

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет  
(повне найменування інституту, факультету)  
Кафедра транспортних технологій  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
ПОСТАЧАННЯМ СИРОВИНИ НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» В  
УМОВАХ ЗМЕРЗАННЯ ВАНТАЖІВ

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Тз-818м

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

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

Плотнікова Н.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Турпак С.М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Сосик А.Ю.  
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет

Кафедра транспортних технологій

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

«07» жовтня 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

Плотнікової Наталії Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Аналіз та удосконалення системи управління постачанням сировини на ПАТ «Запоріжсталь» в умовах змерзання вантажів

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович, доктор техн. наук, професор,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2019 року №376

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних засобів; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуюча транспортно-технологічна схема.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Визначення характеристик розподілу надходження вагонів для вивантаження; 2.2 Регресійний аналіз процесу розморожування вантажів; 2.3 Моделювання процесу розморожування вантажів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема генерального плану;

2. Діаграма вантажопотоків;

3. Аналіз статистичних даних;

4. Регресійний аналіз процесу розморожування вантажів;

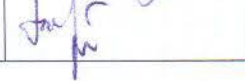
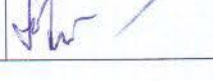
5. Графік роботи Південного району;

6. Алгоритм роботи програми;

7. Схема управління вхідними вантажопотоками;

8. Техніко-економічні показники.

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

| Розділ             | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| Основна частина    | Турпак С.М.                               |  |  |
| Економічна частина | Харченко Т.В.                             |  |  |
| Охорона праці      | Лазуткін М.І.                             |  |  |

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1.    | Аналітична частина                       | 07.10-18.10                             |          |
| 2.    | Основна частина                          | 21.10-04.11                             |          |
| 3.    | Економічна частина                       | 05.11-15.11                             |          |
| 4.    | Охорона праці                            | 18.11-22.11                             |          |
| 5.    | Оформлення МР                            | 25.11-29.11                             |          |
| 6.    | Отримання зовнішніх рецензій             | 02.12-09.12                             |          |

Студент(ка)

  
 (підпис)
Н.А.Плотнікова  
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

  
 (підпис)
С.М. Турпак  
(прізвище та ініціали)

## **РЕФЕРАТ**

ПЗ 91 с., 20 рис., 18 табл., 17 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки сировини для доменного виробництва ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – підвищення ефективності функціонування транспортної системи ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок раціонального планування обсягів постачань сировини для доменного виробництва в залежності від погодних умов у холодний період року.

Метод дослідження – статистичний та регресійний аналіз вантажопотоків, імітаційне моделювання на ЕОМ.

Результати дослідження – визначено можливі обсяги вантажопереробки в залежності від температурних умов; сформульовано рекомендації щодо планування перевезень сировини для доменного виробництва в зимовий період; за рахунок впровадження запропонованої системи планування перевезень скорочується час знаходження вагонів на під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь», зменшується кількість локомотивів, що забезпечують виконання перевезень у зимовий період.

**МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ЗМЕРЗАННЯ ВАНТАЖІВ,  
РОЗМОРОЖУВАННЯ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, ВАНТАЖНИЙ  
ФРОНТ**

## ЗМІСТ

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Завдання на магістерську роботу.....                                                                | 2  |
| Реферат.....                                                                                        | 4  |
| Вступ.....                                                                                          | 7  |
| 1 Аналітична частина.....                                                                           | 9  |
| 1.1 Характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь».....                                             | 9  |
| 1.2 Характеристика Південного району.....                                                           | 15 |
| 1.3 Характеристика гаража розморожування вантажів .....                                             | 17 |
| 1.4 Характеристика, умови перевезення і зберігання<br>вантажів, які змерзаються .....               | 26 |
| 1.5 Організація вантажних робіт .....                                                               | 29 |
| 1.6 Недоліки існуючого положення і постановка<br>задач у магістерській роботі .....                 | 30 |
| 2 Основна частина .....                                                                             | 32 |
| 2.1 Визначення характеристик розподілу надходження вагонів для<br>вивантаження .....                | 32 |
| 2.1.1 Визначення статистичних характеристик розподілу.....                                          | 32 |
| 2.1.2 Виключення грубих аномальних спостережень .....                                               | 33 |
| 2.1.3 Перевірка розподілів випадкової величини на однорідність.....                                 | 34 |
| 2.1.4. Встановлення емпіричного закону розподілу<br>надходження вантажів на ПАТ «Запоріжсталь»..... | 36 |
| 2.2 Регресійний аналіз процесу розморожування вантажів .....                                        | 44 |
| 2.3 Моделювання процесу розморожування вантажів .....                                               | 45 |
| 3 Економічна частина .....                                                                          | 64 |
| 3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту .....                                    | 64 |
| 3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат по проєктному варіанту.....                                   | 67 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....                 | 73 |
| 4.1 Аналіз потенційних небезпек .....                                     | 73 |
| 4.2 Заходи по забезпеченню безпеки .....                                  | 74 |
| 4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії<br>та гігієни праці ..... | 75 |
| 4.4 Заходи з пожежної безпеки .....                                       | 84 |
| 4.5 Заходи з цивільного захисту .....                                     | 85 |
| 4.6 Висновки до розділу .....                                             | 88 |
| Висновки .....                                                            | 89 |
| Перелік посилань .....                                                    | 90 |

## ВСТУП

Головні задачі транспорту – своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення в перевезеннях і підвищення економічної ефективності його роботи [1].

За увесь час перебування вагонів на під'їзних коліях власники колій вносять залізниці плату за користування, що обумовлює зацікавленість підприємств у зниженні простою вагонів, у виявленні й усуненні «вузьких» місць у роботі промислового залізничного транспорту.

В холодний період року на ПАТ «Запоріжсталь» суттєво знижується переробна спроможність вантажів, які змерзаються. Тому актуальним питанням для підприємства є розробка методики, яка дозволяє здійснити планування обсягів постачань сировини та матеріалів для виробництва, виходячи з прогнозу погодних умов.

Основна сировина, що надходить на комбінат - залізорудний концентрат, є по своїх фізичних властивостях дрібнодисперсним, з підвищеним змістом вологи, що сприяє його змерзанню у зимовий період.

У таких умовах складно планувати вантажну роботу з вивантаження вантажів, здачі порожніх вагонів на станцію примикання, подачі вагонів у виробничі цехи під навантаження металопродукції.

Крім того, в умовах зростання виробництва, збільшення обсягів перевезень, деякі вантажні засоби експлуатуються в напруженому режимі. Втрата часу на вивантаження одного вагона приводить до простою усіх вагонів, що очікують подачі на вантажний фронт під вивантаження.

Аналіз роботи залізничного транспорту комбінату показав, що найбільш відповідальною ділянкою є фронти вивантаження Південного залізничного району.

На ці вантажні фронти приходяться найбільші обсяги вантажів, що вивантажуються. Затримки подавання вагонів на фронти вивантаження, пов'язані з необхідністю розморожування вантажів, утворюють ситуації накопичення вагонів на коліях станцій, що не тільки збільшує час їх знаходження на підприємстві та розмір плати за користування, але можуть спричинити зупинки поїздів на підходах до станції примикання.

Відвантаження готової продукції підприємства, головним чином, здійснюється у вагонах, які надійшли з сировиною для вивантаження [1]. Зменшення обсягів вивантаження утворює загрозу невиконання планів перевезень готової продукції з нестачі вагонів.

Таким чином, існує необхідність розробки методики, яка б дозволила здійснювати оптимальне планування постачань сировини та матеріалів для виробництва у холодний період року, що підвищує ефективність перевезень і сприяє стабільній роботі підприємства.

Методика планування повинна ґрунтуватись на даних пропускної спроможності вантажних фронтів та інших пунктів прямування вагонів, прогнозу погодних умов на плануємий період, для чого необхідно використовувати існуючі сучасні математичні методи та програмне забезпечення.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь»

Склад металургійного виробництва складається з 11 основних і 37 допоміжних цехів [2].

Агломераційний цех - спеціалізується на виробництві агломерату для доменного цеху. Цех має 6 агломашин. Цех введений в дію в серпні 1951 року в складі чотирьох машин ДО-2-50. Сьогодні аглофабрика є кращою серед подібних фабрик України.

Мартенівський цех - спеціалізується на виплавці сталі. Цех має 9 мартенівських печей. Перший ківш сталі був виплавлений 21 вересня 1935 року. До 24 березня 1941 запущено у виробництво ще вісім 185-тонних печей. У ході капітального ремонту печі реконструювалися із збільшенням їх місткості з 240 тонн до 500 тонн [2].

Доменний цех - спеціалізується на виплавці чавуну. Цех має 4 доменних печей. Перша плавка на доменній печі № 1 відбулася 16 листопада 1933 року.

Цех підготовки складів - спеціалізується на виготовленні виливниць. У самостійний підрозділ виведений в 1983 році. До цього входив до складу мартенівського цеху. ЦПС має ділянку складів під сифоновий розлив, ділянка для розливу спокійних марок сталі, ділянка роздягання злитків, ділянка механічного чищення, ділянка змазування виливниць, склад [3].

Цех гарячої прокатки тонкого листа - спеціалізується на прокаті листа в гарячому стані. Перший сляб на тонколистовому стані прокатаний 14 квітня 1938 року.

Цех холодної прокатки № 3 - спеціалізується на холоднокатаних товстих великогабаритних листах зі спеціальної сталі та інструментальної сталі. 27 квітня 1963 була випущена перша продукція ЦХП № 3 [2].

Копровий цех - спеціалізується на переробці металобрухту. Своє існування копровий цех почав у липні 1937 року.

Обтискний цех - спеціалізується на нагріванні металу в нагрівальних колодязях, а потім прокату. Стан слябінг пустили в експлуатацію 1 квітня 1937 року.

Цех шлакопереробки - спеціалізується на вилученні з промислових відходів сталевих і чавунного скрапу, виготовлення мартенівського і доменного щебеню, гранульованого шлаку. Введено в дію в 1989 році [2].

У 1994 році на комбінаті вперше в практиці експлуатації широкополосних прокатних станів впроваджена в промисловому масштабі «транзитна» прокатка слябів без попереднього підігріву в печах. Сьогодні за такою технологією прокочується 95% слябів, а витрата палива знижена з 82,5 до 13,5 кг на тону прокату. Перехід на «транзитну» прокатку створив передумови для прямої прокатки слябів довжиною 10-12 метрів і масою до 16 тонн. Встановлено нові електродвигуни клітей чистової групи сталі потужністю по 7000 кВт змінного струму з регулюванням швидкості замість морально застарілих електродвигунів постійного струму потужністю 5000 кВт, що дозволило забезпечити високопродуктивну роботу стану гарячої прокатки, виключити перевантаження при прокаті малих товщин, забезпечити стійку прокатку слябів масою 16 тонн, розширити сортамент прокочуються смуг і економити електроенергію [3].

Здійснено реконструкцію стану «1680» для забезпечення прокатки гарячекатаних смуг мінімальною товщиною менше 2,0 мм, що відповідають сучасному рівню показників якості по геометричних розмірах, якості поверхні, площинності і механічними властивостями.

Для підвищення якості сталі в мартенівському цеху впроваджена унікальна захищена патентом України технологія продувки металу аргоно-кисневими сумішами.

На даний момент металургійний комбінат «Запоріжсталь» є одним з основних постачальників якісної листової продукції і гнутих профілів для потреб вітчизняного машинобудування, жерсті гарячого лудіння для харчової промисловості. Схема генплану ПАТ «Запоріжсталь» приведена на слайді 1 графічної частини, діаграма вантажопотоків – на слайді 2.

Під'їзна колія комбінату примикає до парку “А” станції «Запоріжжя-Ліве» Придніпровської залізниці стрілкою №12, до парку “Б” - стрілкою №172. Загальна довжина всієї під'їзної колії складає 312500 м, з них комбінату «Запоріжсталь» – 244800 м. Межею під'їзної колії є знаки «Межа під'їзної колії», встановлені напроти вхідних світлофорів “ЧВ” парку “А” і “ЧБ” парку “Б” станції «Запоріжжя-Ліве».

На під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь» є 6 залізничних районів, до складу яких входять 13 станцій. Перелік залізничних районів, станцій, розпорядницьких постів під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь» приведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Перелік залізничних районів та станцій ПАТ «Запоріжсталь»

| Райони           | Станції     |
|------------------|-------------|
| 1. Східний       | Східна      |
|                  | Гранбасейн  |
|                  | Вугільна    |
| 2. Південний     | Південна    |
|                  | Аглофабрика |
|                  | Рудна       |
| 3. Доменний      | Доменна     |
|                  | Ковшева     |
|                  | Шлакова     |
| 4. Мартенівський | Мартени     |
| 5. Підбірковий   | Підбіркова  |
|                  | Відвальна   |
| 6. Шихтовий      | Шихта       |

Характеристику перегонів між роздільними пунктами ПАТ «Запоріжсталь» [4] наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Характеристика основних перегонів ПАТ «Запоріжсталь»

| Найменування перегонів   | Максимальна швидкість руху, км/год | Керівний ухил, ‰ | Серія тепло-воза | Максимальна довжина поїзду, ваг. | Час ходу поїзда по перегону, хв. |
|--------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1                        | 2                                  | 3                | 4                | 6                                | 7                                |
| Вост-3/Ліве(А)           | 25                                 | 6.2              | ТЕМ-2            | 51                               | 22                               |
| 3/Ліве(А)-Східна         | 25                                 | 3.4              | ТЕМ-2            | 53                               | 22                               |
| Східна-3/Ліве парк (Б)   | 25                                 | 6.6              | ТЕМ-2            | 25                               | 13                               |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 24                               | 13                               |
| 3/Ліве парк (Б) - Східна | 25                                 | 2.8              | ТЕМ-2            | 43                               | 26                               |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 43                               | 29                               |
| Східна-Південна          | 25                                 | -5.7             | ТЕМ-2            | 53                               | 15                               |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 53                               | 15                               |
| Південна-Східна          | 25                                 | 9.1              | ТЕМ-2            | 53                               | 15                               |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 53                               | 15                               |
| Східна-Силікатна         | 25                                 | 8.2              | ТЕМ-2            | 22                               | 7                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 22                               | 7                                |
| Силікатна-Східна         | 25                                 | 7.7              | ТЕМ-2            | 23                               | 7                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 23                               | 7                                |
| Східна-Гранбасейн        | 25                                 | 10.8             | ТЕМ-2            | 21                               | 10                               |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 21                               | 10                               |
| Гранбасейн - Східна      | 25                                 | -5.5             | ТЕМ-2            | 23                               | 9                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 23                               | 9                                |
| Східн-Шихта              | 15                                 | 6.4              | ТЕМ-2            | 23                               | 8                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 23                               | 8                                |
| Шихт-Східна              | 15                                 | 1.5              | ТЕМ-2            | 23                               | 8                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 23                               | 8                                |
| Східна-Підбіркова        | 25                                 | 4.8              | ТЕМ-2            | 35                               | 6                                |
|                          |                                    |                  | ТГМ-4            | 35                               | 6                                |

Продовження табл. 1.2

| 1                                  | 2  | 3     | 4     | 5    | 6  | 7 |
|------------------------------------|----|-------|-------|------|----|---|
| Підбіркова -<br>Східна             | 25 | 2.3   | ТЕМ-2 | 2728 | 35 | 6 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 2250 | 35 | 6 |
| Підбіркова-<br>Шихта<br>(перегон)  | 15 | 4.5   | ТЕМ-2 | 2250 | 39 | 8 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 2250 | 39 | 8 |
| Шихта-<br>Підбіркова<br>(перегон)  | 15 | 6.2   | ТЕМ-2 | 3240 | 36 | 8 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 3060 | 34 | 8 |
| Підбіркова-<br>Шихта<br>(з. колія) | 15 | 4.5   | ТЕМ-2 | 2250 | 39 | 8 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 2250 | 39 | 8 |
| Шихта-<br>Підбіркова<br>(з. колія) | 15 | 6.2   | ТЕМ-2 | 3240 | 36 | 8 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 3060 | 36 | 8 |
| Підбіркова-<br>Шихтовий<br>двір    | 25 | 26.2  | ТЕМ-2 | 860  | 14 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 845  | 10 | 9 |
| Шихтовий<br>двір-<br>Підбіркова    | 25 | -24.4 | ТЕМ-2 | 450  | 20 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 360  | 16 | 9 |
| Підбіркова-<br>Аглофабри-<br>ка    | 25 | 22.1  | ТЕМ-2 | 895  | 25 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 872  | 25 | 9 |
| Аглофабри-<br>ка-<br>Підбіркова    | 25 | -13.3 | ТЕМ-2 | 2640 | 30 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 2640 | 30 | 9 |
| Підбіркова-<br>Рудна               | 25 | 16.0  | ТЕМ-2 | 1043 | 40 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 1011 | 40 | 9 |
| Рудна-<br>Підбіркова               | 25 | -11.7 | ТЕМ-2 | 2640 | 40 | 9 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 2640 | 40 | 9 |
| Підбіркова-<br>Ковшева             | 15 | 9.3   | ТГМ-4 | 1350 | 15 | 8 |
| Ковшева-<br>Підбіркова             | 15 | -5.9  | ТГМ-4 | 900  | 10 | 8 |
| Ковшева-<br>Шлакова                | 15 | 4.4   | ТГМ-4 | 900  | 10 | 7 |
| Шлакова-<br>Ковшева                | 15 | -11.7 | ТГМ-4 | 900  | 10 | 7 |
| Шлакова-<br>Гранбасейн             | 15 | 4.6   | ТЕМ-2 | 1800 | 20 | 8 |
|                                    |    |       | ТГМ-4 | 1800 | 20 | 8 |

Продовження табл. 1.2

| 1                    | 2  | 3      | 4     | 5    | 6  | 7  |
|----------------------|----|--------|-------|------|----|----|
| Гранбасейн-Шлакова   | 15 | 9.1    | ТЕМ-2 | 1800 | 20 | 8  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 1800 | 20 | 8  |
| Доменна-Південна     | 25 | -4.6   | ТГМ-4 | 900  | 20 | 6  |
| Південна-Доменна     | 25 | 11.6   | ТГМ-4 | 630  | 20 | 6  |
| СХЧ-Південна         | 15 | -7.3   | ТЕМ-2 | 1800 | 20 | 8  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 1800 | 20 | 8  |
| Південна-СХЧ         | 15 | 15.1   | ТЕМ-2 | 900  | 10 | 8  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 900  | 10 | 8  |
| Південна-Рудна       | 25 | 21.1   | ТЕМ-2 | 1350 | 15 | 8  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 919  | 15 | 8  |
| Рудна-Південна       | 25 | -14.7  | ТЕМ-2 | 1350 | 60 | 9  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 1350 | 60 | 9  |
| Південна-Аглофабрика | 25 | 17.8   | ТЕМ-2 | 810  | 18 | 7  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 450  | 18 | 7  |
| Аглофабрика-Південна | 25 | - 18.7 | ТЕМ-2 | 880  | 30 | 7  |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 880  | 30 | 7  |
| Силікатна-Відвальна  | 25 | 12.0   | ТЕМ-2 | 1820 | 20 | 21 |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 1738 | 17 | 21 |
| Відвальна-Силікатна  | 25 | 17.0   | ТЕМ-2 | 1234 | 23 | 21 |
|                      |    |        | ТГМ-4 | 1189 | 17 | 21 |

При проведенні капітальних ремонтів діючих агрегатів і впровадження нового обладнання, особлива увага приділяється питанням охорони навколишнього середовища. Більш 20 % території комбінату займають зелені насадження.

Для виконання внутрішньозаводських перевезень комбінат має власний вагонний парк, що складається з вагонів магістрального типу, промислового типу і спеціального рухомого складу.

## 1.2 Характеристика Південного району

До складу Південного району входять станції Південна, Аглофабрика, Рудна. Характеристика колійного розвитку станції Південна наведено у таблиці 1.3 [5].

Таблиця 1.3 – Характеристика колійного розвитку станції Південна

| Найменування парків   | Номера колій | Найменування колій                | Стрілки, що обмежують колію |      | Корисна довжина, м | Місткість, вагонів |
|-----------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|------|--------------------|--------------------|
|                       |              |                                   | від                         | до   |                    |                    |
| 1                     | 2            | 3                                 | 4                           | 5    | 6                  | 7                  |
| Приймально-відправний | 1            | Приймально-відправна, сортувальна | 43                          | 100  | 319                | 20                 |
|                       | 2            | Приймально-відправна, сортувальна | 43                          | 100  | 317                | 20                 |
|                       | 3            | Приймально-відправна, сортувальна | 41                          | 102  | 358                | 22                 |
|                       | 4            | Приймально-відправна, сортувальна | 39                          | 102  | 403                | 26                 |
|                       | 5            | Приймально-відправна, сортувальна | 37                          | 96   | 555                | 37                 |
|                       | 6            | Приймально-відправна, сортувальна | 37                          | 94   | 628                | 42                 |
|                       | 7            | Приймально-відправна, сортувальна | 35                          | 90   | 723                | 49                 |
|                       | 8            | Приймально-відправна              | 25                          | 86   | 860                | 56                 |
|                       | 9            | Приймально-відправна              | 23                          | 68   | 761                | 52                 |
|                       | 10           | Приймально-відправна, сортувальна | 23                          | 66   | 783                | 54                 |
|                       | 11           | Приймально-відправна, сортувальна | 33                          | 76   | 772                | 53                 |
|                       | 12           | Приймально-відправна, сортувальна | 33                          | 76   | 779                | 53                 |
|                       | 1/1АП        | Вагова                            | 1А                          | 1    | 275                | 17                 |
|                       | 22           | Відстою                           | 45                          | упор | 75                 | 5                  |

Продовження таблиці 1.3

| 1                     | 2   | 3                                   | 4  | 5    | 6   | 7            |
|-----------------------|-----|-------------------------------------|----|------|-----|--------------|
| Приймально-відправний | 22а | Гараж ЦПУ і РК                      | 45 | упор | 40  | 2            |
|                       | 23  | Витяжний, екіпірувальний            | 11 | упор | 250 | 12           |
|                       | 24  | Витяжний                            | 1А | 3    | 270 | 17           |
| Парк ГРР              | 1   | Розігріву вантажів, відстою вагонів | 56 | упор | 210 | 15пв<br>17хп |
|                       | 2   | Розігріву вантажів, відстою вагонів | 54 | упор | 210 | 15пв<br>17хп |
|                       | 3   | Розігріву вантажів, відстою вагонів | 54 | упор | 210 | 15пв<br>17хп |
|                       | 4   | З'єднувальний                       | 56 | 74   | 224 | 16           |
| Парк складу №164 УПВ  | 1   | Вивантаження                        | 1  | упор | 188 | 12           |
|                       | 2   | Навантаження                        | 1  | упор | 100 | 6            |

Станція Південна по характері роботи є вхідною вантажною станцією комбінату і призначена для обслуговування доменного й агломераційного цехів.

До станції Південна в непарному напрямку примикають перегони [5]:

- Південна-Доменна (Склад холодного чавуна) - одноколіїний, маневровий порядок руху;
- Південна-Доменна - одноколіїний, обладнаний напівавтоматичним блокуванням;
- Південна-Аглофабрика (парк «Бункера») - одноколіїний, обладнаний напівавтоматичним блокуванням;
- Південна-Аглофабрика (парк «Нові бункера») - одноколіїний, обладнаний напівавтоматичним блокуванням;
- Південна-Рудна - одноколіїний, обладнаний напівавтоматичним блокуванням.

У парному напрямку до станції Південна примикає одноколіїний перегін Південна-Східна, обладнаний напівавтоматичним блокуванням.

До парної горловини також примикають колії гаража рудорозморожування.

До непарної горловини примикають колії станції Південна ПАТ «Запоріжжкокс».

Усі вантажні фронти Південного району знаходяться на станціях Рудна й Аглофабрика.

У парному напрямку до станції Рудна примикає перегін зі станцією Південна, а в непарному напрямку примикає перегін Рудна-Підбіркова, одноколійний, маневровий порядок руху [5].

До станції Аглофабрика в парному напрямку також примикає перегін зі станцією Південна, а в непарному напрямку примикає одноколійний перегін Аглофабрика-Підбіркова, де встановлений маневровий порядок руху.

### **1.3 Характеристика гаража розморожування вантажів**

Гараж для розморожування руди (далі – ГРР) призначений для розігріву вантажів у вагонах під час осінньо-зимового періоду року. Будівництво здійснене за проєктом Ленінградської філії Гіпромеца. ГРР складається з трьох камер розігріву загальною ємністю на 45 піввагонів, тобто по 15 піввагонів у кожній камері розігріву, нижче розглянемо його роботу детальніше [6].

Гараж для розморожування руди складається з [6]:

- камер розігріву;
- пічного відділення;
- машинного відділення.

Камери розігріву являють собою три поздовжніх прольоти довжиною по 218,5 м кожна й загальною шириною 19,5 м (ширина кожної камери становить 6,5 м).

Вісь залізничної колії нормальної колії розташовується по осі камери розігріву.

З обох сторін залізничної колії в кожній камері розігріву передбачені водовідвідні лотки з ухилом у бік водозбірних колодязів.

По всій площі камер розігріву передбачене дренажне корито, що одночасно служить фундаментом під стінами камер. Корито виконане з ухилом для відводу води в злизову каналізацію.

Найменша висота камер від рівня головки рейки залізничної колії до низу балок перекриття дорівнює 4,17 м.

У кожній камері розігріву змонтовано по 6 термодатчиків, розташованих на стінах у шаховому порядку по довжині камер для виміру температури в кожній камері під час розігріву змерзлих вантажів у вагонах. Термодатчики змонтовані на висоті 1,5 м від рівня головки рейки залізничної колії на відстані 0,25 м від стінок вагонів.

Кожна камера розігріву обладнана світлофорами (з жовтим і червоним сигналами), встановленими над воротами кожної камери, а також повторювачами (з жовтим сигналом), які встановлені на площадках перевірки стану вантажів над під'їзними коліями кожної камери.

Ворота кожної камери розігріву заблоковані зі своїм світлофором, при повністю відкритих воротах включається жовтий сигнал, при закритих воротах - червоний.

На площадках для перевірки стану вантажів та праворуч залізничних воріт кожної камери розігріву встановлені перемикачі, за допомогою яких можна переключити дозволяючий сигнал світлофора на заборонний, (при необхідності вжиття термінових заходів щодо зупинки состава).

Грубе відділення являє собою проліт довжиною 48 м і шириною 12 м з вбудованими обслуговуючими приміщеннями, майстернею й вентиляційними камерами.

У грубному відділенні споруджені 6 топків для спалювання доменного газу, три блоки, у кожному блоці по 2 топки. Для кожної топки встановлені по 2

пальники. Газові пальники – продуктивністю по 1500 м<sup>3</sup>/годину кожна. Є система приточної і витяжної вентиляції та наступне електроустаткування:

- по вимірі тиску доменного газу перед дроселем ГРР (з реєстрацією);
- по виміру тиску доменного газу після дроселя (робочий тиск газу);
- регулятор величини робочого тиску газу;
- по витраті доменного газу на всі печі;
- реєстратор багатоканальний РНТ-69 для виміру температур окремо по кожній камері розігріву;
- реєстратор багатоканальний РНТ-69 із сигналізацією (звуковою і світловою) для виміру температури перед димососами;
- по витраті доменного газу на кожну піч;
- по витраті повітря на кожну піч (без реєстрації);
- по контролю ступеня відкриття дроселя димососа;
- по контролю ступеня відкриття шиберу рециркуляції;
- кнопки приладів і виконавчих механізмів;
- засоби сигналізації;
- засоби зв'язку зі станцією «Південна», з диспетчером УЗТ, з диспетчером газового цеху, телефон АТС.

У печах ГРР спалюється доменний газ і продукти горіння за допомогою димососів подаються в камери розігріву вантажів у залізничних вагонах, які змерзлились.

Машинне відділення являє собою проліт довжиною 48м і шириною 6,5м. У ньому встановлені 6 димососів – агрегатів типу Д-18 продуктивністю 120000 м<sup>3</sup>/годину при Н-315 мм вод. стовпа при температурі 200-250<sup>0</sup>С.

У машинному відділенні встановлені також вентилятори в кількості 2-х одиниць:

- вентилятор типу ВД-12 продуктивністю 30000 м<sup>3</sup>/годину, Н-380 мм вод. стовпа з електродвигуном А94-6, потужністю 75 КВт, призначений для подачі повітря на горіння в печі під час розігріву вантажів;

- вентилятор типу ВДН 11,2 продуктивністю 30000 м<sup>3</sup>/годину, Н-400 мм вод. стовпа з електродвигуном А71, потужністю 55 КВт, призначений для подачі повітря на горіння при роботі печей у якості резервного.

Труби для подачі теплоносія покладені в бетонованих тунелях під підлогою камер розігріву.

Димососними агрегатами здійснюється подача теплоносія (димових газів) у камери розігріву й одночасно забезпечується рециркуляція через шибер кожної печі до 80% відпрацьованих димових газів з камер розігріву й повторна їхня подача в топки для розведення свіжих продуктів горіння.

Димарі (700 мм, установлені над топками, служать для видалення продуктів горіння під час холостого ходу топок, труби (400 мм, встановлені на трійниках перед димососами, служать для підсмоктування холодного повітря при випадках завищеної температури продуктів горіння перед димососами, а також для вентиляції камер розігріву перед виходом туди обслуговуючого персоналу із припиненням подачі теплоносія.

Роздача димових газів (теплоносія) у камерах розігріву здійснюється за допомогою трубопроводів (600 мм, покладених у траншеї по обидва боки залізничної колії. По всій довжині трубопроводів із кроком 2м встановлені сопла (200 мм для витікання димових газів під кузови вагонів, а також по 30 стояків (200 мм на кожную камеру для розігріву вантажу зверху піввагона).

Керівництво роботою гаража для розморожування руди по розморожуванню змерзлих вантажів здійснюється майстром ГРР, якому підлеглий змінний обслуговуючий персонал й який несе особисту відповідальність за дотримання температурного режиму роботи ГРР.

Перед випробуванням ГРР виробляється детальний огляд усього устаткування, будинку, пристроїв, усуваються дефекти, виробляється налагодження й випробування механізмів, устаткування, контрольно-вимірювальних приладів. Готовність ГРР до роботи оформляється актом,

підписаним майстром ГРР і затверджується начальником цеху, дорожнім інспектором по схоронності вагонного парку Придніпровської залізниці.

Температурний режим ГРР при розігріві вантажів повинен бути наступним:

- при горінні газу в топках - у межах  $800 - 1000^{\circ}\text{C}$  (під час розігріву вантажів),  $700^{\circ}\text{C}$  - коли печі переведені на холостий хід, Температуру регулюють шляхом збільшення або зменшення кількості газу, який спалюється у даній топці.

Максимально припустима температура теплоносія перед димососом не вище  $+250^{\circ}\text{C}$ . Ефективність розігріву вантажів досягається при температурі  $220-240^{\circ}\text{C}$  перед димососами.

Максимально допустима температура в камерах розігріву не вище  $130^{\circ}\text{C}$ .

Розігрів вантажів здійснюється тільки до  $100^{\circ}\text{C}$  протягом не більше однієї години. При температурі в камерах розігріву до  $60^{\circ}\text{C}$  час знаходження вагонів не обмежується [4].

Для контролю за тепловим режимом печей, розігрівом вантажів, встановлені контрольно-вимірювальні прилади для виміру:

- тиску і витрати газу в цілому на всі печі із сигналізацією;
- витрати газу й повітря на кожну піч;
- температури в печах з контролем горіння факела;
- температури теплоносія перед димососами (із сигналізацією й реєстрацією);
- температури в камерах розігріву.

Інформація із приладів зберігається протягом 6 місяців після їхнього зняття.

Старшим газівником і газівником зміни під час розморожування вантажів ведуться наступні журнали:

- журнал теплового режиму по розігріву;
- журнал обліку вагонів, що надходять на розігрів вантажу.

Тепловий режим ГРР не повинен допускати перевищення температури нагрівання вузлів і деталей вагонів (ГОСТ 222335-76 по забезпеченню схоронності вантажних вагонів):

- гальмових пристроїв (гальмового циліндра, повітророзподільника, авторежиму, кінцевих кранів, авторегулювання й т.д.) не вище  $+55^{\circ}\text{C}$ ;
- сполучних рукавів, гальмової магістралі, повітряних резервуарів не вище  $+70^{\circ}\text{C}$ ;
- буксового вузла на роликових підшипниках не вище  $+80^{\circ}\text{C}$ ;
- кришок розвантажувальних люків вагонів не вище  $+130^{\circ}\text{C}$ ;
- обшиву металевих кузовів вагонів не вище  $+90^{\circ}\text{C}$ .

Час перебування вагонів зі змерзлими вантажами в камерах розігріву встановлюється залежно від роду вантажу, ступеня змерзання, зовнішньої температури [6].

Перед подачею вагонів у камери розігріву укладачеві необхідно за допомогою випускних клапанів видалити повітря з гальмової системи вагонів.

У зимовий час камери розігріву повинні бути в постійній готовності до прийому вагонів зі змерзлими вантажами. Температура в камерах при відсутності вантажів підтримується в межах  $80-100^{\circ}\text{C}$ , у сильні морози до  $110-130^{\circ}\text{C}$ .

Подачу вагонів для розігріву готує укладач на парку за завданням диспетчера району.

Диспетчер Південного району перед подачею вагонів у ГРР виконує наступні дії:

- уточнює в старшого газівника ГРР готовність камер розігріву до прийому вагонів з вантажем для розігріву й номер камери, у яку будуть подаватися вагони;
- повідомити старшому газівникові ГРР кількість вагонів, їх тип, рід вантажу, а також готовність подачі вагонів у камеру.

Дозволяється подача в одну камеру розігріву:

- не більше 16 хоперів із закритими люками й з «шапками» не вище залізничних воріт камер;

- не більше 15 чотиривісних піввагонів;

- не більше 15 хоперів.

Вагони місцевого парку подаються на розігрів тільки після огляду їх оглядачами вагонів станції Південна.

Забороняється подача в камери ГРР на розігрів [6]:

- цистерн;

- критих вагонів;

- коксовозів;

- вагонів-вуглевозів;

- шестивісних вагонів;

- вагонів з роздутими більш 100 мм бортами;

- вагонів з рівнем завантаження вантажів вище воріт камери;

- вагонів, завантажених вибухонебезпечними й легкозаймистими вантажами;

- вагонів із сторонніми предметами, що стирчать;

- вагонів з відкритими люками й несправними запорами.

Відповідальність за подачу в ГРР зазначені вище вагонів покладається на укладача.

Між составом, що подається в ГРР і локомотивом повинен бути вагон-прикриття з діючими автогальмами або пролітною трубою. Гальма (25% загальної кількості подачі) включає укладач.

Після відправлення состава з парку на ГРР черговий по станції Південна сповіщає про це старшому газівникові ГРР.

Відкриття воріт, збирання перед відкриттям воріт й укладання після закриття воріт спарених гальмових башмаків, включення й вимикання в'їзних світлофорів, закриття воріт покладає на газівника ГРР. Він же забезпечує вільність залізничних шляхів і наявність габаритів усередині камер.

Спарені гальмові башмаки укладаються в положенні, що виключає довільний в'їзд у камери при саморозчепленні вагонів.

Швидкість подачі состава на розігрів з парку на ГРР - не більше 10 км/годину.

Перед стрілочним переводом №56 состав зупиняється, для чого машиніст тепловоза зобов'язаний зупинити локомотив у знака «Зупинка локомотива», що встановлений із правої сторони по ходу подачі на відстані 235 метрів від стрілочного переводу №56 убік станції Південна.

Після відкриття в'їзного світлофора, встановленого на торці будинку над воротами камери, укладач готує маршрут і подає состав у камеру.

Спочатку вагони осаджуються в камеру доти, поки у воріт камери виявиться вагон, узятий на гальма. Укладач зупиняє состав, робить відпустку автогальм у вагонів, після чого продовжує осаджування подачі в камеру.

Подача й прибирання вагонів у камеру ГРР повинна вироблятися зі швидкістю не більше 3 км/годину.

Під час осаджування вагонів у камеру укладач перебуває біля воріт камери праворуч по ходу руху состава (на землі, у зоні видимості газівника) і зобов'язаний стежити за габаритом рухомого складу, а також повторно рахувати кількість вагонів.

При осаджуванні вагонів у камеру ГРР газівник перебуває на площадці для випробування вантажів у залізничних вагонах, ліворуч по ходу руху состава, стежить за габаритом рухомого складу й рахує кількість вагонів, що осаджують.

При необхідності перевірки ступеня розігріву або змерзнення вантажу у вагонах, газівник попереджає про це укладача, який дає сигнал машиністові на зупинку або рух. Перевірка вантажу здійснюється тільки при повній зупинці состава.

При виникненні погрози безпеки руху або при наявності зайвого вагона в подачі газівник або укладач зобов'язані негайно подавати сигнал зупинки згідно «Інструкції із сигналізації» і перемкнути в'їзний світлофор на заборонне

показання. За вказівкою газівника червоний сигнал може бути включений укладачем (з дублюючого вимикача із правої сторони воріт).

На залізн. шляхах ГРР допускається знаходження не більше одного діючого локомотива.

Закріплення вагонів у камері робить укладач одним гальмовим башмаком з боку воріт. Вхід укладача в камеру дозволяється короткочасно тільки з дозволу газівника ГРР й у його присутності, на відстань не більше 3-х метрів від воріт для укладання (забирання) гальмового башмака й розчеплення (зчеплення) вагонів. Перед дачею дозволу укладачеві для входу в камеру газівник зобов'язаний переконатися, що температура в камері у воріт не більше 40°C. Заходити (виходити) у камеру ГРР дозволяється тільки при повній зупинці состава, з особливою обережністю, у прорізі між створом воріт і вагоном - прикриттям.

Перевірка надійності закріплення проводиться в інтервалі часу, необхідному для загасання коливань поглинаючих апаратів автозчеплень.

Формування состава на паркових коліях повинне вироблятися з обліком, що при постановці состава в камеру розігріву першим від воріт повинен перебувати навантажений вагон, за винятком випадків, коли вся подача складається з порожніх вагонів.

Прибирання вагонів з камери ГРР виробляються укладачем за завданням диспетчера Південного району зворотним порядком.

Після закриття ж/д воріт укладаються спарені гальмові башмаки:

- перед воротами камери №1;
- перед воротами камер №2 й №3.

При необхідності випробування ступеня розігріву, маневровий диспетчер станції Південна дає локомотив із прикриттям для витяжки вагонів з камери. Випробування виробляється газівником у другому вагоні з боку входу в камеру із площадки випробування вантажів. Під час випробування ступеня розігріву подача теплоносія в камеру припиняється.

Прибирання вагонів з камер розігріву виробляється в наступному порядку:

Припиняється подача теплоносія в камеру розігріву шляхом скорочення витрати газу в печі, прикриття дроселя відповідного димососа, відкриття дроселя витяжної труби.

Погодивши з маневровим диспетчер станції Південна час прибуття локомотива із прикриттям, старший газівник зміни ГРР направляє газівника ГРР на видачу вагонів, що відкриває залізничні ворота відповідної камери й забирає спарені башмаки в присутності укладача. Укладач попередньо перевіряє маршрут руху состава.

По сигналу укладача, локомотив із прикриттям заїжджає в камеру й після з'єднання з вагонами укладач забирає підкладений під колеса гальмовий башмак і витягає з камери вагони.

Після прибирання вагонів з камери газівник ГРР переконується в забиранні всіх вагонів, нормальному стану колії, самої камери, ставить спарені башмаки на під'їзній колії цієї камери у встановленому місці й закриває ворота даної камери (при цьому дозволяючий сигнал автоматично перемикається на заборонний).

#### **1.4 Характеристика, умови перевезення і зберігання вантажів, які змерзаються**

Залізовмісні руди – основний вид сировини для виробництва чорних металів. В залежності від утворюючого руду мінералу поділяються на гематитові, магнетитові та ін. На комбінат надходять аглоруди зі змістом заліза 54-62% [7]. Усі руди чорних металів – вантажі, що змерзаються, перевозяться у

відкритому рухомому складі; зберігаються на відкритих площадках, попередньо спланованих і забетонованих [8]. Висота штабеля може досягати 6-8 м.

Залізорудні концентрати є продуктами глибокого збагачення залізовмісних руд на гірничо-збагачувальних комбінатах. Особлива цінність цього виду рудної сировини полягає у великому змісті заліза, що в окремих випадках досягає 90%. По гранулометричному складу концентрати являють собою тонкоздрібнену порошкоподібну масу з розмірами окремих часток 0,6 – 0,025 мм, при чому основну масу концентратів - 75% складають частки 0,05 мм. Гранулометричний склад і вологість істотно впливають на об'ємну масу, а також на умови перевезення і збереження. При збільшенні вологості концентрати в теплий час року прилипають до стінок і днища вагонів, а в холодний час змерзаються. При невеликій вологості концентрати мають властивості сипучих тіл, легко просочуються в нещільності і щілині кузова вагона, видуються зустрічними потоками повітря. Перевезення здійснюється в спеціально пристосованих вагонах. Залізорудні концентрати зберігають на відкритих площадках. Атмосферна волога проникає тільки на глибину 20 – 30 см і не змінює виробничої вологості концентрату. Вплив мінусових температур на штабель носить поверхневий характер: промерзає шар у 40 – 50 см, а на глибині 1 м від поверхні зберігається плюсова температура (1 - 2°C).

Обкотиші – продукт спеціальної термічної обробки дрібної рудної сировини і концентратів, коштовна сировина для доменного виробництва. Обкотуванню доцільно піддавати тонкі концентрати з основною масою часток (75 – 90%) розмірами менш 0,044 мм. Для підвищення міцності сирих окатишів у шихту додають єднальні присадки. Обкотиші мають велику міцність у холодному стані і знижену в порівнянні з агломератом стиранисть. Властивості обкотишів як фізичні, так і хімічні досить стабільні і незначно міняються в процесі тривалого збереження, при перевантажувальних і транспортних операціях. Перевозиться у відкритому рухомому складі [8].

Вапняк – осадова гірська порода, що складається з кальциту [8].

Вапно – речовина, одержувана випалом кальцієво-магнієвих порід – вапняків, мела доломітів і ін. Складається з оксиду кальцію [8].

Флюси – щільні некрихкі вапняки.

Вапняк, вапно і флюси використовують у металургії як допоміжний матеріал. Ці речовини додають до вихідних матеріалів, щоб одержати шлак необхідного складу. Перевозять у відкритому рухомому складі.

Кокс – сировина для доменного виробництва. При згорянні коксу створюється висока температура, необхідна для процесу відновлення заліза з руди за допомогою одержуваного з коксу вуглецю. Кокс являє собою окремі пористі і досить міцні шматки, стійкі до стирання. Органічна маса коксу містить до 96 - 98% вуглецю, 1% водню і 0,5 – 2,5% сірки. Кокс піддається змерзанню. Перевозять на відкритому рухомому складі, зберігають на відкритих площадках [8].

Магnezит – мінерал класу карбонатів, жовтого кольору, - сировина для мартенівського виробництва. Перевозять магнезит у відкритому рухомому складі. На підприємстві зберігають його в бункерах [8].

Вугілля – паливо для аглодоменного виробництва. Для технології необхідний штиб антрацитовий, що є одним з видів кам'яних вугіль. Має чорне фарбування із сіруватим відтінком, що відливає металевим блиском, відрізняється твердістю і крихкістю. Перевезення вугілля залізничним транспортом здійснюється навалом у напіввагонах.

Для повного використання вантажопідйомності вагонів їхнє завантаження роблять вище бортів – з «шапкою» [8]. У зимовий період викопне вугілля піддається змерзанню.

Також вугілля відноситься до самозаймистих речовин. Зберігають вугілля на відкритих площадках у штабелях.

Усі матеріали, що надходять на комбінат, приймаються змінними контролерами ділянки зовнішнього приймання.

Для встановлення фактичної відповідності якості сировини з даними, зазначеними в супровідних документах, усі сирі матеріали перевіряються по зовнішніх ознаках по прибуттю на станцію Запоріжжя-Ліве – контролерами ВТК, а при розвантаженні – бригадами рудного двору, бригадами бункерів доменного й агломераційного цехів.

При невідповідності якості сировини вимогам нормативно-технічної документації і даним супровідних документів, а також при відсутності супровідних документів контролер ВТК зобов'язаний негайно через диспетчера заводу сповістити про це начальника відповідних цехів або їх помічників по шихті.

### **1.5 Організація вантажних робіт**

Вантажно-розвантажувальна робота на ПАТ «Запоріжсталь» організується на підставі змінно - добового планування й інформації про підхід вантажів [4].

Для виробництва вантажно-розвантажувальних робіт, мається визначена кількість машин і механізмів та штат вантажників.

Вантажно-розвантажувальні машини і механізми закріплені за виробничими цехами службою ПТМ ЦРРС УЗТ, бригади вантажників за ЦЕ УЗТ.

При одержанні інформації з обмінного району ст. Запорожжя - Ліве про прибуття вантажів для під'їзної колії начальник зміни УЗТ негайно повідомляє керівникам вантажно-розвантажувальних робіт на комбінаті про кількість вагонів і рід прибулих вагонів і вантажів.

Керівники вантажних робіт визначають потреба робочої сили і завчасно розподіляють по фронтах навантаження - вивантаження вантажників, машини і механізми.

По закінченні вивантаження вагонів вантажоодержувач зобов'язаний очистити вагони від залишків вантажу і реквізитів кріплення.

Вантажні операції на фронтах навантаження - вивантаження виробляються в терміни, установлені Правилами перевезень вантажів і розрахунками. Витрати часу на очищення включають час на відкриття люків напіввагонів, вивантаження сміття, закриття люків і дверей піввагонів.

Усі вантажі, що прибувають на адресу комбінату, підлягають обов'язковому зважуванню. З метою кращого використання рухомого складу і скорочення часу перебування його під вантажними операціями вагони повинні максимально використовуватися під подвійні операції - навантаження і вивантаження.

## **1.6 Недоліки існуючого положення і постановка задач у магістерській роботі**

Існуюча система вивантаження вагонів на ПАТ «Запоріжсталь» в зимовий період має ряд значних недоліків. Засоби розморожування й вивантаження вантажів не удосконалювалися протягом декількох десятиліть.

У період будівництва цих засобів основною сировиною для виробництва були залізовмісні руди.

Після удосконалювання технологічного процесу збагачення руд, основною сировиною є залізорудний концентрат, що містить більш високий відсоток заліза.

Однак технологія виробництва залізорудного концентрату забезпечує мілкодисперсний стан сировини і підвищений зміст у ньому вологи. Це, в свою чергу, призводить до більшого змерзання залізорудного концентрату у зимовий період.

Не зважаючи на профілактичні засоби, що застосовуються проти змерзання відправниками, та наявність засобів розморожування вантажів на ПАТ «Запоріжсталь», у холодний період року виникають ситуації, що загрожують нормальній роботі підприємства та потребують оперативного коригування обсягів постачань.

Відсутність сучасного наукового підходу до вирішення питання визначення обсягів надходження сировини на підприємство, призводить до помилок в плануванні.

Внаслідок цього зменшення обсягів постачань часом здійснюється занадто пізно, коли вже ускладнилась ситуація з вивантаженням вагонів і на підприємстві виникло скупчення завантаженого рухомого складу.

Існують випадки, коли збільшення обсягів постачань при поліпшенні погодних умов здійснюється занадто пізно і засоби вивантаження непродуктивно простоюють.

Крім того, в останні роки в зв'язку з впровадженням пиловугільного вдування зросли обсяги перевезення вугілля, та, відповідно, збільшились обсяги розігріву.

Таким чином, задача прогнозування та планування процесу вивантаження сировини для доменного виробництва на ПАТ «Запоріжсталь» у зимовий період в залежності від погодних умов є актуальною і саме тому пропонується її вирішення у даній магістерській роботі.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Визначення характеристик розподілу надходження вагонів для вивантаження

Попередня обробка і аналіз статистичної інформації включає такі етапи :

- 1) визначення статистичних характеристик розподілу;
- 2) виключення грубих аномальних спостережень;
- 3) перевірка розподілів випадкової величини на однорідність;
- 4) встановлення емпіричного закону розподілу випадкової величини.

#### 2.1.1 Визначення статистичних характеристик розподілу

Числові характеристики, які визначаються згідно з вибіркою, є приблизними оцінками відповідних характеристик генеральної сукупності [9,10]. До основних характеристик розподілу належать: вибіркове середнє, вибіркова дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

Нижче наведено формули (2.1 – 2.4) для визначення характеристик розподілу із  $n$  спостережень [10]:

$$\text{вибіркове середнє:} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} ; \quad (2.1)$$

$$\text{дисперсія:} \quad s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} ; \quad (2.2)$$

$$\text{стандартне відхилення:} \quad \sigma = \sqrt{s^2} ; \quad (2.3)$$

$$\text{Коефіцієнт варіації} \quad : \quad \nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} . \quad (2.4)$$

Для оцінки точності дослідів використаємо показник точності дослідів [10]:

$$P = \frac{\nu}{\sqrt{n}} \cdot 100\% . \quad (2.5)$$

Досліди враховують точними, якщо  $P \leq 2,5\%$ , середньої точності при  $2,5\% \leq P \leq 5\%$  і малоточними, якщо  $P > 5\%$ .

### 2.1.2 Виключення грубих аномальних спостережень

Згідно з одним із методів при великих об'ємах вибірки ( $n > 30$ ), коли оцінка стандартного відхилення надійна, сумнівні результати спостережень приймають або відхиляють на основі критеріїв їх появи в довірчій області [10]:

$$\beta_1 = \frac{x_{\max} - \bar{x}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}; \quad \beta_2 = \frac{\bar{x} - x_{\min}}{\sigma \sqrt{\frac{n-1}{n}}}, \quad (2.6)$$

де  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  – відповідно найбільше і найменше значення з  $n$  спостережень.

Розрахункове значення критерію порівнюють з табличним  $\beta_{\max}$  (таблиця 2.1) для прийнятого рівня довірчої ймовірності  $P_d$ . Якщо  $\beta_1 > \beta_{\max}$ , то значення  $x_{\max}$  необхідно виключити із статистичного ряду як грубу похибку. При  $\beta_2 > \beta_{\min}$  виключається величина  $x_{\min}$ . Після виключення аномальних членів ряду визначають нові значення  $\bar{x}, \sigma$  із  $n-1$  або  $n-2$  спостережень.

Таблиця 2.1 - Значення критерію  $\beta_{\max}$ 

| n  | $\beta_{\max}$ при $P_{\delta}$ |      |      | n  | $\beta_{\max}$ при $P_{\delta}$ |      |      |
|----|---------------------------------|------|------|----|---------------------------------|------|------|
|    | 0,90                            | 0,95 | 0,99 |    | 0,90                            | 0,95 | 0,99 |
| 3  | 1,41                            | 1,41 | 1,41 | 15 | 2,33                            | 2,49 | 2,80 |
| 4  | 1,64                            | 1,69 | 1,72 | 16 | 2,35                            | 2,52 | 2,84 |
| 5  | 1,79                            | 1,87 | 1,96 | 17 | 2,38                            | 2,55 | 2,87 |
| 6  | 1,89                            | 2,00 | 2,13 | 18 | 2,40                            | 2,56 | 2,90 |
| 7  | 1,97                            | 2,09 | 2,26 | 19 | 2,43                            | 2,60 | 2,93 |
| 8  | 2,04                            | 2,17 | 2,37 | 20 | 2,45                            | 2,62 | 2,96 |
| 9  | 2,10                            | 2,24 | 2,46 | 25 | 2,54                            | 2,72 | 3,07 |
| 10 | 2,15                            | 2,29 | 2,54 | 30 | 2,61                            | 2,79 | 3,16 |
| 11 | 2,19                            | 2,34 | 2,61 | 35 | 2,67                            | 2,85 | 3,22 |
| 12 | 2,23                            | 2,39 | 2,66 | 40 | 2,72                            | 2,90 | 3,28 |
| 13 | 2,26                            | 2,43 | 2,71 | 45 | 2,76                            | 2,95 | 3,33 |
| 14 | 2,30                            | 2,46 | 2,76 | 50 | 2,80                            | 2,99 | 3,37 |

### 2.1.3 Перевірка розподілів випадкової величини на однорідність

Для кожних двох незалежних вибірок розрахуємо значення критерію  $t$  за формулою [10]:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2.7)$$

Для визначення істотності відмінностей двох вибірок із заданою надійною ймовірністю  $P_\delta$  необхідно порівняти значення  $t$ , обчислене за здобутими вибірками, з критичним значенням  $t_\alpha$ .

При визначенні  $t_\alpha$  скористаємось функцією Лапласа  $\Phi(t)$ , аргументом якої є відношення довірчого інтервалу  $\mu$  до стандартного відхилення  $\sigma$ , тобто  $t = \mu/\sigma$  [10]. Для цього задаються довірчою ймовірністю  $P_\delta = 0,95$ . Приймаючи до уваги, що  $P_\delta = \Phi(t)$ , за таблицею 2.2 визначимо значення  $t_\alpha$ .

Таблиця 2.2 - Значення функції  $\Phi(t)$

| $t$  | $\Phi(t)$ | $t$  | $\Phi(t)$ | $t$  | $\Phi(t)$ |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 0,00 | 0,0000    | 0,75 | 0,5467    | 1,50 | 0,8664    |
| 0,05 | 0,0399    | 0,80 | 0,5763    | 1,55 | 0,8789    |
| 0,10 | 0,0797    | 0,85 | 0,6047    | 1,60 | 0,8904    |
| 0,15 | 0,1192    | 0,90 | 0,6319    | 1,65 | 0,9011    |
| 0,20 | 0,1585    | 0,95 | 0,6579    | 1,70 | 0,9009    |
| 0,25 | 0,1974    | 1,00 | 0,6827    | 1,75 | 0,9199    |
| 0,30 | 0,2357    | 1,05 | 0,7063    | 1,80 | 0,9281    |
| 0,35 | 0,2737    | 1,10 | 0,7287    | 1,85 | 0,9357    |
| 0,40 | 0,3108    | 1,15 | 0,7419    | 1,90 | 0,9426    |
| 0,45 | 0,3473    | 1,20 | 0,7699    | 1,95 | 0,9488    |
| 0,50 | 0,3829    | 1,25 | 0,7887    | 2,00 | 0,9545    |
| 0,55 | 0,4177    | 1,30 | 0,8064    | 2,25 | 0,9756    |
| 0,60 | 0,4515    | 1,35 | 0,8230    | 2,50 | 0,9876    |
| 0,65 | 0,4843    | 1,40 | 0,8385    | 3,00 | 0,9973    |
| 0,70 | 0,5161    | 1,45 | 0,8589    | 4,00 | 0,9999    |

На початковому етапі, коли закон генеральної сукупності невідомий, оцінити розходження двох вибірових середніх можна тільки приблизно.

Якщо  $t \geq 3$ , то з великою ймовірністю вважають, що середні  $\bar{x}_1, \bar{x}_2$  відрізняються суттєво і, навпаки, якщо  $t < 3$ , розходження між  $\bar{x}_1, \bar{x}_2$  з великою ймовірністю можна вважати несуттєвим, випадковим.

#### **2.1.4 Встановлення емпіричного закону розподілу надходження вантажів на ПАТ «Запоріжсталь»**

Апроксимація статистичної інформації теоретичною функцією полягає у підборі імовірнісного теоретичного закону розподілу випадкової величини, який з заданою надійністю описує емпіричний розподіл [10]. Розробка математичної моделі вхідних параметрів системи передбачає вирішення двох основних задач:

1) визначення виду імовірного закону, якому підпорядковується випадкова величина, тобто апроксимація експериментальної інформації теоретичним законом розподілу;

2) перевірка адекватності цього закону експериментальним даним. Вибір теоретичного закону розподілу здійснюється у відповідності з видом гістограм (полігонів) статистичного розподілу і перевіряється за критеріями згоди.

При побудові статистичного ряду неперервної випадкової величини весь діапазон спостережень розбивають на інтервали. Величина інтервалу визначається за формулою [10]:

$$I = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,2 \cdot \lg n} \quad (2.8)$$

Попередній вибір теоретичного закону розподілу здійснюється візуально шляхом порівняння зовнішнього виду експериментальної кривої з кривими відомих теоретичних законів розподілу.

Для перевірки відповідності теоретичної кривої експериментальним даним застосовуються критерії згоди.

Найбільш поширеним є критерій  $\chi^2$  Пірсона, який визначається за формулою [10]:

$$\chi_p^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (2.9)$$

де  $k$  - число інтервалів, на яке розбито діапазон випадкової величини;

$p_i$  - імовірність відповідного значення випадкової величини, розраховане згідно з теоретичним розподілом;

$n$  – кількість спостережень.

Розраховане значення  $\chi_p^2$  порівнюють з табличним  $\chi_m^2$  для  $f = k - r - 1$  ступенів свободи, де  $r$  — число параметрів теоретичного закону розподілу.

Якщо  $\chi_p^2 < \chi_m^2$ , то із заданою надійністю  $P$  теоретичний закон розподілу узгоджується із статистичними даними.

При поганому узгодженні теоретичного і емпіричного розподілів, необхідно спробувати підібрати інший теоретичний розподіл. Якщо емпіричний розподіл можна описати різними теоретичними функціями, то слід вибрати найбільш просту і зручну для розрахунків.

Критерій згоди Пірсона заснований на граничному розподілі міри розбіжності при  $n \rightarrow \infty$ , застосовувати його можна при досить великій кількості спостережень і числі спостережень у кожному розряді. Рекомендується, щоб у кожному розряді було не менш п'яти спостережень. При меншій кількості спостережень необхідно об'єднати деякі розряди.

Використовуючи критерій Колмогорова-Смірнова, порівнюють відомі значення накопичених частот  $F_n(x)$  з розрахунковими значеннями інтегральної функції теоретичного розподілу  $F(x)$ , знаходять найбільше значення модуля різниці між ними по формулі [10]:

$$D = \sup_{-\infty < x < \infty} |F_n(x) - F(x)|, \quad (2.10)$$

де  $F_n(x)$  – емпірична функція розподілу;  
 $F(x)$  – теоретичний розподіл.

При цьому має місце рівність [10]:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(D < \frac{\lambda}{\sqrt{n}}) = Q(\lambda), \quad (2.11)$$

$$\text{де} \quad Q(\lambda) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \cdot e^{-2 \cdot k^2 \cdot \lambda^2}. \quad (2.12)$$

Імовірність  $P(\lambda)$  того, що найбільше відхилення  $F_n(x)$  від  $F(x)$  перевищить задане число  $\frac{\lambda}{\sqrt{n}}$ , можна обчислити за формулою [10]:

$$P(\lambda) = 1 - Q(\lambda). \quad (2.13)$$

Для  $\lambda = D \cdot \sqrt{n}$  по таблиці 2.3 визначають відповідне значення імовірності  $P(\lambda)$ . Якщо імовірність розбіжності між  $F_n(x)$  і  $F(x)$  дуже мала (менш 0,01), то за принципом практичної неможливості малоімовірних подій укладають, що теоретичний розподіл не відповідає досліджуваному статистичному.

Таблиця 2.3 - Значення  $P(\lambda)$ 

| $\lambda$ | $P(\lambda)$ | $\lambda$ | $P(\lambda)$ |
|-----------|--------------|-----------|--------------|
| 0,3       | 1,0000       | 1,4       | 0,3970       |
| 0,4       | 0,9972       | 1,5       | 0,0222       |
| 0,5       | 0,9639       | 1,6       | 0,0120       |
| 0,6       | 0,8643       | 1,7       | 0,0062       |
| 0,7       | 0,7112       | 1,8       | 0,0032       |
| 0,8       | 0,5441       | 1,9       | 0,0015       |
| 0,9       | 0,3927       | 2,0       | 0,0007       |
| 1,0       | 0,2700       | 2,1       | 0,0003       |
| 1,1       | 0,1777       | 2,2       | 0,0001       |
| 1,2       | 0,1122       | 2,3       | 0,0001       |
| 1,3       | 0,0681       | 2,4       | 0,0000       |

Характеристики розподілів випадкових величин, розраховані за формулами (2.1) – (2.4) після виключення сумнівних результатів спостережень зведемо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Характеристики розподілів вантажопотоків

| Характеристики розподілу        | Вантаж                  |          |        |
|---------------------------------|-------------------------|----------|--------|
|                                 | Залізорудний концентрат | Аглоруда | Вапняк |
| Розмір вибірки, $n$             | 50                      | 50       | 50     |
| Вибіркове середнє, $\bar{x}$    | 9,03                    | 19,06    | 21,84  |
| Максимальне значення, $x_{max}$ | 17,42                   | 32,58    | 54,67  |
| Мінімальне значення, $x_{min}$  | 2,83                    | 6,25     | 2,92   |
| Дисперсія, $s^2$                | 18,5                    | 51,44    | 163,18 |
| Стандартне відхилення, $\sigma$ | 4,3                     | 7,17     | 12,77  |
| Коефіцієнт варіації, $\nu$      | 0,48                    | 0,38     | 0,59   |

Розрахунки показників точності дослідів по кожній вибірці за формулою (2.5) показали, що вони наближені до значень середньої точності (тобто похибка становить 5...8%).

Виключимо аномальні спостереження та виконаємо перевірку статистичних даних, які зібрані на різних об'єктах, на однорідність, скориставшись формулами (2.6), (2.7). Результати обчислень зведемо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Результати перевірки вибірок на однорідність

| Пари вибірок, що аналізуються (по вантажам) |                         | Значення критерію t |
|---------------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Аглоруда                                    | Залізородний концентрат | 22,8                |
| Аглоруда                                    | Вапняк                  | 9,9                 |
| Залізородний концентрат                     | Вапняк                  | 16,2                |

Таким чином, будемо вважати виробки, що аналізуються, незалежними.

При побудові статистичного ряду неперервної випадкової величини весь діапазон спостережень розіб'ємо на інтервали. Величина інтервалу визначається за формулою (2.8). Результати розрахунків наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Визначення інтервалів статистичного розподілу

| Потоки вантажів         | Кількість інтервалів | Інтервал розподілу, год |
|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| Концентрат залізородний | 6                    | 3,2                     |
| Аглоруда                | 6                    | 4,9                     |
| Вапняк                  | 6                    | 9,3                     |

В кожному розряді підрахуємо відносні частоти (частоті) попадання ознаки в заданий інтервал і побудуємо таблиці 2.7, 2.8, 2.9 емпіричного розподілу для кожної вибірки (слайди 3-6).

Таблиця 2.7 - Статистичний розподіл надходжень маршрутів, завантажених залізорудним концентратом

| Інтервал випадкової величини, год. | Середина інтервалу $x_i$ , год. | Кількість значень $m_i$ | Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$ | Накопичена частість $F(x)$ |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 - 4,2                            | 2,6                             | 8                       | 0,16                                  | 0,16                       |
| 4,2 - 7,4                          | 5,8                             | 11                      | 0,22                                  | 0,38                       |
| 7,4 - 10,6                         | 9,0                             | 14                      | 0,28                                  | 0,66                       |
| 10,6 - 13,8                        | 12,2                            | 9                       | 0,18                                  | 0,84                       |
| 13,8 - 17,0                        | 15,4                            | 6                       | 0,12                                  | 0,96                       |
| 17,0 - 20,2                        | 18,6                            | 2                       | 0,04                                  | 1,00                       |

Згідно з рис.2.1 статистичні спостереження надходження маршрутів, завантажених залізорудним концентратом, підпорядковуються нормальному розподілу. Це також підтверджують критерії перевірки правильності гіпотези.

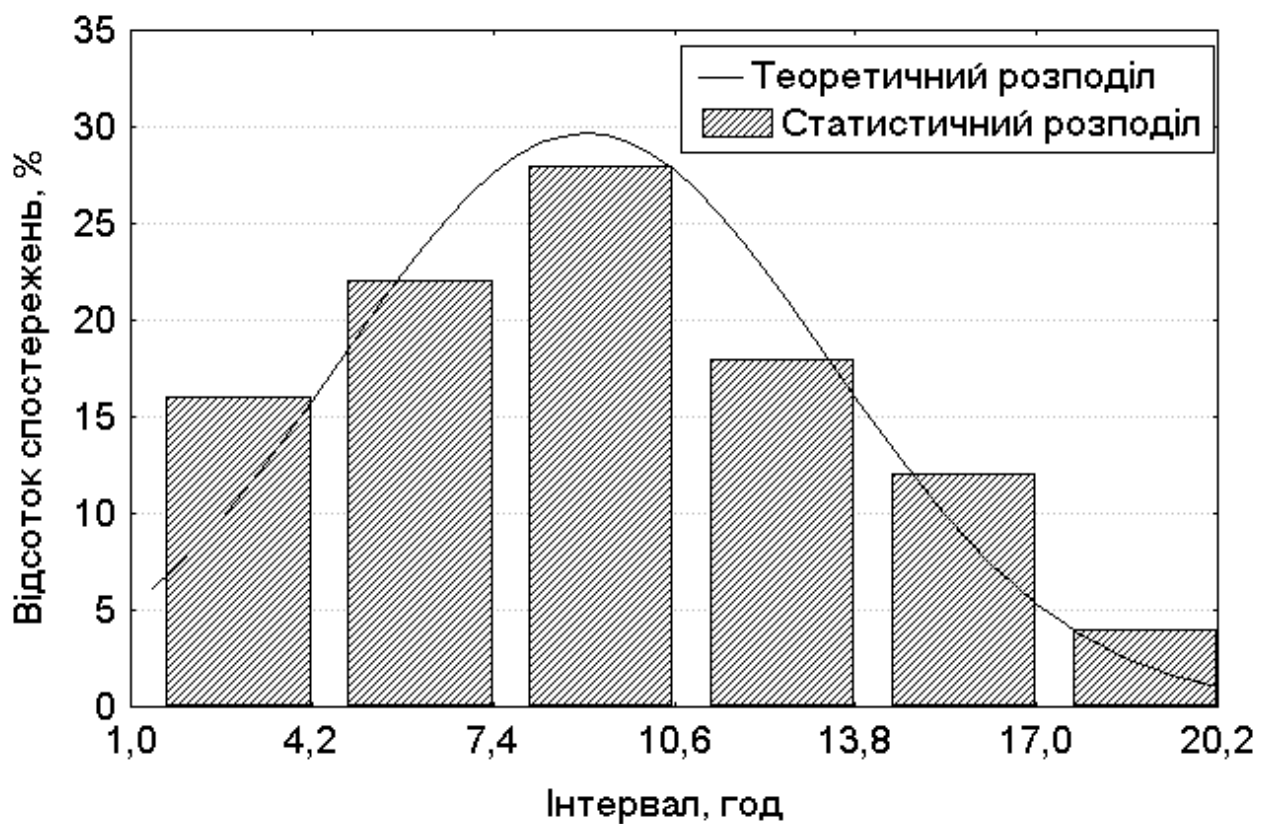


Рисунок 2.1 - Аналіз відповідності статистичного розподілу надходження маршрутів, завантажених залізорудним концентратом, нормальному розподілу

Також підтверджується підпорядкованість нормальному закону розподілу надходження маршрутів, завантажених аглорудой і вапняком (див. таблиці 2.8, 2.9, рис. 2.2, 2.3).

Таблиця 2.8 - Статистичний розподіл надходжень маршрутів аглоруди

| Інтервал випадкової величини, год. | Середина інтервалу $x_i$ , год. | Кількість значень $m_i$ | Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$ | Накопичена частість $F(x)$ |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 4 - 8,9                            | 6,45                            | 5                       | 0,10                                  | 0,10                       |
| 8,9 - 13,8                         | 11,35                           | 8                       | 0,16                                  | 0,26                       |
| 13,8 - 18,7                        | 16,25                           | 10                      | 0,20                                  | 0,46                       |
| 18,7 - 23,6                        | 21,15                           | 13                      | 0,26                                  | 0,72                       |
| 23,6 - 28,5                        | 26,05                           | 10                      | 0,20                                  | 0,92                       |
| 28,5 - 33,4                        | 30,95                           | 4                       | 0,08                                  | 1,00                       |

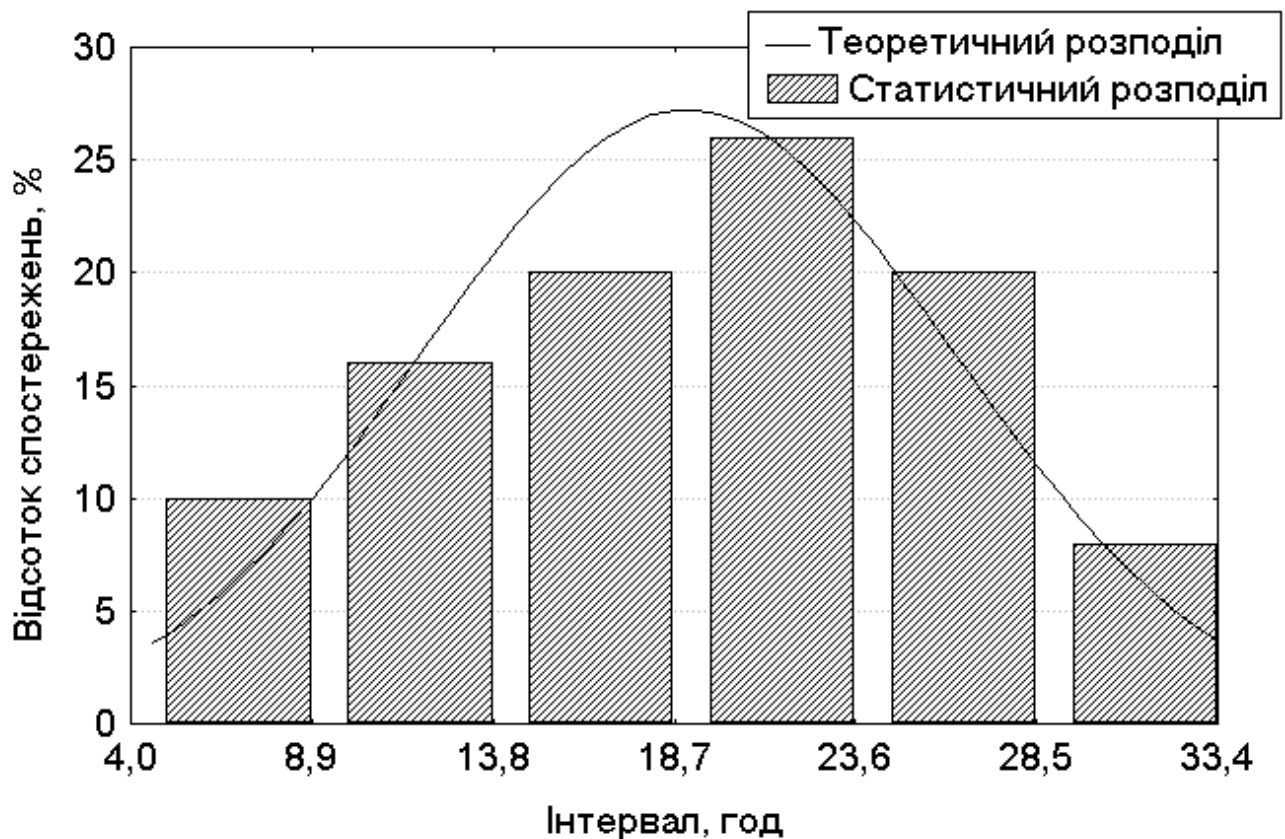


Рисунок 2.2 - Аналіз відповідності статистичного розподілу надходження маршрутів, завантажених аглорудой, нормальному розподілу

Таблиця 2.9 - Статистичний розподіл надходжень маршрутів, завантажених вапняком

| Інтервал випадкової величини, год. | Середина інтервалу $x_i$ , год. | Кількість значень $m_i$ | Частість $f_i = \frac{m_i}{\sum m_i}$ | Накопичена частість $F(x)$ |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 0 - 9,3                            | 4,65                            | 8                       | 0,16                                  | 0,16                       |
| 9,3 - 18,6                         | 13,95                           | 14                      | 0,28                                  | 0,44                       |
| 18,6 - 27,9                        | 23,25                           | 15                      | 0,30                                  | 0,74                       |
| 27,9 - 37,2                        | 32,55                           | 8                       | 0,16                                  | 0,90                       |
| 37,2 - 46,5                        | 41,85                           | 2                       | 0,04                                  | 0,94                       |
| 46,5 - 55,8                        | 51,15                           | 3                       | 0,06                                  | 1,00                       |

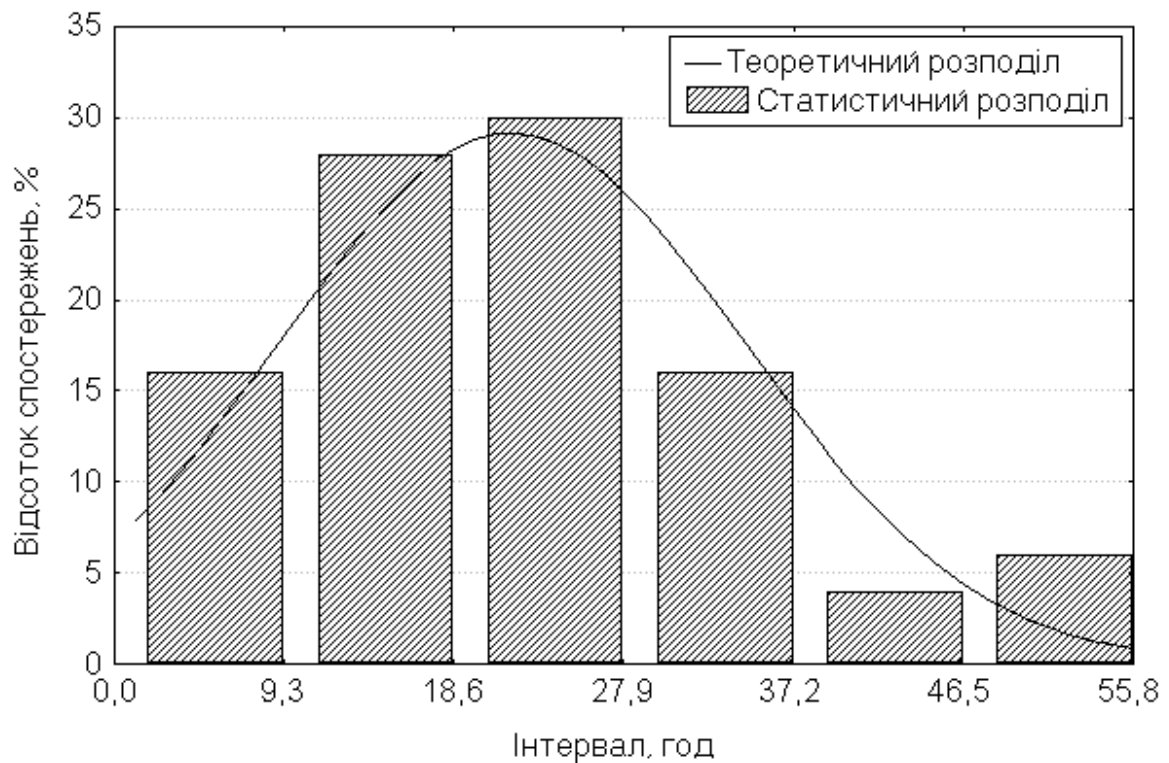


Рисунок 2.3 - Аналіз відповідності статистичного розподілу надходження маршрутів, завантажених вапняком, нормальному розподілу

Для перевірки гіпотез про відповідність законів розподілу випадкових величин статистичному розподілу скористаємось розрахунками критеріїв згоди (формули 2.9 – 2.13) та зведемо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Перевірка відповідності статистичних даних теоретичним законам розподілу випадкових величин

| Вантаж                  | Закон розподілу | Критерій Пірсона | Критерій Колмогорова-Смирнова |
|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|
| Залізорудний концентрат | нормальний      | +                | +                             |
| Аглоруда                | нормальний      | +                | +                             |
| Вапняк                  | нормальний      | +                | +                             |

Основну долю вантажів, які подаються до камер рудорозморожування займають залізорудний концентрат та залізна руда (рис. 2.4) – майже дві третини.

Інші вантажі – це вапняк, кокс, вугілля, концентрат вугільний, вапно та т.п. разом займають обсяг близько 35% [12].

## 2.2 Регресійний аналіз процесу розморожування вантажів

Якщо кожному значенню аргументу (фактору)  $x$  відповідає ряд розподілу функції (результату)  $Y_i$  при зміні  $x$  ці ряди закономірно змінюють своє положення, тоді можна стверджувати, що  $Y$  знаходиться у кореляційній залежності від  $x$ . Наявність кореляційного зв'язку між досліджуваними показниками встановлюють шляхом систематизації статистичних даних, яка може бути виконана за двома формами – графічною і табличною [4,10].

Графічною формою систематизації статистичного матеріалу за двома якісними оцінками є поле кореляції. При побудові поля кореляції по осі абсцис  $X$  відмічається значення аргументу (факторіальна оцінка), а по осі ординат  $Y$  – значення функції (результативна оцінка).

Результати кожного випробування відмічаємо точкою в системі координат  $(X, Y)$ . Для нанесення точок на поле кореляції слід користуватися

тільки вихідною статистичною інформацією, яка не підпадала під будь-яку попередню обробку. При побудові поля кореляції весь проміжок спостережень ознак розбивається на  $m$  інтервалів. При кількості спостережень від 30 до 100 проміжок варіацій ознак ділиться на 5-10 інтервалів [10]:

$$I = \frac{a_{\max} - a_{\min}}{m}, \quad (2.14)$$

де  $a_{\max}$ ,  $a_{\min}$  - відповідно максимальне і мінімальне значення оцінки.

Визначимо взаємозалежності між величиною простоїв вагонів в камерах розморожування (результативна ознака  $Y$ ) і температури навколишнього середовища (факторіальна ознака  $X$ ), які надходять в систему, використовуючи формулу (2.14) та програму «Statistica» [11] (слайди 7-10). Отримані залежності схожі на ті, що були встановлені іншими дослідниками [12].

- для залізорудного концентрату  $y = 1,54 - 0,225x$ ;
- для руди  $y = 1,65 - 0,234x$ ;
- для вапняку  $y = 2,19 - 0,245x$ ;
- для вугілля  $y = 2,22 - 0,25x$ .

### 2.3 Моделювання процесу розморожування вантажів

Моделі складних систем будуються у вигляді програм, виконуваних на комп'ютері. Комп'ютерне моделювання існує майже 50 років, воно виникло з появою перших комп'ютерів. З тих пор виникли дві області комп'ютерного моделювання, які можна охарактеризувати як математичне моделювання й імітаційне моделювання, та які можуть перекриватись [13].

Математичне моделювання пов'язане, в основному, з розробкою математичних моделей фізичних явищ, зі створенням й обґрунтуванням

чисельних методів. Існує академічне трактування моделювання як області обчислювальної математики, що є традиційною для прикладних математиків.

Імітаційне моделювання - це розробка й виконання на комп'ютері програмної системи, що відбиває поведінку й структуру об'єкта моделювання. Комп'ютерний експеримент із моделлю складається у виконанні на комп'ютері програми з різними значеннями параметрів (вихідних даних) і аналізі результатів цих виконань [13,14].

Моделі можна класифікувати по різних ознаках: статичні й динамічні, безперервні й дискретні, детерміновані й стохастичні й т.д. Графічна модель роботи Південного району наведена на слайді 11.

Статичні моделі оперують характеристиками й об'єктами, що не змінюються в часі. У динамічних моделях, які звичайно більше складні, зміна параметрів у часі є істотним. Статичні моделі звичайно мають справу зі сталими процесами, рівняннями балансового типу, із граничними стаціонарними характеристиками. Моделювання динамічних систем складається в імітації правил переходу системи з одного стану в інше із часом. Під станом системи розуміється набір значень її істотних параметрів і змінних. Зміна стану системи в часі в динамічних системах - це зміна значень змінні системи відповідно до законів, що визначають зв'язку змінних й їхньої залежності друг від друга в часі.

Пакет «AnyLogic» підтримує розробку й аналіз динамічних моделей. Цей інструмент містить засобу для аналітичного завдання рівнянь, що описують зміну змінних у часі, дає можливість обліку модельного часу й містить засобу його просування, тут також є мова для вираження логіки й опису прогресу систем під впливом будь-якого типу подій, зокрема, вичерпання таймаута - заданого інтервалу часу [13,14].

Для моделювання процесу розморожування вантажів скористайтесь програмою «AnyLogic». Основна бібліотека «AnyLogic» підтримує дискретно-подійний підхід моделювання [13,14].

За допомогою об'єктів основної бібліотеки можна моделювати реальні системи, динаміка яких представляється як послідовність операцій (прибуття, затримка, захват ресурсу, поділ та ін.) над заявками, що представляють, документи, транспортні засоби й т.п.

Ці заявки пасивні, вони самі не контролюють свою динаміку, але можуть мати певні атрибути, що впливають на процес їхньої обробки (наприклад, тип вагона чи вантажу) або накопичувати статистичну інформацію (загальний час очікування, тривалість обслуговування та ін.).

Створення моделі починаємо після запуску програми (рисунок 2.4).

В меню «Файл» обираємо команду «Создать» (з'являється меню зі створення різних об'єктів – моделей, класів, розмірностей, експериментів, бібліотек), та в цьому відкритому меню обираємо пункт «Модель» [13].

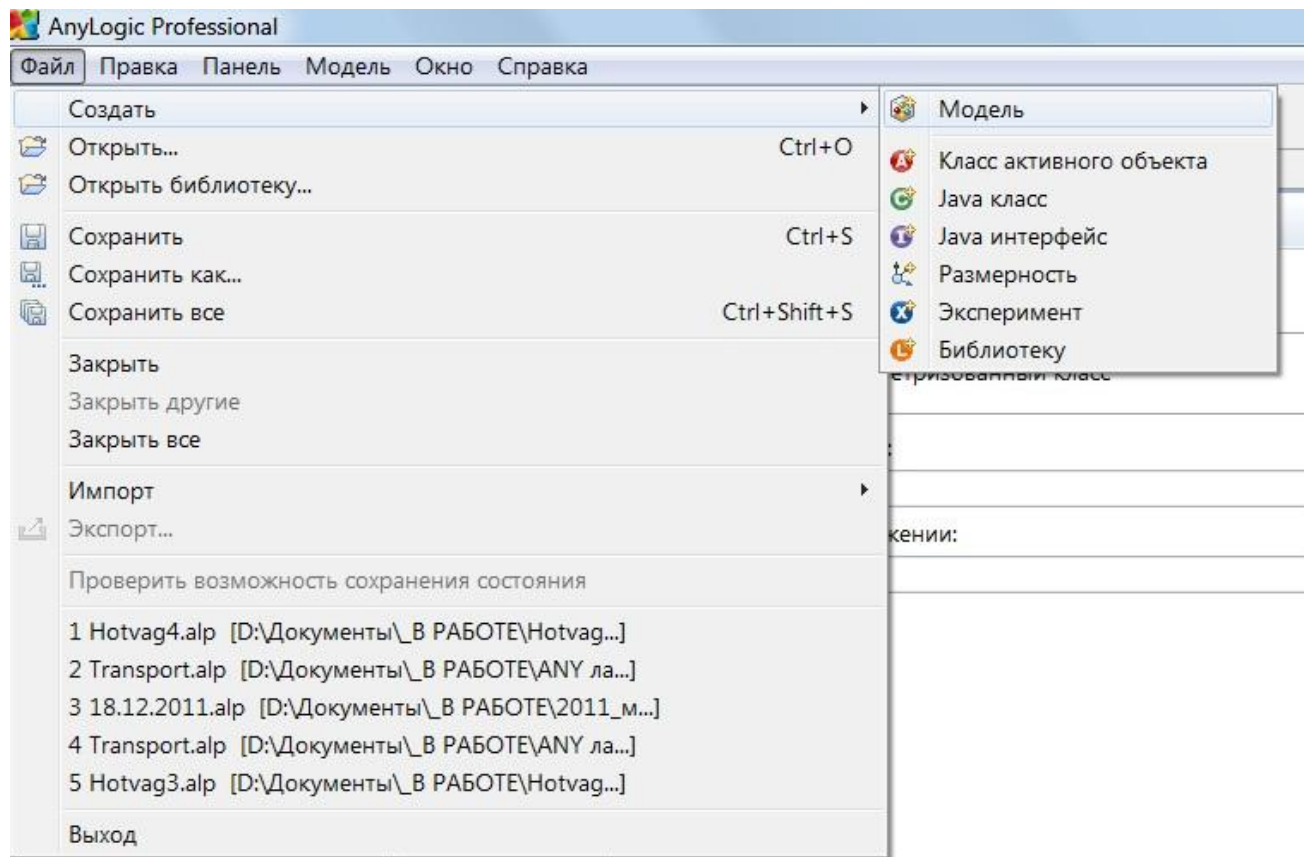


Рисунок 2.4 – Початок створення моделі в середовищі «AnyLogic»

У вікні «Новая модель» вказуємо шлях знаходження файлу моделі (рисунк 2.5).

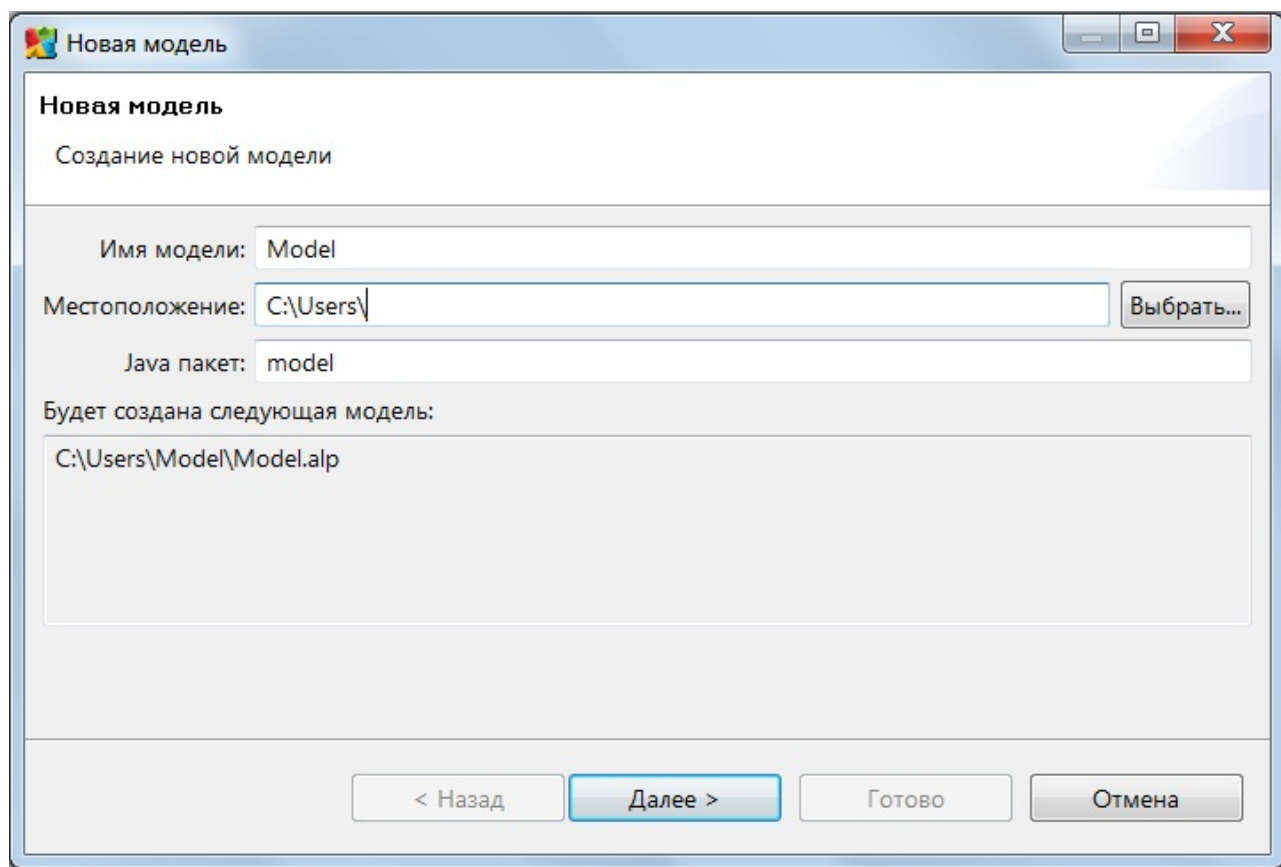


Рисунок 2.5 – Визначення місця знаходження файлу моделі

На наступному етапі необхідно обрати шлях подальшої побудови моделі. Це можна почати «з нуля», або використати один з шаблонів моделі. Обираємо пункт «дискретно-подійне моделювання» (рисунк 2.6).

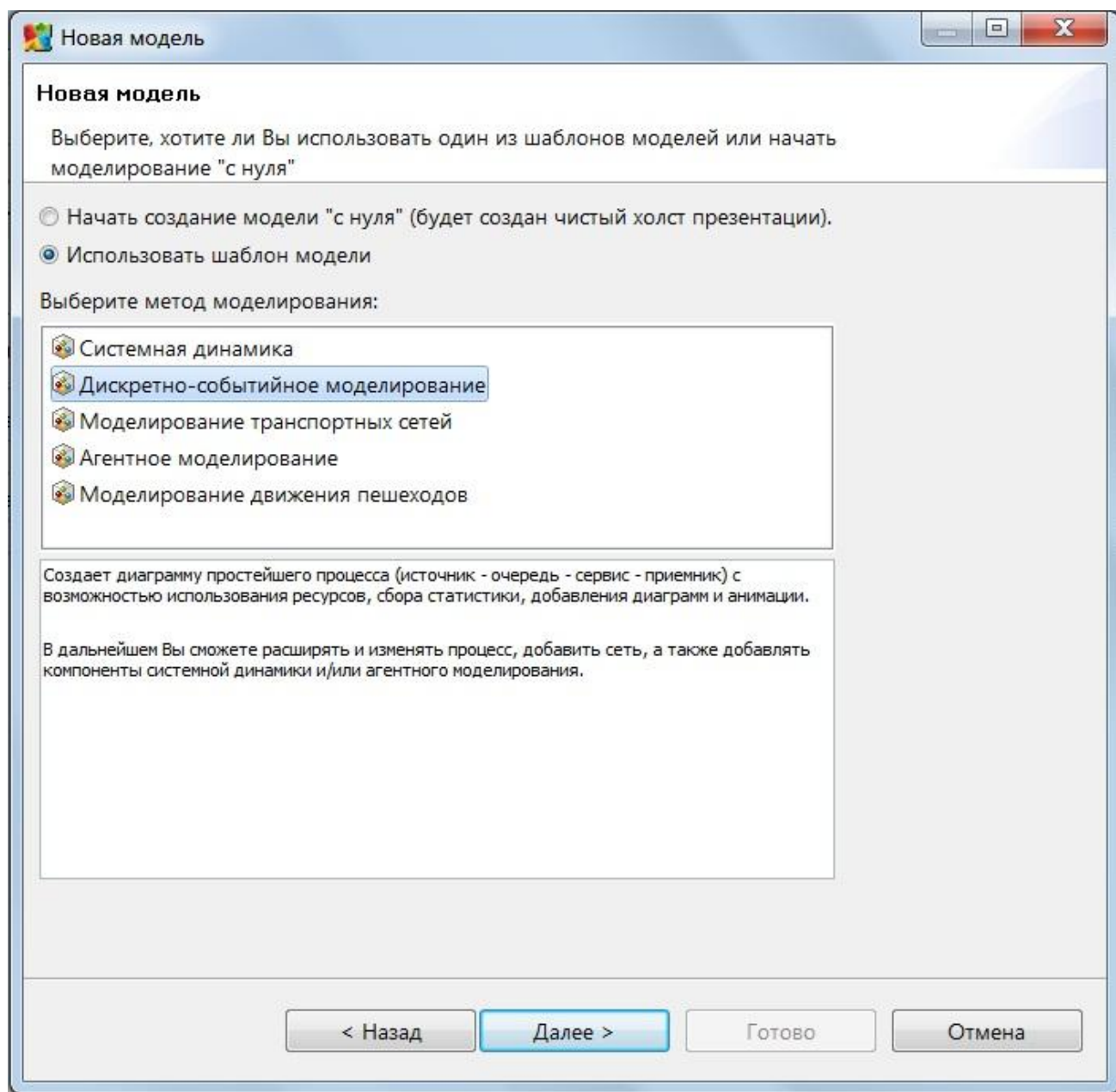


Рисунок 2.6 – Вибір шаблону моделі

У наступному вікні пропонується простіший ланцюжок дискретно-подійної моделі, який, з точки зору класичного погляду, включає джерело замовлень, чергу, пристрій обслуговування та пристрій приймання оброблених замовлень (рисунок 2.7).

Таким чином, отримуємо програму моделювання процесу розморожування вантажів, у її початковому стані (рисунок 2.8).

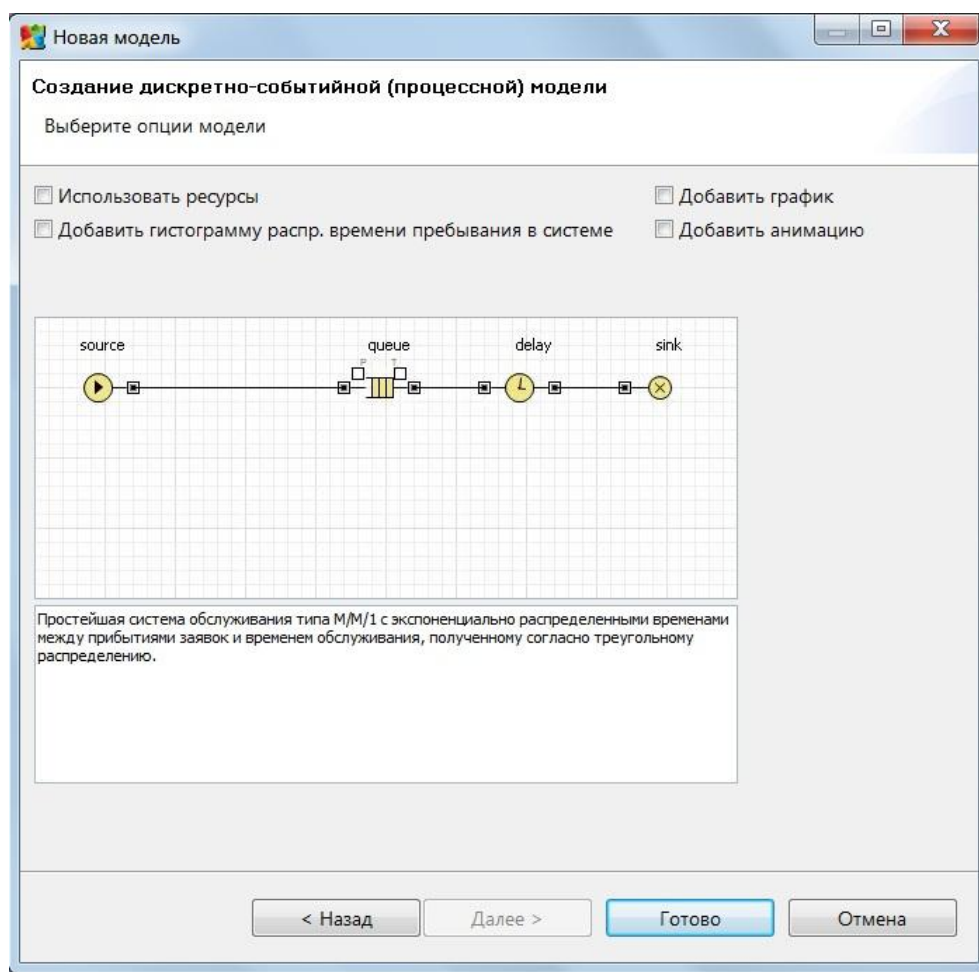


Рисунок 2.7 – Вибір опцій моделі

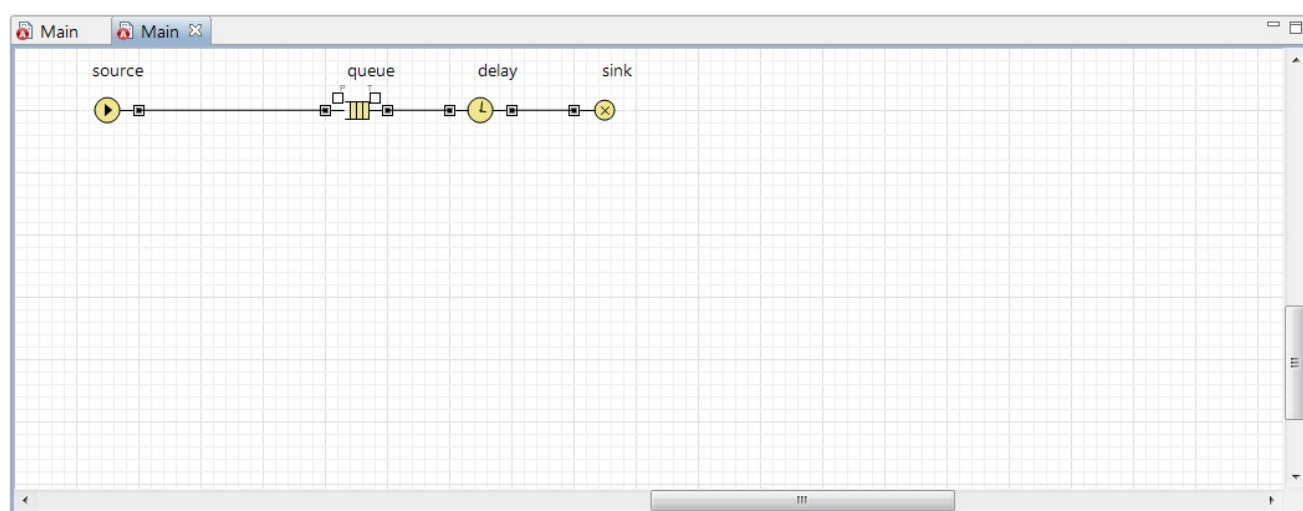


Рисунок 2.8 – Початкова модель

На даному етапі початкова модель складається з чотирьох послідовно розташованих модулів.

Перший з них – модуль «Source». Він створює заявки та звичайно використовується як початкова крапка потоку заявок. Заявки можуть бути або базового для заявок класу Entity, або будь-якого класу користувача, успадкованого від цього базового класу [13].

Другий модуль – «Queue» моделює чергу заявок, що очікують прийому наступними об'єктами за даним у потоковій діаграмі, або ж сховище заявок загального призначення. При необхідності можна задати максимальний час очікування заявки в черзі, або програмно витягати заявки з будь-яких позицій у черзі [13].

Заявка може покинути об'єкт «Queue» різними способами [13]:

- «звичайним способом» через порт «out», коли наступний об'єкт блок-схеми готовий прийняти заявку;
- через порт «outTimeout», якщо заявка проведе в черзі задану кількість часу;
- через порт «outPreempted», будучи витиснутою іншою заявкою, що надійшла при заповненій черзі;
- «вручну», шляхом виклику відповідної функції.

У першому випадку об'єкт «Queue» залишає заявка, що перебуває на самому початку черги (у нульовій позиції). Саме за таким принципом організовуємо рух заявок в нашій моделі.

Третій модуль – «Delay», який затримує заявки на заданий період часу. Час затримки обчислюється динамічно, може бути випадковим, залежати від поточної заявки або від якихось інших умов. Одночасно можуть бути затримані відразу кілька заявок (не більше заданої місткості об'єкта «capacity»). Заявки затримуються незалежно друг від друга – час затримки обчислюється окремо для кожної заявки. Як тільки час затримки минає, заявка відразу залишає об'єкт.

Якщо об'єкт «Delay» заповнений повністю, то нову заявку він не прийме, і в цьому випадку потрібно помістити перед ним спеціальний об'єкт буферизації, наприклад, «Queue» (що ми й робимо в моделі).

Четвертий модуль – «Sink» (стік). Він знищує заявки, що надійшли. Звичайно використовується як кінцева крапка потоку заявок. Для того, щоб заявки віддалялися з моделі й знищувалися, потрібно з'єднати вихідний порт останнього блоку процесорній діаграми з портом об'єкта «Sink» [13].

В нашій моделі окремими заявками, які потрібно обслуговувати, вважаємо транспортні засоби – магістральні вагони з сировиною, яка змерзається та може потребувати відновлення сипкості шляхом розігріву.

Розвинемо початкову модель шляхом встановлення чотирьох джерел заявок «Source» [13]. Для всіх джерел моделювання процесу надходження заявок здійснюємо з урахуванням перевезення вагонів складами (маршрутами). Перші три джерела призначаються для встановлення потоків залізничного концентрату, залізної руди та вапняку відповідно, які надходять маршрутами; четверте джерело – інші вагони, які доставляються збірними складами (рисунок 2.9).

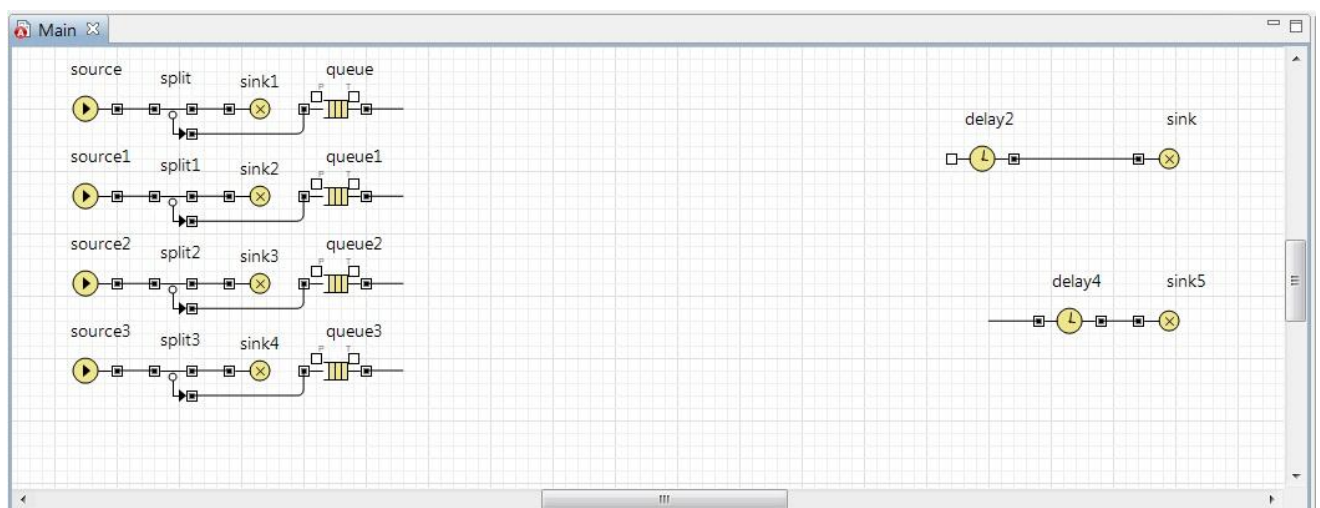


Рисунок 2.9 – Утворення джерел заявок

На виході джерел заявок встановлюємо елемент «Split», які утворює копії «заявок», тобто такі самі «заявки» у потрібній кількості. Для кожної наступною заявки (будемо називати її заявкою-оригіналом) об'єкт створює задане число нових заявок (будемо називати заявками-копіями) і пересилає їх далі через порт «outCopy».

Створювані об'єктом заявки можуть бути будь-якого типу, вони можуть бути копіями заявки, що надійшла в об'єкт, а можуть й якимось інакше залежати від її вмісту. Кількість створюваних заявок може змінюватися динамічно. Вся операція виконується протягом нульового часу – як тільки заявка входить в об'єкт «Split», вона відразу залишає його разом зі створеними заявками через інший порт [13].

В нашому випадку встановлюємо копіювачі заявок для кожного джерела, які утворюють копії у кількості вагонів, які входять до складу маршруту (56 вагонів). Заявки-оригінали нам більше не потрібні, тому знищуємо їх за допомогою елементів «Sink 1,2,3,4».

Після копіювачів встановлюємо черги «Queue», які імітують роботу приймально-відправних колій станції «Південна», яка обслуговує пристрій рудорозморожування.

Після цього встановлюємо елементи «Batch». Цей об'єкт перетворює задану кількість заявок в одну заявку-партію. Цей об'єкт містить усередині чергу (об'єкт типу «Queue»), у якій зберігаються вхідні заявки. При накопиченні кількості заявок, рівної заданому розміру партії, створюється одна нова заявка (заявка-партія), що миттєво залишає об'єкт.

Таким чином, за допомогою цього об'єкта формуємо партії вагонів, які подаються до камер пристрою рудорозморожування (15 вагонів).

Враховуючи складність детальної розробки програмної логіки моделі, будемо притримуватись однієї з основних стратегій роботи, яка передбачає подачу руди та залізрудного концентрату до перших двох камер пристрою розморожування, а інших вантажів – до третьої камери.

Одразу створимо ланцюг до третьої камери, який передбачає порівняно просту логіку – заявки після формування партій в об'єктах «Batch», потрапляють в чергу перед об'єктом «delay3», який імітує затримку в камері розморожування, а потім вважаємо, що партії вагонів розподіляються по фронтах розвантаження.

Для цього використовуємо об'єкт «Unbatch», який витягає всі заявки, що утримуються у заявці-партії, і пересилає їх далі по однієї через вихідний порт, зберігаючи порядок, у якому вони зберігалися в партії. Сама партія заявок при цьому знищується. Операція забирає нульовий час: як тільки партія заявок надходить в об'єкт «Unbatch», її вміст відразу залишає об'єкт [13].

Після цього заявки потрапляють на інші колії, що імітується чергою «queue8» та розвантажуються на вантажних фронтах, що імітується об'єктом «delay4», після цього заявки знищуються об'єктом «sink5» (рисунки 2.10).

Будемо вважати, що для значної кількості типів вантажів можна створити таку чергу подавання вагонів в камери розігріву, яка не буде стримуватись наступним процесом розвантаження.

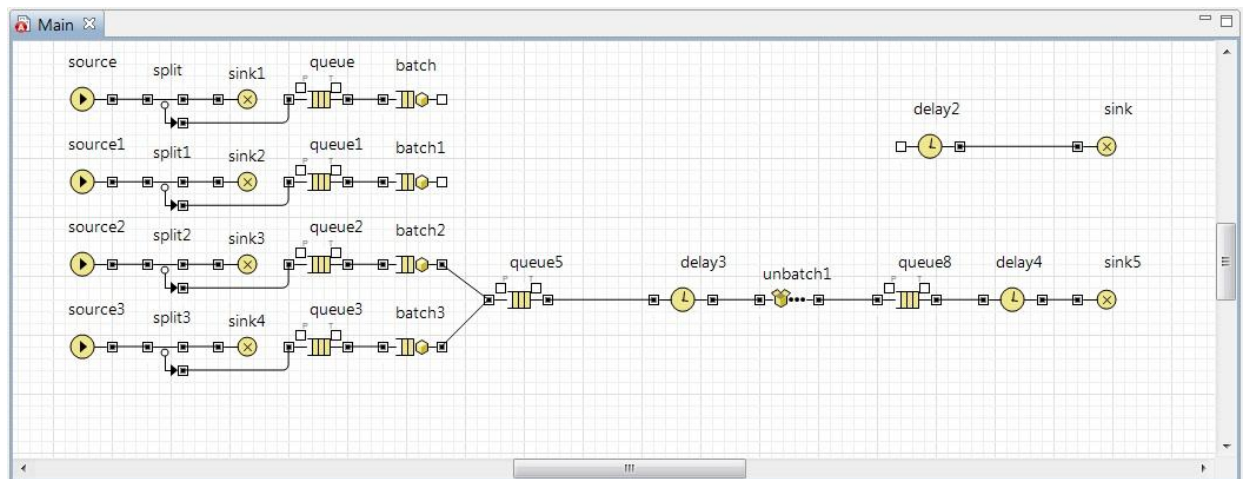


Рисунок 2.10 – Моделювання партій вагонів для подачі на розморожування

Подальша логіка моделі дещо ускладнюється. Подачі з рудою та залізорудним концентратом подаються до двох камер рудорозморожування. Але виймати розігріті вагони з вантажем можна лише у випадку, коли вільний наступний пристрій – вагоноперекидач. У протилежному випадку, вантаж може знову змерзнути.

Затримка в камері розморожування забезпечується комбінацією трьох типів елементів: «hold», «delay», «queue». Об'єкт «Hold» блокує/розблоковує потік заявок на певній ділянці блок-схеми. Якщо об'єкт перебуває в заблокованому стані, то заявки не будуть надходити на його вхідний порт і будуть чекати, поки об'єкт не буде розблокований.

Об'єкт «Hold» використовується коли об'єкт може приймати заявки, але ми не бажаємо (тимчасово) продовжувати їх обробку. Як і в нашому випадку, коли вагони із вантажем можуть покинути камери розморожування, але, відповідно до логіки подальшої обробки, це неприпустимо до вільності наступного пристрою.

На відміну від інших об'єктів бібліотеки, «Hold» не зберігає заявки усередині (навіть протягом нульового часу) і може розглядатися як розширення вхідного або вихідного порту інших об'єктів.

Таким чином, після розігріву вантажу, що імітується об'єктами «delay» та/або «delay1», заявки знаходяться у чергах «queue6», «queue7» до тих пір, доки не буде вільним об'єкт «delay2» (імітує роботу вагоноперекидача). Вхід до камер рудорозморожування «delay» та/або «delay1» буде заблокований об'єктами «hold», «hold1» до тих пір, поки в чергах «queue6», «queue7» є заявки-вагони (рисунок 2.11).

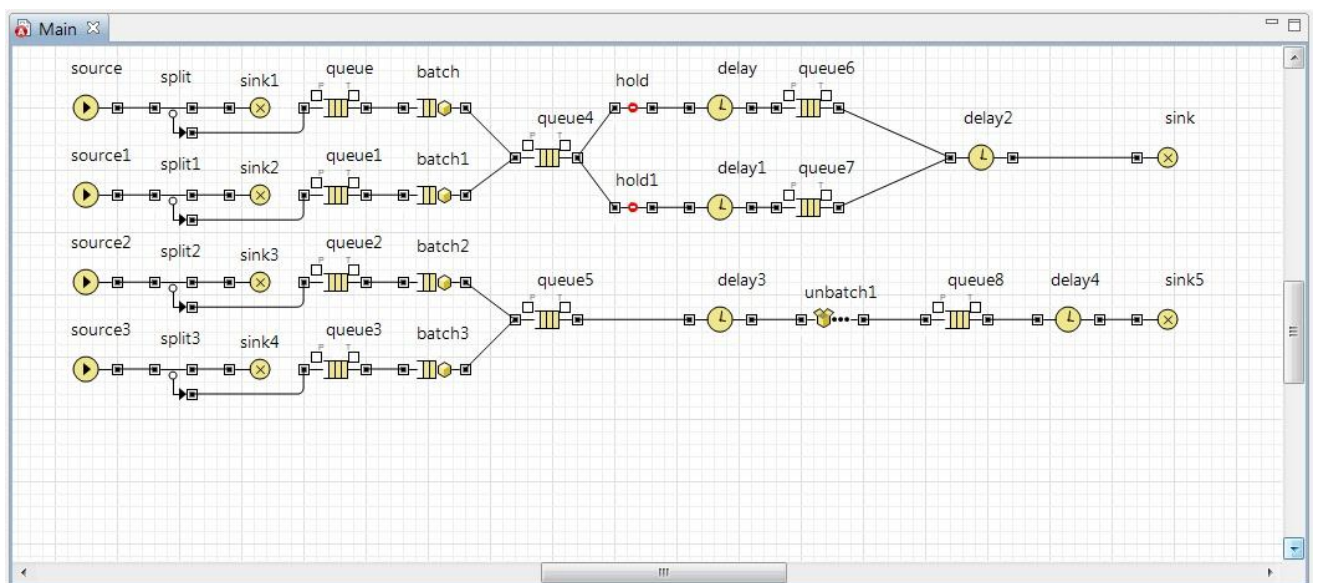


Рисунок 2.11 – Моделювання процесу розігріву в камерах

Станом об'єкта «hold» можна управляти програмно за допомогою методу `setBlocked()`.

Використовуємо цей метод таким чином: при переході заявки до черги передбачаємо блокування у об'єкті «delay», вказуючи там `setBlocked(true)`. Коли заявка звільняє чергу, необхідно розблокувати об'єкт «hold», вказавши в полі «Действие при выходе» об'єкта «queue6» `setBlocked(false)` – дивись рисунок 2.12.

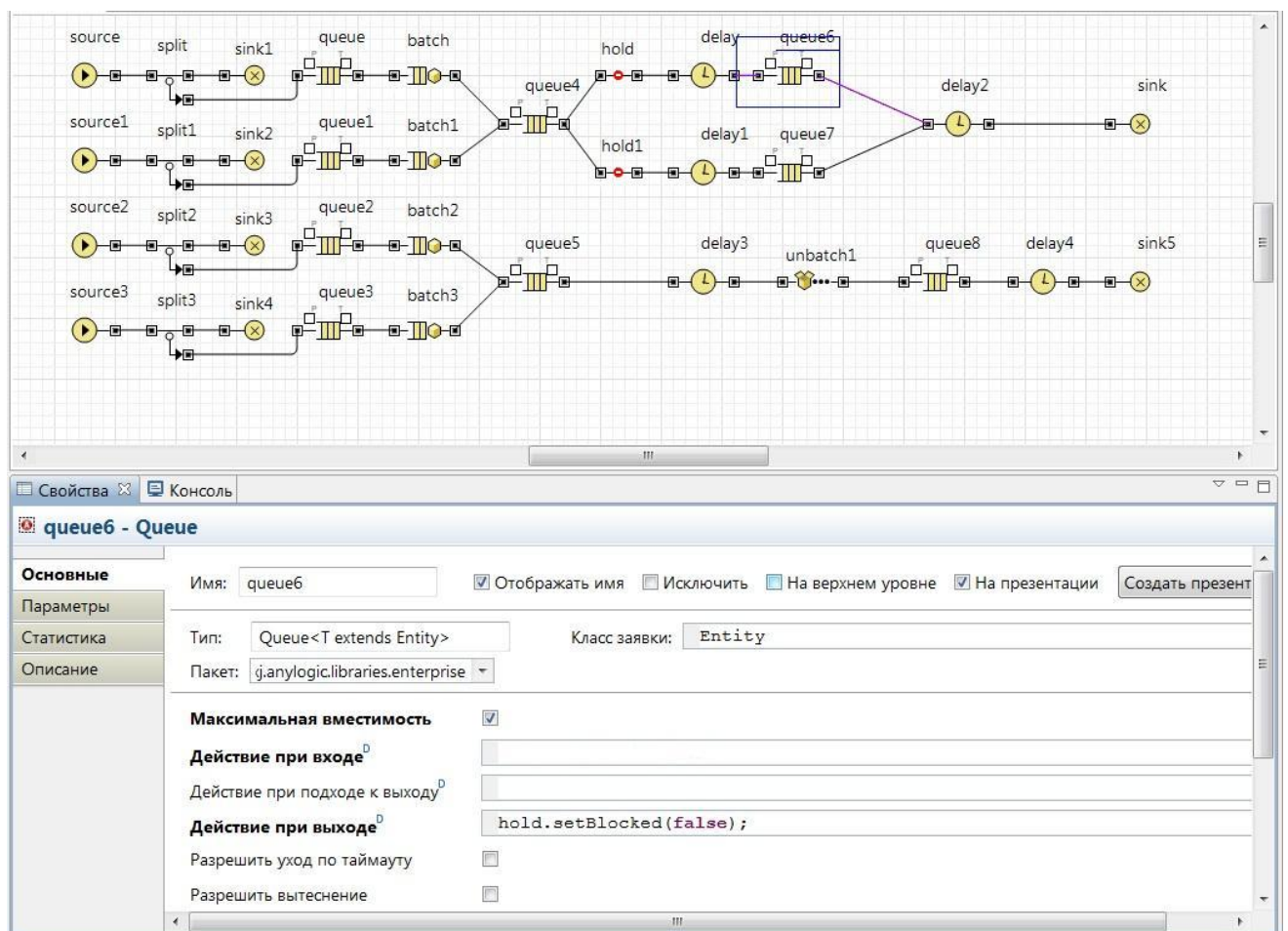


Рисунок 2.12 – Моделювання процесу блокування вагонів у камерах розігріву

Наступним етапом створимо елементи управління моделлю. Управління можливо здійснювати за допомогою встановлення інтервалів надходження вантажів на підприємство у відповідності до температурного режиму навколишнього середовища.

Для зміни показника температури використаємо об'єкт «slider» (бігунок), елемент керування, що дозволяє користувачеві графічно вибрати число із заданого діапазону значень шляхом перетаскування рукоятки.

Бігунки звичайно використовуються для зміни значень чисельних змінних і параметрів під час виконання моделі.

Задамо його параметри – максимальна температура  $-30^{\circ}\text{C}$  (більш низькі показники дуже рідкі), мінімальна  $0^{\circ}\text{C}$  (при вищій температурі вантажі не змерзаються).

Пов'яжемо цей об'єкт з відповідною змінною «plainVar» (рисунок 2.13).

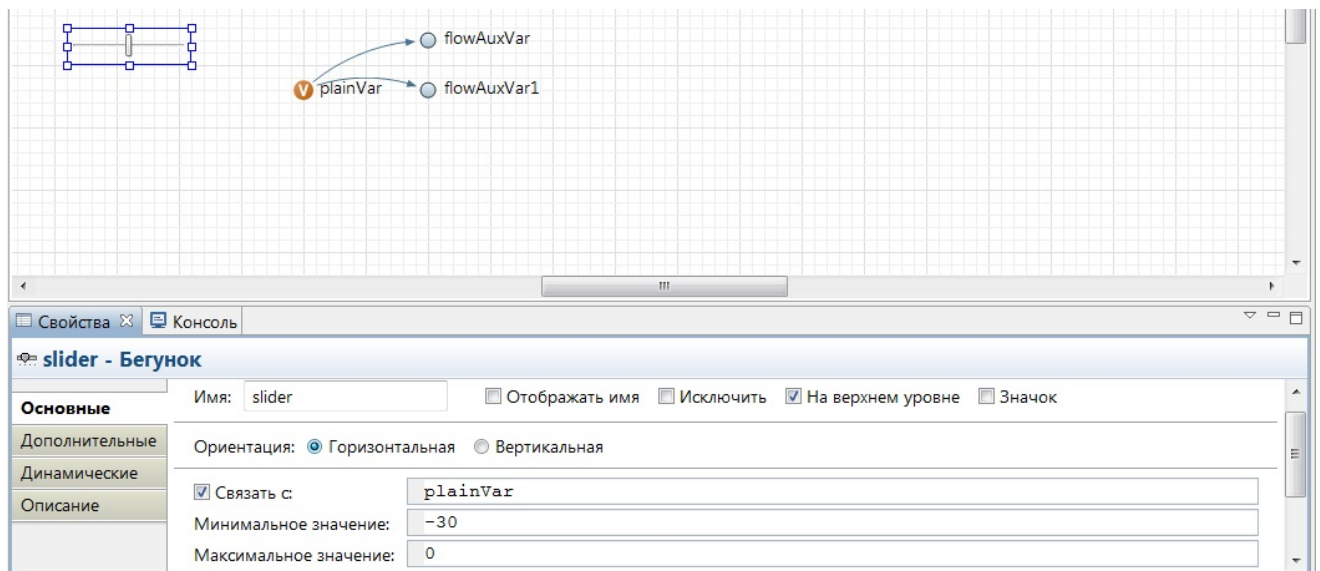


Рисунок 2.13 – Управління температурним режимом в моделі

Змінні звичайно використовуються для моделювання характеристик, що змінюються, об'єкта або для зберігання результатів роботи моделі. «AnyLogic» підтримує два типи змінних - прості змінні й колекції.

Змінні видні на презентації моделі, і ми можемо змінювати їх значення під час роботи моделі або програмно з коду моделі, або за допомогою елементів керування. «AnyLogic» підтримує змінні простих типів: речовинні змінні (double), цілі (integer) і логічні (boolean).

В нашому випадку використаємо просту речовинну змінну.

В попередньому розділі було встановлені регресійні залежності необхідної тривалості розігріву вантажів у камерах розморожування від температури навколишнього середовища.

Використаємо ці залежності в операційній логіці програми. Для цього використаємо динамічні змінні `flowAuxVar` та `flowAuxVar1`. Використаємо залежності у дещо спрощеній формі, оскільки вони достатньо близькі для залізорудного концентрату і руди, вапняку та інших вантажів. Для залізорудного концентрату та руди приймаємо час розігріву за виразом  $t = 1,6 - 0,23 \cdot T$ ; для вапняку та інших вантажів  $t = 2,2 - 0,25 \cdot T$ . Зазначимо ці вирази у відповідних полях динамічних змінних `flowAuxVar` та `flowAuxVar1` (рисунок 2.14).

При виборі подібних елементів розглядаються об'єкти двох типів: параметри або змінні. Параметри звичайно використовуються для завдання статичних характеристик об'єкта. Значення параметра звичайно залишається незмінним під час «прогону» моделі. Якщо потрібно створити в моделі елемент даних, що змінює своє значення по ходу моделювання, то краще використати змінну, що ми і робимо.

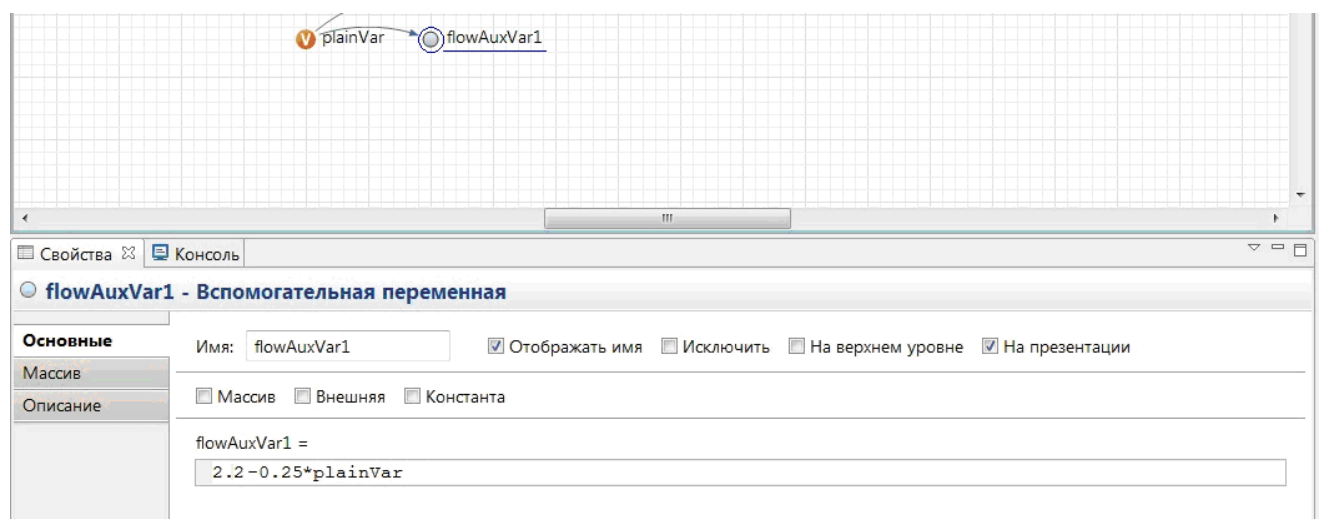


Рисунок 2.14 – Визначення часу розігріву вантажів в моделі

Після пройдених етапів програма виглядає наступним чином (рисунок 2.15).

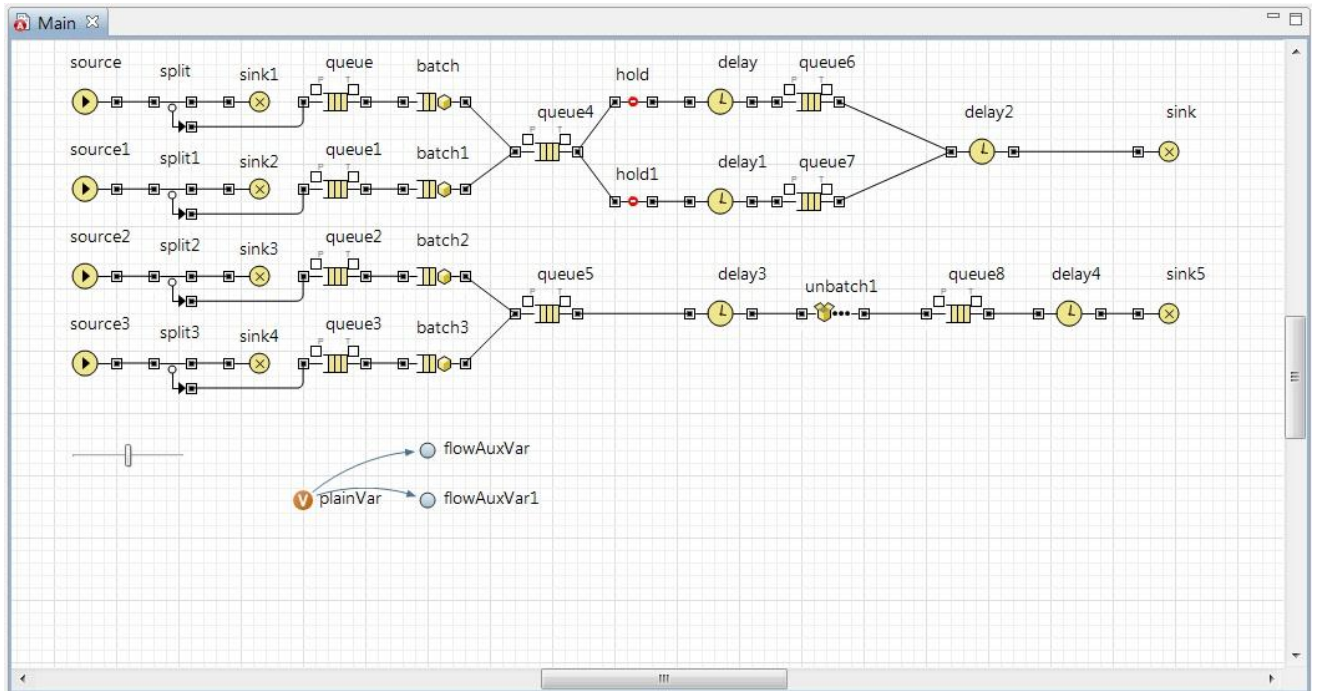


Рисунок 2.15 – Загальний вид моделі із елементами управління розігрівом

При моделюванні складних реальних систем дослідник часто зіштовхується із ситуаціями, у яких випадкові впливи відіграють істотну роль. Стохастичні моделі, на відміну від детермінованих, враховують імовірнісний характер параметрів об'єкта, який моделюється.

Аналіз подібних моделей виконується на комп'ютері на основі статистики, що набирає в ході імітаційних експериментів при багаторазовому прогоні моделі для різних значень вихідних випадкових величин, обраних відповідно до їхніх статистичних характеристик.

«AnyLogic» містить засобу для генерації випадкових величин і статистичної обробки результатів комп'ютерних експериментів, засобу автоматичного накопичення реалізацій і визначення вибірових характеристик досліджуваних статистичних процесів. «AnyLogic» включає генератори випадкових чисел для безлічі розподілів.

В попередніх розділах було встановлено стохастичний характер вантажопотоків та їх відповідність нормальному закону розподілу випадкової величини. Скористайтесь елементами «myFunction» – функціями (рисунок 2.16).

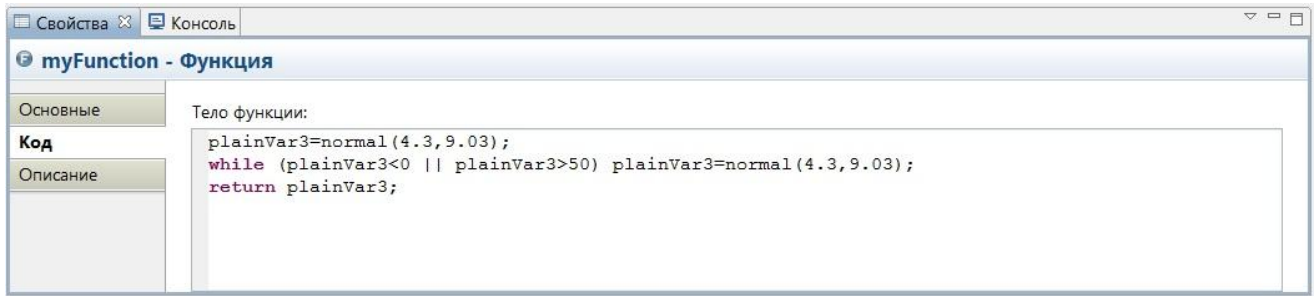


Рисунок 2.16 – Встановлення інтенсивності вантажопотоків за допомогою функцій розподілу випадкових величин інтервалів надходження

У полі «Код» об'єктів «функція» задамо відповідні розподіли: normal (стандартне відхилення, вибіркове середнє) у відповідності з таблицею 2.4.

Встановимо також годинник для відображення реального часу при роботі моделі. Програма приймає наступний вигляд (рисунок 2.17 та слайд 12).

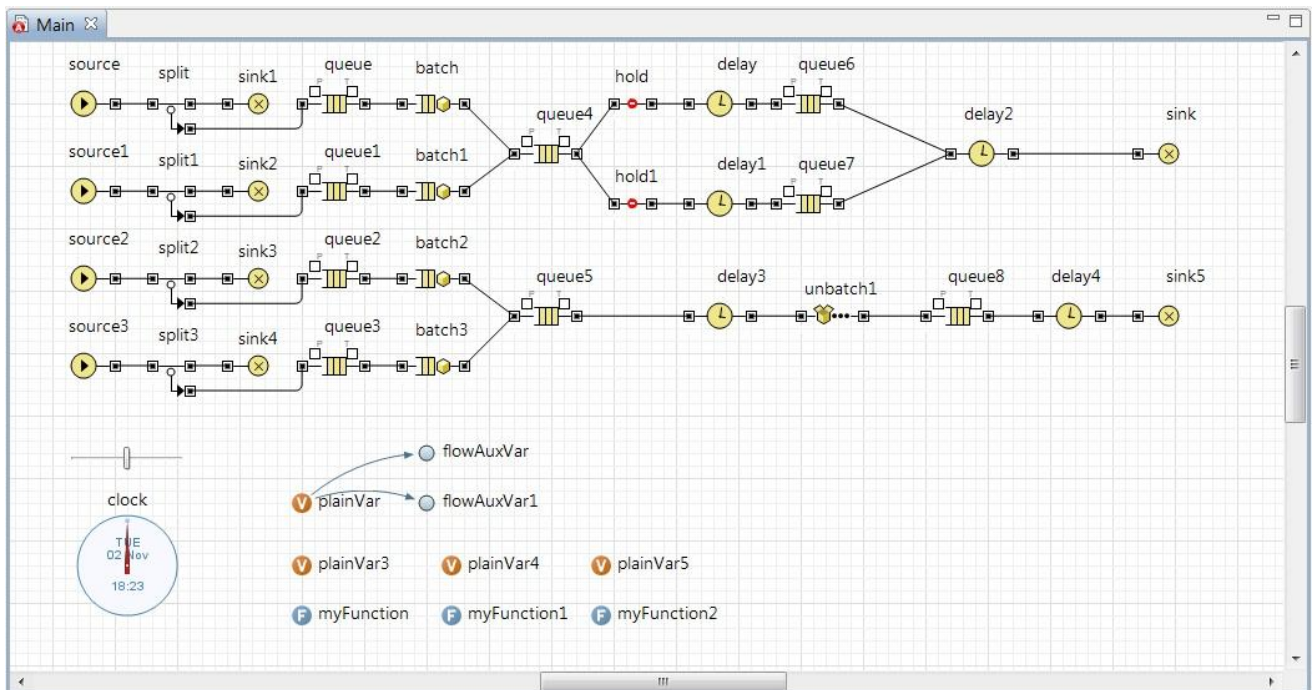


Рисунок 2.17 – Загальний вигляд програми із функціями інтервалів надходження составів із вантажами на підприємство

Для аналізу результатів роботи моделі передбачимо збір головних результатів. Для цього використаємо об'єкт збору статистики, який обчислює основну статистичну інформацію (середнє значення, мінімум, максимум і т.д.) для послідовності обмірюваних значень (типу double).

На відповідних об'єктах позначимо необхідність збору статистичних даних, та встановимо елементи «statistics» (рисунок 2.18).

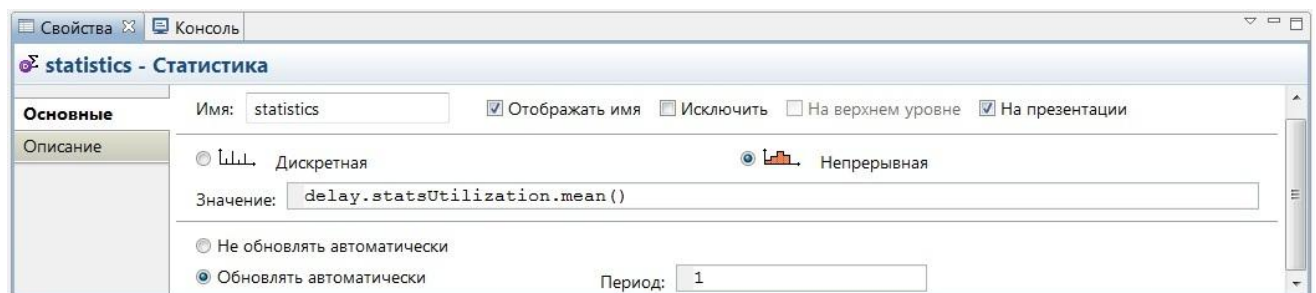


Рисунок 2.18 – Сбір статистичних даних результатів роботи програми

Так для визначення середнього часу перебування вагонів у камерах розігріву може використовуватись значення `delay.statsUtilization.mean()`. Тут `delay` – це ім'я нашого об'єкта. У кожного об'єкта «`delay`» є вбудований набір даних `statsUtilization`, що займається збором статистики використання цього об'єкта. Функція `mean()` повертає середнє з усіх виміряних цим набором даних значень. Можна використовувати й інші методи збору статистики, такі, як `min()` або `max()`.

Таким же чином можна зібрати статистичні дані результатів очікування заявками у чергах за допомогою методу `queue.statsSize.mean()`. Тут `statsSize` - це ім'я об'єкта типу «статистика» `StatisticsContinuous`, яка провадить збір статистики розміру черги об'єкта «`Queue`».

Остаточний варіант програми моделювання процесу транспортування та розігріву вантажів у камерах пристрою рудорозморожування станції Південна комбінату «Запоріжсталь» представлено на рисунку 2.19.

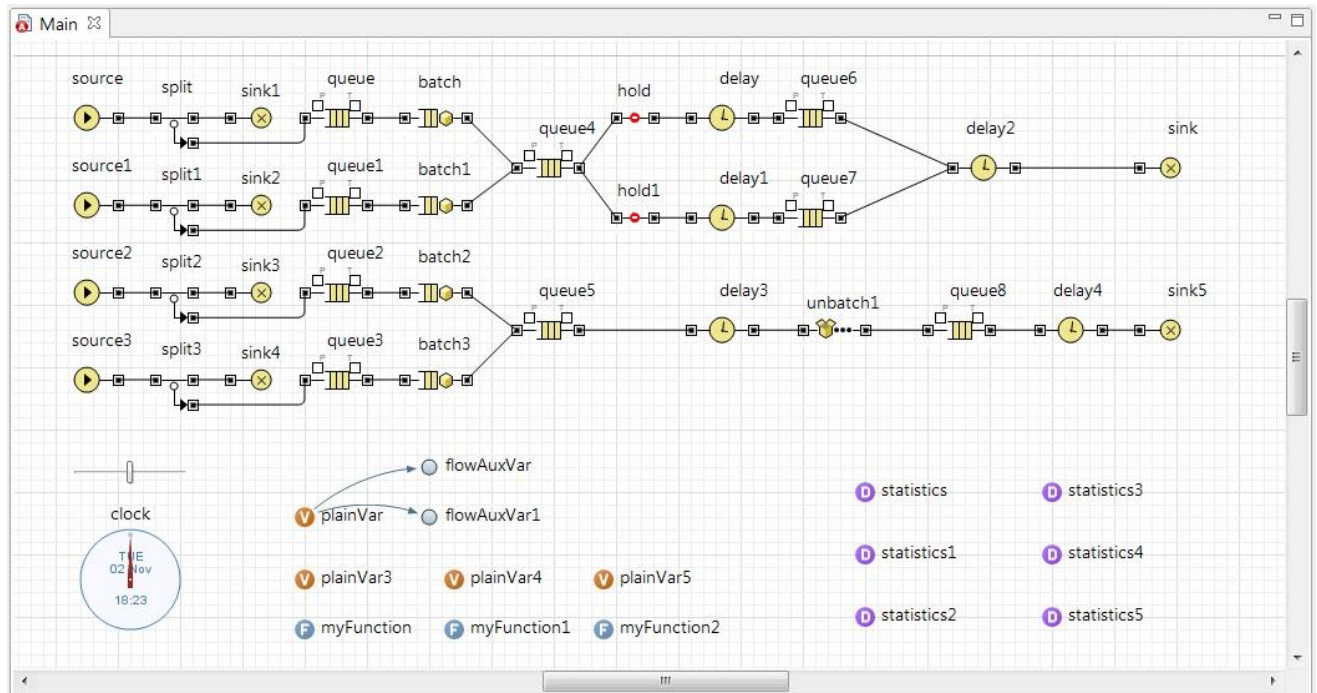


Рисунок 2.19 – Програма моделювання процесу транспортування та розігріву вантажів у камерах пристрою рудорозморожування станції Південна

Аналіз головних результатів роботи моделі наведено на рисунку 2.20.

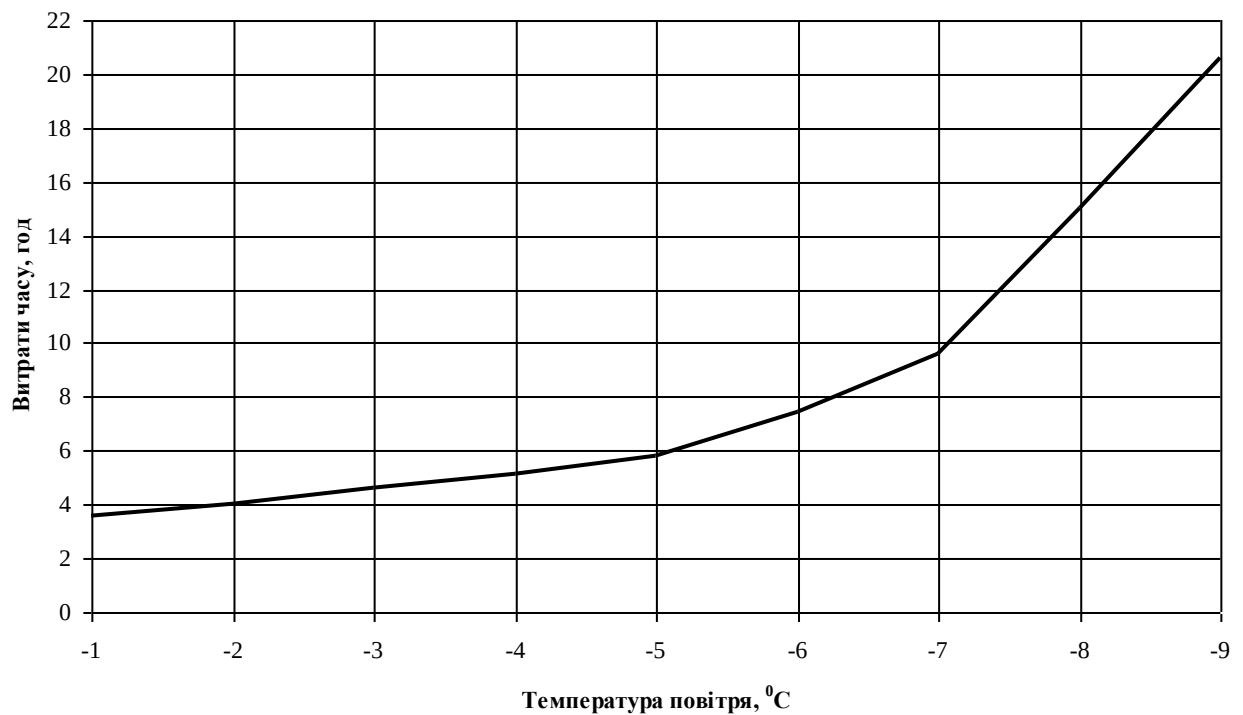


Рисунок 2.20– Залежність середнього часу простою вагону до початку вивантаження від температури повітря

З отриманих результатів моделювання можливо зробити висновок щодо необхідності корегування інтервалів надходження сировини при зниженні температури до  $-7^{\circ}\text{C}$  і нижче, тобто збільшення інтервалів між надходженням маршрутів.

Рекомендації щодо організації постачань сировини на підприємство можна представити у вигляді таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Зменшення часу знаходження вагонів на під'їзній колії при коригуванні вантажопотоків в залежності від температурних умов

| Темпе-<br>ратура<br>повітря,<br>$^{\circ}\text{C}$ | Середній<br>час<br>перебування<br>вагону на<br>станційних<br>коліях, год. | Коефіцієнт<br>збільшення<br>інтервалу<br>надходження<br>вантажів | Проектне<br>зменшення<br>часу<br>знаходження<br>вагонів з<br>вантажами,<br>які<br>змерзаються,<br>на під'їзній<br>колії за<br>місяць, год. | Проектне<br>зменшення<br>часу<br>роботи<br>локомотивів<br>за місяць,<br>год. |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 0 і<br>вище                                        | 2,5                                                                       | 0,8                                                              | -2135,0                                                                                                                                    | 0                                                                            |
| -3                                                 | 4,3                                                                       | 1,2                                                              | 4754,7                                                                                                                                     | 60                                                                           |
| -6                                                 | 6,7                                                                       | 1,5                                                              | 5787,3                                                                                                                                     | 156                                                                          |
| -9 і<br>нижче                                      | 22,5                                                                      | 2                                                                | 11325,4                                                                                                                                    | 420                                                                          |
| <b>У середньому за місяць</b>                      |                                                                           |                                                                  | 2734,2                                                                                                                                     | 236                                                                          |

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для удосконалення перевезень сировини на ПАТ «Запоріжсталь» у холодний період року необхідно доопрацювати систему інформаційно-диспетчерську систему управління залізничними перевезеннями (ІДС) транспортом (схема управління показана на слайді 13).

На комбінаті існує досить розвинений штат персоналу, що займається питаннями планування перевезень вантажів на підприємстві. Робочі місця робітників обладнані комп'ютерною технікою. Але необхідно розширення штатної чисельності на 1 інженера та придбання додаткового обладнання – ноутбука.

Для визначення доцільності впровадження нової методики планування перевезень сировини на ПАТ «Запоріжсталь», необхідно зробити оцінку економічної ефективності від впровадження даних заходів. Економічна доцільність – це міра доцільності планованого заходу, вимірювана зіставленням отриманих результатів з необхідними витратами [15].

#### 3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Експлуатаційні витрати по базовому варіанту визначимо за формулою [15]:

$$Z_e^b = Z_{\text{лок}}^b + Z_{\text{ваг}}^b + Z_{\text{рм}}^b, \quad (3.1)$$

де  $Z_{\text{лок}}^b$  - додаткові витрати на експлуатацію локомотивів, грн;

$Z_{ваг}^{\delta}$  - додаткова плата за користування вагонами, грн;

$Z_{рм}^{\delta}$  - додаткові витрати на розморожування вантажу, грн.

Витрати на експлуатацію локомотивів визначаються за формулою [15]:

$$Z_{лок}^{\delta} = T_p^{лок} \cdot C_{ч}^{лок}, \quad (3.2)$$

де  $T_p^{лок}$  - час роботи локомотивів, год.;

$C_{ч}^{лок}$  - собівартість локомотиво-години роботи, грн/год.

Час додаткової роботи локомотивів у середньому за місяць становить 236 год., за холодний період року (4 місяці)  $T_p^{лок} = 236 \cdot 4 = 944$  год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$Z_{лок}^{\delta} = 944 \cdot 767,28 = 724312,32 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з простоем вагонів в очікуванні подачі до камер і безпосередньо при розморожуванні, визначаються за формулою [15]:

$$Z_{ваг}^{\delta} = T_{пр}^{\delta} \cdot C_{ч}, \quad (3.3)$$

де  $T_{пр}^{\delta}$  - час простою вагонів за базовим варіантом в камері розморожування та в очікуванні подачі під вивантаження,  $T_{пр}^{\delta} = 2734,2 \cdot 4 = 10936,8$  год.;

$C_{ч}$  – вартість плати за користування вагонами, грн/год.  $C_{ч} = 29,93$  грн/год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{ваг}^{\delta} = 10936,8 \cdot 29,93 = 327338,42 \text{ грн.}$$

Витрати безпосередньо на розігрів вантажів визначаються за формулою:

$$Z_{pm}^{\delta} = N_{pm} \cdot C_{pm}, \quad (3.4)$$

де  $N_{pm}$  - кількість вагонів з вантажем, що додатково розігріто протягом року, од.;  $N_{pm} = 359$  вагонів.

$C_{pm}$  - собівартість розморожування вантажу у одному вагоні, грн. За даними комбінату «Запоріжсталь»  $C_{pm} = 1439,76$  грн. з ПДВ.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.4):

$$Z_{pm}^{\delta} = 359 \cdot 1439,76 = 516873,84 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки загальних експлуатаційних витрат за базовим варіантом за формулою (3.1):

$$Z_e^{\delta} = 724312,32 + 327338,42 + 516873,84 = 1568524,58 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні експлуатаційні витрати за базовим варіантом складають 1568524,58 грн.

### 3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат по проєктному варіанту

Капітальні витрати на придбання програмного комплексу AnyLogic складають близько 320 000 грн.

Вартість ноутбука складає 9895 грн. Технічні характеристики ноутбука наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ноутбука Ноутбук Lenovo IdeaPad 330-17IKB (81DK006QRA) Platinum Grey

| № з/п | Показник                            | Значення                                                                                                    |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Діагональ екрана                    | 17.3" (1600x900) HD+                                                                                        |
| 2     | Процесор                            | Двоядерний Intel Pentium 4415U (2.3 ГГц)                                                                    |
| 3     | Частота оновлення екрану            | 60 Гц                                                                                                       |
| 4     | Обсяг оперативної пам'яті           | 4 ГБ                                                                                                        |
| 5     | Обсяг накопичувача                  | 1 ТБ                                                                                                        |
| 6     | Оптичний привод                     | Немає                                                                                                       |
| 7     | Батарея                             | Незнімна                                                                                                    |
| 8     | Вага                                | 2.8 кг                                                                                                      |
| 9     | Тип оперативної пам'яті             | DDR4-2133 МГц                                                                                               |
| 10    | Графічний адаптер                   | Дискретний, nVidia GeForce MX110, 2 ГБ виділеної відеопам'яті GDDR5                                         |
| 11    | Габарити (Ш x Г x В)                | 418 x 292.6 x 24.9 мм                                                                                       |
| 12    | Роз'єми та порти введення-виведення | 2 x USB 3.1/1 x USB 3.1 Type-C/HDMI/LAN (RJ-45)/комбінований аудіороз'єм для навушників/мікрофона/кардридер |
| 13    | Мережеві адаптери                   | Wi-Fi 802.11ac<br>Bluetooth 4.1<br>Gigabit Ethernet                                                         |

Експлуатаційні витрати по проєктному варіанту визначаються за формулою:

$$Z_e^{np} = Z_z^{np} + Z_c^{np} + Z_n^{np} + A_n + Z_{pn} + Z_{el}, \quad (3.5)$$

де  $Z_z^{np}$  - основна і додаткова зарплата працівників, грн;

$Z_c^{np}$  - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_n^{np}$  - накладні витрати, грн;

$A_n$  – амортизаційні відрахування, грн;

$Z_{pn}$  – витрати на ремонт, грн;

$Z_{el}$  – витрати на електроенергію, грн.

Заробітна плата являє собою винагороду, обчислювальна в грошовому вираженні, що за трудовим договором власник або уповноважений їм орган виплачує працівникові за виконану роботу [15].

$$Z_e^{np} = Z_{инж}^{np}, \quad (3.6)$$

де  $Z_{инж}^{np}$  - заробітна плата інженера, який буде працювати з програмним комплексом та формувати рішення щодо зміни інтервалів надходження вантажів в зимовий період, грн.

Нарахування заробітної плати інженера здійснюється за погодинно-преміальною системою [15]:

$$Z_{инж}^{np} = N \cdot k_{пр} \cdot C_{год} [ \Phi_p ( 7/6 + k_{кл} + k_{шк} ) + \Phi_{св} ], \quad (3.7)$$

де  $N$  – кількість працівників;

$k_{пр}$  – коефіцієнт, який враховує премію,  $k_{пр} = 1,3$ ;

$C_{год}$  – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн/год.;

$\Phi_p$  – фонд робочого часу за рік,  $\Phi_p = 1993$  год.;

7/6 – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00). В нашому випадку не застосовується;

$k_{кл}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за категорію, приймається середній показник  $k_{кл} = 0,1$ ;

$k_{шк}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для водіїв навантажувача та машиністів  $k_{шк} = 0,14$ ; для вантажників  $k_{шк} = 0,11$ ; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій  $k_{шк} = 0,1$ ; для інженерно-технічних працівників та службовців  $k_{шк} = 0,04$ .

$\Phi_{св}$  – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі,  $\Phi_{св} = 0$  год.

Розрахуємо заробітну плату за формулою (3.7):

$$Z_{инж}^{np} = 1 \cdot 1,3 \cdot 41,3 [ 1993(7/6 + 0,1 + 0,04) + 0 ] = 139818,78 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складає 22%:

$$Z_c^{np} = 0,22 \cdot Z_z = 0,22 \cdot 139818,78 = 30760,13 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці і складають:

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 139818,78 = 47538,39 \text{ грн.}$$

Розраховуємо амортизацію ноутбука, квартальна норма амортизаційних відрахувань становить 15%:

$$A_1 = 9895 \cdot 0,15 = 1484,25 \text{ грн.}$$

$$B_1 = 9895 - 1484,25 = 8410,75 \text{ грн.}$$

$$A_2 = 8410,75 \cdot 0,15 = 1261,61 \text{ грн.}$$

$$B_2 = 8410,75 - 1261,61 = 7149,14 \text{ грн.}$$

$$A_3 = 7149,14 \cdot 0,15 = 1072,37 \text{ грн.}$$

$$B_3 = 7149,14 - 1072,37 = 6076,77 \text{ грн.}$$

$$A_4 = 6076,77 \cdot 0,15 = 911,52 \text{ грн.}$$

$$B_4 = 6076,77 - 911,52 = 5165,25 \text{ грн.}$$

$$A_n = 1484,25 + 1261,61 + 1072,37 + 911,52 = 4729,75 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт ноутбука складають 5% від балансової вартості:

$$Z_{pn} = 9895 \cdot 0,05 = 494,75 \text{ грн.}$$

Витрати на споживання електроенергії (при споживанні 0,5 кВт/год.):

$$Z_{el} = 2,244 \cdot 0,5 \cdot 1993 = 2236,15 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.5) з урахуванням виразу (3.6):

$$Z_e^{np} = 139818,78 + 30760,13 + 47538,39 + 4729,75 + 494,75 + 2236,15 = 225577,95 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні експлуатаційні витрати за проєктним варіантом складають 225577,95 грн.

Загальні капітальні витрати становлять:

$$K_{\text{доо}} = 320000 + 9895 = 329895 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доо}}}{C_e^{\text{б}} - C_e^{\text{np}}}, \quad (3.8)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$T_{\text{ок}} = 329895 / (1568524,58 - 225577,95) = 0,3 \text{ року.}$$

Розрахуємо річний економічний ефект за формулою:

$$E_{\text{річ}} = (C_e^{\text{б}} - C_e^{\text{np}}) - K_{\text{доо}}/T_n, \quad (3.9)$$

де  $T_n$  – нормативний термін окупності,  $T_n = 2$  роки.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$E_{\text{річ}} = 1342946,63 - 329895 / 2 = 1177999,13 \text{ грн.}$$

Розрахунки економічної ефективності проєкту представимо у вигляді таблиці 3.2 та наведемо на слайді 14 графічної частини.

Таблиця 3.2 - Розрахунок економічної ефективності проєкту

| № п/п | Показники                                        | Значення показників |                      |
|-------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------|
|       |                                                  | Базовий<br>варіант  | Проектний<br>варіант |
| 1     | Капітальні витрати, грн.                         | –                   | 329895               |
| 2     | Витрати на заробітну плату, грн.                 | –                   | 139818,78            |
| 3     | Відрахування на соціальне страхування, грн.      | –                   | 30760,13             |
| 4     | Накладні витрати, грн.                           | –                   | 47538,39             |
| 5     | Витрати на сплату плати за користування вагонами | 327338,42           | –                    |
| 6     | Витрати на маневрову роботу, грн.                | 724312,32           | –                    |
| 7     | Витрати на розігрів вантажів, грн.               | 516873,84           |                      |
| 8     | Амортизаційні відрахування, грн.                 | –                   | 4729,75              |
| 9     | Витрати на ремонт, грн.                          | –                   | 494,75               |
| 10    | Витрати на електроенергію, грн.                  | –                   | 2236,15              |
| 11    | Річні експлуатаційні витрати, грн.               | 1568524,58          | 225577,95            |
| 12    | Термін окупності, років                          | –                   | 0,3                  |
| 13    | Економія експлуатаційних витрат, грн/рік         | –                   | 1177999,13           |

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В магістерській роботі виконано аналіз та удосконалено систему управління постачанням сировини на ПАТ «Запоріжсталь» в умовах змерзання вантажів та розглянутий аналіз потенційних небезпек які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті заходи по санітарії та гігієни праці. Описані заходи з пожежної безпеки та цивільного захисту.

### **4.1 Аналіз потенційних небезпек**

4.1.1 При навантаженні сипучого вантажу, пил діє на організм вантажників і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота).

4.1.2 Наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером.

4.1.3 В холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань та отримання лікарняного.

4.1.4 Ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених підводячих кабелів для запалювання горілок, що призводить до електричної травми людини або пожежі.

4.1.5 При транспортній переробці вантажу, його підігріві, відбувається стікання забруднених стоків, відбувається забруднення колійного простору, що призводить до забруднення навколишнього середовища.

4.1.6 Партія вагонів подається в спеціальний цех, де відбувається підігрів вагонів газовими трубчатими горілками, що закріплені уздовж повздовжньої осі

залізничної колії. Робота несправних газових обігрівників може призвести до пожежі та до вибуху. Це приведе до травмування й до летальних наслідків.

4.1.7 При підігріві вантажу, відбувається випаровування вологи, в якій може утримуватися шкідливі речовини. Вони приводять до отруєння організму в цілому.

4.1.8 При недостатньому освітлені цеху підігріву змерзлого вантажу в вагонах, можливо, при пересування робітників вздовж колії, травмування через обсипаний вантаж, впасти на слизькій підлозі та інше.

4.1.9 При встановленні вагонів в цеху, під час розігріву вантажу, можливо їх зрушення з місця. Це може призвести до наїздів на робітників та їх травмування.

4.1.10 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).

## **4.2 Заходи по забезпеченню безпеки**

4.2.1 Для запобігання наїздів на робітників залізничним транспортом, необхідно оглядачів вагонів, складачів поїздів або вантажників одягнути в сигнальні жилети зі світловідбиваючими смугами та узгоджують свої дії за допомогою радіостанції (стаціонарна - у машиніста поїзду, переносна у вантажників). Місця перетину доріг із залізничними коліями повинні облаштовуватися знаками безпеки та сигналізацією. ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

4.2.2 Для попередження ураження електричним струмом необхідно проводити перевірку знань на 4 чи 3 групи з електробезпеки , забезпечувати устрій захисного заземлення, проводити періодичні перевірки справності кабелів. Всі силові кабелі для уникнення випадкового пошкодження укладені в спеціальні жолоба. ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека».

4.2.3 Для попередження зрушення вагонів з місця під час підігріву, необхідно встановлювати під колеса вагонів башмаки.

4.2.4 Для запобігання падіння робітників вздовж колії, обов'язково треба робити зливну каналізацію з решітками, куди буде зливатися брудна вода.

#### **4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці**

4.3.1 Для запобігання отруєння при випаровування вантажу, робітники повинні захищатися респіраторами відповідно НПАОП 0.00-1.01-08 «Положення про порядок забезпечення робітників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

4.3.2 Для запобігання отруєння робітників в закритих приміщеннях необхідно облаштовувати вентиляційні пристрої. За допомогою вентиляційної системи видаляється забруднення, що затримується у фільтрах вентиляційної системи, та подається очищено повітря відповідно ДБН 2.5-67-2007 «Опалення, вентиляція, кондиціювання».

4.3.3 Для запобігання переохолодження необхідно робітникам видавати теплий одяг а також облаштовувати кімнати для обігріву та сушки одягу відповідно Наказу № 62 від 12.05.2009 «Норми спец одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту».

4.3.4 Для забезпечення нормативного рівня освітленості в цеху розігріву вантажу передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2.ю5-28-2006 «Природне та штучне освітлення». Робоче освітлення розміщується на колонах цеху. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

4.3.5 При обробці статистичних даних в лабораторії, де є комп'ютер, можливе виникнення напруженості праці та інші фактори санітарно-гігієнічного характеру.

На робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК з ВДТ (ЕП), були проведені дослідження та виміри показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, результати яких занесені до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні данні

| Фактор (показник)                                                                                                  | Фактичне значення | Час дії год. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>Умови праці:</b>                                                                                                |                   |              |
| Мікроклімат за ТНС-індексом, $t$ , °C                                                                              | 27                | 8            |
| Освітленість приміщення $E$ , лк                                                                                   | 320               | 8            |
| Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{op}$                                                                         | A-2               | —            |
| Рівень шуму $L$ , дБ А                                                                                             | 86                | 5            |
| <b>Важкість праці:</b>                                                                                             |                   |              |
| Загальні енергозатрати організму, $Bm$                                                                             | 300               | 7            |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) | 38000             | 6            |
| <b>Напруженість праці:</b>                                                                                         |                   |              |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)                                                                 | 76                | 7            |
| Тривалість робочого дня, год.                                                                                      | 8                 | 8            |

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці 4.2.

Відповідно до додатків методичних вказівок [16], 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 [16], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання за бальною шкалою

| Фактор (показник)                             | Вимі-<br>ряні<br>показ-<br>ники<br>$P_{вим}$ | Час дії<br>$год.(хв.)$ | ГДК,<br>ГДР,<br>пока-<br>зники,<br>$P_{доп}$ | $X_{визн},$<br>бали | Клас<br>умов<br>праці | $X_i,$<br>бали |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------|
| 1                                             | 2                                            | 3                      | 4                                            | 5                   | 6                     | 7              |
| Мікроклімат за ТНС-індексом,<br>$t, ^\circ C$ | 27                                           | 8                      | 22,9-<br>25,8                                | 3                   | 3.3                   | 3              |
| Освітленість приміщення $E, лк$               | 320                                          | 8                      | 400                                          | —                   | 3.1                   | 1              |
| Розряд і підрозряд зорових<br>робіт, $З_{ор}$ | А-2                                          | —                      | —                                            | —                   | —                     | —              |
| Рівень шуму $L, дБА$                          | 86                                           | 5                      | 50                                           | —                   | 3.1                   | 0,63           |

Продовження таблиці 4.2

| 1                                                                                                                  | 2     | 3 | 4     | 5    | 6   | 7 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|-------|------|-----|---|
| Загальні енергозатрати організму, <i>Bm</i>                                                                        | 300   | 7 | 290   | 0,91 | 3.2 | 2 |
| Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) | 38000 | 6 | 40000 | 0,71 |     |   |
| Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)                                                                 | 76    | 7 | 75    | 0,89 |     |   |
| Тривалість робочого дня, <i>год.</i>                                                                               | 8     | 8 | 8     | 0,15 |     |   |

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти  $X_{визн}$  та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці 4.2:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [16]. Розрахунковий коефіцієнт  $X_{визн}$  при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1 [16]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 8}{8} = 3$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2 [16]:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,91;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{38000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 0,71;$$

в.) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни),  $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{76 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,89;$$

г.) Тривалість робочого дня (зміни),  $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці 4.2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта  $X_{визн} = 2$ , з таблиці 7.2 [16] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до  $P_{вим} = 320$  лк, за додатком Г та табл. Г.1 [16] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму

$P_{вим} = 86 \text{ дБА}$ , за додатком Д та табл. Д.1 [16] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників  $X_{визн}$  за формулою 7.3 [16]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,91 + 0,71 + 0,89 + 0,15 = 2,66$$

З таблиці 7.3 [16] за значенням суми розрахованих балів показників  $X_{сум} = 2,66$  – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих 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 лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці 4.2:

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно –  $X_{см} = X_i = 1$ ;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення  $X_i$  визначаємо за формулою 7.4 [16]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{5}{8} = 0,63$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому –  $X_{cm} = X_i = 2$ ;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень  $X_i$ , за формулою 7.5 [16]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 0,63 + 2 = 6,63$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану –  $X_{факт} = 6,63$ , 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 [16]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

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

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

б) Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника 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 –  $20,2-22,8^{\circ}\text{C}$ ;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 400 \text{ лк}$ ;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника –  $50 \text{ дБА}$ ;
- загальні енергозатрати організму, до  $174 \text{ Вт}$ ;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

в) Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці:

1.3 метою забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні лабораторії обладнаному ПК з ВДТ (ЕП), згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», передбачена система централізованого водяного опалення з радіаторами, а на теплий період, зважаючи на те, що площа приміщення становить  $25 \text{ м}^2$  передбачений побутовий кондиціонер типу Electrolux EACS-24 HLO/N3. Виходячи з того, що один кондиціонер розрахований на приміщення площею –  $30 \text{ м}^2$ .

З метою забезпечення необхідного повітрообміну у приміщенні лабораторії обладнаному ПК з ВДТ (ЕП), зважаючи на те, що об'єм приміщення становить  $85 \text{ м}^3$ , передбачена система механічної припливно-витяжної вентиляції – методом рекуперації, за допомогою двох рекуператорів типу Prana-200G. Які забезпечують 3-кратний обмін повітря за годину, виходячи з того, що один рекуператор забезпечує наступний повітрообмін: приплив –  $135 \text{ м}^3/\text{год}$ , витяг –

125 м<sup>3</sup>/год.

Оптимальні рівні позитивних ( $n+$ ) і негативних ( $n-$ ) іонів у повітрі приміщення лабораторії з ВДТ (ЕП) відповідають вимогам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень» і становить:  $n+ = 1500-30000$  (шт. на 1 см<sup>3</sup>);  $n- = 3000-5000$  (шт. на 1 см<sup>3</sup>). Підтримку оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечують за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

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

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

4. Для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год.

5. 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.

6. Для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

г) 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 [16], у розмірі 16 %.

Розташування робочих місць з ПК у приміщенні лабораторії виконано згідно вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». Розміри приміщення: 5×5×3,4 м., тобто площа – 25 м<sup>2</sup>, об'єм – 85 м<sup>3</sup>, з

урахуванням розміщення в ньому чотирьох комп'ютеризованих робочих місць, відповідають нормативним вимогам. Оскільки на одне комп'ютеризоване робоче місце доводиться більше  $6\text{ м}^2$  площі й  $20\text{ м}^3$  об'єму приміщення. Покриття підлоги є матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги є рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Для внутрішнього оздоблення приміщення лабораторії з ПК використані дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8; для стін 0,5-0,6.

Обладнання та організація робочих місць користувачів ПК, у приміщенні лабораторії, забезпечують відповідність конструкцій всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

#### **4.4 Заходи з пожежної безпеки**

Для запобігання пожежі в цеху, необхідно ретельно оглядати перед початком роботи газові пальники. Якщо відбувається витік газу треба негайно зупинити роботи до налагодження установки обігріву.

Цех обігріву має площу 4000 кв.м. Клас пожежі можливий «А» з-за таких матеріалів як кокс, мілке вугілля та інше. Категорія приміщення по пожежобезпеки до категорії «Д». Необхідна кількість вогнегасників згідно НППБ 03.001- 2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 12 порошкових вогнегасників ВП-8.

Первинні засоби пожежогасіння розташовуються на пожежних щитах на колонах цеху.

#### 4.5 Заходи з цивільного заходу

Дослідження стійкості роботи промислового об'єкта (ПО) - це всебічне вивчення умов, які можуть скластися на об'єкті в надзвичайних умовах, а також оцінка їхнього впливу на подальшу виробничу діяльність підприємства [17].

Мета дослідження - виявити вразливі місця в роботі об'єкта й виробити найбільш ефективні заходи, пропозиції та рекомендації щодо підвищення його стійкості.

Ці рекомендації включають до плану заходів з підвищення стійкості роботи об'єкта. План реалізують у мирний час за відсутності надзвичайних ситуацій, як правило, під час реконструкції об'єкта і в період загрози нападу противника.

Дослідження стійкості об'єкта проводиться в мирній час силами інженерно-технічного складу без відриву від виробництва. Керівником дослідження є начальник цивільного захисту (ЦЗ) об'єкта, тобто керівник виробництва. Тривалість досліджень - 2-3 місяці.

Весь процес планування і проведення досліджень поділяють на три етапи [17].

Перший етап - підготовчий: розробка керівних документів (наказ начальника ЦЗ об'єкта, календарний план, план проведення досліджень, визначення складу учасників дослідження та їх підготовка).

Другий етап - оцінка стійкості роботи об'єкта за надзвичайних ситуацій.

Третій етап - розробка заходів, що підвищують стійкість роботи об'єкта.

На першому етапі розробляються керівні документи, визначається склад учасників дослідження і організовується їх підготовка.

Основними документами для організації дослідження стійкості роботи об'єкту є: наказ керівника підприємства; календарний план основних заходів щодо підготовки до проведення дослідження; план проведення дослідження.

Наказ керівника підприємства (дослідження) розробляється на підставі вказівок вищестоящего начальника з урахуванням особливостей і конкретних умов, пов'язаних з виробничою цілісністю об'єкту. У наказі вказуються: мета і завдання майбутнього дослідження, час проведення робіт, склад учасників: дослідження і завдання дослідницьких груп, терміни представлення звітної документації.

Календарний план підготовки до проведення дослідження визначає основні заходи і терміни їх проведення, відповідальних виконавців, сили і засоби, що приваблюються для виконання поставлених завдань.

План проведення дослідження стійкості роботи об'єкту є основним документом, що визначає зміст роботи керівника дослідження і дослідницьких груп головних фахівців. У плані вказуються: тема, мета і тривалість дослідження, склад дослідницьких груп і зміст їх роботи, порядок дослідження.

Для проведення досліджень на об'єкті створюють такі групи дослідження:

- група керівника дослідження на чолі з головним інженером підприємства;
- група начальника відділу капітального будівництва (ВКБ);
- група головного енергетика;
- група головного механіка;
- група головного технолога;
- група відділу матеріального постачання;
- група штабу ЦЗ об'єкта.

На другому етапі роботи кожна група спеціалістів оцінює стійкість елементів виробничого інженерно-технічного комплексу об'єкта и провадить необхідні розрахунки по кожному з вражаючих факторів, які можуть діяти внаслідок появи надзвичайних ситуацій мирного й воєнного часів.

У ході досліджень визначають умови захисту робітників і службовців, оцінюють уразливість інженерно-технічного комплексу, характер можливих руйнувань від вторинних факторів, вивчають стійкість системи постачання і кооперативних зв'язків з підприємствами - постачальниками, виявляють уразливі місця в системі керування та можливості об'єкта щодо відновлення зруйнованого виробництва [17].

На третьому етапі групи спеціалістів за результатами досліджень готують доповіді з висновками і пропозиціями підвищення стійкості елементів, які підлягали дослідженню. Група керівника дослідження складає загальну доповідь і розробляє план заходів з підвищення стійкості роботи об'єкта в цілому. Заходи планують на мирний час і на період загрози нападу противника.

Стійкість роботи ПО визначають на основні моделювання вразливості об'єкта до дії кожного вражаючого фактору окремо.

Характер руйнування, пожеж, уражень робітників і службовців залежить від максимально можливих значень параметрів вражаючих факторів, які проявляються у надзвичайних ситуаціях, і спроможності перелічених компонентів протистояти дії цих факторів. У цілому об'єкт може бути виведений з ладу, перестати функціонувати навіть тоді, коли більша частина елементів ще дієздатна, але важливі, проте менш стійкі його частини вийшли з ладу. Дослідження стійкості в першу чергу спрямовані на виявлення таких найменш стійких елементів з тим, щоб на основі проведених досліджень спланувати і провести заходи, які підвищують стійкість усього об'єкта в цілому.

Досить велику частку в таких дослідженнях відіграють дослідження стійкості елементів та всього об'єкта до дії вражаючих факторів надлишкового тиску повітряної хвилі.

#### **4.6 Висновки до розділу**

В розділі були розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника при постачанні сировини на ПАТ «Запоріжсталь» в умовах змерзання вантажів. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті заходи по санітарії та гігієни праці. Описані заходи з пожежної безпеки та цивільного захисту.

## ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі запропонована методика удосконалення планування постачань сировини та матеріалів для виробництва у холодний період року на ПАТ «Запоріжсталь», яка підвищує ефективність перевезень і сприяє стабільній роботі підприємства.

Запропонована методика ґрунтується на даних пропускної спроможності вантажних фронтів та інших пунктів прямування вагонів, прогнозу погодних умов на плановий період, для чого використано існуючі сучасні математичні методи та програмне забезпечення *Statistica*.

За допомогою розроблених на базі цих програмних комплексів алгоритма та програми моделювання роботи транспортної системи у зимовий період, визначено можливі обсяги вантажопереробки в залежності від температурних умов, та сформульовано рекомендації щодо планування перевезень сировини для доменного виробництва.

Розрахунки показують, що за рахунок впровадження запропонованої системи планування перевезень можливе скорочення часу знаходження вагонів на під'їзній колії ПАТ «Запоріжсталь», зменшення обсягу роботи локомотивів, що забезпечують виконання перевезень у зимовий період.

Річний економічний ефект від впровадження магістерської роботи складає 1177999 грн.

Таким чином, в магістерській роботі вирішена задача удосконалення системи управління постачанням сировини на ПАТ «Запоріжсталь» в умовах змерзання вантажів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: Учебник. – М.: Высшая школа, 1983. – 246 с.
2. Кузьменко, Н. Симфония метала / Н. Кузьменко, Н. Михайлов и др. – Запорожье : Тандем-У, 2003. – 448 с.
3. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <http://zaporizhstal.com/uk/pidpriyemstvo/zaporizhstal-sogodni/> (дата звернення 28.09.2019) – «Запоріжсталь сьогодні».
4. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.
5. Технічно-розпорядчий акт станції Південна ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 27 с.
6. Инструкция по эксплуатации гаража размораживания руды. – Запорожье : ПАТ «Запорожсталь», 2010. – 11 с.
7. Чернега, Д.Ф. Основы металлургического производства металлов и сплавов / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевський, Ю.Я. Готвянский та ін. - К. : Вища школа, 2006. - 503 с.
8. Гриневич, Г.П. Комплексно - механизированные и автоматизированные склады на транспорте / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, 1976. – 280 с.
9. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник / Г.Ф. Бабушкін. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
10. Лашених, О.А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем / О.А. Лашених, О.Ф. Кузькін. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2007.

11. Боровиков, В.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. – 608 с.
12. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
13. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
14. Офіційний сайт компанії Anylogic [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – <https://www.anylogic.com/> (дата звернення 28.09.2019) – «AnyLogic simulation software is used in these industries».
15. Зайцев, Н.Л. Экономика промышленного предприятия : Учеб. пособие / Н.Л. Зайцев. – М.: ИНФРА – М, 2002. – 224 с.
16. Лазуткін М.І. 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 / М.І. Лазуткін, М.О. Журавель. – Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. - 44 с.
17. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время. / Под.ред. Г.П.Демиденко. - К.: Вища школа, 1984. - 232 с.