

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 МЕТАЛОПРОКАТУ ДО ПОРТУ МІСТА
МИКОЛАЇВ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-811сп

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

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

ТИШКО Д.М.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ВЕРЕМЕСНКО Л.А.
(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)

ТИШКА Дениса Миколайовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки металопрокату до порту міста Миколаїв в умовах післявоєнного відновлення

керівник проєкту (роботи) ВЕРЕМЕСНКО Лілія Анатоліївна,
(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 металопрокату, 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 перевезення металопродукції до Миколаївського порту у вагонах, 2.2 Визначення тривалості обороту вагонів на зовнішній мережі шляхів до Миколаївського порту, 2.3 Визначення тривалості обороту вагонів на зовнішній мережі шляхів до Миколаївського порту, 2.4 Визначення загальної тривалості обороту вагонів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт, 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	ВЕРЕМЕСНКО Л.А., старш. викл.		
2	ВЕРЕМЕСНКО Л.А., старш. викл.		
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)


(підпис)

Денис ТИШКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Лілія ВЕРЕМЕСНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 53 с., 21 рис., 6 табл., 11 джерел.

ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО,
МОСТОВИЙ КРАН, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ПРОКАТ ЧОРНИХ
МЕТАЛІВ.

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень металопрокату підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом до порту міста Миколаїв в умовах післявоєнного відновлення.

Мета роботи – розрахунок технічних показників процесу перевезень та визначення витрат на перевезення металопрокату підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом до порту міста Миколаїв.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний та графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники доставки металопрокату підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом до порту міста Миколаїв в умовах післявоєнного відновлення. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначено витрати на перевезення, собівартість перевезення тони металопродукції.

ЗМІСТ

	С.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика Миколаївського морського порту та його транспортної системи	8
1.2 Характеристика підприємства Запоріжсталь та транспортної системи відвантаження металопрокату	13
1.2.1 Характеристика станції відвантаження продукції до Миколаївського порту	14
1.2.2 Загальна характеристика вантажних засобів навантаження металопрокату	20
1.3 Постановка задач роботи з організації доставки металопрокату до Миколаївського морського порту	22
2 Розрахункова частина	23
2.1 Визначення обсягів перевезення металопродукції до Миколаївського порту у вагонах	23
2.2 Визначення тривалості обороту вагонів на зовнішній мережі шляхів до Миколаївського порту	29
2.3 Визначення тривалості обороту вагонів при навантаженні на Запоріжсталі	31
2.4 Визначення загальної тривалості обороту вагонів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт	38
3 Економічна частина	43
3.1 Вихідні дані для визначення економічних показників доставки металопрокату до Миколаївського порту	43

3.2 Економічні результати організації перевезень металопрокату	
Запоріжсталі до Миколаївського порту	45
Висновки	51
Перелік джерел посилання	52

ВСТУП

У мирні часи перевезення металопрокату комбінату Запоріжсталь споживачам через порти міста Миколаїва були не самими потужними, проте, становили певну вагому стратегічну частку від експортних перевезень металургійного підприємства.

Миколаївський морський порт - провідне транспортне підприємство країни, яке переробляє експортні та імпортні, каботажні вантажі, забезпечує транзитні потоки різних вантажів.

Миколаївський морський порт має стратегічне значення для економіки України. Станом на другий квартал цього року через військове вторгнення у цьому порту в Миколаєві заблокованими є понад сто суден, серед яких 30 морських суден. Частину флоту вдалось перемістити на Дунай. Компанія Нібулон зуміла розібрати та доставити автомобільним транспортом чотири буксири та дві наантажувально-розвантажувальні машини. Але більша частина флоту компанії все одно залишається у Миколаївському порту [1].

З огляду на післявоєнне відновлення роботи порту тема дипломної роботи з організації доставки металопродукції до нього з комбінату Запоріжсталь є актуальною.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика Миколаївського морського порту та його транспортної системи

Миколаївський морський порт - провідне транспортне підприємство країни, яке переробляє експортні та імпорتنі, каботажні вантажі, забезпечує транзитні потоки різних вантажів.

Миколаївський морський порт має стратегічне значення для економіки України. Станом на другий квартал цього року через військове вторгнення у цьому порту в Миколаєві заблокованими є понад сто суден, серед яких 30 морських суден.

Частину флоту вдалось перемістити на Дунай. Компанія Нібулон зуміла розібрати та доставити автомобільним транспортом чотири буксири та дві наантажувально-розвантажувальні машини. Але більша частина флоту компанії все одно залишається у Миколаївському порту [1].

Загальна характеристика порту [2]:

- місце розташування – лівий берег річки Південний Буг;
- з'єднання з Чорним морем – завдяки Бузько-Дніпровсько-лиманському каналу (БДЛК);
- довжина каналу – 44-и морські милі, 81,5 км;
- тривалість навігації - цілий рік, у зимовий період судна проводять буксири через замерзлу акваторію порту.
- параметри підхідного каналу порту – 13-го коліна БДЛК:
- ширина – 100 м;
- довжина 1520 м;
- глибина – 11,2 м;
- розміри судна максимальні – довжина 215 м, осадка – 10,3 м;
- площа території порту – 97,3 гектари;

- площа акваторії порту становить 342 гектари;
- сумарна довжина причалів порту – 2, 4 км;
- довжина залізничних колій становить 27 км;
- кількість причалів 37, з яких 23 належать державі.

Обробка великотоннажних суден типу «Panamax», осадка яких сягає 13,2 метрів є можливою з використанням зовнішнього рейду Портпункта Очаків.

Загальний вигляд порту показаний на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд Миколаївського морського порту

До Миколаївського порту мають тяжіння транспортні коридори:

- ТРАСЕКА (Європа – Кавказ – Азія);
- МТК № 7 .Дунайський водний шлях;
- NELTI (Північний Китай – Казахстан - Західна Європа).

На період з 2022 року існували плани розвитку порту [3].

В рамках реконструкції гідротехнічної частини причалу №0 передбачалось створення загальної причальної лінії із причалом №1, що дозволяло б:

- збільшити довжину причалу до 150 м (на 12 м понад існуючу);
- збільшити глибину біля кордону до 13 м у перспективі;
- збільшити пропускну спроможність на 1 млн. тон/рік зернових вантажів.

В рамках реконструкції гідротехнічної частини причалу №7 також передбачалось реконструювати перевантажувальний комплекс із проєктними показниками:

- збільшити пропускну спроможність: на 0,5 млн. тонн на рік;
- збільшити довжину причалу до 170 м (на 12 м понад існуючу довжину);
- збільшити глибину біля кордону до 13 м у перспективі.

За рахунок будівництва причалу №8 були заплановані:

- збільшення переробки металопродукції на 0,61 млн. тонн/рік;
- можливість прийому сучасних суден великої тоннажності;
- створення причалу довжина якого становитиме 221 м, а ширина 25 метрів;
- збільшення глибини біля кордону до 13 м у перспективі.

Це б дозволило приймати судна великої тоннажності - DWT 41,7 тисяч тонн.

В дійсний час порт достатньою мірою пристосований до переробки металопродукції – рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 – Переробка металопродукції в Миколаївському порту

Металопрокат у рулонах надходить як у піввагонах, що дає можливість їх навантаження у зворотному напрямку сипкими вантажами, та у контейнерах, що показано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Вивантаження металопрокату у рулонах збільшеної ваги в Миколаївському порту з відкритих контейнерів

На причалі, де виконуються вантажні операції із залізничним рухомим складом на причальній лінії працюють три портальних крани.

Вагони можуть подаватись двома партіями по 10 одиниць, що показано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Розташування вантажних фронтів 9-го причалу
Миколаївського порту

1.2 Характеристика підприємства Запоріжсталь та транспортної системи відвантаження металопрокату

У 2006 році відкрилась нова сторінка історії Запоріжсталі, у зв'язку зі створенням компанії Метінвест.

Окрім підприємств України, до складу групи Метінвест входять підприємства Європи і США, вона є міжнародною гірничо-металургійною

компанією. Підприємства Метінвест здійснюють видобуток руди та вугілля, виробляють кокс, сталь і металопрокат [3].

Через військове вторгнення компанією втрачено контроль над метпідприємствами у Маріуполі, призупинено роботу заводу в Авдіївці. Інші підприємства групи працюють з різним рівнем потужності, з урахуванням безпекових та логістичних, економічних чинників тощо.

У 2023 році підприємствами групи вироблено:

- чавуну - 1,77 млн тонн;
- сталі - 2,03 млн тонн;
- готової металопродукції – 3,12 млн тонн.

Підвищення пропускної спроможності морського коридору створить кращі умови для роботи металургійних підприємств.

Існуючі можливості морського транспортування металопродукції, не відповідають більшій потреби галузі.

На сьогодні на Запоріжсталі працюють три доменні печі, здійснюється повний цикл виробництва продукції, а технічне сучасне оснащення агрегатів дозволяє у період післявоєнного відновлення вийти на рівень виробництва більший за той, коли працювали 5 доменних печей [4].

Готова продукція, яка відправлялась до Миколаївського порту, більшою мірою, навантажується на станції Східна комбінату Запоріжсталь.

1.2.1 Характеристика станції відвантаження продукції до Миколаївського порту

Вантажна станція Східна – найбільша та найпотужніша серед інших на підприємстві, схема колійного розвитку залізничної станції показана на рисунку 1.5 [5].

Станція має примикання до інших роздільних пунктів.

У непарному напрямку:

- Східна - Південна – одноколіїний;
- Східна - Сортивальна - ув'язка за вхідними світлофорами сусідніх станцій, що стоять у створі.

У парному напрямку:

- Східна – Запоріжжя-Ліве парк А – одноколіїний;
- Східна – Запоріжжя-Ліве парк Б – одноколіїний;
- Східна - Силікатна – одноколіїний;
- Східна - Гранбассейн – одноколіїний;
- Східна - Шихта - одноколіїний;
- Східна - Підбиркова – одноколіїний.

Характеристика колійного розвитку представлена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика станції Східна Запоріжсталі

Основні парки станції	№ колії	Призначення	Від СП	До	Міст- кість, ваг.
Приймально- відправний парк	1	Приймальні, відправні, сортувальні колії	57	66	20
	2		57	66	20
	3		59	64	24
	4		59	64	24
	5		53	60	34
	6		55	60	31
	7		55	56	35

Продовження таблиці 1.1

Основні парки станції	№ колії	Призначення	Від СП	До	Міст- кість, ваг.
Приймально- відправний парк	8	Приймально-відправна, зважування вагонів	37	54	51
	9	Приймальні, відправні, сортувальні колії	39	28	56
	10		29	34	52
	11		29	38	48
	12		19	44	43
	13		19	44	43
	14		23	42	41
	15		23	42	41
	16		89	48	35
	17	Приймально- відправні колії	87	48	31
	18		87	46	32
	19		11	32	63
	20	Приймально-відправна, очищення вагонів	9	68	68
	33	Витяжні колії	97	упор	34
	34		35	упор	17
	35	Зважування вагонів	101	103	10
	35а		101	103	10
	36		35	43	3
	40	Приймально-відправна	51	52	30
	40а	Колія зберігання колійної техніки	71	51	21

Продовження таблиці 1.1

Основні парки станції	№ колії	Призначення	Від СП	До	Міст- кість, ваг.
Приймально- відправний парк	1а	Приймальні, відправні колії	69	51	19
	2а		67	49	10
Колії локомотивного та вагонного депо, екіпірування локомотивів	1	Колії технологічного ремонту рухомого складу	322	342	8
	2		320	342	8
	3		320	344	8
	4		308	356	14
	5		326	354	8
	6		326	354	8
	7		304	т. уп.	12
	8		318	т. уп.	6
	9		318	т. уп.	7
	10		314	т. уп.	5
	11	Навантажувально- розвантажувальна та технологічного ремонту	328	338	14
	12	Колії технологічного ремонту рухомого складу	328	т. уп.	8
	13		330	т. уп.	12
	14		330	т. уп.	9

Кінець таблиці 1.1

Основні парки станції	№ колії	Призначення	Від СП	До	Міст- кість, ваг.
Колії локомотивного та вагонного депо, екіпірування локомотивів	16	Стоянка відновл. поїзду	302	т. уп.	4
	17	Відстою	350	т. уп.	6
	18	Техобслуговування	354	364	3
	19	Відстою	358	364	3
	20		366	т. уп.	4
	21	Техобслуговування	366а	т. уп.	1
	22	Вивантаження, техобслуговування	374	т. уп.	4
	23	Відстою	338	т. уп.	11
	24	Ходовий	372	366а	10
Цех підготовки виробництва	60	Вивантаження	116	т. уп.	27
	61	Навантаж.-вивантаж.	116	т. уп.	20
	76	Вивантаження	310	т. уп.	38
	62		126	т. уп.	9
	64	Навантаження, вивантаження	124	т. уп.	13
	66		126	т. уп.	14
	68		128	т. уп.	28
	69		128	т. уп.	28
	70		132	т. уп.	5
	71		110	132	30
	72		106	т. уп.	37
	73	Навантаж.-вивантаж., очищення	106	т. уп.	10

1.2.2 Загальна характеристика вантажних засобів навантаження металопрокату

Основні цехи відвантаження металопрокату до Миколаївського морського порту:

- ЦГПТЛ – цех гарячої прокатки тонкого листа;
- ЦХП-1 – цех холодної прокатки №1.

Дані цехи мають закриті склади готової продукції. Бетонні конструкції будівель цехів передбачали розміщення чисельних мостових електрокранів.

В ЦХП-1 відвантаження рулонів прокату здійснюється скобами, пачок металу – траверсами (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Переміщення пачок металопрокату траверсою у ЦХП-1

В ЦГПТЛ для відвантаження рулонного прокату використовуються кліщі, оскільки гарячекатаний прокат у рулонах розміщується на складі з опорою на основу циліндра вантажу.

В ЦХП-1 металопрокат зберігається у положенні на утворюючу, що показано на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Зберігання металопрокату на складі готової продукції ЦХП-1

Слід відмітити практику зберігання прокату на піддонах, які, за прямим призначенням, укладаються у залізничні напіввагони для кріплення таким чином продукції із меншою витрату лісоматеріалів, та є поворотними засобами кріплення.

1.3 Постановка задач роботи з організації доставки металопрокату до Миколаївського морського порту

В даній роботі поставимо задачу організації перевезень металопродукції Запоріжсталі до Миколаївського морського порту в умовах післявоєнного відновлення країни, а саме:

- проаналізуємо за статистичними даними минулих мирних періодів особливості вантажу та рівня завантаженості їм рухомого складу;
- визначимо потрібну кількість вагонів для перевезення продукції, обсяг якої відповідає поставленим перспективним розмірам судна, яке відправляється до кінцевого споживача з Миколаївського морського порту;
- визначимо витрати часу експлуатації ресурсів – локомотивів та вагонів;
- визначимо економічні витрати – як загальні, на перевезення в цілому, так і на тонну продукції.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення обсягів перевезення металопродукції до Миколаївського порту у вагонах

Виконаємо аналіз використання вантажопідйомності залізничних вагонів з металопрокатом, який відправлявся до Миколаївського морського порту.

Проаналізуємо дані, представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані використання вантажопідйомності вагонів з металопрокатом, який відправлявся до Миколаївського морського порту

Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн	Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн
70	58,56	11,44	69	61,35	7,65
70	56,94	13,06	70	67,77	2,23
69	57,21	11,79	70	57,49	12,51
70	56,4	13,6	70	65,84	4,16
70	67,605	2,395	71	57,39	13,61
69	60,22	8,78	70	56,29	13,71
69	59,14	9,86	70	56,52	13,48
69	60,23	8,77	70	55,77	14,23
71	69,27	1,73	70	64,89	5,11
69	61,84	7,16	70	52,47	17,53

Продовження таблиці 2.1

Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн	Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн
70	65,38	4,62	70	57,33	12,67
70	68,79	1,21	70	57,18	12,82
70	56,84	13,16	70	68,69	1,31
70	68,72	1,28	70	64,67	5,33
70	67,15	2,85	69	55,83	13,17
70	56,19	13,81	70	56,82	13,18
70	68,76	1,24	70	65,58	4,42
70	57,12	12,88	70	61,866	8,134
70	57,14	12,86	69	62,39	6,61
70	68,51	1,49	70	66,98	3,02
70	63,16	6,84	70	69,29	0,71
70	67,95	2,05	70	66,6	3,4
70	69,096	0,904	70	56,29	13,71
70	60,23	9,77	70	68,29	1,71
70	64,92	5,08	70	56,15	13,85
70	61,27	8,73	70	56,85	13,15
70	68,34	1,66	70	58,81	11,19
71	65,745	5,255	70	60,58	9,42
70	59,58	10,42	70	56,79	13,21
70	68,82	1,18	70	62,1	7,9
70	69,4	0,6	70	66	4
70	67,34	2,66	70	65,905	4,095

Кінець таблиці 2.1

Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн	Вантаж- ність напів- вагону, тонн	Маса вантажу, тонн	Недован- таження, тонн
69	58,6	10,4	70	60,35	9,65
70	59,446	10,554	70	62,126	7,874
70	56,8	13,2	70	58,226	11,774
70	58,586	11,414	70	67,06	2,94
70	56,28	13,72	70	56,05	13,95
69	57,746	11,254	70	56,35	13,65
69	67,32	1,68	69	66,88	2,12
70	56,83	13,17	71	67,4	3,6
70	54,87	15,13	70	56,1	13,9
70	61,015	8,985	69	66,635	2,365
70	61,585	8,415	70	67,95	2,05
69	57,07	11,93	70	60,64	9,36
69	58,23	10,77	69	63,56	5,44
70	69,44	0,56	69	60,34	8,66
69	56,71	12,29	70	69,31	0,69
69	68,71	0,29	70	57,23	12,77
71	57,5	13,5	70	68,34	1,66
69	58,46	10,54	70	68,22	1,78

Аналіз представлених даних за методикою [6], наведений на діаграмі рисунку 2.1.

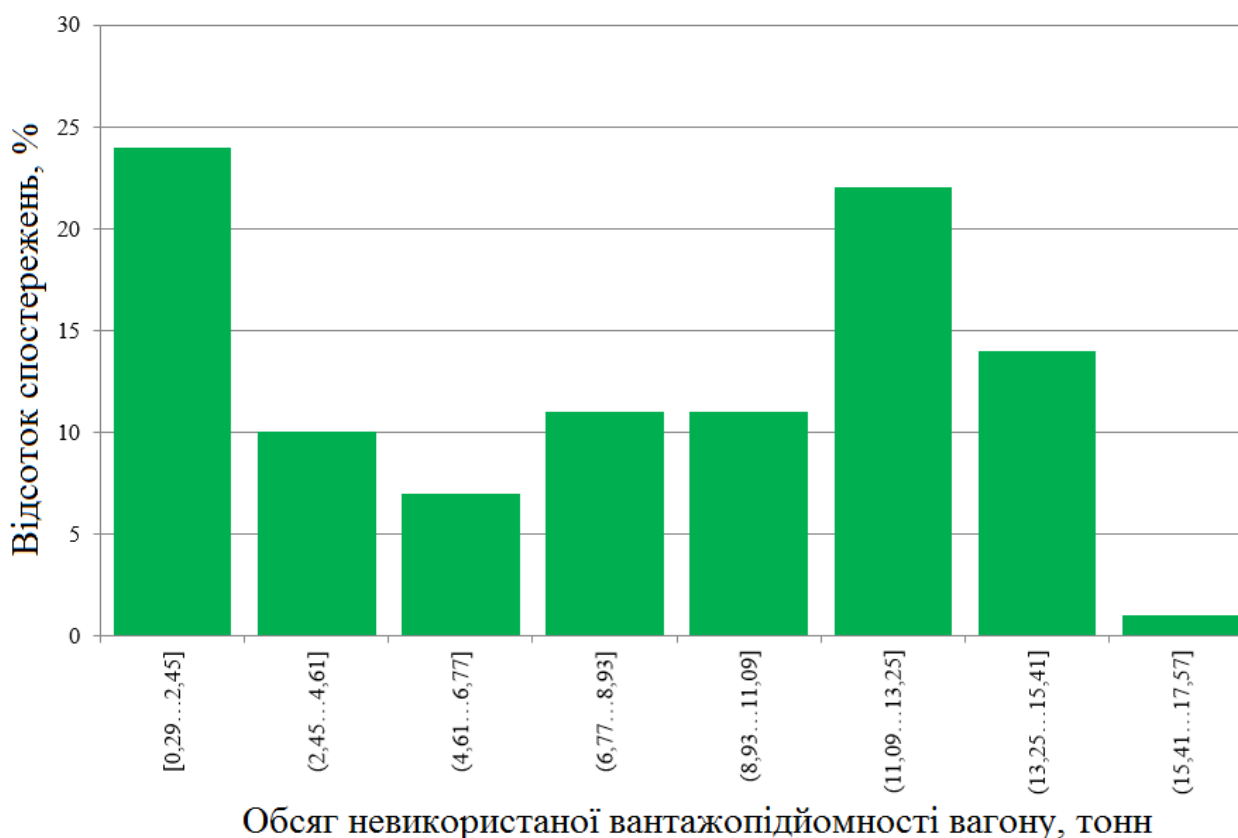


Рисунок 2.1 – Аналіз невикористаного обсягу вантажопідйомності вагону з металопрокатом, відправленого до Миколаївського морського порту

Розподіл невикористаного обсягу вантажопідйомності вагону з металопрокатом, відправленого до Миколаївського морського порту більшою мірою відповідає рівномірному закону розподілу.

Статистичні показники недовантаження:

- мінімальне 0,29 т;
- максимальне 17,53 т;
- середнє 7,9;
- стандартне відхилення 4,89.

Проаналізуємо залежність недовантаження вагону металопрокатом від його вантажопідйомності.

Аналіз даних залежності рівня недовантаження до вантажопідйомності вагонів за категоріями їх вантажності при відправлення металопрокату до Миколаївського порту представлений на рисунку 2.2.

За даними представленого аналізу, найкращі у середньому показники мають залізничні вагони вантажністю 71 тонна.

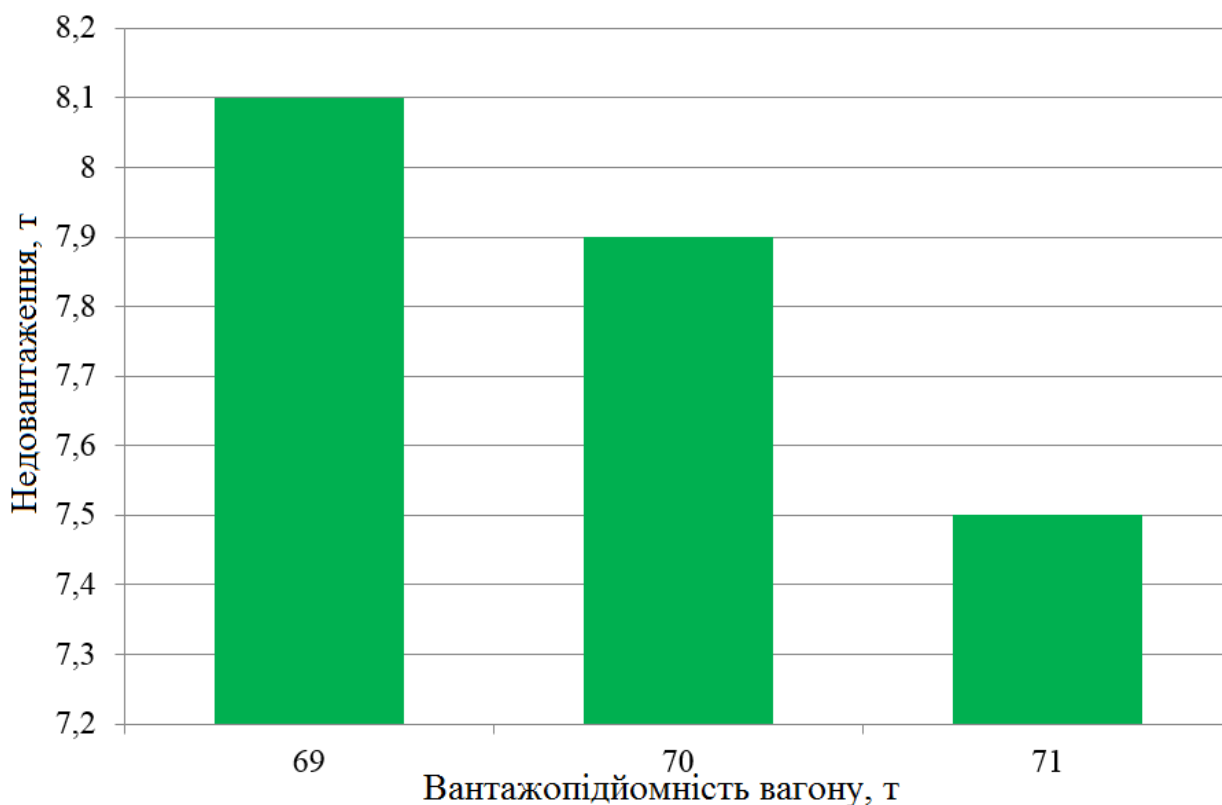


Рисунок 2.2 – Аналіз залежності рівня недовантаження до вантажопідйомності вагонів за категоріями їх вантажності при відправлення металопрокату до Миколаївського порту

Для організації перевезень приймаємо вагони відповідного типу за встановленими вимогами щодо вантажності, які виготовляються підприємством Дніпровагонмаш [7].

Загальний вигад вагону показаний на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 - Піввагон люковий моделі 12-4106-01
виробництва Дніпровагонмаш

Характеристики вагону:

- вантажність – 70,6 т;
- маса тари – 22,7 т;
- об'єм кузова, 83 куб. м;
- максимальне розрахункове статичне навантаження від колісної пари на рейки, 230,5 кН або 23,5 тс;
- довжина вагону по осям зчеплення автозчеплень, 13920 мм;
- база, 8 650 мм;
- кількість розвантажувальних люків, 14 од.;
- внутрішні розміри кузова, мм;
 - довжина 12 674 мм;
 - ширина 3 000 мм;
 - висота 2 180 мм;
- конструкційна швидкість, 120 км/год.

Обрано вагон з люками, оскільки не виключена можливість перевезення сипких вантажів у зворотному, з порту, напрямку. Проте, в даній дипломній роботі виходимо із зворотного порожнього пробігу.

Вантажність обрана, як найближча до 71 тонни.

Середній обсяг вантажу у вагонах з урахуванням визначеного недовантаження становитиме:

$$70,6 - 7,9 = 62,7 \text{ т.}$$

З урахуванням розміру партії у 10 вагонів, їх рівень завантаження становитиме:

$$62,7 \cdot 10 = 627 \text{ тонн.}$$

2.2 Визначення тривалості обороту вагонів на зовнішній мережі шляхів до Миколаївського порту

На основі статистичних даних обороту вагонів на ділянці Запоріжжя-Ліве - Миколаїв вантажний – Запоріжжя-Ліве визначимо середній час обороту вагонів.

Дані вибірки даних:

80,74; 78,78; 76,78; 76,8; 80,18; 78,9; 77,76; 82,58; 83,28; 75,26; 78,24;
77,4; 78,18; 81,44; 82,12; 82,58; 77,92; 78,34; 84,12; 76,52; 72,6; 77,52; 75,12;
78,88; 76; 76,64; 81,6; 73,56; 82,44; 79,78; 76,1; 81,02; 75,4; 83,98; 79,5; 83,1;
77,92; 85,38; 75,68; 78,64; 84,36; 76,7; 82,42; 81,12; 77,08; 79,08; 81,16; 81,98;
78,8; 76,38; 80,16; 74,56; 80,44; 78,2; 78,76; 74,72; 80,02; 81,72; 75,7; 83,5; 76,1;

77,5; 76,12; 82,1; 77,48; 81,46; 79,88; 80,16; 73,98; 83,8; 77,08; 78,1; 77,24; 79,74; 80,74; 82,14; 74,84; 74,3; 77,78; 79,58; 83; 76,98; 76,42; 82,02; 73,3; 77,64; 82,12; 78,48; 78,36; 77,66; 83,96; 79,32; 78,18; 72,06; 83,12; 76,98; 80,46; 76,8; 81,7; 79,06.

Діаграма розподілу даних тривалості обороту вагонів на ділянці Запоріжжя-Ліве - Миколаїв вантажний – Запоріжжя-Ліве показана на рисунку 2.4.

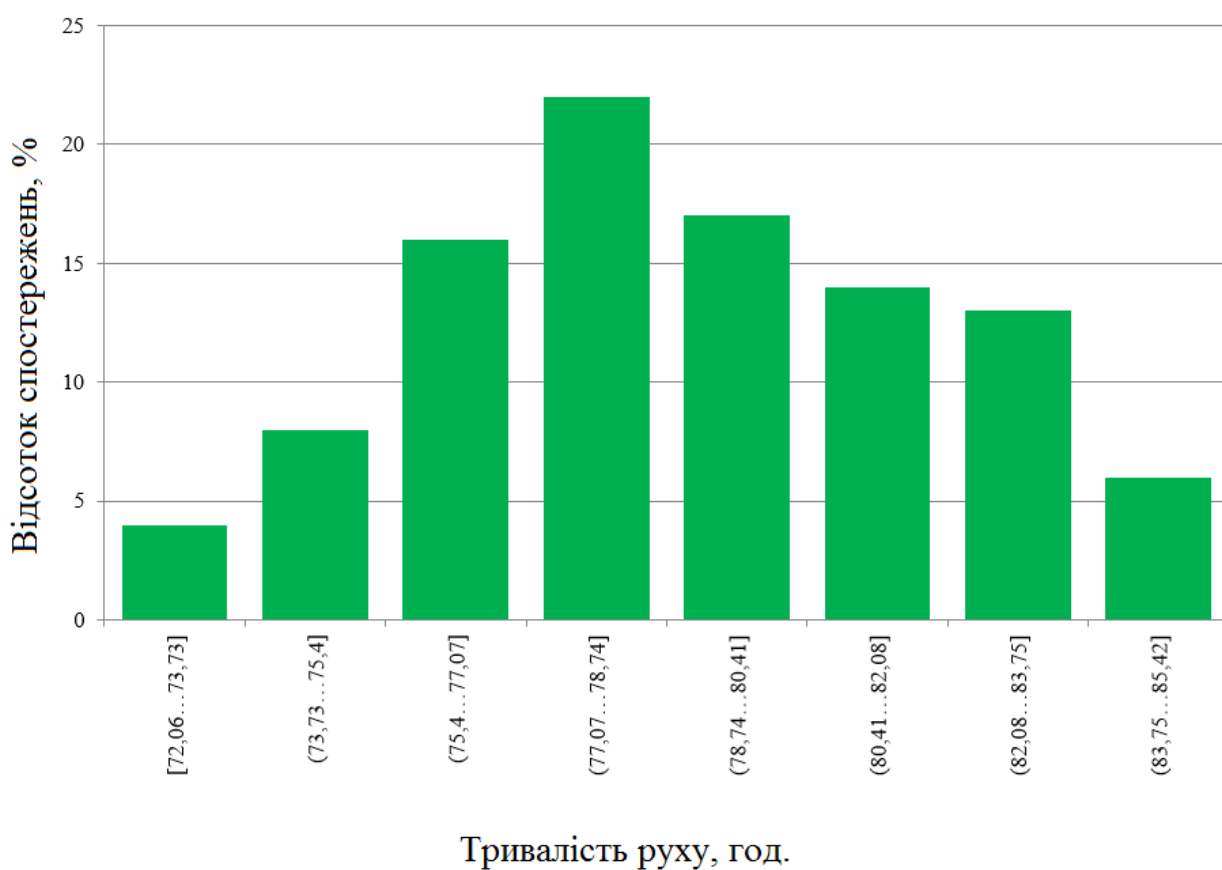


Рисунок 2.4 – Діаграма розподілу даних тривалості обороту вагонів на ділянці Запоріжжя-Ліве - Миколаїв вантажний – Запоріжжя-Ліве

Характеристики ряду:

- мінімальний час 72,06 год.;

- максимальний час 85,38 год.;
- середній час обороту 79 год.;
- стандартне відхилення 2,96 год.

2.3 Визначення тривалості обороту вагонів при навантаженні на Запоріжсталі

Розглянемо вантажні фронти, де здійснюється навантаження прокату, а саме цехи:

- ЦГПТЛ, де навантажувалось 73% вагонів гарячекатаним прокатом чорних металів;
- ЦХП-1, де навантажувалось 27% вагонів холоднокатаним прокатом.

У таблиці 2.2 наведено параметри колій ЦГПТЛ та ЦХП-1

Таблиця 2.2 - Параметри колій ЦГПТЛ та ЦХП-1

Цех	№ колії	Призначення	Від СП	До	Місткість, ваг.
ЦГПТЛ	16	Навантаження металопродукту та вивантаження різних вантажів	232	т. уп.	15
	17		230	т. уп.	12
	18		228	т. уп.	12
	19		226	т. уп.	16
	20		226	т. уп.	12
	21		220	т. уп.	20
	21а		222	т. уп.	12
	22	Ходовий	222	221	23
	16а	Виставочн.	232	230а	17

Кінець таблиці 2.2

Цех	№ колії	Призначення	Від СП	До	Місткість, ваг.
ЦХП-1	23	Вивантаження	221	т. уп.	8
	24		221а	т. уп.	3
	27	Навантаження металопрокату та вивантаження різних вантажів	216	т. уп.	22
	28		216	т. уп.	5
	29		214	т. уп.	10
	30		214	т. уп.	5
	30а		76	т. уп.	4
	31		76	т. уп.	26
	108	Вивантаження	227	т. уп.	6
	109	Вивантаження	209	225а	4

Найменування вантажних засобів, які використовуються на вантажних фронтах ЦГПТЛ та ЦХП-1 показані у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розмір вантажних фронтів та засоби навантаження

Цех	Колія	Довжина фронту навантаження, вагонів	Засіб навантаження
ЦГПТЛ	16	15	мостовий кран
	17	7	мостовий кран
	18	4	мостовий кран

Кінець таблиці 2.3

Цех	Колія	Довжина фронту навантаження, вагонів	Засіб навантаження
ЦГПТЛ	19	4	мостовий кран
	20	4	мостовий кран
	21	8	мостовий кран
	37	1	мостовий кран
	39	1	мостовий кран
ЦХП-1	27	2	мостовий кран
	28	2	мостовий кран
	29	3	мостовий кран
	30	2	мостовий кран
	30а	3	мостовий кран
	31	22	мостовий кран

Тривалість навантаження вагонів становить, у середньому, 1 годину на вагон.

Розробляємо графіки обробки составів, що прибувають зі станції Запоріжжя-Ліве у порожньому стані разом із іншими вагонами з вантажами та графіки навантаження вагонів в прокатних цехах.

Графік приймання та обробки составів 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
Перест. на колії накоп. пор. вагонів				■			Лок. бриг., ДСП
Накопич., формув. составу прокат. цехів				■			Лок. бриг., ДСП
Огляд вагонів					■		Оглядачі вагонів
Загальна тривалість	■	■	■	■	■		

Рисунок 2.5 – Графік приймання та обробки составів у складі поїзду, що надходить на станцію Східна

Після отримання замовлення цеху та прибирання з фронтів навантаження вагонів, здійснюється подавання вагонів до ЦГПТЛ та ЦХП-1 окремими локомотивами, оскільки вони закріплюються за цехами та їх маневровими районами.

ЦГПТЛ обслуговує локомотив серії ТЕМ, а ЦХП-1 – серії ТГМ, оскільки він більш короткобазний та може вписуватись у криві ділянки колії малого радіусу.

На рисунку 2.6 показаний графік подавання та навантаження вагонів в умовах ЦГПТЛ.

Найменування операцій	Час, год.										Виконавці
	1	2	3	4	5	6	8	9	10		
Очікування локомотиву	■										ДСП
Заїзд, приб. башм, рух до ЦПТЛ		■									Лок. бр., ДСП
Постановка вагонів на навант., закр.		■									Лок. бригада
Навантаження разом з іншими вагонами		■	■	■	■	■					Цех-відправник
Маневри з формування вивізного составу						■					Лок. бригада
Доставка на станцію Східна						■					Лок. бриг., ДСП
Закріплення, огорож. составу						■					Лок. бриг., ДСП
Огляд вагонів							■				Оглядачі вагонів
Сортування на гірці							■				Лок. бриг., ДСП
Накопичення составу на відправ.								■	■		Лок. бриг., ДСП
Загальна тривалість	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Рисунок 2.6 – Графік подавання та навантаження вагонів для Миколаївського порту в умовах ЦГПТЛ

Оскільки в ЦХП-1 завантажується менша кількість вагонів, ніж в ЦГПТЛ, та менша кількість вантажних фронтів, що працюють, тривалість маневрів з подачі/прибирання вагонів є меншою, а час навантаження – більший, через навантаження більшої частини вагонів по одній колії - №3, яка є найдовшим фронтом навантаження в прокатних цехах.

Графік подавання та навантаження вагонів для Миколаївського порту в умовах ЦХП-1 показаний на рисунку 2.7.

Найменування операцій	Час, год.										Виконавці
	1	2	3	4	5	6	8	9	10		
Очікування локомотиву	■										ДСП
Заїзд, приб. башм, рух до ЦХП-1		■									Лок. бр., ДСП
Постановка вагонів на навант., закр.		■									Лок. бригада
Навантаження разом з іншими вагонами		■	■	■	■	■	■				Цех-відправник
Маневри з формування вивізного составу							■				Лок. бригада
Доставка на станцію Східна							■				Лок. бриг., ДСП
Закріплення, огорож. составу							■				Лок. бриг., ДСП
Огляд вагонів							■	■			Оглядачі вагонів
Сортування на гірці								■			Лок. бриг., ДСП
Накопичення составу на відправ.									■		Лок. бриг., ДСП
Загальна тривалість	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.7 – Графік подавання та навантаження вагонів для Миколаївського порту в умовах ЦХП-1

Графік обробки составу з відправлення вагонів для Миколаївського порту до станції Запоріжжя-Ліве показаний на рисунку 2.8.

Найменування операцій	Час, год.				Виконавці
	1	2	3	4	
Формування составу	█				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. мршруту, відправлення		█			ДСП
Рух до Запоріжжя-Лівого		█			Лок. бригада
Загальна тривалість	█	█	█	█	

Рисунок 2.8 – Графік обробки составу з відправлення вагонів для Миколаївського порту до станції Запоріжжя-Ліве

Таким чином, тривалість по блоках операцій з вагонами для Миколаївського порту становить:

- рух Запоріжжя-Ліве – Миколаїв вантажний - Запоріжжя-Ліве – 79 годин;

- з приймання та обробки составів у складі поїзду, що надходить на станцію Східна – 4,5 години;
- навантаження в прокатних цехах – 9,5 годин;
- обробки составу з відправлення вагонів для Миколаївського порту та доставки до станції Запоріжжя-Ліве – 1,8 годин.

2.4 Визначення загальної тривалості обороту вагонів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт

В спеціальній програмі [8] TrainGraph розробимо графік обороту вагонів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт.

Відповідно до визначеної тривалості блоків операцій, визначених вище, створюємо пункти проходження составів – рисунок 2.9.

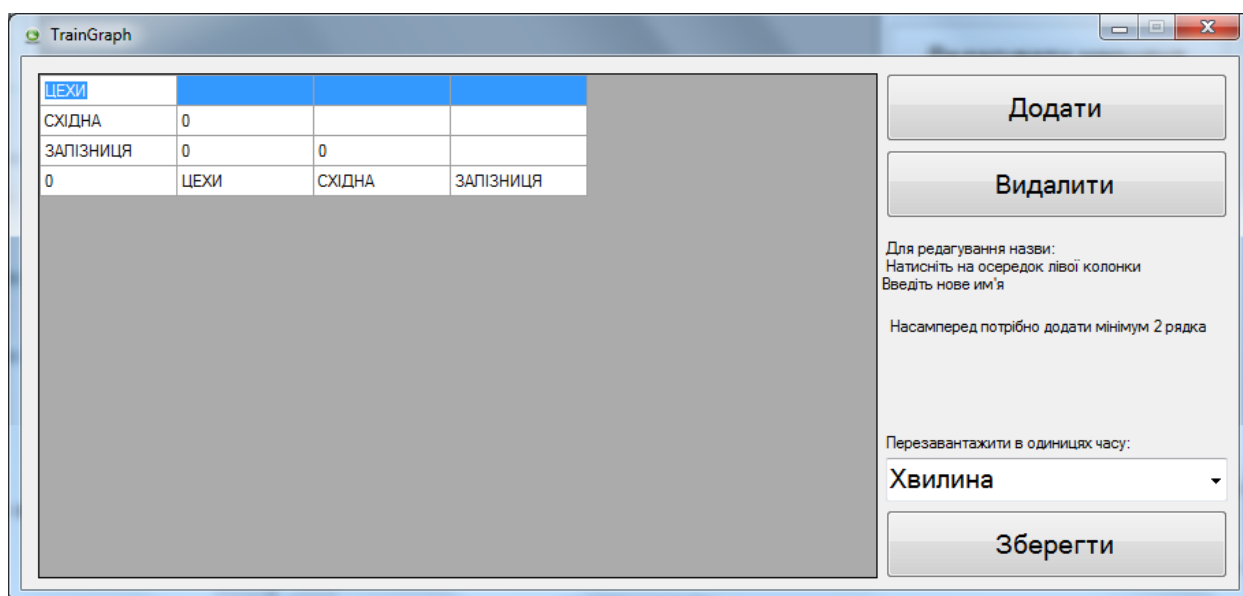


Рисунок 2.9 – Створення пунктів проходження составів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт

Вносимо дані по блоках, задаємо тривалість обороту на маршруті перевезень прокату чорних металів Запоріжсталь – Миколаївський порт – рисунок 2.10.

The screenshot shows the TrainGraph application window. It contains a table for entering route data and a sidebar with controls.

№	Час затримки	Початковий пункт	Кінцевий пункт
	4.5	СХІДНА	ЦЕХИ
1	9.5	ЦЕХИ	СХІДНА
2	1.8	СХІДНА	ЗАПІЗНИЦЯ
3	79	ЗАПІЗНИЦЯ	СХІДНА
4			

Назва маршруту:

Затримка перед відображенням маршруту:

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:

Рисунок 2.10 – Введення даних щодо тривалості обороту на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт

Отримуємо графік обороту составу з 10 вагонів на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт – рисунок 2.11.

Його загальна тривалість, що можна визначити шляхом наближення відповідного кінцевого фрагменту графіку становить 94,8 годин – що показано на рисунку 2.12.

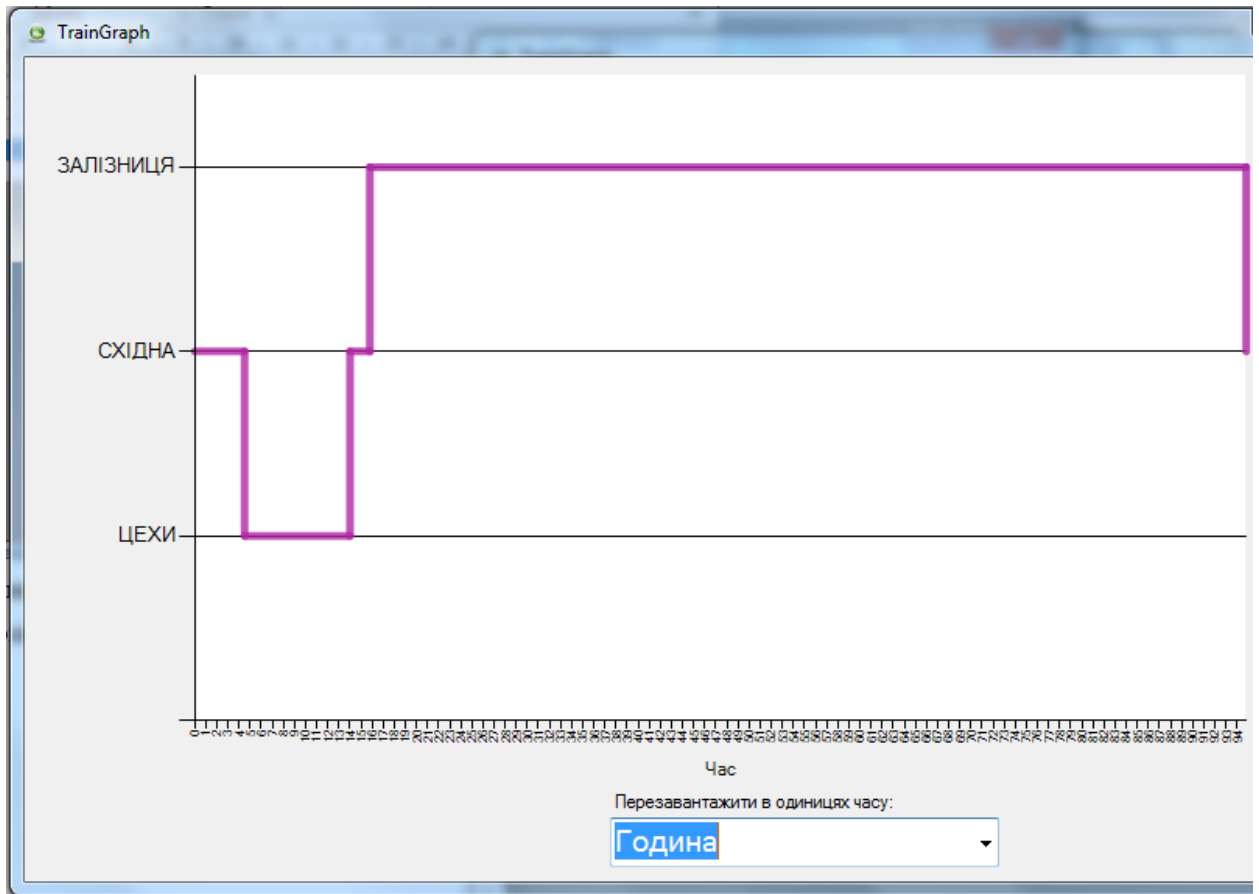


Рисунок 2.11 – Графік обороту составу

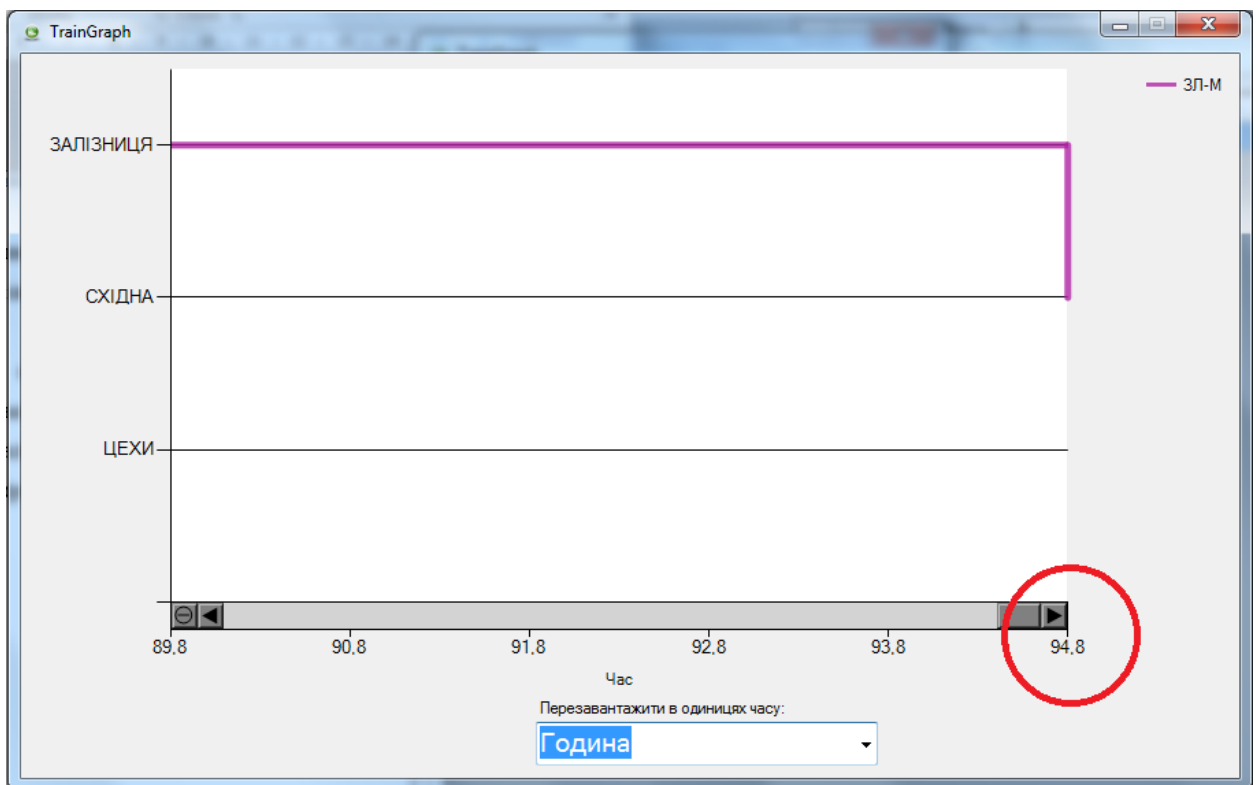


Рисунок 2.12 – Визначення тривалості обороту

За поставленої задачі відвантаження 4700 тонн продукції протягом місяця, проаналізуємо графік роботи з доставки прокату чорних металів до Миколаївського порту на даний період, для чого дублюємо код обробки составів – рисунок 2.13.

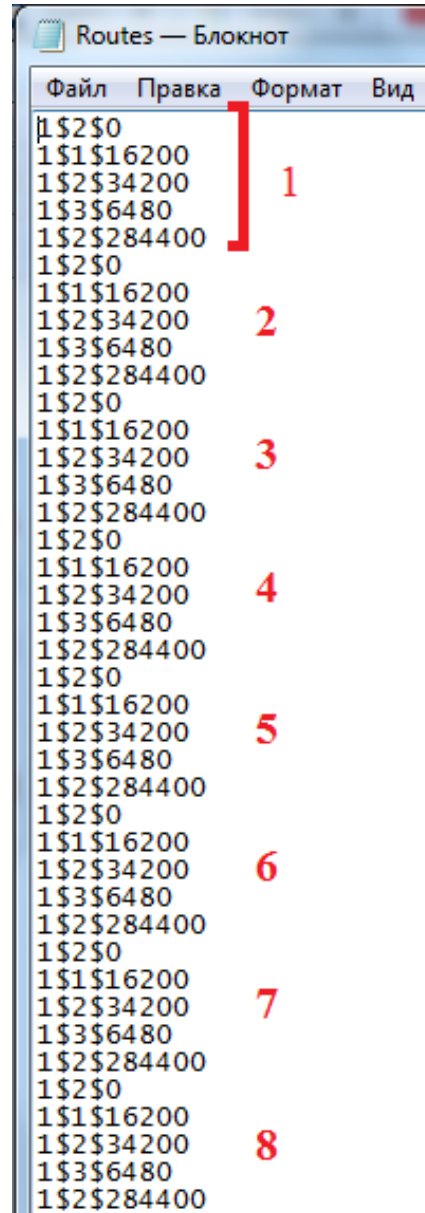


Рисунок 2.13 – Дублювання циклів обробки составів з прокатом

Згідно отриманого графіку – рисунок 2.14, состав встигає здійснити 7,5 оборотів за місяць.

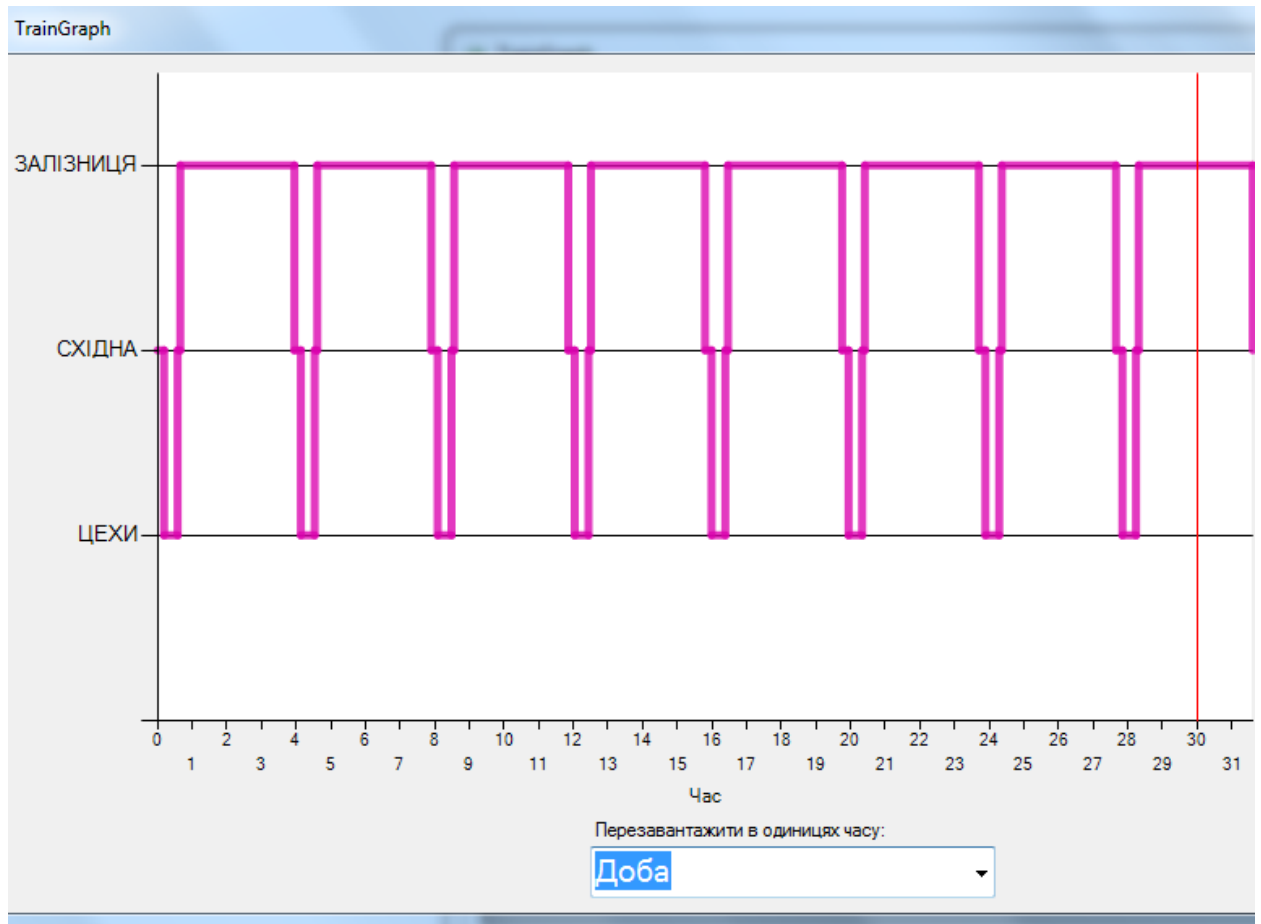


Рисунок 2.14 – Рух составу на маршруті Запоріжсталь – Миколаївський порт протягом місяця

Відповідно, кількість перевезеного металопрокату становить:

$$627 \cdot 7,5 = 4702,5 \text{ т, що відповідає поставлені задачі.}$$

Таким чином, потрібна кількість вагонів – 10 одиниць.

Маневрова робота з вагонами для ЦПТЛ – 1,8 год, для ЦХП-1 – 0,8 год. згідно графіків, тобто

$$1,8 + 0,8 = 2,6 \text{ на состав.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні дані для визначення економічних показників доставки металопрокату до Миколаївського порту

В даній роботі поставлено задачу організації перевезень металопродукції Запоріжсталі до Миколаївського морського порту в умовах післявоєнного відновлення країни. В розрахунковій частині:

- проаналізовано за статистичними даними минулих мирних періодів особливості вантажу та рівня завантаженості їм рухомого складу;
- обрано тип та визначено потрібну кількість вагонів для перевезення продукції;
- побудовано графіки, за якими визначено витрати часу експлуатації ресурсів – локомотивів та вагонів, мостових кранів тощо.

Вихідні дані для розрахунків економічних показників доставки прокату чорних металів до Миколаївського порту наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків економічних показників доставки прокату чорних металів до Миколаївського порту

Номер з/п	Показник	Значення	Один. виміру
1	Обсяг перевезення прокату чорних металів до Миколаївського порту	4700	т/міс.

Продовження таблиці 3.1

Номер з/п	Показник	Значення	Один. виміру
2	Собівартість перевезення вантажу	32	грн/тонну
3	Кількість перевезених вагонів	900	ваг/рік
4	Вартість тарифу за доставку прокату до Миколаївського порту	23438	грн/вагон
5	Вартість перевезення порожніх вагонів на Запоріжсталь	5405	грн/вагон
6	Тривалість навантажувальних робіт кранами	900	год. на рік
7	Вартість години роботи мостового крана	1230	грн за крано-годину

Кінець таблиці 3.1

Номер з/п	Показник	Значення	Один. виміру
8	Тривалість роботи локомотивів на маневрах в прокатних цехах	2,6	годин на состав
9	Кількість оброблених составів на рік	90	составів на рік
10	Вартість локомотиво-години	1265	грн
11	Вартість оренди вагонів	1400	грн/вагон
12	Кількість орендованих вагонів	10	вагонів

3.2 Економічні результати організації перевезень металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту

Загальні витрати $Z_{\text{ппп}}$ організації перевезень металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту визначимо згідно рекомендацій [9,10] за формулою:

$$З_{\text{пмп}} = T_{\text{пмп}} + T_{\text{пор}} + C_{\text{пмп}} + B_{\text{пмп}} + B_{\text{лс}} + B_{\text{орв}}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{пмп}}$ – тариф з доставки металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту, грн;

$T_{\text{пор}}$ – тариф з перевезення порожніх вагонів на Запоріжсталь з Миколаївського порту, грн;

$C_{\text{пмп}}$ – собівартість перевезення на комбінаті, грн;

$B_{\text{пмп}}$ – вартість навантаження прокату, грн;

$B_{\text{лс}}$ – вартість роботи локомотивів на станції Східна у прокатних цехах, грн;

$B_{\text{орв}}$ – вартість оренди вагонів, які використовуються на доставці металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту, грн.

Тариф з доставки металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту $T_{\text{пмп}}$ розрахуємо за виразом:

$$T_{\text{пмп}} = K_{\text{пмп}} T_{\text{ваг}}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{пмп}}$ – кількість вагонів з металопрокатом, доставлених з Запоріжсталі до Миколаївського порту за рік, од.;

$T_{\text{ваг}}$ – вартість тарифу на перевезення вагону з прокатом, грн.

Розрахуємо $T_{\text{пмп}}$ за (3.2):

$$T_{\text{пмп}} = 900 \cdot 23438 = 21094200 = 21,09 \text{ млн грн/рік.}$$

Тариф з перевезення порожніх вагонів $T_{\text{пор}}$ на Запоріжсталь з Миколаївського порту визначимо за формулою:

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

де $T_{\text{пв}}$ – тариф на перевезення порожніх піввагонів після вивантаження прокату з порту до Запоріжсталі, грн/ваг.

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

$$T_{\text{пв}} = 900 \cdot 5405 = 4864500 = 4,86 \text{ млн грн/рік.}$$

Розрахуємо собівартість $C_{\text{ппп}}$ перевезень прокату на Запоріжсталі за формулою:

$$C_{\text{ппп}} = 12 Q_{\text{ппп}} c_{\text{тв}}, \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{ппп}}$ – обсяг прокату, т/місяць;
 $c_{\text{тв}}$ – собівартість перевезення, грн/т.

Визначимо $C_{\text{ппп}}$ за формулою (3.4):

$$C_{\text{ппп}} = 12 \cdot 4700 \cdot 32 = 1804800 = 1,8 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість навантаження прокату $V_{\text{ппп}}$ визначимо за допомогою формули:

$$V_{\text{ппп}} = T_{\text{вмк}} c_{\text{вмк}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{вмк}}$ – час роботи мостових кранів, год.;
 $c_{\text{вмк}}$ – вартість краногодини, грн/год.

Визначаємо за (3.5):

$$B_{\text{пмп}} = 900 \cdot 1230 = 1107000 = 1,11 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість роботи локомотивів $B_{\text{лс}}$ на станції Східна у прокатних цехах визначаємо за формулою:

$$B_{\text{лс}} = N_{\text{сост}} T_{\text{тс}} c_{\text{г}}, \quad (3.6)$$

де $N_{\text{сост}}$ – річна кількість составів, од.;

$T_{\text{тс}}$ – час роботи тепловозів з составами, год.;

$c_{\text{г}}$ – вартість локомотиво-години, грн.

Розрахуємо згідно (3.6):

$$B_{\text{т}} = 90 \cdot 2,6 \cdot 1265 = 296010 = 0,3 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість оренди вагонів $B_{\text{орв}}$, які використовуються на доставці металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту, з урахуванням [11], встановимо за виразом:

$$B_{\text{орв}} = 365 K_{\text{вмп}} c_{\text{ов}}, \quad (3.7)$$

де $K_{\text{вмп}}$ – кількість вагонів для перевезень прокату до Миколаївського порту, од.;

$c_{\text{ов}}$ – вартість оренди вагону, грн/доба.

Розрахуємо за виразом (3.7):

$$B_{\text{орв}} = 365 \cdot 10 \cdot 1400 = 5110000 = 5,11 \text{ млн грн/рік.}$$

Визначаємо загальні витрати (3.1):

$$Z_{\text{ппп}} = 21094200 + 4864500 + 1804800 + 1107000 + 296010 + 5110000 = \\ = 34276510 = 34,3 \text{ млн грн на рік.}$$

Собівартість доставки тонни прокату до Миколаївського порту:

$$34276510 / 56400 = 608 \text{ грн/т.}$$

Результати розрахунків наведені у таблиці 3.2 для аналізу результатів роботи.

Таблиця 3.2 – Економічні показники

№ з/п	Показник	Значення, грн
1	Тариф з доставки металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту	21094200
2	Тариф з перевезення порожніх вагонів на Запоріжсталь з Миколаївського порту	4864500
3	Собівартість перевезення на комбінаті	1804800
4	Вартість навантаження прокату	1107000

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показник	Значення, грн
5	Вартість роботи локомотивів на станції Східна у прокатних цехах	296010
6	Вартість оренди вагонів, які використовуються на доставці металопрокату Запоріжсталі до Миколаївського порту	5110000
7	Загальні витрати	34276510
8	Собівартість доставки 1 тонни прокату	608 грн/тонну

У підсумку витрати з доставки прокату до Миколаївського порту визначені на рівні 34,3 млн грн на рік, собівартість перевезень – 608 грн/т.

ВИСНОВКИ

В роботі вирішено задачу організації перевезень металопродукції Запоріжсталі до Миколаївського морського порту в умовах післявоєнного відновлення країни. В розрахунковій частині:

- проаналізовано за статистичними даними минулих мирних періодів особливості вантажу та рівня завантаженості їм рухомого складу;
- обрано тип та визначено потрібну кількість вагонів для перевезення продукції;
- побудовано графіки, за якими визначено витрати часу експлуатації ресурсів – локомотивів та вагонів, мостових кранів.

В економічній визначені витрати за усіма категоріям, та встановлені підсумкові витрати з доставки прокату до Миколаївського порту визначені на рівні 34,3 млн грн на рік, собівартість перевезень – 608 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. У Миколаївському порту заблоковано понад 100 суден: чи є шляхи евакуації кораблів. URL : <https://omere.city/articles/356921/u-mikolaivskomu-portu-zablokovano-ponad-100-suden-chi-ye-shlyahi-evakuacii-korabliv> (дата звернення 18.05.2024).
2. Адміністрація Миколаївського морського порту URL : <https://www.portnikolaev.com/ua/home.html> (дата звернення 17.05.2024).
3. Мінінфраструктури погодило план розвитку порту Миколаїв. URL : <https://www.railinsider.com.ua/mininfrastruktury-pogodylo-plan-rozvytku-portu-mykolayiv/> (дата звернення 17.05.2024).
3. Сталеві нерви: українська металургія адаптувалася до умов війни і тепер прагне стабілізуватися. URL : <https://zaporizhstal.com/pres-centr/zmi-pro-nas/stalevi-nervi-ukrainska-metalurgija-adaptuvalasja-do-umov-vijni-i-teper-pragne-stabilizuvatisja/> (дата звернення 16.05.2024).
4. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 15.05.2024).
5. Техніко-розпорядчий акт станції Східна. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 67 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. Дніпровагонмаш. Піввагон люковий модель 12-4106-01. URL : <https://dvmash.biz/product/poluvagon-z-lyukamy-12-4106-01/> (дата звернення 30.05.2024).
8. 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. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 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 18.05.2024).