

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний  
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра  
(ступінь вищої освіти)

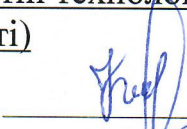
на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ  
ДОСТАВКИ АГЛОМЕРАТУ НА СТАНЦІЇ АГЛОФАБРИКА  
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-819M

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

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному  
транспорті)

|           |                                                                                      |                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|           |  | <u>О.В. Комягіна</u><br>(прізвище та ініціали) |
| Керівник  |  | <u>С.М. Турпак</u><br>(прізвище та ініціали)   |
| Рецензент |  | <u>А.Ю. Сосик</u><br>(прізвище та ініціали)    |

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

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний  
Кафедра «Транспортні технології»  
Ступінь вищої освіти магістр  
Спеціальність 275 Транспортні технології (на залізничному транспорті)  
(код і найменування)  
Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на залізничному транспорті)  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

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

Комягіної Ольги Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення організації доставки агломерату на станції Аглофабрика ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович, д-р техн. наук, професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 353

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

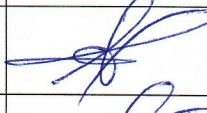
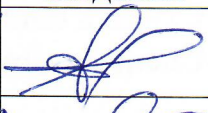
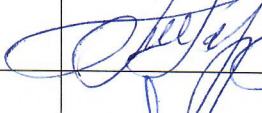
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних засобів; вартість перевезення вантажів та виконання вантажних робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоку агломерату з використанням математичної статистики й ЕОМ; 2.2 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної системи при нормальному режимі роботи; 2.3 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної системи при нестабільному режимі роботи; 2.4 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи за існуючим варіантом; 2.5 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи за проєктним варіантом; 2.6 Аналіз отриманих результатів розрахунків.

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

Презентація

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

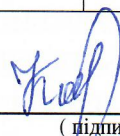
| Розділ                                            | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата                                                                        |                                                                                     |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |                                           | завдання видав                                                                      | прийняв виконане завдання                                                           |
| Аналітична частина                                | Турпак С.М., зав. каф.                    |  |  |
| Основна частина                                   | Турпак С.М., зав. каф.                    |  |  |
| Економічна частина                                | Харченко Т.В., ст. викладач               |  |  |
| Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | Лазуткін М.І., доцент                     |  |  |

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи) | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------|
| 1     | Захист звітів зі стажування              | 23.09-04.10                             |          |
| 2     | Аналітична частина                       | 07.10-18.10                             |          |
| 3     | Основна частина                          | 21.10-04.11                             |          |
| 4     | Економічна частина                       | 05.11-15.11                             |          |
| 5     | Охорона праці                            | 18.11-22.11                             |          |
| 6     | Оформлення МР                            | 25.11-29.11                             |          |
| 7     | Перевірка МР на плагіат                  | 01.12-14.12                             |          |
| 8     | Отримання зовнішніх рецензій             | 15.12-18.12                             |          |
| 9     | Захист магістерських робіт               | 22.12-24.12                             |          |

Студент(ка)

  
 (підпис)
О.В. Комягіна  
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

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

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 66 с., 12 рис., 13 табл., 13 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки агломерату від аглофабрики до бункерів доменного району ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – дослідження впливу виробничих факторів на організацію транспортування агломерату залізничним транспортом.

Методи дослідження – статистичного аналізу вантажопотоків, аналітичний та графо-аналітичний методи дослідження транспортних процесів.

В роботі виконано дослідження транспортних процесів на ланці аглоцех – доменний цех металургійного підприємства. Встановлено, через недосконалість системи управління виробництвом та коливання термінів навантаження, що у 13,7% випадків потрібно виконувати перевезення составів по 6 вагонів, щоб уникнути зривів виробничого процесу. Запропоновано удосконалити систему управління агломераційним виробництвом з метою доведення частки відхилень у інтервалах навантаження хоперів агломератом за заданий діапазон до 1%, що дозволить зменшити витрати палива та підвищити ефективність перевезень.

ПІВДЕННИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ РАЙОН, АГЛОЦЕХ, ДОМЕННИЙ ЦЕХ,  
АГЛОМЕРАТ, АГЛОХОПЕР

## ЗМІСТ

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Завдання на проєкт .....                                                                                         | 2  |
| Реферат.....                                                                                                     | 4  |
| Зміст .....                                                                                                      | 5  |
| Вступ .....                                                                                                      | 7  |
| 1 Аналітична частина .....                                                                                       | 9  |
| 1.1 Характеристика колійного розвитку ст. Аглофабрика .....                                                      | 9  |
| 1.2 Технологія поїзної роботи на станції Аглофабрика .....                                                       | 16 |
| 1.3 Технологія маневрової роботи на станції Аглофабрика .....                                                    | 19 |
| 1.4 Технологія робіт при перевезенні гарячого агломерату.....                                                    | 21 |
| 1.5 Технологія транспортного обслуговування пункту<br>навантаження агломерату .....                              | 23 |
| 1.6 Технологія транспортного обслуговування пункту<br>вивантаження агломерату .....                              | 25 |
| 1.7 Недоліки існуючого положення та постановка задач<br>дослідження .....                                        | 28 |
| 2 Основна частина .....                                                                                          | 30 |
| 2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоку агломерату<br>з використанням математичної статистики й ЕОМ .....    | 30 |
| 2.2 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної<br>системи при нормальному режимі роботи .....   | 36 |
| 2.3 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної<br>системи при нестабільному режимі роботи ..... | 46 |
| 2.4 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи<br>за існуючим варіантом .....                     | 48 |
| 2.5 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи за<br>проєктним варіантом .....                    | 50 |
| 2.6 Аналіз отриманих результатів розрахунків .....                                                               | 51 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 3 Економічна частина .....                                         | 53 |
| 3.1 Визначення експлуатаційних витрат по базовому варіанту .....   | 54 |
| 3.2 Визначення експлуатаційних витрат за проектним варіантом ..... | 56 |
| 3.3 Розрахунок економічної ефективності проектного рішення .....   | 57 |
| 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях .....          | 61 |
| 4.1 Аналіз потенційних небезпек .....                              | 61 |
| Висновки .....                                                     | 63 |
| Перелік посилань .....                                             | 65 |

## ВСТУП

Сучасне металургійне підприємство, одним з яких є комбінат «Запоріжсталь», складається з десятків цехів і підрозділів, на них цілодобово працює значна кількість машин і потужних агрегатів. Між агрегатами виробничих підрозділів існує тісний технологічний та енергетичний зв'язок, це є важливою особливістю металургії [1].

Для того, щоб забезпечити безперервне функціонування агрегатів, необхідне постійне безперебійне постачання сировини, палива, різних, де час вимірюється навіть не годинами, а хвилинами та, іноді, секундами.

Перебої в постачанні, порушуючи налагоджений технологічний хід процесів, призводять до суттєвих втрат, іноді – до випадків зриву процесу виробництва в цілому та, навіть, до виходу агрегатів з ладу.

Тому встановлення правильного співвідношення в кількості агрегатів, їх потужності, налагодження взаємодії, дозволяє уникнути диспропорцій, вузьких місць та узгодити роботу всіх цехів і підрозділів за часом і продуктивністю.

Ефективна робота підприємства забезпечується дотриманням оптимальних пропорцій між потужностями основних цехів (агломераційного, доменного, мартенівського, обтискного, прокатних цехів тощо) та, не в останню чергу, допоміжних, підсобних і побічних, а в самих цехах та підрозділах - між окремими ділянками [1,2,3].

Так, потужність агломераційного цеху та його ритм роботи повинні узгоджуватись з відповідними параметрами роботи доменного цеху, який, в свою чергу, узгоджує свої вихідні матеріалопотоки з потребами наступних цехів в ланці виробничого процесу – мартенівського, та в меншій мірі – ливарного, з урахування режиму роботи розливних машин.

Транспортне забезпечення, особливо в сфері передачі матеріалів між підрозділами в процесі виробництва, займає не останнє місце за рейтингом важливості.

Особливо вразливою ця ланка є від позиції цеху, який відвантажує власну продукцію - моя робота виконана, та позиції цеху, який приймає цю продукцію – мені потрібно те, що потрібно, не більше – не менше.

Так, при виробництві агломерату, агломераційний цех спирається на планові виробничі показники, та, при несвоєчасному реагуванні на оперативну ситуацію зі споживанням агломерату доменним цехом, може суттєво ускладнити роботу залізничного транспорту через неузгодження за часом ланки виробництво – споживання.

Вирішуючи власні проблеми із організацією перевезень, залізничний транспорт вимушений вирішувати проблеми, обумовлені неузгодженістю роботи доменного та агломераційного цехів:

- агломерат в вагонах неможливо вивантажити, оскільки приймальні бункери заповнені;
- приймальні бункери пусті, а агломерат ще не завантажений у вагони.

Для вирішення цих питань, які, що треба сказати, переважно обумовлені особливостями та складністю технологічних процесів, наявністю випадкових збоїв, залізничний транспорт змінює власну технологію роботи, погіршуючи показники експлуатації (зокрема, збільшуючи витрати палива).

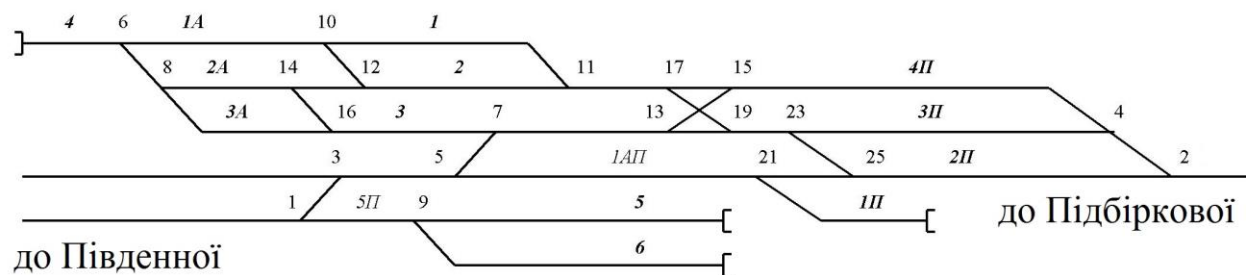
Дана магістерська робота і присвячена виконанню досліджень на ланці аглоцех – доменний цех металургійного підприємства.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Характеристика колійного розвитку ст. Аглофабрики

Перевезення агломерату здійснюється по коліях станції Аглофабрика Південного залізничного району. Це найбільш високо розташована станція на комбінаті, оскільки вантажі з вагонів потрібно розвантажувати у систему бункерів доменного цеха.

Схема станції Аглофабрика [4] наведена на рисунку 1.1.



Умовні позначення:

- [ — тупік;
- $\frac{1}{\diagup}$  — стрілка;
- $\frac{7}{5 \diagup}$  — з'їзд;
- $\frac{1АП}{\text{---}}$  — колія.

Рисунок 1.1 – Схема станції Аглофабрика

Враховуючи особливості кільцевої схеми під'їзної колії Запоріжсталі, з метою уникнення проблем з питанням парний/непарний напрямки, в ТРА станції зазначено, що в непарному напрямку примикань немає [4].

Всі примикання наявні лише в парному напрямку [4,5]:

- станція Аглофабрика - Станція Підбіркова, маневровий порядок руху;
- станція Аглофабрика (парк Бункери) - станція Південна, напіваавтоматичне блокування, одноколіїний перегін;
- станція Аглофабрика (парк Нові бункера) - станція Південна, напіваавтоматичне блокування, одноколіїний перегін.

Межею станції в парному напрямку є:

- маневровий сигнал М6 (станція Аглофабрика - станція Підбіркова), межі станцій збігаються;
- вхідний світлофор ЧЮ2 (станція Аглофабрика (парк Бункери) - станція Південна);
- вхідний світлофор ЧЮ1 (станція Аглофабрика (парк Нові бункера) - станція Південна).

Характеристика колійного розвитку [4] наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Відомість парків та колій

| Парки колій       | Номери колій | Призначення колій    | Межі колії |      | Корисна довжина в метрах | Місткість в вагонах |
|-------------------|--------------|----------------------|------------|------|--------------------------|---------------------|
|                   |              |                      | від        | до   |                          |                     |
| Парк Нові бункери | 5            | розвантажувальна     | 9          | упор | 75                       | 6                   |
|                   | 6            | розвантажувальна     | 9          | упор | 75                       | 6                   |
|                   | 5П           | приймально-відправна | 1          | 9    | 110                      | 7                   |

Продовження таблиці 1.1

| Парки колій      | Номери колій | Призначення колій         | Межі колії |      | Корисна довжина в метрах | Місткість в вагонах |
|------------------|--------------|---------------------------|------------|------|--------------------------|---------------------|
|                  |              |                           | від        | до   |                          |                     |
| Парк Бункери     | 1П           | розвантажувальна          | 21         | упор | 185                      | 12                  |
|                  | 2П           | розвантажувальна          | 25         | 2    | 590                      | 37                  |
|                  | 3П           | вантажно-розвантажувальна | 23         | 4    | 660                      | 41                  |
|                  | 4П           | вантажно-розвантажувальна | 15         | 4    | 720                      | 45                  |
|                  | 1ап          | приймально-відправна      | 5          | 21   | 187                      | 12                  |
| Парк Аглофабрика | 1            | навантажувальна           | 11         | 10   | 130                      | 12                  |
|                  | 2            | навантажувальна           | 11         | 12   | 130                      | 12                  |
|                  | 3            | виставкова                | 16         | 7    | 75                       | 6                   |
|                  | 4            | витяжна                   | 6          | упор | 103                      | 8                   |
|                  | 1А           | вагова                    | 10         | 6    | 38                       | 2                   |
|                  | 2А           | відстою                   | 14         | 8    | 37                       | 2                   |
|                  | 3А           | виставкова                | 8          | 16   | 75                       | 6                   |

Ця станція переважно призначена для вивантаження, характеристика вантажних пристроїв [4] наведена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика вантажних пристроїв

| Найменування пристроїв          | Номери прилеглих колій | Довжина фронту навантаження (вивантаження) у вагонах | Механізми, що використовуються на вантажних фронтах |
|---------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Бункерна естакада парку Бункери | 1П                     | 5                                                    | Приймальний бункер                                  |
|                                 | 2П                     | 37                                                   | Трансферкар, РГП                                    |
|                                 | 3П                     | 37                                                   |                                                     |
|                                 | 4П                     | 37                                                   | РГП                                                 |
| Колії навантаження агломерату   | 1                      | 6                                                    | Аглоленти, пересувні направляючі жолоби             |
|                                 | 2                      | 6                                                    |                                                     |
| Приймальні бункера палива       | 5А                     | 3 хопера або 2 напіввагони                           | Вібратор та люкозакривач                            |

Навантаження передбачається лише гарячого агломерату та, іноді, вагонів, які здійснюють перебазування (переміщення) вантажів у межах рудного двору, який розташований поруч із бункерною естакадою.

Тривалий час станція не мала контролю рейкових ланцюгів, вільність колій перевірялась візуально, але в дійсний час цей процес автоматизовано на більшості колій та стрілок станції.

Відомість постійних сигналів [4] наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Відомість постійних сигналів

| Місце установки світлофора                                               | Тип світлофора         | Призначення світлофора | Яким показанням сигналізує |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1                                                                        | 2                      | 3                      | 4                          |
| Парк Аглофабрика                                                         |                        |                        |                            |
| За 50м від стику рамної рейки стрілки №1 з правого боку по ходу руху     | щогловий лінзовий ЧЮ1  | вхідний                | жовтий                     |
|                                                                          |                        |                        | місячно-білий              |
|                                                                          |                        |                        | миготливий                 |
|                                                                          |                        |                        | місячно-білий              |
| За 130м від граничного стовпчика стрілки №3 з правого боку по ходу руху  | щогловий лінзовий ЧЮ2  | вхідний                | червоний                   |
|                                                                          |                        |                        | жовтий                     |
|                                                                          |                        |                        | місячно-білий              |
|                                                                          |                        |                        | миготливий                 |
| За 3,5 м від граничного стовпчика стрілки №5 з правого боку по ходу руху | карликовий лінзовий Н1 | вихідний зі шляху 1ап  | місячно-білий              |
|                                                                          |                        |                        | зелений                    |
|                                                                          |                        |                        | червоний                   |
| У стику рамної рейки стрілки №25 з правого боку по ходу руху             | карликовий лінзовий Н2 | вихідний зі шляху 2П   | місячно-білий              |
|                                                                          |                        |                        | зелений                    |
|                                                                          |                        |                        | червоний                   |
| За 3,5м від граничного стовпчика стрілки №23 з правого боку по ходу руху | карликовий лінзовий Н3 | вихідний зі шляху 3П   | місячно-білий              |
|                                                                          |                        |                        | зелений                    |
|                                                                          |                        |                        | червоний                   |

Продовження таблиці 1.3

| 1                                                                        | 2                       | 3                   | 4             |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------|
| За 30 м від стику рамної рейки стрілки №1 з правого боку по ходу руху    | карликовий лінзовий Н4  | вихідний з колії 4П | зелений       |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
|                                                                          |                         |                     | червоний      |
| За 3,5 м від граничного стовпчика стрілки №1 з правого боку по ходу руху | карликовий лінзовий Н5  | вихідний з колії 5П | зелений       |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
|                                                                          |                         |                     | червоний      |
| У стику рамної рейки стрілки №1 з правого боку по ходу руху              | карликовий лінзовий М1  | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
| За 6м від стику рамної рейки стрілки №5 з правого боку по ходу руху      | карликовий лінзовий М5  | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
| У створі зі світлофором М5 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М7  | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
| За 3.5м від граничного стовпчика стрілки №7 з правого боку по ходу руху  | карликовий лінзовий М9  | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
| У стику рамної рейки стрілки №9 з правого боку по ходу руху              | карликовий лінзовий М11 | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |
| За 3.5м від граничного стовпчика стрілки №9 з правого боку по ходу руху  | карликовий лінзовий М13 | маневровий          | синій         |
|                                                                          |                         |                     | місячно-білий |

Продовження таблиці 1.3

| 1                                                                         | 2                       | 3          | 4             |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|---------------|
| У створі зі світлофором М13 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М15 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| У створі зі світлофором М19 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М17 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| За 3,5 м від граничного стовпчика стрілки №11 з правого боку по ходу руху | карликовий лінзовий М19 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| У стику рамної рейки СП №7 з правого боку по ходу руху                    | карликовий лінзовий М23 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| У стику рамної рейки СП №13 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М25 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| У стику рамної рейки СП №17 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М27 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| У стику рамної рейки СП №21 з правого боку по ходу руху                   | карликовий лінзовий М29 | маневровий | червоний      |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| За 6 м від стику рамної рейки СП №23 з правого боку по ходу руху          | карликовий лінзовий М31 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| За 6 м від стику рамної рейки СП №19 з правого боку по ходу руху          | карликовий лінзовий М33 | маневровий | синій         |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |
| За 3,5 м від граничного стовпчика стрілки №21 з правого боку по ходу руху | карликовий лінзовий М35 | маневровий | червоний      |
|                                                                           |                         |            | місячно-білий |

Продовження таблиці 1.3

| 1                                                                       | 2                          | 3               | 4             |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|
| Парк Бункери                                                            |                            |                 |               |
| За 12.5м від стику рамної рейки стрілки №2 з правого боку по ходу руху  | щогловий<br>лінзовий<br>М2 | маневро-<br>вий | червоний      |
|                                                                         |                            |                 | місячно-білий |
| За 3.5м від граничного стовпчика стрілки №2 з правого боку по ходу руху | карликовий<br>лінзовий М4  | маневро-<br>вий | синій         |
|                                                                         |                            |                 | місячно-білий |
| За 3.5м від граничного стовпчика стрілки №4 з правого боку по ходу руху | карликовий<br>лінзовий М6  | маневро-<br>вий | синій         |
|                                                                         |                            |                 | місячно-білий |
| У створі зі світлофором М6 з правого боку по ходу руху                  | карликовий<br>лінзовий М8  | маневро-<br>вий | синій         |
|                                                                         |                            |                 | місячно-білий |

## 1.2 Технологія поїзної роботи на станції Аглофабрика

Як було зазначено вище, рух між станціями Підбіркова – Аглофабрика здійснюється маневровим порядком, черговий по станції відправлення по міжстанційному зв'язку запитує дозвіл на відправлення маневрового складу, вказуючи номер локомотиву і кількість вагонів. Диспетчер (черговий по станції) станції прийому дає згоду на прийом маневрового складу, вказуючи при цьому номер колії приймання і його вільність (зайнятість) від рухомого складу [4].

Постановка локомотива в поїздах, що обертаються на перегоні станція Південна - станція Аглофабрика - з боку станції Південна.

Перший по ходу руху вагон поїзду (або локомотив, що знаходиться в голові), що прибуває зі станції Південна на 2П, 3П, 4П колії парку Бункери, повинен зупинитися біля колони №1 бункерної естакади доменного цеху. Подальше пересування здійснюється маневровим порядком [4].

Про приймання поїзда на частково зайняту колію локомотиво-складацьку бригаду попереджає черговий по станції Аглофабрика по радіозв'язку.

У разі зайнятості колій 2П, 3П, 4П парку Бункери складач поїзду, що прибуває, погоджує подальші пересування з черговим поста Бункери.

Допускається відправлення на станцію Південна і станцію Підбіркова з парку Бункери поїздів, в яких знаходяться вивантажені і очищені хопери з незакритими кришками люків, при цьому поїзд ведеться з особливою пильністю і швидкістю не більше 10 км/год, крім мінераловозів, які перевозяться як вагони з негабаритним навантаженням відповідно до «Інструкції про правила навантаження, кріплення, вивантаження і перевезення вантажів на залізничному транспорті ПАТ «Запоріжсталь». Допускається перевезення таких вагонів після огляду їх оглядачем вагонів. При неможливості привести люки в закритий стан, після отримання наказу поїзного диспетчера, вагон перевозиться до місця закриття люків з особливою пильністю зі швидкістю не більше 5 км/год окремим локомотивом з контролем за габаритами з обох сторін складу [4,6].

Прийом поїзда на прийомні бункера палива здійснюється на колію 5П. Кількість вагонів у складі повинна забезпечувати його установку за світлофором Н5.

Подальша подача вагонів в будівлю приймальних бункерів проводиться відповідно до вимог міжцехової інструкції [4,6].

Перед прийманням поїзда вагонами вперед зі станції Південна на колію 2П парку Бункери черговий по станції Аглофабрика зобов'язаний перевірити на колії наявність спарених башмаків за останнім бункером ДП-5 (при відсутності локомотива з боку станції Підбіркова).

Допускається подача зі станції Південна на станцію Аглофабрика (і в зворотному напрямку) не більше 8 вагонів, не обладнаних гальмами [4].

При збільшенні кількості вагонів, необхідно при тепловозі ставити гальмівні завантажені вагони для включення в гальмівну систему поїзда в співвідношенні 1 гальмівний на 4 негальмівних. Аналогічний порядок перевезення інших негальмівних вагонів з неповним вивантаженням.

Дозволяється прийом поїздів зі станції Південна для вивантаження по колії 4П, при зайнятості ділянок 13/15СП і 17/19СП за маневровими сигналами вхідних світлофорів ЧА1 і ЧА2 до маневрового світлофора М5, що знаходиться перед гостряками СП№5, а після звільнення цих ділянок від рухомого складу подальший рух на колію 4П маневровим порядком [4].

У зв'язку з обмеженою видимістю світлофора Н4 (вихідний з колії №4П) - машиніст повинен перед світлофором зупиняти состав і переконуватися в його показанні [4].

Процеси приймання-відправлення маневрових составів з боку станції Підбіркова суттєво не впливають на процес перевезення гарячого агломерату.

Організація приймання-відправлення поїздів з боку станції Південна планується черговим по станції Аглофабрика таким чином, щоб забезпечити першочерговість перевезення гарячого агломерату. Незначні затримки, обумовлені випадковими факторами, наприклад, у випадку зменшення швидкості руху поїзду через наявність людей поблизу колії та ін.

### 1.3 Технологія маневрової роботи на станції Аглофабрика

На станції Аглофабрика виділяються [4] чотири маневрових райони (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Маневрові райони станції Аглофабрика

| Район роботи                                      | Хто дає вказівки на виконання маневрової роботи |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Район № 1 - колії № 1, 2, 4, 1-А, 2-А, 3-А)       | Відповідальний працівник аглоцеха               |
| Район № 2 - парк Нові бункера                     | Черговий по станції Аглофабрика                 |
| Район № 3 - непарна горловина станція Аглофабрика | Черговий по станції Аглофабрика                 |
| Район № 4 - парна горловина парку Бункери         | Черговий по станції Аглофабрика                 |

Характеристика маневрових районів та функції маневрових локомотивів, які їх обслуговують, наведені у таблиці 1.5 [4].

Черговий по станції Аглофабрика в процесі роботи контролює наявність і правильну установку спарених гальмових башмаків по 2П, 3П коліях парку Бункери через локомотиво-складацькі бригади, що працюють в цьому районі [4].

Під час вивантаження вагонів на бункерах ДЦ з виходом вагонів за межу останнього бункера ДП-5 в сторону станції Підбіркової по 2П, 3П, 4П коліях, локомотив повинен знаходитися з боку станції Підбіркова.

Таблиця 1.5 - Характеристика маневрових районів та функції локомотивів

| Район роботи                                                     | Що служить витяжкою і її межі                            | Основний характер роботи                               | Серії локомотивів | Хто є керівником маневрів, його місце-знаходження                 |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Район № 1<br>колії 1, 2,<br>1-А, 2-А, 3-<br>А                    | витяжної<br>тупик 4 від<br>стрілки №6<br>до упору        | підтяжка,<br>переважування,<br>перестановка<br>вагонів | ТГМ-4<br>ТЕМ-2    | Вантажник-<br>кантувальник                                        |
| Район № 2<br>парк Нові<br>бункера - 5,<br>6 колії                | Колія 5П від<br>світлофора<br>М29 до<br>світлофора<br>Н5 | обслуговування<br>прийомних<br>бункерів<br>палива      | ТЕМ-2<br>ТГМ-4    | Помічник<br>машиніста-<br>складач,<br>вантажник -<br>кантувальник |
| Район № 3<br>непарна<br>горловина<br>станції<br>Агло-<br>фабрика | Колія №3 від<br>світлофора<br>М9 до<br>стрілки № 16      | перестановка<br>вагонів                                | ТЕМ-2<br>ТГМ-4    |                                                                   |
| Район № 4<br>парна<br>горловина<br>поста<br>Бункери              | З'єднувальна<br>колія<br>Аглофабрика<br>- Підбіркова     | перестановка<br>вагонів                                | ТЕМ-2<br>ТГМ-4    |                                                                   |

При вивантаженні хоперів двома локомотивами план маневрової роботи або роботи по підготовці складу до відправлення, помічники машиністів - укладачі повинні погоджувати між собою.

#### **1.4 Технологія робіт при перевезенні гарячого агломерату**

Дозволяється перебування за фронтом навантаження з боку стрілки №11 одночасно на коліях №1 і №2 по шість аглохоперів, якщо на ділянці цієї колії, де не проводиться завантаження агломерату, вагони знаходяться в межах колії і закріплені гальмовими башмаками.

За існуючою технологією навантаження аглохоперів - довжина маневрового складу перевищує корисну довжину колії. При необхідності осаджування в сторону стрілки №11 маневрового составу, що знаходиться під навантаженням агломерату на коліях №1 або №2, для завантаження середньої частини аглохоперів, при умові, що за фронтом навантаження знаходиться шість аглохоперів, машиніст тепловозу повинен отримати від чергового по станції Аглофабрика дозвіл на осаджування. Перед дачею дозволу на осаджування маневрового складу, черговий по станції Аглофабрика зобов'язаний перевести стрілку №11 у напрямку колії, з якої виробляється осаджування і відкрити відповідний світлофор (М17 або М19) на дозволяюче показання.

При осаджуванні завантаженої агловертушки з 6-ти хоперів на колію 3-А, дозволяється вантажнику-кантувальнику перебувати у граничного стовпчика стрілки №10 з боку перегону станція Південна - станція Аглофабрика.

У разі перекриття руху по колії 3П парку Бункери та необхідності перестановки агловертушки з колії 4П на колію 3П, з боку станції Підбіркової виділяється додатковий локомотив [6].

Для запобігання виходу вагонів в бік станції Південна з 6-ї колії парку Нові бункера під час виконання вантажних операцій, після закріплення вагонів по фронту вивантаження і відчеплення локомотива, перед закріпленою групою вагонів по 6-й колії з боку стрілки №9 помічником машиніста – складачем поїздів укладаються спарені гальмові башмаки.

Для запобігання відходу трансферкару з колії 3П парку Бункери в сторону станції Підбіркова, на час, коли зняті тупикові упори, після виїзду агловертушки з колії 3П вантажник-кантувальник укладає спарені гальмові башмаки по колії 3П з боку станції Підбіркова за останнім бункером ДП-5, він же здійснює прибирання спарених гальмових башмаків перед подачею агловертушки на колію 3П з боку станції Підбіркова [4,6].

Під час руху маневрового составу по колії 4П вагонами вперед, помічник машиніста-складач супроводжує состав по пішохідному містку між коліями 3П і 4П. При наявності на першому по ходу руху вагоні перехідного майданчика дозволяється проїзд складача на цьому майданчику.

Забороняється залишати без причепленого локомотива закріплені гальмовими башмаками вагони далі, ніж останній бункер ДП-5 з боку станції Підбіркова.

Для точної установки аглохоперів під вантажними пристроями під час навантаження і точної установки аглохоперів на ваговій платформі при зважуванні - на міжколії з боку машиніста тепловозу є мітки - смуги гуми (стрічки), укладені перпендикулярно осі колії [4,6].

Під час руху агловертушки (завантаженої або порожньої) по колії 3П локомотивом вперед вантажнику-кантувальнику дозволяється перебувати в кабіні тепловоза або йти по пішохідному містку між коліями 2П і 3П.

## **1.5 Технологія транспортного обслуговування пункту навантаження агломерату**

Перед подачею під навантаження порожніх аглохоперів на 1 або 2 колію станції Аглофабрика вантажник з вивантаження гарячого агломерату з правами складача (далі по тексті - вантажник) зобов'язаний переконатися в тому, що всі розвантажувальні люки закриті (зуб фіксатора надійно зчеплений з храповиком на валу) [4,6].

Подачу, прибирання і підтяжку аглохоперів під аглострічками по коліях №1 і №2 виробляє вантажник за дозволяючим показанням в'їзних світлофорів або усним дозволом дозувальника аглоцеху (переданому по гучномовному зв'язку або особисто), який зобов'язаний перевірити правильність їх завантаження. Навантаження хоперів агломератом проводиться в три конуси вздовж вагону (спочатку – середній). Навантаження вище бортів і на одну сторону кузова вагону заборонене [4,6].

Перед включенням в'їзного світлофора на дозволяюче показання або дачею усного дозволу дозувальник аглоцеху зобов'язаний:

- перевірити габарити під аглострічками на коліях;
- прибрати людей і механізми із зони маневрів;
- завантажувальні жолоби перевести на суміжну колію, або виставити в горизонтальне положення.

При подачі та прибирання хоперів вантажник знаходиться у торця будівлі навантаження агломерату збоку колії і подає сигнали машиністу тепловоза згідно вказівок дозувальника [4,6].

Дозувальник, після навантаження аглохоперів, зобов'язаний перевести завантажувальні жолоби на суміжну колію, жолоби повинні працювати в човниковому режимі. Навантаження порожніх аглохоперів, які встановлені

по фронту навантаження, здійснюється за командою вантажника, яку він подає по гучномовному зв'язку.

У разі несправності гучномовного зв'язку вантажник подає дозувальнику ручний сигнал рухом вертикально піднятою руки над головою:

- вдень - з прапорцем жовтого кольору;
- вночі - з ліхтарем, який світить білим вогнем.

Закріплення аглохопперів на фронтах навантаження гальмівними башмаками здійснює вантажник.

При завантаженні в один або кілька хоперів погано спеченого агломерату, наявність в ньому не спеченої шихти (наприклад, після першого запуску агломашины після ремонту, або у разі порушення технології) майстер з виробництва агломерату попереджає про це начальника зміни, диспетчера аглоцеха, вантажника і чергового по станції Аглофабрика, бригадира бункерів доменного цеху і бригадира зміни ВТК ділянки агломераційного і доменного цехів, проводить запис про подачу під вивантаження даного хопера (хоперів) по фронту залізрудного концентрату на 4-й консольній колії парку Бункери станції Аглофабрика [4,6].

Даний хопер (хопера) з недопеченою шихтою вивантажуються по команді і під контролем начальника зміни аглоцеха, змінного майстра спікального відділення або старшого агломератника. Відповідальність за безпечне транспортування до місця розвантаження покладено на працівників аглоцеха.

У разі навантаження у хопер негабаритного матеріалу, сторонніх предметів і неможливості їх вивантаження через розвантажувальні люки хопера, розвантаження цього хопера проводиться тільки на ДП-2 або ДП-5, де приймальні бункери агломерату перекриті решітками [4,6].

Прибирання просипу агломерату на містках, в разі випадання агломерату через відкриті розвантажувальні люки хопера, проводиться працівниками агломераційного цеху за нарядом-допуском, виданим

доменним цехом. Виділення працівників агломераційного цеху здійснюється за командою диспетчера комбінату, при цьому забезпечення безпечних умов праці покладається на старшого змінного майстра доменних печей. При необхідності, для недопущення простою доменних печей, за вказівкою старшого змінного майстра доменних печей, аварійне транспортування агломерату проводиться по 4-й консольній колії [4,6].

У разі зупинки агломашин через відсутність порожніх хоперів, з причини тривалого розвантаження хоперів з негабаритним вантажем, черговий парку Бункери зобов'язаний скласти акт про простій агловертушки, із зазначенням причини та часу простою і підписати його у начальників змін агломераційного і доменного цехів.

Залізничні колії №1, №2 та №3 очищаються від просипів агломерату, зазвичай, в денний час. При очищенні колій плугом, з'єднання рукавів повітряної магістралі плуга з хоперами і передачу сигналів від машиніста плуга машиністу тепловоза здійснює вантажник [4,6].

При очищенні колій вантажник знаходиться у торця будівлі навантаження агломерату з боку станції Аглофабрика.

Місце стоянки плуга - на колії №2-а станції Аглофабрика. Закріплення плуга гальмівними башмаками здійснює вантажник.

## **1.6 Технологія транспортного обслуговування пункту вивантаження агломерату**

Для доменних печей, де аглобункери перекриті ґратами, вивантажується агломерат з тих агломашин, на яких встановлені дробарки. При відправленні на бункери під вивантаження 12-ти аглохоперів – ближче

до ДП-5 вивантажуються перші від локомотива вагони, а надалі – наступні вагони, в залежності від стану фронту вивантаження [4,6].

При роботі вантажників штатом 3 людини робота розподіляється наступним чином:

- один вантажник зайнятий на підтяжці і переважуванні аглохоперів;
- другий - на розвантаженні навантаженої вертушки і подачі її під навантаження;
- третій - на пропуску агломерату крізь решітки та очищенні містків, закріплених за зміною.

При роботі вантажників скороченим штатом (2 людини) робота розподіляється наступним чином [4,6]:

- один вантажник зайнятий на підтяжці і переважуванні аглохоперів;
- другий - на розвантаженні навантаженої вертушки і подачі її під навантаження.

Пропуск агломерату і очищення містків виконується в такому випадку вантажниками ділянки вивантаження і очищення вагонів за заявкою чергового по станції Аглофабрика.

Відправлення завантаженої агловертушки на 3-ю колію бункерів під вивантаження здійснює після отримання черговим по станції Аглофабрика дозволу чергового поста Бункери. Перед дачею дозволу на відправлення агловертушки, черговий поста Бункери погоджує порядок вивантаження агловертушки і роботу рудного трансферкара з бригадиром бункерів доменного цеху [4,6].

Вивантаження агломерату з вертушок проводиться по 3-й колії бункерів. У випадку ускладнень з вивантаженням агломерату (відсутність фронту вивантаження або з інших причин) тепловоз (при необхідності) повинен бути відчеплений від вертушки і перебувати над одним з «холодних» бункерів або на перехідному містку, які є на кожній печі.

Закріплення складу гальмівними башмаками (по одному з кожного боку) виробляє вантажник з розвантаження гарячого агломерату до відчеплення локомотива.

Бригадир бункерів доменного цеху зобов'язаний так планувати вивантаження вертушки, щоб стоянка тепловоза над щойно завантаженим агломератом бункерами виключалася. Забороняється стоянка тепловоза над бункером з вивантаженим агломератом більше п'яти хвилин [6].

Забороняється рух агловертушки по колії № 3 при наявності вивантаженого агломерату вище решіток бункерів.

Забороняється вантажникові перебувати по колії № 3 з боку тролей трансферкару, крім випадків необхідності пропуску агломерату. Тролеї по фронту пропуску повинні мати спеціальні щити огороження, встановлені доменним цехом.

При наближенні до вантажника, зайнятого пропуском агломерату, машиніст трансферкару повинен подавати сигнал до тих пір, поки вантажник не видалиться на безпечну відстань.

Забороняється вантажникам пропускати агломерат з боку тролей, якщо по фронту вивантаження знаходиться РГП, про що негайно доповідатися черговому по станції Аглофабрика для прийняття рішення сумісно з бригадиром бункерів про черговість виконання робіт [6].

Рух трансферкару по колії № 3 допускається тільки при відсутності агловертушки на цій колії. Під час роботи по третій колії бункерів на трансферкарі повинен світити червоний вогонь ліхтаря, встановленого на кабіні. При під'їзді агловертушки машиніст трансферкара зобов'язаний прибрати трансферкара в район останнього бункера ДП-5. У граничного стовпчика стрілки № 4 постійно повинні бути встановлені спеціальні знімні тупикові упори для запобігання самовільного виходу трансферкара в сторону станції Підбіркова [6].

Забороняється з'єднуватися тепловозом з трансферкара і навпаки. У разі виходу з ладу трансферкара дозволяється аварійне транспортування його тепловозом за вказівкою бригадира бункерів.

При необхідності подачі вагонів на колію №3 з боку станції Підбіркова, черговий по станції Аглофабрика попереджає про це бригадира бункерів, який зобов'язаний прибрати трансферкара за перший бункер ДП-2 з боку установки ПВВ і зняти тупикові упори перед ДП-5, після чого повідомляє черговому по станції Аглофабрика і дозволяє рух составу.

З метою запобігання відходу трансферкару з колії № 3 на перегін станція Аглофабрика - станція Підбіркова, в період, коли зняті тупикові упори, після виїзду агловертушки з 3-ї колії, вантажник укладає спарені гальмові башмаки з боку станції Підбіркова в районі ДП-5. Він же проводить прибирання спарених гальмових башмаків перед подачею агловертушки на 3-ю колію бункерів з боку станції Підбіркова [6].

Після закінчення робіт і прибирання рухомого складу з колії №3 бригадир бункерів, після узгодження з черговим по станції Аглофабрика, зобов'язаний встановити тупикові упори на постійне місце і повідомити про це чергового по станції Аглофабрика.

У місцях вивантаження сировини з трансферкара по колії № 3 відповідальність за наявність габаритів на колії покладається на машиніста трансферкару і бригадира бункерів [6].

### **1.7 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження**

В аналітичній частині був виконаний аналіз транспортної технології доставки гарячого агломерату та були виявлені наступні недоліки:

- інтенсивність виробництва агломерату аглоцехом не завжди узгоджується з відповідними параметрами роботи доменного цеху;
- при виробництві агломерату, агломераційний цех спирається на планові виробничі показники, та, при несвоєчасному реагуванні на оперативну ситуацію зі споживанням агломерату доменним цехом, може суттєво ускладнити роботу залізничного транспорту через неузгодження за часом ланки виробництво – споживання;
- вирішуючи власні проблеми із організацією перевезень, залізничний транспорт вимушений вирішувати проблеми, обумовлені неузгодженістю роботи доменного та агломераційного цехів (особливо, у випадках, коли агломерат в вагонах неможливо вивантажити, оскільки приймальні бункери заповнені або приймальні бункери пусті, а агломерат ще не завантажений у вагони).

Необхідно виконати дослідження транспортно-технологічних процесів на ланці аглоцех – доменний цех технологічного ланцюга виробництва металургійного підприємства.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоку агломерату з використанням математичної статистики й ЕОМ

В якості вихідних даних для досліджень використано інформацію щодо моментів закінчення зважування составів з гарячим агломератом.

Форма вихідних даних представлена на рисунку 2.1.

| Время<br>перевески | Машина N1 |      | Машина N2 |      | Машина N3 |      | Машина N4 |      | Машина N5 |      | Машина N6 |      | Итого<br>тонн |
|--------------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|---------------|
|                    | Nхоп      | тонн | Nхоп      | тонн | Nхоп      | тонн | Nхоп      | тонн | Nхоп      | тонн | Nхоп      | тонн |               |
| 15-33              | 1592      | 52.5 | 1485      | 57.2 | 1587      | 51.5 | 1565      |      | 1471      | 61.3 | 1564      | 52.5 | 275.          |
| 15-59              | 1560      | 53.8 | 1545      | 54.8 | 1321      | 53.2 | 1567      |      | 1491      | 58.1 | 1315      | 46.0 | 265.          |
| 16-26              | 1300      | 58.5 | 1314      | 56.9 | 1550      | 58.5 | 1547      |      | 1503      | 60.5 | 1537      | 51.5 | 285.          |
| 16-53              | 1522      | 54.8 | 1328      | 55.3 | 1369      | 56.6 | 1318      |      | 1468      | 57.9 | 1595      | 49.2 | 273.          |
| 17-18              | 1560      | 52.2 | 1545      | 55.3 | 1321      | 55.8 | 1567      |      | 1491      | 56.2 | 1315      | 51.8 | 271.          |
| 17-45              | 1592      | 53.4 | 1485      | 58.8 | 1587      | 39.4 | 1565      |      | 1471      | 59.2 | 1564      | 52.4 | 263.          |
| 18-12              | 1522      | 51.2 | 1328      | 55.4 | 1369      | 48.7 | 1318      |      | 1468      | 56.0 | 1595      | 51.5 | 262.          |
| 18-38              | 1300      | 55.2 | 1314      | 57.0 | 1550      | 41.4 | 1547      |      | 1503      | 57.0 | 1537      | 52.3 | 262.          |
| 19-04              | 1592      | 48.6 | 1485      | 50.8 | 1587      | 48.7 | 1565      |      | 1471      | 60.4 | 1564      | 51.3 | 259.          |
| 19-30              | 1560      | 55.4 | 1545      | 53.1 | 1321      | 51.6 | 1567      |      | 1491      | 59.7 | 1315      | 50.3 | 270.          |
| 19-57              | 1522      | 57.2 | 1328      | 55.6 | 1369      | 53.1 | 1318      |      | 1468      | 58.2 | 1595      | 49.3 | 273.          |
| 20-22              | 1592      | 56.4 | 1485      | 57.0 | 1587      | 50.4 | 1565      |      | 1471      | 58.6 | 1564      | 52.2 | 274.          |
| 20-50              | 1300      | 60.5 | 1314      | 58.8 | 1550      | 52.8 | 1547      |      | 1503      | 55.3 | 1537      | 51.4 | 278.          |
| 21-16              | 1522      | 58.5 | 1328      | 57.5 | 1369      | 46.1 | 1318      |      | 1468      | 57.2 | 1595      | 51.6 | 270.          |
| 21-42              | 1560      | 58.5 | 1545      | 55.2 | 1321      | 51.2 | 1567      |      | 1491      | 52.6 | 1315      | 49.3 | 266.          |
| 22-08              | 1300      | 59.2 | 1314      | 58.1 | 1550      | 48.4 | 1547      |      | 1503      | 51.4 | 1537      | 47.5 | 264.          |
| 22-28              | 1323      | 40.5 | 1538      | 53.3 | 1460      | 41.8 | 1577      |      | 1373      | 41.1 | 1308      | 42.6 | 219.          |
| 22-51              | 1592      | 58.1 | 1485      | 56.3 | 1587      | 53.2 | 1565      |      | 1471      | 54.3 | 1564      | 52.7 | 274.          |
| ПроизвЗаСм         | 984.5     |      | 1006.4    |      | 902.4     |      |           |      | 1015.0    |      | 905.4     |      | 4813.         |
| КорНаНачСм         |           |      | 10.0      |      | 20.0      |      |           |      | 10.0      |      | 10.0      |      | 50.           |
| КорНаКонСм         | 20.0      |      | 20.0      |      | 20.0      |      |           |      | 20.0      |      | 25.0      |      | 105.          |
| Всего ЗаСм         | 1004.5    |      | 1036.4    |      | 942.4     |      |           |      | 1045.0    |      | 940.4     |      | 4968.         |
| С НачСуток         | 2876.9    |      | 3019.9    |      | 2931.0    |      | 627.7     |      | 1856.8    |      | 2816.9    |      | 14129.        |

Рисунок 2.1 – Форма вихідних даних для аналізу

З вихідних даних була сформована вибірка розміром 51 спостережень моментів часу зважування вагонів. Зважування аглохперів відбувається одразу після закінчення навантаження, оскільки поруч із будівлею аглоцеху знаходиться вагова, на виїзді з вантажного фронту.

Статистичний ряд спостережень виглядає наступним чином (таблиця 2.1):

Таблиця 2.1 – Статистичний ряд спостережень

| Номер спостереження | Значення, хв. | Номер спостереження | Значення, хв. | Номер спостереження | Значення, хв. |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
| 1                   | 26            | 21                  | 27            | 41                  | 25            |
| 2                   | 27            | 22                  | 26            | 42                  | 27            |
| 3                   | 27            | 23                  | 27            | 43                  | 25            |
| 4                   | 25            | 24                  | 26            | 44                  | 27            |
| 5                   | 27            | 25                  | 27            | 45                  | 25            |
| 6                   | 27            | 26                  | 26            | 46                  | 27            |
| 7                   | 26            | 27                  | 26            | 47                  | 26            |
| 8                   | 26            | 28                  | 26            | 48                  | 25            |
| 9                   | 26            | 29                  | 26            | 49                  | 19            |
| 10                  | 27            | 30                  | 27            | 50                  | 27            |
| 11                  | 25            | 31                  | 25            | 51                  | 26            |
| 12                  | 28            | 32                  | 19            |                     |               |
| 13                  | 26            | 33                  | 26            |                     |               |
| 14                  | 26            | 34                  | 25            |                     |               |
| 15                  | 26            | 35                  | 29            |                     |               |
| 16                  | 20            | 36                  | 28            |                     |               |
| 17                  | 23            | 37                  | 28            |                     |               |
| 18                  | 26            | 38                  | 27            |                     |               |
| 19                  | 26            | 39                  | 26            |                     |               |
| 20                  | 27            | 40                  | 26            |                     |               |



Інтервал групування розраховується за формулою [7]:

$$I_{gp} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k}, \quad (2.2)$$

де  $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення випадкової величини, взяті з варіаційного ряду.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.2):

$$I_{gp} = (29 - 19)/6 = 1,7.$$

4. Подальша обробка представлена в таблиці 2.1 та слайді графічної частини.

Таблиця 2.2 – Обробка варіаційного ряду агломерату

| Інтервал<br>значень<br>$N_k$ | Сере-<br>дина<br>інтер-<br>валу<br>$N_k$ | Кількість<br>спосте-<br>режень в<br>інтервалі<br>$n_k$ | Імовір-<br>ність<br>$P_k = \frac{n}{N}$ | Розрахункові дані |           |               |                         |
|------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------|-----------|---------------|-------------------------|
|                              |                                          |                                                        |                                         | $P_k N_k$         | $N_k - M$ | $(N_k - M)^2$ | $(N_k - M)^2 \cdot P_k$ |
| (19 - 20,7]                  | 19,85                                    | 3                                                      | 0,059                                   | 1,17115           | -6,15     | 37,82         | 2,23                    |
| (20,7 - 22,4]                | 21,55                                    | 0                                                      | 0                                       | 0                 | -4,45     | 19,8          | 0                       |
| (22,4 - 24,1]                | 23,25                                    | 1                                                      | 0,02                                    | 0,465             | -2,75     | 7,56          | 0,15                    |
| (24,1 - 25,8]                | 24,95                                    | 8                                                      | 0,157                                   | 3,91715           | -1,05     | 1,1           | 0,17                    |
| (25,8 - 27,5]                | 26,65                                    | 35                                                     | 0,686                                   | 18,2819           | 0,65      | 0,42          | 0,29                    |
| (27,5 - 29,2]                | 28,35                                    | 4                                                      | 0,078                                   | 2,2113            | 2,35      | 5,52          | 0,43                    |
|                              |                                          | $N=51$                                                 | 1                                       | $M=26$            |           |               | $D=3,27$                |

Визначаємо коефіцієнт варіації, що характеризує відхилення випадкової величини.

Коефіцієнт варіації добового вагонопотоку визначаємо за наступною формулою [7]:

$$v = \frac{\sqrt{D}}{\overline{M}}, \quad (2.3)$$

де  $D$  – дисперсія випадкової величини;

$\overline{M}$  – математичне очікування.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.3):

$$v = \frac{\sqrt{3,27}}{26} \approx 0,07.$$

Стандартне відхилення становить  $\sqrt{3,27} \approx 1,8$ .

Коефіцієнт нерівномірності визначаємо за формулою [7]:

$$\kappa_n = 1 + v. \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.4):

$$\kappa_n = 1 + 0,07 = 1,07.$$

Розрахункове значення інтервалу визначається за формулою [7]:

$$I_p = I_{сер} \kappa_n, \quad (2.5)$$

де  $I_{сер}$  – середній інтервал надходження составів з агломератом.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.5):

$$I_p = 26 \cdot 1,07 = 27,8 \text{ хв.}$$

В нашому випадку важливим статистичним показником є кількість випадків перевищення мінімальної розрахункової тривалості навантаження, визначеної на комбінаті «Запоріжсталь» - 20,14 хвилин на состав з 6 вагонів, або перевищення розрахункового максимального значення.

Для цього визначимо закон розподілу випадкової величини, використовуючи програму Statistica (рисунок 2.2).

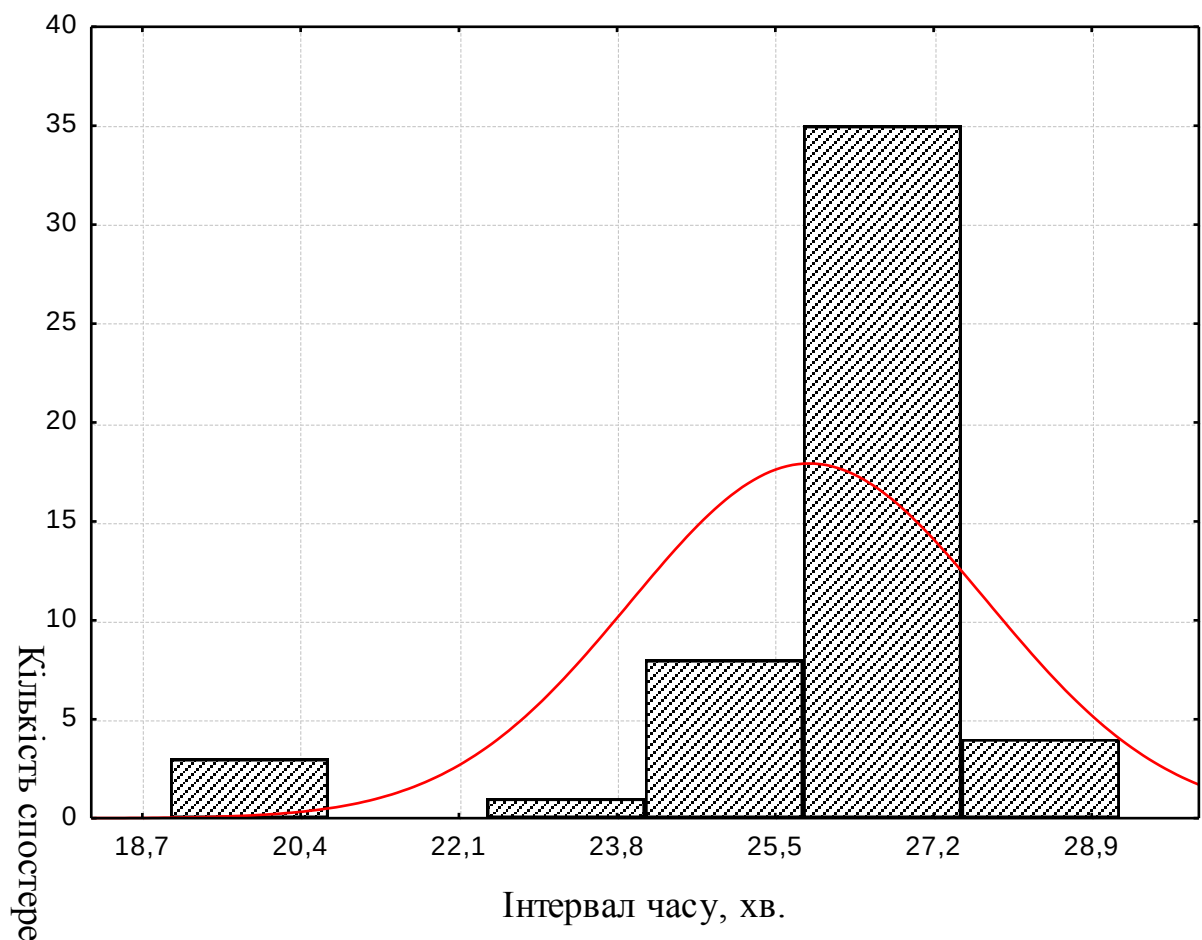


Рисунок 2.2 – Аналіз щільності розподілу випадкової величини (стовпчикова діаграма) на відповідність нормальному закону розподілу (графік)

З візуального аналізу графіку та стовпчикової діаграми емпіричних даних на рисунку 2.2 можна зробити висновок, що найбільше розподіл випадкової величини відповідає нормальному закону, але не настільки, щоб прийняти таку гіпотезу.

Для визначення ймовірності перевищення нормативного значення 20,14 хв. скористаємось таблицею 2.2 обробки варіаційного ряду.

За даними четвертої колонки ця ймовірність становить:  $P = 0,059 + 0,078 = 0,137$ . Тобто 13,7% відсотків составів завантажуються з відхиленнями від нормативних значень.

## **2.2 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної системи при нормальному режимі роботи**

Процес перевезення агломерату в значній мірі залежить від виробничих процесів. По суті, він є проміжним між процесами виробництва агломерату і чавуну. І найбільш нестабільним цей процес є у випадку, коли процес виробництва, і, відповідно, навантаження агломерату, прискорюється; а процес його споживання доменними печами, навпаки, уповільнюється. В такій ситуації можлива нестача вагонів для своєчасної постановки під чергове навантаження.

Колійний розвиток станції Аглофабрика невеликий, розширення його неможливе через щільну забудову, а обсяги маневрової і поїзної роботи значні. Тому вихід з ситуації за рахунок створення резерву вагонів та т. ін. неможливий.

У випадку стабільних процесів виробництва для перевезення необхідно три состави по 12 вагонів, що перевірено часом. Управлінським рішенням, яке може витримати розбіжності між виробництвом та споживанням

агломерату, є перехід на состави по 6 вагонів, але в цьому випадку транспорт працює в більш напруженому режимі, який не припускає ніяких помилок та затримок.

Останньою ланкою захисту аглоцеха від зупинки при затримках вивантаження агломерату на бункерах доменного цеху є можливість забезпечення вантажниками мінімально необхідних габаритів для руху составу, залишаючи частину вантажу над бункерними решітками. Для таких випадків необхідно додаткова кількість людей.

Крім того, особливістю роботи пункту навантаження, яка обумовлена технологічною безперервністю його процесів, є наявність колії, на якій знаходиться 6 вагонів, що завантажуються на протязі часу витягуванні вже завантажених вагонів і одночасному підтягуванні наступних порожніх аглохоперів. Це теж незначний резерв.

В ході роботи встановлено нормативи часу на виконання вантажних та транспортних операцій з составом у 12 завантажених вагонів, які наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи часу на виконання вантажних та транспортних операцій

| № з/п | Операція                                                     | Час, хв. |
|-------|--------------------------------------------------------------|----------|
| 1     | Відчеплення локомотива після подачі вагонів для навантаження | 1,60     |
| 2     | Переїзд тепловозу від СП11 за СП19                           | 1,50     |
| 3     | Очікування подачі завантаженого составу                      | 0,00     |
| 4     | Приготування маршруту (на колію 3а)                          | 0,30     |
| 5     | Переїзд тепловозу на колію 3а                                | 3,20     |
| 6     | Причеплення локомотиву                                       | 0,60     |

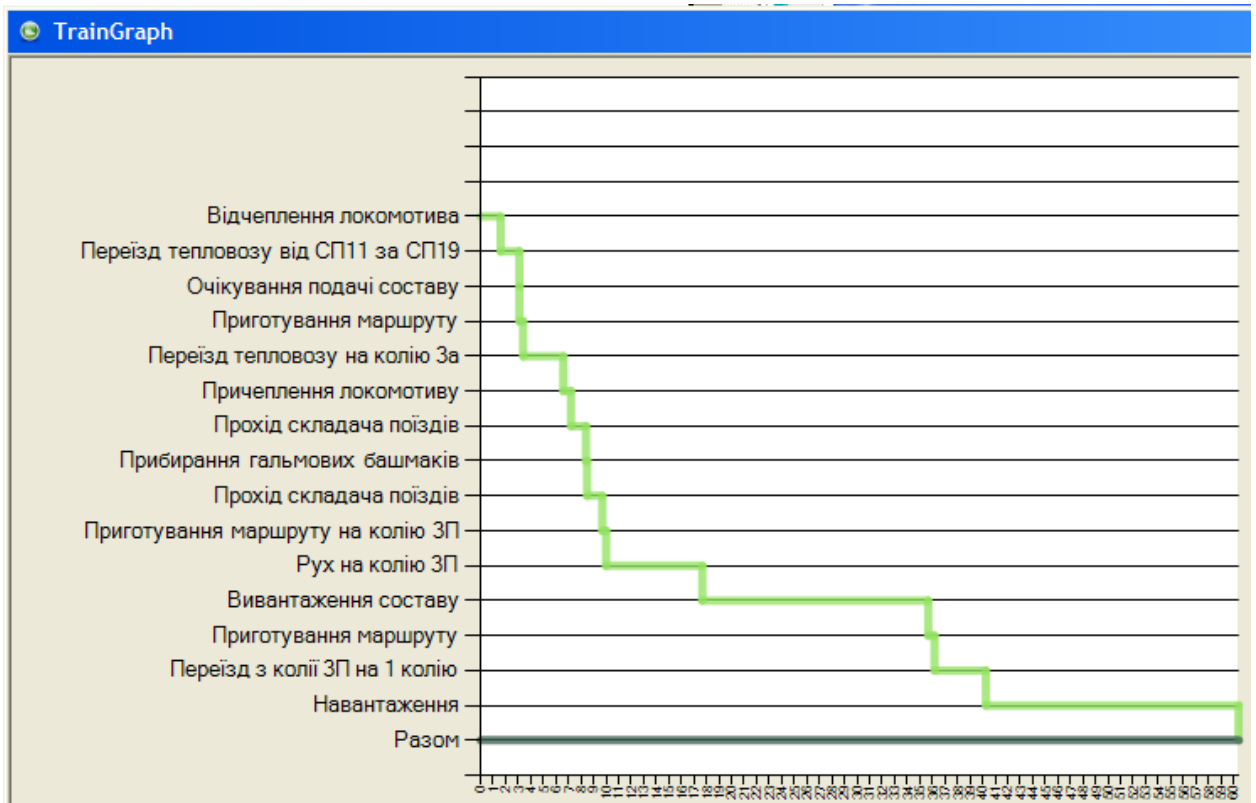
## Продовження таблиці 2.2

| № з/п | Операція                                                  | Час, хв. |
|-------|-----------------------------------------------------------|----------|
| 7     | Прохід складача поїздів для прибирання гальмових башмаків | 1,20     |
| 8     | Прибирання складачем поїздів гальмових башмаків           | 0,10     |
| 9     | Прохід складача поїздів до локомотиву                     | 1,20     |
| 10    | Приготування маршруту на колію 3П                         | 0,30     |
| 11    | Рух на колію 3П                                           | 7,67     |
| 12    | Вивантаження составу                                      | 18,00    |
| 13    | Приготування маршруту з колії 3П на 1 колію (аглофабрики) | 0,50     |
| 14    | Переїзд з колії 3П на 1 колію аглофабрики                 | 4,11     |
| 15    | Загальний час                                             | 40,28    |
| 16    | Навантаження, мінімальний розрахунковий час (1 состав)    | 20,14    |
| 17    | Навантаження, мінімальний розрахунковий час (2 состави)   | 40,28    |

У випадку роботи меншої кількості агломашин, термін виконання вантажних операцій скорочується та становить:

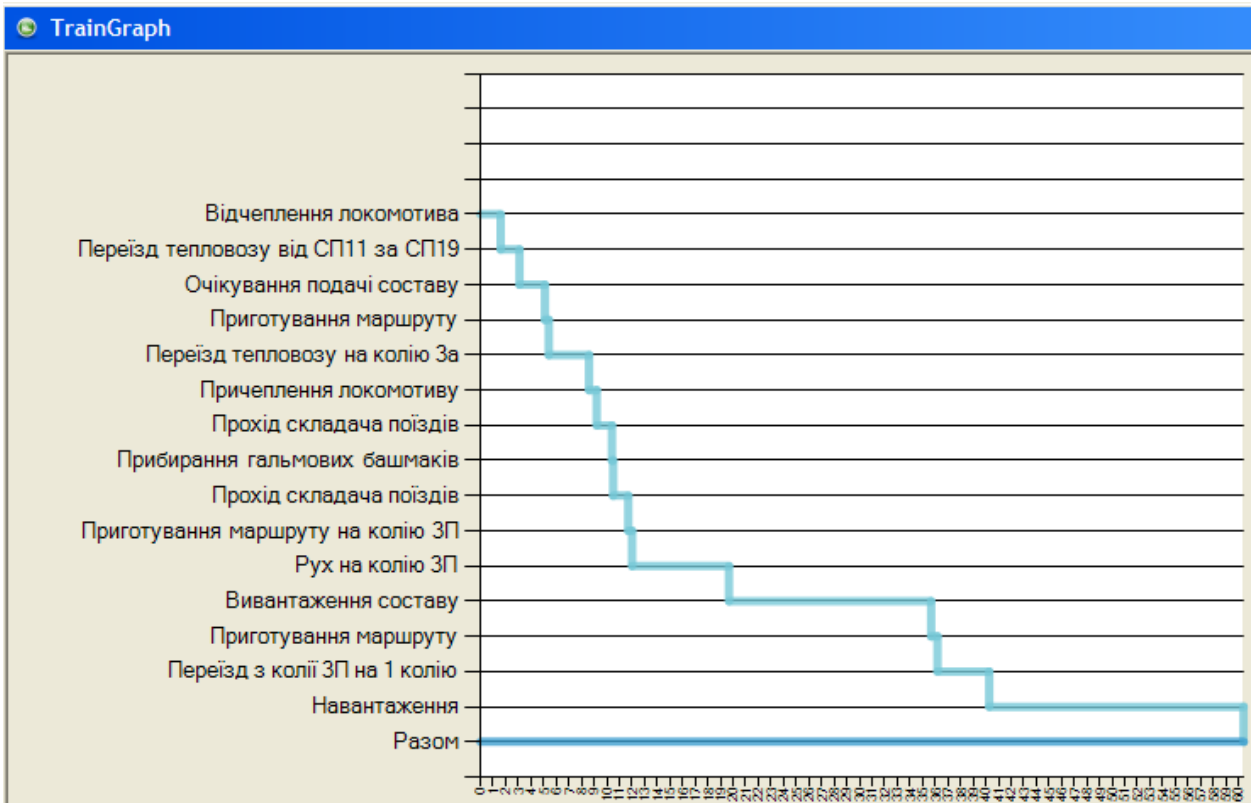
- для 3-х агломашин – 12 хвилин (час очікування подачі завантаженого составу становитиме, відповідно 6 хвилин);
- для 4-х агломашин – 14 хвилин (час очікування подачі завантаженого составу становитиме, відповідно 4 хвилини);
- для 5-х агломашин – 16 хвилин (час очікування подачі завантаженого составу становитиме, відповідно 2 хвилини).

Побудуємо графіки роботи транспорту за допомогою програми TrainGraph, яка розроблена на кафедрі «Транспортні технології» (рисунки 2.3-2.6).



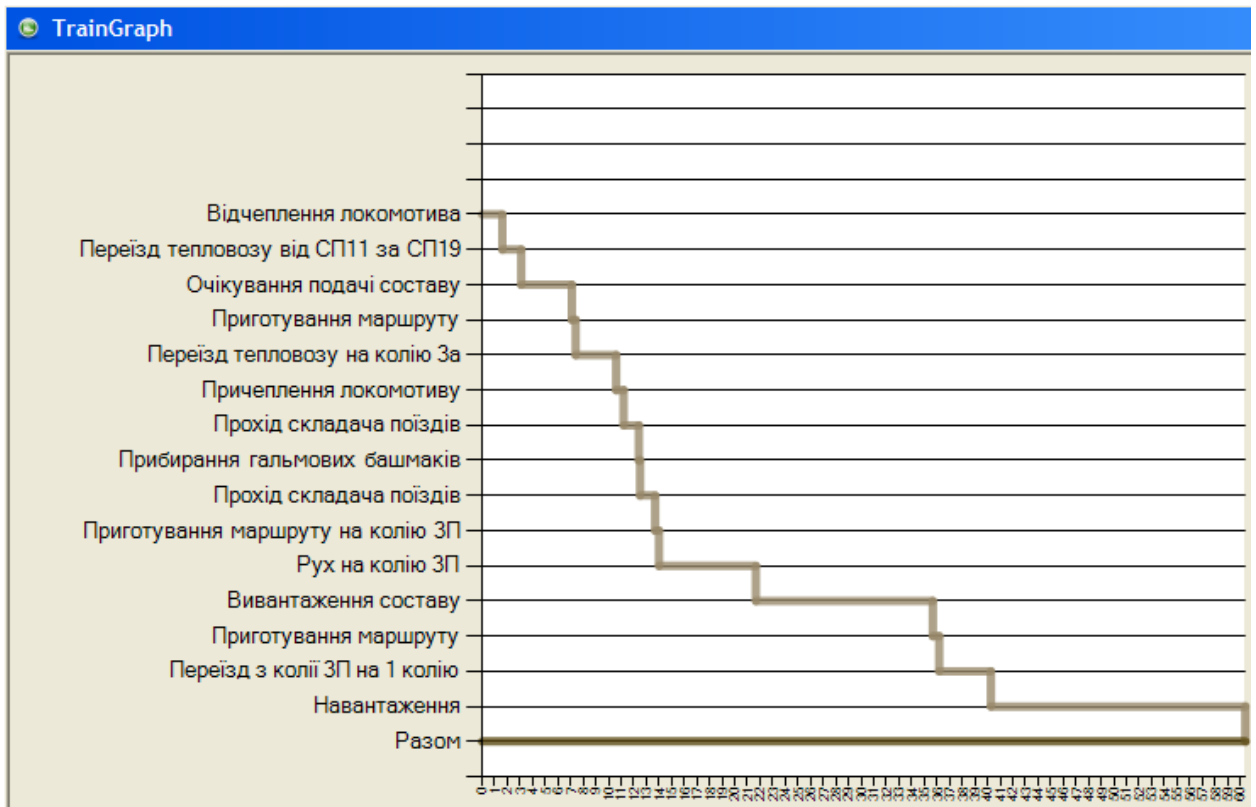
Час, хв.

Рисунок 2.3 - Графік роботи транспорту при 6-ти агломашинах



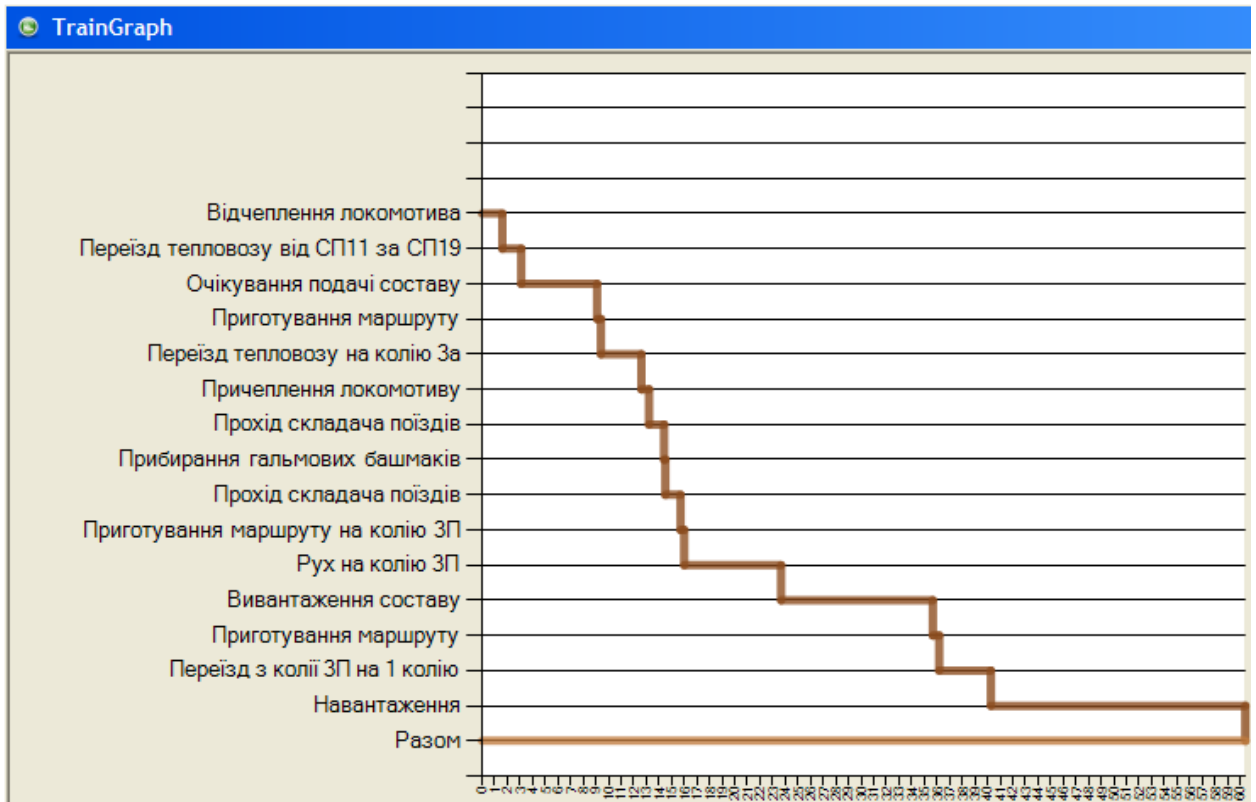
Час, хв.

Рисунок 2.4 - Графік роботи транспорту при 5-ти агломашинах



Час, хв.

Рисунок 2.5 - Графік роботи транспорту при 4-х агломашинах



Час, хв.

Рисунок 2.6 - Графік роботи транспорту при 3-х агломашинах

На рисунку 2.7 наведено схему колійного розвитку станції Аглофабрика. Поки що нами розглянута робота одного з локомотивів, який забезпечує вивантаження агломерату та подачу вагонів під чергове навантаження.

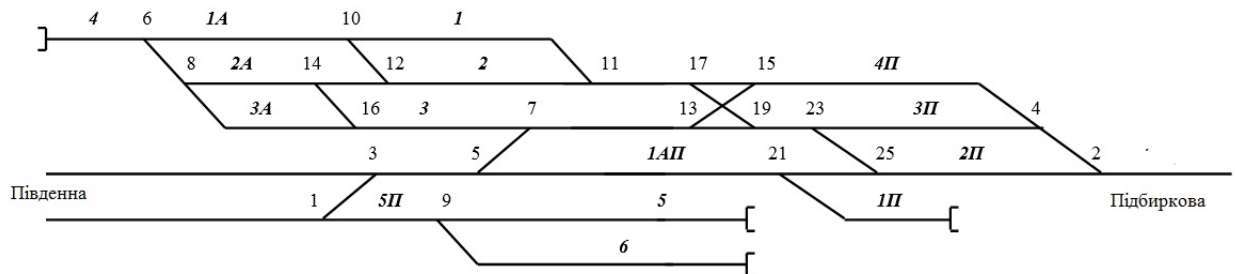


Рисунок 2.7 – Схема колійного розвитку станції Аглофабрика

Схема роботи локомотива 1 наведена на рисунку 2.8.

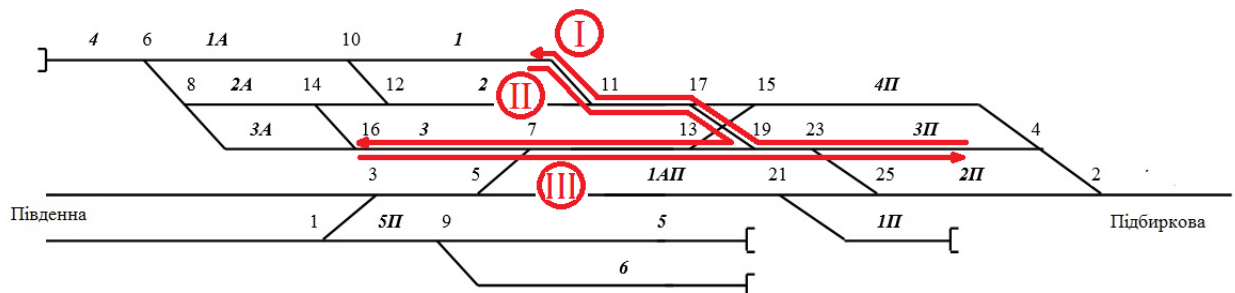


Рисунок 2.8 – Схема роботи локомотива 1

На рисунку 2.8 позначені операції з постановки порожніх вагонів до фронту навантаження I, заїзду під навантажені вагони II та руху до фронту вивантаження III.

Робота другого локомотиву не має таких технологічних проблем. Його функціями є витягування завантажених вагонів з колії 1 та їх зважування з рухом локомотивом уперед на колію 4 (I) й подальша перестановка з колії 4 на колію 3А (II) для передачі першому локомотиву з поверненням (III) до колії 1 (рисунок 2.9).

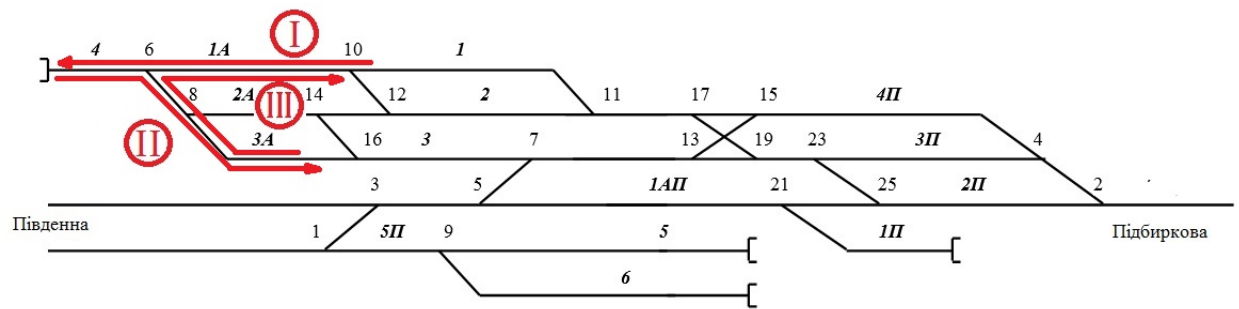


Рисунок 2.9 – Схема роботи локомотива 2

Представимо транспортно-технологічні процеси у вигляді графіка на рисунку 2.10.

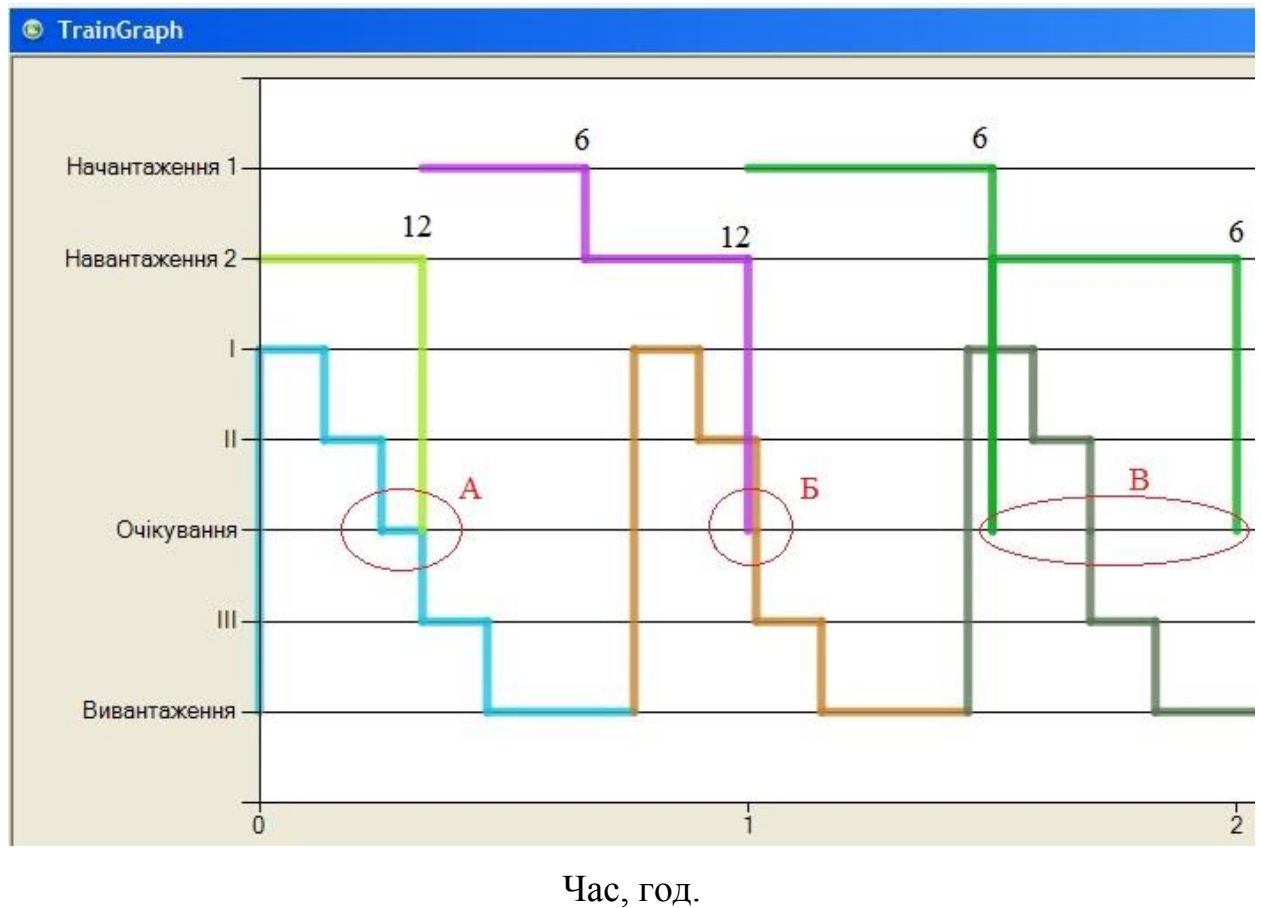


Рисунок 2.10 – Аналіз процесу зміни технології перевезень агломерату

На рисунку 2.10 по осі ординат позначені технологічні операції навантаження, вивантаження очікування та переміщення локомотиву у відповідності до схеми на рисунку 2.8.

Лініями обведено три ситуації.

Ситуація А – нормальний режим роботи, локомотив, після 5-ти хвилин очікування забирає завантажений состав із 12 вагонів та здійснює їх вивантаження.

Ситуація Б – нормальний режим роботи, тривалість навантаження партій по 6 вагонів складає 20 хвилин, локомотив забирає їх обидві (12 вагонів) для вивантаження, без очікування.

Ситуація В – ускладнений режим роботи, через збільшення тривалості навантаження до 30 хвилин на партію вагонів, локомотив змушений забирати лише 6 вагонів. Це призведе у подальшому до більш частого руху локомотиву та збільшення обсягів перевезень за рахунок необхідності переміщення самого локомотива. Слід відмітити, що за умов роботи промислового транспорту, які не характерні для магістрального залізничного транспорту, вага локомотиву у складі маневрових составів становить близько 20%. Тобто й його переміщення має значну вартість, особливо, враховуючи цілодобовий практично безупинний рух.

З огляду на результати статистичного аналізу, можна зробити висновок щодо нераціонального стану організації перевезень через виробничі фактори.

Повна витрата палива за поїздки визначається виразом [8]:

$$E_m = \int_0^t G dt, \quad (2.6)$$

де  $G$  - миттєве значення витрати палива за відповідним режимом роботи, кг/хв.;

$t$  - час руху поїзда, хв.

Для розрахунку витрати палива всю ділянку розбивають на окремі відрізки, в межах яких режим роботи локомотива не змінюється. Загальна витрата палива тепловозом за поїздку, виходячи з виразу (2.6) обчислюється за формулою, приведеною до наших умов згідно рекомендацій [8]:

$$E_m = \sum_{i=1}^n G_i \Delta t_i + g_x t_x + g_{cm} t_{cm}, \quad (2.7)$$

де  $G_i$  - витрата палива, яка відповідає швидкості руху поїзду при певній позиції контролера машиніста на  $i$ -м відрізку шляху, кг / хв.;

$t_i$  - час руху поїзда по  $i$ -му відрізку шляху, хв.;

$g_x$  - витрата палива тепловозом на холостому ході,  $g_x = 0,1$  кг / хв.;

$t_x$  - час роботи дизеля на холостому ході, хв.;

$g_{cm}$  - витрата палива під час руху по станційних коліях,  $g_{cm} = 0,3$  кг / хв.;

$t_{cm}$  - час роботи дизеля під час руху по станційних коліях, хв.

Оскільки в наших умовах, рух локомотива по перегонах не здійснюється, формула (2.7) приймає спрощений вигляд:

$$E_m = g_x t_x + g_{cm} t_{cm}. \quad (2.8)$$

Визначаємо  $E_m$  при перевезенні составу з 12 вагонів за 1 оборот при різній кількості агломашин в роботі за формулою (2.8) та даними таблиці 2.2 та коментаріями до неї.

Для 3-х агломашин:

$$E_3 = 0,1(1,6 + 6 + 0,3 + 0,6 + 1,2 + 0,1 + 1,2 + 0,3 + 0,5) + 0,3(1,5 + 3,2 + 7,67 + 4,11 + 12) = 9,7 \text{ кг.}$$

Для 4-х агломашин:

$$E_4 = 0,1(1,6 + 4 + 0,3 + 0,6 + 1,2 + 0,1 + 1,2 + 0,3 + 0,5) + \\ + 0,3 (1,5 + 3,2 + 7,67 + 4,11 + 14) = 10,1 \text{ кг.}$$

Для 5-ти агломашин:

$$E_5 = 0,1(1,6 + 2 + 0,3 + 0,6 + 1,2 + 0,1 + 1,2 + 0,3 + 0,5) + \\ + 0,3 (1,5 + 3,2 + 7,67 + 4,11 + 16) = 10,5 \text{ кг.}$$

Для 6-ти агломашин:

$$E_6 = 0,1(1,6 + 0 + 0,3 + 0,6 + 1,2 + 0,1 + 1,2 + 0,3 + 0,5) + \\ + 0,3 (1,5 + 3,2 + 7,67 + 4,11 + 18) = 10,9 \text{ кг.}$$

Отриманні результати розрахунків зведемо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Витрати палива при нормальному режимі роботи

| Кількість<br>агломашин | Витрати палива<br>на оборот локомотива, кг |
|------------------------|--------------------------------------------|
| 3                      | 9,7                                        |
| 4                      | 10,1                                       |
| 5                      | 10,5                                       |
| 6                      | 10,9                                       |

### 2.3 Розрахунок технічних параметрів функціонування транспортної системи при нестабільному режимі роботи

При переході на перевезення составів зі зменшеній кількості вагонів (з 12 до 6 одиниць) змінюються тривалості транспортно-технологічних операцій, які наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Нормативи часу на виконання вантажних та транспортних операцій при нестабільному режимі роботи

| № з/п | Операція                                                     | Час, хв. |
|-------|--------------------------------------------------------------|----------|
| 1     | Відчеплення локомотива після подачі вагонів для навантаження | 1,60     |
| 2     | Переїзд тепловозу від СП11 за СП19                           | 1,50     |
| 3     | Очікування подачі завантаженого составу                      | 1,00     |
| 4     | Приготування маршруту (на колію 3а)                          | 0,30     |
| 5     | Переїзд тепловозу на колію 3а                                | 2        |
| 6     | Причеплення локомотиву                                       | 0,60     |
| 7     | Приготування маршруту на колію 3П                            | 0,30     |
| 8     | Рух на колію 3П                                              | 5,2      |
| 9     | Вивантаження составу                                         | 10,00    |
| 10    | Приготування маршруту з колії 3П на 1 колію аглофабрики)     | 0,50     |
| 11    | Переїзд з колії 3П на 1 колію аглофабрики                    | 3        |
| 12    | Загальний час                                                | 26       |
| 13    | Навантаження (середній фактичний час)                        | 26       |

Певні операції відсутні через те, що локомотив 2 передає локомотиву 1 состав без попереднього закріплення (на це в таких умовах немає часу). Інтенсивність роботи дуже висока. Певні операції скорочується за рахунок зменшення ваги составу та відповідного скорочення часу на розгін та гальмування при русі. У разі збільшення часу навантаження відповідно збільшиться час очікування його подачі та навпаки (рядок 3 таблиці 2.2).

Різниця тривалості обороту локомотива від кількості агломашин в роботі на практиці не відчувається, тому у розрахунках не враховується.

Побудуємо технологічний графік роботи при нестабільному режимі роботи (рисунок 2.11). Для порівняння з графіками нормального режиму роботи на графіку залишені операції, тривалість яких стала нульовою.

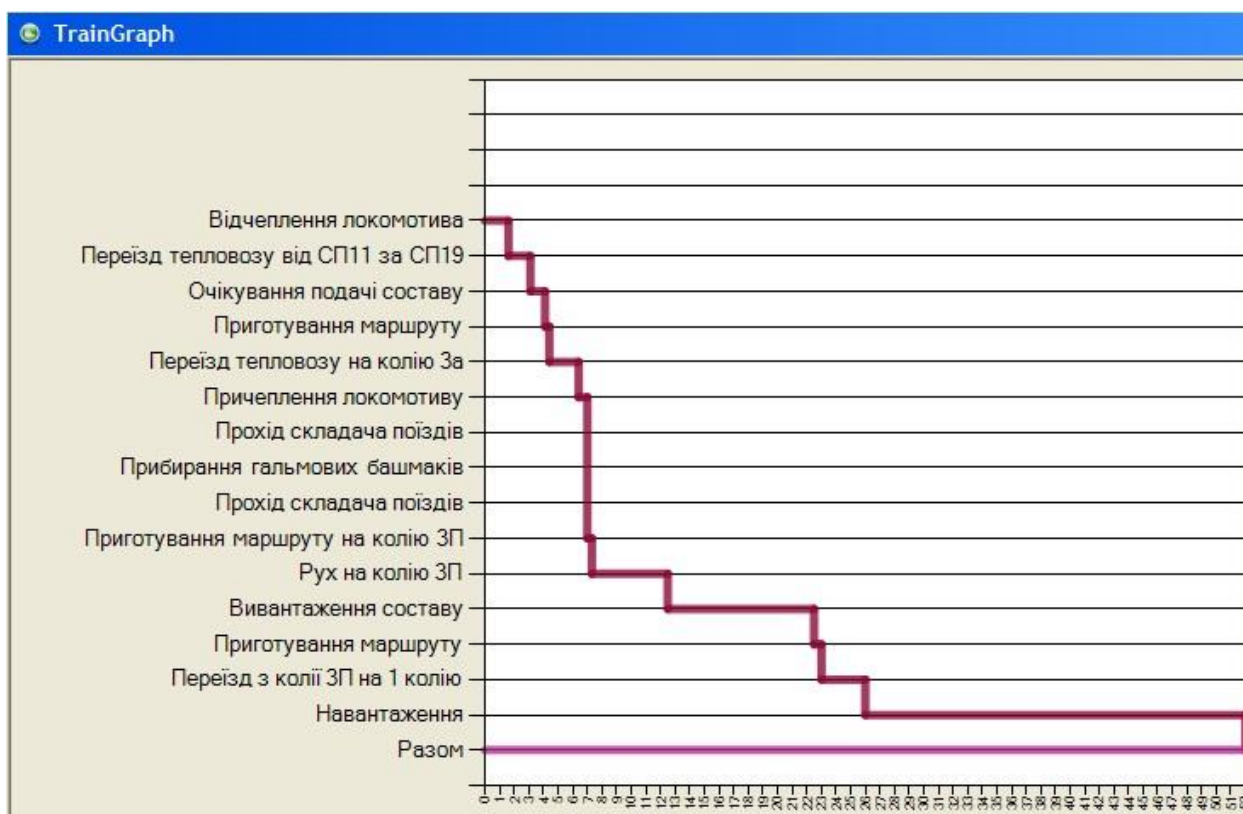


Рисунок 2.11 - Графік роботи транспорту при нестабільному режимі роботи (цикл переміщення вантажу)

Визначаємо  $E_m$  при перевезенні составів з 6 вагонів за 1 оборот при різній кількості агломашин в роботі за формулою (2.8) та даними таблиці 2.4:

$$E_{np} = 0,1(1,6 + 1,0 + 0,3 + 0,6 + 0,3 + 0,5) + \\ + 0,3 (1,5 + 2 + 5,2 + 3 + 10) = 6,94 \text{ кг.}$$

## **2.4 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи за існуючим варіантом**

Розрахункова кількість составів з 6 вагонів, яка перевозиться за добу, визначається за формулою:

$$N_{\text{доб}} = 24/t_{\text{нв}}, \quad (2.9)$$

де  $t_{\text{нв}}$  – середня тривалість навантаження одного составу, год.

$$t_{\text{нв}} = 26 \text{ хв.} = 0,43 \text{ год.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.9):

$$N_{\text{доб}} = 24 / 0,43 = 56 \text{ од.}$$

За рік кількість перевезених  $N_{\text{рік}}$  составів складе:

$$N_{\text{рік}} = 365 N_{\text{доб}} = 365 \cdot 56 = 20440 \text{ од.}$$

Кількість составів  $N_6$ , які перевозяться при нестабільному режимі функціонування транспортної системи, відповідно до результатів аналізу підрозділу 2.1, становить:

$$N_6 = N_{\text{рік}} \cdot 0,137 = 2800 \text{ од./рік.}$$

Відповідно, кількість составів, які перевозяться при стабільному режимі роботи, тобто «подвоєних» составів з 12 вагонів, становить:

$$N_{12} = (N_{\text{рік}} - N_{\text{нр}}) / 2 = 8820 \text{ од./рік.}$$

Витрати палива за існуючим варіантом складуть:

- при роботі 3 агломашин:

$$П_{\text{исн3}} = N_6 E_{\text{нр}} + N_{12} E_3 = 2800 \cdot 6,94 + 8820 \cdot 9,7 = 104986 \text{ кг.}$$

- при роботі 4 агломашин:

$$П_{\text{исн4}} = N_6 E_{\text{нр}} + N_{12} E_4 = 2800 \cdot 6,94 + 8820 \cdot 10,1 = 108514 \text{ кг.}$$

- при роботі 5 агломашин:

$$П_{\text{исн5}} = N_6 E_{\text{нр}} + N_{12} E_5 = 2800 \cdot 6,94 + 8820 \cdot 10,5 = 112042 \text{ кг.}$$

- при роботі 6 агломашин:

$$П_{\text{исн6}} = N_6 E_{\text{нр}} + N_{12} E_6 = 2800 \cdot 6,94 + 8820 \cdot 10,9 = 115570 \text{ кг.}$$

## 2.5 Розрахунок параметрів функціонування транспортної системи за проєктним варіантом

Частку составів  $N_6$ , які перевозяться при нестабільному режимі функціонування транспортної системи, за рахунок удосконалення АСУ агломераційним виробництвом, планується зменшити до 1%:

$$N_6 = N_{рик} \cdot 0,01 = 204 \text{ од./рік.}$$

Відповідно, кількість «подвоєних» составів з 12 вагонів, становить:

$$N_{12} = (N_{рик} - N_{нр})/2 = 10118 \text{ од./рік.}$$

Витрати палива за проєктним варіантом складуть:

- при роботі 3 агломашин:

$$\Pi_{нр3} = N_6 E_{нр} + N_{12} E_3 = 204 \cdot 6,94 + 10118 \cdot 9,7 = 99560,36 \text{ кг.}$$

- при роботі 4 агломашин:

$$\Pi_{нр4} = N_6 E_{нр} + N_{12} E_4 = 204 \cdot 6,94 + 10118 \cdot 10,1 = 103607,56 \text{ кг.}$$

- при роботі 5 агломашин:

$$\Pi_{нр5} = N_6 E_{нр} + N_{12} E_5 = 204 \cdot 6,94 + 10118 \cdot 10,5 = 107654,76 \text{ кг.}$$

- при роботі 6 агломашин:

$$П_{пр6} = N_6 E_{пр} + N_{12} E_3 = 204 \cdot 6,94 + 10118 \cdot 10,9 = 111701,96 \text{ кг.}$$

## 2.6 Аналіз отриманих результатів розрахунків

Результати розрахунків зведемо до таблиці 2.5.

Таблиці 2.5 – Результати розрахунків, кг/рік

| № з/п | Варіант роботи | Витрата<br>дизельного<br>палива за<br>базовим<br>варіантом,<br>кг/рік | Витрата<br>дизельного<br>палива за<br>проектним<br>варіантом,<br>кг/рік |
|-------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 3 агломашини   | 104986                                                                | 99560                                                                   |
| 2     | 4 агломашини   | 108514                                                                | 103608                                                                  |
| 3     | 5 агломашини   | 112042                                                                | 107655                                                                  |
| 4     | 6 агломашини   | 115570                                                                | 111702                                                                  |

Для зручності подальших економічних розрахунків, перерахуємо обсяг витрат палива у кілограмах у літри, враховуючі середню щільність дизельного палива (влітку та взимку відбуваються коливання об'єму) - 0,84 кг/м<sup>3</sup> (таблиця 2.6).

Таблиці 2.6 – Результати розрахунків, л/рік

| № з/п | Варіант роботи | Витрата<br>дизельного<br>палива за<br>базовим<br>варіантом, л/рік | Витрата<br>дизельного<br>палива за<br>проектним<br>варіантом, л/рік |
|-------|----------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1     | 3 агломашины   | 124983                                                            | 118524                                                              |
| 2     | 4 агломашины   | 129183                                                            | 123343                                                              |
| 3     | 5 агломашины   | 133383                                                            | 128161                                                              |
| 4     | 6 агломашины   | 137583                                                            | 132979                                                              |

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Дослідження даної магістерської роботи спрямовані на транспортно-виробничу систему перевезення агломерату від аглофабрики до бункерів доменного цеху.

Було встановлено, що для забезпечення нормального режиму роботи необхідно використовувати технологію перевезення составів з 12 хоперів, тобто партіями з двох партій по 6 вагонів, які послідовно навантажуються 6-ма агломашинами.

Але, через недосконалість системи управління виробництвом та коливання термінів навантаження, встановлено, що у 13,7% випадків потрібно виконувати перевезення составів по 6 вагонів, щоб уникнути зривів виробничого процесу.

За таких умов зростають витрати палива через нераціональне використання тепловозу. Крім того, через недостатню кількість перерв в роботі, машиніст не може виконувати регламентовані роботи з технічного обслуговування локомотиву. Для цієї роботи введена штатна одиниця помічника машиніста тепловоза (2 зміни).

Пропонується інвестувати в удосконалення системи управління агломераційним виробництвом 350 000 грн. з метою доведення частки відхилень у інтервалах навантаження хоперів агломератом за заданий діапазон до 1%.

Це дозволить зменшити витрати палива та скоротити штатну одиницю помічника машиніста тепловозу.

В проєктній частині були виконані розрахунки для різних варіантів роботи основного виробничого обладнання, а саме для 3, 4, 5 та 6 агломашин.

В економічній частині спираємось на плановий нормальний варіант роботи – при 6 агломашинах.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для економічних розрахунків

| № з/п | Показник                                          | За базовим<br>варіантом | За проєктним<br>варіантом |
|-------|---------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | Витрата дизельного<br>палива, л/рік               | 137583                  | 132979                    |
| 2     | Кількість локомотивів, од.                        | 1                       | 1                         |
| 3     | Кількість машиністів<br>тепловозу, чол.           | 4                       | 4                         |
| 4     | Кількість помічників<br>машиніста тепловозу, чол. | 2                       | -                         |
| 5     | Вартість дизельного<br>палива, грн/л              | 23,5                    | 23,5                      |

### 3.1 Визначення експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Витрати по базовому варіанту при частці однопартійних составів - 0,137 визначимо за формулою [9,10]:

$$B_e^b = B_z^b + B_c^b + B_n^b + B_{\text{тепл}}^b, \quad (3.1)$$

де  $B_z^b$  – зарплата помічника машиніста тепловозу, грн;

$B_c^b$  – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B_n^6$  – накладні витрати, грн;

$B_{\text{тепл}}^6$  – витрати на паливо для тепловозу, грн.

Заробітна плата помічника машиніста тепловоза (робота лише в денну зміну) визначається за формулою [9,10]:

$$B_z^6 = N_{\text{пом}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [ \Phi_p ( 1 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}} ) + \Phi_{\text{св}} ], \quad (3.2)$$

де  $N_{\text{пом}}$  – кількість працівників,  $N = 2$  чол.;

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

$C_{\text{год}}$  – годинна тарифна ставка, грн./год.;

$\Phi_p$  – фонд робочого часу за рік,  $\Phi_p = 2002$  год.;

$k_{\text{кл}}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за класність, приймаємо  $k_{\text{кл}} = 0$ ;

$k_{\text{шк}}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах.

Для помічника машиніста  $k_{\text{шк}} = 0,1$ .

$\Phi_{\text{св}}$  – час роботи протягом року у свята і на день робітника металургійної галузі,  $\Phi_{\text{св}} = 2002 \cdot 12 / 366 = 66$  год.

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічника машиніста за формулою (3.5):

$$B_{\text{зп}}^6 = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [ 2002 ( 7/6 + 0 + 0,1 ) + 66 ] = 380455,35 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування становлять 22%:

$$B_c^6 = 0,22 \cdot 380455,35 = 83700,18 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від зарплати:

$$B_n^6 = 0,34 \cdot 380455,35 = 129354,82 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо для тепловозу розраховуємо за формулою [10]:

$$B_{\text{тепл}}^{\text{б}} = N_{\text{тп}} Q_{\text{дп}} C_{\text{дп}}, \quad (3.3)$$

де  $N_{\text{тепл}}$  – кількість тепловозів, од.

$Q_{\text{дп}}$  – витрати палива на один тепловоз на рік, л;

$C_{\text{дп}}$  – вартість дизельного пального, грн/л.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$B_{\text{тепл}}^{\text{б}} = 1 \cdot 137583 \cdot 23,5 = 3233200,5 \text{ грн.}$$

Загальні витрати при частці однопартійних составів - 0,137 за базовим варіантом становитимуть за формулою (3.1):

$$B_{\text{е}}^{\text{б}} = 380455,35 + 83700,18 + 129354,82 + 3233200,5 = 3826710,85 \text{ грн.}$$

### **3.2 Визначення експлуатаційних витрат за проєктним варіантом**

Експлуатаційні витрати при частці однопартійних составів - 0,01 по проєктному варіанту визначимо за формулою [9,10]:

$$B_{\text{е}}^{\text{пр}} = B_{\text{тепл}}^{\text{пр}}, \quad (3.4)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$B_{\text{тепл}}^{\text{пр}} = 1 \cdot 132979 \cdot 23,5 = 3125006,5 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати за проєктним варіантом складають за формулою (3.4):

$$B^{np}_e = 3125006,5 \text{ грн.}$$

### 3.3 Розрахунок економічної ефективності проєктного рішення

Річна економія від виконання проєктних рішень визначається за формулою [10]:

$$E_{річ} = B^6_e - B^{np}_e, \quad (3.5)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$E_{річ} = 3826710,85 - 3125006,5 = 701704,35 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить 684 тис. грн.

Термін окупності визначимо за формулою [10]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доо}}{E_{річ}}, \quad (3.6)$$

де  $K_{доо}$  - капітальні витрати на удосконалення системи управління агломераційним виробництвом,  $K_{доо} = 350\,000$  грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$T_{ок} = 350000 / 701704,35 = 0,5 \text{ року.}$$

Розрахуємо чисту поточну вартість проєкту, в зв'язку з наявністю додаткових капітальних вкладень. Чиста поточна вартість проєкту визначається за формулою [10]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{i=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.7)$$

де  $B_t$  - річні вигоди від впровадження проєкту на рік  $t$ , грн;

$C_t$  - витрати на реалізацію проєкту у році  $t$ , грн;

$i$  - ставка дисконту. Приймається від 0,15 до 0,25;

$n$  - термін життя проєкту, років. Приймаємо 5 років.

Розрахунок чистої поточної вартості проєкту за формулою (3.7) представимо у вигляді розрахункової таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок чистої поточної вартості

| Капітальні<br>витрати | Вигоди    | Коефіцієнт<br>дисконтування | Чиста<br>поточна<br>вартість NPV |
|-----------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------|
| 350000                | 701704,35 | 1                           | 351704,35                        |
|                       | 701704,35 | 0,87                        | 610482,78                        |
|                       | 701704,35 | 0,76                        | 533295,31                        |

Продовження таблиці 3.2

| Капітальні витрати | Вигоди    | Коефіцієнт дисконтування | Чиста поточна вартість NPV |
|--------------------|-----------|--------------------------|----------------------------|
|                    | 701704,35 | 0,66                     | 463124,87                  |
|                    | 701704,35 | 0,57                     | 399971,48                  |
|                    |           |                          | 2358578,79                 |

Техніко-економічні показників наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Техніко-економічні показники, грн/рік

| № з/п | Показники, гривні                     | Базовий варіант | Проектний варіант |
|-------|---------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 1     | Капітальні витрати                    | -               | 350000            |
| 2     | Витрати на заробітну плату            | 380455,35       | -                 |
| 3     | Відрахування на соціальне страхування | 83700,18        | -                 |
| 4     | Накладні витрати.                     | 129354,82       | -                 |
| 5     | Витрати на дизпаливо                  | 3233200,5       | 3125006,5         |
| 6     | Річні експлуатаційні витрати          | 3826710,85      | 3125006,5         |

Продовження таблиці 3.3

| №<br>з/п | Показники, гривні                            | Базовий варіант | Проектний варіант |
|----------|----------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| 7        | Економія експлуатаційних витрат              | -               | 701704,35         |
| 8        | Чиста поточна вартість проєкту               | -               | 2358578,79        |
| 9        | Термін окупності капітальних вкладень, років | -               | 0,5               |

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

В даній магістерській роботі Дослідження та удосконалення організації доставки агломерату до станції Аглофабрики ПАТ «Запоріжсталь» розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті небезпеки при роботі на ПК.

### **4.1 Аналіз потенційних небезпек**

-при навантаженні агломерату, який знаходиться в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота);

-при навантаженні агломерату з агломашин можливе розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил руди також діє на дихальні шляхи робітників;

-при розвантаженні з хоперів вантажу, можливо обрушення сипких матеріалів на робітників, що може призвести до травм;

-за добу для виробництва треба приблизно 4.3 тисячі тон агломерату. Тому є небезпека наїзду на робітників вагонів з рудою, коксом, вапняком та іншими матеріалами;

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

-не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження вантажу, призводить до ускладнення процесів вантажних робіт, стає причиною виникнення несприятливих ситуацій (наїзд вагонів на робітників та ін.);

-в процесі вантажно-розвантажувальних робіт можливим є переохолодження робітників в холодний період року, що призводить до простудних захворювань;

-пожежі на кранах можуть виникнути від самозаймання, загорання обтиральних, горючих матеріалів та від не виконання елементарних вимог протипожежної безпеки;

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

Запропоновані заходи із забезпечення безпеки [11-13] представлені на презентації.

## ВИСНОВКИ

Виконані дослідження були спрямовані на удосконалення транспортно-виробничої системи перевезення агломерату від аглофабрики до бункерів доменного цеху.

Було встановлено, що для забезпечення нормального режиму роботи необхідно використовувати технологію перевезення составів з 12 хоперів, тобто партіями з двох партій по 6 вагонів, які послідовно навантажуються 6-ма агломашинами.

Через недосконалість системи управління виробництвом та коливання термінів навантаження, встановлено, що у 13,7% випадків потрібно виконувати перевезення составів по 6 вагонів, щоб уникнути зривів виробничого процесу.

За таких умов нераціонально використовується тяговий рухомий склад, через це зростають витрати палива. Через недостатню кількість перерв в роботі тепловозу, машиніст не в змозі виконувати регламентовані роботи з його технічного обслуговування.

Для цієї роботи додатково введена штатна одиниця помічника машиніста тепловоза.

В ході роботи було виконано статистичний аналіз інтенсивності навантаження агломерату.

Було розроблено графіки руху составів при різній кількості агломашин та розмірів составів, які обертаються між парком Аглофабрика та парком Бункери станції Аглофабрика.

Пропонується інвестувати в удосконалення системи управління агломераційним виробництвом 350 000 грн. з метою доведення частки відхилень у інтервалах навантаження хоперів агломератом за заданий діапазон до 1%.

Виконані економічні розрахунки підтверджують необхідність запровадження зазначених заходів.

Економія річних експлуатаційних витрат складає понад 700 тис. грн на рік.

Було розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при транспортному обслуговуванні досліджуваної системи.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Организация и планирование предприятий черной металлургии. Метс А.Ф., Штец К.А., Бельгольский Б.П., Щепилов Ф.И. М.: Металлургия, 1986. - 560 с.
2. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
3. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
4. ТРА станції Аглофабрика ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2016. – 30 с.
5. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.
6. Міжцехова інструкція по взаємодії робітників доменного, агломераційного цехів, гаражу рудорозморожування ЦРРС УЗТ, УПП, працівників ВВО, ВТК, ЦТВС з робітниками Південного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 41 с.
7. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
8. Френкель, С. Я. Техника тяговых расчетов: Пособие. – Гомель: БелГУТ, 2005. – 80 с.
9. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.

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

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

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