

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

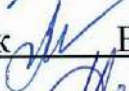
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ ПЕРЕСУВНИМИ
ЗАСОБАМИ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРАТ «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ»

Виконала: студент II курсу, групи T-822м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

 Свген ІВАНЧЕНКО
(прізвище та ініціали)
Керівник  Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)
Рецензент  Олександр АРТЮХ
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
_____ (код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.02 «Транспортні технології (на _____
залізничному транспорті)» _____
_____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ІВАНЧЕНКО Євген Валерійович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення технології транспорт-ного обслуговування вантажних фронтів пересувними засобами механізації ПрАТ «Дніпроспецсталь»

керівник проєкту (роботи) ТРУШЕВСЬКИЙ Вячеслав Едуардович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №451

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

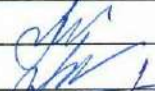
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) статистичні дані про обсяги вантажної роботи на вантажних фронтах ПрАТ «Дніпроспецсталь», існуюча технологія вантажних робіт на вантажних фронтах, існуючий рухомий склад та вантажні засоби залізничного транспорту, існуючі техніко-економічні показники роботи транспортно-складської підсистеми підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Статистичний аналіз потоку вагонів на вантажні fronti. 2.2 Вибір засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт. 2.3 Технічне нормування операцій і робіт. 2.4 Оптимізація кількості навантажувально-розвантажувальних машин. 2.5 Розробка технологічних графіків обробки рухомого складу. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТРУШЕВСЬКИЙ В.Е., доц.		
2	ТРУШЕВСЬКИЙ В.Е., доц.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Євген ІВАНЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 95 с., 6 рис., 29 табл., 1 дод., 10 джерел.

ВАНТАЖНИЙ ФРОНТ, КРАН НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДІ, РІЧНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ, СИСТЕМА МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, СТАВКА ДИСКОНТУ

Об'єкт дослідження – внутрішньозаводський транспорт та вантажні fronti металургійного підприємства України ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Мета роботи – підвищення ефективності обслуговування вантажних фронтів підприємства пересувними засобами механізації для вивантаження вантажів, що надходять на підприємство.

Методи дослідження – аналітичні, графічні, розрахунки із застосуванням комп'ютера та спеціалізованого програмного забезпечення.

У магістерській роботі розглянуто питання підвищення ефективності транспортного обслуговування вантажних фронтів ПрАТ «Дніпроспецсталь» пересувними засобами механізації внутрішньозаводського залізничного транспорту в умовах підвищеного попиту на розвантаження. Проведено статистичний аналіз вантажопотоків та вагонопотоків, методами теорії масового обслуговування розраховано оптимальну кількість кранів на залізничному ході зі змінними вантажними пристроями за критерієм мінімальних витрат. Проведено техніко-економічне обґрунтування пропонованих рішень з удосконалення процесів розвантаження та організації перевезень вантажів на підприємстві. Розрахунковий річний економічний ефект від впровадження проектних рішень при розмірі додаткових капітальних вкладень 98 тис. грн. становитиме 217 115 грн. Пропоновані варіанти можуть бути застосовані на підприємстві.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на магістерську роботу	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Стисла характеристика ПрАТ «Дніпроспецсталь» та його основного виробництва	8
1.2 Характеристика вантажів, умови їх зберігання та перевезення.....	12
1.3 Розрахунок добових обсягів перевезень з використанням методів математичної статистики	17
1.4 Характеристика транспортної підсистеми підприємства	21
1.4.1 Техніко-експлуатаційна характеристика колійного розвитку ПрАТ «Дніпроспецсталь»	21
1.4.2 Аналіз вантажних фронтів та складського господарства	25
1.4.3 Характеристика локомотивного та вагонного парків.....	34
1.4.4 Аналіз технології, організації та управління перевезеннями	35
1.5 Недоліки існуючого стану та постановка завдань магістерської роботи ...	39
2 Основна частина	43
2.1 Статистичний аналіз потоку вагонів на вантажні fronti	43
2.1.1 Попередній аналіз випадкових величин	45
2.1.2 Виключення грубих аномальних спостережень.....	47
2.1.3 Перевірка гіпотези про закони розподілу	48
2.2 Вибір засобів механізації вантажно-розвантажувальних робіт	50
2.3 Технічне нормування операцій та робіт	55
2.3.1 Нормування тривалості руху та маневрових робіт	55
2.3.2 Нормування тривалості виконання вантажних операцій	60
2.4 Оптимізація кількості вантажно-розвантажувальних машин	67
2.5 Розробка технологічних графіків обробки рухомого складу	
3 Економічна частина	76

3.1 Розрахунок додаткових капітальних вкладень	76
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат	76
3.3 Розрахунок річного економічного ефекту та чистої поточної вартості про- понованих варіантів	81
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	83
4.1 Заходи з цивільного захисту	83
Висновки	85
Перелік джерел посилання	86
Додаток А Заходи з охорони праці	87

ВСТУП

Транспорт відіграє одну з ключових ролей у процесі переміщення матеріальних потоків. Він є невід'ємною сполучною ланкою між постачальниками та одержувачами продукції. Від чіткої роботи транспорту залежить успішна комерційна діяльність будь-якого підприємства будь-якої з галузей виробництва.

Особливо важливою є роль транспорту на підприємствах чорної металургії, де, на відміну, наприклад, від машинобудівних підприємств, транспорт бере безпосередню участь у процесі виробництва, забезпечуючи технологічні перевезення сировини, готової продукції та всіх матеріалів, що є їх складовими.

У даній магістерській роботі розглянуті питання організації роботи внутрішньозаводського залізничного транспорту на підприємстві спеціальної чорної металургії ПрАТ «Дніпроспецсталь». Виконано аналіз вхідних вантажопотоків, для вивантаження яких застосовують пересувні засоби механізації – дизель-електричні стрілові крани на залізничному ході з різноманітними вантажозахоплювальними пристроями.

Слід зазначити, що у зв'язку зі значним зниженням обсягів та нерівномірністю основного виробництва ПрАТ «Дніпроспецсталь», надходження завантажених вагонів на вантажні фронти має стохастичний вкрай нерівномірний характер. За таких умов ефективне використання саме пересувних засобів механізації може принести суттєвий економічний ефект. Параметром оптимізації у такому разі є необхідна кількість залучених кранів. Необхідною умовою можливої організації роботи пересувних засобів механізації для обслуговування різних вантажних фронтів підприємства є можливість швидкої зміни вантажозахоплювальних пристроїв для вивантажуваних вантажів – штучних, сипких, феромагнітних.

Вирішенню питань ефективної організації кранів на залізничному ході при обслуговуванні вантажних фронтів та присвячено дану магістерську роботу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Стисла характеристика ПрАТ «Дніпроспецсталь» та його основного виробництва

ПрАТ «Дніпроспецсталь» — провідне підприємство України та один із лідерів спеціальної металургії на теренах пострадянського простору. З дня свого заснування у 1932 році завод «Дніпроспецсталь» спеціалізується на виробництві металопродукції з неіржавіючих, інструментальних, швидкорізальних, шарикопідшипникових, легованих конструкційних марок сталі, а також із жароміцних сплавів на основі нікелю. За цей час освоєно виробництво понад 800 марок сталі та понад 1000 видів профілів продукції.

Продукція підприємства представлена наступними основними групами марок сталі: нержавіюча, інструментальна, швидкорізальна (у тому числі виготовлена методом порошкової металургії), підшипникова, легована конструкційна, теплостійка, ресорно-пружинна, а також сплави корозійностійкі, теплостійкі та жаростійкі.

Залежно від розмірів та профілю, продукцію ПрАТ «Дніпроспецсталь» можна розділити на такі групи:

- прутки гарячекатані круглі діаметром 20 ... 280 мм з поверхневою обробкою (обточеною поверхнею);
- прутки гарячекатані круглі діаметром 8 ... 130 мм без обточування;
- заготовки гарячекатані квадратні зі стороною квадрата 45 ... 180 мм та 230 ... 250 мм;
- блями зі стороною квадрата 190 ... 280 мм;
- прутки гарячекатані квадратні зі стороною квадрата 8 ... 100 мм;
- смуги гарячекатані перерізом 6 ... 12,"45 ... 50 мм та 40 ... 150 мм;
- прутки круглі ковані діаметром 80 ... 550 мм;
- прутки квадратні ковані із стороною квадрата 80 ... 450 мм;
- поковки прямокутного перерізу з розмірами 30 ... 150 мм,"80 ... 350 мм та 100 ... 300,"300 ... 800 мм;

– прутки холоднотягнуті зі спеціальною обробкою поверхні зовнішнім діаметром 2 ... 50 мм.

Сталеплавильне виробництво підприємства представлене чотирма електросталеплавильними цехами, оснащеними відкритими основними дуговими електропечами ємністю від 30 до близько 60 тонн, однією індукційною піччю ємністю 8 тонн, а також печами електрошлакового та вакуумно-дугового переплавлення. Маса використовуваних для виробництва зливок на заводі складає від 0,215 тонн до 7,4 тонн. Крім того, можливе відливання металу в товарні листові зливки масою від 8,9 тонн до 14,7 тонн.

У сталеплавильному цеху № 1 діє установка напівбезперервного розливання сталі. На ній отримують витратні квадратні електроди розміром 370 мм для електрошлакового переплаву і круглі електроди діаметром 405 мм для вакуумно-дугового переплаву.

У сталеплавильному цеху № 2 встановлено конвертер газокисневого рафінування. Він дозволяє виплавляти корозійностійкі неіржавіючі сталі з низьким вмістом вуглецю, процесом дуплекс — відкрита дугова піч плюс конвертер (EAF+AOD).

У сталеплавильному цеху № 3 для отримання металу з підвищеними характеристиками якості, напівпродукт, отриманий у відкритій дуговій печі, обробляють на установці піч-ківш фірми «Danieli». Перед розливанням сталь піддається позапічному вакуумуванню на обладнанні фірми Mannesmann Demag.

У сталеплавильному цеху № 5 встановлені печі електрошлакового та вакуумно-дугового переплаву (ЕШП та ВДП відповідно) різної ємності. Тут виплавляються сортові зливки масою від 0,9 тонн до 6,0 тонн та товарні листові зливки масою від 9,3 тонн до 20,0 тонн.

Методом електрошлакового переплаву (ЕШП) на підприємстві виготовляється високоякісна сталь, до якої, як відомо, висуваються підвищені вимоги щодо структури металу та вмісту у ньому шкідливих домішок. З використанням вакуумно-дугового переплаву (ВДП) освоєно виробництво підшипникових, конструкційних, нержавіючих сталей та сплавів на нікелевій та залізонікелевій основі, а також біметалічних зливок, що поєднують вуглецеву та нержавіючу

сталь. Метод ВДП дозволяє отримувати високоякісну сталь, що є чистою за неметалевими домішками.

У 1980 році на підприємстві введено в експлуатацію цех з виробництва інструментальної та швидкорізальної сталі методом порошкової металургії. Виплавка металу проводиться в індукційній печі ємністю 4 т, а методи холодного ізостатичного, а надалі гарячого ізостатичного пресування, що застосовуються у виробництві, при температурі 1100 °С ... 1150 °С і тиску 1000 атм (процес ASEA-STORA) дозволяють отримувати метал з однорідною структурою без слідів карбідної сітки у вигляді пресування діаметром 500 мм і масою 1,8 тонн. У цеху виробляються поковки круглого перерізу діаметром від 80 мм до 350 мм, довжиною 1,5 ... 5,0 м.

ПрАТ «Дніпроспецсталь» спеціалізується на виробництві сортового прокату різного перерізу. Прокатка злитків масою 3,6 тонн ... 7,4 тонн на заготовки для сортових станів, а також виробництво сортового прокату діаметром 130–280 мм здійснюється на обтискному стані заготівок «1050».

На сортових станах «550», «325» та «280» за інтенсивними схемами та найбільш оптимальними калібруваннями проводиться широкий сортамент прокату круглого та квадратного перерізу діаметром 8 мм – 130 мм, а також смугового перерізу, у тому числі з параболічною кромкою, та трапецієподібного перерізу.

У калібрувальному цеху виробляють холоднотягнуті калібровані прутки круглого перерізу діаметром 2,0 мм ... 45,0 мм, прутки зі спеціальним оздобленням поверхні (квалітету точності Н9–Н11) діаметром 1,9 мм ... 50,0 мм та шестигранні калібровані прутки 14 мм ... 36 мм.

Ковальсько-пресовий цех підприємства виготовляє сортові великогабаритні поковки з різноманітних марок сталі. У ньому встановлені гідравлічні преси з номінальним зусиллям 60МН і 32 МН, оснащені маніпуляторами вантажопідйомністю відповідно 10 тонн і 5 тонн. Сортамент продукції: поковки круглого та квадратного перерізу розміром від 180 мм до 550 мм (квадрат до 450 мм), смугового перерізу 120 мм – 300 мм, "300 мм – 800 мм та шайби діаметром 400 мм – 1100 мм та висотою 120 мм – 350 мм. Довжина поковок складає 1 м ... 6 м.

Ковальський цех спеціалізується на виробництві прутків із важкодеформованих легованих марок сталі — інструментальних, швидкорізальних, неіржавіючих, а також жароміцних сплавів. У цеху встановлені дві радіально-кувальні машини зусиллям 10 МН та 3,4 МН австрійської фірми «GFM». Сортамент продукції: прутки круглого та квадратного перерізу розміром 80 мм – 200 мм, смуги 40 мм – 60 мм, 75 мм – 100 мм та 60 мм – 120 мм, 100 мм – 300 мм, а також заготовки змінного перерізу (осьова заготовка для залізничних вагонів).

ПрАТ «Дніпроспецсталь» приділяє пильну увагу постійному покращенню якості продукції. Це є однією з основних функцій всіх служб підприємства. Підприємство працює за системою забезпечення якості, сертифікованою Товариством технічного нагляду (TUV) на відповідність вимогам Міжнародного стандарту ISO-9002. Ця система якості включає в собі всі необхідні елементи відповідальності працівників та контролю за параметрами матеріалів та технологічних процесів.

Продукція заводу сертифікована Товариством технічного нагляду (TUV), реєстрами Lloyd, Germanischer, Det Norske Veritas. Також на підприємстві в наявності є сертифікат Інституту американських залізниць (AAR) на профільну заготовку для осей залізничних вагонів.

Металургійний завод ПрАТ «Дніпроспецсталь» оснащений найсучаснішим контрольно-вимірювальним та випробувальним обладнанням, що дозволяє контролювати якість продукції на кожній стадії виробництва за всіма необхідними параметрами. Технічні спеціалісти підприємства освоїли методики оцінки якості металопродукції на відповідність стандартам європейського, азіатського та північноамериканського ринків.

Завод ПрАТ «Дніпроспецсталь» розташований на одному промисловому майданчику з металургійним комбінатом ПАТ «Запоріжсталь». Промисловий майданчик представляє собою витягнуту із заходу на схід смугу і з усіх боків обмежений цехами та залізничними коліями комбінату «Запоріжсталь». Низка цехів заводу розташовані безпосередньо на промисловому майданчику ПАТ «Запоріжсталь».

Ґрунтові умови в межах майданчика заводу однорідні та представлені плісоподібними ґрунтами, товщина яких коливається в межах 15 м. Рівень ґрунтових вод знаходиться в межах 13 м ... 16 м від поверхні.

Кліматичні умови району є помірними. Найнижча температура повітря – 30°C , найвища $+ 36^{\circ}\text{C}$. Середня річна температура складає $+8,60^{\circ}\text{C}$. Температура нижче нуля спостерігається в середньому 199 днів на рік. Середньорічна кількість опадів становить 467 мм. Максимальна кількість опадів випадає у літні періоди року. Товщина снігового покриву коливається від 5 см до 12 см. Вітровий режим характеризується переважанням вітрів північного та східного напрямків. Загальна площа промислового майданчика заводу складає 126 Га. Загальна довжина залізничних колій підприємства – 65,6 км. Коефіцієнт забудови – 0,49.

1.2 Характеристика вантажів, умови їх зберігання та перевезення

До вантажів, що вивантажуються на підприємстві залізничними кранами, належать: вугілля, лісоматеріали, зливки зернистих металів і металевий брухт.

Розвідані родовища копалин вугілля становлять понад 50 % відомих у світі запасів. Викопне вугілля є не лише одним з найважливіших джерел енергії у промисловості та господарстві, а й найціннішою сировиною хімічної промисловості. Залежно від ступеня вуглефікації – збільшення вмісту вуглецю з одночасним зниженням вмісту кисню у проміжному продукті – викопні вугілля діляться на три групи: бурі, кам'яні та антрацити.

До бурого вугілля відносяться викопні вугілля, що мають найвищу питому теплоту згоряння вологої беззольної маси – менше $23\,865\text{ кДж/кг}$. До складу бурого вугілля входить значна кількість мінеральних домішок, вологи та сірки. Об'ємна маса бурого вугілля коливається у межах $0,65 \dots 0,85\text{ т/м}^3$. Буре вугілля має невелику твердість та малу механічну міцність. Буре вугілля знаходить застосування як сировина для хімічного виробництва, але найбільше широко використовуються як енергетичне паливо.

До кам'яного вугілля відносяться викопні вугілля з найвищою питомою теплою згоряння вологої беззолної маси 23 865 кДж/кг та більше. В залежності від призначення кам'яне вугілля ділиться на топкове та газове. Об'ємна маса кам'яного вугілля різних марок і родовищ неоднакова і становить 0,68 ... 0,96 т/м³. Це вугілля має чорний колір. Основні показники якості кам'яного вугілля — вихід летких речовин, вміст води, сірки тощо — для різних басейнів та родовищ неоднакові.

Антрацити мають чорне забарвлення, часто із сіруватим відтінком, що відливає металевим блиском. Шматки антрациту відрізняються значною твердістю та крихкістю. Об'ємна маса антрацитів становить 0,85 ... 1,15 т/м³. За своїми якісними показниками антрацити є непридатними для хімічної переробки та коксування і використовуються як висококалорійне паливо.

Копалини вугілля мають здатність поглинати кисень повітря. Підвищеною окислювальною здатністю характеризуються свіжовидобуті вугілля, подрібнені при вантажно-розвантажувальних роботах, і вугілля, що мають молодший геологічний вік. Здатністю поглинати кисень повітря пояснюється схильність викопного вугілля до самонагрівання та самозаймання.

Найбільш стійкими до самонагрівання та самозаймання є антрацити, а найбільш нестійким – буре вугілля. Ще більшою, ніж буре вугілля, схильністю до самонагрівання і самозаймання мають суміші різних сортів і марок копалин вугілля. У місцях нагрівання копалин вугілля інтенсифікується процес виділення вуглеводню, який утворює суміш з повітрям, що вибухає від вогню. Посилення процесу самонагрівання копалин вугілля відбувається під впливом таких зовнішніх факторів, як сонячна радіація та вітри.

Схильність до поглинання кисню повітря, вивітрювання, виділення пилу та інші особливості визначають граничні терміни та умови зберігання викопного вугілля. Для запобігання самозайманню викопні вугілля зберігають в умовах, що виключають або зменшують поверхню зіткнення його з повітрям – у ямах, під водою, у закритих складах. Однак найбільшого поширення набув відкритий спосіб зберігання.

При зберіганні на відкритих майданчиках з асфальтовим або бетонним покриттям для запобігання самонагріванню та самозайманню викопного вугілля обмежують висоту штабелів. Граничні терміни зберігання вугілля складах вантажних дворів становлять 5 діб. Терміни зберігання копалин на складах відправників і одержувачів зазвичай набагато більше.

У таблиці 1.1 наведено максимально допустимі значення висоти штабелів різних груп викопного вугілля в залежності від встановлених термінів зберігання. На складах довгострокового зберігання максимальна висота штабелів і допустимі терміни зберігання визначаються фізико-хімічними особливостями складованого вугілля і місцевими нормативами.

Таблиця 1.1 – Допустимі значення висоти штабелів вугілля

Термін зберігання, діб	Висота штабелювання різних груп вугілля, м				
	I	II	III	IV	V
до 10	не обмежена	10	5	2,5	2
понад 10	не обмежена	5	3	2,5	2

Найбільш важливими характеристиками лісних вантажів є: твердість, питома маса, вологість, колір, запах та наявність пошкоджень деревини. Густина всіх деревних порід є приблизно однаковою і становить 1,5 ... 1,56 т/м³. За твердістю деревини лісні вантажі ділять такі групи:

- а) найтвердіші – чорне дерево;
- б) дуже тверді – дуб, червоне дерево;
- в) тверді – береза, модрина, клен;
- г) невеликої твердості – вільха, липа, ялина.

Круглі лісоматеріали використовують: як сировину для одержання пиломатеріалів, шпал, фанери, різних заготовок, дубильних екстрактів та деревного вугілля; в будівництві: для виготовлення жердин, щогл та опор ліній електропередачі; для кріплення гірничих виробок; для встановлення снігових загороджувальних щитів.

За товщиною круглі лісоматеріали бувають: дрібні діаметром до 13 см з градацією 1 см; середні – 14 ... 24 см з градацією 2 см; великі – 26 см і більше з градацією 2 см. Довжина круглих лісоматеріалів встановлена в межах 0,5 ... 18 м. Залежно від умов перевезень залізничним транспортом круглі лісоматеріали діляться на короткі довжиною до 3 м, середні – 3 ... 13 м та довгі – понад 13 м. Завантаження середніх та довгих круглих лісоматеріалів здійснюється з використанням верхньої звуженої частини габариту навантаження залізниць.

На торці круглих лісоматеріалів наносять маркування, в якому вказують їх призначення, сорт та діаметр. Не маркують лісоматеріали довжиною до 2 м включно, а також круглий ліс усіх довжин товщиною до 13 см включно. Зберігання круглих лісоматеріалів може здійснюватися вологим, сухим чи хімічним способом.

До пиломатеріалів відносяться дошки, бруски, бруси, шпали та різні заготовки – всього близько 30 стандартів. Ширина дошки становить більше її подвійної товщини, ширина брусків не перевищує їх подвійної товщини, а у брусів і ширина і товщина більше ніж 100 мм кожна. Розрізняють тонкі пиломатеріали товщиною до 32 мм включно та товсті – 40 мм і більше.

За характером обробки пиломатеріали бувають обрізні (пропилені всі чотири сторони) і необрізні (пропилені тільки поздовжні широкі сторони). Довжина пиломатеріалів встановлена у межах 1 ... 6,5 м із градацією 0,25 м. Нижня межа довжини тарних матеріалів 0,5 м із градацією 0,1 м. Пиломатеріали довжиною понад 6,5 м можуть виготовляти лише за спеціальним замовленням.

Ширина пиломатеріалів складає 80 ... 250 мм. Матеріали з великою шириною виготовляють також за спеціальним замовленням. Стандартами встановлено таку товщину пиломатеріалів: 13 ... 45 мм — дошка; 50 ... 100 мм – бруски; 130 ... 250 мм – бруси.

Зберігання основної частини пиломатеріалів та заготовок здійснюється на відкритих майданчиках та штабелях. Штабелі накривають щільним дахом з дошок, що виступає за стінки штабеля не менше ніж на 250 мм. Пиломатеріали, уражені гниллю, відсортовують та видаляють на окремо виділену ділянку складу. Перевозяться пиломатеріали та заготовки на відкритому залізничному

рухомому складі, упакованими в пачки, розсортованими за породами, розмірами, сортами та призначенням. Облік пиломатеріалів та заготовок проводиться у штуках (одиницях) чи щільному об'ємі деревини.

Металобрухт, або вторинні чорні метали, за вмістом вуглецю поділяють на два класи: сталевий брухт та відходи, чавунний брухт та відходи. За наявності легуючих елементів металевий брухт диференціюється на вуглецевий і легований брухт. До перевезень металевий брухт має пред'являтися розсортованим за марками, групами та видами, знешкодженими від вогневих та вибухонебезпечних та радіоактивних матеріалів, а також очищеним від хімічних речовин. Забрудненість неметалевими предметами має становити не більше 3 %. Кожна партія металобрухту повинна супроводжуватися документом, що засвідчує його вибухобезпеку. Металобрухт можна пред'являти до перевезень великими та дрібними партіями, розсипом та брикетами, при цьому маса одного брикету повинна становити від 2 кг до 50 кг. Лом і відходи високолегованих видів перевозяться в упакованому вигляді.

Умови та технологія складування сталевих прокатів залежать від розмірів, способів заводського пакування, партії та особливих властивостей вантажу. Зливки мають довжину 60 см, масу 45 кг. За погодженням із споживачем розміри та маса злиwkів можуть бути змінені. Перевезення злиwkів у чушках здійснюється навалом на відкритому рухомому складі. Об'ємна маса вантажу при цьому становить 2,8 ... 3,2 т/м³, кут природного укосу 48°.

Зливки в чушках є досить крихким вантажем, тому задля зменшення втрат від бою під час навантаження і забезпечення безпеки підлоги вагона необхідно скидати чушки з висоти не більше ніж 0,5 м. При вивантаженні злиwkів з піввагону через люки гравітаційним способом окремі зливки можуть розколюватися (загальні втрати при цьому можуть складати до 1,5 %). Уламки, що прилітають при цьому, створюють небезпеку для робітників, що знаходяться в зоні розвантаження. Зливки чавуну є пакетопридатними, їх можна пакетувати без застосування піддонів. Стабільність пакета та можливість механізованого виконання

вантажних операцій забезпечуються спеціальною формою зливків та обв'язувальним дротом або стрічкою. Зливки в чушках зберігають на відкритих спланованих майданчиках або під навісом.

1.3 Розрахунок добових обсягів перевезень з використанням методів математичної статистики

При розрахунках вантажопотоків з метою організації перевезень, вантажно-розвантажувальних та складських робіт необхідно враховувати коефіцієнт їх нерівномірності K_n – відношення максимального місячного вантажообігу $Q_{\max}$ до середньомісячного вантажообігу $Q_{\text{ср}}$ за аналізований період. Більш точно K_n визначають відповідно до правил математичної статистики за методикою, яку розглянемо на прикладі вхідного вантажопотоку металевих брухтів.

1. Маємо статистичний ряд обсягів прибуття металобрухту (у тоннах):

124, 186, 310, 62, 62, 124, 434, 558, 434, 1302, 248, 248, 372, 248, 372, 248, 186, 496, 620, 04

2. Будуємо варіаційний ряд, тобто всі дані статистичного ряду впорядковуємо в порядку зростання:

62, 62, 124, 124, 186, 186, 248, 248, 248, 248, 248, 310, 310, 310, 372, 372, 434, 434, 434, 496

3. Дані варіаційного ряду розбиваємо на групи (розряди). Кількість груп визначаємо за формулою

$$k = 1 + 3,332 \lg N, \quad (1.1)$$

де N – кількість значень у вибірці (в даному випадку $N = 23$).

$$k = 1 + 3,322 \lg 23 \approx 5.$$

4. Визначаємо інтервал угруповання за формулою

$$I = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{k}, \quad (1.2)$$

де $Q_{\max}, Q_{\min}$ – відповідно, максимальне та мінімальне значення вантажопотоку, взяті з варіаційного ряду.

$$I = \frac{1302 - 62}{5} \approx 248.$$

5. Подальша обробка ряду показана у таблиці 1.2.

6. Розраховуємо коефіцієнт варіації добового вантажопотоку, що характеризує розкид випадкової величини

$$v = \frac{\sqrt{D}}{M} = \frac{\sqrt{53406}}{327} = 0,707,$$

Таблиця 1.2 – Розрахунок коефіцієнта нерівномірності прибуття металевих брухтів

Інтервал Q_k	Середина інтервалу $\bar{Q}_k$	Частота n_k	Імовір- ність $p_k = \frac{n_k}{N}$	Розрахункові дані			
				$p_k \bar{Q}_k$	$\bar{Q}_k - \bar{M}$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2 p_k$
68–310	186	14	0,608	113,1	–141,4	20003	12162
310–559	435	7	0,304	132,2	107,57	11571	3517,5
559–808	684	1	0,044	30,1	356,7	127141	5594,2
808–1057	933	0	0,000	0,0	605,6	366713	0,000
1057–1302	1182	1	0,044	52,01	854,6	730286	32132,6
		$N = 23$	1,000	$\bar{M} = 327$		$D = 53406$	

де D – дисперсія добового вантажопотоку, t^2 ;

$\bar{M}$ – середньодобовий вантажопотік (математичне очікування), т.

7. Розраховуємо коефіцієнт нерівномірності

$$k_n = 1 + v = 1 + 0,707 = 1,707.$$

8. Розраховуємо розрахунковий добовий вантажопотік

$$Q_{\text{доб}} = \bar{M} \cdot k_n = 327 \cdot 1,707 = 558,2 \text{ т.}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для вантажопотоків злитків, лісоматеріалів, вугілля. Результати розрахунків наведено у таблицях 1.3–1.5. За результатами розрахунків таблиці 1.3 маємо:

$$v = \frac{\sqrt{25413}}{258,9} = 0,615;$$

$$k_n = 1 + 0,615 = 1,615; \quad Q_{\text{доб}} = 258,9 \cdot 1,615 = 418,1 \text{ т.}$$

Таблиця 1.3 – Розрахунок коефіцієнта нерівномірності прибуття зливків

Інтервал Q_k	Середина інтервалу $\bar{Q}_k$	Частота n_k	Імовір- ність $p_k = \frac{n_k}{N}$	Розрахункові дані			
				$p_k \bar{Q}_k$	$\bar{Q}_k - \bar{M}$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2 p_k$
67–187	127	10	0,434	55,12	-131,9	17395	7549,4
187–308	248	7	0,304	75,39	-10,89	118,59	36,05
308–429	369	3	0,131	48,34	110,02	12104	1585,68
429–550	490	0	0,000	0,00	231,11	53412	0,000
550–670	611	3	0,131	80,04	352,11	123981	16241,57
$N = 23$ 1,000 $\bar{M} = 258,9$				$D = 25413$			

Таблиця 1.4 – Розрахунок коефіцієнта нерівномірності прибуття лісомате-ріалів

Інтервал Q_k	Середина інтервалу $\bar{Q}_k$	Час- тота n_k	Ймовір- ність $p_k = \frac{n_k}{N}$	Розрахункові дані			
				$p_k \bar{Q}_k$	$\bar{Q}_k - \bar{M}$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2 p_k$
65–97	81	7	0,259	20,98	-60,97	3717,2	962,76
97–130	114	9	0,333	37,96	-27,97	782,26	260,49
130–163	147	0	0,000	0,00	5,031	25,31	0,000
163–196	180	7	0,259	46,62	38,031	1446,4	374,61
196–229	213	0	0,000	0,00	71,031	5045,4	0,000
229–260	246	4	0,149	36,41	104,03	10822,4	1612,54
$N = 32$ 1,000 $\bar{M} = 141,97$				$D = 3210,4$			

$$v = \frac{\sqrt{3210,4}}{141,97} = 0,4;$$

$$k_H = 1 + 0,4 = 1,4;$$

$$Q_{\text{сут}} = 141,97 \cdot 1,4 = 198,76 \text{ т.}$$

Таблиця 1.5 – Розрахунок коефіцієнта нерівномірності прибуття вугілля

Інтервал Q_k	Середина інтервалу $\bar{Q}_k$	Час- тота n_k	Ймовір- ність $p_k = \frac{n_k}{N}$	Розрахункові дані			
				$p_k \bar{Q}_k$	$\bar{Q}_k - \bar{M}$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2$	$(\bar{Q}_k - \bar{M})^2 p_k$
70–116	93	5	0,714	66,402	-20,163	406,55	290,27
116–163	140	1	0,143	20,02	26,837	720,22	103,0
163–210	187	1	0,143	26,741	73,837	5451,9	779,62
$N = 7$ 1,000				$\bar{M} = 113,163$		$D = 1172,9$	

$$v = \frac{\sqrt{1172,9}}{113,163} = 0,302; \quad k_n = 1 + 0,302 = 1,302;$$

$$Q_{\text{доб}} = 113,163 \cdot 1,302 = 147,34 \text{ т.}$$

На підставі розрахованих добових вантажопотоків будуюмо діаграму вантажопотоків, наведену на рисунку 1.1. На діаграмі вантажопотоків відображаємо всіх одержувачів вантажу, кожен вантаж показуємо умовним позначенням, витримуємо поперечний масштаб струменів вантажопотоків, дрібні вантажопотоки об'єднуємо у більш потужні.

1.4 Характеристика транспортної підсистеми

1.4.1 Техніко-експлуатаційна характеристика колійного розвитку ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Для виконання перевезень залізничні колії підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь» згруповані у два залізничних райони — Центральний та Сортувальний, та чотири розпорядчі пости РП–11, РП–12, РП–14, РП–15.

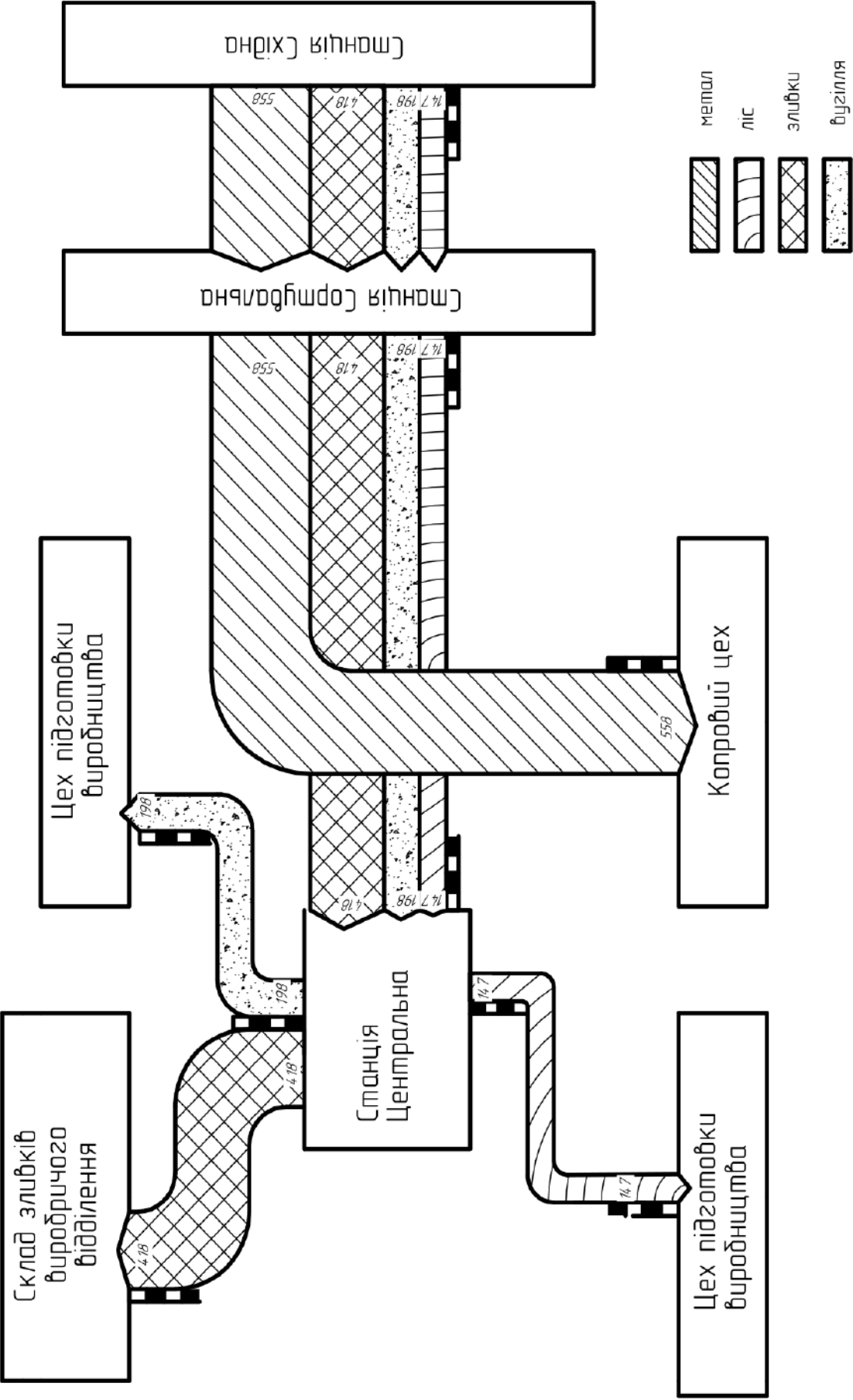


Рисунок 1.1 – Дiаграма вантажопотокiв

Під'їзна залізнична колія ПрАТ «Дніпроспецсталь» примикає до під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь»:

- через з'єднувальну колію № 12 стрілочним переводом № 8 до станції Східна;
- стрілочним переводом № 227 – до станції Мартени;
- стрілочним переводом № 97 – до складу холодного чавуну;
- стрілочним переводом № 1 Шлакового відвалу – до станції Відвальна;
- стрілочним переводом № 12 – до складу ЦПВ ПАТ «Запоріжсталь».

У свою чергу, під'їзна колія ПАТ «Запоріжсталь» через стрілочний перевід № 172 примикає до парної горловини парку «Б» станції Запоріжжя-Ліве, а через стрілочний перевід № 12 – до парної горловини парку «А» станції Запоріжжя-Ліве. Безпосередньо до парної горловини парку «Б» станції Запоріжжя-Ліве під'їзна колія ПрАТ «Дніпроспецсталь» примикає стрілочними переводами № 170 та № 180.

Межами під'їзної колії ПрАТ «Дніпроспецсталь» є сигнальні знаки «Межа під'їзної колії», які встановлені:

- на відстані 6,0 м від заднього стику хрестовини стрілочного переводу № 8 станції Східна ПАТ «Запоріжсталь» у напрямку станції Сортувальна ПрАТ «Дніпроспецсталь»;
- на відстані 6,0 м від заднього стику хрестовини стрілочного переводу № 227 ПрАТ «Дніпроспецсталь» у напрямку станції Мартени ПАТ «Запоріжсталь»;
- навпроти стику рамної рейки стрілочного переводу № 97 ПрАТ «Дніпроспецсталь» у напрямку складу холодного чавуну ПАТ «Запоріжсталь»;
- навпроти стику рамної рейки стрілочного переводу № 1 Шлакового відвалу ПрАТ «Дніпроспецсталь»;
- навпроти граничного стовпчика стрілочного переводу № 170 – на відстані 54,6 м від кінців вістряків стрілочного переводу № 170 станції Запоріжжя-Ліве Укрзалізниці;
- навпроти стику рамної рейки стрілочного переводу № 180 станції Запоріжжя-Ліве;

– на відстані 6,0 м від заднього стику хрестовини стрілочного переводу № 12 блоку складів ПрАТ «Дніпроспецсталь» у напрямку цеху підготовки виробництва ПАТ «Запоріжсталь».

Під'їзна колія перебуває на балансі ПрАТ «Дніпроспецсталь». Загальна довжина під'їзної колії становить 57 396,3 м. Максимальні ухили на під'їзній колії становлять:

а) станція Центральна — 14,2 ‰, колія №60 на відстані 36,9 м від вістря стрілки № 49 у напрямку стрілочного переводу № 49 довжиною 30,4 м;

б) блок складів ПрАТ «Дніпроспецсталь» — колія № 3 — 15,6‰, на відстані 19,8 м від вістря стрілки № 16 у напрямку стрілочного переводу № 16 довжиною 24,3 м;

в) шлаковий відвал — колія № 5 — 56,5 ‰, на відстані 357,0 м від вістря стрілки № 8 у напрямку стрілочного переводу № 8 довжиною 36,8 м.

Мінімальний радіус кривих на під'їзній колії становить 62,0 м на колії № 5 шлакового відвалу на відстані 374 м від глухого перетину довжиною 85,0 м.

Земляне полотно має типовий поперечний профіль — двосхилий з крутістю укосів 1,5 ‰. Ґрунти земляного полотна — пісок та суглинок. Ширина основного майданчика земляного полотна становить 5,5 м.

Залізничні колії укладені на дерев'яні, залізобетонні та металеві шпали власного виробництва. Епюра шпал — 1440 ... 1600 одиниць/км. Колії експлуатуються з рейками типу Р-65 з ланками завдовжки 12,5 м та нестандартної довжини. Рейково-шпальні решітки укладені на двошарову призму, що складається з гранітного та щебеневого баластового шару фракції 20 ... 40 мм. Товщина баластового шару складає 30 см.

Під'їзна колія ПрАТ «Дніпроспецсталь» складається з 206 колій, з яких тупикових — 151 колія. На під'їзній колії налічується 289 стрілочних переводів, у тому числі централізованих — 65, нецентралізованих — 224. Нецентралізовані стрілочні переводи обладнані типовими стрілочними покажчиками, що не освітлюються вночі.

На під'їзній колії обладнано 12 шляхопроводів, з них 10 залізничних та 2 автомобільних. Шляхопроводи призначені для виконання технологічних перевезень та доставки готової продукції за маршрутом: станція Сортувальна — станція Східна — центральний склад готової продукції на станції Запоріжжя–Ліве.

1.4.2 Аналіз вантажних фронтів та складського господарства

Для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на під'їзній колії ПрАТ «Дніпрспецсталь» наявні навантажувально-розвантажувальні механізми, перелік яких наведено у таблиці 1.6.

Крани мостові та на залізничному ході обладнані такими типами вантажозахватних пристроїв:

- гаковий підвіс (вантажопідйомність від 5,0 до 20,0 т);
- вантажопідйомні магніти (типу ЕМГ-175, М-42, М-42Б);
- грейфери з корисним об'ємом до 2,0 м³ (тип 4-ЛЗ, 4-313).

Мостові крани, що застосовуються для навантажувально-розвантажувальних робіт, – двобалкові, коробчастого типу, вантажопідйомністю від 5,0 т до 20,0 т.

Крани на залізничному ході, що застосовуються для виконання вантажних робіт, – типу КЖ, КЖДЕ вантажопідйомністю 16 т і 25 т, ОДК-300/1 вантажопідйомністю 60 т.

Для розвантаження вогнетривів та обладнання на ПрАТ «Дніпрспецсталь» застосовуються пневматичні та електричні навантажувачі вантажопідйомністю до 3,0 т.

Відомість вантажних фронтів наведена у таблиці 1.7.

Таблиця 1.6 – Засоби механізації ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Назва навантажувально-розвантажувального механізму	Вантажопідйомність, т	Кількість
1. Мостовий кран	5,0	2
2. Мостовий кран	10,0	17
3. Мостовий кран	15,0	8
4. Мостовий кран із гаком	15,0	1
5. Мостовий кран	20,0	1
6. Мостовий кран	30,0	11
7. Мостовий кран	60,0	1
8. Мостовий кран із грейфером	10,0	1
9. Мостовий кран із грейфером	5,0	1
10. Козловий кран	20,0	2
11. Крани на залізничному ході	16, 25, 60	6
12. Електронавантажувач	3,0	1
13. Електронавантажувач з вилами	3,0	3
14. Пневмонавантажувач	3,0	2
15. Навантажувач на пневматичному ході з ківшем	3,0	1

На під'їзній колії ПрАТ «Дніпроспецсталь» використовуються залізничні вагонні ваги у кількості 3-х одиниць:

- у копровому цеху – тензометричні, дволатформенні, для статичного зважування вагонів вантажопідйомністю до 200 т;
- на станції Сортувальна – тензометричні, однолатформенні, для статичного зважування вагонів вантажопідйомністю до 200 т;
- на станції Центральна – тензометричні, однолатформенні для статичного зважування вагонів вантажопідйомністю до 200 т.

Таблиця 1.7 – Відомість вантажних фронтів та складського господарства ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Вантажний фронт	Рід вантажу	Розмір подачі	Одночасний фронт	Механізми	Технічна характеристика механізмів	Термін виконання операції, год	Тип вагонів	Час роботи	Довжина, м	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Копровий цех (тут і далі – розвантаження вантажу)										
Колія №42	Брухт	8	3	3 МК	Q = 10 т	1,29	ПВ	КС	112,0	магнітна шайба
Колія №43	Брухт	10	3	3 МК	Q = 10 т	1,29	ПВ	КС	140,0	те ж
Колія №44	Брухт	6	2	2 ЗДК	Q = 25 т	1,29	ПВ	КС	84,0	те ж
Колія №46	Брухт	12	3	3 МК	Q = 10 т	1,29	ПВ	КС	168,0	те ж
Колія №46-а	Брухт	5	2	2 ЗДК	Q = 25 т	1,29	ПВ, ПЛ	КС	70,0	те ж
Сталеплавильний цех №5										
Колія №30-а	Зливки	2	1	1 МК	Q = 20 т	0,72	ПВ, ПЛ	КС	28,0	те ж

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Цех підготовки виробництва										
Колія №107	Вугілля, кокс	5	1	1 ЗДК	Q = 25 т	0,7	ПВ	7:30–19:30	70,0	Грейфер (1,25 м³)
Колія №107	Магнезит	3	1	Підвищена колія на 2 боки		0,58	ПВ	7:30–19:30	42,0	
Колія №159	Шихта, лом	7	2	2 МК	Q = 10 т	1,29	ПВ	КС	98,0	магнітна шайба
Колія №159	Магнезит	1	1	Навантажувач на пневмоході з ківшем	Q = 3 т	0,92	КР	КС	15,4	Ківш 1,5 м³, висока рампа
	Коксова дрібниця	1	1	Бункер на 1 бік			ПВ		14,0	
Сталеплавильний цех № 2										
Колія №123	Вогнетриви	1	1	Електронавантажувач з вилами	Q = 3 т	1,43	КР	КС	15,4	Із заїздом у вагон

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Колія №125	Магнезит, коксова дрібниця, брукхт	19	1	Пневморозванта-жувач	Q = 3 т	0,92	КР	КС	292,6	Ківш 1,5 м³, висока рампа
			1	Бункер на 1 бік			ПВ			
			1	1 МК	Q = 30 т	1,29	ПВ			

Сталеплавильний цех № 3

Колія №139	Брукхт	5	3	3 МК	Q = 30 т	1,29	ПВ	КС	70,0	
Колія №139	Магнезит	2	1	Пневморозванта-жувач	Q = 3 т	0,92	КР	КС	30,8	Ківш 1,5 м³, висока рампа
Колія №37	Коксова дрібниця, магнезит	1	1	Бункер на 1 бік			ПВ	КС	14,0	

Калібрувальний цех

Колія №59	Прокат	2	1	1 МК	Q = 15 т	0,95	ПВ	КС	28,0	
-----------	--------	---	---	------	----------	------	----	----	------	--

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Прокатний цех

Колія №51	Сірчана кислота	1	1	Насос	$P = 15$ т/год	2,0	ЦС	КС	12,0	
Колія №146	Феросплави	10	1	Електронавантажувач з вилами	$Q = 3$ т	0,92	КР	7:30–19:30	154,0	Із заїздом у вагон
Колія №174	Флюси, вапняк	3	3	Естакада на 2 сторони		0,32	ХП	7:30–19:30	35,7	
Колія №79	Олії	1	1	Самопливом		2,0	ЦС	7:30–19:30	12,0	
Колія №174	Ліс	12	1	1 ЗДК	$Q = 25$ т	1,17	ПВ	7:30–19:30	168,0	Гак
Колія №172	Виливниці, феросплави	7	1	1 КК	$Q = 20$ т	1,25	ПВ	7:30–19:30	98,0	Гак

Екіпірувальний пункт

Колія №24-а	Дизпаливо	1	1	Самопливом		2,0	ЦС	КС	12,0	
-------------	-----------	---	---	------------	--	-----	----	----	------	--

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Склад зливків виробничого відділу										
Колія №172	Зливки	10	1	1 ЗДК	Q = 25 т	1,43	ПВ	КС	98,0	
Ділянка підготовки сирих матеріалів										
Колія №180	Руда, ма- гнезит, шпат, кокс	8	2	Бункерна естакада на два боки, роз- вантаження ван- тажу – 1 вагон.		1,11	ПВ	КС	112,0	Під кож- ний вантаж окремий бункер
Сталеплавильний цех №1										
Колія №158	Вогнет- риви на піддонах	1	1	Електронаванта- жувач з вилами	Q = 3 т	1,43	КР	КС	15,4	Із заїздом у вагон, рампа
Ковальський цех										
Колія №175	Загото- вки	1	1	1 МК	Q = 5 т	1,15	ПВ	КС	14,0	Гак

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Колія №50	Прокат	2	1	1 МК	Q = 15 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак

Колія №53	Окалина	1	1	1 МК	Q = 15 т	1,08	ПВ	КС	14,0	Гак
Колія №70-а	Дріт, прокат	2	2	2 МК	Q = 30 т	0,91	ПВ	КС	28,0	Гак
Колія №71	Прокат	1	1	1 МК	Q = 30 т	1,15	ПВ	КС	14,0	Гак
Колія №82	Прокат, окалина	4	1	1 МК	Q = 15 т	1,15	ПВ	КС	42,0	Гак
Колія №66	Прокат	3	1	1 МК	Q = 30 т	1,15	ПВ	КС	42,0	Гак
Колія №75	Прокат	2	1	1 МК	Q = 15 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Колія №80	Прокат	2	1	1 МК	Q = 15 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак

Блок складів у районі станції Запоріжжя-Ліве

Колія №14	Прокат	10	3	3 МК	Q = 15 т	1,33	ПВ	КС	140,0	Гак
Колія №13	Прокат	8	2	2 МК	Q = 15 т	1,33	ПВ	КС	112,0	Гак
Колія №11	Вогнетрива, ка-танка	10	1	Електронавантажувач	Q = 3 т	0,92	КР	7:30–19:30	140,0	ЕП із заїздом у вагон, рам
			1	1 МК	Q = 10 т	1,07	ПВ			

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Колія №10	Феросп- лави, шпат	7	1	Бункерна естакада на 2 сторони			ПВ	КС	98,0	
Колія №4	Метал	6	1	1 КК	Q = 20 т	1,17	ПВ	7:30– 19:30	42,0	
Сталеплавильний цех №5 (тут і далі – навантаження)										
Колія №25	Зливки	2	1	1 МК	Q = 20 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Ковальсько-пресовий цех										
Колія №36	Заготівлі	2	1	1 МК	Q = 30 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Колія №33	Поковки	2	1	1 МК	Q = 30 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Склад злитків сталеплавильного цеху №3										
Колія №67	Зливки	2	1	1 МК	Q = 30 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Термічний цех										
Колія №94	Прокат	2	1	1 МК	Q = 10 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак
Колія №62	Окаліна	1	1	1 МК	Q = 10 т	1,08	ПВ	КС	14,0	Гак
Калібрувальний цех										
Колія №60	Прокат	2	1	1 МК	Q = 10 т	1,15	ПВ	КС	28,0	Гак

У таблиці 1.7 прийнято скорочення: МК – кран мостовий, КК – кран козловий, ЗДК – кран на залізничному ході, ПВ – піввагон, ПЛ – платформа, ЦС – цистерна, ХП – хопер-дозатор, КР – критий вагон, КС – цілодобовий режим роботи, ЕП – електронавантажувач

1.4.3 Характеристика локомотивного та вагонного парків

Рухомий склад залізничного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь» складається з тепловозів, вагонів різного призначення, вантажопідйомних кранів на залізничному ході, колійної, снігоочисної та іншої колійної техніки.

Обслуговування під'їзної колії ПрАТ «Дніпроспецсталь» з подачі, прибирання, розміщення вагонів на вантажних фронтах та виконання маневрової роботи здійснюється маневровими локомотивами в кількості 23 одиниць. Вагонний парк ПрАТ «Дніпроспецсталь» складається із 437 одиниць вагонів. Вагонний парк призначений для виконання технологічних перевезень та доставки готової продукції на блок складів.

Підйомно-транспортне обладнання залізничного цеху складається із 6 одиниць кранів на залізничному ході. Колійне, снігоочисне та шляхоочисне обладнання складається з 5 одиниць інвентарного парку.

Характеристика інвентарного парку локомотивів, вагонів, кранів на залізничному ході та спецтехніки ПрАТ «Дніпроспецсталь» наведена у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Парк рухомого складу ПАТ «Дніпроспецсталь»

Серія, марка рухомого складу	Кількість, од.
Локомотиви	
1. ТГМ-4	15
2. ТГМ-6	8
Вантажні вагони	
3. Піввагони	15
4. Платформи	302
5. Криті вагони	6
6. Думпкари (ВР-60, ВР-105)	92
7. Хопери-дозатори	7

Кінець таблиці 1.8.

Серія, марка рухомого складу	Кількість, од.
8. Обкатишовози	15
Крани на залізничному ходу	
9. КЖДЕ-25	1
10. КЖ-561	1
11. КЖ-562	1
12. ОДК-300/2	1
13. КЖ-462	2
Спеціальна техніка	
14. Вантажна кранова дрезина ДГКу	1
15. Мотовоз вантажно-транспортний МПТ-4	1
16. Реактивний снігоочисник	1
17. Колійна очисна щітка	1
18. Шляхова ремонтна машина ПЗМ	1

1.4.4 Аналіз технології, організації та управління перевезеннями

Основним видом транспорту на підприємстві є залізничний транспорт. Автомобільний транспорт зосереджений в автотранспортному цеху підприємства та зайнятий на перевезеннях окремих видів сировини та матеріалів (кислотні відходи, вогнетриви, феросплави тощо).

Основний обсяг вантажоперевезень здійснюється залізничним транспортом, що знаходиться на балансі Управління залізничного транспорту (УЗТ). Призначення УЗТ полягає у безперебійному забезпеченні безпеки руху та дотримання техніки безпеки. В УЗТ є: служба колії, служба рухомого складу та ПТО, вагонна служба, служба експлуатації, комерційно-вантажна служба, служба СЦБ та зв'язку.

Служба експлуатації займається забезпеченням експлуатації вагонів заводського парку згідно з планом їх закріплення, систематичним покращенням ступеня використання вагонів загальномережевого та заводського парку, дотриманням встановлених норм обігу (простою) вагонів загальномережевого та заводських парків. Комерційно-вантажна служба займається забезпеченням безперебійної роботи з виконання комерційних та вантажних приймально-здавальних операцій із вагонами загальномережевого парку.

Служба СЦБ та зв'язку займається забезпеченням ефективної та безперебійної експлуатації пристроїв залізничної автоматики, сигналізації, централізації, блокування, зв'язку та радіотехніки.

Служба рухомого складу та ПТО забезпечує ефективну експлуатацію та збереження вагонів, локомотивів, залізничних кранів, колії, пристроїв та іншого обладнання, будівель та споруд, їх своєчасний ремонт.

Вагонна служба стежить за безпекою, ефективним використанням вагонного рухомого складу. Служба колії відповідає за ремонт та збереження колії.

Вся вантажна та комерційна робота на заводі здійснюється на навантажувально-розвантажувальних шляхах цехів та відділів, які є відповідальними перед УЗТ за виконання нормативів часу та використання вагонів, встановлених на вантажні та комерційні операції.

Прийнята структура оперативного управління вантажною та комерційною роботою на підприємстві передбачає закріплення певних цехів та відділів до заводських станцій та маневрових районів. У свою чергу, по кожному цеху здійснено розподіл усіх вантажних колій та фронтів здійснено за принципом змінного їх розташування та комплексного охоплення всіх вантажних операцій засобами механізації даного вантажного пункту.

Загальне керівництво роботою транспорту під'їзними шляхами ПрАТ «Дніпроспецсталь» здійснюється начальником управління залізничного транспорту. Роботою у змінах керують начальники змін. Керівники змін здійснюють керівництво роботою на своїх об'єктах відповідно до взаємоузгоджених добових та змінних планів навантаження-вивантаження та приймання-здавання вагонів.

Взаємодія в роботі залізничного транспорту на під'їзній колії ґрунтується на положеннях ЄТП та договору на експлуатацію колії. Організаційна діаграма структури управління роботою транспорту заводу наведена на рисунку 1.2.

Інформація про підхід поїздів та вантажів є складовою оперативного планування та організації перевізного процесу. Інформацію про готовність на пропуск маневрового состава на станцію «Запоріжжя-Ліве» передає маневровий диспетчер станції Східна черговому станції Сортувальна.

Після прибуття маневрового состава з порожніми вагонами загальної мережі на станцію Сортувальна черговий запитує дозвіл у маневрового диспетчера розпорядчого посту 11 на проїзд поїзда на 70 шлях для відстоювання вагонів.

Інформацію про майбутню подачу вагонів під навантаження до цехів передають маневрові диспетчери відповідних розпорядчих постів №№ 11, 14 та диспетчер станції Центральна.

Інформацію про готовність вагонів до прибирання з виробничих цехів передають відповідальні за транспорт маневровим диспетчерам постів або приймальникам вантажів станцій Сортувальна та Центральна.

Планування роботи з вагонами внутрішньозаводського парку в залізничному цеху проводиться, як правило, на зміну (12 годин). Роботу на зміну планує начальник зміни УЗТ на підставі інформації, одержаної від цехових начальників змін, наявності вагонів для завантаження до початку зміни, заявок цехів на постановку вагонів та завдань начальника управління та виробничого відділу.

Завантажені та порожні вагони з вантажних фронтів виставляються на колії станції Сортувальна та Центральна. Змінні оглядачі вагонів по мірі накопичення груп вагонів проводять технічний огляд, а приймальники вантажів – комерційний огляд.

Вагони з технічними чи комерційними несправностями відчіплюються від составу для виправлення. Паралельно з виставкою вагонів приймач робить списування їх з натури.

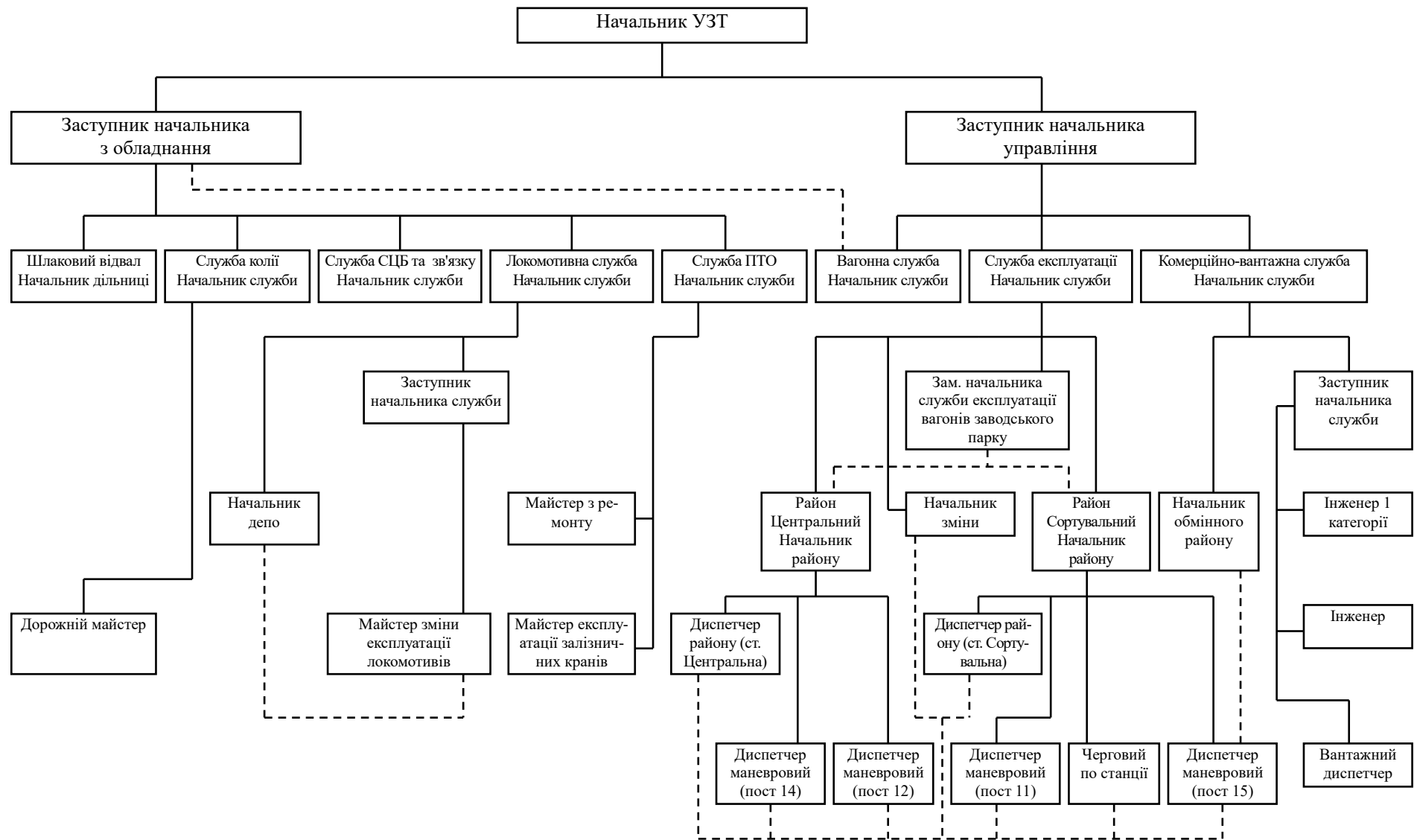


Рисунок 1.1 – Структура управління роботою залізничного транспорту ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Рух поїздів та виконання маневрової роботи в управлінні залізничного транспорту та на під'їзній колії ПрАТ «Дніпроспецсталь» здійснюється відповідно до Правил технічної експлуатації, Інструкції з сигналізації, руху поїздів та маневрової роботи, техніко-розпорядчих актів станцій Сортувальна та Центральна, місцевої інструкції з виконання маневрової роботи та руху поїздів на ПрАТ «Дніпроспецсталь».

Маневрова робота на під'їзній колії виконується локомотивами підприємства з урахуванням їхньої спеціалізації. Усі локомотиви працюють цілодобово. Зміна локомотивно-складальних бригад виконується о 7:30 та 19:30. Тривалість перезміни – 30 хвилин. Екіпірування локомотивів проводиться за графіком.

Вивезення та ввезення вагонів загальної мережі Укрзалізниці зі станції Запоріжжя-Ліве здійснюється локомотивом ТГМ-6 з локомотивно-складальною бригадою, що складається з машиніста, помічника машиніста та складача.

Прийом та відправлення маневрових составів, подавання, прибирання вагонів з вантажних фронтів проводиться станціями Сортувальна, Центральна та розпорядчими постами №№ 11, 14, 15.

Обслуговування виробничих цехів залізничними внутрішньозаводськими перевезеннями здійснюється за контактним графіком, який затверджується керівництвом підприємства.

1.6 Недоліки існуючого стану та постановка завдань магістерської роботи

Аналізуючи існуючу організацію та технологію виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на електрометалургійному підприємстві ПрАТ «Дніпроспецсталь» можна відзначити таке.

Потужності та переробна здатність вантажних фронтів підприємства з вивантаження прибулих вантажів із залізничних вагонів загальної мережі, обладна-

них стаціонарними засобами механізації, не відповідають обсягам вантажопереробки. Це пов'язано з тим, що проектна потужність підприємства з випуску готової продукції раніше була значно більшою, ніж наразі у зв'язку з низкою причин.

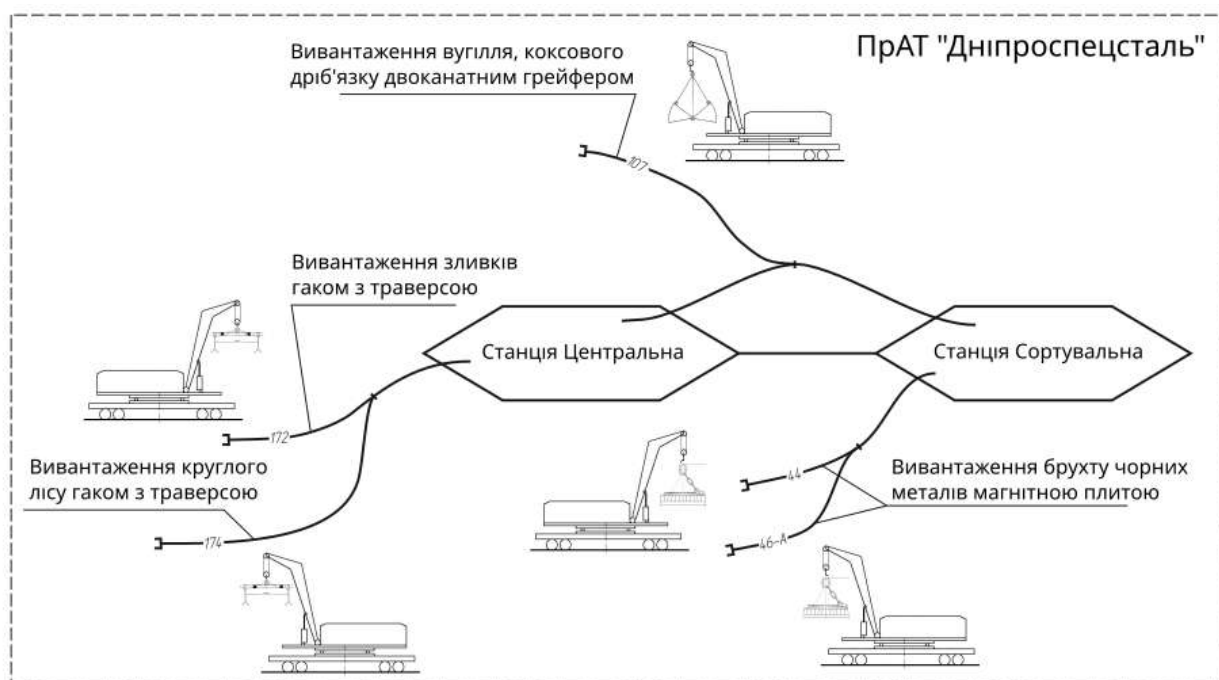
В умовах нестабільних та невеликих вантажопотоків обладнання вантажних фронтів стаціонарними засобами механізації навантажувально-розвантажувальних робіт забезпечує мінімальний час простою вагонів під розвантаженням, і, як наслідок, мінімальні витрати щодо плати за користування вагонами загальної мережі на під'їзній колії підприємства.

Водночас, такий варіант організації вантажних робіт призводить до низького рівня завантаження та значних непродуктивних простоїв засобів механізації, що, у свою чергу, призводить до підвищення експлуатаційних витрат на утримання навантажувально-розвантажувальних механізмів та фонду заробітної плати працівників, зайнятих на операціях розвантаження.

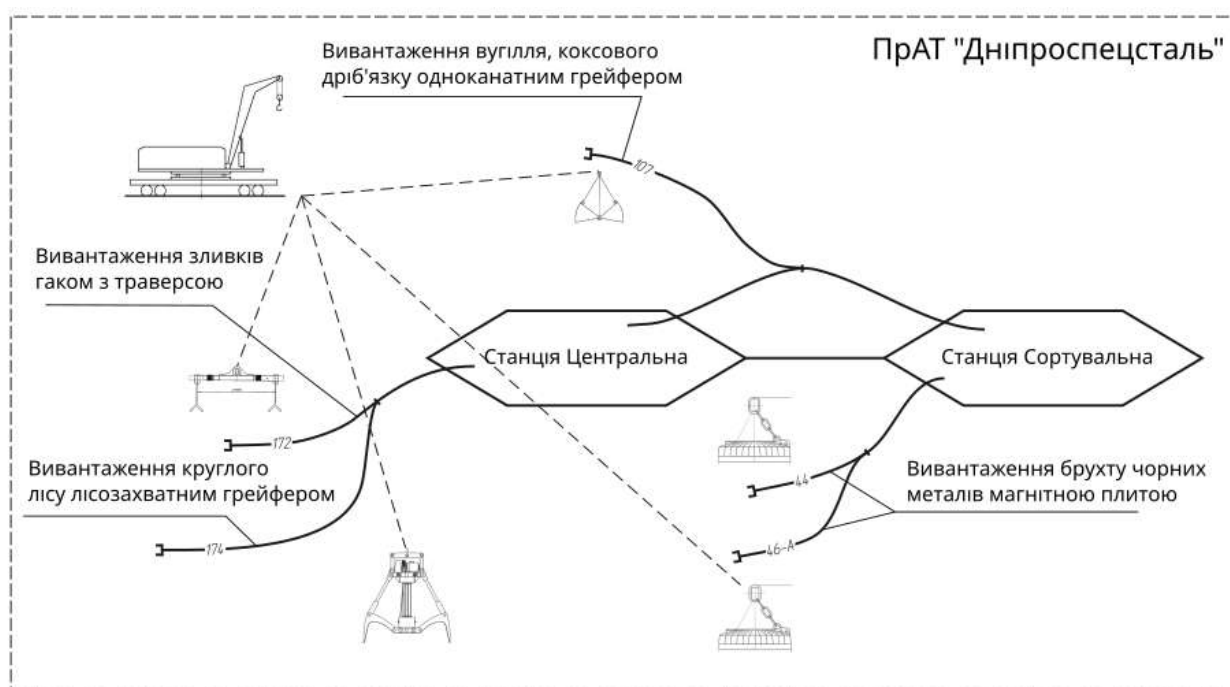
Це, зокрема, стосується також вантажних фронтів, на яких взагалі відсутні стаціонарні засоби механізації та для виконання вантажних операцій на яких використовуються пересувні навантажувально-розвантажувальні механізми — стрілові крани на залізничному ході (колії № 44 та 46-а копрового цеху, колія № 107 цеху підготовки виробництва, колія № 174 прокатного цеху, колія № 172 складу зливків виробничого відділу). У таких умовах можливі два варіанти організації робіт: із закріпленням кранів за вантажними фронтами та без закріплення кранів за вантажними фронтами (рисунок 1.2).

Таким чином, у магістерській роботі передбачається вирішити завдання, спрямовані на підвищення ефективності виконання вантажних операцій з вагонами на вантажних фронтах:

- а) провести статистичний аналіз надходження вантажів на колії розвантаження, не обладнані стаціонарними засобами механізації;
- б) виконати технічне нормування операцій та робіт з розвантаження прибулих вантажів, змінюванні вантажозахватних пристроїв та перестановці пересувних засобів механізації між вантажними фронтами;



а)



б)

Рисунок 1.2 – Існуючий та пропонований варіанти організації вантажних робіт на під'їзній колії ПрАТ «Дніпроспецсталь»

в) розрахувати показники роботи транспортної системи, а саме: знайти тривалості простоїв вагонів в очікуванні розвантаження та під розвантаженням на вантажних фронтах, тривалості простоїв пересувних засобів механізації в очікуванні надходження вагонів на вантажні fronti за різної кількості кранів на залізничному ході;

г) провести економічне обґрунтування запропонованих варіантів та вибрати найбільш ефективний варіант організації транспортного обслуговування вантажних фронтів підприємства пересувними засобами механізації.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Статистичний аналіз потоку вагонів на вантажні fronti

Найчастіше вантажні fronti промислових підприємств функціонують за умов випадкового надходження вимог на навантаження та розвантаження вантажів. Під вимогами у даному випадку розуміються навантажені вагони, які прибувають під розвантаження в цехи і склади підприємства, і навіть порожні вагони, які надходять під навантаження готової продукції та інші вантажами. Нерівномірність надходження вагонів пов'язана з особливостями роботи транспорту. Певною мірою це стосується вантажів, що прибувають у вагонах зовнішньої мережі залізниць.

Розглянемо та дослідимо вхідний вагонопотік під розвантаження на наступні вантажні fronti:

а) колії № 44 та № 46-а копрового цеху. Під розвантаження надходять піввагони з металевим брухтом. Розвантаження здійснюється залізничним краном з магнітною шайбою;

б) колія № 107 цеху підготовки виробництва. Під розвантаження надходять піввагони з вугіллям та коксовим дріб'язком. Розвантаження здійснюється залізничним краном з грейфером об'ємом 1,5 м³;

в) колія № 174 прокатного цеху. Під розвантаження надходять піввагони з круглим лісом. Розвантаження проводиться залізничним краном з гаком та траверсою;

г) колія № 172 складу зливків виробничого відділу. Під розвантаження надходять піввагони з металевими зливками. Розвантаження проводиться залізничним краном з гаком та траверсою.

У таблиці 2.1 наведено вибірки інтервалів між надходженням вагонів на вантажні fronti (за добу), обрані за фактичною звітністю управління залізничного транспорту ПрАТ «Дніпроспецсталь» за 2021 рік.

Перевірці підлягають закони розподілу випадкової величини інтервалу часу між надходженнями вагонів на вантажний фронт як у кожній вибірці, і у цілому за всіма фронтами.

Таблиця 2.1 – Статистичні дані про інтервали часу між подачами вагонів на вантажні fronti (у днях)

Інтервал часу між надходженням вагонів, діб											
вибірка 1 (колії №44, 46-а)			вибірка 2 (колія №107)			вибірка 3 (колія №174)			вибірка 4 (колія №172)		
4	4	7	4	3		4	3	4	4	6	3
3	3	3	3	2		3	3	3	3	8	4
4	3	4	2	9		2	6	7	2	4	3
7	2	9	2	13		2	8	7	2	2	4
4	7	7	4	7		4	3	4	4	4	3
6	3	4	9	3		1	2	3	1	4	11
7	4	3	5	3		2	2	4	2	3	4
4	2	7	7	7		3	4	3	4	3	4
3	3	4	4	4		2	4	11	1	2	3
8	3	4	3	4		5	3	4	5	3	4
10	2	7	18	7		7	3	4	7	4	3
3	2	5	3	3		4	2	3	4	3	11
4	7	2	4	4		3	3	4	3	2	4
3	3	4	3	3		7	7	3	8	4	4
4	4	3	4	6		1	2	4	10	3	3
10	4	4	38	4		10	2	3	3	3	4
2	3	2	7	10		3	2	6	7	2	3
4	4		6	7		4	3		4	2	4
4	3		14	7		3	3		8	4	3
3	2		5	5		4	2		2	3	7

Кінець таблиці 2.1.

Інтервал часу між надходженням вагонів, діб											
вибірка 1 (колії №44, 46-а)			вибірка 2 (колія №107)			вибірка 3 (колія №174)			вибірка 4 (колія №172)		
15	5		2	6		7	2		2	3	7
3	7		4	9		2	4		4	8	4
10	6		10			2	3		4	3	3
6	4		11			4	3		3	4	7
8	3		14			4	7		15	3	4
2	4		2			3	3		3	7	4
2	10		7			15	4		4	4	7
2	6		14			3	3		3	3	5
4	5		4			4	2		3	6	2

2.1.1 Попередній аналіз випадкових величин

Попередній статистичний аналіз випадкових величин передбачає побудову гістограми відносних частот, за зовнішнім виглядом яких можна зробити припущення про закон їх розподілу. Для побудови гістограми вся вибірка розбивається на інтервали (зазвичай рівні та цілі) у межах від максимального до мінімального значення. Кількість інтервалів угруповання визначається за такою формулою (1.1). Таким чином, отримаємо:

а) для вибірки 1 (кількість спостережень $N = 76$)

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg 76 = 7,24 \approx 7;$$

б) для вибірки 2 (кількість спостережень $N = 51$)

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg 51 = 6,67 \approx 7;$$

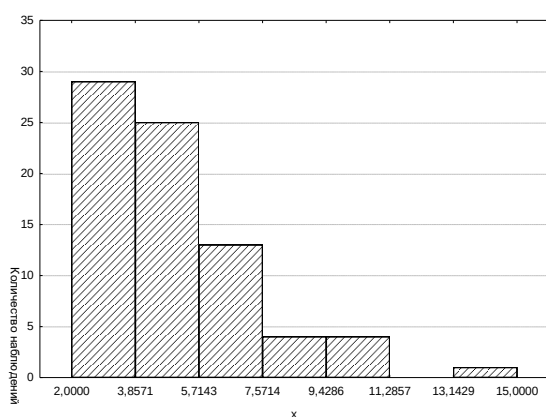
в) для вибірки 3 (кількість спостережень $N = 76$)

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg 76 = 7,24 \approx 7;$$

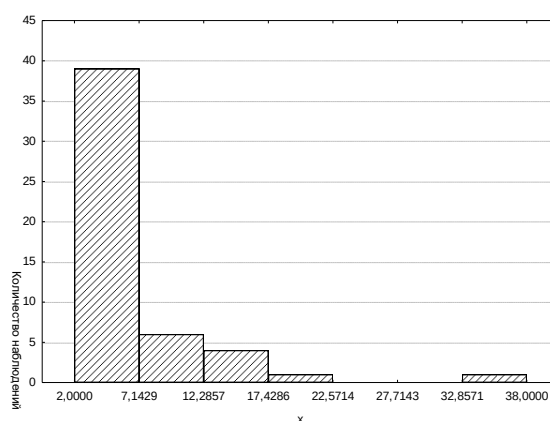
в) для вибірки 4 (кількість спостережень $N = 87$)

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg 87 = 7,44 \approx 7.$$

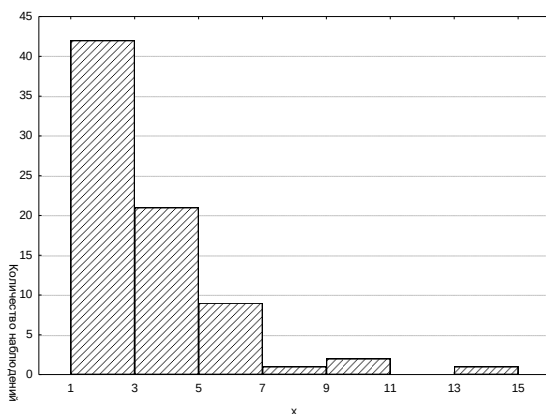
Гістограми відносних частот будуємо на ЕОМ у статистичному пакеті STATISTICA. Гістограми наведені на рисунку 2.1.



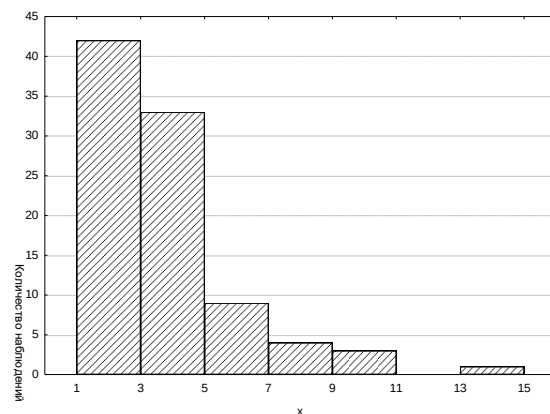
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2.1 – Гістограми розподілу випадкових величин (а – копровий цех, б – цех підготовки виробництва, в – прокатний цех, г – склад зливків)

За зовнішнім виглядом гістограм розподілу висуваємо гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкових величин у всіх чотирьох вибірках з щільністю

$$f(x) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot x}. \quad (2.1)$$

2.1.2 Виключення грубих аномальних спостережень

Для виключення грубих аномальних спостережень скористаємося критерієм Смоляка-Титаренка [1]. У разі експоненціального розподілу підозрілим є максимальне значення у вибірці, що має найменшу ймовірність. Починаючи з останнього елемента ранжованої (упорядкованої в порядку зростання випадкової величини), розраховується значення статистики критерію за формулою

$$C_k = \frac{x_{N-k+1}}{\bar{x}}, \quad (2.2)$$

де $\bar{x}$ – математичне очікування випадкової величини;

x_N – максимальний елемент ранжованого ряду.

Елемент вибірки x_{N-k+1} вважається викидом за умови $C_k > C_{кр}$, де $C_{кр}$ – критичне значення критерію, що приймається за таблицями.

Маємо для вибірки 1: $\bar{x} = 4,658$ діб.

$$k = 1: \quad x_{76} = 15; \quad C_k = \frac{15}{4,658} = 3,22; \quad C_{кр} = 7,05.$$

Оскільки $C_k < C_{кр}$, максимальне значення вибірки викидом не є.

Маємо для вибірки 2: $\bar{x} = 6,647$ діб.

$$k = 1: \quad x_{51} = 38; \quad C_k = \frac{38}{6,647} = 5,72; \quad C_{кр} = 6,567.$$

Оскільки $C_k < C_{кр}$, максимальне значення вибірки викидом не є.

Маємо для вибірки 3: $\bar{x} = 3,92$ діб.

$$k = 1: x_{76} = 15; \quad C_k = \frac{15}{3,92} = 3,83; \quad C_{кр} = 7,05.$$

Оскільки $C_k < C_{кр}$, максимальне значення вибірки викидом не є.

Маємо для вибірки 4: $\bar{x} = 4,17$ діб.

$$k = 1: x_{87} = 15; \quad C_k = \frac{15}{4,17} = 3,59; \quad C_{кр} = 7,19.$$

Оскільки $C_k < C_{кр}$, максимальне значення вибірки викидом не є.

Таким чином доходимо висновку, що у жодній з розглядуваних вибірок грубі аномальні спостереження відсутні.

2.1.3 Перевірка гіпотези про закони розподілу

Для перевірки гіпотези про експонентний розподіл випадкових величин використовуємо критерій Шапіро-Вілка. Відповідно до цього критерію при обсязі вибірки $N > 50$ спостережень використовується значення статистики

$$W_e = \frac{(\bar{x} - x_1)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2.3)$$

де x_1 – мінімальне значення випадкової величини у вибірці.

Отримане значення порівнюється з нижнім $W_1(\alpha)$ та верхнім $W_2(\alpha)$ критичними значеннями критерію Шапіро-Вілка (беруться із спеціальних таблиць в залежності від прийнятого рівня значимості та обсягу вибірки). Гіпотеза про експоненціальний розподіл досліджуваної випадкової величини підтверджується, якщо

$$W_1(\alpha) \leq W_e \leq W_2(\alpha).$$

Маємо для вибірки 1:

$$x_1 = 2; \quad (\bar{x} - x_1)^2 = 7,065; \quad \sum_i (x_i - \bar{x})^2 = 467,11;$$

$$W_e = \frac{7,065}{467,11} = 0,0151; \quad W_1(0,05) = 0,015; \quad W_2(0,05) = 0,049.$$

Оскільки $W_1(\alpha) \leq W_e \leq W_2(\alpha)$, гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини приймаємо.

Маємо для вибірки 2:

$$x_1 = 2; \quad (\bar{x} - x_1)^2 = 21,59; \quad \sum_i (x_i - \bar{x})^2 = 1387,64;$$

$$W_e = \frac{21,59}{1387,64} = 0,0156; \quad W_1(0,05) = 0,015; \quad W_2(0,05) = 0,049;$$

Оскільки $W_1(\alpha) \leq W_e \leq W_2(\alpha)$, гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини приймаємо.

Маємо для вибірки 3:

$$x_1 = 1; \quad (\bar{x} - x_1)^2 = 5,722; \quad \sum_i (x_i - \bar{x})^2 = 397,52;$$

$$W_e = \frac{5,722}{397,52} = 0,015; \quad W_1(0,05) = 0,015; \quad W_2(0,05) = 0,049.$$

Оскільки $W_1(\alpha) \leq W_e \leq W_2(\alpha)$, гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини приймаємо.

Маємо для вибірки 4:

$$x_1 = 1; \quad (\bar{x} - x_1)^2 = 10,05; \quad \sum_i (x_i - \bar{x})^2 = 483,2;$$

$$W_e = \frac{10,05}{483,2} = 0,021; \quad W_1(0,05) = 0,015; W_2(0,05) = 0,049.$$

Оскільки $W_1(\alpha) \leq W_e \leq W_2(\alpha)$, гіпотезу про експоненціальний розподіл випадкової величини приймаємо.

Таким чином, гіпотези про експоненціальний розподіл інтервалів часу між надходженнями вагонів на вантажні фронти підтвердилися.

2.2 Вибір засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт

Для розвантаження прибуваючих вантажів з піввагонів на необладнаних стаціонарними засобами механізації вантажних фронтах застосовуються самостійні стрілові крани на залізничному ході зі змінними вантажозахватними пристроями — КЖДЕ-25, КЖ-561, КЖ-562, ЕДК-300/2, КЖ-46.

Крани залізничні дизель-електричні КЖ-462 та КЖ-562 призначені для механізації вантажно-розвантажувальних робіт на залізничних коліях 1435 та 1520 мм. Крани оснащені уніфікованим багатомоторним дизель-електричним приводом на трифазному струмі напругою 380 В, частотою 50 Гц. Передбачена можливість роботи крана із живленням від зовнішнього джерела струму за допомогою гнучкого кабелю. Крани виготовляються зі стрілою довжиною 15 м та вантажним гаком для переробки штучних вантажів. Додатково крани можуть бути укомплектовані подовжувачем стріли довжиною 5 м, грейферами для переробки сипких вантажів ємностями 1,2 м³ і 2 м³, лісозахватним грейфером, вантажопідйомним електромагнітом, шляхоочисним пристроєм [2]. Технічні характеристики залізничних кранів КЖ-462 та КЖ-562 наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики кранів на залізничному ході КЖ-462 та КЖ-562

Характеристика	Значення для крана
----------------	--------------------

	КЖ-462	КЖ-562
1. Вантажопідйомність максимальна, т:		
без виносних опор	12,0	16,0
з виносними опорами	16,0	25,0
2. Висота підйому гака максимальна, м	14,4	14,4
3. Виліт стріли, м:		
мінімальний	4,8	5,0
максимальний	14,0	14,0
4. Продуктивність, т/год (мінімальна)	82,0	100,0
5. Швидкість підйому-опускання, м/хв	9,5 / 19,0	5,6/11,2
6. Частота обертання, об/хв	2,0	1,5
7. Швидкість переміщення, км/год:		
робоча	6,4	6,4
транспортна	16,5	16,5
8. Швидкість буксирування у складі поїзда, км/год.	80	80
9. Потужність дизель-генератора, кВт	100,0	100,0

Штатний двоканатний грейфер, що поставляється із залізничними кранами, має при забезпеченні високої продуктивності суттєвий недолік — при його зміні потрібно перепасовування канатів і, як наслідок, витрати значного часу. Цих недоліків позбавлені одноканатні грейфери. Виберемо для виконання навантажувально-розвантажувальних робіт із сипкими вантажами одноканатний грейфер типу ДГ2–5–СЗ–1к–1,5 (рисунок 2.2). Його перевагою є те, що він використовується як знімний вантажозахватний пристрій, навішується на гак крана, швидко готується до роботи. Управління грейфером здійснюється безпосередньо машиністом крана з кабіни управління. Технічні характеристики грейфера ДГ2–5–СЗ–1к–1,5 наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики грейфера ДГ2-5-СЗ-1к-1,5

Характеристика	Значення
1. Об'єм, м ³	1,5
2. Довжина грейфера, мм:	
відкритого	2525
закритого	1960
3. Висота, мм:	
відкритого	3150
закритого	2700
4. Ширина, мм	1700
5. Допустима маса вантажу, що зачерпується, т	2,7
6. Власна маса, т	1,8

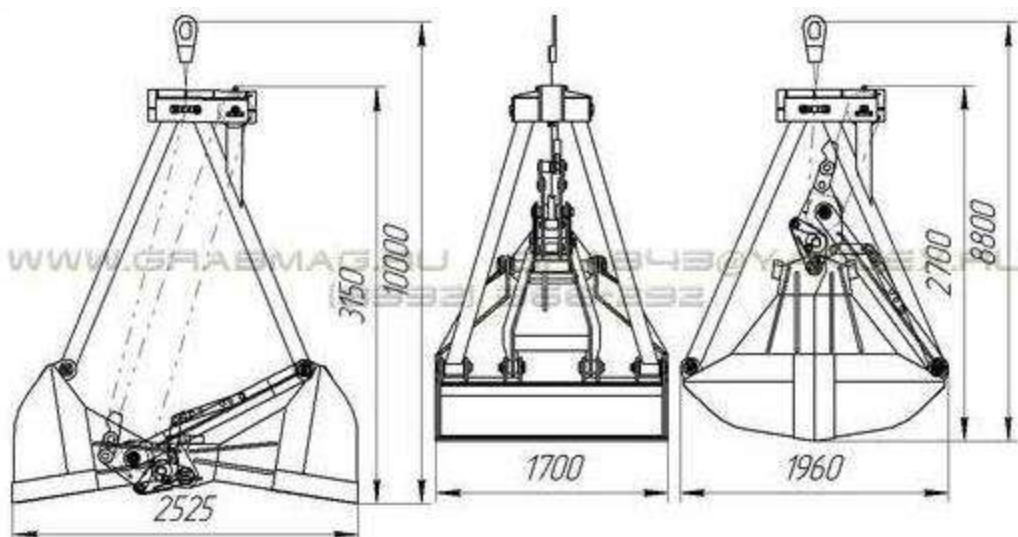


Рисунок 2.2 – Габаритне креслення грейфера ДГ2-5-С3-1к-1,5

Електромагніт вантажопідійомний ДКМ 120 Л/А (магнітна шайба), посилений аналог електромагніту М-42, призначений для підйому та транспортування вантажів із феромагнітних матеріалів. Технічні характеристики електромагніту наведено у таблиці 2.4, а його габаритне креслення — на рисунку 2.3.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики вантажопідійомного електромагніту ДКМ 120 Л/А

Характеристика	Значення
1. Струм, А	39
2. Споживана потужність, кВт	8,6
3. Відривне зусилля, т	28
4. Вантажопідійомність, т:	
сляб	14,0
брухт 3А	0,41
брухт рядовий	0,18
5. Висота, мм	1300
6. Діаметр, мм	1200
7. Власна маса, т	1,25

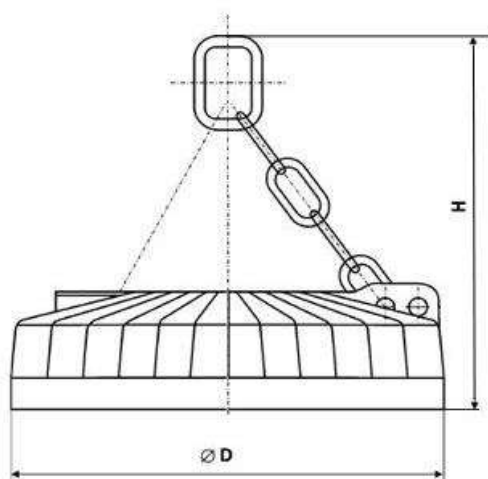


Рисунок 2.3 – Електромагніт вантажопідійомний ДКМ 120 Л/А

Для вивантаження круглого лісу пропонується використання кліщового моторного грейфера ДГ2ЛЗ-5-К-В-1 (рисунок 2.4), перевагами якого є швидка зміна на гаку крана, зниження трудомісткості вивантаження за рахунок зменшення трудовитрат на роботу стропальників. Технічні характеристики грейфера наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики грейфера ДГ2ЛЗ-5-К-В-1

Характеристика	Значення
1. Площа захоплення, м ²	1,0
2. Допустима маса підйому, т	2,5
3. Маса грейфера, т	2,3
4. Довжина грейфера, мм:	
відкритого	2370
закритого	1555
5. Висота, мм:	
відкритого	3050
закритого	2670
6. Ширина грейфера, мм	1500

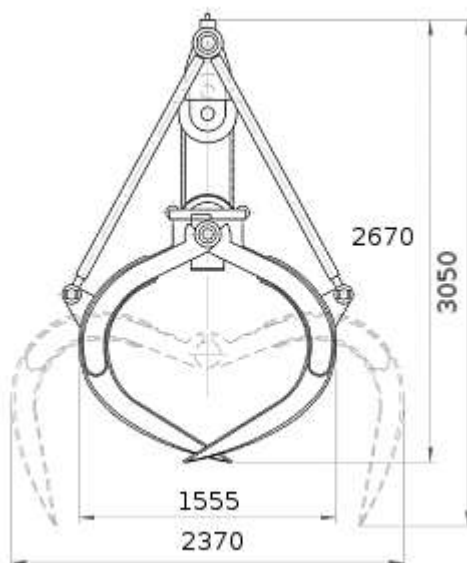


Рисунок 2.4 – Габаритне креслення грейфера ДГ2ЛЗ-5-К-В-1

2.3 Технічне нормування операцій та робіт

2.3.1 Нормування часу руху та маневрових робіт

Технологічний час на подачу вагонів з однієї станції на іншу, переміщення навантажувально-розвантажувальних механізмів маневровим порядком визначається за формулою

$$T_{\Pi} = t_3 + t_a + t_x, \quad (2.4)$$

де t_3 – час на заїзд локомотива під состав з колій даного маневрового району підприємства, хв;

t_a – час увімкнення та випробування автогальм, хв;

t_x – час руху перегоном з однієї станції на іншу, хв.

Час руху перегоном визначається за формулою

$$t_x = \frac{60 \cdot L_{\Pi}}{v_{\text{ср}}} + t_{\text{рз}}, \quad (2.5)$$

де L_{Π} – довжина перегону, км;

$v_{\text{ср}}$ – середня ходова швидкість, км/год;

$t_{\text{рз}}$ – час на розгін та уповільнення, хв. Зазвичай приймається $t_{\text{рз}} \approx 2$ хв.

Час на подачу та прибирання вагонів складається з часу окремих півреїсів, тривалість яких визначається за формулою

$$t_{\Pi} = 1,5 \cdot a + b \cdot m_{\text{с}}, \quad (2.6)$$

де a – частка часу півреїсу, що припадає на переміщення локомотивом, хв;

b – додаткові витрати часу, що припадають на один вагон, хв;

$m_{\text{с}}$ – кількість вагонів у маневровому составі.

Коефіцієнти a і b приймаємо для практичних розрахунків згідно з [3].

При розрахунку норм часу маневрових пересування також враховуємо [4]:

а) час на організацію відправлення або прибуття (отримання завдання, причіплення локомотива, збирання гальмівних башмаків, підготовку сигналів) приймаємо рівним 5 хв;

б) час на переведення необслуговуваної стрілки при русі з'єднувальними коліями – 1 хв на стрілку. У випадку, якщо кількість стрілок заздалегідь невідома, вона приймається рівною 50 % кількості усіх необслуговуваних стрілок на шляху прямування;

в) час на кутовий заїзд (зміну напрямку руху) приймаємо з розрахунку 1 хв на один кутовий заїзд для состава до 10 вагонів та 2 хв для состава з більш ніж 10 вагонів.

Результати розрахунку маневрових пересувань зводимо до технологічних карт маневрової роботи (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 – Технологічні карти маневрової роботи

Операція	Рух		Довжина піврейсу, м	Кількість вагонів	Норма часу
	від	до			
Подавання вагонів на склад копрового цеху (колія № 44)					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					5,0
3. Рух	СП34	СП55	575	9	2,83
Разом					13
Подавання вагонів на склад копрового цеху (колія № 46-а)					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					5,0
3. Рух	СП34	СП50	650	9	3,06
Разом					14

Продовження таблиці 2.6.

Операція	Рух		Довжина піврейсу, м	Кількість вагонів	Норма часу
	від	до			
Подавання вагонів на склад ЦПП (колія № 107)					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					8,0
3. Рух	СП32	СП233	1475	3	4,61
Разом					18,0
Подавання вагонів на склад лісу (колія № 174)					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					15,0
3. Рух	СП22	СП20	2550	3	7,16
Разом					28
Подавання вагонів на склад зливків (колія № 172)					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					15,0
3. Рух	СП22	СП30	2325	6	7,5
Разом					28
Виїзд локомотива з колії № 44					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					5,0
3. Рух	СП55	СП34	575	-	2,34
Разом					13
Виїзд локомотива з колії № 107					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					8,0
3. Рух	СП233	СП32	1475	-	4,34
Разом					18

Продовження таблиці 2.6.

Операція	Рух		Довжина піврейсу, м	Кількість вагонів	Норма часу
	від	до			
Виїзд локомотива з колії № 174					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					15,0
3. Рух	СП20	СП22	2550	-	6,79
Разом					27
Виїзд локомотива з колії № 172					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					15,0
3. Рух	СП30	СП22	2325	-	6,44
Разом					27
Перестановка крана КЖД з колії № 44 на колію № 107					
1. Отримання завдання					5,00
2. Переведення стрілок					12,0
3. Рух	СП55	СП233	1675	-	7,0
Разом					24
Перестановка крана КЖД з колії № 46-а на колію № 107					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					12,0
3. Рух	СП50	СП233	1675	-	7,0
Разом					24
Перестановка крана КЖД з колії № 44 на колію № 174					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переклад стрілок					16,0
3. Рух	СП55	СП20	3125	-	12,0
Разом					33
Продовження таблиці 2.6.					
Операція	Рух				

	від	до	Довжина піврейсу, м	Кількість вагонів	Норма часу
Перестановка крана КЖД з колії № 46-а на колію № 174					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					16,0
3. Рух	СП50	СП20	2725	-	9,9
Разом					31
Перестановка крана КЖД з колії № 44 на колію № 172					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					16,0
3. Рух	СП55	СП30	2750	-	10,0
Разом					31
Перестановка крана КЖД з колії № 46-а на колію № 172					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					16,0
3. Рух	СП50	СП30	2700	-	9,82
Разом					31
Перестановка крана КЖД з колії № 107 на колію № 174					
1. Отримання завдання					5,00
2. Переведення стрілок					16
3. Рух	СП233	СП20	2025	-	7,36
Разом					29
Перестановка крана КЖД з колії № 107 на колію № 172					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					16
3. Рух	СП233	СП30	1925	-	7,0
Разом					28
Кінець таблиці 2.6.					
Операція	Рух				

	від	до	Довжина піврейсу, м	Кількість вагонів	Норма часу
Перестановка крана КЖД з колії № 174 на колію № 172					
1. Отримання завдання					5,0
2. Переведення стрілок					2,0
3. Рух	СП20	СП30	80	-	0,29
Разом					8

2.3.2 Нормування часу виконання вантажних операцій

При виконанні вантажних операцій механізованим способом норма часу на розвантаження одного вагона визначається за формулою

$$t_{\text{гр}} = \frac{q_{\text{в}}}{Z \cdot \Pi} + t_{\text{всп}}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{в}}$ – середня маса вантажу у вагоні, т;

Z – кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів, які застосовуються для розвантаження одного вагона;

Π – продуктивність одного навантажувально-розвантажувального механізму, т/год;

$t_{\text{всп}}$ – час виконання допоміжних операцій, год.

Розрахунок норми часу на розвантаження металевих брухту.

Вихідні дані: технологічна схема – піввагон – кран – майданчик. Захватний пристрій – магнітна шайба вантажопідйомністю 0,5 т. Середня висота підйому (опускання) магніту – 2,5 м, середній кут повороту крана – 180°.

Технічні дані крана: швидкість підйому-опускання шайби – 19,0 м/хв, швидкість обертання крана – 2,0 об/хв, швидкість пересування крана – 6,4 км/год.

Витрати часу на підготовчо-заклучні роботи (у відсотках від оперативного часу) $K = 1$.

Склад бригади: машиніст крана – 1 чел, помічник машиніста крана – 1 чел.

Розрахунок тривалості циклу крана наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок тривалості циклу крана при вивантаженні брукху

Найменування елемента	Час, с
1. Захоплення вантажу електромагнітом	8,0
2. Підйом шайби з вантажем	10,0
3. Поворот стріли крана з вантажем до місця розвантаження	18,0
4. Віддавання вантажу	5,0
5. Поворот стріли крана без вантажу до місця захоплення	17,0
6. Опускання шайби без вантажу	10,0
Разом час циклу $T_{\text{ц}}$, с	68,0

Норму часу на розвантаження 1 т вантажу визначимо за формулою

$$H_{\text{вр}} = \frac{T_{\text{ц}}}{3600 \cdot q_{\text{ц}}} \times K, \quad (2.8)$$

де $q_{\text{ц}}$ – кількість вантажу, що переміщується краном за цикл, тобто

$$H_{\text{вр}} = \frac{68}{3600 \cdot 0,5} \times 1,0 = 0,0378 \text{ год.}$$

Продуктивність крана розраховуємо за формулою

$$P = \frac{1}{H_{\text{вр}}} = \frac{1}{0,0378} = 26,45 \text{ т/год.}$$

Тривалість вантажних операцій з одним вагоном становитиме

$$t_{\text{гр}} = \frac{62}{2 \cdot 26,45} = 1,17 \text{ год.}$$

Час простою партії із 9 вагонів складе 10,55 год.

Розрахунок норми часу на розвантаження коксового дріб'язку.

Питома вага вантажу – 0,42 т/м³.

Вихідні дані: технологічна схема – піввагон – кран – майданчик. Захватний пристрій – грейфер об'ємом 1,5 м³. Коефіцієнт заповнення грейфера $K_3 = 0,82$. Середня висота підйому (опускання) грейфера – 2,5 м, середній кут повороту крана – 130°.

Технічні дані крана: швидкість підйому-опускання грейфера – 19,0 м/хв, швидкість обертання крана – 2,0 об/хв, швидкість пересування крана – 6,4 км/год.

Витрати часу на підготовчо-заклучні роботи (у відсотках від оперативного часу) $K = 1,2765$.

Склад бригади: машиніст крана – 1 чол.

Розрахунок часу циклу крана наведено у таблиці 2.8.

Кількість коксового дріб'язку, що переміщується краном за цикл, визначимо за формулою

$$q_{\text{ц}} = \gamma \cdot K_3 \cdot V, \quad (2.9)$$

де γ – питома вага вантажу, т/м³;

V – місткість грейфера, м³.

Таким чином,

$$q_{\text{ц}} = 0,42 \cdot 0,82 \cdot 1,5 = 0,517 \text{ т.}$$

Таблиця 2.8 – Розрахунок часу циклу крана при вивантаженні коксу

Найменування елемента	Час, с
1. Захоплення вантажу грейфером	8,9
2. Підйом грейфера з вантажем	6,0
3. Поворот стріли крана із завантаженим грейфером до місця розвантаження	10,0
4. Опускання навантаженого грейфера на місце розвантаження	8,0
5. Висипання вантажу з грейфера	2,0
6. Піднімання порожнього грейфера	5,0
7. Поворот стріли крана з порожнім грейфером	10,0
8. Опускання порожнього грейфера до місця захвату вантажу	5,0
Разом час циклу $T_{\text{ц}}$, с	54,9

Норму часу на розвантаження 1 т вантажу

$$H_{\text{вр}} = \frac{54,9}{3600 \cdot 0,517} \times 1,2765 = 0,0377 \text{ год.}$$

Продуктивність крана розраховуємо за формулою

$$П = \frac{1}{H_{\text{вр}}} = \frac{1}{0,0377} = 26,5 \text{ т/год.}$$

Тривалість вантажних операцій з одним вагоном становитиме

$$t_{\text{гр}} = \frac{44}{1 \cdot 26,5} = 1,66 \text{ год.}$$

Час простою партії із трьох вагонів складе 4,98 год.

Розрахунок норми часу розвантаження круглого лісу.

Питома вага вантажу – $0,9 \text{ т/м}^3$.

Вихідні дані: технологічна схема – піввагон – лісозахватний грейфер – майданчик. Захватний пристрій – лісозахватний грейфер площею захвату $1,0 \text{ м}^2$.

Середня висота підйому (опускання) грейфера – $3,0 \text{ м}$, середній кут повороту крана – 130° .

Технічні дані крана: швидкість підйому-опускання грейфера – $19,0 \text{ м/хв}$, швидкість обертання крана – $2,0 \text{ об/хв}$, швидкість пересування крана – $6,4 \text{ км/год}$.

Витрати часу на підготовчо-заклучні роботи (у відсотках від оперативного часу) $K = 1,2578$.

Склад бригади: машиніст крана – 1 чол, стропальники – 2 чол.

Розрахунок часу циклу крана наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок тривалості циклу крана при вивантаженні лісу

Найменування елемента	Час, с
1. Захоплення вантажу грейфером	18,0
2. Підйом грейфера з вантажем	6,0
3. Поворот стріли крана із завантаженим грейфером до місця розвантаження	10,0
4. Опускання навантаженого грейфера на місце розвантаження	8,0
5. Віддача вантажу з грейфера	7,0
6. Підйом порожнього грейфера	5,0
7. Поворот стріли крана з порожнім грейфером	10,0
8. Опускання порожнього грейфера до місця захвату вантажу	5,0
Разом час циклу $T_{\text{ц}}$, с	69,0

Норма часу на розвантаження 1 т вантажу складатиме

$$H_{\text{вр}} = \frac{69,0}{3600 \cdot 1,5} \times 1,2578 = 0,0161 \text{ год.}$$

Продуктивність крана розраховуємо за формулою

$$P = \frac{1}{H_{\text{вр}}} = \frac{1}{0,0161} = 62,1 \text{ т/год.}$$

Тривалість вантажних операцій з одним вагоном становитиме

$$t_{\text{гр}} = \frac{62}{1 \cdot 62,1} = 1,0 \text{ год.}$$

Тривалість простою партії із трьох вагонів складе 3,0 год.

Розрахунок норми часу на розвантаження зливків.

Питома вага вантажу – 8,7 т/м³.

Вихідні дані: технологічна схема – піввагон – гак зі стропами – майданчик.

Захватний пристрій – стропи.

Середня висота підйому (опускання) вантажу – 3,0 м, середній кут повороту крана – 130°.

Технічні дані використовуваного крана: швидкість підйому-опускання гака – 19,0 м/хв, швидкість обертання крана – 2,0 об/хв, швидкість пересування крана – 6,4 км/год.

Витрати часу на підготовчо-заклучні роботи (у відсотках від оперативного часу) $K = 1,2142$.

Склад бригади: машиніст крана – 1 чел, стропальники – 3 чел.

Розрахунок тривалості циклу крана наведено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок часу циклу крана при вивантаженні злитків

Найменування елемента	Час, с
1. Застропування вантажу	17,0
2. Підйом вантажу	12,0

3. Поворот стріли крана з вантажем до місця розвантаження	14,0
4. Опускання вантажу на місце розвантаження	14,0
5. Віддача вантажу	18,0
6. Підйом порожнього гака	11,0
7. Поворот стріли крана з порожнім гаком	10,0
8. Опускання строп до місця захоплення вантажу	10,0
Разом час циклу $T_{ц}, c$	106,0

Норма часу на розвантаження 1 т вантажу

$$H_{вр} = \frac{106,0}{3600 \cdot 1,5} \times 1,2142 = 0,0238 \text{ год.}$$

Продуктивність крана розраховуємо за формулою

$$P = \frac{1}{H_{вр}} = \frac{1}{0,0238} = 42,02 \text{ т/год.}$$

Тривалість вантажних операцій з одним вагоном становитиме

$$t_{гр} = \frac{69}{1 \cdot 42,02} = 1,64 \text{ год.}$$

Тривалість простою партії з шести вагонів складе 9,85 год.

2.4 Оптимізація кількості вантажно-розвантажувальних машин

Оскільки надходження вагонів з вантажами на розглядувані вантажні fronti є нерівномірним і носить випадковий характер, потрібну кількість пересувних засобів механізації (кранів на залізничному ході зі змінними вантажозахватними пристроями) доцільно визначати методами теорії масового обслуговування [5].

У такому разі вантажні fronti слід розглядати як джерела надходження вимог. Каналами обслуговування виступатимуть крани на залізничному ході. Отже, оскільки кількість вантажних фронтів обмежена, маємо замкнену систему масового обслуговування. У такій системі обслужені вимоги знову повертаються у джерело вимог та доповнюють його. Представимо систему у формалізованому вигляді та визначимо вихідні дані для її розрахунку.

Кількість каналів обслуговування визначається кількістю кранів на залізничному ході. Цей параметр підлягає зміні. Інтенсивність надходження вимог λ визначає середню кількість вимог, що надходять до системи за одиницю часу. На підставі розрахунків випадкових величин надходження вагонів на вантажні fronti (п. 2.1.2) інтенсивність надходження визначимо за формулою

$$\lambda = \sum_i \frac{1}{\bar{x}_i}, \quad (2.10)$$

де $\bar{x}_i$ – середній інтервал надходження вагонів на кожен з вантажних фронтів, діб.

Отримаємо

$$\lambda = \frac{1}{4,658} + \frac{1}{6,647} + \frac{1}{3,92} + \frac{1}{4,17} = 0,8589 \text{ вимог/добу.}$$

Інтенсивність обслуговування μ є величиною, зворотною середньому часу обслуговування однієї вимоги $\bar{t}_{\text{обс}}$. У нашому випадку, середній час обслуговування вантажного фронту визначаємо за формулою

$$\bar{t}_{\text{обс}} = \bar{t}_{\text{пр}} + \bar{t}_{\text{к}}, \quad (2.11)$$

де $\bar{t}_{\text{пр}}$ – середній час навантажувально-розвантажувальних операцій з подачами вагонів на вантажних фронтах, діб;

$\bar{t}_{\text{к}}$ – середній час на переміщення засобів механізації з одного вантажного фронту до іншого, діб.

Середній час навантажувально-розвантажувальних операцій розраховуємо на підставі норм часу на розвантаження одного вагона та загальній кількості вагонів у подачі (п. 2.3.2)

$$\bar{t}_{\text{пр}} = \frac{1}{24 \cdot 4} (25,72 + 4,98 + 3,0 + 9,85) = 0,454 \text{ доби.}$$

Середній час переміщення кранів між вантажними фронтами визначимо на підставі результатів розрахунків п. 2.3.1.

$$\bar{t}_{\text{к}} = \frac{24 + 31 + 31 + 29 + 8 + 28}{24 \cdot 60 \cdot 6} = 0,02 \text{ доби.}$$

Таким чином, інтенсивність обслуговування складе

$$\mu = \frac{1}{0,454 + 0,02} = 2,11 \text{ вимог/добу.}$$

Максимальна кількість вимог у системі відповідає кількості вантажних фронтів, що розглядаються, тобто $m = 4$.

Визначаємо параметр завантаження системи

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0,8589}{2,11} = 0,407.$$

Відношення ймовірностей того, що k каналів обслуговування зайняті P_k до ймовірності того, що всі канали обслуговування вільні P_0 визначаємо за формулою

$$\frac{P_k}{P_0} = \begin{cases} \frac{m! \alpha^k}{k!(m-k)!}, & \text{для } 1 \leq k < n; \\ \frac{m! \alpha^k}{n^{k-n} n!(m-k)!}, & \text{для } n \leq k \leq m. \end{cases} \quad (2.12)$$

Результати розрахунку (для випадку $n = 1$) зводимо до таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахунок одноканальної замкненої СМО

k	P_k/P_0	P_k	$k \cdot P_k$	$(k-n)P_k$	$(n-k)P_k$
0	1,000	0,143	0,000	-	0,143
1	1,628	0,233	0,233	0,000	-
2	1,988	0,284	0,568	0,284	-
3	1,618	0,231	0,693	0,462	-
4	0,659	0,094	0,376	0,282	-
Разом	6,893	1,000	1,870	1,028	0,143

Імовірність того, що всі канали обслуговування вільні від обслуговування вимог

$$P_0 = \frac{1}{6,893} = 0,143.$$

Тут значення у знаменнику дробу є сумою значень другого стовпчика таблиці 2.11.

Середню кількість вантажних фронтів, що очікують на обслуговування, визначаємо за формулою (довжина черги в СМО)

$$M_{\text{оч}} = \sum_{k=n+1}^m (k - n)P_k = 1,028.$$

Середня кількість вимог у системі (кількість вантажних фронтів, що обслуговуються або чекають на обслуговування)

$$M_c = \sum_{k=0}^m k \cdot P_k = 1,870.$$

Середній час очікування вантажним фронтом на обслуговування розраховуємо за формулою Літтла

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{M_{\text{оч}}}{\lambda} = \frac{1,028}{0,8589} = 1,197 \text{ доби.}$$

Середній час перебування вимоги у системі (знаходження вагонів на під'їзній колії з урахуванням тривалості очікування та розвантаження) визначається як сума середнього часу очікування та середнього часу обслуговування

$$\bar{t}_c = \bar{t}_{\text{оч}} + \frac{1}{\mu} = 1,197 + \frac{1}{2,11} = 1,671 \text{ доби.}$$

Економічний показник для вибору оптимального варіанта системи обслуговування у частині кількості каналів обслуговування розраховуємо за формулою

$$C_{\Sigma} = C_k + C_v, \quad (2.13)$$

де C_{Π} – витрати, пов'язані з експлуатацією пересувних засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, грн;

C_R – витрати, пов'язані з оплатою користування вантажними вагонами загальної мережі, грн.

Витрати, пов'язані з використанням кранів на залізничному ході визначаємо за формулою

$$C_K = \bar{t}_c \cdot n_K \cdot C_{Kч}, \quad (2.14)$$

де n_K – кількість використовуваних кранів, од.;

$C_{Kч}$ – приведена вартість 1 крано-години, грн. Приймаємо за даними підприємства $C_{Kч} = 938$ грн.

Витрати на оплату користування вагонами загальної мережі визначаємо за формулою

$$C_B = \bar{n}_B \cdot f(\bar{t}_c), \quad (2.15)$$

де $\bar{n}_B$ – середня кількість вагонів у подачі на вантажний фронт, ваг. Приймаємо $\bar{n}_B = 6$ вагонів;

$f(\bar{t}_c)$ – функція витрат, яка залежить від знаходження вагонів на під'їзній колії. Приймаємо за даними АТ «Укрзалізниця» $f(\bar{t}_c) = 62,5$ грн/год.

Розрахунки при кількості кранів $n = 2, 3, 4$ виконуємо на ЕОМ за програмою СМО-4 кафедри ТТ. Результати розрахунку наведено у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Результати розрахунку оптимальної кількості кранів на залізничному ході

n_K	$\bar{t}_c$, год.	C_K , грн	C_B , грн	C_{Σ} , грн
1	40,1	10426	757,2	11183
2	15,21	7909	112,8	8022
3	11,61	9056	81,6	9138
4	11,38	11835	81,6	11917

Таким чином, мінімальні витрати забезпечуються за кількості кранів на залізничному ході $n_K = 2$.

2.5 Розробка технологічних графіків обробки рухомого складу.

Технологічні графіки обробки рухомого складу є основою для розробки добового плану-графіку роботи станції. Добовий план-графік є графічним зображенням роботи станції та вантажних фронтів з обробки поїздів і вагонів і складається на підставі графіка руху поїздів на внутрішніх та зовнішніх перевезеннях, планів формування поїздів на зовнішню мережу та внутрішньозаводській станції, контактних графіків забезпечення перевезень у цехи вагонами заводського парку.

Добовий план-графік складається на підставі технологічних графіків обробки маневрових передач, які показані на рисунку 2.5. Він є сіткою, горизонтальні лінії якої позначають заводські колії, парки, сортувальні та вантажні пристрої із зазначенням спеціалізації колій.

В умовах промислового залізничного транспорту час на розформування вагонів на витяжній колії заводської станції визначається за формулою

$$T_c = A \cdot g + B \cdot m, \quad (2.16)$$

де A, B – постійні коефіцієнти (таблиця 2.13);
 g – кількість відчепів (груп вагонів) у составі;
 m – кількість вагонів у составі.

Оскільки в період найбільшого згущення поїздів кількість вагонів, що надходять на заводську станцію дорівнює 21, подавати вагони на станцію Сортувальна зі станції Запоріжжя-Ліве будемо двома передачами. Перша передача складається з 9 вагонів з брукхтом, друга передача складається з 12 вагонів (6 вагонів зі зливками, 3 вагони з коксовим дріб'язком та 3 вагони з круглим лісом).

Операції	Тривалість виконання, хб.	Час, хб.	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
Розформування состава	7											
Подача вагонів на склад зливків	28											
Виліз локомотива зі складу зливків	27											
Розвантаження вагонів на склад зливків	591											
Подача вагонів на склад силкових вантажів ЦПВ	17											
Виліз локомотива зі складу силкових вантажів ЦПВ	18											
Розвантаження вагонів на склад силкових вантажів ЦПВ	299											
Подача вагонів на склад лісоматеріалів	28											
Виліз локомотива зі складу лісоматеріалів	27											
Перестановка залізничного крана з колії №107 на колію №174	29											
Розвантаження вагонів на склад лісоматеріалів	180											
Заліз локомотива на склад силкових вантажів ЦПВ	18											
Придирання вагонів зі складу силкових вантажів ЦПВ	18											
Заліз локомотива на склад лісоматеріалів	28											
Придирання вагонів зі складу лісоматеріалів	27											
Заліз локомотива на склад зливків	27											
Придирання вагонів зі складу зливків	27											
Формування состава	8											
РА30М	677											

а)

Операції	Тривалість виконання, хб.	Час, хб.	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
Подача вагонів на склад металообробки	13											
Виліз локомотива зі складу металообробки	13											
Розвантаження вагонів на склад металообробки	633											
Заліз локомотива на склад металообробки	13											
Придирання вагонів зі складу металообробки	13											
РА30М	633											

б)

Таблиця 2.13 – Значення коефіцієнтів A і B

Найменування робіт	Приведений ухил колії, ‰	Сортування вагонів			
		осаджуванням		поштовхами	
		A	B	A	B
Розформування состава	менше 1,5	1,14	0,26	0,89	0,22
	від 1,5 до 4,0	-	-	0,54	0,21
	більше 4,0	-	-	0,44	0,40

Тривалість розформування вагонів маневрових передач на станції Сортувальна осаджуванням складе:

– для першої передачі

$$T_c = 1,14 \cdot 1 + 0,26 \cdot 9 = 3,48 = 4 \text{ хв};$$

– для другої передачі

$$T_c = 1,14 \cdot 3 + 0,26 \cdot 12 = 6,54 = 7 \text{ хв.}$$

При формуванні поїздів на промислових станціях час збирання вагонів на витяжній колії визначається за формулою

$$t_{cb} = 2,5 \cdot p + 0,4 \cdot m_{cb}, \quad (2.17)$$

де p – кількість колій, на яких стоять вагони, що збираються на колію відправлення, $p = 1$;

m_{cb} – кількість вагонів, що переставляються з інших колій на колію формування поїзда, $m_{cb} = 12$.

Таким чином, тривалість формування поїзда на станції Сортувальна

$$t_{cb} = 2,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 12 = 7,3 = 8 \text{ хв.}$$

Прибуття поїзда на станцію показуємо похилою лінією на верхній смузі горизонтальної добового плану-графіка. Поїзд, що прибув, показується на приймально-відправній колії прямокутником, довжина якого відповідає тривалості операцій з прибуття, а висота – 4 мм. Після закінчення операцій з прибуття поїзд розформовується. Операція розформування позначається умовним прямокутником по лінії, яка відповідає витяжній (сполучній) колії. У результаті розформування поїзда вагони, що прибули у його складі, розставляються на приймально-відправні колії відповідно до встановленої для них спеціалізації. Знаходження вагонів на сортувальних коліях позначається таким же самим прямокутником, як і стоянка поїзда на колії прибуття станції.

Після завершення розформування поїзда вагони з колій приймально-відправного парку подаються на фронти розвантаження. Ця операція виконується маневровими локомотивами, які також виконують перестановку вагонів з фронту на фронт та збирання вивантажених вагонів на колію накопичення та формування поїздів. Після підходу маневрового локомотива до вагонів, що стоять на коліях приймально-відправного парку, передбачаємо до початку подачі час на отримання завдання, причіплення та складання вагонів, що стоять на цій колії. Тривалість цієї операції приймаємо рівною три хвилини за рахунок часу на подавання вагонів. Такий самий час передбачаємо на розстановку вагонів на вантажних фронтах для відчеплення локомотива та отримання завдання (3 хвилини за рахунок норми часу на виїзд локомотива).

Рух поодинокого локомотива або локомотива з вагонами, крана на залізничному ході показуємо похилою лінією на спеціально відведених для цього смузі добового плану-графіка. З вагонами, поданими на вантажний фронт після розставляння та відчеплення локомотива, виконуються операції розвантаження, що показуються умовними трикутниками.

Вагони, з якими закінчено вантажну операцію, забираються на колію накопичення станції. Після накопичення із порожніх вагонів формують поїзд. Після закінчення формування весь поїзд знаходиться на колії відправлення.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних вкладень

Згідно з пропонованим варіантом, для забезпечення вантажних фронтів пересувними засобами механізації необхідно придбання додатково змінних вантажозахватних пристроїв, перелік та вартість яких наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок капітальних вкладень

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
1. Грейфер одноканатний для си- пких вантажів ДГ2-5-С3-1к-1,5	1	225 000	225 000
2. Грейфер лісозахватний ДГ2ЛЗ-5-К-В-1	1	265 000	265 000
Разом			490 000

3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати визначаються за формулою [6]:

$$C = Z + A + C_p + C_t + C_{пр}, \quad (3.1)$$

де Z – заробітна плата, основна та додаткова, з урахуванням єдиного соціального внеску, грн;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

C_p – витрати на поточний ремонт та утримання обладнання, грн;

C_t – витрати на пально-мастильні матеріали, грн.;

$C_{пр}$ – інші витрати, грн.

Річний фонд заробітної плати працівників, зайнятих на навантажувально-розвантажувальних роботах, розраховуємо за формулою

$$Z = \sum_i C'_{\text{чті}} \cdot T_i, \quad (3.2)$$

де $C'_{\text{чті}}$ – годинна тарифна ставка працівника i -ї кваліфікації з урахуванням нарахувань на фонд заробітної плати та премій, грн/год;

T_i – річна кількість фактично відпрацьованих годин, год.

Річну кількість фактично відпрацьованих годин працівниками розраховуємо за формулою

$$T_i = Q_i \times H_{\text{врі}}, \quad (3.3)$$

де Q_i – річний обсяг вантажопереробки i -го вантажу, т;

$H_{\text{врі}}$ – трудомісткість виконання навантажувально-розвантажувальних робіт з i -м видом вантажу, чол-год / т [7].

Розрахунок кількості відпрацьованих годин зводимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок кількості працівників

Вантаж	Річний обсяг розванта- ження, т	Трудомісткість розванта- ження 1 т вантажу, чол- год/т за варіантами		Сумарна річна трудоміст- кість вивантаження, чол-год за варіантами	
		існуючий	пропонований	існуючий	пропонований
Машиніст крана на залізничному ходу					
1. Брухт	16 929	0,0458	0,0461	775,35	780,43
2. Кокс	6 189	0,0250	0,0377	154,73	233,32
3. Зливки	22 662	0,0327	0,0238	741,05	539,36
4. Ліс круглий	13 219	0,0276	0,0161	364,84	212,83
Разом кількість відпрацьованих годин				2035,97	1765,94

Кінець таблиці 3.2.

Вантаж	Річний обсяг розванта- ження, т	Трудомісткість розванта- ження 1 т вантажу, чол- год/т за варіантами		Сумарна річна трудоміст- кість вивантаження, чол-год за варіантами	
		існуючий	пропонований	існуючий	пропонований
Стропальники					
1. Зливки	22 662	0,0981	0,0714	2223,14	1618,07
2. Ліс круглий	13 219	0,0828	0,0322	1094,53	425,65
Разом кількість відпрацьованих годин				3317,67	2043,72

Розрахунок річного фонду заробітної плати наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок річного фонду заробітної плати

Професія	$C'_{\text{гг}}$, грн	Річний фонд заробітної плати за варіантами, грн	
		існуючий	пропонований
1. Машиніст крана на залізнич- ному ході	288,85	588 090	510 092
2. Стропальник	173,26	574 819	354 094
Разом		1 162 909	864 186

Амортизаційні відрахування на обладнання розраховуємо за формулою

$$A = \sum_{i=1}^m \frac{K_{\text{бі}} \cdot a_i}{100}, \quad (3.4)$$

де m – кількість видів обладнання;

K_i – балансова вартість обладнання i -го виду, грн;

a_i – річна норма амортизаційних відрахувань обладнання i -го виду, грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань зводимо до таблиць 3.4 і 3.5.

Таблиця 3.4 – Розрахунок амортизаційних відрахувань (існує)

Устаткування	Кіль- кість	Балансова вартість одиниці, грн.	Загальна балансова вартість, грн.	a_i , %	A, грн
1. Кран на залізнич- ному ходу	3	2 700 000	8 100 000	20	1 620 000
2. Грейфер двоканат- ний $V = 1,25 \text{ м}^3$	1	59 200	59 200	20	11 840
Разом			8 159 200		1 631 840

Таблиця 3.5 – Розрахунок амортизаційних відрахувань (пропонується)

Устаткування	Кіль- кість	Балансова вартість одиниці, грн.	Загальна балансова вартість, грн.	a_i , %	A, грн
1. Кран на залізнич- ному ходу	2	2 700 000	5 400 000	20	1 080 000
2. Грейфер одноканат- ний $V = 1,5 \text{ м}^3$	1	225 000	225 000	20	45 000
3. Грейфер моторний лісозахоплюючий	1	265 000	265 000	20	53 000
Разом			5 890 000		1 178 000

Витрати на поточний ремонт та утримання обладнання приймаємо у розмірі 10 % від його балансової вартості. За існуючим варіантом

$$C_{p.б.} = 8159200 \cdot 0,10 = 815920 \text{ грн.}$$

За пропонованим варіантом

$$C_{p.пр.} = 5890000 \cdot 0,10 = 589000 \text{ грн.}$$

Витрата палива кранами на залізничному ході розраховуємо за формулою

$$C_T = \frac{1,05 \cdot N \cdot m \cdot (t_1 + t_2) \cdot k_m \cdot k_b}{1000} \cdot C_T, \quad (3.5)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує витрати у розмірі 5 % на мастильні та обтиральні матеріали;

N – номінальна потужність двигунів крана, к.с. Для кранів КЖ-462, КЖ-452 $N = 100 \text{ кВт} = 136 \text{ к. с.}$;

m – питома витрата палива дизель-генератора крана, кг/к. с. При потужності двигуна 81 ... 150 л згідно [8] приймаємо $m = 0,20 \text{ кг/к. с.}$;

t_1 – час, відпрацьований краном на навантажувально-розвантажувальних роботах, год. Приймаємо за таблицею 3.2;

t_2 – час, що витрачається на переміщення крана між вантажними фронтами, год;

k_m – коефіцієнт використання електродвигунів крана за потужністю. Приймаємо згідно [4] для багатомоторних механізмів циклічної дії $k_m = 0,4$;

k_b – коефіцієнт використання крана у часі, $k_b = 0,75$;

C_T – ціна 1 т дизельного палива, грн/т. $C_T = 75000 \text{ грн/т.}$

Витрати на паливо за існуючим варіантом

$$C_{\text{тб}} = \frac{1,05 \cdot 136 \cdot 0,20 \cdot (2035,97 + 0) \cdot 0,4 \cdot 0,75}{1000} \cdot 75000 = 1308314 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо за пропонованим варіантом

$$C_{\text{т.пр}} = \frac{1,05 \cdot 136 \cdot 0,20 \cdot (1765,94 + 183,6) \cdot 0,4 \cdot 0,75}{1000} \cdot 75000 = 1252774 \text{ грн.}$$

Інші витрати (витрати на техніку безпеки та охорону праці, освітлення тощо) приймаємо у розмірі 9 % від суми всіх інших витрат.

Результати розрахунку річних експлуатаційних витрат за варіантами наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Значення за варіантами	
	існуючий	пропонований
1. Заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1 162 900	864 186
2. Амортизаційні відрахування, грн.	1 631 840	1 178 000
3. Поточний ремонт та утримання обладнання, грн	815 920	589 000
4. Витрати на паливо та мастильні матеріали, грн	1 308 314	1 252 774
5. Інші витрати, грн	442 708	349 556
Разом	5 361 682	4 233 516

3.3 Розрахунок річного економічного ефекту та чистої поточної вартості проекту

Річний економічний ефект розраховуємо за формулою

$$E_p = C_{\text{б}} - C_{\text{пр}} - \frac{K_{\text{дод}}}{T_{\text{ок}}}, \quad (3.6)$$

де $T_{\text{ок}}$ – термін окупності капітальних вкладень, років. Приймаємо $T_{\text{ок}} = 4$ роки.

$$E_p = 5361682 - 4233516 - \frac{490000}{4} = 1005666 \text{ грн.}$$

Чисту поточну вартість пропонованого варіанту визначимо за формулою

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.9)$$

де B_t – річні вигоди від впровадження проекту в строк t , грн;

C_t – витрати на проект на рік t , грн;

i – ставка дисконту, приймаємо $i = 0,25$;

n – тривалість (термін життя проекту). Приймаємо $n = 4$.

Розрахунок чистої поточної вартості пропонованого варіанту наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Розрахунок чистої поточної вартості проектного варіанту

Рік, t	Витрати, грн	Річні експлуатаційні витрати за існуючим варіантом, грн.	Річні експлуатаційні витрати за пропонованим варіантом, грн.	Чисті вигоди $(B_t - C_t)$, грн	Коефіцієнт дисконтування $1/(1+i)^t$	Дисконтовані чисті вигоди NPV , грн
1	490 000	5 361 682	4 233 516	638 166	1,0	638 166
2	-	5 361 682	4 233 516	1 128 166	0,80	902 533
3	-	5 361 682	4 233 516	1 128 166	0,64	722 250
4	-	5 361 682	4 233 516	1 128 166	0,51	575 365
Чиста поточна вартість проекту						2 838 314

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи на тему «Удосконалення технології транспортного обслуговування вантажних фронтів пересувними засобами механізації ПрАТ «Дніпроспецсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть підстерігати дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню.

На підприємстві відповідальність за систему організації охорони праці несе директор (власник) підприємства. Безпосереднє керівництво організацією охорони праці здійснює головний інженер підприємства. За окремими підрозділами цю відповідальність покладено на начальників цехів, підрозділів, але в дільницях — на майстрів і старших майстрів.

Потенційні небезпеки, які можуть вплинути на робітників й дослідника, заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії і гігієни праці, розрахунок дослідження впливу шкідливих факторів виробничого середовища з визначенням класу умов праці наведені у додатку А.

4.1 Заходи з цивільного захисту

Цивільний захист (ЦЗ) на промисловому об'єкті (надалі - на об'єкті) організується з метою захисту персоналу об'єкта і населення, що проживає поблизу від нього, від надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного і військового характеру.

На об'єкті залежно від характеру його виробничої діяльності створюються служби ЦЗ: оповіщення і зв'язки; медична; радіаційного й хімічного захисту; охорони цивільного порядку; протипожежна; енергопостачання й світломаску-

вання; аварійно-технічна; притулків і укриттів; транспортна; матеріально-технічного постачання й інші. На них покладає виконання спеціальних заходів і забезпечення дій формувань.

Одна із формувань — транспортна служба, створюється на базі транспортного цеху (гаража). Вона розробляє та проводить заходи щодо забезпечення перевезень евакуйованих; організовує перевезення сил і засобів у зони ураження; готує транспорт для перевезення людей, евакуації заражених і для інших цілей ЦЗ; проводить роботи по захисту транспорту від зараження.

На невеликих об'єктах господарської діяльності служби ЦЗ не створюються, їх функції при проведенні необхідних заходів виконують структурні органи управління цих об'єктів.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту було поглиблено та закріплено теоретичні знання та отримано практичні навички з отриманої спеціальності.

Для умов внутрішньозаводського транспорту металургійного підприємства ПрАТ «Дніпроспецсталь» виконано оптимізацію кількості пересувних засобів механізації — кранів на залізничному ходу зі змінними вантажозахоплювальними пристроями при обслуговуванні вантажних фронтів із розвантаження різних вантажів, серед яких — сипкі, штучні, лісові та феромагнітні.

Методами статистичного аналізу встановлено закони розподілу випадкової величини інтервалу надходження вагонів під вивантаження на вантажні fronti, виконано нормування на маневрові пересування, розраховано продуктивність засобів механізації та час простою вагонів під вантажними операціями.

Методами теорії масового обслуговування розраховано оптимальну кількість кранів на залізничному ходу за критерієм мінімальних економічних витрат у транспортній системі. Розроблено добовий план-графік роботи вантажних фронтів та транспорту для випадку найбільшого згущення надходження вагонів.

Проведено техніко-економічне обґрунтування проектних рішень. При капітальних вкладеннях на придбання швидкозмінних вантажозахоплювальних пристроїв для кранів у розмірі 490 000 грн. отримано економію річних експлуатаційних витрат у 1 005 466 грн. Чиста поточна вартість проекту при ставці дисконту 0,25 та термін життя проекту складає 2 838 314 грн.

Отримані результати можуть бути впроваджені в умовах аналізованого металургійного підприємства та дають позитивний економічний ефект, що свідчить про правильність запропонованих проектних пропозицій та розрахунків за ними.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лашчених, О. О. Імовірнісні та статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів та систем / О. О. Лашчених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2010. - 432 с.
2. Гриневич, Г. П. Комплексна механізація та автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті / Г. П. Гриневич. - М.: Транспорт, 1981. - 343 с.
3. Бабушкін, Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті / Г. Ф. Бабушкін. - К.: ІСДО, 1993. - 192 с.
4. Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Основи організації вантажних перевезень» для студентів за фахом 7.100403 «Організація перевезень та управління на промисловому транспорті» / укл. Г. Ф. Бабушкін, Л. О. Васильєва. - Запоріжжя: ЗДТУ, 1999. - 32 с.
5. Новіков, О. А. Прикладні питання теорії масового обслуговування / О. А. Новіков, С. І. Петухов. - М.: Радянське радіо, 1969. - 399 с.
6. Методичні вказівки з економічного обґрунтування дипломних проектів для студентів спеціальності 2401 усіх форм навчання/уклад. Т. В. Харченко. - Запоріжжя: ЗМІ, 1990. - 47 с.
7. Єдині норми виробітку та часу на вагонні, автотранспортні та складські вантажно-розвантажувальні роботи. - М.: Транспорт, 1977. - 255 с.
8. Радомський, С. І. Організація, планування та управління внутрішньозаводським транспортом / С. І. Радомський, В. Н. Гончаров, А. П. Осика. - К.: Вища школа, 1980. - 144 с.
9. Клочкова, Є. А. Охорона праці на залізничному транспорті/Є. А. Клочкова. - М.: Маршрут, 2004. - 412 с.
10. Атаманюк, В. Г. Цивільна оборона/В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. І. Акімов. - М. Вища школа, 1986. - 207 с.

ДОДАТОК А

ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

А.1 Аналіз потенційних небезпек

При організації навантажувально-розвантажувальних робіт на металургійному підприємстві з використанням пересувних засобів механізації можливі такі потенційні небезпеки:

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

- при розвантаженні з хоперів вантажу, можливо обрушення сипучих матеріалів на робітників, що призведе до травм;

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

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

- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження вантажу, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій - наїзду вагонів та іншої техніки на робітників;

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

- для зберігання вантажу у критих складах необхідні механізовані способи вантажно-розвантажувальних робіт. Якщо вантаж доставляється у біг-бегах, скоріш усього розвантаження відбувається автовантажувачами. При підвісі біг-бегів на вили можливо їх обрив чи перекидання навантажувача, що призведе до травмування робітників;

- при розміщенні вантажу на складі можливо наїзди на працівників, які призведуть до травмування робітників
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

А.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Під час розвантаження коксу, руди та інших сипучих матеріалів з хоперів, необхідно, при відкритті люків, робітнику відійти на безпечну відстань щоб запобігти травмування.

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціальних захватів, які дозволяють швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів, якими кріпиться до вил навантажувача. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

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

Для запобігання наїздів на робітників на складі, необхідно щоб електрокари їздили тільки по розміченому шляху. Повинні бути визначені переходи для робітників цеху виставлені знаки обмеження швидкості. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

А.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для захисту від пилу руди, коксу, вапняку та інших в легені робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

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

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

При роботі на ПК, на дослідника можуть діяти шкідливі фактори. Для цього проводять заміри цих факторів й занесемо їх до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці А.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [25], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для інженера-дослідника центральної заводської лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [25], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця А.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

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

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

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [11]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 7.2 [25] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 150$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [25] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 109$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [25] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [25]:

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

З таблиці 7.3 [11] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,01$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

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

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

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

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [11]:

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

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [11]:

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

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

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

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

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;

- тривалість робочого дня, 8 год.

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

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год

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

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

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо

шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [11], у розмірі 24%

А.4 Перелік додаткових джерел посилання

11. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,

12. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

13. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)