВЗ на Запоріжсталі, 2.4 Розробка графіків обороту составів з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю, 3. Економічна частина.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (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 проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (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)


(підпис)

Денис ТИЩЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 54 с., 22 рис., 6 табл., 12 джерел.

ВУГІЛЛЯ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ПОРТАЛЬНИЙ КРАН, ПРОМИСЛОВЕ ПІДПРИЄМСТВО, РІЧКОВИЙ ПОРТ.

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень вугілля з річкового порту до металургійного підприємства.

Мета роботи – визначення технічних та економічних показників доставки вугілля з річкового порту до металургійного підприємства залізничним транспортом.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний і графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники доставки вугілля з річкового порту до металургійного підприємства залізничним транспортом. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначені витрати на доставку, собівартість перевезення тони вугілля.

ЗМІСТ

	С.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика першого вантажного району річкового порту міста Запоріжжя	8
1.2 Характеристика переробних потужностей річкового порту	10
1.3 Характеристика залізничної станції, що обслуговує річковий порт	11
1.4 Характеристика базисного складу вугілля комбінату Запоріжсталь	16
1.5 Задачі дипломної роботи з організації перевезень вугілля з річкового порту на комбінат Запоріжсталь	23
2 Розрахункова частина	25
2.1 Визначення обсягів перевезень вугілля з порту на комбінат у залізничному рухомому складі	25
2.2 Організація перевезень составів з вугіллям з порту до комбінату Запоріжсталь	30
2.3 Обробка вагонів з вугіллям з ПВЗ на Запоріжсталі	33
2.4 Розробка графіків обороту составів з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю	37
3 Економічна частина	44
3.1 Технічні характеристики перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь	44

3.2 Економічні показники перевезення залізничних составів	
з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь	46
Висновки	52
Перелік джерел посилання	53

ВСТУП

В роботі вирішується питання з організації перевезень вугілля з річкового порту до металургійного підприємства обсягом 50 000 тонн на місяць. Подібні перевезення здійснювались при відповідних зовнішніх обставинах раніше в умовах комбінату Запоріжсталь – підприємства, на прикладі якого й виконується дана робота.

В умовах післявоєнного відновлення країни, на початковому етапі можуть виникати різні проблеми з організацією логістичних потоків запорізьких підприємств, тож тема роботи є досить актуальною для даного регіону.

Тим більш важливим є відновлення транспортних зв'язків історично взаємодіючих між собою промислових підприємств.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика першого вантажного району річкового порту міста Запоріжжя

Перший вантажний район є основним районом Запорізького річкового порту (надалі – річкового порту, рисунок 1.1). Навігація триває не менше дев'яти місяців на рік, зазвичай, це період березень – листопад [1].

В порту можуть оброблятися судна типу «ріка-море», довжина яких не перевищує 180 метрів, а осадкою – чотири метри. Для швартування в порту, він надає буксири. Також наявні екіпірувальні послуги – забезпечення суден водою та дизельним паливом.

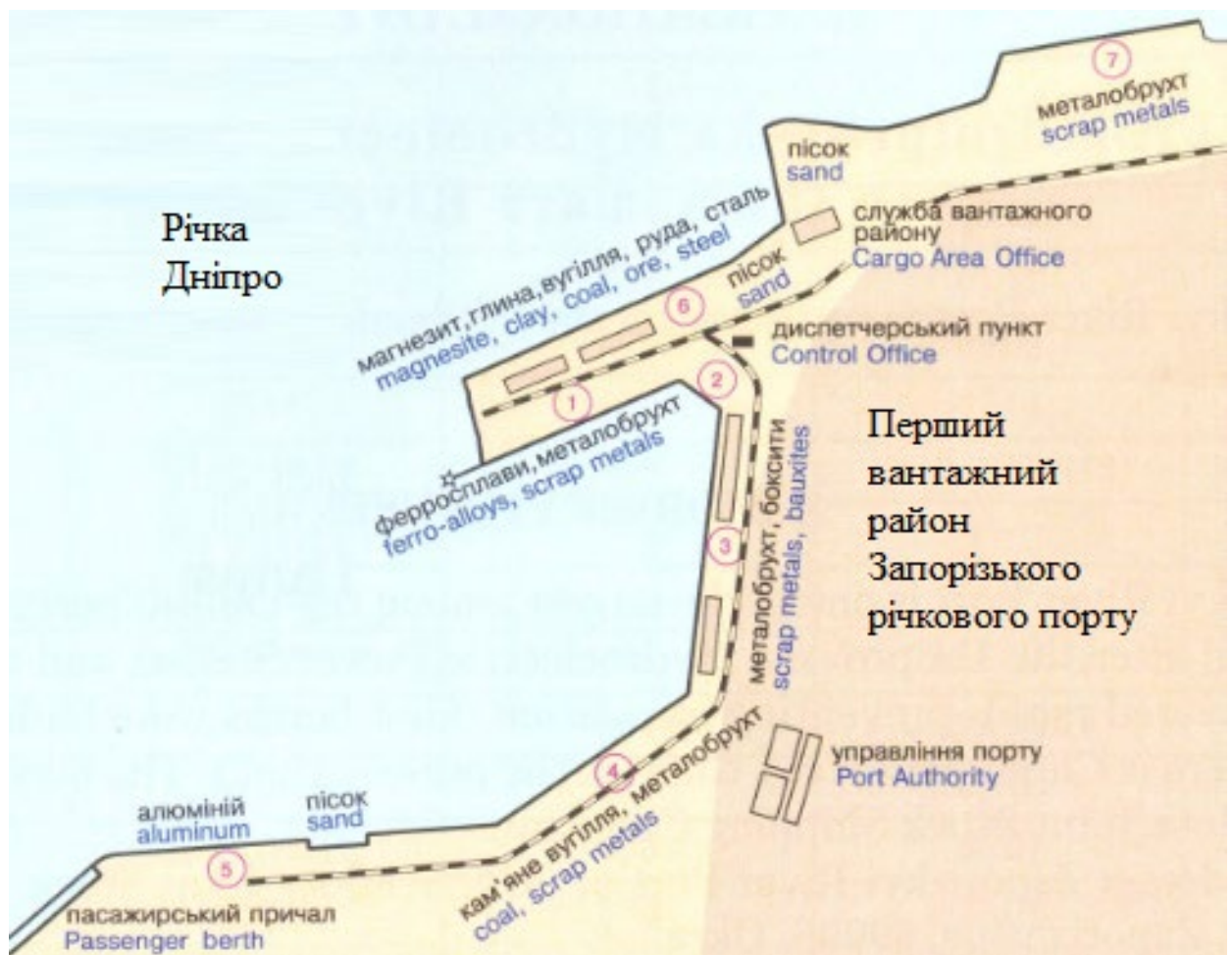


Рисунок 1.1 – Перший район річкового порту

Транспортний сервіс представлений в річковому порту наступними послугами:

- навантаження та розвантаження суден портальними кранами;
- сепарування;
- кріплення вантажів;
- сухе очищення поверхні трюмів;
- транспортно-експедиторські послуги;
- зберігання на складах;
- перевалювання з одного виду транспорту на інший.

Обсяг переробки вантажів протягом року річковим портом знаходиться на рівні близько 3 мільйонів тонн [1].

Традиційні для річкового порту вантажі, що переробляються та зберігаються:

- залізна руда;
- кокс;
- вугілля;
- добрива;
- феросплави;
- металобрухт;
- глина;
- пісок;
- прокат чорних металів;
- чавун чушковий.

Площа порту загалом становить близько 40 гектарів.

Причальні лінії порту загальною кількістю 13 одиниць мають сумарну довжину понад 2,7 км. Серед них більшість – перший вантажний район – близько 2 км.

1.2 Характеристика переробних потужностей річкового порту

Розглянемо причали порту:

- причал 1 має довжину 285 м та обслуговується 5 кранами вантажопідйомністю 10 т, які переробляють металобрухт та феросплави;
- причал 2 довжиною 72 метри є технологічним;
- причал 3 має довжину 415 м та обслуговується 6 кранами вантажопідйомністю 10 (4 одиниці), 16 та 20 т, які переробляють металопрокат;
- причал 4 має довжину 260 м та обслуговується 3 кранами вантажопідйомністю 10 т, які переробляють металевий брухт та вугілля;
- окрема ділянка 4-го причалу 68 метрів довжини обслуговується краном вантажопідйомністю 10 т, який переробляє вугілля;
- причал 5 має довжину 185 м та обслуговується 2 кранами вантажопідйомністю 5 т;
- причал 6 має довжину 420 м та обслуговується 2 кранами вантажопідйомністю 16 т та одним – 10 тонн, які переробляють магнезит, глину, вугілля, металопрокат у рулонах;
- причал 6-а має довжину 96 м та обслуговується краном вантажопідйомністю 10 тонн, який переробляє пісок;
- причал 6-б має довжину 138 м та обслуговується краном вантажопідйомністю 10 тонн, який переробляє пісок;
- причал 7 першої черги має довжину 180 м та обслуговується 3 кранами вантажопідйомністю 10 т, які переробляють металобрухт;
- причал 7 другої черги має довжину 90 м та є технологічним.

Річковий порт пропонує вивантаження за схемами вагон – склад – судно та судно – склад – вагон.

Продуктивність по видам вантажів становить:

- металобрухт – 950 т на добу;
- глина – 3000 т на добу;
- чавун – 2200 т на добу;
- металопрокат – 1100 т на добу;
- кокс – 2200 т на добу;
- вугілля – 3300 т на добу;
- феросплави – 2050 т на добу.

З огляду на дані показники обсяг постачання вугілля згідно завданню – 50 тис. тонн на місяць, або

$$50000 / 30,5 = 1640 \text{ т/ добу}$$

менше, ніж переробна спроможність у 3300 тонн на добу причала.

1.3 Характеристика залізничної станції, що обслуговує річковий порт

Перший район річкового порту обслуговує станція Порт Велике Запоріжжя (Придніпровська залізниця) – далі по тексту – станція ПВЗ. Станція – тупикова, вантажна за характером роботи [2].

Одноколійним перегonom дана станція поєднується із залізничною станцією імені Анатолія Алімова (двостороннє напівавтоматичне релейне блокування).

Характеристика колійного розвитку станції ПВЗ представлена у таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Характеристика колій порту

Номер колії	Найменування колій	Межа від	Межа до	Довж. кор., м	Міст., ваг.
1	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	5	28	876	60
2	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	5	28	885	61
Ш	Головна, приймально-відправна колія, сортування ваг.	7	30	823	56
4	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	7	30	836	57
5	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	25	32	432	28
6	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	25	36	420	28
7	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	23	36	443	29

Продовження таблиці 1.1.

Номер колії	Найменування колій	Межа від	Межа до	Довж. кор., м	Міст., ваг.
8	Приймально-відправна колія, сортування ваг.	21	26	541	36
15	Колія відстою колійних машин та локомотивів	9	т. уп.	97	4
17	Витяжна колія	22	т. уп.	441	31
36	Навантажувальна, розвантажувальна	55	т. уп.	408	29
35	Навантажувальна, розвантажувальна	55	т. уп.	409	29
34	Виставочні колії	41	т. уп.	442	31
33		41	т. уп.	439	31
32		43	т. уп.	421	30
31	Для ремонту рухомого складу	47	т. уп.	18	1
30	Навантажувальна, розвантажувальна	47	т. уп.	371	26
29	Навантажувальна, розвантажувальна	53	т. уп.	463	33
28	Навантажувальна, розвантажувальна	6	53	576	41

Кінець таблиці 1.1.

Номер колії	Найменування колій	Межа від	Межа до	Довж. кор., м	Міст., ваг.
27	Виставочна	2	51	117	8
26	Вагова	2	51	109	7
25	Виставочна	49	т. уп.	272	19
8	З'єднувальна	2	6	424	30
11	Сортувальна	6	12	253	18
12	Виставочна	10	воріт	273	19
14	Навантажувальна, розвантажувальна	10	т. уп.	381	27
19	Витяжна колія	12	т. уп.	321	22

Експлуатаційна робота станції:

- приймання вантажних поїздів;
- відправлення вантажних поїздів;
- подавання-прибирання вагонів на пункти виконання навантажувально-розвантажувальних робіт річкового порту;
- формування, розформування составів;
- підбирання партій вагонів для вантажних пунктів.

Вивезення вантажних поїздів зі станції ПВЗ здійснюється локомотивами депо ст. Запоріжжя 2.

Виконання маневрової роботи на станції ПВЗ забезпечується одним маневровим локомотивом.

Схема станції ПВЗ показана на рисунку 1.2.

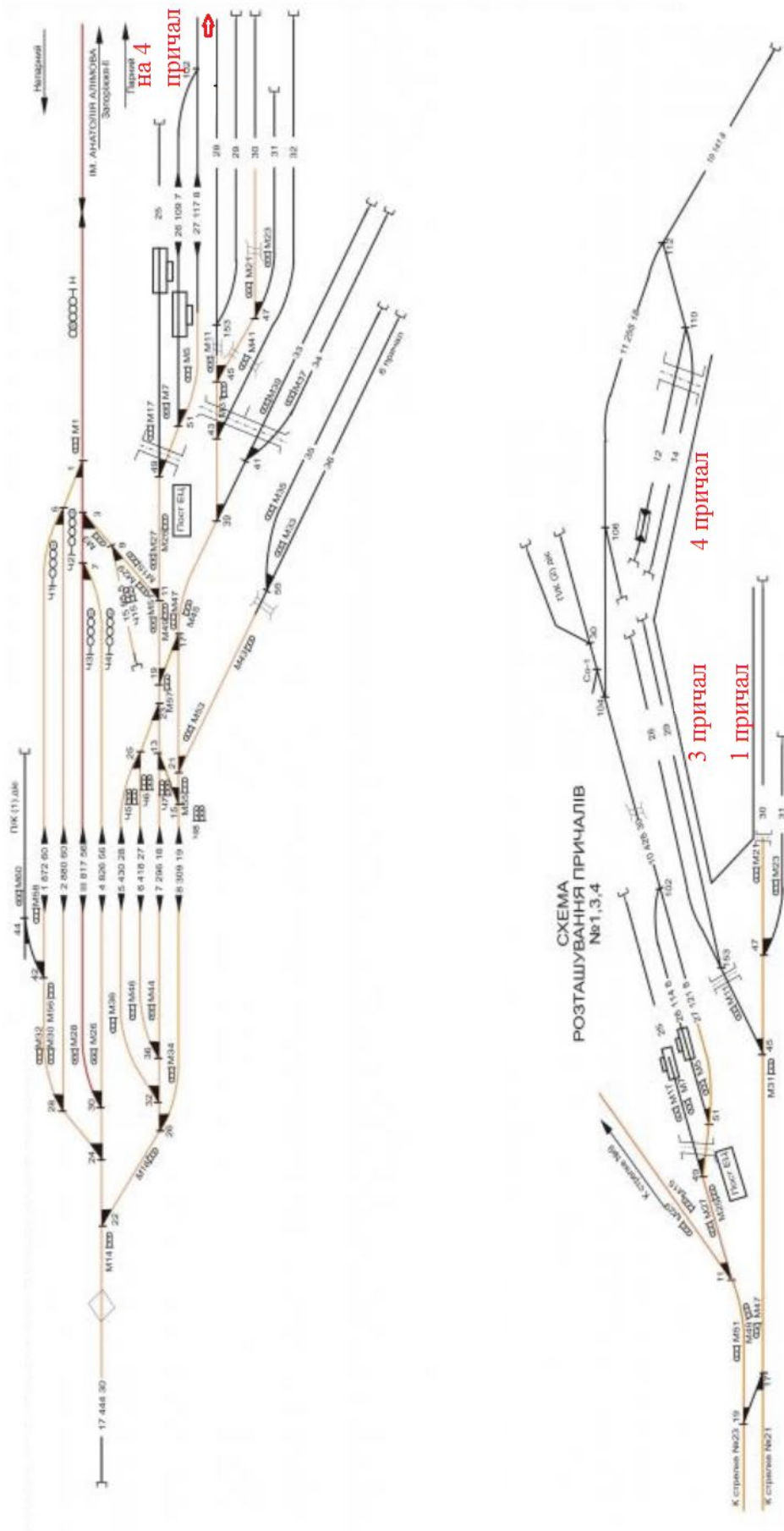


Рисунок 1.2 – Схема станції ПВЗ

1.4 Характеристика базисного складу вугілля комбінату Запоріжсталь

Головним місцем зберігання вугілля на Запоріжсталі [3] є базисний склад, розташований за межами основної площадки комбінату, який був збудований та оснащений сучасним обладнанням у 2012 році.

Вагони з вугіллям розвантажуються на вагоноперекидачі (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Робота вагоноперекидача складу вугілля

Є поруч також пристрій для відновлення сипкості вантажу у вагонах шляхом його механічного рихлення, що особливо потрібно в холодний період року, при змерзанні вугілля.

Прийняте вугілля транспортується розгалуженою системою конвеєрів по території складу.

На складах працюють багатоковшеві транспортуючі машини (рисунок 1.4 [4]), стріли яких оснащені також стрічковими конвеєрами, що дозволяє формувати та розформовувати штабелі вугілля (рисунок 1.5).



Рисунок 1.4 – Склад на початку закладання штабелів вугілля



Рисунок 1.5 – Процес формування штабелю вугілля

Склади оснащені усім необхідним, періодично здійснюється зволоження вугілля водою, що показано на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Зволоження штабелю

Склад обслуговує залізнична станція Вугільна. Характеристика її колійного розвитку надана у таблиці 1.2 [5].

Таблиця 1.2 – Відомості про станцію Вугільна

Номери колій	Найменування	Обмеження колії		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
		від	до		
1	Вивантаження (вагоноперекидач)	15	10	240	14
1a	Вивантаження (вагоноперекидач)	10	упор	200	12

Продовження таблиці 1.2

Номери колій	Найменування	Обмеження колії		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
		від	до		
2	Витяжна	2	упор	25	1
3	Очищення вагонів	15	упор	190	11
4	Приймально-відправна, ходова	13	12	210	12
5	Приймально-відправна, ходова	13	2	601	38
6	Навантажувально-вивантажувальна	12	4	236	14
7	Приймально-відправна, навантажувальний	19	упор	601	38
6а	Приймально-відправна, ходовий	4	упор	40	1
8	Приймально-відправна, обгінна	3	8	600	38
9	Приймально-відправна, обгінна	3	8	600	38
10	Приймально-відправна, навантажувальна	21	упор	475	30
11	Вивантажувальна	23	упор	457	29
11А	Тупик вловлювання	37	упор	140	-

Кінець таблиці 1.2

Номери колій	Найменування	Обмеження колії		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
		від	до		
12	Навантажувально-вивантажувальна	25	упор	47	2
13	Приймально-відправна, навантажувальний	27	упор	287	17
14	Приймально-відправна, витяжна	31	29	150	8
15	Навантажувально-вивантажувальна	29	упор	210	12
16	Навантажувально-вивантажувальна	39	41	163	9
16a	Навантажувально-вивантажувальна	39	41	166	9
17	Виставочна	33	упор	43	1
18	Навантажувально-вивантажувальна	35	упор	150	8
19	Навантажувально-вивантажувальна	35	упор	55	2
20	З'єднувальна	17	35	175	10
21	Навантажувально-вивантажувальна	41	упор	310	19

Характеристика вантажних фронтів станції Вугільна представлена у таблиці 1.3 [5].

Таблиця 1.3 – Вантажні фронти Вугільної

Процес	Номери колій	Вантажний фронт, вагонів	Механізми, які використовуються
Навантаження просипу вантажів	3	13	Козлової кран
Навантаження, вивантаження, очищення вапняку для флюсування	6	8	Залізничний кран
Навантаження вугілля, коксового дріб'язку, коксу	7	15	Пристрій навантаження вугілля (навантажувальний вузол)
Навантаження, вивантаження, очищення піску, котунів	10	9	Екскаватор на гусеничному ході, мобільний
Навантаження вапняку	10	8 (хоперів)	перевантажувач
Естакада вивантаження піску	11	11	-
Естакада вивантаження котунів	11	4	
Естакада вивантаження коксу	11	4	
Естакада вивантаження вапняку	11	2–крупної фракції 2-дрібною фракції	

Кінець таблиці 1.3

Процес	Номери колій	Вантажний фронт, вагонів	Механізми, які використовуються
Навантаження, вивантаження, очищення піску, котунів	13	10	Залізничний кран, мобільний перевантажувач
Вивантаження, очищення піску	14	10	
Очищення вагонів з вугіллям	14	14	Нет
Навантаження, вивантаження металопродукції, металобрухту	21	20	Козловий кран
Навантаження, вивантаження, очищення вапняку	16	8	Залізничний кран, кран на гусеничному ході, мобільний перевантажувач
Навантаження, вивантаження, очищення вагонів	16А	8	Залізничний кран, кран на гусеничному ході, мобільний перевантажувач

На станції присутній також бурофрезерний пристрій, який розташований на колії № 1 станції Вугільна (схема показана на рисунку 1.7) та призначений для відновлення сипкості вантажів:

- концентрат вугільний;
- коксик;
- коксовий дріб'язок;
- антрацит;
- кокс.

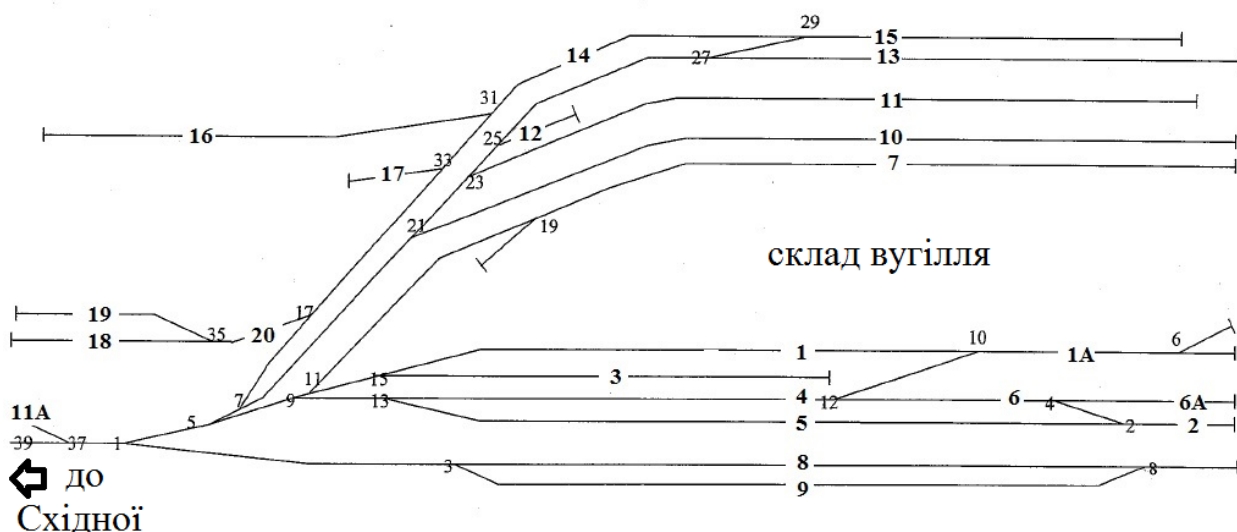


Рисунок 1.7 – Схема станції Вугільна

1.5 Задачі дипломної роботи з організації перевезень вугілля з річкового порту на комбінат Запоріжсталь

В дипломній роботі поставлена задача організації перевезень вугілля з річкового порту на комбінат Запоріжсталь, в ході її виконання потрібно визначити наступне:

- встановити добовий обсяг перевезень у вагонах, виходячи з їх реального завантаження в порту;
- визначити тривалість виконання транспортно-технологічних операцій в процесі перевезень вугілля з річкового порту на комбінат Запоріжсталь та у зворотному напрямку;
- розрахувати економічні показники.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення обсягів перевезень вугілля з порту на комбінат у залізничному рухомому складі

Основним кількісним параметром організації транспортного сервісу є обсяг перевезень, який, у тоннах, становить 50 тисяч.

Щоб визначити відповідний обсяг у вагонах, проаналізуємо їх завантаження за масою вугілля [6].

У таблиці 2.1 зібрані дані завантаження вугіллям піввагонів у річковому порту.

Таблиця 2.1 – Дані завантаження вугіллям піввагонів у річковому порту, т

Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недовантаження, т	Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недовантаження, т
70	66,6	3,4	71	65,65	5,35
70	67,25	2,75	69	66,45	2,55
70	68,05	1,95	71	63,65	7,35
70	66,75	3,25	71	64,9	6,1
70	64,45	5,55	71	64,2	6,8
70	68,55	1,45	69	66,75	2,25
70	67,4	2,6	70	65,2	4,8
69	65,4	3,6	70	66,4	3,6
70	67,65	2,35	70	65,2	4,8

Продовження таблиці 2.1

Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недо- ванта- ження, т	Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недо- ванта- ження, т
71	68,25	2,75	70	64,6	5,4
70	66,95	3,05	70	68,65	1,35
70	63,45	6,55	70	68,5	1,5
70	64,4	5,6	70	69,85	0,15
70	66,05	3,95	71	69,15	1,85
70	65,35	4,65	70	64,15	5,85
70	66,55	3,45	70	70	0
70	67,2	2,8	70	68,6	1,4
70	67,3	2,7	70	69,55	0,45
70	68,25	1,75	70	65,25	4,75
70	67,35	2,65	70	67,5	2,5
71	66,95	4,05	70	70	0
69	68	1	70	68,25	1,75
69	66,4	2,6	70	65,55	4,45
69	65,65	3,35	70	68,15	1,85
71	68,15	2,85	70	65,4	4,6
70	68,7	1,3	70	66,8	3,2
70	68,65	1,35	70	65,85	4,15
70	67,5	2,5	70	67,1	2,9
70	69,15	0,85	70	66,2	3,8

Кінець таблиці 2.1

Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недо- ванта- ження, т	Місткість вагону, т	Маса вугілля т	Недо- ванта- ження, т
70	69,4	0,6	70	65,45	4,55
69	69	0	70	64	6
70	69,2	0,8	70	64,2	5,8
70	70	0	70	64,4	5,6
70	67,35	2,65	70	67,8	2,2
70	64,15	5,85	69	68,5	0,5
70	64,45	5,55	69	65,55	3,45
69	68	1	70	67,15	2,85
69	68,1	0,9	70	66,3	3,7
69	67,6	1,4	70	67,1	2,9
70	68,8	1,2	69	66,35	2,65
70	69	1	70	64,55	5,45
70	64,05	5,95	70	69,05	0,95
70	63,55	6,45	70	67,9	2,1
70	66,15	3,85	70	69,7	0,3
70	64	6	70	63,25	6,75
70	63,3	6,7	70	67,35	2,65
70	66,4	3,6	70	67,25	2,75
69	66,45	2,55	70	66,15	3,85
71	66,45	4,55	70	66,7	3,3
71	65,2	5,8	70	67,35	2,65

В результаті отримані показники:

Мінімальна маса вугілля	0 т.
Максимальна маса вугілля	7,35 т.
Середнє значення	3,2 т.
Станд. відхилення	1,9 т.

На рисунку 2.1 показний розподіл значень маси вугілля у вагонах, завантажених у порту.

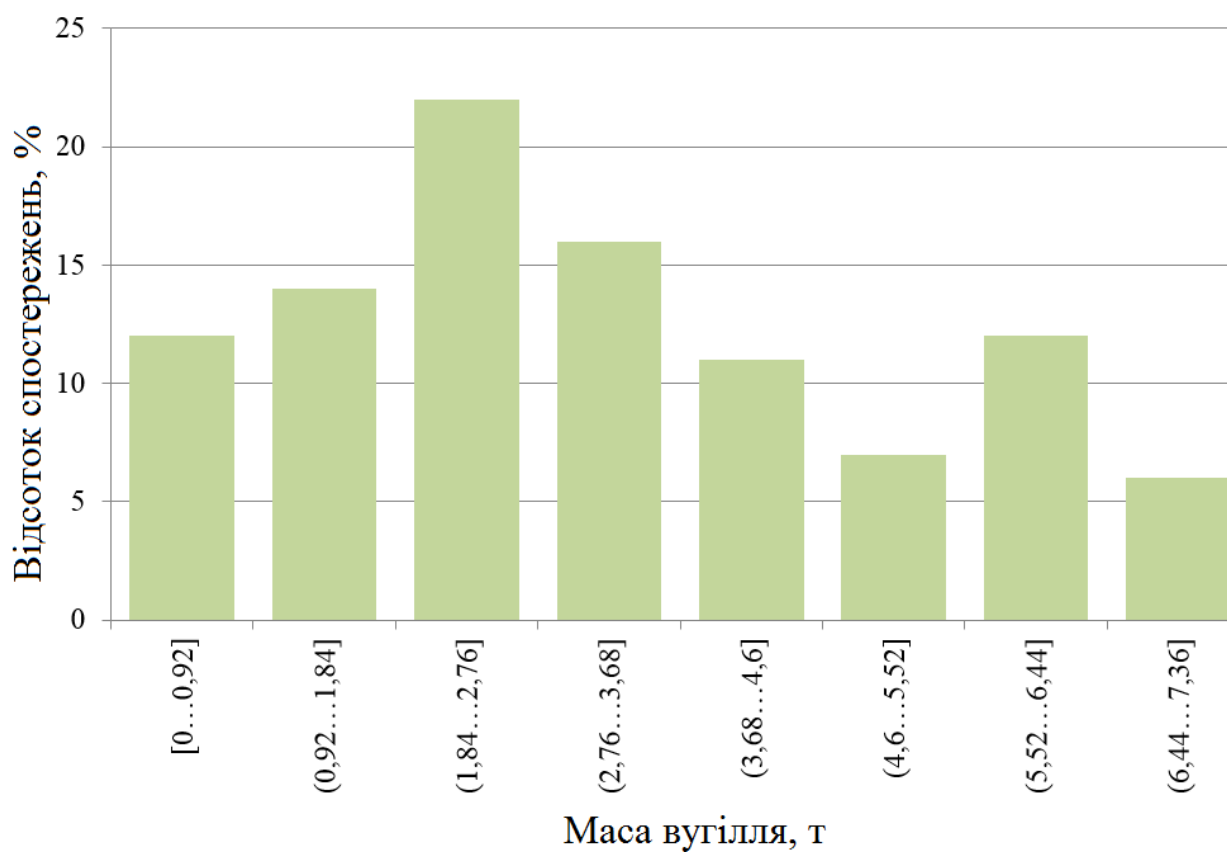


Рисунок 2.1 – Розподіл значень маси вугілля у вагонах, завантажених у порту

Проаналізуємо недовантаження по категорії вантажопідйомності піввагонів, які перевозили вугілля – діаграму наведено на рисунку 2.2.

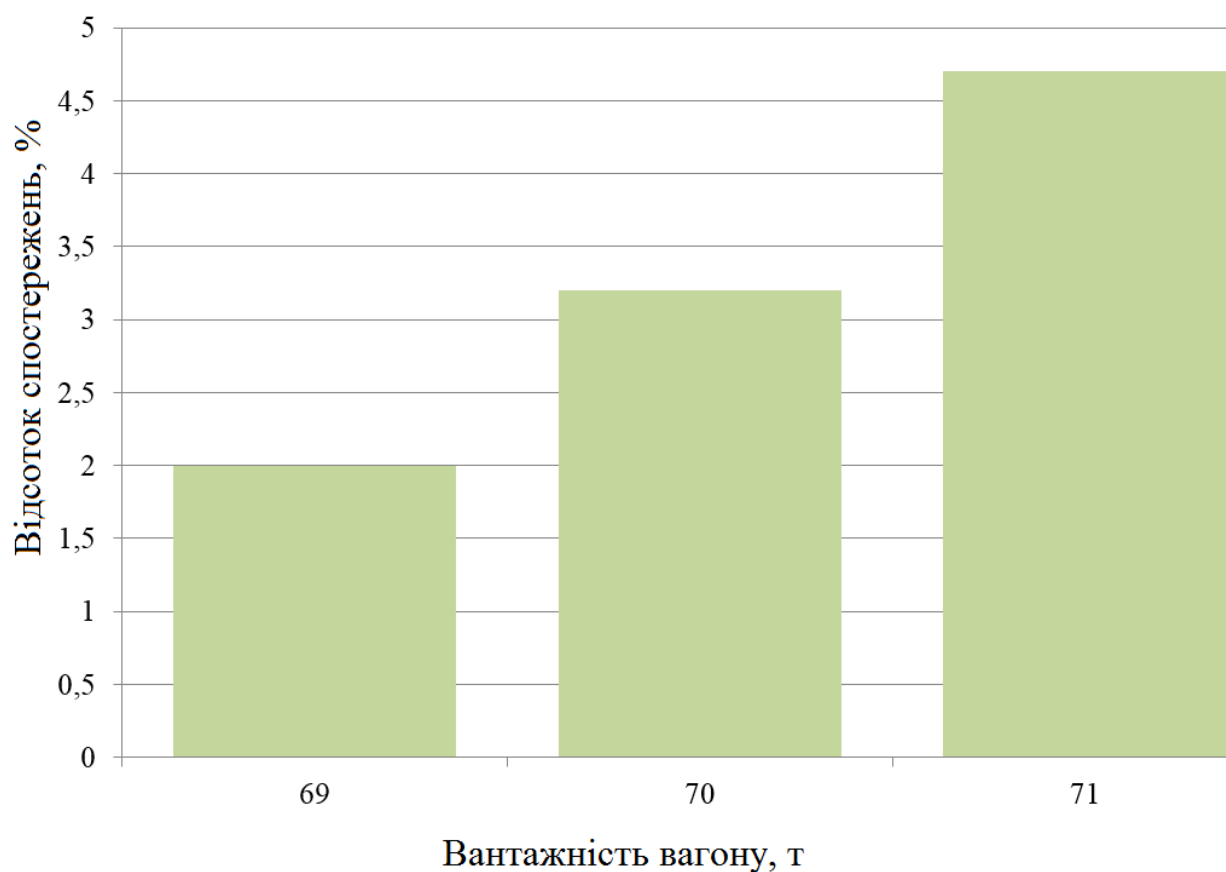


Рисунок 2.2 – Недовантаження по категорії вантажопідйомності піввагонів, які перевозили вугілля

За даною діаграмою, найменше значення – 2 тонни для вагонів категорії вантажності 69 тонн.

Тож обираємо вагони для оренди з категорії вантажності 69 тонн, при цьому враховуємо рівень недовантаження – 2 тонни на вагон, через це при завантаженні

$$69 - 2 = 67 \text{ тонн,}$$

обсяг перевезення вугілля за місяць:

$$50000 / 67 = 746 \text{ вагонів.}$$

Встановимо середньодобовий обсяг доставки вугілля:

$$746 / 30,5 = 25 \text{ вагонів.}$$

Згідно ТРА станції Вугільна (найбільш обмежений за розміром составів елемент маршруту перевезень):

- розмір составів на відправлення на ст. Східну [5,7] становить 30 вагонів 2566 тонн (для найбільш слабкого локомотиву серії ТГМ), а вага порожнього составу з 25 залізничних вагонів при вазі тари 22,5 тонни – становитиме лише 563 тонн;

- розмір составів на приймання зі ст. Східна становить 25 вагонів 2246 тонн (для локомотиву серії ТЕМ), а вага завантаженого вугіллям залізничного составу з 25 вагонів при повній вазі $22,5 + 67 = 89,5$ тонни – становитиме 2238 тонн.

Таким чином приймаємо розмір составу у 25 вагонів.

2.2 Організація перевезень составів з вугіллям з порту до комбінату Запоріжсталь

Виходячи з аналізу даних техпроцесу роботи ПВЗ, розробимо графік обробки составів з прибуття у ПВЗ.

Состав з 25 вагонів може бути оброблений на 4 причалі за три подачі вагонів.

Графік обробки составів у ПВЗ представлений на рисунку 2.3.

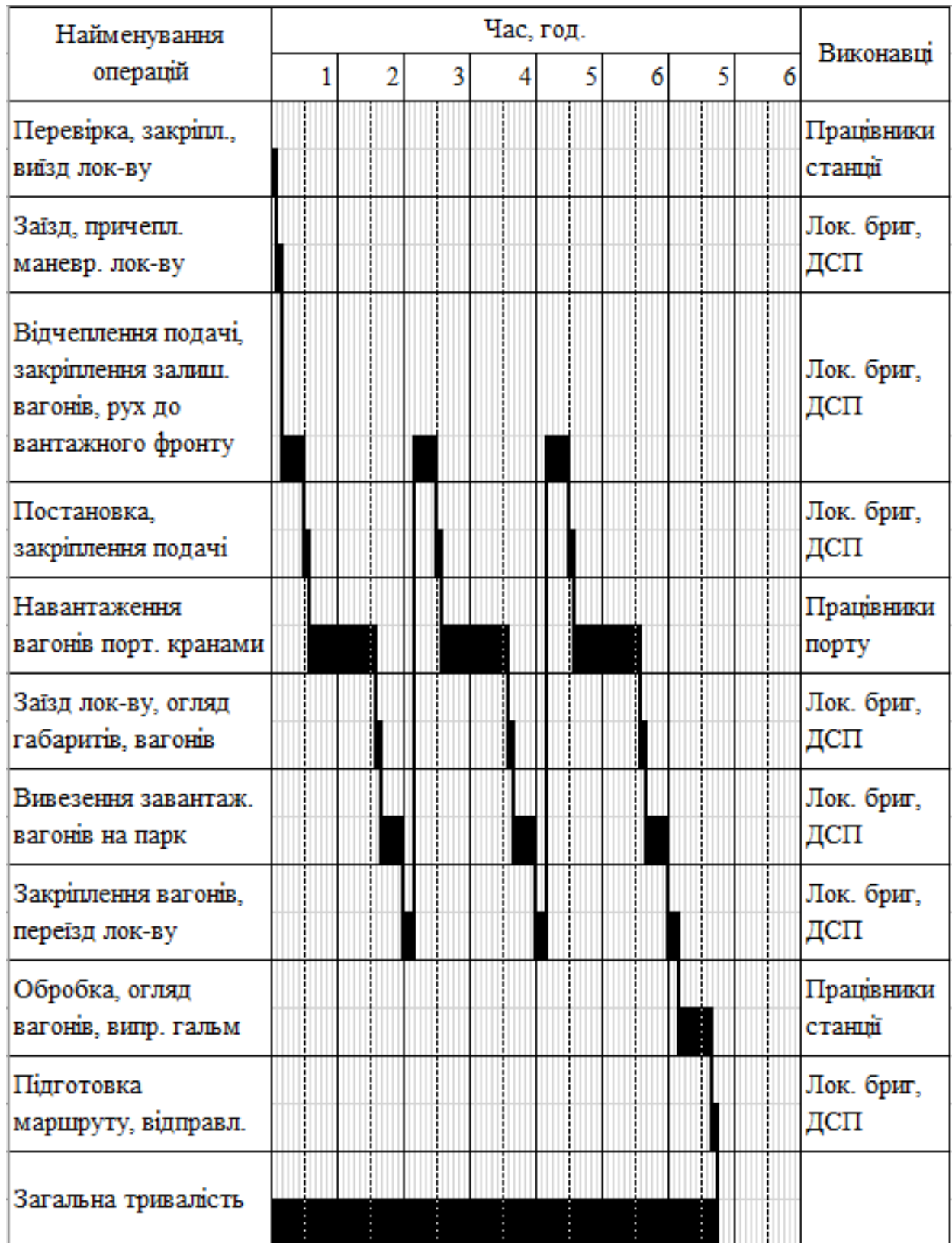


Рисунок 2.3 – Графік обробки составів у ПВЗ

Загальна тривалість – 6,8 год.

Тривалість руху між ПВЗ та станцією Запоріжжя–Ліве носить стохастичний характер, проходить етап розформування та формування на станції Запоріжжя 2, тож проаналізуємо наступні дані:

26,3; 25,5; 25; 27,6; 24,7; 22,5; 25,3; 25,4; 27,3; 24,4; 22,2; 25,4; 25,7; 26,4; 22,2; 22,9; 27,7; 22,3; 27; 22,8; 22,4; 22,4; 21; 26,7; 21,1; 21,1; 23,5; 28; 23,1; 22,9; 25,5; 22,5; 26,1; 25; 21,4; 23,1; 27,2; 23; 25; 22,3; 24; 27,7; 23,5; 24,8; 26,9; 25,4; 25,1; 25,1; 21,4; 26,7; 26; 23,6; 25,7; 24,7; 23; 24,5; 28; 23,8; 24,3; 21,9; 21,9; 21,5; 22,9; 27,3; 22,5; 21,5; 22,7; 26,1; 22,9; 22,6; 24,4; 28; 22,9; 23,2; 28; 25,9; 25,8; 21,8; 24,3; 26,9; 27,4; 27,6; 26,3; 25; 26,9; 25,8; 23,1; 24,6; 23,4; 24,1; 25,2; 24,1; 26,7; 24,4; 25,1; 26,8; 26; 28,1; 23,4; 25,5.

За результатами обробки розглянемо діаграму розподілу значень часу доставки составів з ПВЗ до Запоріжжя-Лівого – рисунок 2.4.

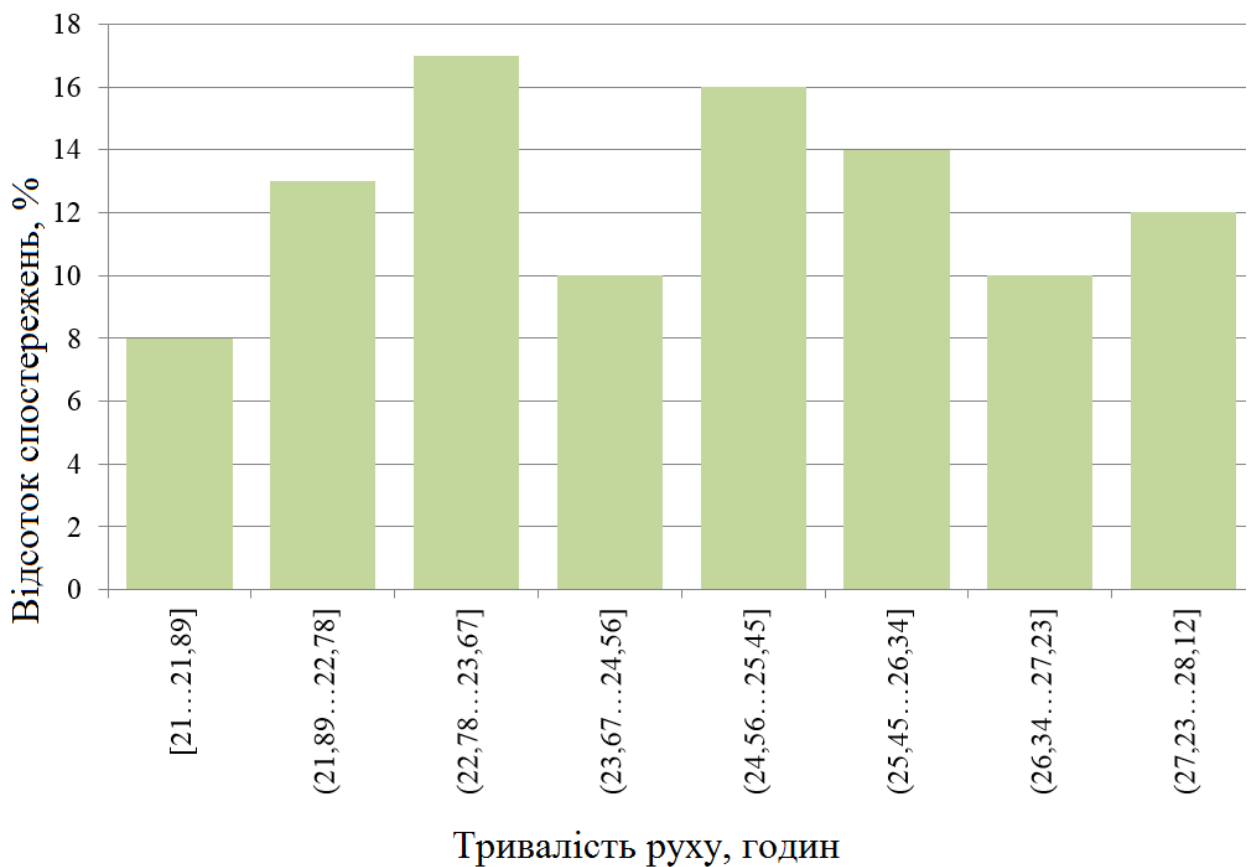


Рисунок 2.4 – Аналіз доставки составів з ПВЗ до Запоріжжя-Лівого

Отримані характеристики:

- мінімум – 21 година;
- максимум – 28,1 година;
- оброблено значень – 100;
- середній час – 24,6 годин;
- станд. відхилення – 1,98 години.

Тож наступний показник – тривалість доставки вугілля з ПВЗ – 24,6 години.

Такий самий час приймаємо для тривалості руху з Запоріжсталі до ПВЗ.

2.3 Обробка вагонів з вугіллям з ПВЗ на Запоріжсталі

Состави з вугіллям з ПВЗ обробляються на Запоріжсталі у складі збірних поїздів.

Параметри обробки поїзду:

- приймання з парку Б Запоріжжя-Лівого;
- приймання на колію 8 станції Східна;
- зважування при русі з перегону;
- сортування на колії 1-7 Східної;
- розмір поїзду прибуття – 43 вагони;
- сортувальні засоби – гірка станції Східна - не використовується в парку приймання та сортування;
- сортування виконується шляхом осаджування вагонів.

Відповідно до ТРА станції [7], сформовано графік оброки вагонів, наведений на рисунку 2.5.

Найменування операцій	Час, год.						Виконавці
	1	2	3	4	5	6	
Рух по перегону, зважув., прибуття	■						Лок. бриг., ЦТВС
Закріплення, огорож. составу	■						Лок. бр., ДСП
Огляд, обробка вагонів		■					Оглядачі вагонів
Заїзд локомотиву, приб. башмаків		■					Лок. бригада
Сортування вагонів		■	■	■			Лок. бриг., ДСП
Загальна тривалість	■	■	■	■			

Рисунок 2.5 - Графік оброки вагонів з вугіллям на станції Східна

Надалі вагони призначенням на станцію Вугільну, подаються парковим локомотивом станції Східна. Зазвичай, поїзні локомотиви станції Східна в кількості 3 одиниці обслуговують усі прилеглі станції:

- Східну;
- Підбіркову;
- Запоріжжя-Ліве;
- Шихту.

Графік вивантаження вагонів з вугіллям з ПВЗ на станції Вугільна наведений на рисунку 2.6 [8].

Найменування операцій	Час, хвилин									Виконавці
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Заїзд локомотиву під состав	■									Лок. бриг., ДСП
Зняття гальм. башмаків	■									Складач поїздів
Випробування автогальм		■								Лок. бриг., оглядач
Приг. маршруту, відправлення			■							Лок. бриг., ДСП
Рух до станції Вугільна			■							Лок-на бригада
Прибуття, закріплення				■						Лок-на бригада
Обгон локомотиву				■						Лок-на бригада
Огляд вагонів, відп. гальм				■						Складач поїздів
Подав. та вивант. на ВП					■					Лок. бриг., прац. ВП
Очищення вагонів						■				Лок. бриг., прац. ВП
Формування составу							■			Лок-на бригада
Випробування автогальм								■		Лок-на бригада
Приг. маршруту, відправлення									■	Лок. бриг., ДСП
Рух до станції Східної									■	Лок-на бригада
Загальний час	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.6 – Графік вивантаження вугілля з ПВЗ на станції Вугільна

Час вивантаження становить 8,8 години. Надалі, враховуючи умови завдання щодо повернення вагонів у порожньому стані, розробляємо графік руху з Запоріжсталі до ПВЗ – рисунок 2.7.

Найменування операцій	Час, год.				Виконавці
	1	2	3	4	
Формування составу на відпр.	█				Лок. бр., ДСП
Закріплення, огороження	█				Лок. бр., ДСП
Огляд та обробка вагонів	█				Оглядачі вагонів
Доповідь про закінч., заїзд лок.		█			Оглядачі, лок. бр.
Випробування гальм		█			Оглядачі, лок. бр.
Приг. маршруту, відправлення		█			ДСП
Рух до Запоріжжя-Лівого			█		Лок. бригада
Загальна тривалість	█	█	█		

Рисунок 2.7 – Графік руху з Запоріжсталі до Запоріжжя-Лівого

Тривалість робіт – 1,8 години.

Підсумовуємо розроблені технологічні графіки:

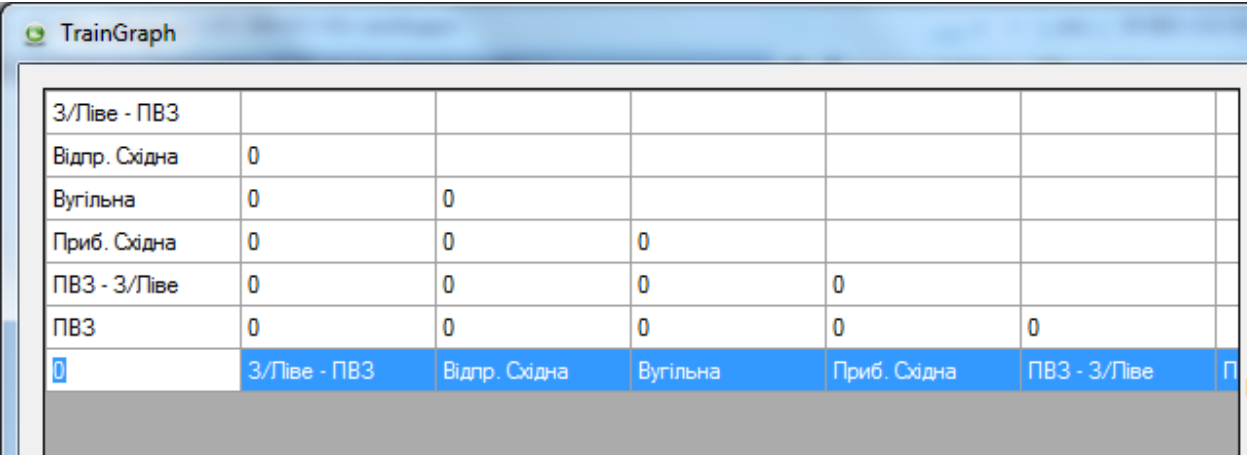
- навантаження 25 вагонів вугіллям в порту – 6,8 годин;
- рух з ПВЗ до Запоріжжя-Лівого – 24,6 годин;
- обробка з прийому вагонів з вугіллям на Східній – 3,1 години;
- вивантаження на Вугільній – 8,8 години;
- обробка з відправлення зі Східної – 1,8 години;
- рух до порту – 24,6 години.

Загалом:

$$6,8 + 24,6 + 3,1 + 8,8 + 1,8 + 24,6 = 69,7 \text{ години, або три доби.}$$

2.4 Розробка графіків обороту составів з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю

У програмі TrainGraph [9] створюємо мережу пунктів проходження составів з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю – рисунок 2.8.



З/Ліве - ПВЗ					
Відпр. Східна	0				
Вугільна	0	0			
Приб. Східна	0	0	0		
ПВЗ - З/Ліве	0	0	0	0	
ПВЗ	0	0	0	0	0
0	З/Ліве - ПВЗ	Відпр. Східна	Вугільна	Приб. Східна	ПВЗ - З/Ліве

Рисунок 2.8 – Пункти та процедури проходження составів з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю

Вносимо дані щодо часу проходження составами з вугіллям пунктів між ПВЗ та Запоріжсталлю – рисунок 2.9, та отримуємо графік обороту составу – рисунок 2.10.

TrainGraph			
№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
0	6,8	ПВЗ	ПВЗ - З/Ліве
1	24,6	ПВЗ - З/Ліве	Приб. Східна
2	3,1	Приб. Східна	Вугільна
3	8,8	Вугільна	Відпр. Східна
4	1,8	Відпр. Східна	З/Ліве - ПВЗ
5	24,6	З/Ліве - ПВЗ	ПВЗ
6	0		

Рисунок 2.9 – Внесення даних щодо часу проходження составами з вугіллям пунктів між ПВЗ та Запоріжсталлю

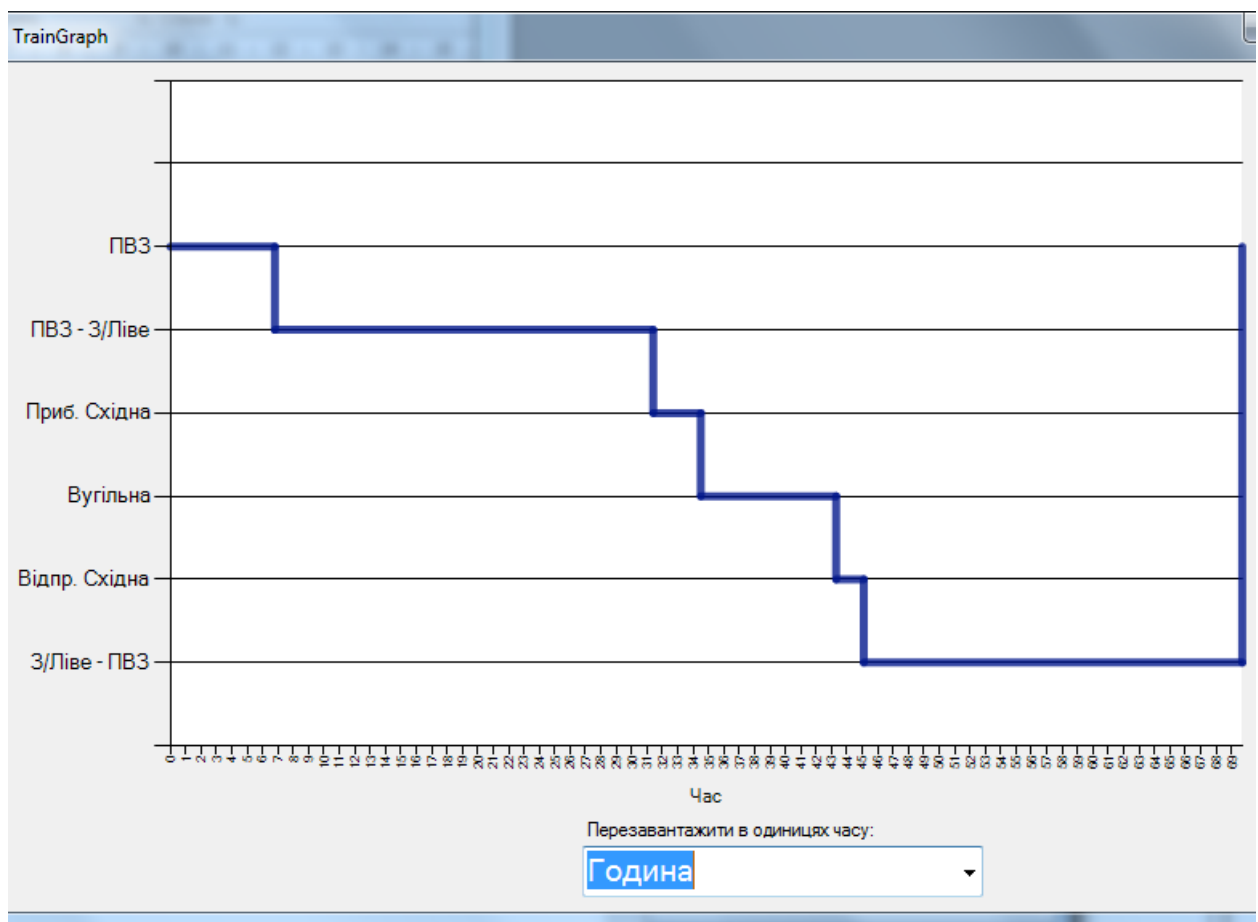


Рисунок 2.10 – Графік обороту составу з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю

Збільшуємо кількість оборотів на період – один календарний місяць – рисунок 2.11.

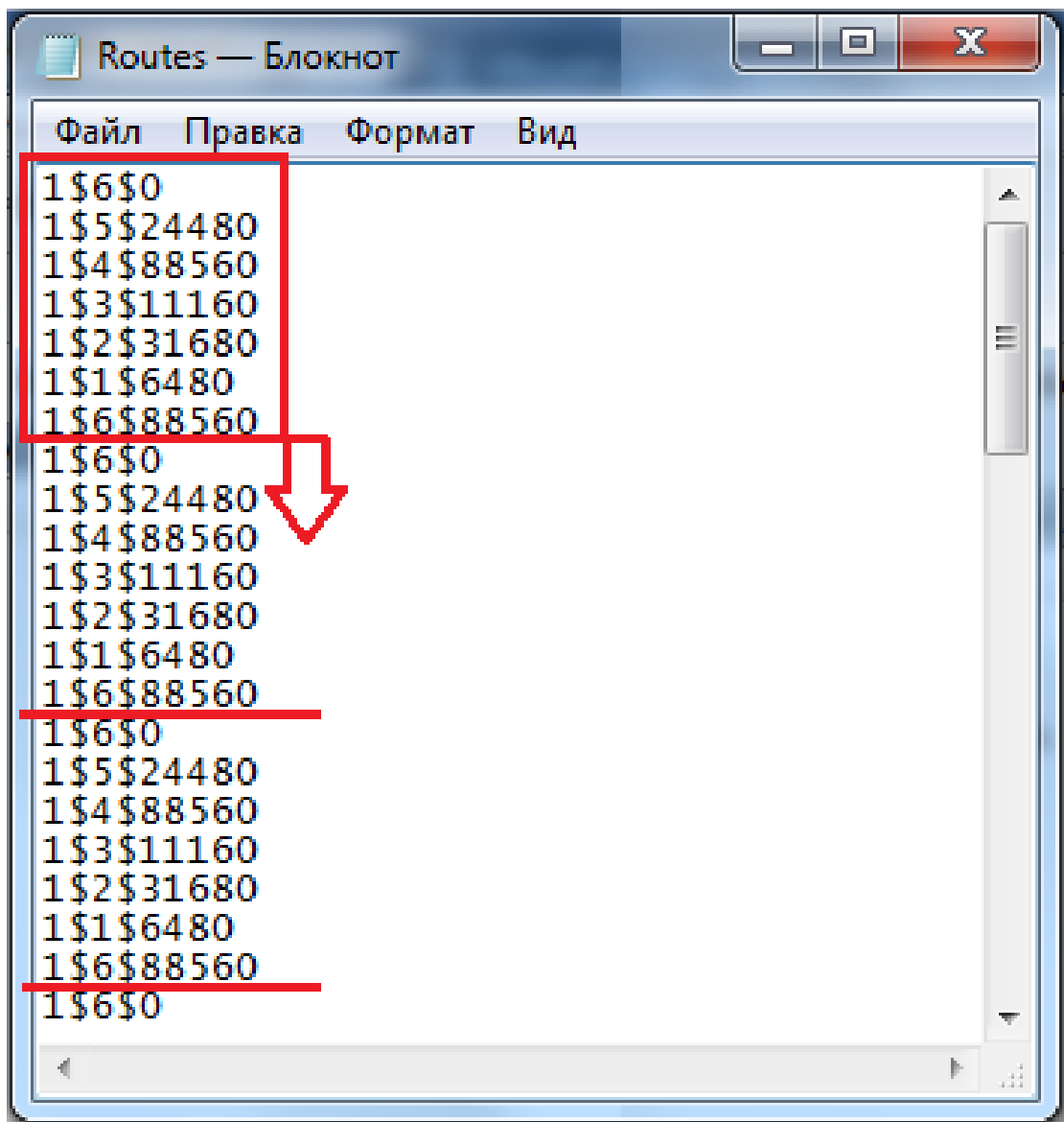


Рисунок 2.11 – Збільшення кількості оборотів на період – один місяць

В результаті, після збереження файлу Routes, отримуємо графік обороту составу з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю протягом цього періоду – рисунок 2.12.

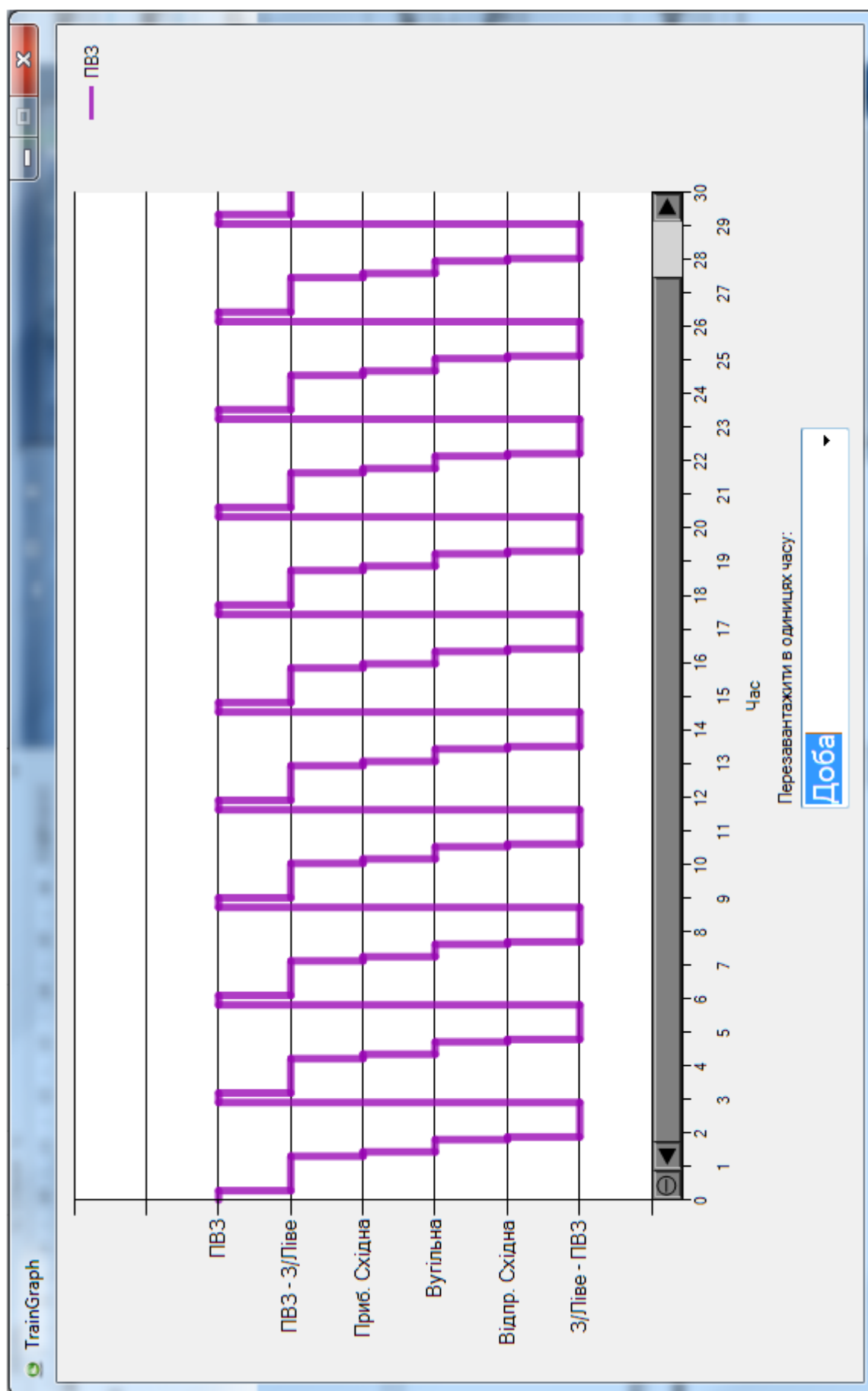


Рисунок 2.12 - Графік обороту составу з вугіллям між ПВЗ та Запоріжсталлю

За цим графіком доставка здійснюється 10 разів на місяць, збільшуємо кількість составів до 3-х, отримуючи потрібний обсяг у 50 тисяч тонн вугілля на місяць.

Процес дублювання маршрутів руху составів з вугіллям з ПВЗ із зміщенням їх за часом показаний на рисунку 2.13.

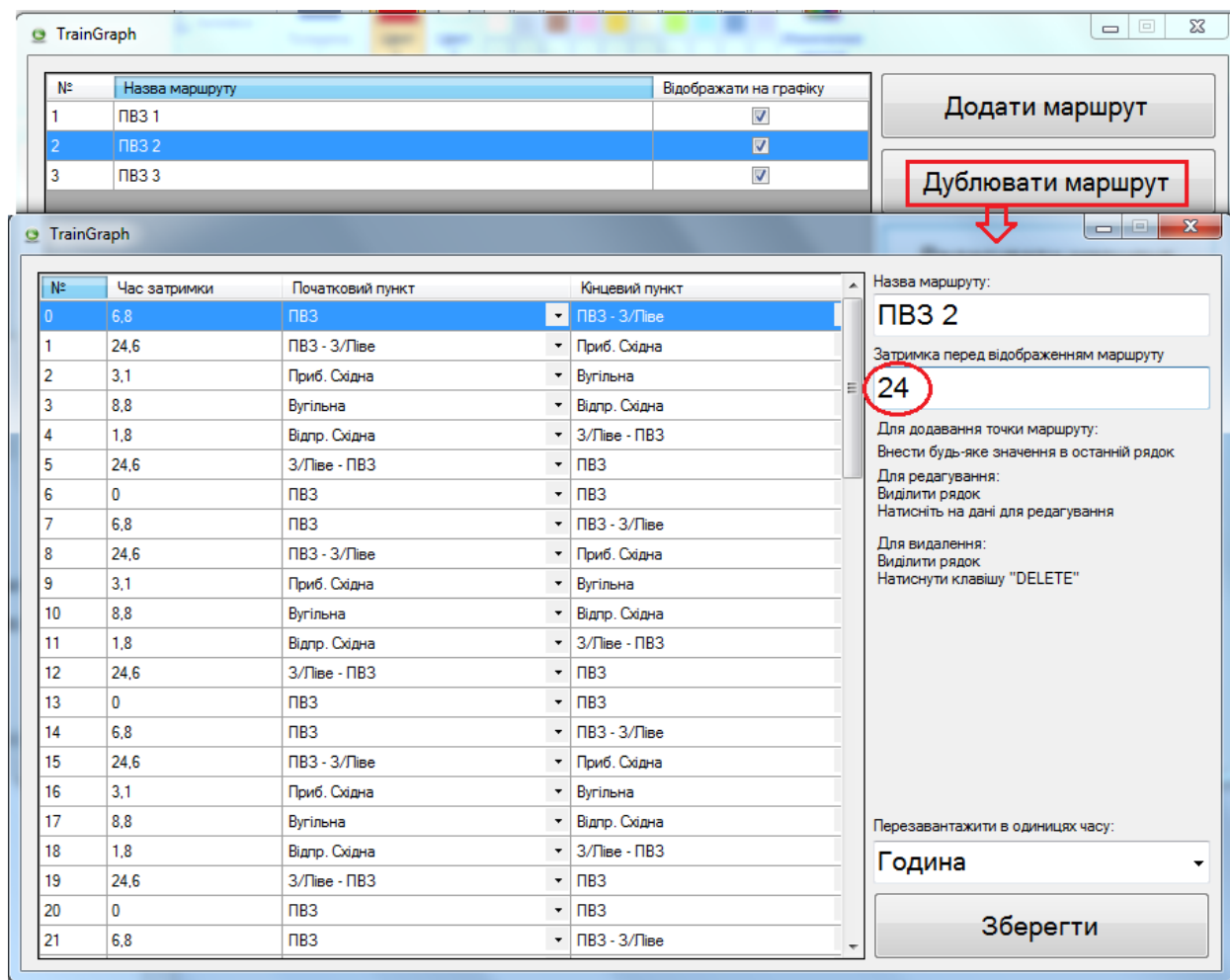


Рисунок 2.13 – Процес дублювання маршрутів руху составів з вугіллям з ПВЗ із зміщенням їх за часом

Графік руху трьох составів з вугіллям з ПВЗ на Запоріжсталь протягом місяця показаний на рисунку 2.14.

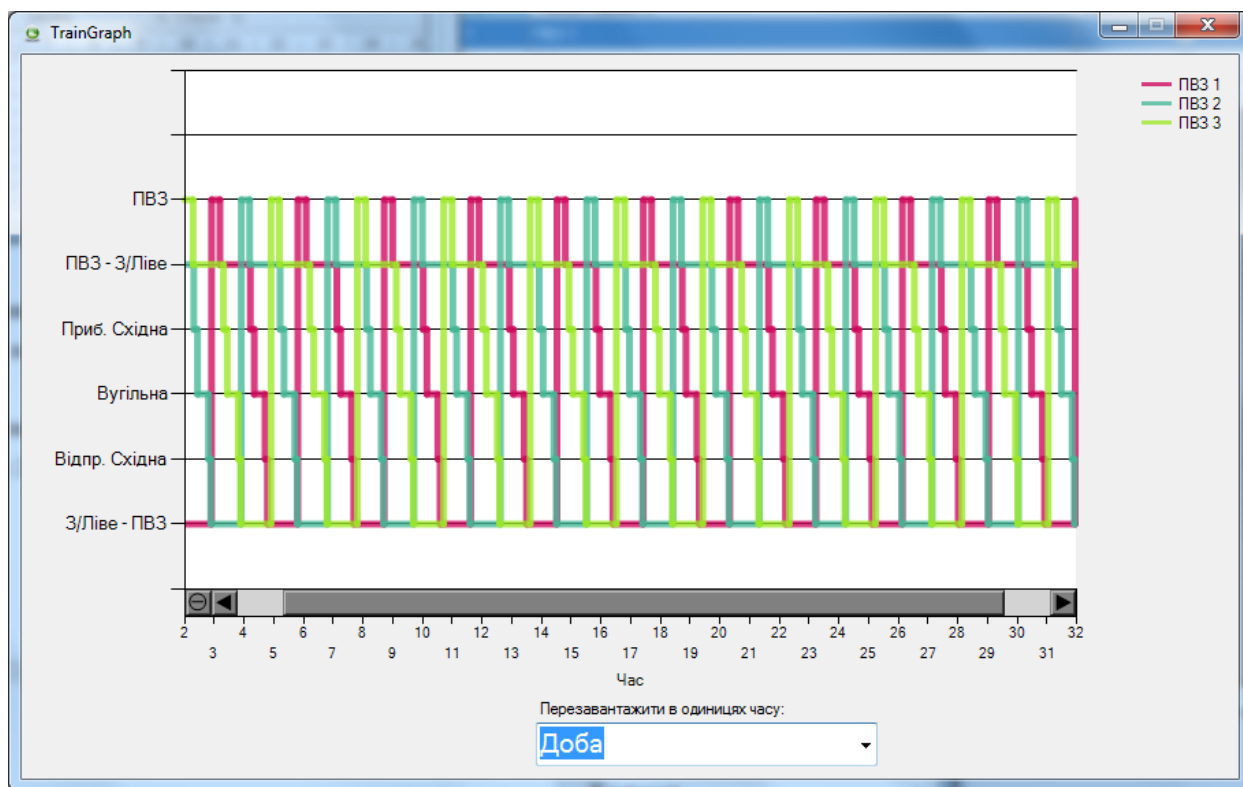


Рисунок 2.14 - Графік руху трьох составів з вугіллям з ПВЗ на Запоріжсталь протягом місяця

Аналіз графіків шляхом збільшення їх масштабу демонструє відсутність точок конфлікту – рисунок 2.15.

Процеси виконання вантажних робіт із составами з вугіллям не співпадають, процеси руху між станціями ПВЗ – Запоріжжя 2 – Запоріжжя-Ліве мають набагато більший загальний час, ніж терміни зайняття поїздами перегонів.

Тож отриманий результат:

- кількість вагонів з вугіллям у составі – 25 од.;
- кількість составів – 3 од.;
- загальна кількість вагонів – 75 од.

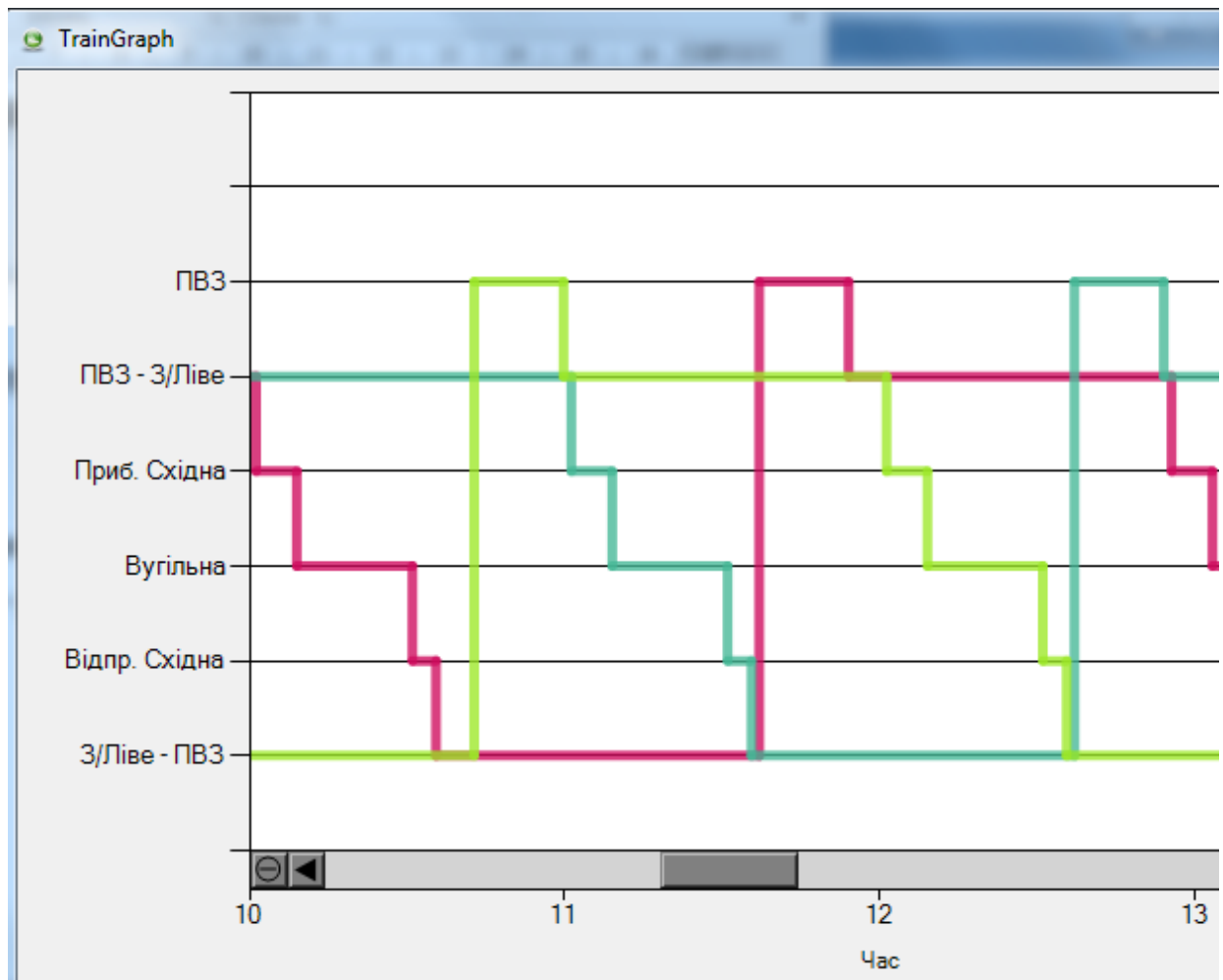


Рисунок 2.15 – Фрагмент графіку обороту составів з вугіллям з ПВЗ зі збільшенням масштабу

Отримані технічні показники проаналізуємо в наступній частині – економічній.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технічні характеристики перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь

В розрахунковій частині встановлені наступні технічні показники перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь, які наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні показники перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь

№	Показник організації перевезень	Значення показника	Од. виміру
1	Потрібна кількість піввагонів для забезпечення доставки вугілля з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь	75	вагон
2	Обсяг перевезення вугілля з ПВЗ до Запоріжсталі на місяць	50000	тонн
3	Обсяг перевезення вугілля з ПВЗ до Запоріжсталі на рік	600000	тонн

Продовження таблиці 3.1

№	Показник організації перевезень	Значення показника	Од. виміру
4	Собівартість роботи залізничного транспорту на меткомбінаті	32	грн/т
5	Обсяг перевезення вагонів з вугіллям з ПВЗ за добу	25	вагонів
6	Вартість тарифу за перевезення вагону з вугіллям з ПВЗ	4366	грн/вагон
7	Вартість тарифу за перевезення порожнього вагону на ПВЗ	288	грн/вагон
8	Час роботи вагоноперекидача з вивантаження вугілля	2	годин на добу
9	Вартість вивантаження вагонів з вугіллям на вагоноперекидачі	1800	грн/годину
10	Обсяг використання маневрового локомотиву на станції Вугільній	4,5	години на добу
11	Вартість локомотиво-години	1265	грн/годину

Кінець таблиці 3.1

№	Показник організації перевезень	Значення показника	Од. виміру
12	Обсяг робіт з очищення вагонів	25	вагонів на добу
13	Вартість очищення вагону після вивантаження вугілля	256	грн/вагон
15	Вартість оренди вагону	1400	грн/вагон

Розрахуємо економічні показники перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь.

3.2 Економічні показники перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь

Витрати $\Pi_{\text{ПВЗ}}$ з перевезення залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь визначимо з урахуванням методик [10,11] за наступною формулою:

$$\Pi_{\text{ПВЗ}} = T_{\text{ПВЗ}} + T_{\text{ППВЗ}} + B_{\text{ОПВЗ}} + C_{\text{ЗПВЗ}} + M_{\text{ЗПВЗ}} + B_{\text{ВПВЗ}} + B_{\text{ОЧПВЗ}}, \quad (3.1)$$

де $T_{ВПВЗ}$ – тариф з доставки залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь, гривень;

$T_{ППВЗ}$ – тариф з доставки порожніх составів до ПВЗ з комбінату Запоріжсталь, гривень;

$V_{ОПВЗ}$ – вартість оренди за піввагони, задіяні на доставці вугіллям з ПВЗ, гривень;

$C_{ЗПВЗ}$ – вартість перевезень вагонів з вугіллям з ПВЗ на комбінаті Запоріжсталь, гривень;

$M_{ЗПВЗ}$ – витрати на маневрову роботу на ст. Вугільній комбінату Запоріжсталь, гривень;

$V_{ВПВЗ}$ – витрати при вивантаженні вугілля на вагоноперекидачі, гривень;

$V_{ОЧПВЗ}$ – вартість очищення вагонів на Вугільній, гривень.

$T_{ВПВЗ}$ – тариф з доставки залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь визначимо за формулою:

$$T_{ВПВЗ} = 365 N_{ВПВЗ} T_{ВУГ}, \quad (3.2)$$

де $N_{ВПВЗ}$ – кількість піввагонів з вугіллям з ПВЗ, що перевозяться щодоби, од.;

$T_{ВУГ}$ – вартість тарифу за перевезення піввагону з вугіллям, гривень.

Відповідно до (3.2) розмір витрат $T_{ВПВЗ}$ становитиме:

$$T_{ВПВЗ} = 365 \cdot 25 \cdot 4366 = 39839750 = 39,84 \text{ млн грн.}$$

Тариф з доставки порожніх составів $T_{ППВЗ}$ до ПВЗ з комбінату Запоріжсталь визначимо за виразом:

$$T_{\text{ппвз}} = 365 N_{\text{впвз}} T_{\text{вугп}}, \quad (3.3)$$

де $T_{\text{вугп}}$ – вартість тарифу доставки порожніх вагонів після вивантаження вугілля, $T_{\text{вугп}} = 288$ грн / вагон.

Розрахуємо $T_{\text{ппвз}}$ за формулою (3.3):

$$T_{\text{ппвз}} = 365 \cdot 25 \cdot 288 = 2628000 = 2,63 \text{ млн грн.}$$

Вартість $V_{\text{опвз}}$ оренди за піввагони, задіяні на доставці вугіллям з ПВЗ, встановимо за формулою:

$$V_{\text{опвз}} = 365 N_{\text{орпвз}} c_{\text{орпвз}}, \quad (3.4)$$

де $N_{\text{орпвз}}$ – число орендованих вагонів, од.;
 $c_{\text{орпвз}}$ – ринкова вартість оренди, становить 1400 гривень за добу [12].

Розмір витрат $V_{\text{опвз}}$ визначимо за формулою (3.4):

$$V_{\text{опвз}} = 365 \cdot 75 \cdot 1400 = 38325000 = 38,33 \text{ млн грн.}$$

Собівартість $C_{\text{зпвз}}$ перевезень вагонів з вугіллям з ПВЗ на комбінаті Запоріжсталь, встановимо за формулою:

$$C_{\text{зпвз}} = Q_{\text{вуг}} c_{\text{твуг}}, \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{вуг}}$ – маса доставленого вугілля, тонн;
 $c_{\text{вуг}}$ – собівартість перевезення 1 т вугілля, грн.

Розмір витрат $C_{зпвз}$ визначимо за формулою (3.5):

$$C_{зпвз} = 600000 \cdot 32 = 19200000 = 19,2 \text{ млн грн.}$$

Витрати $M_{зпвз}$ – на маневрову роботу на ст. Вугільній комбінату Запоріжсталь розрахуємо за формулою:

$$M_{зпвз} = 365 T_{мвуг} c_{мвуг}, \quad (3.6)$$

де $T_{мвуг}$ – обсяг маневрової роботи з обслуговування составів на станції Вугільній, год. щодоби;

$c_{мвуг}$ – вартість локомотиво-години, гривень.

Відповідно до (3.6) визначаємо $M_{зпвз}$:

$$M_{зпвз} = 365 \cdot 4,5 \cdot 1265 = 2077762,5 = 2,08 \text{ млн грн.}$$

Витрати $B_{вппвз}$ при вивантаженні вугілля на вагоноперекидачі:

$$B_{вппвз} = 365 T_{вп} c_{ввп}, \quad (3.7)$$

де $T_{вп}$ – час роботи з вивантаження вугілля за допомогою вагоноперекидача протягом доби, годин;

$c_{ввп}$ – вартість години роботи з вивантаження вагону з вугіллям на вагоноперекидачі, гривень на годину.

Відповідно до (3.7) визначаємо рівень витрат $B_{вппвз}$ з вивантаження вугілля на вагоноперекидачі:

$$B_{вппвз} = 365 \cdot 2 \cdot 1800 = 1314000 = 1,31 \text{ млн грн.}$$

Вартість $V_{\text{очпвз}}$ очищення вагонів на Вугільній розраховуємо за наступною формулою:

$$V_{\text{очпвз}} = 365 N_{\text{впвз}} c_{\text{очвуг}}, \quad (3.8)$$

де $c_{\text{очвуг}}$ – вартість очищення вагону, $c_{\text{очвуг}} = 256$ грн/вагон.

Розраховуємо за (3.8) витрати $V_{\text{очпвз}}$:

$$V_{\text{очпвз}} = 365 \cdot 25 \cdot 256 = 2336000 = 2,34 \text{ млн грн.}$$

Згідно формули загальних витрат (3.1) річні витрати на доставку вугілля становитимуть:

$$\begin{aligned} P_{\text{впвз}} &= 39839750 + 2628000 + 38325000 + 19200000 + 2077762,5 + \\ &+ 1314000 + 2336000 = 105720512,5 = 105,7 \text{ млн грн.} \end{aligned}$$

Собівартість перевезення тонни вугілля:

$$105720512,5 / 600000 \text{ т} = 176,2 \text{ грн/т.}$$

У таблиці 3.2 показані економічні результати організації перевезень вугілля з ПВЗ.

Витрати з доставки вугілля – 105,7 млн грн на рік, собівартість перевезень тонни – 176,2 грн.

Таблиця 3.2 – Показники перевезень вугілля, грн/рік

№ з/п	Показник перевезення вугілля з ПВЗ	Значення показника,
1	Тариф з доставки залізничних составів з вугіллям з ПВЗ до комбінату Запоріжсталь	39839750
2	Тариф з доставки порожніх составів до ПВЗ з комбінату Запоріжсталь	2628000
3	Вартість оренди за піввагони, здіяні на доставці вугіллям з ПВЗ	38325000
4	Вартість перевезень вагонів з вугіллям з ПВЗ на комбінаті Запоріжсталь	19200000
5	Витрати на маневрову роботу на ст. Вугільній комбінату Запоріжсталь	2077762,5
6	Витрати при вивантаженні вугілля на вагоноперекидачі	1314000
7	Вартість очищення вагонів на Вугільній	2336000
8	Загальні витрати	105720512,5
9	Собівартість перевезень 1 т вугілля	176,2 грн/т

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуті питання перевезення залізничних составів з вугіллям з річкового порту до комбінату Запоріжсталь.

Подібні перевезення мали місце при відповідних зовнішніх обставинах і раніше в умовах металургійного комбінату – підприємства, на прикладі якого й виконується дана робота.

В умовах післявоєнного відновлення країни, на початковому етапі можуть виникати різні проблеми з організацією логістичних потоків підприємств, тож тема роботи є досить актуальною для запорізького промислового регіону.

Розроблені технологічні графіки перевезення залізничних составів з вугіллям з Запорізького річкового порту до комбінату Запоріжсталь, визначені технічні та економічні показники доставки цього виду палива, основні з яких:

- загальні витрати з доставки вугілля 105,7 млн грн на рік;
- собівартість перевезення тонни вугілля – 176,2 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Запорізький річковий порт. Про компанію. URL : <https://tripoli.land/ua/elevators/zaporozhskiy-rechnoy-port> (дата звернення 16.05.2024).
2. Технологічний процес роботи станції Порт Велике Запоріжжя Придніпровської залізниці, 2020. – 159 с.
3. Офіційний сайт комбінату «Запоріжсталь». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 14.05.2024).
4. Запоріжжя. Базисний склад вугілля. <https://photo.unian.ua/photo/454252-bazisnyy-sklad-uglya> (дата звернення 14.05.2024).
5. Техніко-розпорядчий акт стації Вугільна. ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 32 с.
6. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
7. Техніко-розпорядчий акт стації Східна. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 67 с.
8. 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 17.05.2023).
9. Серeda Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Серeda, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Серeda, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.

10. 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.
11. 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.
12. Оновлені ціни на оренду вагонів Укрзалізниці. URL: <https://tripoli.land/ua/news/obnovleny-tseny-na-arendu-vagonov-ukrzhaliznytsi-cho-izmenitsya-s-1-maya> (дата звернення 22.05.2023).