

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 ВАПНЯКУ НА ПАТ "ЗАПОРІЖСТАЛЬ"
ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НАПІВВАГОНІВ ТА ХОПЕРІВ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-811сп2

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

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

ЧОРНА Ю.О.

(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)

ЧОРНОЇ Юлії Олександрівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки вапняку на ПАТ "Запоріжсталь" із використанням напіввагонів та хоперів

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 технологія та організація перевезення вапняку, технологічні графіки перевезень, техніко-економічні показники доставки вапняку

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Аналіз географії постачань вапняку у довоєнний період та на початку військового вторгнення, 2.2 Аналіз різниці вартості тарифних ставок, 2.3 Організація обробки составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь», 2.4 Організація руху составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь» від постачальників, 2.5 Визначення парку вагонів для доставки вапняку до ПАТ «Запоріжсталь» та технічних параметрів роботи, 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

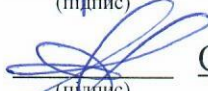
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації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

Студент(ка)


(підпис)

Юлія ЧОРНА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 54 с., 29 рис., 7 табл., 14 джерел.

ВАПНЯК, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАНТАЖНИЙ ВАГОН, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ХОПЕР

Об'єкт дослідження – транспортна система перевезень флюсів при найбільш ефективному використанні різних типів залізничних вагонів до підприємства «Запоріжсталь».

Мета роботи – розрахунок технічних показників доставки та визначення витрат на перевезення флюсів у орендованих вагонах до підприємства «Запоріжсталь» залізничним транспортом при поверненні під навантаження у порожньому стані.

Методи дослідження – аналітичний, статистичний і графічний аналіз.

В роботі вирішена практична задача та визначені техніко-економічні показники перевезень вапняку для флюсування до комбінату ПАТ «Запоріжсталь» залізничним транспортом. Виконані техніко-економічні розрахунки, визначені витрати на доставку, собівартість перевезення тони матеріалу.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика родовищ вапняку в Україні	8
1.2 Технологія видобутку вапняку в Україні	9
1.3 Технологія та пункти вивантаження вапняку на металургійному підприємстві ПАТ «Запоріжсталь»	16
1.3.1 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Аглофабрика	17
1.3.2 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Підбіркова	18
1.3.3 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Вугільна	21
1.4 Задачі дипломної роботи	23
2 Розрахункова частина	25
2.1 Аналіз географії постачань вапняку у довоєнний період та на початку військового вторгнення	25
2.2 Аналіз різниці вартості тарифних ставок	26
2.3 Організація обробки составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь».....	30
2.4 Організація руху составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь» від постачальників	39
2.5 Визначення парку вагонів для доставки вапняку до ПАТ «Запоріжсталь» та технічних параметрів роботи	44

3 Економічна частина	45
3.1 Вихідні технічні параметри доставки вапняку у піввагонах та хоперах	45
3.2 Економічні показники доставки вапняку при використанні піввагонів та хоперів	46
Висновки	52
Перелік джерел посилання	53

ВСТУП

В умовах військового вторгнення в Україну на підприємствах змінюється географія джерел постачань, одним з таких прикладів є перевезення вапняку до металургійного комбінату «Запоріжсталь». Крім того, вихід на реальні ринкові умови використання вагонів додають актуальності вирішення задачі зменшення економічних витрат на доставку вантажів в найскладніших умовах сучасності.

Особливістю перевезень вапняку є можливість використання як піввагонів так і хоперів. Кожен з цих типів рухомого складу має певні недоліки та переваги.

На основі реальних даних за певного обмеження умов, вирішується задача вибору найбільш ефективних логістичних схем постачань вапняку для флюсування.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика родовищ вапняку в Україні

До вапняків відноситься осадова порода, до складу якої переважним чином, входить карбонату кальцію (кальцит) або доломіту, що є поєднанням подвійної вуглекислої солі кальцію та магнію [1].

До складу вапняку входять:

- дрібні скам'янілості;
- фрагменти черепашок.

Вапняк може мати сірий, білий, жовтий чи коричневий колір. Дана порода корисних копалин є м'якою, легко піддається механічному руйнуванню.

CaO у складі вапняків становить до 56 %, а CO₂ – до 44 %. Часто у вигляді домішків наявні глинисті мінерали, кварц, гіпс та ін.

Щільність матеріалу вапняку становить близько 2,7 т/м³, насипна щільність приблизно у два рази менша.

Більшість вапняків були сформовані теплими прибережними морськими водами, де середовище сприяло розвитку організмів черепашок. Ці черепашки і скелети організмів, які загинули, накопичувались та утворювали з часом відкладення вапняку.

Сфери їх використання:

- металургійна промисловість, де вони відомі під назвою вапняків для флюсування, вони причетні до хімічних процесів відокремлення зайвих елементів від руд металів з метою отримання готового металу;
- сільське господарство у якості добрива та матеріалу для виготовлення антисептиків;
- цукрова промисловість – очищення цукру;

- будівництво – різні суміші та добавки. Слід відмітити, що вапняки також безпосередньо є самостійним природним будівельним матеріалом;
- вапняки високої щільності можуть використовуватись у якості залізничного баласту тощо.

Україна являється провідним виробником вапняку у світі, здійснюючи значні обсяги експорту цієї сировини.

На рисунку 1.1 показані родовища вапняку в Україні [1].

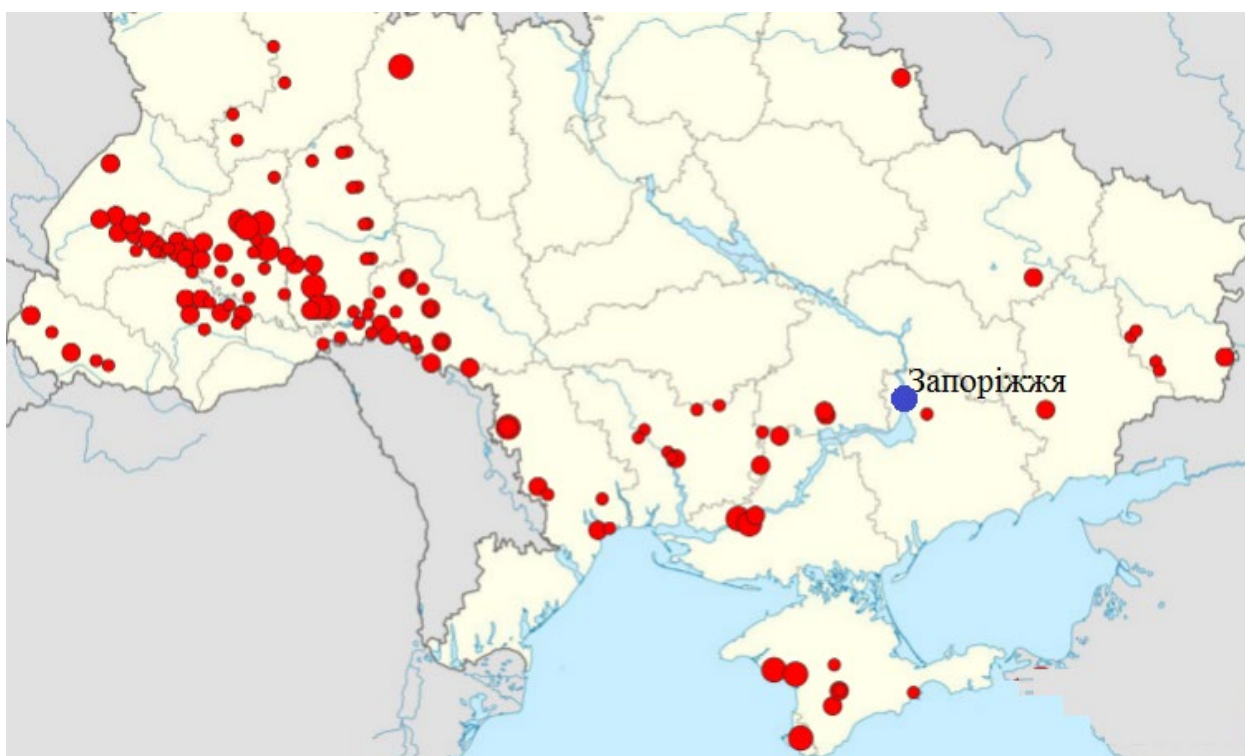


Рисунок 1.1 – Родовища вапняку в Україні

Навіть у 2021 році експортовано понад мільйон тонн на суму понад 50 мільйонів доларів США. Імпортують вапняк близько розташовані країни Європи.

На сьогоднішній день також імпортується вапняк із Туреччини та Молдови.

В нашій країні місця розташування родовищ вапняків є нерівномірними за територією. Вони поширені в наступних зонах:

- Причорноморська западина та Крим;
- Придністров'я;
- Карпати;
- Донбас;
- Херсонська та Миколаївська області;
- Дніпропетровська область, зокрема, неподалік Кривого Рогу.

Іноді вапняки залягають на глибині понад 100 м, що не дає можливості видобувати їх кар'єрним способом, як, наприклад, це здійснювалось у Криму.

Через військові дії в Україні доступ до найближчих якісних та дешевих з позиції видобутку вапняку родовищ став неможливим, через це металургійні підприємства, які ще працюють, змушені використовувати інші джерела постачань.

Одним з таких підприємств є комбінат Запоріжсталь.

1.2 Технологія видобутку вапняку в Україні

Вапняк видобувається, здебільшого відкритим способом із використанням кар'єрної техніки – рисунок 1.2 [2]. Багато родовищ потребують лише зняття поверхневого слою ґрунту товщиною 0,8-1 м, надалі достатньою є наявність екскаватору для завантаження колісного рухомого складу.

Вапняк подрібнюється на дробарках та відсівається по певних фракціях та завантажується до залізничного рухомого складу.



Рисунок 1.2 – Видобуток вапняку кар’єрним екскаватором
з прямою лопатою

Для завантаження автомобільних самоскидів використовуються фронтальні колісні навантажувачі, що показано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Використання фронтальних навантажувачів для завантаження вапняку у автотранспортні засоби

Поширеним є також використання екскаваторів із зворотною лопатою, що показано на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Використання екскаваторів із зворотною лопатою для навантаження вапняку у самоскиди

Вапняк доставляється до приймальних бункерів самоскидами або безпосередньо, або він вивантажується у штабелі вантажу, з яких сировина передається за допомогою ковшових фронтальних навантажувачів, що показано на рисунку 1.5 [2].

Після потрапляння вапняку до приймальних бункерів, він подрібнюється на дробарках, на грохотах здійснюється сортування сировини фракції, частка матеріалу може повертатись під повторне подрібнення, відсортовані фракції за допомогою стрічкових конвеєрів розподіляються по відкритих складах конусного типу.

Даний процес показаний на рисунках 1.6 та 1.7.

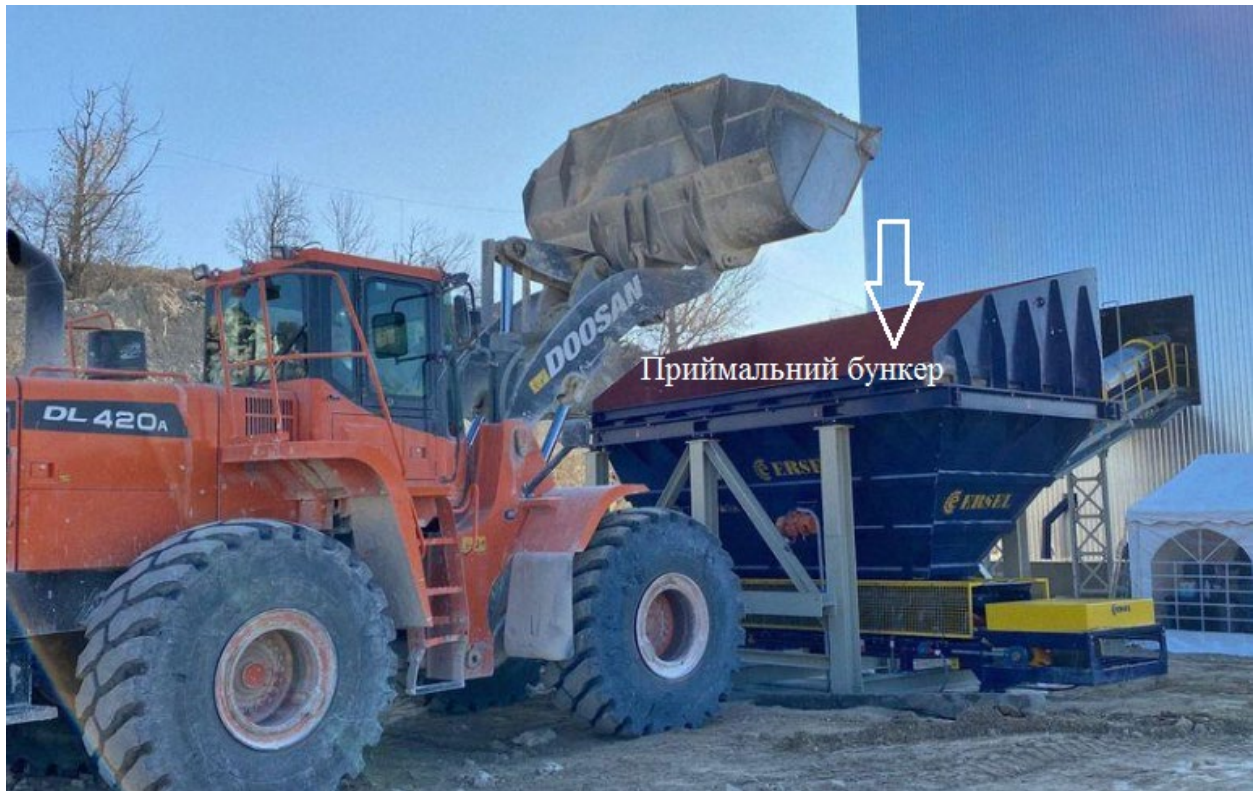


Рисунок 1.5 – Завантаження приймальних бункерів за допомогою ковшових фронтальних навантажувачів



Рисунок 1.6 – Конвеєрні лінії розподілу фракцій вапняку



Рисунок 1.7 – Конусний штабель вапняку

Пункт навантаження вагонів показаний на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Пункт навантаження вагонів

Завдяки сучасним технологіям, можливим є здійснення контролю за рівномірністю навантаження вагонів із забезпеченням не перевищення їх вантажопідйомності (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Процес навантаження залізничного составу

1.3 Технологія та пункти вивантаження вапняку на металургійному підприємстві ПАТ «Запоріжсталь»

Вивантаження вапняку у споживача – на підприємстві «Запоріжсталь» [3] після приймання на ст. Східна [4] здійснюється переважно на станціях:

- Аглофабрика (подавання вапняку зі станції Південна [5]);
- Підбіркова;
- Вугільна.

1.3.1 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Аглофабрика

На рисунку 1.10 показне місце розташування фронту вивантаження вапняку на станції Аглофабрика [6] – парк Бункера, колія 4П.

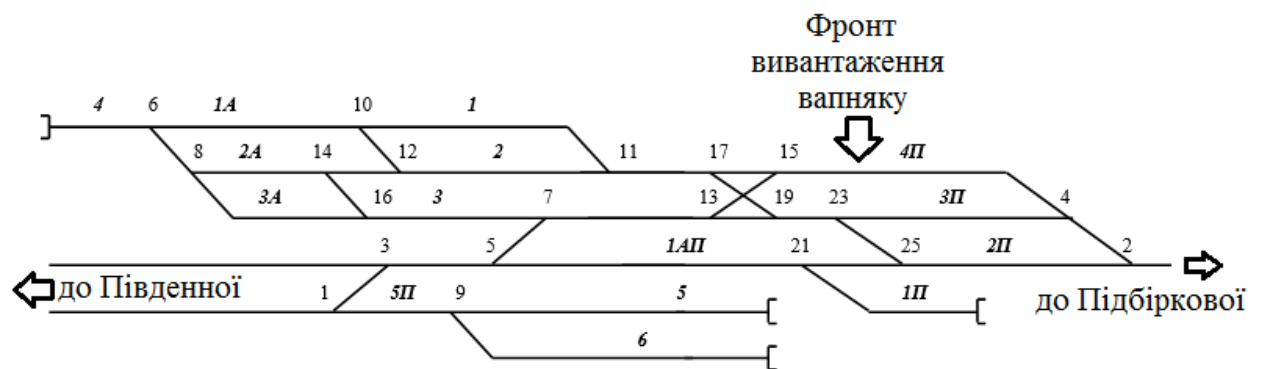


Рисунок 1.10 – Схема станції Аглофабрика та місце розташування фронту вивантаження вапняку

Характеристики колій парку «Бункера» приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики колій парку «Бункера»

Номера колій парку	Функціональне призначення колій	Межі колії – від ... до ...		Довжина, м	Місткість, вагонів
1П	Вивантаження	СП №21	т. упор	140	9 пв 14 хп
2П	Вивантаження	СП №25	СП №2	660	44 пв

Кінець таблиці 1.1

Номера колій парку	Функціональне призначення колій	Межі колії – від ... до ...		Довжина, м	Місткість, вагонів
3П	Навантажувально-розвантажувальна	СП №23	СП №4	670	44 пв
4П	Навантажувально-розвантажувальна	СП №15	СП №4	720	48 пв
1АП	Приймально-відправна	СП №5	СП №21	130	8 пв

Місткість колії №4П значно перевищує кількість вагонів, які здатний подавати локомотив – 9 вагонів (або 18 вагонів – подвійною тягою). Колія розташована на консолі бункерної естакади та має кілька ділянок для вивантаження, призначених для відкритих складів зберігання різних фракцій матеріалу. Склади обслуговуються рудно-грейферними перевантажувачами рудного двору, можливе долучення екскаватору тупу драглайн та іншої колісної техніки.

Вивантаження вапняку є можливим як з напіввагонів, так і з хоперів.

1.3.2 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Підбіркова

В дещо менших обсягах вапняк надходить до вивантаження на шихтовий двір мартенівського цеху, ця ділянка обслуговується ресурсами станції Підбіркова [7], схема розміщення пункту вивантаження матеріалу наведений на рисунку 1.11.

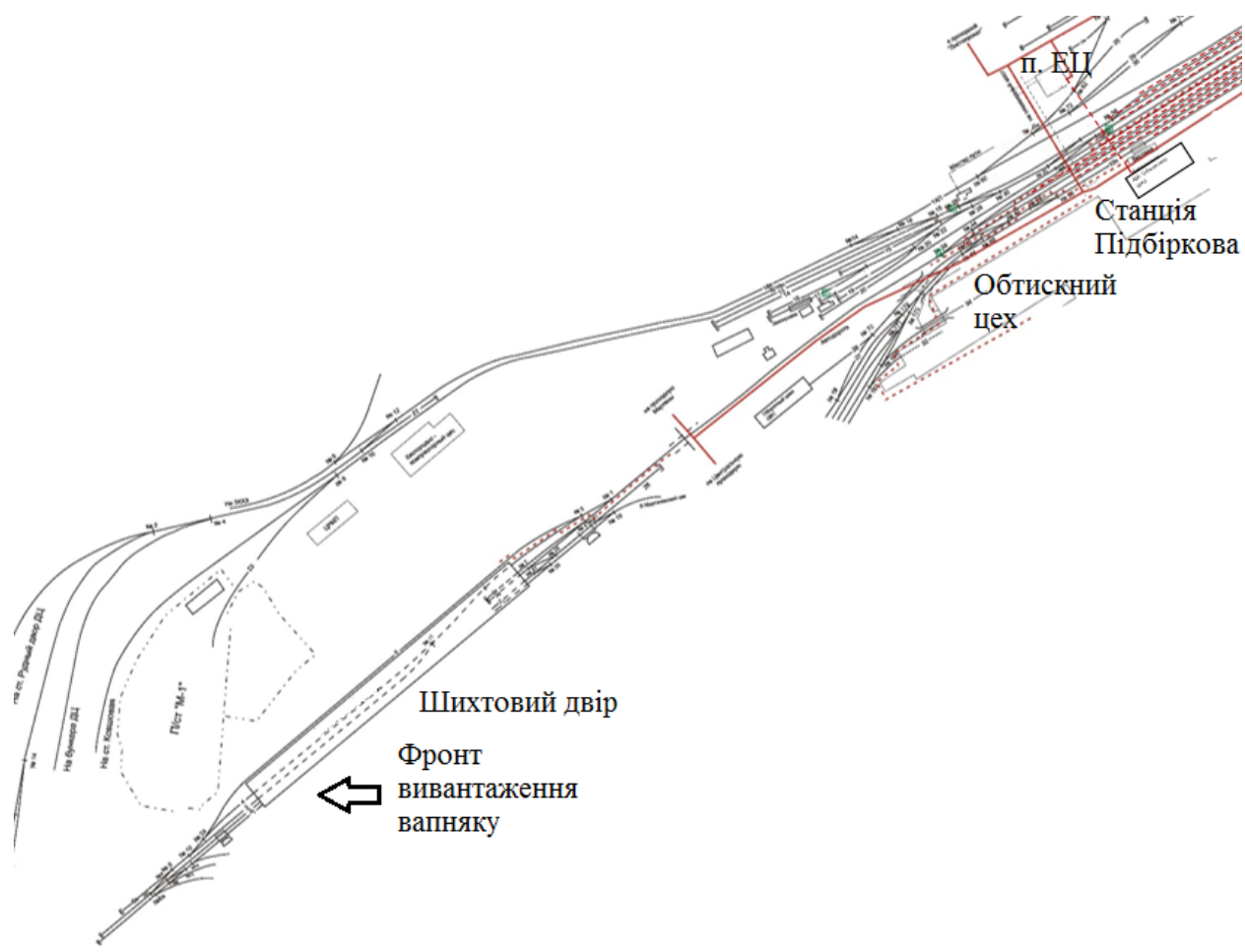


Рисунок 1.11 – Схема розміщення пункту вивантаження вапняку на шихтовому дворі станції Підбіркова

Характеристика колій шихтового двору наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики колій шихтового двору

Номера колій парку	Функціональне призначення колій	Межі колії – від ... до ...		Довжина, м	Місткість, вагонів
ЗА	Навантажувально-розвантажувальна	СП №7	т. упор	65	4

Кінець таблиці 1.2

Номера колій парку	Функціональне призначення колій	Межі колії – від ... до ...		Довжина, м	Місткість, вагонів
3	Навантажувально-розвантажувальна	СП №11	СП №10	296	19
4А	Навантажувально-розвантажувальна	СП №5	т. упор	114	7
5	Навантажувально-розвантажувальна	СП №3	СП №11	160	10
6	З'єднувальна колія	СП №3	СП №24	480	32
6А	Витяжна для маневрів	СП №8	т. упор	46	3
4	Розвантажувальна колія	СП №11	СП №24	276	18

Колії 3, 4, де здійснюється вивантаження вапняку гравітаційним способом, обслуговуються мостовим перевантажувачем.

Для забезпечення процесу вивантаження сипких вантажів на шихтовому дворі вантажники, серед яких призначається старший, обговорюють з бригадиром шихтового двору план робіт.

Одержання від бригадира шихтового двору ключ-бірки від пересувної установки (бирка № 1 – установка західного боку шихтового двору, а бирка № 2 – установка східного боку), фіксується у журналі реєстрації бирок з поставлянням дати, часу, прізвища та підпису.

Під час роботи забороняється наближати міст пересувної установки на відстань ближче п'яти метрів до мостових кранів шихтового двору.

Після закінчення роботи бирку здається бригадиру шихтового двору, у журналі реєстрації поставляється дата, час, прізвище та підпис.

Бригадир шихтового двору при одержанні інформацію від старшого вантажника про прибуття працівників для вивантаження вапняку, зобов'язаний довести до відома машиністів мостових кранів про початок роботи пересувної установки.

Машиністам мостових кранів забороняється переміщати кран на відстань ближче 5 метрів при роботі пересувного пристрою та двох метрів – якщо він не працює.

1.3.3 Характеристика процесів вивантаження вапняку на станції Вугільна

Станція Вугільна [8] (схема наведена на рисунку 1.12) більш активно почала використовуватись для вивантаження вапняку із початку військового вторгнення в Україну, оскільки потребувалось створювати запаси даного вантажу.

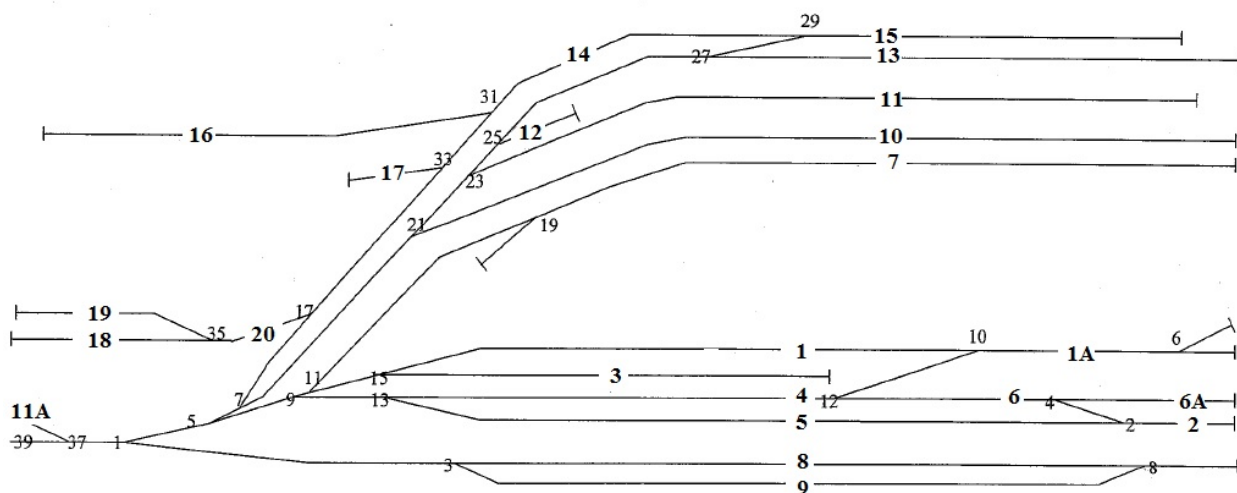


Рисунок 1.12 – Схема колій станції Вугільна

У таблиці 1.3 наведені характеристики колій, які використовуються для виконання вантажних операцій із вапняком на Вугільній.

Таблиця 1.3 – Характеристики колій, які використовуються для виконання вантажних операцій із вапняком на Вугільній

Номера колій парку	Функціональне призначення колій	Межі колії – від ... до ...		Довжина, м	Місткість, вагонів
6	Навантажувально-розвантажувальна	СП №12	СП №4	236	14 8 – фронт вапняку
10	Приймально-відправна, навантажувальна для вапняку	СП №21	т. упор	475	30 8 – фронт вапняку
11	Розвантажувальна естакада	СП №23	т. упор	457	29 4 - фронт вивантаження вапняку
16	Навантажувально-розвантажувальна	СП №39	СП №41	163	9

Обслуговування вантажних фронтів здійснюється наступними підйомно-транспортними машинами та обладнанням:

- колія 6 – залізничним краном;
- колія 10 – екскаватором на гусеничному ході, мобільним перевантажувачем;
- 16 – залізничним краном, екскаватором на гусеничному ході, мобільним перевантажувачем.

Вивантаження вапняку здійснюється з вагонів гравітаційним способом.

1.4 Задачі дипломної роботи

За результатами аналітичного аналізу та відповідно до тематики, що передбачає визначити найбільш раціональні шляхи постачання вапняку до ПАТ «Запоріжсталь» в ході дипломування планується вирішити наступні задачі:

- визначити сфери ефективного використання хоперів та піввагонів в залежності від параметрів – обсягів перевезень та відстаней доставки;
- визначити тривалість знаходження вагонів з вапняком на ПАТ «Запоріжсталь»;
- визначити час роботи локомотивів;
- визначити тривалість доставки вапняку магістральними коліями українських залізниць;
- встановити вартість тарифів залізниці за перевезення, при цьому для відповідності завданню, у зв'язку з неможливістю використання хоперів під подвійні операції, також приймаємо, що напіввагони відправляються постачальникам вапняку у порожньому стані одразу після вивантаження на ПАТ «Запоріжсталь»;

- розрахувати кількість піввагонів та хоперів для забезпечення доставки вапняку;
- проаналізувати ринкові умови та розрахувати вартість орендної плати за вагони;
- визначити собівартість доставки однієї тонни вапняку.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз географії постачань вапняку у довоєнний період та на початку військового вторгнення

До аналізу прийняті реальні постачання вапняку у довоєнний період та на початку військового вторгнення з метою визначення географії можливих постачань у майбутньому, у тому числі із врахуванням післявоєнного відновлення країни та повернення підприємства до найбільш близьких та якісних джерел сировини для металургійного виробництва.

На рисунку 2.1 показаний аналіз розподілу постачань за кількістю вагонів по тарифних відстанях перевезень у передвоєнний період.

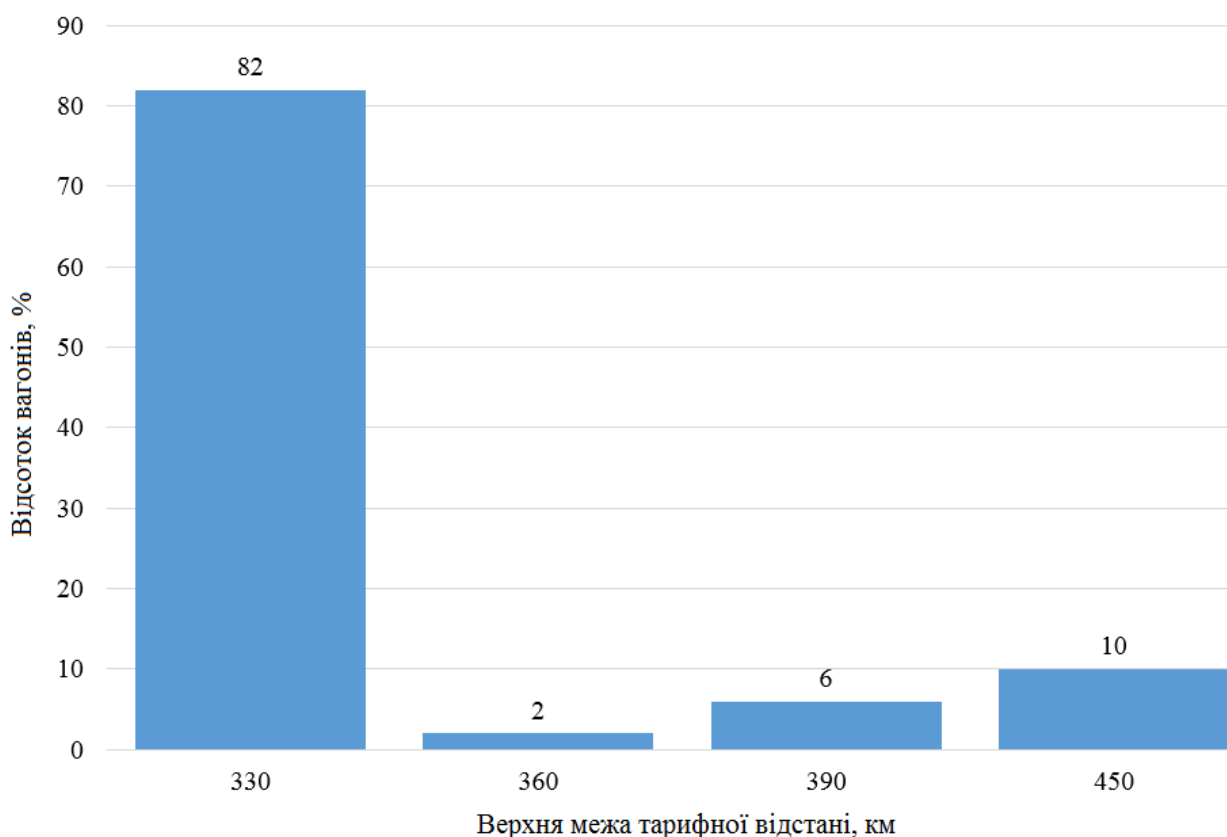


Рисунок 2.1 – Аналіз розподілу постачань за кількістю вагонів по тарифних відстанях перевезень у передвоєнний період

На рисунку 2.2 показаний аналіз розподілу поставчань за кількістю вагонів по тарифних відстанях перевезень після військового вторгнення.

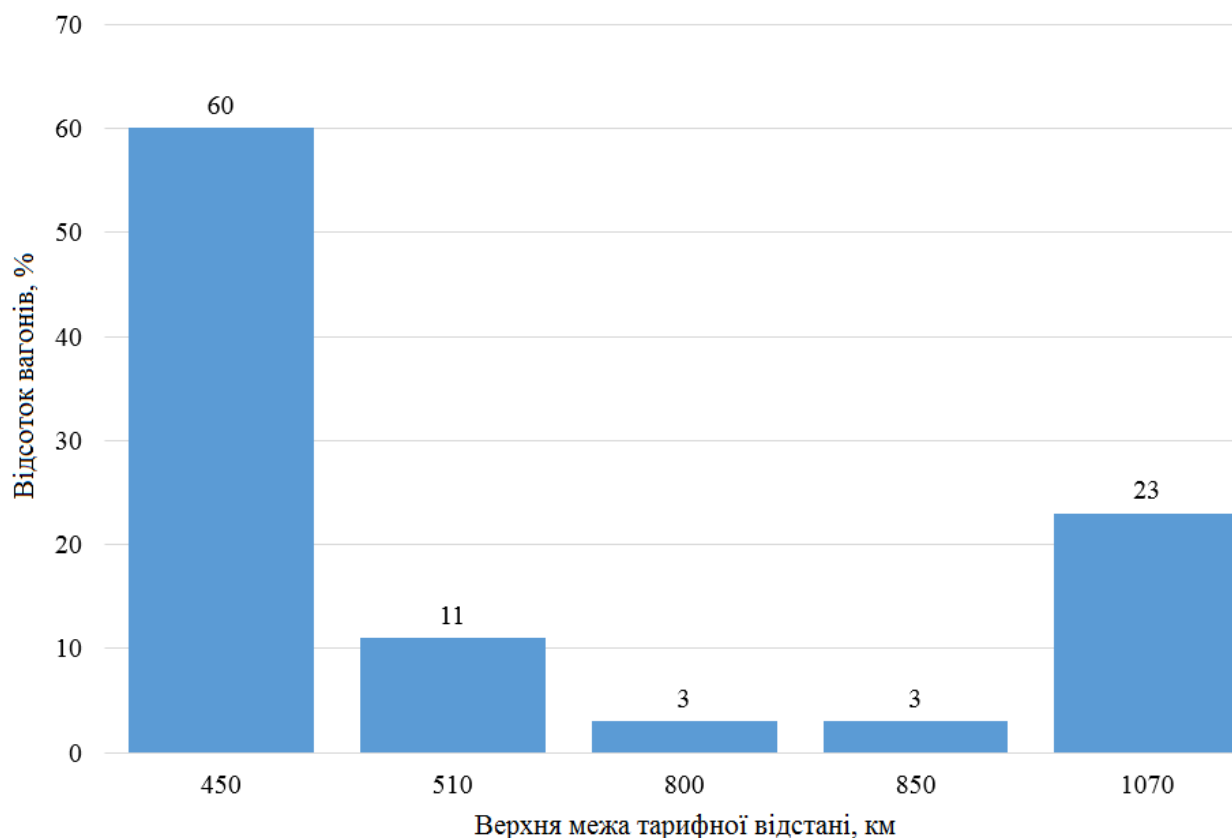


Рисунок 2.2 – Аналіз розподілу поставчань за кількістю вагонів по тарифних відстанях перевезень після військового вторгнення

Як бачимо з даних рисунків, відстань поставчань суттєво збільшилась навіть у перші роки після військового вторгнення у 2014 році.

2.2 Аналіз різниці вартості тарифних ставок

Для визначеного діапазону відстаней проаналізуємо різницю вартості тарифних ставок – таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 – Аналіз різниці вартості тарифних ставок

Відстань, км		Базова ставка, грн		
від	до	Піввагон	Хопер	Різниця
301	330	3128	3332	204
331	360	3321	3542	221
361	390	3512	3750	238
391	420	3702	3957	255
421	450	3890	4161	271
451	480	4077	4365	288
481	510	4263	4567	304
511	540	4448	4768	320
541	570	4633	4968	335
571	600	4817	5168	351
601	650	5061	5434	373
651	700	5366	5765	399
701	750	5671	6096	425
751	800	5975	6426	451
801	850	6280	6757	477
851	900	6585	7088	503
901	950	6891	7420	529
951	1000	7197	7753	556
1001	1070	7566	8153	587

Залишимо лише ті значення відстаней, які є в аналізі попереднього підрозділу та оцінимо різницю тарифів із урахування коефіцієнту для вапняку для флюсування 4,083. Отримуємо таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Орієнтовна порівняльна вартість доставки вапняку у напіввагонах та хоперах

Відстань, км		Тариф з ПДВ, грн			Різниця з урахуванням плати за користування, грн
від	до	Піввагон	Хопер	Різниця	
301	330	15326	16325	999	-1597
331	360	16272	17354	1082	-1514
361	390	17207	18374	1167	-1429
421	450	19059	20387	1328	-1268
481	510	20887	22376	1489	-1107
751	800	29275	31485	2210	-386
801	850	30769	33107	2338	-258
1001	1070	37070	39946	2876	280

При розрахунку різниці у вартості доставки із урахуванням плати за користування вагонами враховані дані [9], за якими плата за користування піввагонами становить 1300 грн за добу, а плата за користування хоперами, за даними червня 2024 року – 650 грн за добу (тривалість обороту вагону прийнята – 3 доби). Також враховано витрати на роботу з ручного вивантаження вагонів у розмірі 256 грн/вагон.

На рисунку 2.3 показана залежність орієнтовної різниці – збільшення витрат на доставку вагону при використанні хоперів замість напіввагонів при доставці вапняку для флюсування.

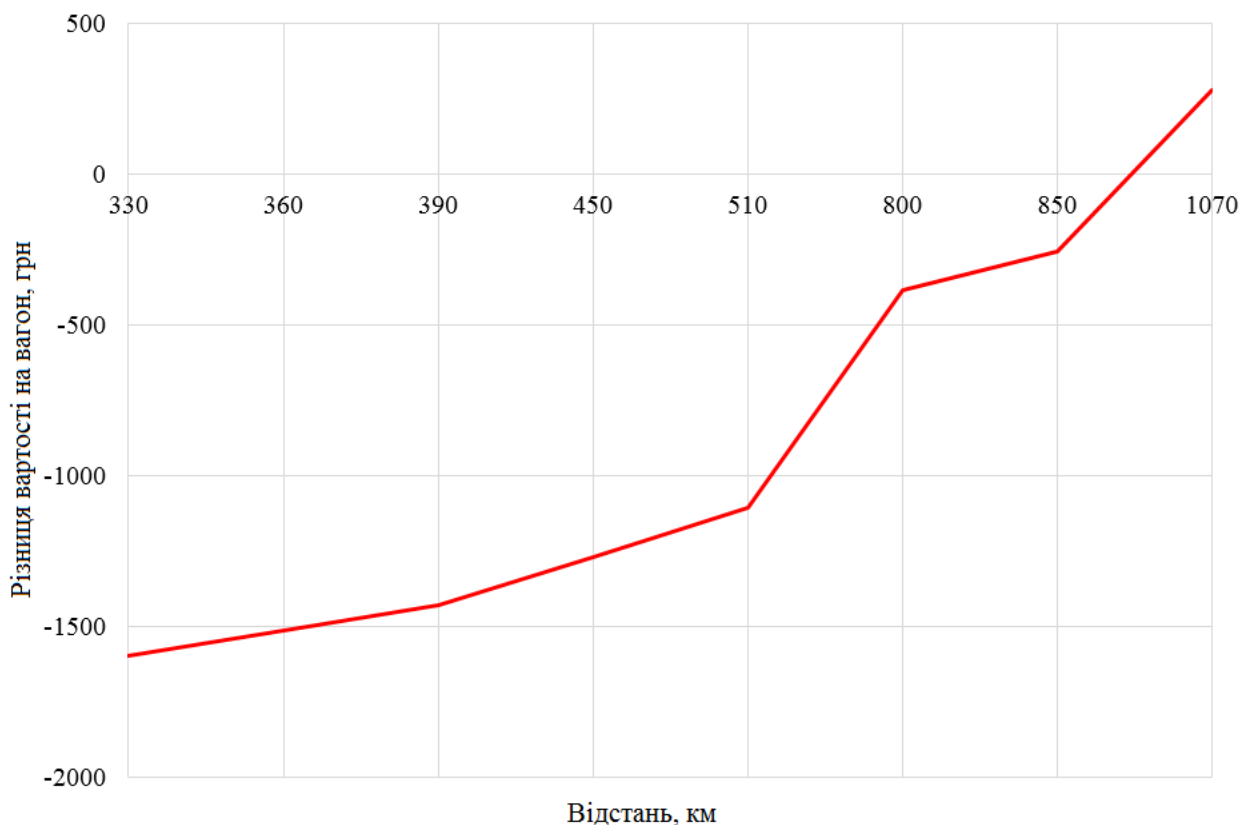


Рисунок 2.3 – Залежність орієнтовної різниці витрат на доставку вагону при використанні напіввагонів замість хоперів при доставці вапняку для флюсування

В наступних розділах основної частини встановимо технічні параметри організації доставки вапняку із використанням відомих методик [10, 11, 12]. В даному проєкті приймаємо, що доставка здійснюється маршрутними складами.

Маса вантажу у вагонах становить 70 тонн, кількість вагонів – 54 одиниці. Це теоретично прийнятні та близькі до реальних параметри доставки вантажу.

2.3 Організація обробки составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь»

Состав із вапняком по прибутті обробляється на станції примикання Запоріжжя-Ліве, графік представлений на рисунку 2.4.

Найменування операцій	Час, хвилин										Виконавці
	10		20		30		40		50		
Закріплення составу поїзду	■										ДСП
Відчеплення локомотиву	■										Лок-на бригада
Огородження составу поїзду	■										Прац. ПТО
Технічне обслуговування		■	■	■	■						Прац. ПТО
Комерційний огляд		■	■	■	■						Прац. ПТО
Прийомоздав. операції		■	■	■	■						Пром. підпр.
Зняття огор. составу					■						Прац. ПТО
Причеплення локомотиву					■						Лок-на бригада
Зняття закріплення					■						ДСП
Випробування автогальм						■	■	■			Лок-на бригада
Прохід помічн. до поїзду, відпр.								■	■		Пом. машин.
Загальна тривалість	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.4 – Обробка составу із вапняком по прибутті на станції примикання Запоріжжя-Ліве

Більша кількість составів з вапняком вивантажується на рудному дворі. Для цього состави прослідують без переробки через станцію Східна на станцію Південна.

Графік обробки составу представлений на рисунку 2.5.

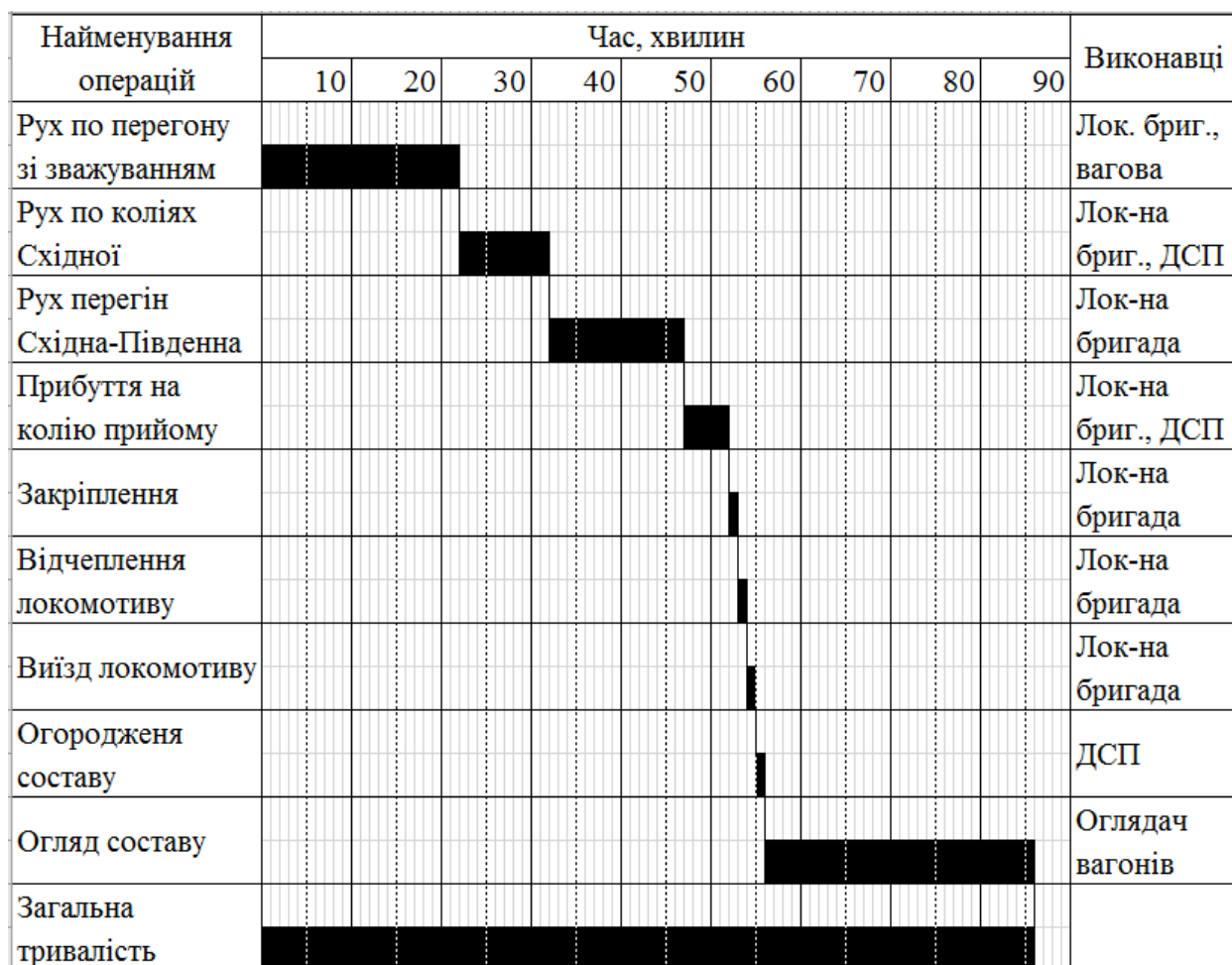


Рисунок 2.5 – Графік обробки составу з вапняком на станціях Східна та Південна

Приймаємо найбільш поширену схему із вивантаженням вапняку партіями по 9 вагонів з подаванням одним локомотивом у хвості потягу, вагонами уперед.

При використанні хоперів графік вивантаження подачі вагонів виглядає наступним чином – рисунок 2.6.

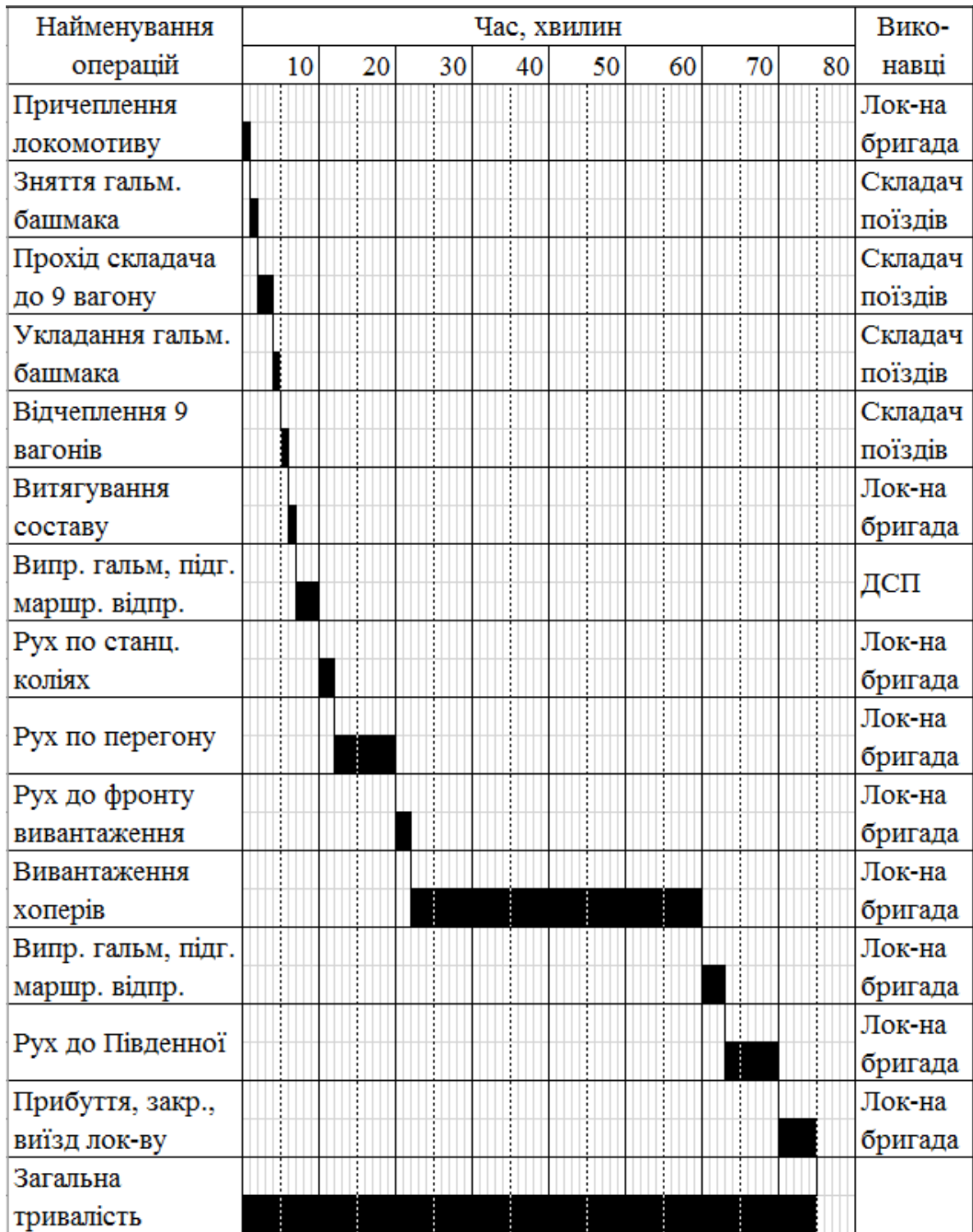


Рисунок 2.6 – Графік вивантаження подачі хоперів із вапняком для флюсування

При використанні напіввагонів графік вивантаження подачі вагонів виглядає наступним чином – рисунок 2.7.

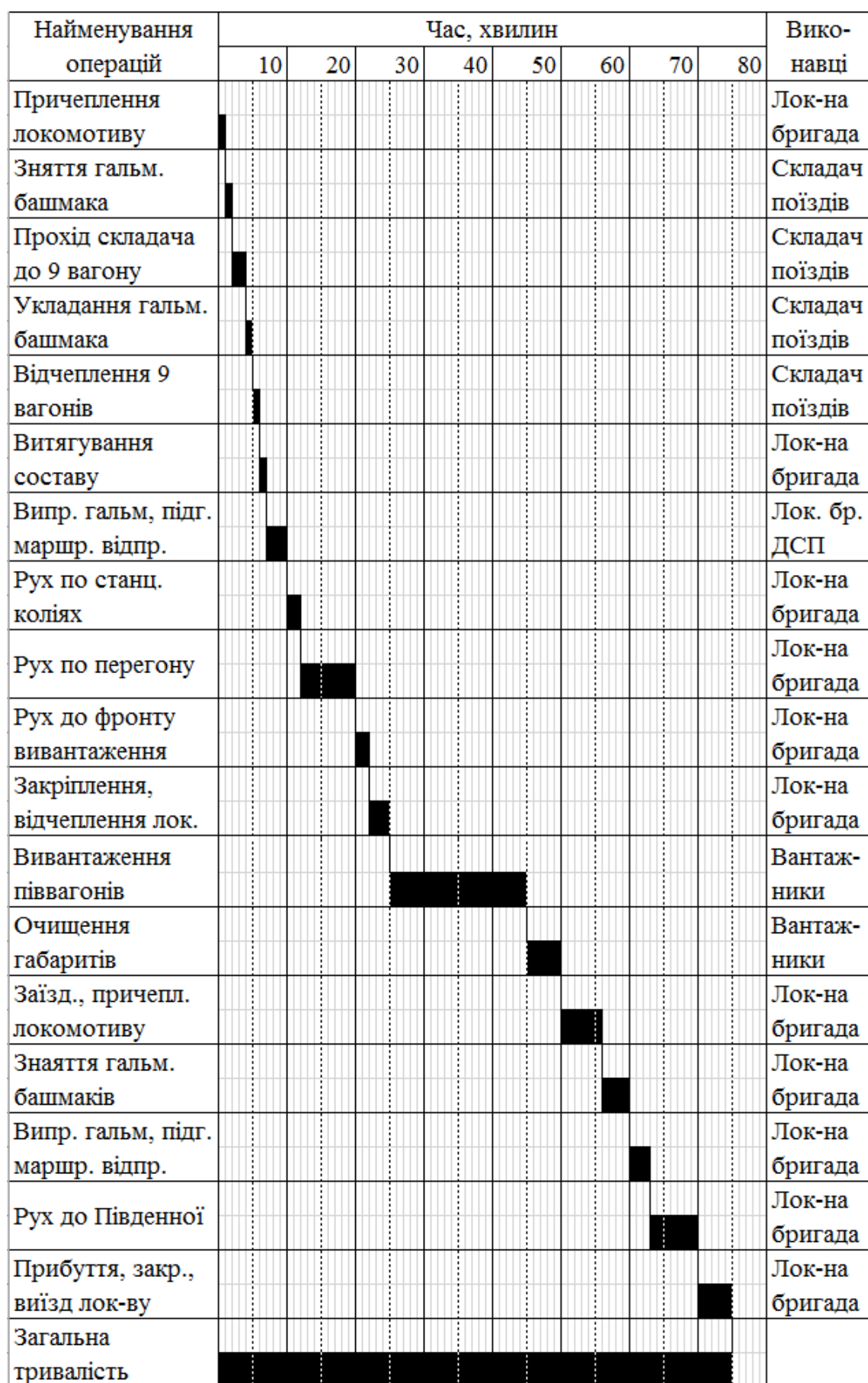


Рисунок 2.7 – Графік вивантаження подачі піввагонів

Тривалість вивантаження составів на станції Аглофабрика визначена за допомогою графіка на рисунку 2.8.

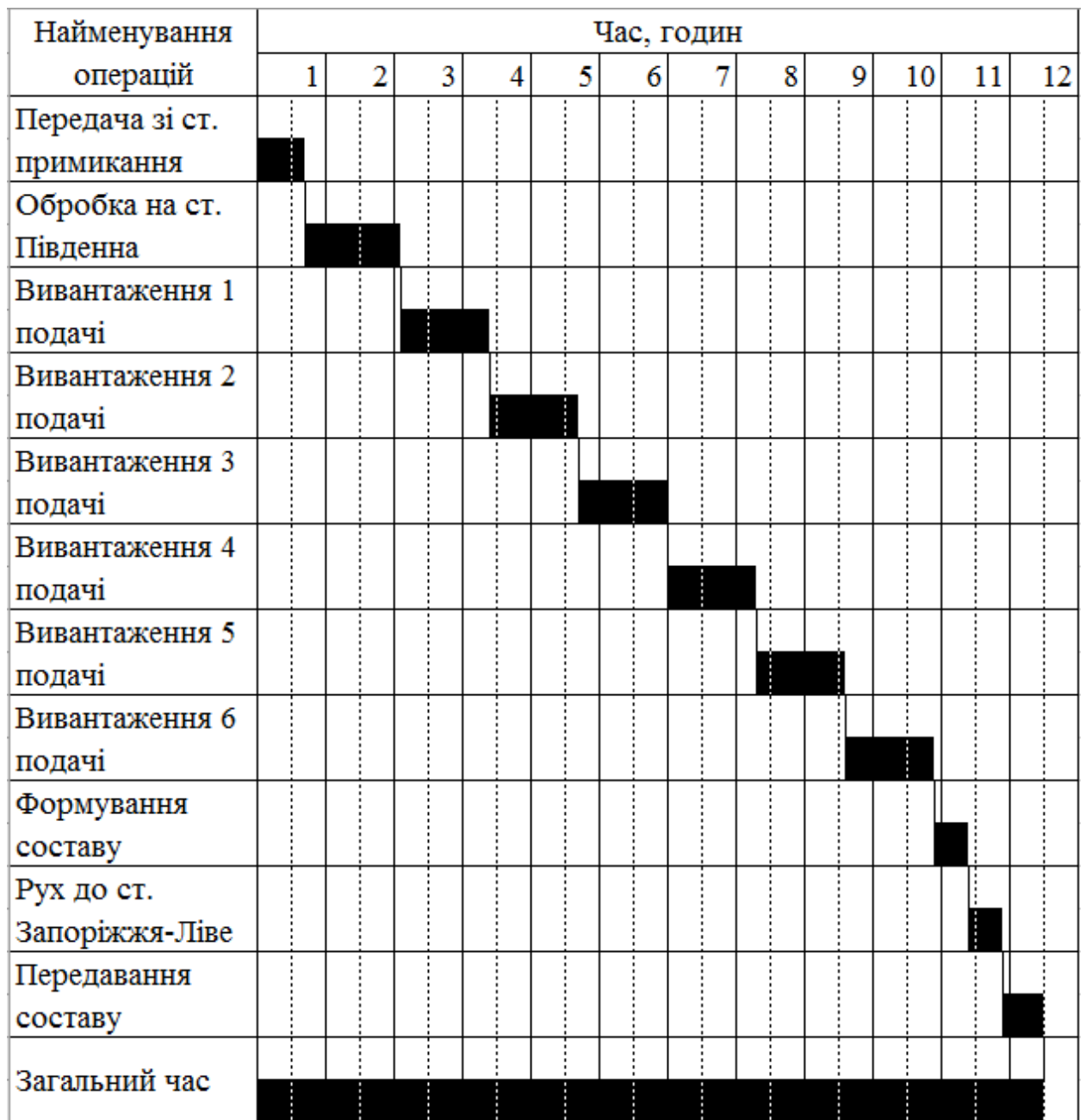


Рисунок 2.8 – Тривалість вивантаження составів на станції Аглофабрика

Для доставки вапняку до станції Аглофабрика будемо планувати перевезення як у хоперах, так і у піввагонах.

У разі вивантаження составів на станціях Вугільна та Підбіркова, доцільно використовувати хопери через меншу вартість простою вагонів, оскільки тривалість даних операцій буде тривалішою.

Графік обробки вагонів із розформування та формування составів призначенням на станцію Вугільна та Підбіркова на станції Східна показаний на рисунку 2.9.

Найменування операцій	Час, хвилин									Виконавці
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
Рух по перегону зі зважуванням	■	■	■							Лок. бриг., вагова
Рух по коліях Східної			■	■						Лок-на бриг.
Закріплення составу				■						Лок-на бригада
Огляд вагонів					■	■	■	■		Оглядачі вагонів
Форм. сост. для Вугільн. та Підб.								■	■	Лок-на бригада
Загальна тривалість	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.9 – Графік обробки вагонів із розформування та формування составів призначенням на станцію Вугільна та Підбіркова на станції Східна

До станції Вугільною вагони подіються зі станції Східна. Розмір составів може становити 25 вагонів.

Плануємо подавання двох составів по 24 вагони на Вугільну та 6 вагонів з маршрутного составу на станцію Підбіркову для вивантаження на шихтовому дворі.

На рисунку 2.10 показаний графік вивантаження составів вапняку на станції Вугільна.

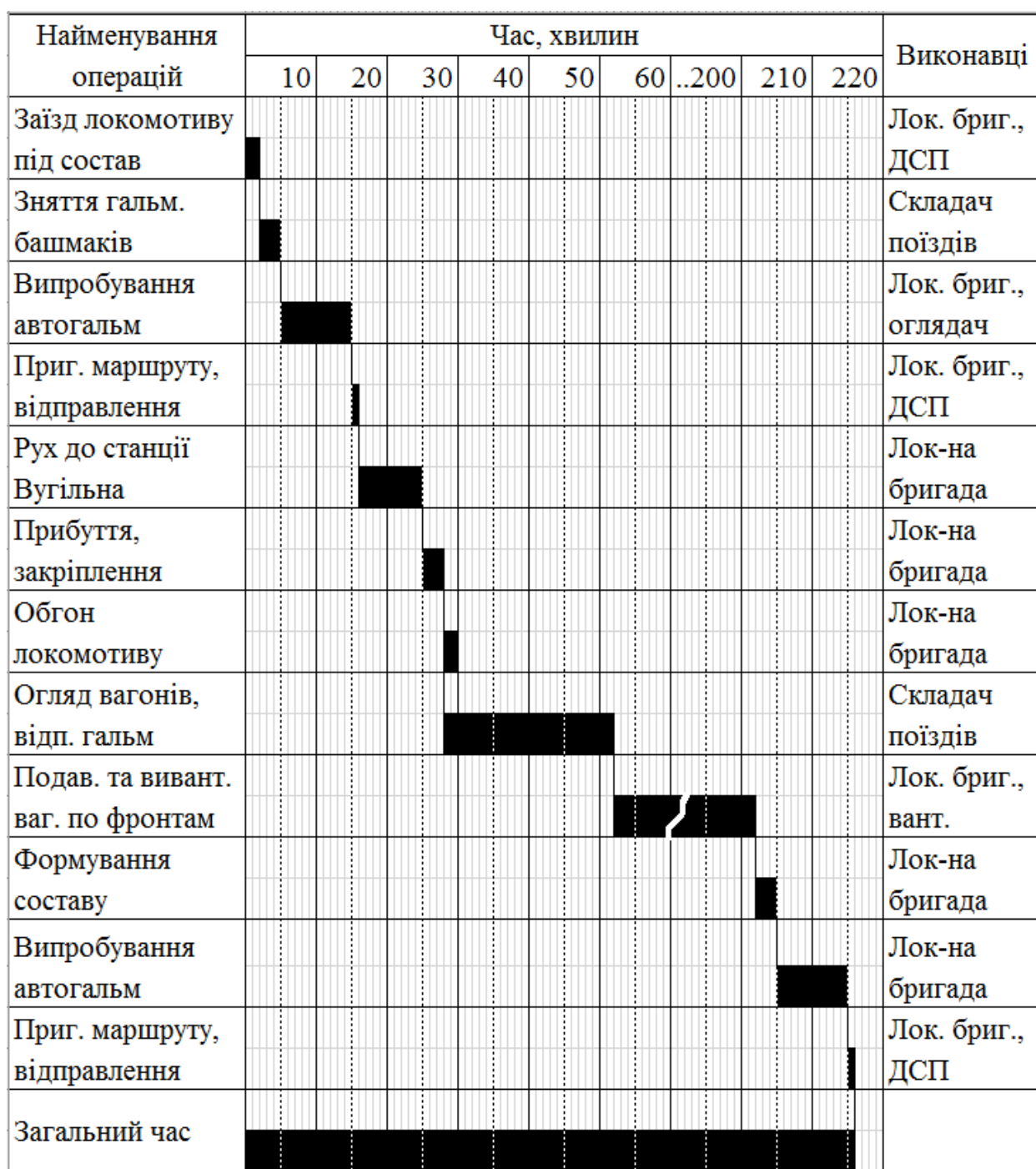


Рисунок 2.10 – Графік вивантаження составів вапняку на станції Вугільна

На рисунку 2.11 показаний процес доставки та вивантаження вапняку на шихтовому дворі, який обслуговується станцією Підбіркова.

Найменування операцій	Час, хвилин									Виконавці
	..60	70	80	90	100	110	..190	200	210	
Накопичення составу	■									Лок. бриг., ДСП
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 Підбіркова			■							Лок-на бригада
Прибуття, закріплення				■						Лок-на бригада
Виїзд локомотиву				■						Лок-на бригада
Огляд вагонів, відп. гальм				■	■	■				Оглядач вагонів
Подав. та вивантаження							■	■		Лок. бриг., вант.
Формування составу								■		Лок-на бригада
Випробування автогальм								■	■	Оглядач вагонів
Приг. маршруту, відправлення									■	Лок. бриг., ДСП
Загальний час	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Рисунок 2.11 - Процес доставки та вивантаження вапняку на шихтовому дворі, який обслуговується станцією Підбіркова.

Графік вивантаження составу з хоперів на станціях Вугільна та Підбіркова наведений на рисунку 2.12.

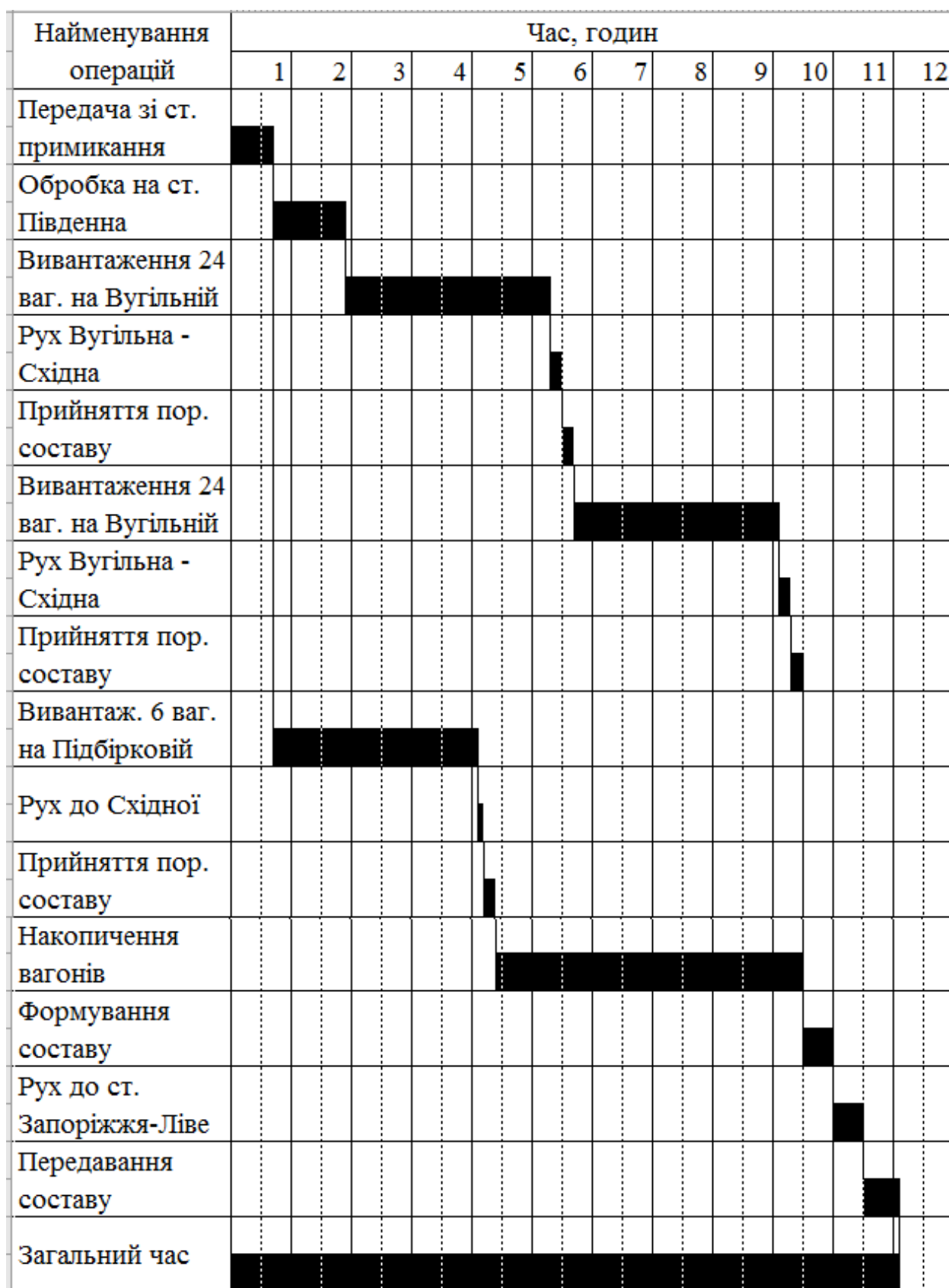


Рисунок 2.12 – Графік вивантаження составу з хоперів на станціях
Вугільна та Підбіркова

2.4 Організація руху составів із вапняком на ПАТ «Запоріжсталь» від постачальників

Для доставки 68000 тонн вапняку протягом місяця необхідно доставити:

$$68000 / 70 = 972 \text{ вагони.}$$

Відповідно потрібно доставити:

$$972 / 54 = 18 \text{ маршрутів із вапняком}$$

На рисунку 2.13 показані графіки руху составів з вапняком.

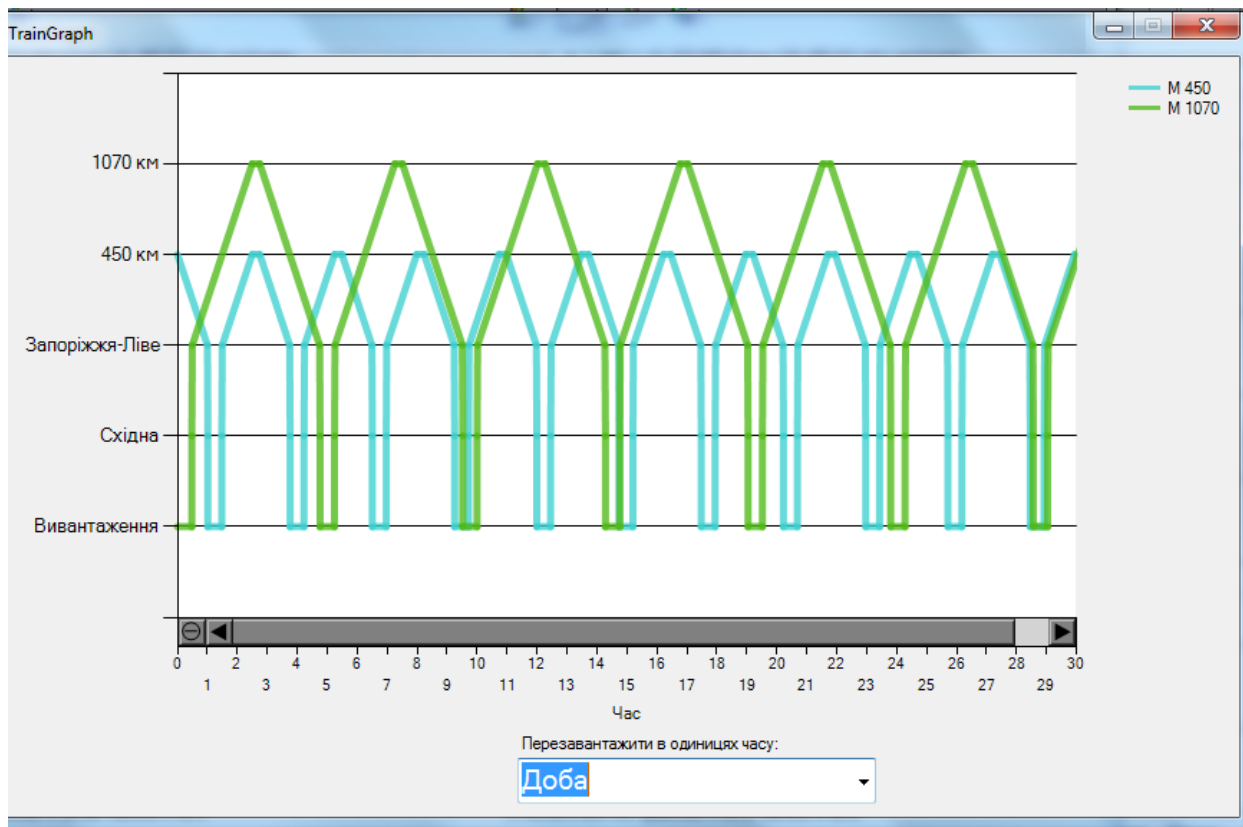


Рисунок 2.13 – Графіки руху составів з вапняком

Даний графік враховує постачання з найбільш віддаленого пункту постачання вапняку у піввагонах, що зменшує витрати на тариф, та постачання у хоперах із найближчого пункту постачання.

Окремі фрагменти графіку потребують більш детального аналізу в контексті відсутності конфліктних точок в русі маршрутних составів. Для цього виділяємо та збільшуємо зображення в програмі TrainGraph – рисунок 2.14.

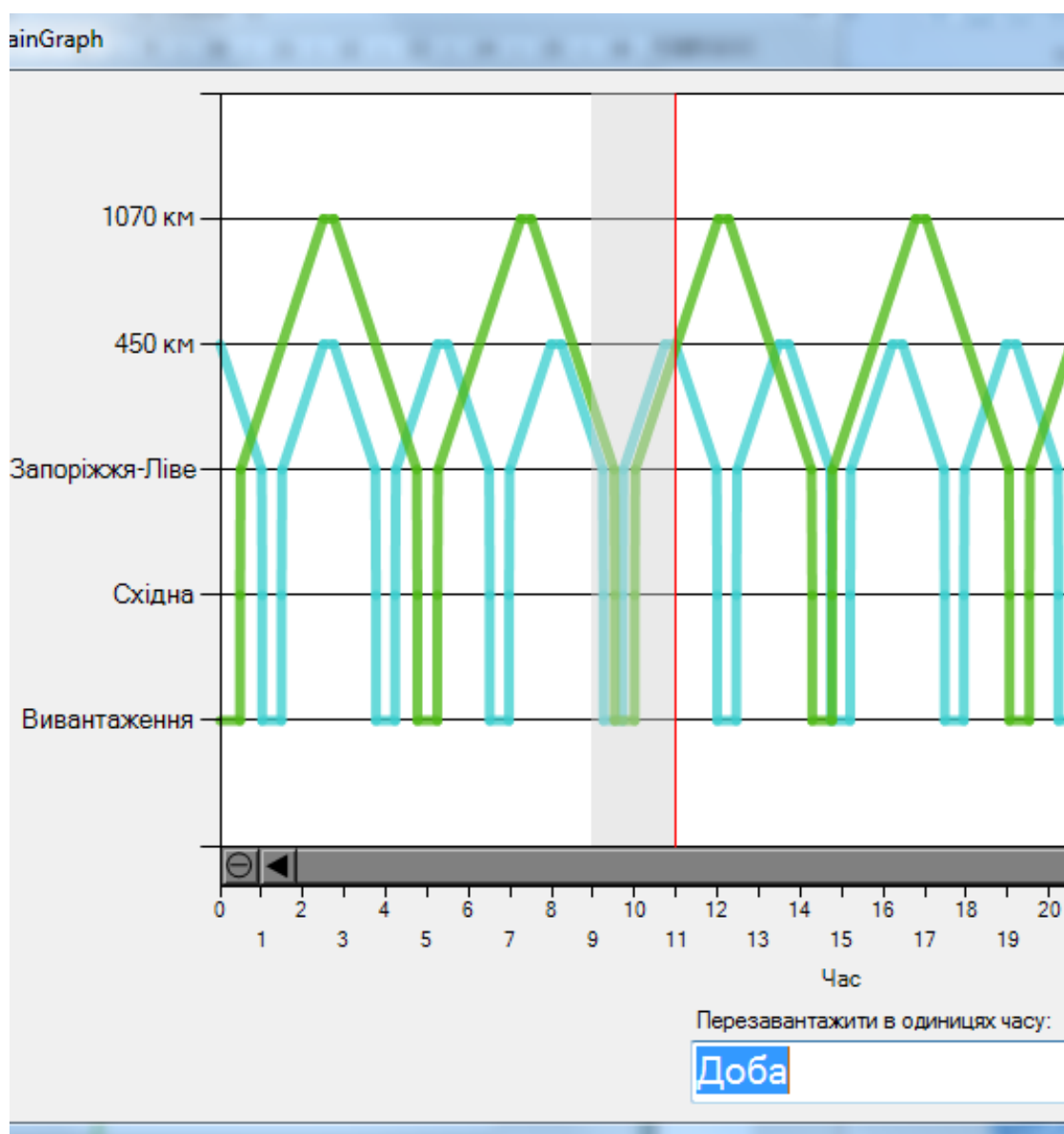


Рисунок 2.14 – Аналіз першого фрагменту графіку доставки вапняку

Аналіз першого фрагменту графіку доставки вапняку демонструє відсутність конфліктів при доставці матеріалу за станції примикання, а процеси вивантаження розмежовані:

- вивантаження вапняку у піввагонах здійснюється на станції Аглофабрика;
- вивантаження вапняку у хоперах здійснюється на станції Вугільна та Підбіркова.

Це демонструє рисунок 2.15.

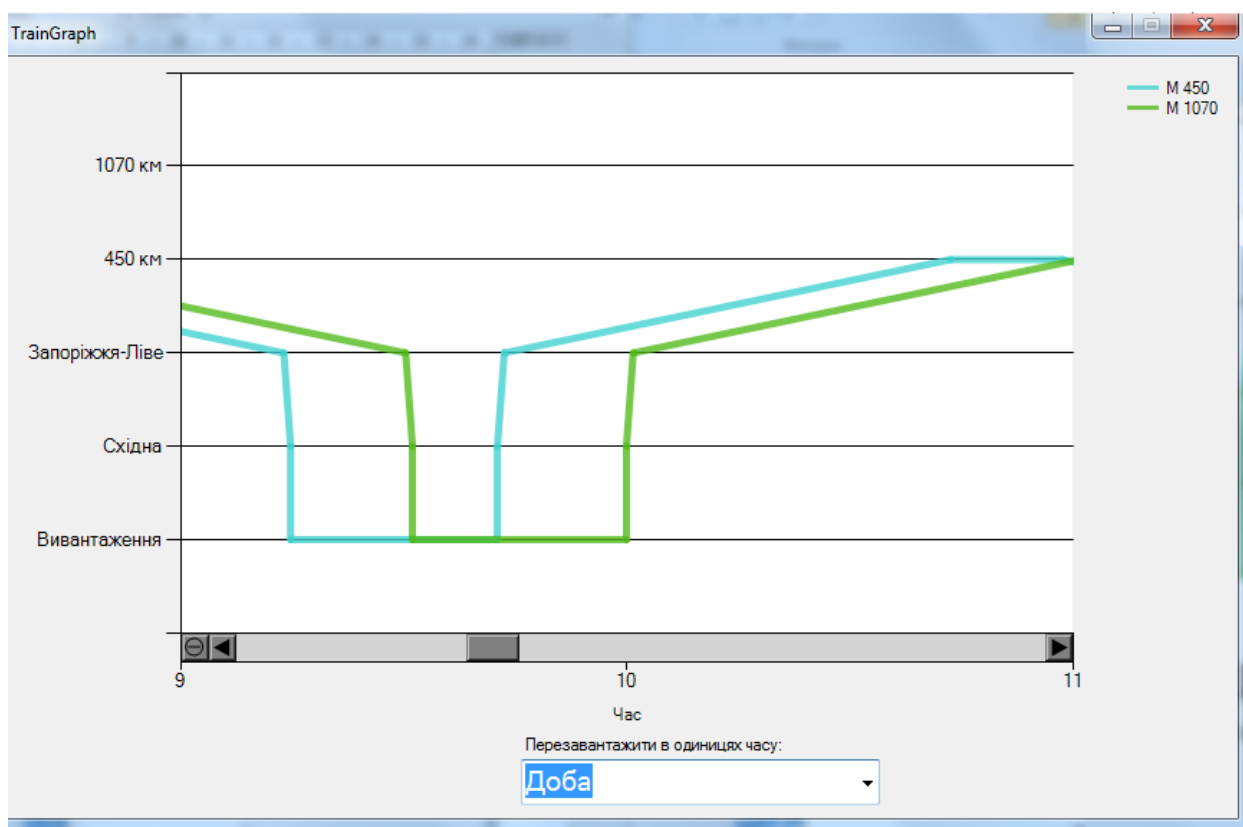


Рисунок 2.15 – Аналіз збільшеного зображення першого фрагменту графіку доставки вапняку

Розглянувши другий фрагмент графіку доставки вапняку, також пересвідчуємось у відсутності будь-яких конфліктів у русі составів – рисунок 2.16.

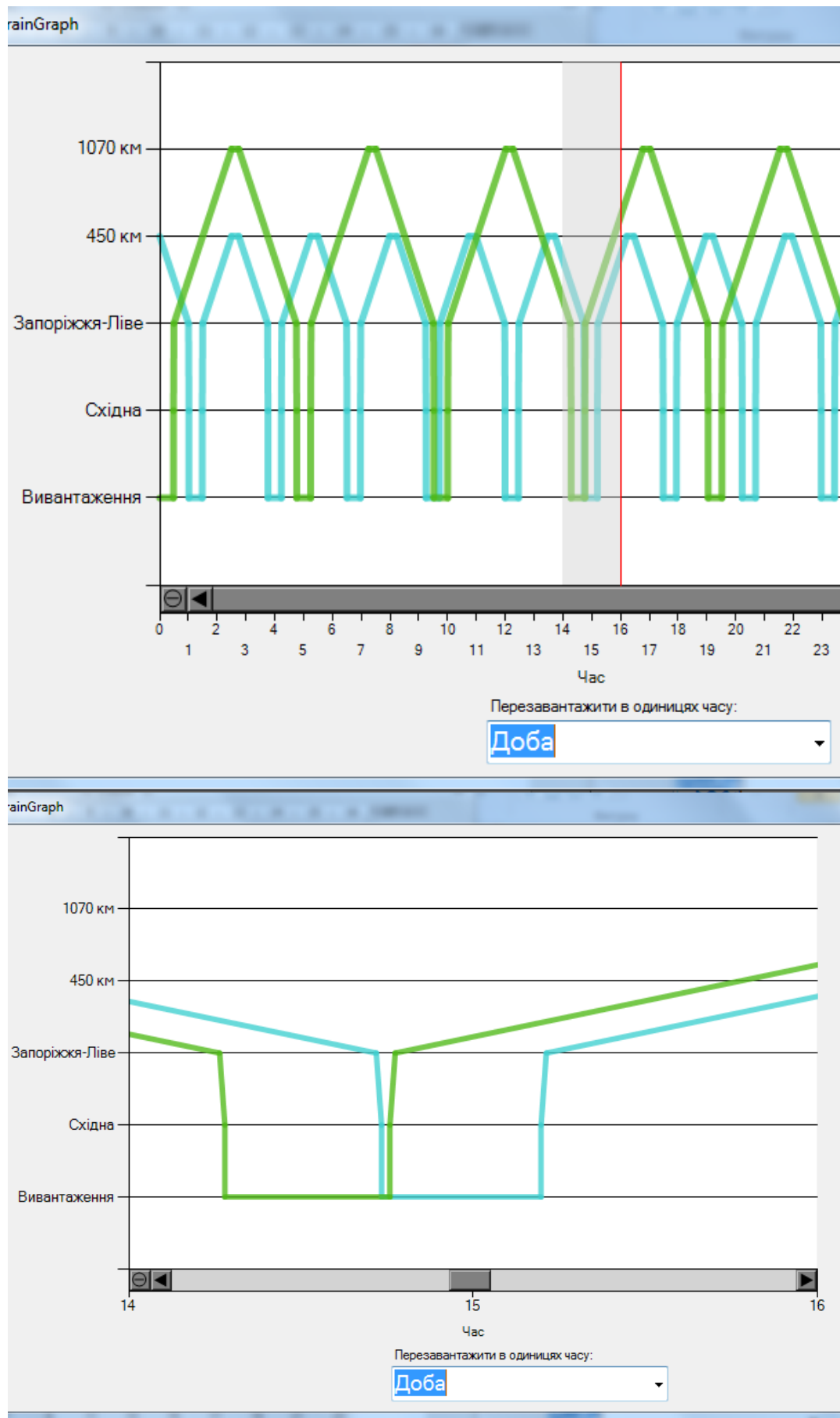


Рисунок 2.16 – Аналіз другого фрагменту графіку доставки вапняку

Аналіз третього фрагменту – рисунок 2.17 також демонструє відсутність конфліктів.

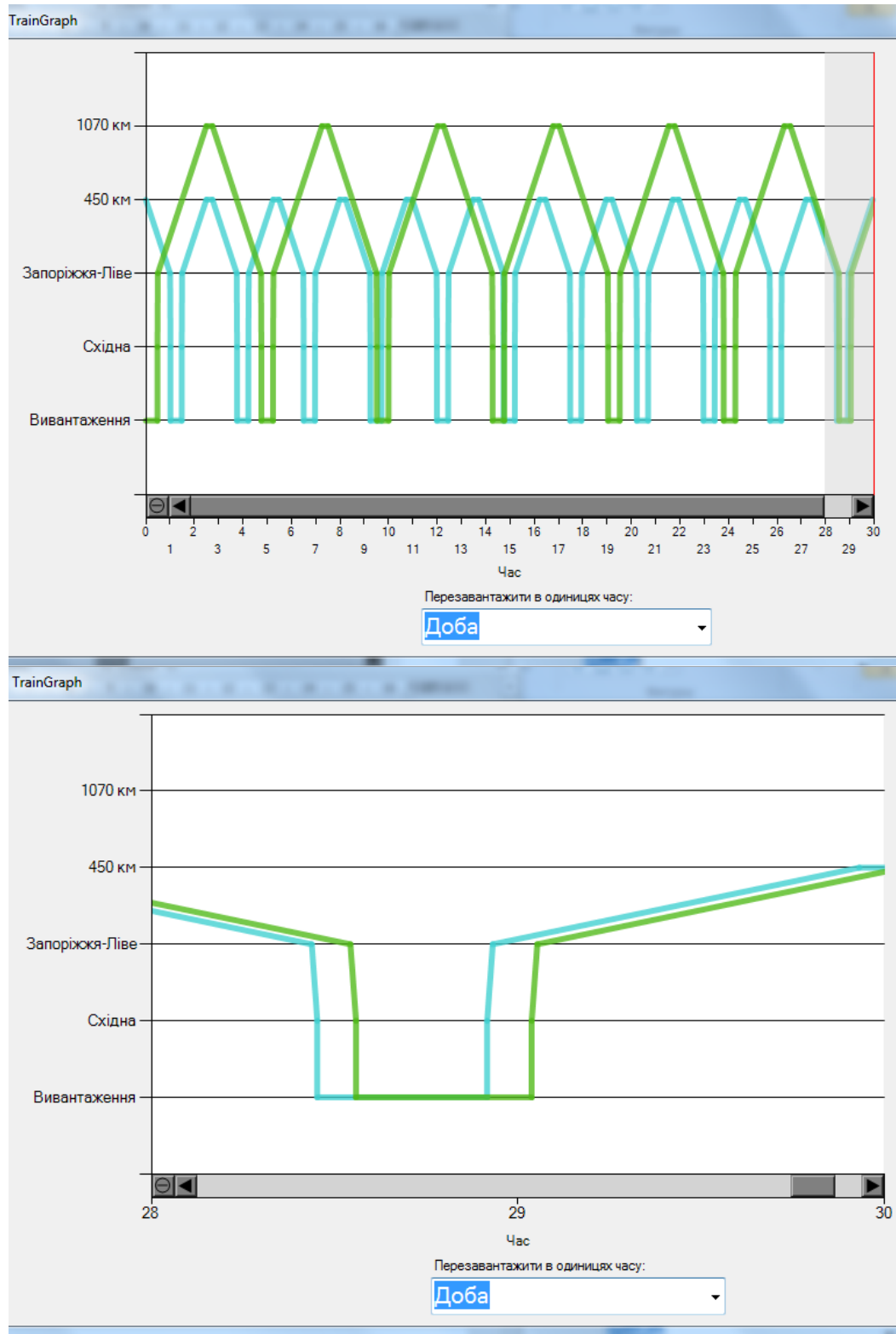


Рисунок 2.17 – Аналіз другого фрагменту графіку доставки вапняку

2.5 Визначення парку вагонів для доставки вапняку до ПАТ «Запоріжсталь» та технічних параметрів роботи

Завдяки графічному аналізу попереднього розділу встановлена кількість рухомого складу в роботі:

- 1 маршрутний состав з хоперів;
- 1 маршрутний состав з піввагонів.

Таким чином, необхідним є використання 54 хоперів та 54 піввагонів.

Тривалість роботи локомотивів за графіками, наведеними у даному розділі становить:

- 350 хвилин при вивантаженні піввагонів – на один прибулий на підприємство состав;
- 652 хвилини при вивантаженні хоперів – на один прибулий на підприємство состав.

Проте, вивантаження піввагонів потребує використання значної кількості вантажників.

Виконаємо економічний аналіз.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вихідні технічні параметри доставки вапняку у піввагонах та хоперах

Обчислені значення параметрів доставки вапняку у піввагонах та хоперах наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Параметри доставки вапняку у піввагонах та хоперах

Номер парам.	Параметр	Значення	Од. виміру
1	Кількість піввагонів	54	одиниць
2	Кількість хоперів	54	одиниць
3	Обсяг постачань вапняку	816000	т/рік
4	Кількість доставлених вагонів з вапняком	11664	од./рік
5	Обсяг роботи локомотивів, год.	3607	локомотиво-год.
6	Вартість оренди піввагону	1300	грн/добу

Кінець таблиці 3.1

Номер парам.	Параметр	Значення	Од. виміру
7	Вартість оренди хоперу	650	грн/добу
8	Вартість ручного вивантаження піввагону	256	грн/вагон
9	Кількість вивантажених піввагонів	4860	одиниць
10	Кількість вивантажених хоперів	6804	одиниць

В роботі визначена доцільність доставки вапняку у хоперах при менших відстанях перевезень до постачальників, ніж для піввагонів.

Розрахуємо економічні показники доставки вапняку при використанні піввагонів та хоперів.

3.2 Економічні показники доставки вапняку при використанні піввагонів та хоперів

Загальні витрати $B_{\text{пк}}$ з доставки вапняку при використанні піввагонів та хоперів визначимо [13,14] за формулою:

$$B_{\text{пх}} = T_{\text{пх}} + T_{\text{пор}} + C_{\text{вант}} + B_{\text{рв}} + B_{\text{ман}} + C_{\text{пх}}, \quad (3.1)$$

- де $T_{\text{пх}}$ – тариф з доставки вапняку у піввагонах та хоперах, грн;
 $T_{\text{пор}}$ – тариф за повернення порожніх вагонів після вивантаження вапняку, грн;
 $C_{\text{вант}}$ – собівартість перевезень вапняку промтранспортом, грн;
 $B_{\text{рв}}$ – вартість ручного вивантаження вапняку, грн;
 $B_{\text{ман}}$ – вартість роботи локомотивів, грн;
 $C_{\text{пх}}$ – оренда піввагонів та хоперів, грн.

Вартість залізничного тарифу $T_{\text{пх}}$ з доставки вапняку у вагонах та хоперах встановимо за виразом:

$$T_{\text{пх}} = K_{\text{п}} T_{\text{п}} + K_{\text{х}} T_{\text{х}}, \quad (3.2)$$

- де $K_{\text{п}}$ – кількість доставлених піввагонів із вапняком, од.;
 $T_{\text{п}}$ – тариф на перевезення піввагону з вапняком, грн.
 $K_{\text{х}}$ – кількість доставлених хоперів із вапняком, од.;
 $T_{\text{х}}$ – тариф на перевезення хоперу з вапняком, грн.

Розрахуємо $T_{\text{пх}}$ за (3.2):

$$T_{\text{пх}} = 4860 \cdot 37070 + 6804 \cdot 20387 = 318873348 = 318,87 \text{ млн грн/рік.}$$

Тариф $T_{\text{пор}}$ за повернення до пункту навантаження вапняку порожніх вагонів встановимо за виразом:

$$T_{\text{пор}} = K_{\text{п_пор}} T_{\text{п_пор}} + K_{\text{х_пор}} T_{\text{х_пор}}, \quad (3.3)$$

де K_{Π} – кількість повернених піввагонів, од.;

T_{Π} – тариф на повернення піввагону, грн.

K_x – кількість повернених хоперів, од.;

T_x – тариф на повернення хоперу, грн.

Розраховуємо $T_{\text{пор}}$ відповідно до (3.3):

$T_{\text{пор}} = 4860 \cdot 9708,8424 + 6804 \cdot 4476,744 = 77644740,24 = 77,64$ млн грн/рік.

Визначимо собівартість $C_{\text{вант}}$ доставки вапняку промтранспортом за виразом:

$$C_{\text{вант}} = Q_{\text{вап}} \text{ СВ}, \quad (3.4)$$

де $Q_{\text{вап}}$ – маса доставленого вапняку, т;

СВ – собівартість перевезення однієї тонни вантажу, грн/т.

Розраховуємо $C_{\text{вант}}$ за (3.4):

$C_{\text{вант}} = 816000 \cdot 32 = 26112000 = 26,11$ млн грн/рік.

Вартість ручного вивантаження вапняку $V_{\text{рв}}$ встановимо за наступною формулою:

$$V_{\text{рв}} = K_{\Pi} C_{\text{рв}}, \quad (3.5)$$

де $C_{\text{рв}}$ – вартість очищення піввагону з вапняком, грн.

Встановимо згідно (3.5):

$$V_{pv} = 4860 \cdot 256 = 1244160 = 1,24 \text{ млн грн/рік.}$$

Вартість роботи маневрових локомотивів $V_{ман}$ визначаємо згідно даного виразу:

$$V_{ман} = T_{ман} C_{л}, \quad (3.6)$$

де $T_{ман}$ – час роботи, год.;

$C_{л}$ – вартість 1 год., грн.

Визначаємо за (3.6):

$$V_{ман} = 3607 \cdot 1265 = 4562855 = 4,56 \text{ млн грн/рік.}$$

Орендна вартість використання вагонів $C_{пх}$ [9] може бути визначена за таким виразом:

$$C_{пх} = 365 (K_{п_парк} C_{оп} + C_{х_парк} C_{ох}), \quad (3.7)$$

де $K_{п_парк}$ – парк піввагонів, од;

$K_{х_парк}$ – парк хоперів, од;

$C_{оп}$ - вартість оренди піввагону, грн/доба.

$C_{ох}$ – вартість оренди хопера, грн/доба.

Визначаємо згідно (3.7):

$$C_{пх} = 365 (54 \cdot 1300 + 54 \cdot 650) = 38434500 = 38,43 \text{ млн грн/рік.}$$

Загальні витрати згідно (3.1) будуть становити:

$V_{\text{іх}} = 318,87 + 77,64 + 26,11 + 1,24 + 4,56 + 38,43 = 466,85$ млн грн на рік.

Собівартість перевезення тонни вапняку у середньому (у піввагонах та хоперах) становитиме:

$466,85 \text{ млн грн} / 816000 \text{ т} = 572 \text{ грн/т}$

Економічні показники за організацією доставки вапняку у вагонах і хоперах приведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Економічні показники за організацією доставки вапняку у вагонах і хоперах

№ з/п	Економічний показник	Значення, млн грн
1	Тариф з доставки вапняку у піввагонах та хоперах	318,87
2	Тариф за повернення порожніх вагонів після вивантаження вапняку	77,64
3	Собівартість перевезень вапняку промтранспортом	26,11
4	Вартість ручного вивантаження вапняку	1,24

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Економічний показник	Значення, млн грн
5	Вартість роботи локомотивів	4,56
6	Оренда піввагонів та хоперів	38,43
7	Загальна вартість	466,85
8	Собівартість 1 т	572 грн/т

У підсумку маємо загальні витрати близько 467 млн грн на рік, собівартість – 572 грн/т.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі вирішується питання удосконалення перевезень вапняку на ПАТ «Запоріжсталь» в умовах зміни географії джерел постачань через військове вторгнення в Україну, враховуючи реальні ринкові умови використання вагонів.

В роботі враховано можливість використання як піввагонів так і хоперів, враховуючи їх недоліки та переваги.

На основі реальних даних за певного обмеження умов, вирішена задача вибору найбільш ефективних логістичних схем постачань вапняку для флюсування на підприємство.

Визначено сфери ефективного використання хоперів та піввагонів в залежності від параметрів – обсягів перевезень та відстаней доставки.

Встановлено тривалість знаходження вагонів з вапняком на ПАТ «Запоріжсталь» та визначено час роботи локомотивів;

Визначено тривалість доставки вапняку магістральними коліями українських залізниць та інші технічні параметри функціонування системи доставки вапняку.

Визначено економічні показники, за підсумками встановлено загальні витрати на доставку близько 467 млн грн на рік, собівартість доставки тони вапняку – 572 грн/т.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Вапняки. Характеристики, різновиди та поширення. Інститут геології. URL : <https://insgeo.com.ua/vapniak/> (дата звернення 16.05.2024).
2. Тернопільський кар'єр. URL : <https://karyer.in.ua/news> (дата звернення 16.05.2024).
3. ПАТ «Запоріжсталь»: Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 15.05.2024).
4. Техніко-розпорядчий акт стації Східна. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 67 с.
5. Техніко-розпорядчий акт стації Південна. ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 33 с.
6. Техніко-розпорядчий акт стації Аглофабрика. ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 32 с.
7. Техніко-розпорядчий акт стації Підбіркова. ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 56 с.
8. Техніко-розпорядчий акт стації Вугільна. ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – 32 с.
9. Оновлені ціни на оренду вагонів Укрзалізниці. URL: <https://tripoli.land/ua/news/obnovleny-tseny-na-arendu-vagonov-ukrzhaliznytsi-chto-izmenitsya-s-1-maya> (дата звернення 17.05.2023).
10. 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).
11. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.

12. 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.

13. 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.

14. 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.