

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ СИРОВИНИ
ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ НА АТ «ЗАПОРІЗЬКИЙ ЗАВОД
ФЕРОСПЛАВІВ»»

Виконав: студент II курсу, групи T-811м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на залізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на залізничному транспорті)

Дмитро ПРОКОПЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник Олена ОСТРОГЛЯД
(прізвище та ініціали)

Рецензент Андрій ЩЕРБИНА
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«24» 10 2022 року

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

Прокопенка Дмитра Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Удосконалення процесу доставки сировини залізничним транспортом на АТ «Запорізький завод феросплавів»

керівник проєкту (роботи) Острогляд Олена Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2022 р. №351

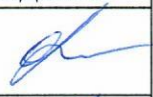
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схеми розміщення цехів, характеристика вантажних фронтів, характеристика вантажопотоків, план залізничних колій АТ «ЗФЗ», існуючі схема обробки вагонів з сировиною, що надходять на підприємство.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Статистичний аналіз даних підприємства з надходження сировини. 2.2 Розробка імітаційної моделі транспортно-складських процесів на АТ «ЗФЗ». 2.3 Проведення експериментів та аналіз отриманих результатів моделювання. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графічне зображення емпіричних законів розподілу досліджуваних випадкових величин, діаграма процесу імітаційної моделі, гістограми результатів моделювання, графік зміни тривалості обороту вагонів.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Острогляд О.О., доцент		
Основна частина	Острогляд О.О., доцент		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «24» жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	24.10-07.11	
2	Основна частина	07.11-27.11	
3	Економічна частина	28.11-05.12	
4	Охорона праці	05.12-10.12	
5	Оформлення МР	10.12-13.12	
6	Перевірка МР на плагіат	12.12-18.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	12.12-16.12	
8	Захист магістерських робіт	19.12-23.12	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(підпис)

Дмитро ПРОКОПЕНКО

(прізвище та ініціали)

Олена ОСТРОГЛЯД

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 82 с., 24 рис., 16 табл., 11 джерел посилань, 4 додатки.

ФЕРОСПЛАВНЕ ВИРОБНИЦТВО, ДОСТАВКА, НАПІВВАГОН, ГРЕЙФЕР, ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКІ ПРОЦЕСИ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ЛОКОМОТИВ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ЦЕХ, ШИХТОВЕ ВІДДІЛЕННЯ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес доставки сировини на підприємство АТ «ЗФЗ».

Мета роботи – підвищення ефективності процесу доставки сировини для феросплавного підприємства шляхом скорочення тривалості обороту вагонів за рахунок більш раціонального використання ресурсів.

Методи дослідження – аналітичний, графічний, статистичний аналіз, регресійний аналіз, метод імітаційного моделювання.

В роботі виконано аналіз існуючої моделі процесу доставки сировини на підприємство АТ «ЗФЗ». Визначені основні фронти, на яких розвантажуються вагони з сировиною, їх характеристики. Виконано статистичний аналіз тривалості вивантаження сировини на різних вантажних фронтах, встановлено їх закони розподілу. Визначено основні фактори впливу на тривалість простою вагонів.

Розроблено імітаційну модель, яка дозволяє керувати кількістю локомотивів, що обслуговують вагони з сировиною, а також дає можливість прогнозувати роботу фронтів вивантаження при різних обсягах постачань сировини. За результатами проведених експериментів визначено оптимальну кількість локомотивів, які можуть бути залучені до процесів вивантаження, що підтверджується економічними розрахунками.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєктування.....	2
Реферат.....	4
Перелік умовних позначень.....	7
Вступ.....	8
1 Аналітична частина.....	10
1.1 Основи відомості про АТ «Запорізький завод феросплавів»	10
1.2 Характеристика вантажопотоків сировини підприємства	12
1.3 Характеристика основних фронтів вивантаження підприємства	13
1.4 Аналіз існуючої моделі доставки сировини на АТ «ЗФЗ»	18
1.5 Постановка завдань та обґрунтування необхідності дослідження	28
2 Основна частина.....	30
2.1 Статистичний аналіз даних підприємства з надходження сировини	30
2.1.1 Статистичний аналіз даних вантажопотоків сировини.....	30
2.1.2 Статистичний аналіз тривалості вивантаження вагонів на вантажних фронтах.....	32
2.1.3 Визначення факторів впливу на тривалість вивантаження вагонів шляхом регресійного аналізу.....	38
2.2 Розробка імітаційної моделі транспортно-складських процесів на АТ «ЗФЗ»	45
2.2.1 Розробка концептуальної моделі.....	45
2.2.2 Побудова діаграми модельованих процесів.....	46
2.3 Проведення експериментів та аналіз отриманих результатів моделювання	54
3 Економічна частина.....	60
3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків.....	60
3.2 Визначення основних витрат та економічного ефекту	61

4	Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....	65
4.1	Аналіз потенційних небезпек.....	65
4.2	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	66
4.2.1	Заходи з пожежної безпеки.....	66
4.2.2	Заходи з цивільного захисту.....	66
	Висновки.....	68
	Перелік джерел посилань.....	70
	Додаток А.....	72
	Додаток Б.....	75
	Додаток В.....	76
	Додаток Г.....	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АТ «ЗФЗ» – Акціонерне товариство «Запорізький завод феросплавів»

ЗЦ – Залізничний цех

ЗСШ 1 – Закритий склад шихти цеху №1

ВСШ 1 – Відкритий склад шихти цеху №1

ШВ 2 – Шихтове відділення складу № 2

ШВ 3 – Шихтове відділення складу № 3

ШВ 4 – Шихтове відділення складу № 4

ПБ – Підземні бункери

СВ – Склад вапняку

АТЦ – автотранспортний цех

ЦПШ – цех переробки шлаків.

РМЦ – ремонтно-механічний цех.

ЕСЦ – енергосиловий цех.

ЕТЦ – електротехнічний цех.

ЦРМВ – цех ремонту металургійного обладнання.

Д ВТО - диспетчер Виробничо-Технічного Відділу АТ "ЗФЗ"

ВО - воєнізована охорона АТ "ЗФЗ"

НЗ ЗЦ - начальник зміни ст.Заводська залізничного цеху АТ "ЗФЗ"

ЛУБ - локомотиво - упорядницька бригада тепловоза ЗЦ

ВСТУП

Однією з основних ланок транспортної системи країни є транспорт промислових підприємств, тому чіткість і злагодженість його роботи визначають технологічний ритм основного виробництва та створюють необхідні передумови для сталої роботи всього підприємства загалом. Промисловий транспорт безперервно взаємодіє з транспортом загального користування та з технологією виробничих цехів.

У процесі виробництва продукту відбувається переміщення великого обсягу сировини, палива, напівфабрикатів та готової продукції між цехами та складами підприємства, а також між підприємством та станцією примикання. Промисловий транспорт знаходиться на стику транспорту загального користування та основної технології промислових підприємств і має завдання з одного боку забезпечити технологічні переміщення в процесі виробництва промислової продукції, а з іншого боку забезпечити раціональну взаємодію з транспортом загального користування.

За обсягом виконуваного вантажообігу чільне місце займає промисловий залізничний транспорт. Залізничний транспорт ПАТ «ЗФЗ» є складною системою [1]. Промисловий залізничний транспорт є складним господарством взаємопов'язаних служб і ділянок: експлуатації, локомотивного, рухомого складу, колії, комерційно-претензійного бюро. Розташування та взаємозв'язок станції з постами, цеховими підрозділами залізничного транспорту утворюють структуру промислової транспортної системи, яка тісно пов'язана з розміщенням виробництва, що обслуговується. Функцією промислового залізничного транспорту є транспортне обслуговування виробництва необхідними операціями відповідно зі строго регламентованими вимогами технологічного процесу та забезпечення взаємодії з магістральним транспортом у прийомі сировини, палива, матеріалів та відправленні готової продукції. Кожен виробничий підрозділ вимагає спеціального транспортного обслугову-

вання. Обслуговування кожного окремого виробництва, своєю чергою, розпадається ряд різних елементарних операцій. Протягом доби кожна з цих операцій виконується багаторазово.

З позиції системного підходу стають очевидними як прямі зв'язку - вплив рівня організації перевезень на ритмічність і показники ефективності виробництва підприємств, а й зворотні зв'язки - залежність економічних показників роботи залізничного цеху від ритму технологічних процесів у основних цехах. Аналогічно існує взаємний вплив на показники ефективності роботи між залізничним транспортом загального користування та промисловим транспортом. Час технологічного обороту вагонів операторів, ДП «Укразалізниця» та інших перевізників на під'їзних коліях промислових підприємств, ритм вантажно-розвантажувальних операцій, рівень маршрутизації перевезень з місць навантаження, вагові норми поїздів по відправленню та низка інших факторів мають значний вплив на економічні показники роботи магістрального залізничного транспорту. З іншого боку - неритмічність подачі вагонів з мережі загального користування на підприємства під вивантаження та навантаження, відхилення від графіків подачі порожніх вагонів за часом, кількістю та структурою під навантаження, значний відсоток несправних і не підготовлених вагонів, що подаються на під'їзні

У магістерській роботі проводиться дослідження та удосконалення процесу доставки сировини залізничним транспортом на підприємство АТ «ЗФЗ» з метою підвищення ефективності функціонування транспортно-складської системи підприємства.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Основі відомості про АТ «Запорізький завод феросплавів»

АТ «Запорізький завод феросплавів» (ЗФЗ) – одне з найбільших підприємств феросплавної галузі України. Основна продукція заводу – різні марки феросплавів: феросилікомарганець, феросиліцій, феромарганець, марганець металевий, з різним вмістом фосфору, та інших елементів в залежності від вимог замовника. Окрім цього, виробляється металургійне вапно, реалізується продукція з відходів виробництва – щебінь, використовуваний переважно у будівництві [1].

Основу виробничої структури заводу становить чотири основні плавильні цехи з виплавки феросплавів, виробництво, складне енергогосподарство та потужна ремонтна база.

Плавильний цех №1, що складається з:

- плавильного відділення, що має 10 печей (№№1-10). Продуктивність печей №№ 1-7 складає по 91 баз. /добу або 635,5 баз.тн. Сумарна продуктивність по цеху №1 – 21838 баз.тн феросплавів на місяць.
- складу готової продукції (СГП), що має 3 ДСК-109 (продуктивність кожної – 109 м³ або 60 тн феросплавів за 8 год).
- відкритого складу шихти з вузлом коксу (2 дробарки ДК-4В) та 2-ма козовими грейферними кранами;
- закритого складу шихти (1 ДСК-110) та 2-ма мостовими грейферними кранами;
- підземні бункери: розміщені під двома залізничними коліями, загальна кількість приймальних бункерів – 24.

Плавильний цех №2 складається з [1]:

- плавильного відділення, що має 5 печей (№№11-15). Продуктивність печей №№11-15 становить ~ по 25,0 баз.тн на добу кожної

або 775,0баз.тн на місяць. Сумарна продуктивність по цеху №2 – 3875баз.тн феросплавів;

- складу готової продукції;
- шихтового відділення з 2-ма мостовими грейферними кранами;
- підземні бункери з 3 приймальними бункерами.

Плавильний цех №3 складається з:

- плавильного відділення, що має 8 печей (№№21-28) для виплавки феросплавної продукції та 3 печі (№№1-3) для виробництва вапна. Сумарна продуктивність по цеху №3 – 6200баз.тн феросплавів на місяць;
- складу готової продукції;
- шихтового відділення з 3-ма мостовими грейферними кранами;
- ділянки виробництва вапна.

Плавильний цех №4 складається з:

- плавильного відділення, що має 8 печей (№№31-38). Продуктивність печей №№31-38 становить ~ по 96,0баз.тн на добу кожної або 2914,0баз.тн на місяць. Сумарна продуктивність по цеху №4 – 23312,0баз.тн феросплавів;
- складу готової продукції;
- шихтового відділення з 3-ма мостовими грейферними кранами.

Також до складу підприємства входять [1]:

- залізничний цех (ЗЦ);
- автотранспортний цех (АТЦ);
- цех переробки шлаків (ЦПШ);
- ремонтно-механічний цех (РМЦ);
- енергосиловий цех (ЕСЦ), електротехнічний цех (ЕТЦ);
- цех ремонту металургійного обладнання (ЦРМВ).

1.2 Характеристика вантажопотоків сировини підприємства

Для дослідження вантажопотоків бралися статистичні дані підприємства щодо надходжень різних найменувань вантажів за рік. У таблиці 1.1 наведені річні обсяги сировини, що надійшли до АТ «ЗФЗ» у вагонах та у тонах.

Таблиця 1.1 – Статистичні дані підприємства надходжень сировини

Найменування вантажу	Річний вантажообіг	
	в вагонах	в тонах
Руда	5790	399552,68
Агломерат	2496	173231,35
Коксовий горіх	2407	112859,66
Кокс КУ	553	23662,08
Антрацит, вугілля	93	6338,50
Кварцит	2171	149952,47
Кварцит молотий	42	2897,00
Ффлюси	1024	63433,12
Електродна маса	137	8776,40
Металопрокат	59	3726,56
Порошковий шамот	2	107,85
Пісок	35	2421,00
Щепа дерев'яна	65	2275
Сталь	16	869,527
Цегла	47	3017,906
Кокс 10*80	24	1150,90
Кокс КД торф'яні брикети	56	2923,88
Глина	5	346
Кислота	1	59
Кокс КД	32	1367,53
Електроди	2	76,10
Обладнання, рейки, металоконструкції, труби	16	307,527
Стружка	367	23214,59
Окалина	17	1115,10

Основна сировина, що використовується для виробництва продукції це руда марганцева, концентрат марганцевий оксидний, агломерат марганце-

вий, коксовий горіх, вугілля, кварцит. Окрім того, надходить сировина для технологічних процесів: вапняк флюсовий, стружка сталева, брикети металовмісні, тріска технологічна, електродна маса, електроди зграфітовані.

На основі аналізу даних підприємства була складена діаграма основних вантажопотоків, що наведена на рисунку 1.1.

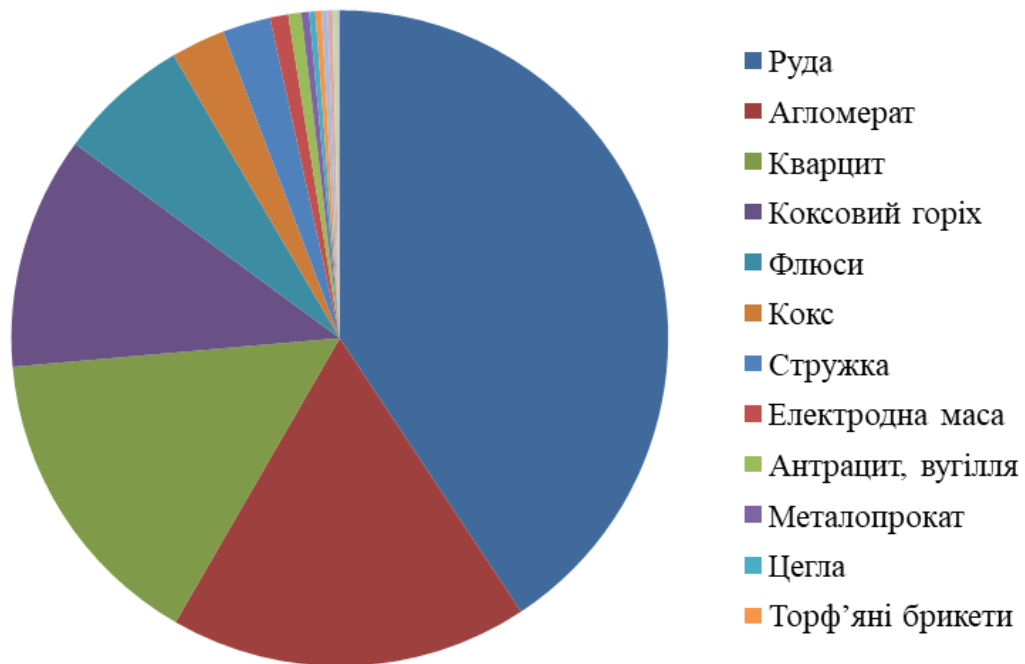


Рисунок 1.1 – Діаграма обсягів надходження основної сировини на АТ «ЗФЗ»

1.3 Характеристика основних фронтів вивантаження підприємства

В ході дослідження транспортно-складської системи підприємства встановлено, що основні вантажопотоки сировини надходять на такі вантажні fronti: закритий склад шихти цеху №1; відкритий склад шихти цеху №1; шихтове відділення складу № 2; шихтове відділення складу № 3; шихтове відділення складу № 4; контейнерна ділянка; підземні бункери; склад вапняку. Характеристика наведених вантажних фронтів, а також пристроїв [2], що використовуються при вивантаженні рухомого складу наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Відомість основних вантажних фронтів та пристроїв

№ ко- лій	Вантаж, що переробляється/ середнє завантаження вагону	Розмір фронту / ваг.		Вантажні механізми, що використовують ся	Трива- лість вантажних операцій
		Одночас- ного виванта ження	Максима- льної подачі,		
1	2	3	4	5	6
Відкритий склад шихти цеху №1					
3	Кварцит, марганцева руда, пісок, кокс /напіввагони/ 60-69тн	2	13	Підвищена колія на один бік Двоконсольний козловий кран в/п 10тн. – 2 од. Грейфер об'ємом 2,2 м ³	1,11, 0,38, 1,11, 0,7
Закритий склад шихти цеху №1					
5	Марганцева руда, агломерат, торфобрикети електрод. маса /напіввагони/66- 68тн Шлаки, обкатиші (МП) / платформи/66- 68тн	2	10	Естакада на два боки. Мостовий кран в/п 10тн. – 2 од. (1 кран працює на технології).	1,11
Склад шихти цеху №2					
19	Марганцевая руда, кокс, антрацит, окалина /напіввагони/60- 68тн; шлаки, кварцит (МП) /платформи/ 60- 65тн; кокс (МП) /напіввагони/ 60-65тн	1	4	Мостовий кран в/п 5 тн. - 2 од. (1 – працює на вивантаженні вагонів і технології, 1 – резервний) Грейфер об'ємом 2 м ³	1,11

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
17	Вапно, кварцит (МП) /хопери/60-65тн	1	1	3 бункера V – 20м ³	Згідно Правил перевезення вантажів
Склад шихти цеху №3					
26	Марганцева руда, агломерат, кокс, антрацит /напіввагони/60-68тн ; (МП): Вапно, шлак, металл (подрібнений), обкатиші /платформи/60-68тн; антрацит, кокс /напіввагони/ 60-68тн.	2	14	Мостовий кран в/п 5 тн. , 3 од. (1 кран працює на вивантаженні вагонів, 2 крани працюють на технології). Грейфер об'ємом 2,2м ³	0,38, 0,7, 0,63 1,25 0,7
Склад шихти цеху №4					
38	Електр. масса, марганцева руда, агломерат, стружка, окалина, кварц (СКМ), кокс, кварцит, пісок, глина/на піввагони/ 60-68тн.; щєпа (МП) /напіввагони/60-68тн; шлаки (МП) /платформи/ 45тн	4	17	Естакада на два боки. Мостовий кран в/п 10 тн. , 4 од. (2 крани працюють на навантаженні і вивантаженні вагонів МП і прибиранню габаритів і 2 крани працюють на технології). Грейфер об'ємом 2 м ³	0,32

Кінець таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
Склад вапняку цеху №3					
25	Вапняк для флюсування /хопери, напіввагони/ 60-68тн/	4 хопери або 1 напіввагон	4 хопери або 3 напіввагони	Естакада на два боки. Мостовий кран в/п 10тн. – 2 од. (1 кран працює на технології). Грейфер об'ємом 2,5м ³	0,32
Склад металопродукату (контейнерна дільниця)					
15	Металопродукат /напіввагони/ 60-69тн; порожні контейнери (2,5тн)/ /фітінгові платформи/ 2,5-7,5тн	1	3	Двоконсольний козловий кран (крюковий) в/п 25т. – 1 од.	1,07 0,43

Відкритий склад шихти цеху №1: 1-й грейферний кран використовується для навантаження коксового дріб'язку у вагони Укрзалізниці, прибирання габариту на фронті вивантаження, 2-й грейферний кран працює на технології по навантаженню кварциту, коксу у місцеві вагони (хопери) і завантаження бункерів коксом [2]. Вивантаження здійснюється одночасно 2-х вагонів (різного виду сировини). Закриття люків вагонів здійснюється за зоною підвищеної колії, на рівній дільниці колії №3.

Закритий склад шихти цеху №1: 1-й грейферний кран використовується для прибирання габариту на фронті вивантаження. 2-й грейферний кран працює на технології з навантаження агломерату, марганцевої руди у місцеві вагони (хопери) і навантаженню електродної маси в контейнери на платформах. Очищення від залишків сировини здійснюється за закритим складом шихти по колії №5, на рівній ділянці, вручну. Закриття люків вагонів здійснюється за зоною підвищеної колії, на рівній ділянці колії №3.

Склад шихти цеху №2: грейферний кран використовується для вивантаження вагонів. Очищення від залишків сировини здійснюється за складом по колії №19, на рівній ділянці, вручну. Закриття люків вагонів здійснюється за зоною підвищеної колії, на рівній ділянці колії №3. Вивантаження хоперів здійснюється при локомотиві.

Склад шихти цеху №3: один кран працює на вивантаженні вагонів, два других крани працюють на подачі сировини в бункери для завантаження печей, усереднюванням шихтових матеріалів і вивантаженні вагонів МП [2]. Очищення від залишків сировини здійснюється за складом шихти по колії №26, на рівній ділянці, вручну. Закриття люків вагонів здійснюється на рівній ділянці колії №3.

Склад вапняку цеху №3: очищення від залишків сировини здійснюється по колії №11 (обгінна колія)

Склад шихти цеху №4: грейферний кран використовується для прибирання габариту на фронті вивантаження. Два крани працюють на навантаженні вагонів Укрзалізниці, місцевого парку і вивантаженню вагонів місцевого парку, а два крани працюють для подачі сировини в бункери для завантаження печей. Очищення вагонів з-під марганцевої сировини від залишків здійснюється за складом шихти по колії №45, на рівній ділянці, вручну. Очищення вагонів з-під інших видів сировини здійснюється по фронту вивантаження, вручну. Закриття люків вагонів здійснюється на рівній ділянці колії №3.

Склад металопрокату (контейнерна ділянка): здійснюється вивантаження металопрокату з напіввагонів і навантаження на платформи місцевого парку для цехів заводу [2]. Здійснюється вивантаження порожніх контейнерів з фітінгових платформ, тарування, зважування завантажених контейнерів і постановка їх на фітінгові платформи.

1.4 Аналіз існуючої моделі доставки сировини на АТ «ЗФЗ»

Приймач експедиції на станції «Запоріжжя-Ліве» після отримання документів на вантаж протягом 15 хвилин інформує по телефону диспетчер ПТО, начальник зміни ЗЦ про наявність вантажу на станції Запоріжжя-Ліве, що прибув на адресу заводу, при цьому вказує: час прибуття вантажу на станцію Запоріжжя-Ліве, рід вантажу, кількість вагонів такого роду вантажу, станцію відправлення та відправника, інформацію про фракцію, за потреби, інформацію про прибуття імпортової сировини [3].

Після огляду вагонів з вантажем у разі виявлення зауважень щодо комерційного стану вагонів, порушень відправного навантаження, слідів недостачі, втрати, розкрадання, витоку, порушення відправного маркування, обшивки, упаковки, відсутності окремих місць складає «Заявку з нерівномірності» на ім'я начальника станції Запоріжжя-Ліве для участі представника залізниці у видачі вантажу та складання комерційного акту.

Після обробки отриманих документів приймальник експедиції АТ "ЗФЗ" передає приймальнику вантажу та багажу на ст. Заводська інформацію про підхід сировини та придатності вагонів для завантаження готової продукції.

Після пред'явлення маршруту хоперів з вапняком інформує диспетчера ПТО та приймальника вантажу та багажу на ст. Заводська про кількість пред'явлених хоперів та час їх пред'явлення.

Після відправлення поїзда зі станції Запоріжжя-Ліве інформує диспетчера ПТО та приймальника вантажу та багажу на ст. Заводська про час постановки вагонів на відповідальний простий, час відправлення поїзда на ст. Південна, придатність вагонів, інформацію про надходження вагонів із порушеннями за кількістю. Ця інформація заноситься приймачем вантажу та багажу на ст. Заводська в АСУП «Обіг вагонів».

Черговий станцією «Південна» ПАТ «Запоріжжкокс» повинен не менш

як за 30 хвилин до планованого часу передачі поїзда на станцію Заводська інформувати про це чергового за ст. Заводська.

Начальник зміни ЖДЦ після надходження інформації про пред'явлення маршруту хоперів із вапняком направляє оглядача вагонів на станцію Запоріжжя-Ліве для огляду технічного стану хоперної вертушки.

Приймач вантажу та багажу на станції Заводська після надходження вантажу на завод інформує диспетчера ПТО про час прибуття поїзда на завод та про кількість кожного виду сировини в поїзді.

Диспетчер ПТО після отримання інформації про надходження вантажу на завод здійснює його розподіл за цехами та передає інформацію начальнику зміни ЖДЦ про розподіл сировини по фронтах вивантаження за кількістю та видами сировини.

Прийом вантажів на станції Запоріжжя-Ліве. Отримавши телефонне повідомлення від працівників станції Запоріжжя-Ліве про пред'явлення маршруту хоперів з вапняком, приймальник експедиції ПАТ "ЗФЗ" протягом 5 хвилин телефоном через начальника зміни викликає оглядача вагонів для приймання хоперів у технічному відношенні [3]. Час прибуття оглядача вагонів на станцію Запоріжжя-Ліве – 1 год. За результатами приймання хоперів оглядач вагонів протягом 15 хвилин після закінчення огляду оформляє відомість технічного стану хоперів.

У разі, якщо за результатами огляду виявлено технічні несправності хоперів, які можна усунути силами оглядачів вагонів станції Запоріжжя-Ліве протягом 2-х годин, маршрут хоперів не приймається, відомість не підписується оглядач вагонів на станції Запоріжжя-Ліве до усунення виявлених несправностей.

У разі, якщо виявлені несправності не можуть бути усунені працівниками станції Запоріжжя-Ліве протягом 2-х годин, оглядач вагонів повертається на завод та виїжджає на станцію Запоріжжя-Ліве лише після усунення несправностей та повторного пред'явлення поїзда приймальнику заводу.

Отримавши телефонне повідомлення від працівників станції Запоріж-

жя-Ліве, приймальник експедиції АТ "ЗФЗ" протягом 15 хвилин приймає супровідні документи на вантаж, проводить попередню обробку.

Розсортуювши отримані документи за родами вантажу, приймальник експедиції АТ "ЗФЗ" оформляє внутрішньозаводські накладні.

Після пред'явлення працівниками станції Запоріжжя-Ліве сформованого поїзда для відправки на під'їзну колію ПАТ "Запоріжжкокс", приймальник експедиції АТ "ЗФЗ" згідно з отриманими документами перевіряє відповідність кількості вагонів та утримання в них вантажу візуальним оглядом. Час проведення огляду – не більше 30 хвилин на весь пред'явлений поїзд.

Після огляду вагонів з вантажем приймальник експедиції АТ "ЗФЗ" розкредитує перевізні документи. На кожен відправлений на завод склад приймальник експедиції на станції Запоріжжя-Ліве передає на завод через працівників ПАТ «Запоріжжкокс» наступні супровідні документи:

- залізничні накладні;
- внутрішньозаводські накладні;
- заявки на участь представника залізниці у видачі вантажу, якщо такі подавалися на партію вагонів, що передається.

Прийом вантажу на станції «Південна» ПАТ «Запоріжжкокс» [3]. Подача-прибирання поїздів зі станції Запоріжжя-Ліве виконується силами ПАТ «Запоріжжкокс» (тепловоз, локомотиво-упорядницька бригада). Вантаж, що прибув формується на прийомовідправну колію №5 станції «Південна» і пред'являється начальнику зміни ЗЦ АТ «ЗФЗ» згідно з інтервалом (4 години) та у кількості, обумовленій договором, не більше 24 одиниць (за винятком відправних маршрутів, що приймаються у повному складі) .Місткість приймально-відправного залізничного. колії №5 на станції «Південна» - 35 вагонів.

Організацією робіт із приймання вантажу на станції «Південна» ПАТ «Запоріжжкокс» керує начальник зміни ЗЦ ПАТ «Запоріжжкокс».

Доставка вантажу зі станції «Південна» ПАТ «Запоріжжкокс» на станцію «Заводська» АТ «ЗФЗ» [3]. Начальник зміни ЗЦ ПАТ «ЗФЗ» приймає від чергової станції Південна інформацію про те, що вантаж, який прибув для

АТ "ЗФЗ", сформований на приймально-відправній колії станції Південна і пред'являється відповідно до інтервалу та кількості, зумовленої договором.

Начальник зміни ЗЦ АТ «ЗФЗ», після повідомлення чергової станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» про готовність поїзда:

- повідомляє диспетчеру ПТО про необхідність відправлення локомотива на станцію Південна та відкриття південних транспортних воріт, вказує № локомотива, кількість вагонів, пред'явлених до передачі;
- викликає через начальника варту ВО працівника охорони заводу для огляду локомотива, який буде відправлений на станцію Південна;
- отримує повідомлення про відкриття південних транспортних воріт, дозвіл на відправку локомотива від працівника ВО;
- відправляє локомотив на станцію Південна, попередивши локомотиво-упорядницьку бригаду про кількість та місцезнаходження вантажу.

Черговий станцією Заводська для заняття перегону між підприємствами видає локомотиво-упорядницькій бригаді АТ "ЗФЗ" дозвіл на заняття перегону [3]. Черговий станцією Заводська під час відправлення поїзда передає черговому станцією Південна в телефонному режимі інформацію про відправлення поїзда.

Можливі такі варіанти відправлення на станцію Південна за вантажем :

1. За вантажем відправляється тепловоз резервом. Час прибуття на ст. Південна – 29 хвилин.
2. За вантажем вирушає тепловоз із поїздом. Час прибуття на ст. Південна – 55 хвилин.
3. За вантажем вирушає два тепловоза з поїздом, один у голові, другий у хвості поїзда. Час прибуття на ст. Південна – 55 хвилин.

Перший варіант доставки вантажу застосовується в тому випадку, коли на момент пред'явлення вантажу по ст. Південна на ст. Заводська немає сфо-

рмованого поїзда, готового до передачі на станцію Запоріжжя-Ліве. В такому випадку тепловоз приймається на залізничну колію №1 станції Південна, під'їжджає до будівлі станції, укладач поїздів заходить до чергової станції та отримує такі документи: здавальну відомість, залізничні супровідні накладні, документи про якість сировини, внутрішньозаводські накладні, заявки на участь представника залізниці у видачі вантажу, передані приймачем вантажу та багажу зі станції Запоріжжя-Ліве, квитанції на вагони, прийняті залізницею до перевезення, дозвіл на заняття перегону.

Після одержання документів локомотив через північну горловину станції переїжджає на колію №5 під сформований передачі маневровий склад із вантажем. Після з'єднання з маневровим складом локомотиво-упорядницька бригада візуально оглядає технічний стан вагонів та стан вантажів у вагонах щодо слідів втрати в дорозі. У разі виявлення відхилення від норми - повідомляє начальника зміни залізничного цеху АТ «ЗФЗ» та відповідального працівника ПАТ «Запоріжжкокс» для складання двостороннього акту. Локомотиво-упорядницька бригада здійснює повне випробування гальм у поїзді, укладач поїздів заповнює довідку про випробування гальм форми ВУ-45 та передає її машиністу тепловоза. Машиніст тепловоза по радіозв'язку повідомляє черговій станції Південна про готовність поїзда до відправлення. Чергова станцією Південна дає команду черговій стрілочного поста №1 на приготування маршруту для відправлення поїзда з колії №5. Після отримання доповіді черговій стрілочного поста №1 про готовність маршруту до відправлення поїзда – відкриває вихідний світлофор та дає вказівку черговій стрілочному поста №1 подати ручний сигнал на відправлення поїзда. Поїзд за дозвільним показанням світлофора та сигналом чергового стрілочного поста №1 відправляється з колії №5 ст.Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на ст. «Заводська» ПАТ «ЗФЗ». Норматив часу: 91 хв. Графік передачі вагонів зі ст. Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на ст.Заводська АТ «ЗФЗ» наведений на рисунку 1.1.

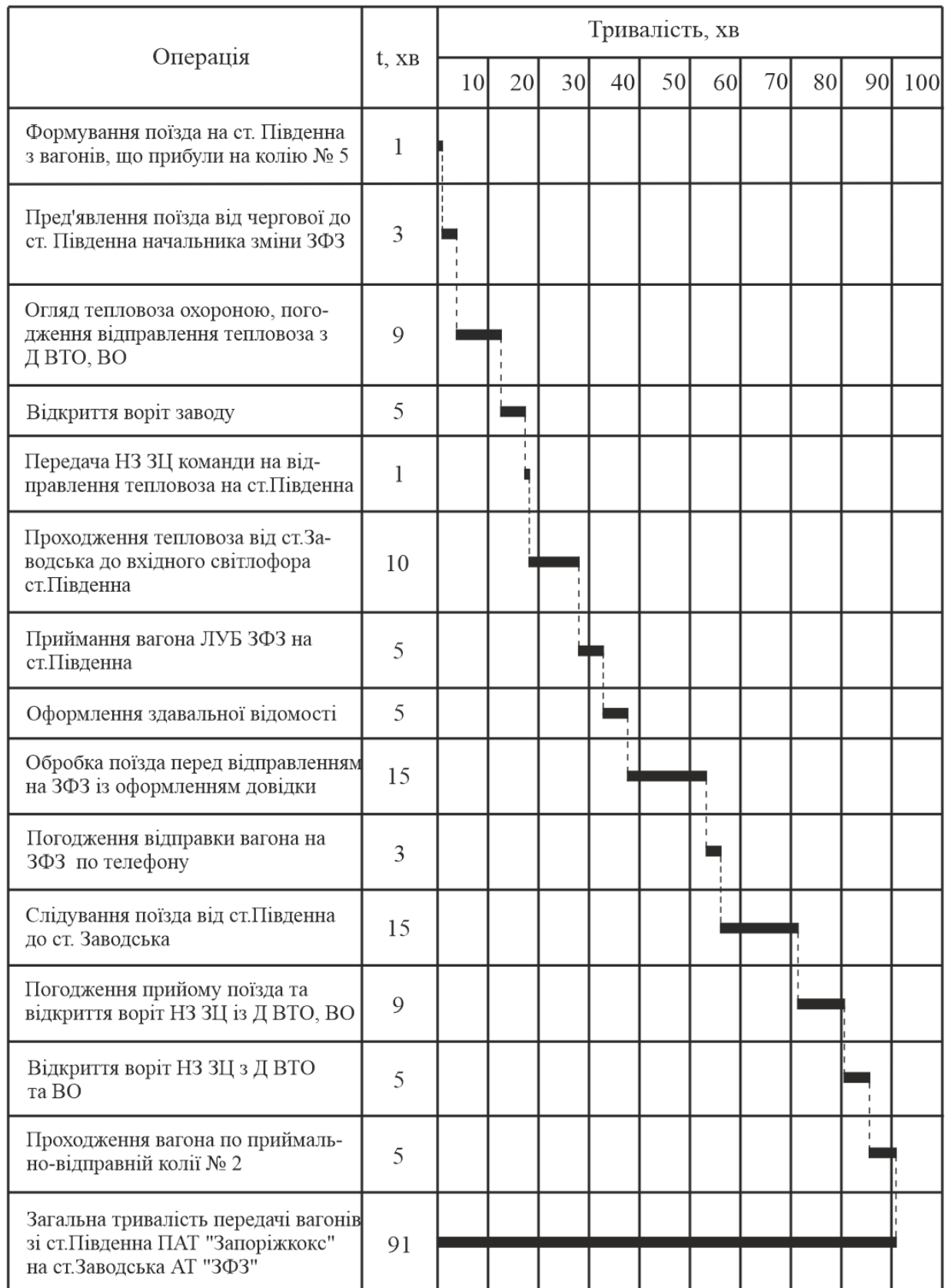


Рисунок 1.1 - Графік передачі вагонів зі станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на станцію Заводська АТ «ЗФЗ»

Другий варіант доставки вантажів [3] застосовується в тому випадку, коли на момент пред'явлення вантажу по станції Південна на станції Заводська є готовий сформований до відправлення поїзд, або є достатня кількість вагонів для формування поїзда в кількості не менше 10 одиниць. В такому разі поїзд приймається на колію №1 станції Південна, під'їжджає до будівлі станції. Упорядник поїздів заходить до чергової станції та отримує завдання на маневрову роботу. Після цього поїзд із колії №1 через південну горловину переїжджає на колію №2 чи №3 залежно від отриманого завдання маневрову роботу. Упорядник поїздів закріплює маневровий склад гальмівними черевиками по залізничній колії. Тепловоз відчіплюється від маневрового складу, через південну горловину переїжджає на колію №1, під'їжджає до будівлі станції Південна.

Після цього локомотив через північну горловину станції переїжджає на колію № 5 під сформований передачі маневровий склад з вантажем. Після з'єднання з маневровим складом локомотиво-упорядницька бригада візуально оглядає технічний стан вагонів та стан вантажів у вагонах щодо слідів втрати в дорозі. У разі виявлення відхилення від норми - повідомляє начальника зміни ЖДЦ ПАТ “ЗФЗ” та відповідального працівника ПАТ “Запоріжжкокс” для складання двостороннього акту. Локомотиво-упорядницька здійснює повне випробування гальм у поїзді, укладач поїздів заповнює довідку про випробування гальм форми ВУ-45 та передає її машиністу тепловоза. Машиніст тепловоза по радіозв'язку повідомляє черговій станції Південна про готовність поїзда до відправлення. Чергова станцією Південна дає команду черговій стрілочного поста №1 на приготування маршруту для відправлення поїзда з колії №5. Після отримання доповіді черговій стрілочного поста №1 про готовність маршруту до відправлення поїзда – відкриває вихідний світлофор та дає вказівку черговій стрілочному поста №1 подати ручний сигнал на відправлення поїзда. Поїзд за дозвільним показанням світлофора та сигналом чергового стрілочного поста №1 відправляється з колії №5 станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на станцію Заводська ПАТ «ЗФЗ». Норматив

часу: 127хв.

Третій варіант доставки вантажів застосовується у тому випадку, коли на станції Південна є поїзд, який прибув на адресу нашого підприємства, але немає вільних шляхів для прийняття поїзда з нашого заводу. На станції Заводська є готовий сформований до відправлення поїзд, для передачі на станцію Південна. В цьому випадку поїзд відправляється зі станції Заводська з двома локомотивами, приймається на залізничні шляхи №1 станції Південна, що під'їжджає до будівлі станції, укладачі з обох тепловозів заходять до чергової станції. При цьому укладач поїздів першого (головного) тепловоза отримує завдання на маневрову роботу, упорядник другого (підштовхувального) тепловоза отримує необхідні документи. Після цього обидва тепловоза на станції Південна починають паралельно один одному виконувати кожен свою роботу.

Перший (головний) тепловоз із поїздом з колії №1 через південну горловину переїжджає на колію №2 чи №3 залежно від отриманого завдання маневрову роботу. Упорядник поїздів закріплює маневровий склад гальмівними черевиками за вказаним завданням на маневрову роботу залізничного шляхи. Тепловоз відчіплюється від маневрового складу, через південну горловину переїжджає на колію №1, під'їжджає до будівлі станції Південна.

Другий (підштовхувальний) тепловоз відчіплюється від поїзда через північну горловину станції, що переїжджає на колію №5 під сформований передачі маневровий склад із вантажем. Після з'єднання з маневровим складом локомотиво-упорядницька бригада візуально оглядає технічний стан вагонів та стан вантажів у вагонах щодо слідів втрати в дорозі. У разі виявлення відхилення від норми - повідомляє начальника зміни ЗЦ ПАТ “ЗФЗ” та відповідального працівника ПАТ “Запоріжжкокс” для складання двостороннього акту. Локомотиво-упорядницька бригада здійснює повне випробування гальм у поїзді, укладач поїздів заповнює довідку форми ВУ-45 та передає її машиністу тепловоза. Машиніст тепловоза по радіозв'язку повідомляє черговій станції «Південна» про готовність поїзда до відправлення. Чергова станцією «Пі-

вденна» дає команду черговій стрілочного поста №1 на приготування маршруту для відправлення поїзда з колії № 5. Після отримання доповіді чергової стрілочного посту № 1 про готовність маршруту до відправлення поїзда – відкриває вихідний світлофор та дає вказівку черговій стрілочному посту №1 подати ручний сигнал на відправлення поїзда. Потяг за дозвільним показанням світлофора та сигналом чергового стрілочного посту № 1 відправляється з колії №5 станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на станцію «Заводська» ПАТ «ЗФЗ». Тепловоз за дозвільним показанням світлофора і сигналу чергового стрілочного поста №1 відправляється з залізничного. колії №5 станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» на станцію Заводська ПАТ «ЗФЗ». При відправленні поїзда черговий станцією Південна передає телефоном інформацію (телефонограму) про відправлення поїзда черговому станцією Заводська. Норматив часу: 122 хв.

Прийом вантажу на станції Заводська [1]. Начальник зміни ЗЦ організує доставку вантажу зі станції Південна ПАТ "Запоріжжкокс" на станцію Заводська ПАТ "ЗФЗ".

Приймач вантажу та багажу по телефону викликає представника ВТК заводу для огляду вантажу, що прибуває.

Після прибуття залізничного складу на станцію Заводська, укладач передає супровідні документи приймальнику вантажу та багажу, який у свою чергу вносить дані про вантаж, що прибув, до АСУП (Програма з обліку обороту вагонів).

Поїзд зі станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» приймається на приймально-відправну залізничну колію (№ № 1, 2). У виняткових випадках якщо колії №№1, 2 зайняті рухомим складом, дозволяється приймання поїзда на колію №4а.

Начальник зміни ЗЦ, приймальник вантажу та багажу, контролер ВТК оглядають вантаж, що прибуває, з оглядового майданчика станції Заводська на предмет відповідності роду та якості вантажу супровідним документам, наявності слідів втрати вантажу в дорозі.

На підставі візуального огляду та згідно з отриманими супровідними документами, приймач вантажу та багажу повідомляє диспетчера заводу про сировину, що надійшла, а також письмово за встановленою формою надає Розкладку на вантаж, що прибув, начальнику зміни ЗЦ.

Одночасно з розбиранням документів приймачем вантажу та багажу за вказівкою начальника зміни ЗЦ оглядач вагонів проводить технічний огляд складу, що прибув, на предмет виявлення несправностей, що загрожують безпеці руху та техніки безпеки. Після закінчення огляду оглядач вагонів повідомляє начальнику зміни ЗЦ про результати. Час на виконання технічного огляду – не більше 15 хвилин на поїзд.

Начальник зміни ЗЦ, згідно з наказом по заводу, з урахуванням базового варіанту приймання вантажів, розробленого УМТС, організує переважку на вагонних вагах станції Заводська з метою перевірки вантажу, що прибув за кількістю. Переважання вагонів із сировиною проводиться на залізничних вагах колії № 42.

Приймач вантажу і багажу зважує поданих на ваги вагонів. Результат зважування заносить до електронної бази даних з переважання вагонів. Зважування вантажу проводиться у порядку, встановленому "Положення про роботу вагового господарства".

У разі невідповідності кількості вантажу, що прибув, зазначеній у супровідних документах вазі понад допустимі розбіжності, встановлені «Правилами перевезення вантажів», приймач вантажу та багажу інформує про розбіжності результатів переважки протягом 5 хвилин з моменту їх виявлення начальника зміни ЗЦ та диспетчера заводу.

Відповідно до виду, роду, якості вантажу, що прибув на завод, встановленого візуально контролером ВТК, начальник зміни ЗЦ дає команду черговому по станції Заводська на розстановку вагонів з вантажем, дотримуючись вказівок диспетчера заводу, за фронтами вивантаження в цехах №№1-4. Час зважування – 3 хвилини на 1 вагон.

У літній період до початку вивантаження проводиться змочування ва-

гонів з агломератом та кварцитом по залізниці. колії №8 на майданчику промивання вагонів. При масовому надходженні агломерату проводиться змочування партії з 8 вагонів (по 2 партії для 1-го та 4-го цехів). Змочування вагонів із кварцитом проводиться до 10 вагонів. Норматив часу на змочування вагонів: для агломерату – 7 хв на 1 ваг., для кварциту – 3 хв на 1 ваг.

У разі одночасного надходження на завод партії агломерату та кварциту в першу чергу проводиться змочування кварциту, а потім агломерату, оскільки часу на змочування кварциту витрачається менше і фронт вивантаження кварциту знаходиться на півночі шихтового відділення цеху № 4, агломерату біля південних воріт. Тому кварцит подається до шихтового відділення цеху №4 першим і поки відбувається змочування агломерату, кварцит уже вивантажується.

У разі надходження на завод вантажу в кількості перевищуючого місткість вантажних фронтів цехів №№1-4 вагони, що залишилися, залишаються в очікуванні звільнення фронтів вивантаження на колії №1. Місткість колії - 21 вагон. Норматив часу: 1ч 30хв.

1.5 Постановка завдань та обґрунтування необхідності дослідження

В результаті аналізу процесу доставки сировини на АТ «ЗФЗ» було виявлені деякі вузькі місця. Фронти вивантаження обслуговуються в основному 3-ма локомотивами. Хоча на підприємстві працює 7 локомотивів, які можуть використовуватися як при відвантаженні готової продукції так і при вивантаженні сировини, проте вони в основному залучаються у першому випадку.

В умовах коливань обсягів вантажопотоків та в холодний період року можуть виникати додаткові простої вагонів у зв'язку з необхідністю проведення заходів з відновлення сипкості та розігріву вантажів. Тому за

від'ємних температур доцільно прискорити вивантаження, щоб знизити до мінімуму потребу в таких заходах.

Для удосконалення процесу доставки сировини та скорочення тривалості простою вагонів під вивантаженням пропонується:

- проаналізувати існуючу схему процесу доставки сировини;
- визначити основні фактори впливу на тривалість простою вагонів, що надходять з сировиною на підприємство;
- розробити імітаційну модель з відтворенням транспортно-складських процесів підприємства, що дозволить раціонально планувати роботу локомотивів в умовах коливань обсягів надходження сировини;
- шляхом проведення експериментів визначити тривалість простоїв вагонів при використанні різної кількості локомотивів;
- на основі результатів моделювання та економічного аналізу встановити найбільш раціональний режим роботи локомотивів.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Статистичний аналіз даних підприємства з надходження сировини

Запоріжжкокс зі ст. Запоріжжя Ліве привозить вагони своїми локомотивами, формує потяги та здає на адресу ЗФЗ на шляху №5 ст.Південної (не більше 24 одиниць).

Інтервал передачі поїздів на ПАТ "ЗФЗ" – не більше 4 годин.

Поїзд зі станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс» приймається ЗФЗ на приймально-відправну залізничну колію (№1 – місткість 18 вагонів або №2 – місткість 24 вагони).

У виняткових випадках, якщо ж колії №1 та №2 зайняті рухомим складом дозволяється приймання поїзда на залізниці. шлях № 4а (місткість 23 вагони).

Далі вагони в залежності від виду вантажу розподіляються за наступними напрямками вивантаження:

- Закритий склад шихти цеху №1 (ЗСШ 1);
- Відкритий склад шихти цеху №1 (ВСШ 1);
- Шихтове відділення складу № 2 (ШВ 2);
- Шихтове відділення складу № 3 (ШВ 3);
- Шихтове відділення складу № 4 (ШВ 4);
- Підземні бункери (ПБ);
- Склад вапняку (СВ).

2.1.1 Статистичний аналіз даних вантажопотоків сировини

До основної сировини, що надходить на підприємство відносяться такі вантажі: агломерат; вапняк; вугілля; електродна маса; кварцит; кокс; руда;

стружка.

Нижче наведені обсяги надходжень цих вантажів за місяцями (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Обсяги надходжень різних видів вантажу за місяцями

Мі- сяць	Обсяг вантажу, вагони								
	Аг- ломе- рат	Вап- няк	Елек- троди	Елек- трод. маса	Квар- цит	Кокс	Руда	Стру- жка	Усьо- го
1	530	62	4	12	173	385	432	18	1616
2	423	48	7	13	144	234	409	10	1288
3	461	77	5	14	187	385	494	32	1655
4	441	58	2	17	180	227	478	25	1428
5	467	88	14	21	204	390	396	26	1606
6	437	79	11	18	229	432	361	34	1601
7	355	79	13	17	210	379	348	39	1440
8	290	81	10	2	285	277	366	40	1351
9	279	72	10	0	243	376	274	41	1295
10	267	45	0	0	264	336	266	35	1213
11	545	54	6	10	291	431	411	25	1773
12	664	93	11	14	280	562	560	31	2215
За рік	5159	836	93	138	2690	4414	4795	356	18481

При побудові діаграми процесу логіки моделі необхідно буде виділити окремі вантажопотоки на кожен фронт вивантаження. Для їх правильного розподілу визначимо ймовірності надходження вагонів на певний фронт (таблиця 2.2).

Для коректної роботи моделі також слід врахувати вагонопотоки, які прямують на контейнерну ділянку, а також порожні вагони, які будуть подаватися під навантаження готової продукції.

Таблиця 2.2 – Ймовірність розподілу потоку сировини на різні фронти вивантаження

Фронт вивантаження	Кількість вагонів за рік	Ймовірність розподілу, %
Підземні бункери	160	0,71
Склад вапняку	838	3,74
Закритий склад шихти цеху №1	4773	21,30
Відкритий склад шихти цеху №1	2430	10,84
Шихтове відділення складу № 2	1240	5,53
Шихтове відділення складу № 3	2146	9,58
Шихтове відділення складу № 4	7026	31,35
Контейнерна ділянка	1314	5,87
Порожні вагони	2484	11,08

2.1.2 Статистичний аналіз тривалості вивантаження вагонів на вантажних фронтах

Для визначення тривалості вивантаження на фронтах було проаналізовано фактичні дані підприємства за рік та проведено їх статистичний аналіз.

Вибірки, що бралися для аналізу наведені у додатку А. Шляхом застосування критерію Ірвіна були виключені аномальні спостереження, а також визначена розрахункова кількість інтервалів.

Статистика критерію Ірвіна визначається [4]:

$$\lambda_{\max} = \frac{x_n - x_{n-1}}{\sigma}, \quad (2.1)$$

$$\lambda_{\min} = \frac{x_2 - x_1}{\sigma}, \quad (2.2)$$

Статистичний аналіз проводився за методикою, описаною в [4]. Досліджувалися вибірки по тривалості вивантаженню на кожному вантажному

фронті. Для зручності розрахунки зводимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Статистичні характеристики досліджуваних величин

Статистичні показники	Фронт вивантаження						
	ЗСШ 1	ВСШ 1	ШВ 2	ШВ 3	ШВ 4	Склад вапн.	Підз. Бунк.
Кіл-ть спостережень	102	100	102	101	100	105	80
Середнє значення	11,54	18,52	13,34	14,39	17,41	9,49	19,25
Стандартне відхилення	6,39	8,60	5,70	7,82	9,30	7,31	8,37
Мінімальне значення	4,32	2	3,82	3,67	1,17	1	3,93
Максимальне значення	34,58	42,13	32	48,42	46,35	34,58	43,23

Графічні зображення отриманих законів розподілу випадкової величини наведено на рисунках 2.1 – 2.7.

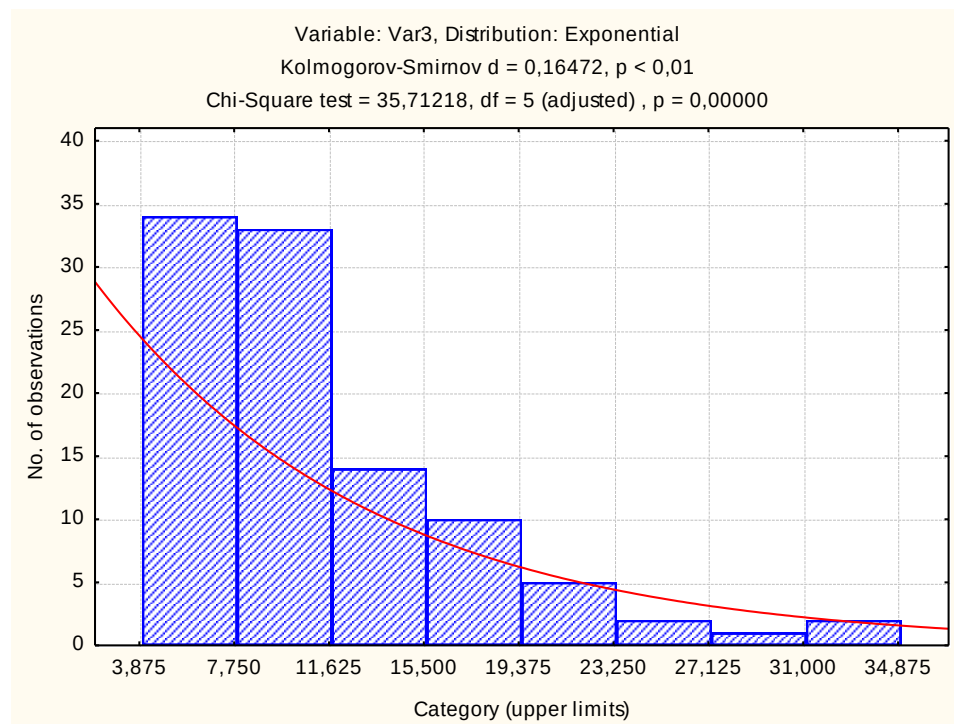


Рисунок 2.1 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на зачиненому складі шихти цеху №1

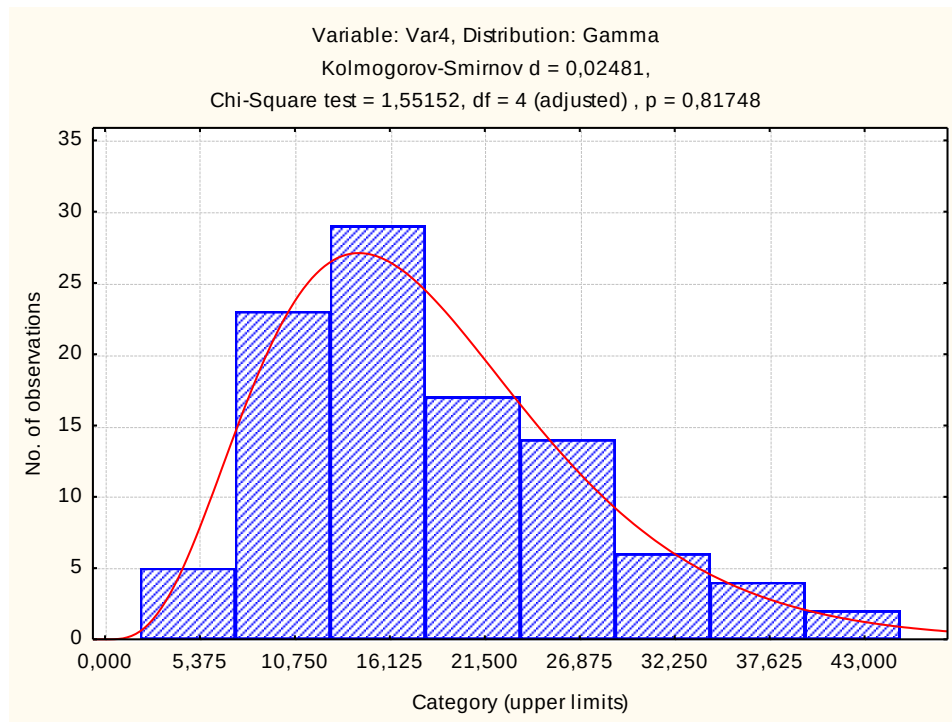


Рисунок 2.2 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на відкритому складі шихти цеху №1

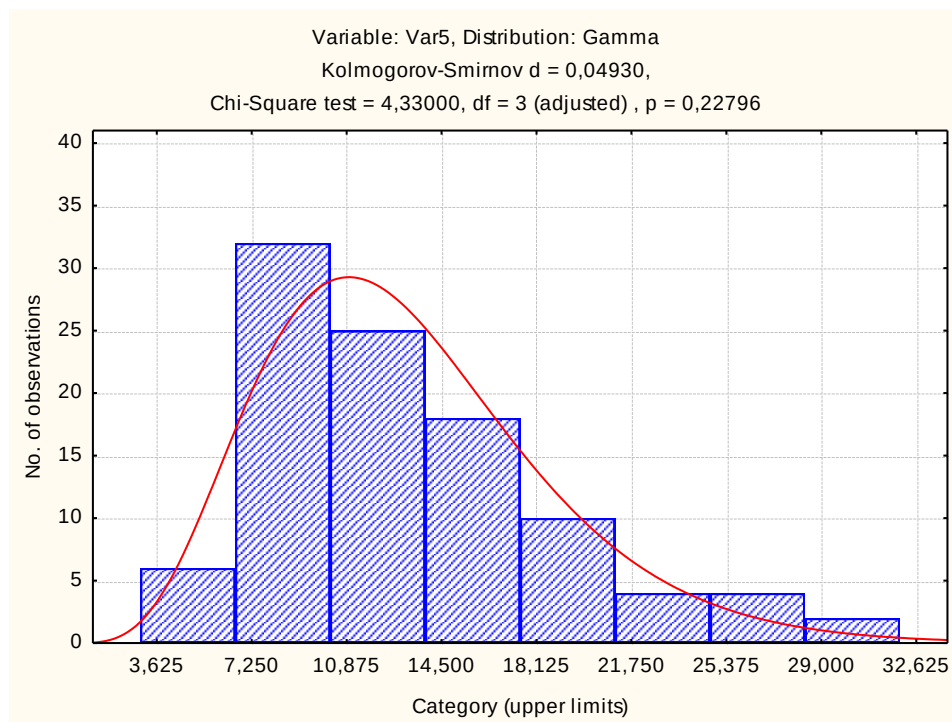


Рисунок 2.3 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на складі шихти цеху №2

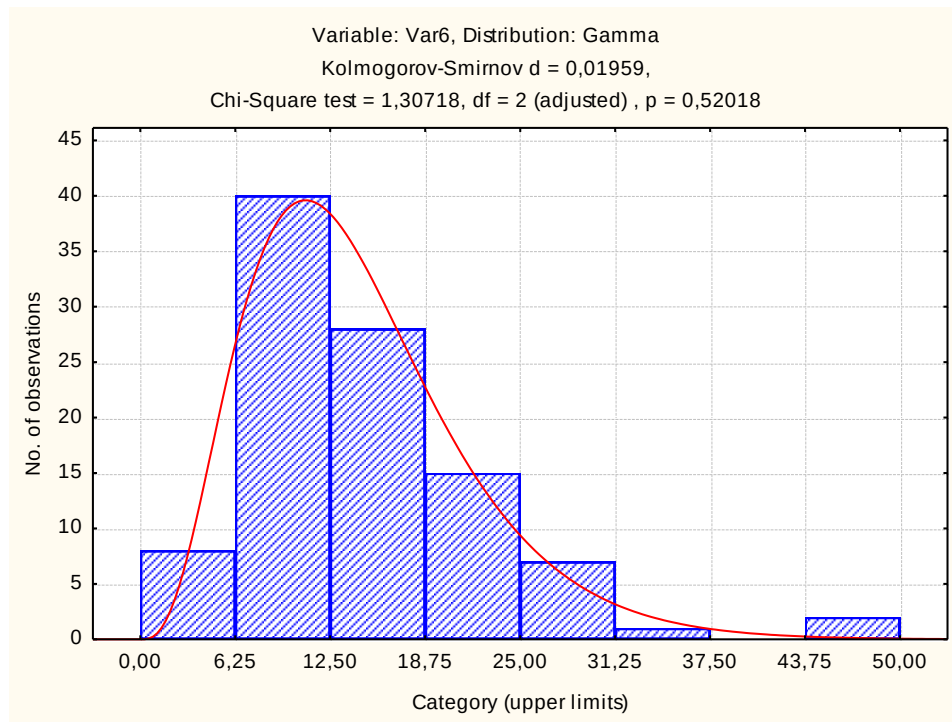


Рисунок 2.4 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості
вивантаження сировини на складі шихти цеху №3

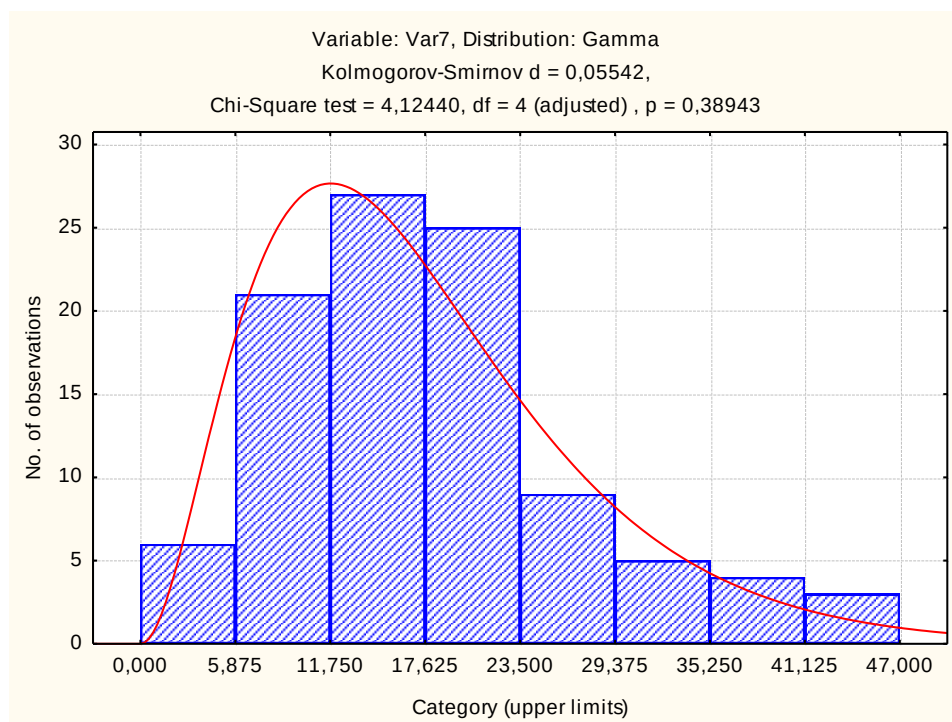


Рисунок 2.5 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості
вивантаження сировини на складі шихти цеху №4

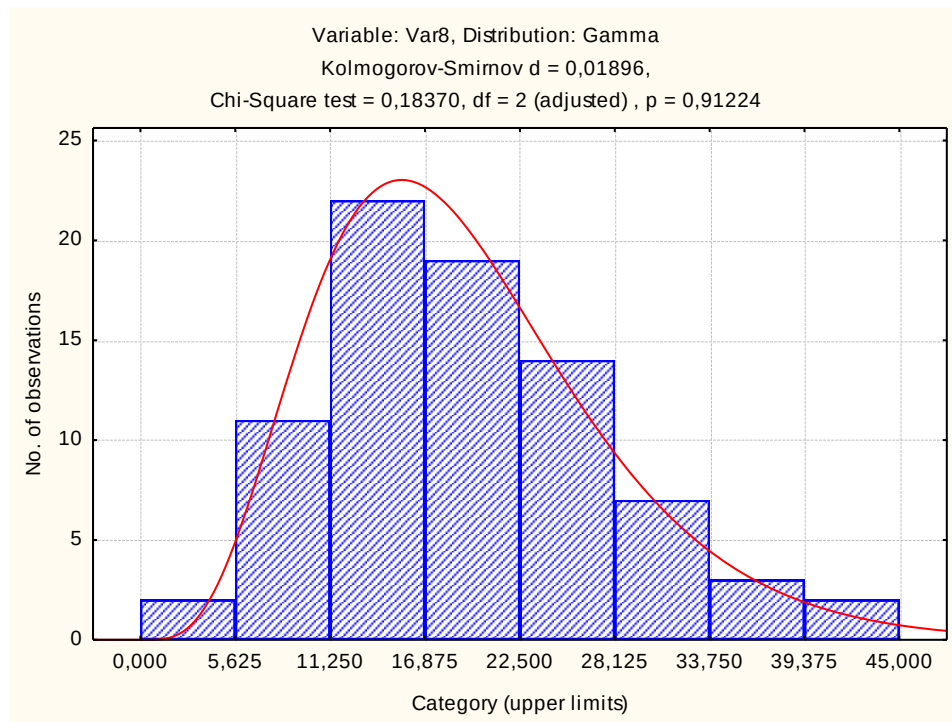


Рисунок 2.6 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на підземних бункерах

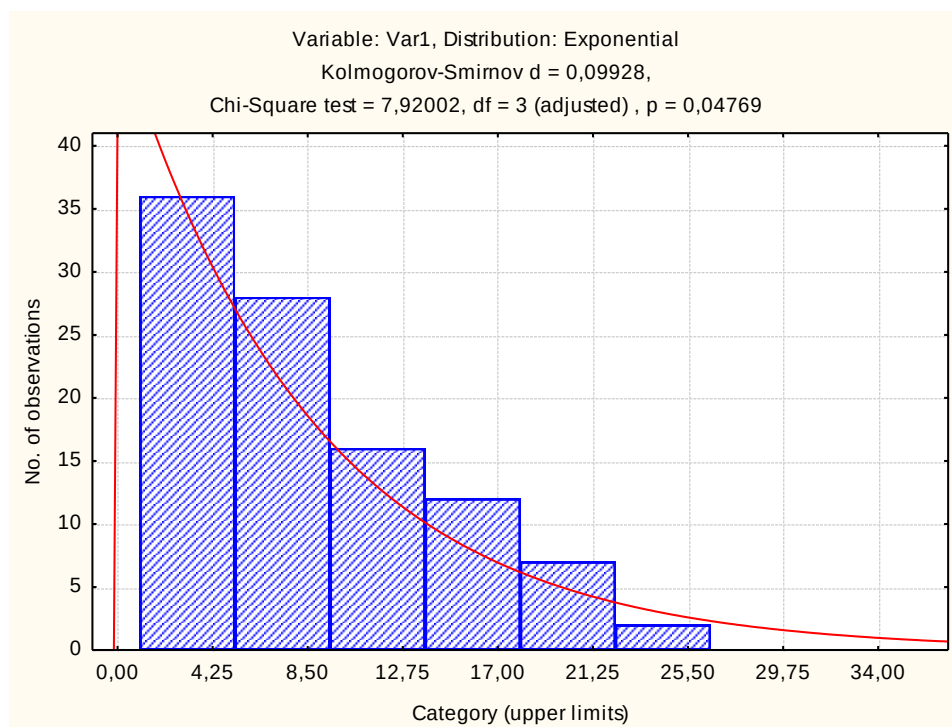


Рисунок 2.7 – Графік закону розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на складі вапняку

Згідно виконаного аналізу встановлено, що випадкова величина трива-

лості вивантаження на різних фронтах підпорядковується двом законам розподілу: експоненційному або гамма-розподілу. Для того, щоб задати ці закони в моделі, використовуються основні параметри розподілів. Так, для експоненційного розподілу це середнє та мінімальне значення, а для гамма-розподілу треба додатково розрахувати α – параметр форми та β – параметр масштабу, знаходимо ці параметри за формулами [4]:

$$\alpha = \left(\frac{\bar{X}}{\sigma_x} \right)^2; \quad (2.3)$$

$$\beta = \frac{\sigma_x^2}{\bar{X}}, \quad (2.4)$$

де σ_x - стандартне відхилення.

Визначені закони розподілу з їх характеристиками по кожному фронту наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Визначені закони розподілу випадкової величини тривалості вивантаження сировини на різних вантажних фронтах

Фронт вивантаження	Встановлення тривалості вивантаження в моделі згідно закону розподілу та його основних параметрів
Закритий склад шихти цеху №1	<i>exponential</i> (1 / 11.55, 4.32)
Відкритий склад шихти цеху №1	<i>gamma</i> (4.45, 4.16, 2)
Склад шихти цеху №2	<i>gamma</i> (5.15, 2.59, 3.82)
Склад шихти цеху №3	<i>gamma</i> (4.08, 3.53, 3.67)
Склад шихти цеху №4	<i>gamma</i> (3.09, 5.63, 1.17)
Підземні бункери	<i>gamma</i> (5.1, 3.78, 3.93)
Склад вапняку цеху №3	<i>exponential</i> (1 / 9.5, 1)

2.1.3 Визначення факторів впливу на тривалість вивантаження вагонів шляхом регресійного аналізу

В ході дослідження транспортно-складської системи АТ «ЗФЗ» було встановлено, що на тривалість вивантаження вагонів з сировиною можуть впливати багато факторів. Так, наприклад, обсяги вагонопотоків на визначені вантажні фронти, різна номенклатура сировини [5]. Окрім того, більша частина вантажів, що доставляються мають властивість змерзатися і втрачати свої сипкі якості при вологій погоді.

Тому було вирішено провести регресійний аналіз та визначити, які фактори мають найбільший вплив на якість функціонування транспортно-складської системи підприємства. Розглядалися такі фактори як:

- фронт вивантаження;
- тип вантажу;
- кількість днів з опадами;
- кількість днів з від'ємними показниками температури.

У таблиці 2.5 наведені статистичні дані підприємства, а також дані щодо погодних умов. Дослідження проводитиметься по декадам.

В наведеній вибірці були виявлені аномальні значення. Але можливо саме за рахунок їх присутності вплив певного фактора буде вагомим. Тому аналіз проводимо для трьох вибірок:

- вибірка №1 – первинні значення;
- вибірка №2 – аномальні значення вибірки замінені на середні;
- вибірка №3 – значення вибірки приведені до нормалізації.

Аномальність значень перевірялася за критерієм Шовене [6]. Нормалізація значень виконувалася за допомогою стандартного відхилення.

Таблиця 2.5 – Дані статистичних спостережень підприємства АТ «ЗФЗ»

№ декади	Простий у	Конт. діянка x ₁	Підз. бункери x ₂	Склад вапняку x ₃	ЗСП 1 x ₄	ВСП 1 x ₅	ШВ 2 x ₆	ШВ 3 x ₇	ШВ 4 x ₈	Атомепат x ₉	Вапняк x ₁₀	Вугілля x ₁₁	Електр.маса x ₁₂	Кварцит x ₁₃	Кокс x ₁₄	Контейнер x ₁₅	Руда x ₁₆	Стружка x ₁₇	Дні з опадами x ₁₈	К-ть днів з t<0 x ₁₉
1	12,88522	41	3	32	121	45	42	71	245	157	32	2	3	91	114	41	14	13	2	0
2	12,84971	21	5	4	138	70	35	57	297	209	4	1	5	82	152	21	14	1	4	2
3	15,96718	59	14	18	132	94	47	53	259	179	18	3	2	118	165	59	12	11	4	1
4	24,55823	29	15	53	168	91	34	55	255	203	53	4	3	78	177	29	14	8	9	8
5	21,1683	63	16	17	229	96	42	90	234	241	17	3	6	74	165	63	20	12	1	9
6	21,67486	51	23	23	190	130	57	91	308	220	23	4	5	128	220	51	20	11	3	6
7	14,66145	24	5	23	138	81	35	46	217	186	23	2	1	39	163	24	12	7	5	2
8	16,67591	44	4	16	137	81	41	94	213	164	16	0	6	54	139	44	19	9	8	6
9	16,83963	17	0	23	140	58	28	54	179	180	23	2	5	80	83	17	10	2	7	10
10	15,11696	49	0	23	72	65	44	64	185	143	23	5	2	65	118	49	98	1	4	8
11	12,26772	23	1	0	104	23	48	95	163	107	0	1	6	42	33	23	23	6	8	1
12	13,99792	58	0	25	115	46	27	44	142	173	25	1	5	37	83	58	72	3	4	4
13	14,00896	44	0	8	114	107	42	61	199	146	6	5	4	52	172	44	13	9	3	2
14	15,14951	50	1	29	151	68	51	78	208	155	29	0	6	68	117	50	20	10	5	1
15	15,81277	45	8	42	142	76	32	49	197	160	42	0	4	67	96	45	15	13	2	1
16	13,49888	40	4	11	112	13	54	68	175	144	11	0	6	43	37	40	18	11	3	1
17	15,66437	48	4	29	153	87	35	56	222	173	29	0	5	92	122	48	14	12	6	0
18	12,93198	16	1	18	95	19	34	66	186	124	18	2	6	45	68	16	14	2	4	0
19	12,75125	15	0	28	72	58	20	32	224	104	28	2	6	59	150	15	76	6	7	0
20	11,40746	61	6	33	160	74	18	67	201	160	33	0	6	88	109	61	14	8	5	0
21	14,03958	43	0	27	163	56	47	73	265	203	27	12	9	57	131	43	17	12	3	0
22	15,39972	31	6	35	138	74	40	57	215	164	35	6	8	72	155	30	11	10	5	0
23	12,39145	57	6	18	149	81	20	54	198	145	18	1	7	86	132	53	12	8	5	0
24	13,45894	14	1	26	150	73	26	40	206	128	26	4	3	71	145	14	12	16	5	0

Сформуємо концептуальні моделі. Для початку необхідно скласти кореляційні матриці, що дозволять встановити несуттєві фактори (ті що можна виключити з матриці, так як вони не несуть ніякого впливу) та мультиколінеарні фактори [6].

Для визначення цих факторів перевіряємо виконання таких умов. При коефіцієнті кореляції $r_{yx_i} \leq 0,1$, фактори будуть враховуватися як несуттєві. При виконанні умови $r_{x_i x_m} \geq 0,8$. Фактори вважаються колінеальними. В такому разі треба залишити один з двох факторів, у якого більший зв'язок з результативною ознакою [6].

Для розрахунків матриці парних коефіцієнтів використовувалося програмне забезпечення Статистика. Отримані результати за вибірками 1 – 3 наведені у таблицях 2.6 – 2.8 відповідно.

Згідно таблиці 2.6 маємо один фактор, який є несуттєвим x_{18} (кількість днів з опадами), тому виключаємо його. Фактори x_1 і x_{15} , x_3 і x_{10} , x_5 і x_{14} , x_7 і x_{16} виявилися мультиколінеарними [7]. Отже видаляємо зайві x_1 (контейнерна ділянка), x_{10} (вапняк), x_{14} (кокс) і x_{16} (руда).

Таким чином концептуальна модель вибірки №1 має представлення:

$$y = f(x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{19})$$

Вибірка №2 має несуттєві фактори x_1 , x_2 , x_7 , x_8 , x_{13} , x_{16} , x_{17} . З мультиколінеарних факторів x_3 і x_{10} , x_5 і x_{14} виключаємо ознаки x_{10} та x_{14} . Концептуальну модель матиме вигляд:

$$y = f(x_3, x_4, x_5, x_6, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{15}, x_{18}, x_{19})$$

Для вибірки №3 несуттєвим фактором виступає x_{18} ; мультиколінеарними: x_1 і x_{15} , x_3 і x_{10} , x_5 і x_{14} , x_7 і x_{16} . Виключаємо x_1 , x_{10} , x_{14} та x_{16} .

Концептуальна модель вибірки №3 співпадає з вибіркою №1:

$$y = f(x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{15}, x_{17}, x_{19}).$$

За допомогою програми Статистика побудуємо рівняння лінійної множинної регресії для кожної вибірки:

Рівняння для вибірки №1:

$$y = 7,872 + 0,219x_2 + 0,087x_3 + 0,022x_4 + 0,019x_5 + 0,108x_6 - 0,036x_7 + 0,009x_8 - 0,02x_9 - 0,062x_{11} + 0,176x_{12} - 0,027x_{13} - 0,022x_{15} - 0,001x_{17} + 0,582x_{19})$$

Рівняння для вибірки №2:

$$y = 9,668 + 0,08x_3 - 0,016x_4 + 0,022x_5 + 0,071x_6 + 0,005x_9 - 0,225x_{11} - 0,023x_{12} - 0,018x_{15} + 0,173x_{18} + 0,148x_{19})$$

Рівняння для вибірки №3:

$$y = 0,419x_2 + 0,319x_3 + 0,24x_4 + 0,161x_5 + 0,363x_6 - 0,19x_7 + 0,109x_8 - 0,213x_9 - 0,053x_{11} + 0,106x_{12} - 0,199x_{13} - 0,107x_{15} - 0,001x_{17} + 0,606x_{19})$$

Для встановлення значимості факторів регресії скористаємося t -критерієм Стьюдента [4]. Фактор можна приймати як значимий за умови коли розрахункове значення граничної ймовірності не перевищує рівень значимості 0,05. Для вибірок №1 та №3 значимі фактори x_2 , x_3 , x_6 , x_{19} (вивантаження на фронтах підз. бункери, склад вапняку, ШВ 2 та кількість днів з $t < 0$). Для вибірки №2 значимі фактори впливу x_3 і x_6 (вивантаження сировини на складі вапняку та шихтовому відділенні 2).

2.2 Розробка імітаційної моделі транспортно-складських процесів на АТ «ЗФЗ»

2.2.1 Розробка концептуальної моделі

Першим етапом розробки імітаційної моделі є побудова концептуальної моделі. Розглянемо основні алгоритми транспортування сировини на підприємство. Вантаж із станції Запоріжжя Ліве транспортується локомотивом, що належить підприємству Запоріжжкокс на станцію Південну.

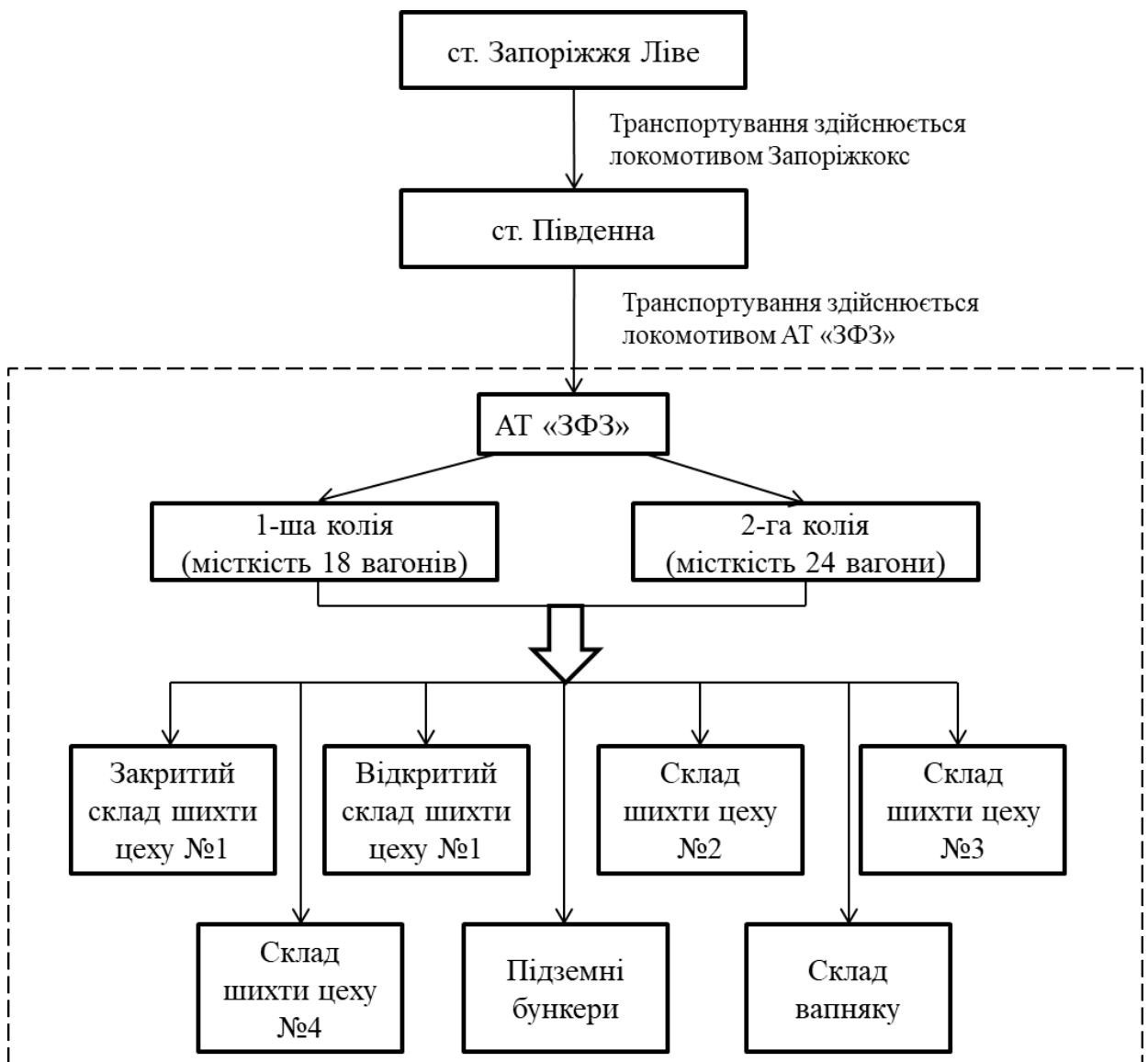


Рисунок 2.8 – Концептуальна модель доставки сировини

Звідти вже локомотивом власності АТ «ЗФЗ» перевозиться до станції Заводська. На ЗФЗ вагони можуть прийматися на приймально-відправну залізничну колію №1 – місткість 18 вагонів або на колію №2 – місткість 24 вагонів. Далі відбувається технічний огляд вагонів, переважання вагонів на колії №42, влітку змочування вагонів на колії №8. У зимовий час розігрів вантажів, що змерзли (від 4х до 22 годин залежно від категорії).

Після цього вагони з сировиною розподіляються по фронтах розвантаження: закритий склад шихти цеху №1; відкритий склад шихти цеху №1; склад шихти цеху №2; склад шихти цеху №3; Склад шихти цеху №4; підземні бункери; склад вапняку.

2.2.2 Побудова діаграми модельованих процесів

Для подальшого дослідження пропонується розробити імітаційну модель з відображенням транспортно-складських процесів на підприємстві, що відбуваються під час доставки сировини.

Модель розроблялася в програмному забезпеченні Енілоджік. Завдяки цьому інструменту моделювання можна відображати реальні процеси на різних рівнях деталізації. Окрім того, в середовищі Енілоджік добре представлена бібліотека збору результатів моделювання та їх статистична обробка.

При розробці моделі розглядалися 7 основних фронтів вивантаження та вагонопотоки сировини з найбільшими обсягами надходжень.

Для обслуговування фронтів навантаження-розвантаження на підприємстві працює 7 локомотивів та 3 локомотиви є в резерві. Необхідно врахувати той факт, що не всі з них можуть бути задіяними саме під вивантаження, так як значна частина використовується при відвантаженні продукції та внутрішньозаводських перевезеннях.

Випадковими величинами в моделі виступають значення тривалості

вивантаження на фронтах та кількість вагонів у подачі. Керовані параметри – кількість локомотивів, що задіяні при вивантаженні.

Окрім того модель дозволяє задавати плановані об'єми надходження сировини на кожен з фронтів вивантаження. Це дасть можливість коригувати роботу локомотивів при зміні вантажопотоків. Особливо це доречно при плануванні роботи на зимовий період часу, так як тривалість простоїв вагонів буде збільшена за рахунок необхідності додаткових операцій з розігріву вантажів.

Також в моделі необхідно врахувати розподіл вантажів на вантажні fronti. Для цього будуть використовуватися розраховані ймовірності надходжень сировини (табл. 2.2)

Для початку необхідно розробити мережу залізничних колій, по якій будуть рухатися заявки-вагони. Для цього використовуємо схему колійного розвитку 3ФЗ. Мережа задається за допомогою елементів палітри Презентація – ліній та прямокутників. Лінії імітують залізничні колії, а прямокутники – вузли. Також на схемі моделі зображуємо всі вантажні fronti. Зображення схеми колійного розвитку АТ «3ФЗ» в моделі наведене на рис. 2.9.

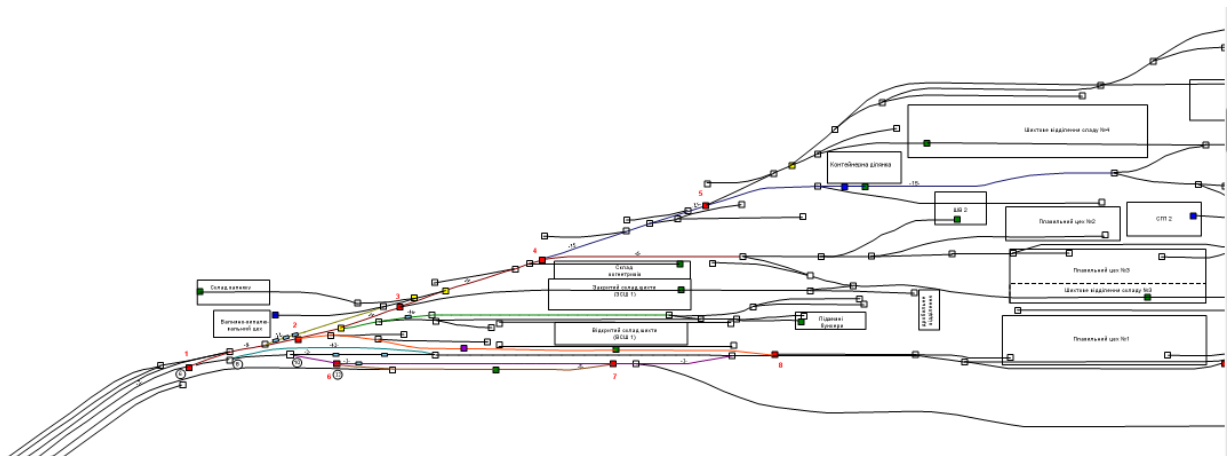


Рисунок 2.9 - Зображення схеми колійного розвитку АТ «3ФЗ» в моделі

Для завдання мережі в логіці моделі використовується спеціальний об'єкт *network*. До нього під'єднуються об'єкти ресурсів *networkResourcePool*

та *networkResourcePool1* (рис. 2.10).

Перший об'єкт ресурсу імітує роботу локомотивів. Кількість локомотивів задається безпосередньо в об'єкті. В нашому випадку це регульований параметр, який буде змінюватися в залежності від експерименту, тому використовуємо елемент типу *parameter*. Значення цього елементу можна встановити в таблиці «Вихідні дані моделі» (рис. 2.10) перед початком проведення моделювання.

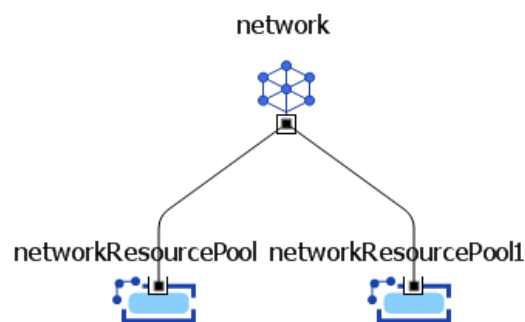


Рисунок 2.10 – Ресурси моделі

Другий об'єкт ресурсу *networkResourcePool1* використовується для регулювання руху і представляє собою статичний ресурс. При захопленні цього ресурсу заявкою, захоплюватимуться визначені колії, по яким має рухатися состав, інші заявки не зможуть потрапити на зайняті колії, поки цей ресурс не вивільниться. Таким чином реалізується уникнення зіткнень поїздів.

Розроблена імітаційна модель дає можливість прогнозувати роботу фонов вивантаження при різних обсягах поставки сировини. Для цього у вікні введення вихідних даних моделі (рис. 2.11) встановлені елементи «текстове поле», які пов'язуються зі змінними та задають очікувану кількість вагонів на визначений фронт в логіці моделі. Це дуже зручно особливо при плануванні роботи транспортно-складської системи в умовах коливань обсягів надходжень сировини. Експериментальним шляхом можна буде визначити оптимальну кількість використовуваних локомотивів під окремі випадки розподілу вантажів на вантажні фронти.

Вихідні дані моделі

Прибуття вагонів на ЗФЗ

	Закритий склад шихти 1		Склад вапняку
	Шихтове відділення 2		Підз. бункери
	Шихтове відділення 3		Відкритий склад шихти 1
	Шихтове відділення 4		

Кількість локомотивів, що обслуговують
фронти вивантаження

parameter

Рисунок 2.11 – Введення вихідних даних моделі

Діаграма процесу моделі починається з блоку, що імітує процес передачі вагонів зі станції Південна на станцію Заводська АТ «ЗФЗ» (рис. 2.12).

В об'єкті *source* генеруються заявки-вагони, які формуються у подачі за допомогою накопичувача *batch*. Рух поїзду по колійній мережі моделі в задані вузли реалізується елементами типу *networkMoveTo*. Об'єкти-блокувальники *hold* на даній ділянці перешкоджають зіткненню поїздів чи локомотивів.

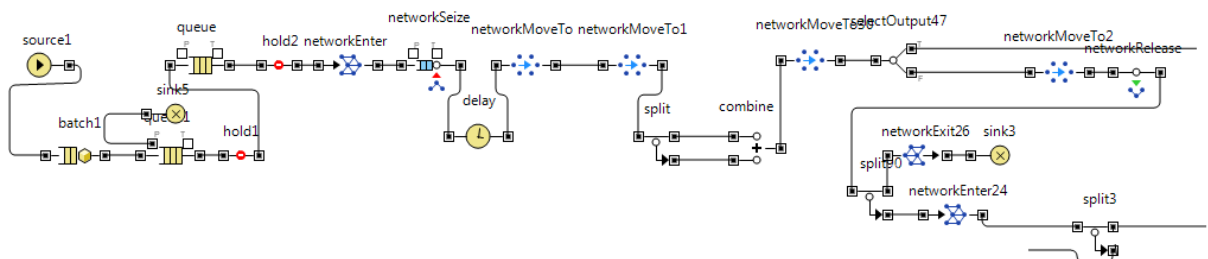


Рисунок 2.12 - Реалізація передачі вагонів зі станції Південна на станцію Заводська АТ «ЗФЗ»

Поїзд зі станції Південна ПАТ «Запоріжжюкс» приймається ЗФЗ на приймально-відправний залізничну колію №1 – місткість 18 вагонів або колію №2 – місткість 24 вагони. В моделі вибір колії реалізовано за допомогою спеціального об'єкту типу *selectOutput*, що розподіляє состави на одну з цих колій. Так як колії мають різну місткість щодо вагонів, то логіка розстановки вагонів на колії для кожної колії прописувалася окремими блоками.

На рисунку 2.13 наведено частину блока логіки розбиття заявки-поїзда на окремі заявки-вагони. Кількість ланцюжків відповідає місткості колії.

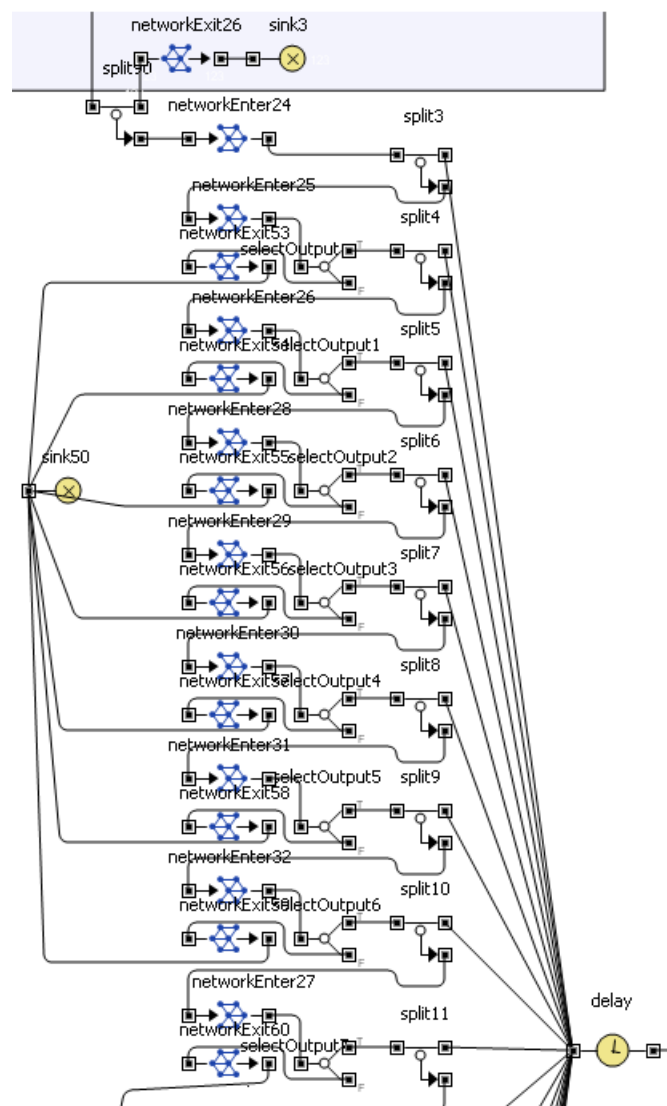


Рисунок 2.13 – Блок діаграми процесу розбиття подачі на окремі вагони

Так як величина кількості вагонів у подачі в моделі є випадковою величиною, то проходячи кожен ланцюжок від значення «кількості вагонів у подачі» віднімається 1 вагон (тобто цей вагон вже займає свою позицію на колії), далі перевіряється умова чи залишилися ще вагони в подачі, якщо так – то займає позицію другий вагон і т.д.

Відповідно до місткості колій такі блоки діаграм процесу розроблені для 1-ї колії – на 18 ланцюжків і для 2-ї колії – на 24 ланцюжки.

Сама ж випадкова величина кількості вагонів у подачі генерується в об'єкті події *event* (рис. 2.14, 2.15) за допомогою елементів функції *myFunction5* та змінної *plainVar_podacha*. В цій же події генеруються і значення інтервалів прибуття поїздів.



Рисунок 2.14 – Елементи генерації випадкових величин

```
plainVar_podacha = myFunction5(1,5,19);
plainVar_podacha_okr = (int) plainVar_podacha;
source1.inject(plainVar_podacha_okr);
Podacha = plainVar_podacha_okr;
batch1.set_batchSize(Podacha);
plainVar_interval = myFunction (5.08);
data.add(plainVar_interval/60);
data1.add(plainVar_podacha_okr);
```

Рисунок 2.15 – Код управління події *event*

Наступний блок моделі – основний блок розподілу та вивантаження вагонів (рис. 2.16). Він складається з окремих гілок, кожна з яких відповідає за конкретний фронт вивантаження. Окрім основних розглядуваних фронтів, окрема гілка розроблена для порожніх вагонів, які відправляються на 8му колію та фронт вивантаження – контейнерна ділянка, її також треба врахувати, так як розвантаження контейнерів також буде впливати на процес вивантаження в цілому.

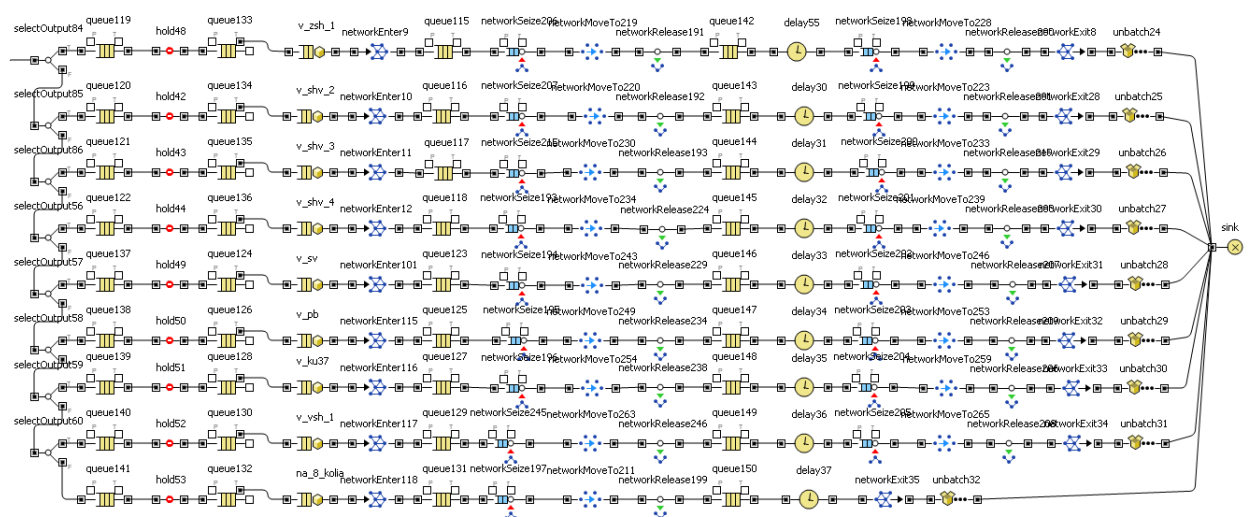


Рисунок 2.16 – Основний блок діаграми процесу розподілу та вивантаження сировини на вантажних фронтах

Розподіл заявок-вагонів по гілках реалізовано за допомогою об'єктів типу *selectOutput*. В кожному з них вказується значення ймовірності відправлення вантажу на фронт вивантаження, за який вона відповідає. Для реалізації цього процесу використовуємо елементи типу «змінна», які будуть задавати розраховану раніше ймовірність направлення вагонів на потрібний фронт (рис. 2.16).



Рисунок 2.17 – Встановлення змінних ймовірності надходження сировини на визначений вантажний фронт

Далі заявки потрапляють у чергу, так як фронт може бути вже зайня-

тий, або ж зайнятий проїзд до нього. Для таких випадків встановлені спеціальні елементи *hold*, що мають функцію блокувальників.

Так як на фронтах може одночасно оброблятися різна кількість вагонів для кожного з них встановлюється об'єкт типу *butch*, який накопичує заявки. Місткість цього об'єкту рівна місткості вантажного фронту.

Після того, як сформована подача вагонів під вивантаження, заявка-подача захоплює ресурс-локомотив та статичний ресурс-колію, по якій вона буде рухатися. Для захоплення та вивільнення ресурсів використовуються елементи *networkSeize* та *networkRelease* відповідно.

Рух по мережі забезпечується елементами *networkMoveTo*, які відсилають заявки з ресурсами до вказаної точки. Введення та виведення заявок з мережі здійснюють об'єкти *networkEnter* та *networkExit* відповідно.

Основними елементами кожної гілки виступають об'єкти *delay*. Саме ці об'єкти імітують вивантаження вагонів. Тривалість затримки задаємо згідно встановленого раніше закону розподілу, свій для кожного фронту вивантаження. Місткість вказуємо рівну значенню кількості вагонів, що можуть одночасно оброблятися.

Після того, як заявки обслуговані, вони знову захоплюють ресурси (локомотив та колію) та передаються на 8му колію, де накопичуються порожні вагони, а вже звідти вони можуть передаватися під навантаження. Але в цьому дослідженні процеси навантаження не розглядалися. Тому після того, як заявка-подача звільнилася вона потрапляє до об'єкту *unbach*, де розформовується на окремі вагони. Це необхідно для збору статистичних даних по кожній обробленій заявці-вагону. В об'єкті *sink* збираються дані статистики, після чого заявка знищується.

Для статистичної обробки результатів використовувалися елементи типу *data* – дані гістограми (рис. 2.18). Дані з тривалості вивантаження збиралися для кожного фронту окремо. Відображення даних реалізовано на одній гістограмі з метою наглядності.



Рисунок 2.18 – Елементи збору статистики – дані гістограми

2.3 Проведення експериментів та аналіз отриманих результатів моделювання

Експерименти проводилися в умовах варіювання параметру – кількості використовуваних ресурсів-локомотивів.

Зараз на підприємстві працює 7 локомотивів, які можуть використовуватися при відвантаженні готової продукції, при вивантаженні сировини, а також при внутрішньозаводських перевезеннях. Саме на фронтах вивантаження на даний момент використовується 3 локомотиви. Пропонується розглянути можливість залучення більшої кількості локомотивів при вивантаженні сировини шляхом використання розробленої моделі.

Було проведено 4 експерименти в умовах залучення 4-х, 5-х, 6-х, та 7-х локомотивів. Тривалість проведення експерименту – 1 рік. Так як в моделі присутні параметри, які задаються випадковими величинами та деякі процеси можуть мати стохастичний характер, кількість обслуговуваних вагонів при окремих експериментах може дещо відрізнятися. Тому для кожного експерименту було виконано декілька ітерацій, і взято усереднені значення шуканих величин.

На рисунку 2.19 наведена одна з отриманих гістограм тривалості вивантаження сировини на різних фронтах

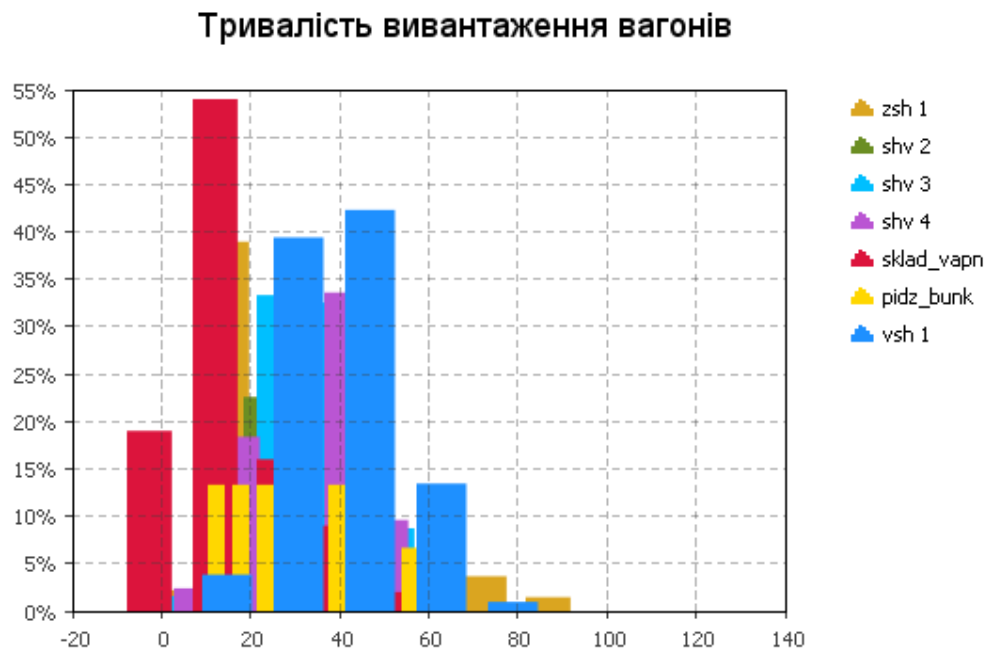


Рисунок 2.19 – Гістограма тривалості вивантаження сировини на різних фронтах

Окрім того було отримано гістограму розподілу випадкової величини тривалості середнього часу обороту вагона (рис.2.20).

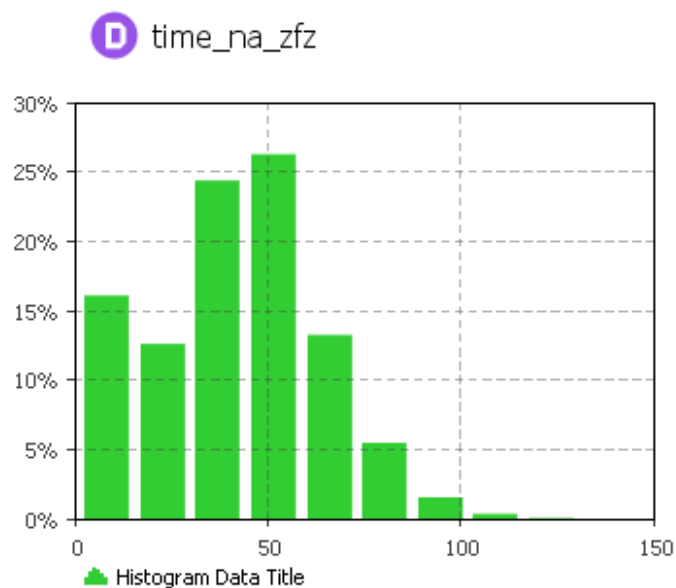


Рисунок 2.20 – Гістограма загальної тривалості часу знаходження вагону на підприємстві

Результати проведених експериментів з різною кількістю локомотивів відображені у таблицях 2.9 – 2.12. З метою отримання більш точних результатів для кожного експерименту проводилося по 5 ітерацій.

Таблиця 2.9 - Результати експерименту №1 (використання 4 локомотивів)

Вантажний фронт	Тривалість простою, год				
	1	2	3	4	5
Закритий склад шихти цеху №1	10,92	10,83	11,2	11,1	10,9
Шихтове відділення складу № 2	13,05	13,3	13,5	13,1	13,05
Шихтове відділення складу № 3	13,7	13,87	14,04	14,1	13,8
Шихтове відділення складу № 4	17,3	17,51	17,24	17,2	17,4
Склад вапняку	9,2	9,4	9,18	9,25	9,17
Підземні бункери	18,7	18,68	18,81	18,85	18,71
Відкритий склад шихти цеху №1	18,05	18,22	18,3	17,93	18,1

Таблиця 2.10 - Результати експерименту №2 (використання 5 локомотивів)

Вантажний фронт	Тривалість простою, год				
	1	2	3	4	5
Закритий склад шихти цеху №1	11,45	11,35	11,74	11,64	11,43
Шихтове відділення складу № 2	13,04	13,29	13,49	13,09	13,04
Шихтове відділення складу № 3	13,46	13,63	13,80	13,86	13,56
Шихтове відділення складу № 4	17,17	17,38	17,11	17,07	17,27
Склад вапняку	8,40	8,59	8,39	8,45	8,38
Підземні бункери	18,43	18,41	18,54	18,58	18,44
Відкритий склад шихти цеху №1	18,23	18,40	18,48	18,11	18,28

Таблиця 2.11 - Результати експерименту №3 (використання 5 локомотивів)

Вантажний фронт	Тривалість простою, год				
	1	2	3	4	5
Закритий склад шихти цеху №1	11,18	11,09	11,46	11,36	11,16
Шихтове відділення складу № 2	12,99	13,24	13,44	13,04	12,99
Шихтове відділення складу № 3	13,97	14,14	14,31	14,37	14,07
Шихтове відділення складу № 4	17,64	17,85	17,58	17,54	17,74
Склад вапняку	8,81	9,00	8,79	8,86	8,78
Підземні бункери	17,82	17,80	17,93	17,97	17,83
Відкритий склад шихти цеху №1	18,58	18,75	18,84	18,45	18,63

Таблиця 2.12 - Результати експерименту №4 (використання 7 локомотивів)

Вантажний фронт	Тривалість простою, год				
	1	2	3	4	5
Закритий склад шихти цеху №1	11,41	11,31	11,70	11,59	11,39
Шихтове відділення складу № 2	13,05	13,30	13,50	13,10	13,05
Шихтове відділення складу № 3	12,52	12,67	12,83	12,88	12,61
Шихтове відділення складу № 4	18,32	18,54	18,25	18,21	18,42
Склад вапняку	8,55	8,74	8,53	8,60	8,52
Підземні бункери	18,51	18,49	18,62	18,66	18,52
Відкритий склад шихти цеху №1	18,71	18,88	18,97	18,58	18,76

Середні показники тривалості простою на вантажних фронтах та наведені у порівняльній таблиці 2.13. На рис. 2.21 наведено графік залежності тривалості простою вагонів від кількості використовуваних локомотивів.

Таблиця 2.13 – Порівняльна таблиця результатів проведених експериментів з фактичними значеннями

Вантажний фронт	Тривалість простою РС при різній кількості використовуваних локомотивів, год				
	3 лок.	4 лок.	5 лок.	6 лок.	7 лок.
Закритий склад шихти цеху №1	11,55	10,99	11,52	11,25	11,48
Шихтове відділення складу № 2	13,35	13,20	13,19	13,14	13,20
Шихтове відділення складу № 3	14,40	13,90	13,66	14,17	12,70
Шихтове відділення складу № 4	17,41	17,33	17,20	17,67	18,35
Склад вапняку	9,50	9,24	8,44	8,85	8,59
Підземні бункери	19,26	18,75	18,48	17,87	18,56
Відкритий склад шихти цеху №1	18,52	18,12	18,30	18,65	18,78
Середнє значення простою	14,85	14,50	14,40	14,51	14,52



Рисунок 2.21 – Графік залежності тривалості простою вагонів від кількості використовуваних локомотивів

Як бачимо з таблиці 2.13 та графіка (рис. 2.21), найнижчі середні значення простою вагонів досягається при використанні 5-х локомотивів. Тривалість обороту одного вагону знизиться на півгодини у порівнянні з існуючим варіантом роботи і складатиме 14,4 години. При залученні 6-ти або 7-ми локомотивів тривалість простою не зазнає суттєвих змін у порівнянні з використанням 5-ти локомотивів, навіть трохи зростає. Це пов'язано з тим фактором, що ці локомотиви задіяні і при навантаженні і може витрачатися додатковий час на їх переміщення з фронтів відвантаження готової продукції.

Отримані результати моделювання потребують економічного обґрунтування, що буде виконано у наступному розділі.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Обґрунтування техніко-економічних розрахунків

У попередніх розділах магістерської роботи було виконано дослідження процесу доставки сировини на феросплавне виробництво. Проаналізовано функціонування вантажних фронтів та рухомого складу.

Були виділені 7 основних фронтів вивантаження, на які надходять більша частина сировини. В ході дослідження встановлено, що ці fronti вивантаження обслуговуються лише 3-ма локомотивами. На даний момент підприємстві АТ «ЗФЗ» повноцінно працює 7 локомотивів, які можуть використовуватися при відвантаженні готової продукції та при вивантаженні сировини.

В умовах коливань обсягів вантажопотоків та в холодний період року можуть виникати додаткові простої вагонів у зв'язку з необхідністю проведення заходів з відновлення сипкості та розігріву вантажів, збільшуються простої вагонів, а відповідно збільшуються витрати на їх користування. Тому було запропоновано розглянути можливість залучення додаткових локомотивів, які будуть обслуговувати вагони з сировиною, що надходять на fronti вивантаження.

У попередньому розділі було побудовано імітаційну модель, що відображає транспортно-складські процеси доставки сировини на АТ «ЗФЗ». Було проведено 4 експерименти при яких використовувалися 4, 5, 6 та 7 локомотивів.

Згідно отриманих результатів експериментів було встановлено, що при збільшенні кількості локомотивів на вивантаженні тривалість простою вагонів знизиться. Найкращі показники отримано при залученні 5-ти локомотивів, але для визначення найбільш раціонального варіанту роботи необхідно провести економічні розрахунки для всіх проведених експериментів.

3.2 Визначення основних витрат та економічного ефекту

Витрати з доставки сировини складаються з витрат на користування вагонами та витрат на експлуатацію локомотивів [8].

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ваг}} + V_{\text{лок}}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{ваг}}$ - витрати на користування вагонами, грн.;

$V_{\text{лок}}$ - витрати на експлуатацію локомотивів, грн..

Витрати на користування вагонами визначаємо за формулою [8]:

$$V_{\text{ваг}} = C_{\text{ваг}} \cdot n_{\text{ваг}} \cdot t_{\text{пр}}, \quad (3.2)$$

де $C_{\text{ваг}}$ – вартість вагоно-часа, $C_{\text{ваг}} = 165,68$ грн., згідно даних підприємства.

$t_{\text{пр}}$ – середня тривалість простою одного вагона, год.;

n – кількість вагонів, що надійшли за рік, од., $n = 18481$ вагонів.

Витрати на експлуатацію локомотивів визначаємо за формулою [8]:

$$V_{\text{лок.}} = C_{\text{лок}} \cdot n_{\text{лок}} \cdot t_{\text{лок}} \cdot k, \quad (3.3)$$

де $C_{\text{лок}}$ – вартість роботи локомотива, $C_{\text{лок}} = 797,65$ грн., згідно даних підприємства;

$t_{\text{лок}}$ – тривалість роботи локомотива, год.;

$n_{\text{лок}}$ – кількість локомотивів, од.;

k – коефіцієнт використання локомотивів. Приймаємо, що 3 локомотиви працюють повну добу з $k = 1$, а при збільшенні кількості локомотивів

вів, які пропонується долучати додатково, час роботи локомотивів зменшується при кожному експерименті на 20%.

Розрахуємо витрати на доставку сировини при використанні 3 локомотивів.

Витрати на експлуатацію локомотивів:

$$B_{\text{лок}} = 3 \cdot 8760 \cdot 797,65 = 20962242 \text{ грн.}$$

Витрати на користування вагонами:

$$B_{\text{ваг}} = 14,85 \cdot 1841 \cdot 165,68 = 45469691 \text{ грн.}$$

Загальні витрати складають:

$$B_{\text{заг}} = 20962242 + 45469691 = 66431933 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на доставку сировини при використанні 4 локомотивів.

Витрати на експлуатацію локомотивів:

$$B_{\text{ваг}} = 3 \cdot 8760 \cdot 797,65 \cdot 0,8 = 22359725 \text{ грн.}$$

Витрати на користування вагонами:

$$B_{\text{лок}} = 14,5 \cdot 1841 \cdot 165,68 = 44398015 \text{ грн.}$$

Загальні витрати складають:

$$B_{\text{заг}} = 22359725 + 44398015 = 66757740 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на доставку сировини при використанні 5 локомотивів.

Витрати на експлуатацію локомотивів:

$$V_{\text{ваг}} = 3 \cdot 8760 \cdot 797,65 \cdot 0,6 = 20962242 \text{ грн.}$$

Витрати на користування вагонами:

$$V_{\text{лок.}} = 14,4 \cdot 1841 \cdot 165,68 = 44091822 \text{ грн.}$$

Загальні витрати складають:

$$V_{\text{заг}} = 20962242 + 44091822 = 65054064 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунки для варіантів роботи 6 локомотивів та 7 локомотивів. Результати розрахунків з усіх експериментів зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1- Результати розрахунків

Стаття витрат	Кількість локомотивів, що обслуговують фронти вивантаження				
Кількість локомотивів	3 лок.	4 лок.	5 лок.	6 лок.	7 лок.
Час простою 1 вагона, год.	14,85	14,5	14,4	14,51	14,52
Витрати на локомотиви, грн.	20962242	22359725	20962242	20962242	24455949
Витрати на вагони, грн.	45469691	44398015	44091822	44428634	44459254
Загальні витрати, грн.	66431933	66757740	65054064	65390876	68915203

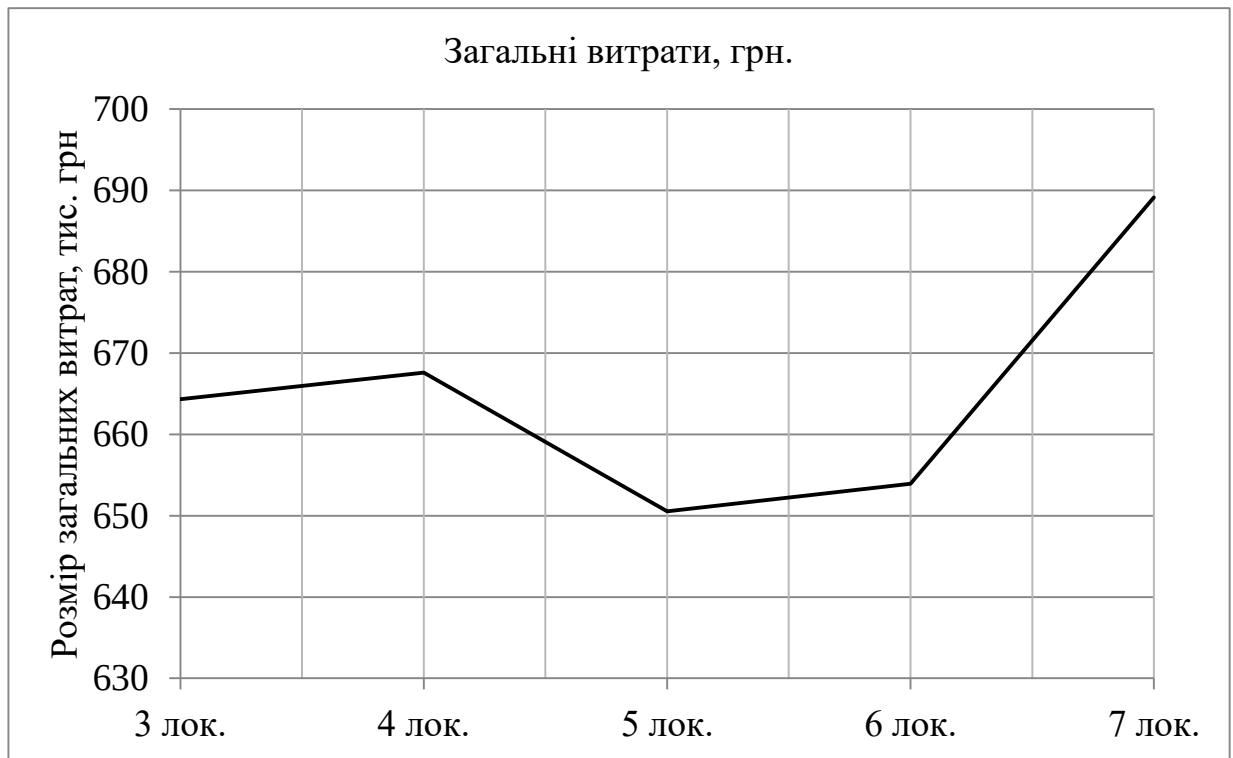


Рисунок 3.1 – Графік динаміки загальних витрат при використанні різної кількості локомотивів

Економічні розрахунки підтверджують, що варіант з використанням 5 локомотивів є найбільш економічно вигідним.

Річна економія від впровадження цього варіанту в порівнянні з фактичним дорівнює:

$$E = 66431933 - 65054064 = 1377869 \text{ грн.}$$

Таким чином, при залученні до роботи на фронті вивантаження сировини 2х додаткових локомотивів з укороченим графіком робочого часу отримаємо економію у розмірі близько 1,4 млн. грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даній дипломній роботі «Удосконалення процесу доставки сировини залізничним транспортом на АТ «Запорізький завод феросплавів» проводиться аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних та розроблені заходи по їх усуненню.

Основна сировина, яка поставляється на завод: марганцеві руди, агломерат марганцевий, кокс різної фракції, вугілля антрацит, кварцит. Для технологічного процесу – вапняк, стружка сталева, брикети металовмісні та інші.

Все це є небезпечним вантажем. Тому при транспортній переробці сировини треба це враховувати.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Аналіз потенційних небезпек [9]:

- при вивантаженні марганцевої руди, коксу, вапняку та інше виникає пил який діє на організм вантажника та дослідника;
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі.
- при транспортній переробці коксу, марганцевої руди, вугілля, кварциту та інш. можливо забруднення навколишнього середовища, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу [9];
- при перевезенні сипких вантажів у відкритому рухомому складі, можливо виникнення підвищеної запиленості робочої зони, що може призвести до захворювання робітників;

- недостатня освітленість робочої зони у темний час доби може призвести до травмування працівників як рухомим складом так й внаслідок падіння вантажу;

- та інші небезпеки, які показані в Додатку 4.А.

В Додатку 4.Б приведені заходи по їх усуненню. В Додатку 4.В зроблено розрахунок для визначення доплати з-за шкідливих умов праці робітнику лабораторії, де застосовується ПК.

4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі на кранах необхідно слідкувати за ізоляцією кабелів, забезпечити захист від їх пошкодження. На крані повинен знаходитися вогнегасник ВВК-5 [9].

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 46 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 3 шт [10].

4.2.2 Заходи з цивільного захисту

Норми та правила укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту. Згідно статті 32, Кодексу цивільного захисту України №34-35 від 2013р.:

До захисних споруд цивільного захисту належать:

а) сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів;

б) протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості;

в) швидкосторуджувана захисна споруда цивільного захисту - захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття [11].

Споруда подвійного призначення - це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення.

Найпростіше укриття - це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період [11].

Захисні споруди цивільного захисту державної та комунальної власності не підлягають приватизації (відчуженню).

Захисні споруди у мирний час можуть передаватися в оренду для задоволення господарських, культурних та побутових потреб із збереженням цільового призначення таких споруд, крім тих, що перебувають у постійній готовності до використання за призначенням.

ВИСНОВКИ

Метою магістерської роботи було підвищення ефективності процесу доставки сировини для феросплавного підприємства шляхом скорочення тривалості обороту вагонів за рахунок більш раціонального використання ресурсів.

Аналітична частина роботи присвячена дослідженню та аналізу існуючої моделі доставки сировини на феросплавне виробництво. Визначені основні фронти, на яких розвантажуються вагони, їх характеристики. Встановлені обсяги вантажопотоків.

На основі проведеного аналізу запропоновано розробити імітаційну модель з відтворенням транспортно-складських процесів підприємства, що дозволить більш раціонально планувати розподіл ресурсів, а саме локомотивів.

В основній частині виконано статистичний аналіз тривалості вивантаження сировини на різних вантажних фронтах, встановлено їх закони розподілу. Визначено основні фактори впливу на тривалість простою вагонів. Одним з факторів впливу є від'ємна температура повітря, що свідчить про потребу завчасного планування функціонування транспортно-складської системи в холодний період року.

Розроблено імітаційну модель, яка дозволяє керувати кількістю локомотивів, що обслуговують вагони з сировиною, а також дає можливість прогнозувати роботу фронтів вивантаження при різних обсягах постачань сировини.

Були проведені експерименти з використанням різної кількості локомотивів. В результаті встановлено, що найменший простій вагонів досягається при використанні 5-ти локомотивів.

В економічній частині проведені розрахунки витрат при різних варіантах функціонування системи. Підтверджено, що при залученні до роботи

на фронти вивантаження сировини 2-х додаткових локомотивів зі скороченим графіком робочого часу отримаємо економію у розмірі близько 1,4 млн. грн.

Четвертий розділ магістерської роботи присвячений встановленню потенційних небезпек та розробці заходів з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. АТ «Запорізький завод феросплавів» : Офіційний сайт. – URL: <http://zfz.com.ua/>.
2. Відомість вантажних фронтів на залізничній під'їзній колії АТ "Запорізький завод феросплавів" (контрагент ПАТ «Запоріжжкокс»). – Запоріжжя, 2011.
3. Технічний паспорт під'їзних залізничних колій АТ «Запорізький Завод Феросплавів». – Запоріжжя, 2011. – 35 с.
4. Лащених О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навч. посібник / О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2011. – 419 с.
5. Turpak S. M. Logistics of raw materials supply for the ferroalloy industry / S. M. Turpak, S. V. Gritcay, O. O. Ostrohlyad // Metallurgical and Mining Industry. – 2016. – №10. – p. 16-23.
6. Лащених О. А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем: навч. посібник / О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2006. – 435 с.
7. Середа Б.П. Підвищення експлуатаційної стійкості та ефективності роботи промислового транспорту в умовах металургійного підприємства: монографія / Б.П. Середа, С.М. Турпак, І.В. Кругляк, О.О. Острогляд, Д.Я. Муковська, Д.Б. Середа, Д.О. Кругляк. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 272 с.
8. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.
9. Лазуткін М. І. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона пра-

ці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» : Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. 35 с.

10. 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, 2018. 44 с.
11. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

Додаток А

Досліджувані вибірки значень тривалості простою вагонів на фронтах вивантаження

Таблиця А1

№ спо-ст.	Склад вапняку	ЗСШ 1	ВСШ 1	ШВ 2	ШВ 3	ШВ 4	Підз.бу-нкери
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4,92	10,42	8,58	8	10	18,83	11,92
2	1,5	9,37	20,83	15,67	11,33	6,78	23,42
3	2,83	8,93	42,13	7,75	15,67	22,25	29,12
4	1,83	6,17	8,3	8,75	9,83	21,73	9,32
5	13,5	10,62	15,33	10,42	21,83	24,92	32,95
6	6,83	15,62	13,97	12,25	6,53	35,33	25,42
7	13,15	21,17	9,13	8,95	10,28	15,5	16,42
8	10,17	5,92	41,08	16,48	13,08	10,12	11,08
9	6,08	9,42	17,83	16,5	19,17	30,42	13
10	3,5	29,35	10,17	14,75	12,67	18,42	22,92
11	6,08	31,83	30,07	7,33	19,42	6,33	9,12
12	13,58	7,77	14,67	32	14,67	19,67	30,83
13	11,33	11,17	27,17	15,68	28,75	24,83	27,52
14	17,33	8,08	26,07	30,08	43,83	7,92	15,02
15	21,67	10,83	28,08	21,83	29,3	13,43	16,9
16	17,5	7,92	14,83	29,17	9,03	21,5	28,33
17	4,77	5,92	21,67	23,42	27,17	46,35	13,33
18	1,93	13,25	31,38	14,67	17,75	19,58	36,58
19	3,43	17,27	27,67	20,17	16,67	19,83	20,92
20	1	25,17	26,75	10,42	8,17	18,25	21,67
21	1,58	11,83	21,67	28	10,33	41,17	24,68
22	2,42	7,17	16,97	28,08	15	16,83	21,33
23	3,6	14,75	12,92	8	18,97	19,3	21,92
24	7,12	7,33	12,25	6,83	9,33	14,82	19
25	1,67	9,62	26,47	25,17	19,02	18,08	19,58
26	5,83	8,92	7,5	23,5	13,57	28,42	19,17
27	7,83	18,33	27	6,02	19	23,67	25,17
28	5,42	13,33	15,25	8,67	21,6	30,58	12,55
29	1,42	11,5	9,25	18,75	48,42	19,5	11,33
30	3,75	6,58	22,55	11,33	21,17	7,5	19,17
31	5,47	6,58	14,92	11,5	19,75	6,1	16,42
32	2,88	6,67	22,67	23,42	21,75	32,42	23,83
33	1,72	12,25	14,67	19,75	13,58	9,75	29,42

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8
34	9	8	23,17	7,38	15	18,83	17,83
35	1,83	6,67	15,5	10,87	13,17	30,73	9,75
36	3,92	7,42	6,52	13,58	10,67	10,25	24,33
37	13,25	6,67	6,5	10,67	8,5	7,77	10,5
38	6,1	5,75	6,33	10,17	7,67	12,67	28,83
39	6,58	16,58	11,17	11,83	9,17	14,52	15,25
40	12	32,67	35,77	16,27	10,67	23,67	10,58
41	1,67	14,33	14,5	14,17	11,62	21,23	19,67
42	2,5	23	21,48	6,08	27,03	12,42	23,42
43	14,9	20,83	14,25	13,78	9,92	34,38	17,25
44	11	12,72	11,33	11,25	19,5	14,42	19,08
45	9,48	4,83	16,92	7,92	10,63	20	21,25
46	1,17	9,82	23	6,33	5,67	15,42	16,5
47	2,83	12,65	32,58	14,33	14,67	11,75	18,25
48	4,32	8,67	9,23	19,42	12,15	12,33	16,93
49	24,38	15,4	11,32	17	8,83	14,67	23,77
50	4,23	8,82	13,25	8,5	28,98	20,87	9,17
51	3,33	6,08	28,37	11,92	16,23	39,6	25,22
52	1,25	5,32	11	9,13	13,13	10,98	7,03
53	4,5	4,32	5,4	7,9	13,98	10,17	10,5
54	19,15	5,75	7,48	14,07	8,82	13,07	19,32
55	1,42	5,4	2	27,23	5	18,98	9,32
56	3,25	16,57	10,65	5,68	14,98	12,58	18,15
57	4,17	10,57	21	11,48	26,75	6,52	24,82
58	16,07	7,68	15,88	11,15	6,75	27,1	13,65
59	23,32	15,65	15,48	8,82	12,4	11,4	16,72
60	4,48	5,72	14,4	11,23	12,98	22,67	3,93
61	16,28	7,23	23,65	8,6	8,48	15,3	12,45
62	18,57	9,82	9,65	9,48	11,15	8,13	36,7
63	11,12	8,62	35,15	13,23	13,48	12,15	13,75
64	8,57	15,83	18,98	18,3	13,07	5	28,93
65	7,55	7,9	14	9,02	7,5	15,98	5,67
66	6,98	8,83	19,48	9,65	21,22	16,13	24,9
67	19,3	21,08	17,65	16,67	9,75	4,98	37,17
68	8,72	6,15	22,32	9,07	6,82	18,85	4,48
69	14,58	6,65	11,95	11,3	18,73	19,23	27,92
70	10,08	18,32	23,05	9,23	5,65	11,92	16,82
71	5,43	4,9	18,4	11,58	5	24,07	15,32
72	4,88	34,58	16,23	12,65	14,88	8,27	11,9

Кінець таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8
73	7,82	17,78	23,55	13,97	6,65	16,4	43,23
74	11,53	18,82	14,82	17,65	5,23	1,67	14,25
75	18,58	6,15	8,48	10,17	12,78	7,73	14,48
76	15,23	9,63	17,07	9,32	6,98	12,25	13,48
77	5,32	14,88	23,98	10,23	14,98	13,65	16,45
78	5,13	7,82	11,13	19,75	5,65	35,47	42,45
79	8,3	11,82	14,32	8,15	27,23	11,65	11,58
80	13,8	8,72	22,57	11,98	13,08	15,15	18,42
81	5,57	8,32	32,75	13,82	9,5	19,65	
82	14,17	25,77	32,67	4,98	13,2	6,38	
83	34,32	9,92	33,67	14,83	15,65	14,42	
84	6,65	20,9	26	9,48	9,65	8,32	
85	2,48	5,62	37,9	19,82	17,4	1,83	
86	12,82	15,17	16,32	10,82	7,08	12,32	
87	17,07	5,48	14,4	14,12	21,07	41,48	
88	4,48	6,98	10,8	13,25	4,42	15,48	
89	13,67	5,37	21,98	43,82	10,83	3,17	
90	26,32	10,42	17,57	19,08	21,98	18,42	
91	13,4	10,28	10,18	9,2	11,32	14,07	
92	12,07	16,73	19,57	10	13,52	16,32	
93	6,23	8,5	23,57	17,78	31,48	18,15	
94	6,75	10,27	11,15	7,02	3,67	25,65	
95	9,15	7,98	35,65	3,82	7,32	1,17	
96	18,75	6,58	11,98	11,83	6,7	21,32	
97	34,58	11,73	9,15	13,93	25	24,87	
98	7,75	7,73	24,25	12,23	11,43	36,73	
99	30,27	6,25	15,82	14,32	11,65	7,65	
100	17,42	12,83	15,92	14,32	12,15	20,57	
101	7,58	8,73		7,75	9,23		
102	21,07	11,55		7,72			
103	6,17			9,7			
104	17,32						
105	9,63						

Додаток Б

Аналіз потенційних небезпек

При вантажних роботах можливо обрив вантажу, що призведе до травмування робітників та розпилу сировини (марганцевої руди, вапняку, коксу та інше). Відбудеться забруднення навколишнього середовища.

При розвантаженні сировини, пил сильно діє на організм вантажника та дослідника. При вдиханні можливе ураження дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота).

При транспортній переробці сировини можливо забруднення навколишнього середовища, що призводить до екологічного порушення природного балансу.

Ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі.

Недостатня освітленість робочої зони у темний час доби може призвести до травмування працівників як рухомим складом так й внаслідок падіння.

Підвищена або знижена температура повітря негативно впливає на працездатність робітників станції. Можливо обмороження та виникнення простудних захворювань. Влітку – перегрів, що викликає тепловий удар, який приводить до головного болю, загальної слабкості, запамороченню.

Небезпека виникнення пожежі на локомотиві, пов'язана з пошкодженням паливної апаратури або електричного обладнання, а також з неналежним їх обслуговуванням.

При маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву може відбутися зіткнення рухомого складу на станційних коліях що призведе до аварії.

При обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

Додаток В

Заходи по забезпеченню безпеки

Для попередження наїзду на працівників станції при проході територією станції до місця роботи, під час та після роботи необхідно дотримуватися вимог НПАОП 63.21-1.12007 «Правила безпеки праці для працівників залізничних станцій і вокзалів». Пересуватися по території станції дозволяється тільки службовими маршрутами.

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу ремонту.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

На відкритих майданчиках робітники, для запобігання отруєння, повинні захищатися респіраторами відповідно НПАОП 0.00-1.01-08 «Положення про порядок забезпечення робітників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту». Для попередження забруднення сировиною навколишнього середовища необхідно щоб збір стокових вод потрапляв у виробничу каналізацію. Викидати феросплави та різні його залишки в водойми забороняється.

Для приведення освітленості на відкритих майданчиках, необхідно розрахувати тип прожекторів, освітленість та висоту підвісу. Відповідно ДБН норма освітленості на майданчику повинна бути близько 10 лк. Для освітлення накопичувального майданчика основним видом освітлювальних приладів є прожектори типу ПЗС з газорозрядними лампами ДРЛ.

З метою захисту працівників залізничних станцій від впливу підвищеної або зниженої температури повітря передбачена видача спеціального одягу, взуття відповідно НПОАП 60.1-3.01-04 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту працівників залізничного транспорту».

Додаток Г

Для запобігання дії шкідливих факторів на дослідника в лабораторії обладнаній ПК проведемо заміри, які вносимо до таблиці Г.1 «Вихідні дані». Проведемо оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці дослідника в лабораторії обладнаній ПК за бальною шкалою.

Таблиця Г.1- Вихідні дані

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	28	8
Освітленість приміщення E, лк	450	8
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	A-1	—
Рівень шуму L, дБ А	105	4
Напруженість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7
Важкість праці:		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7
Тривалість робочого дня, год.	8	8

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці, що впливають на дослідника в процесі трудової діяльності, їх фактичне значення та час дії вносимо до таблиці Г.2 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатка А [10], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іб.

З додатків [10], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК

(ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці 4.2 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця Г.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	28	8	22,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення E, лк	450	8	500	—	2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	105	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, Вт	250	7	290	0,75	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7	40000	1,32		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7	51-75	0,90		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{\text{визн}}$ та вносимо їх значення до таблиці Г.2 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС індекс, додаток Б [10]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{\text{визн}}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.3:

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{3 \cdot 7}{7} = 3.$$

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

а) Загальні енергозатрати організму, $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{дон}}};$$

$$X_{\text{визн}} = \frac{250 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 290} = 0,75.$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{60500 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,32.$$

в) Тривалість зосередження уваги (% від часу робочого дня), $K_{\text{знач}} = 1,0$

$$X_{\text{визн}} = \frac{77 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,90.$$

г) Тривалість робочого дня, $K_{\text{знач}} = 0,15$

$$X_{\text{визн}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці Г.2 :

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового
- коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 7.2 – 3 клас, 4 ступінь (3.4) [10];
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $\Pi_{\text{вим}} = 450$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 – 2 клас, (2) [10];
- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $\Pi_{\text{вим}} = 105$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 – 3 клас, 3 ступінь (3.3) [10];
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 4.3 [10]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,75 + 1,32 + 0,9 + 0,15 = 3,12$$

З таблиці 7.3 [10] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,12$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії шкідливих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника в лабораторії обладнаній ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів діючих на дослідника за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиці Г.2 :

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

$$= X_i = 4;$$

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 2 класу умов праці, згідно додатку Г[10] – $X_{ст} = X_i = 0$;
- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 4.4 [10]:

$$X_i = X_{ст} \cdot \frac{T}{8} = 3 \cdot \frac{4}{8} = 1,5.$$

- 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 – $X_{ст} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 4.5 [10]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, 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[10]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 % [10].

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці є наступні пропозиції, щодо усунення шкідливих факторів:

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 22,9-25,8°C;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника лабораторії – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 174 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 75%; - тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

б) 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 або кондиціювання приміщення;
- 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 6 або 7 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.

в) 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 [10], у розмірі 20 %.