

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 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РІЗНИХ СХЕМ
ДОСТАВКИ КОКСУ НА СТАНЦІЮ «АГЛОФАБРИКА»
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи Тз-810м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на залізничному транспорті)

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології

(на залізничному транспорті)

Анастасія ГРУША

(прізвище та ініціали)

Керівник

Роман Суценко

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Андрій ЩЕРБИНА

(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»

Сергій ГУРПАК

«05» 10 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Груші Анастасії Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження та аналіз ефективності різних схем доставки коксу на станцію «Аглофабрика» ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проекту (роботи) Сущенко Роман Віталійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №425





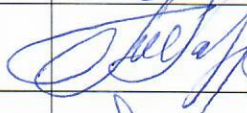
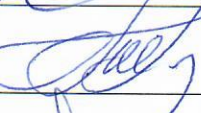


2. Строк подання студентом проекту (роботи) 30.11.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) існуюча ТТС вантажопереробки та перевезення коксу, генеральний план підприємства, існуючі обсяги перевезень, існуюча мережа транспортних зв'язків станції Аглофабрика

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Аналіз колійного розвитку об'єктів дослідження. 2.2 Дослідження процесу вивантаження. 2.3 Розробка моделі доставки коксовозів. 2.4 Результати експериментів на імітаційній моделі. 2.5 Аналіз отриманих результатів. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)


(підпис)

Анастасія ГРУША
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Роман СУЩЕНКО
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 72 с., 34 рис., 6 табл., 15 джерел.

АГЛОФАБРИКА, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, КОКС ДОМЕННИЙ, ПРИЙМАЛЬНІ БУНКЕРИ

Об'єкт дослідження – транспортні системи доставки коксу із ПрАТ «Запоріжжкокс» до ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – визначення найбільш ефективної схеми організації робіт із доставки коксу.

Методи дослідження – аналітичний аналіз, імітаційне моделювання, графо-аналітичний аналіз результатів моделювання.

В ході досліджень були розглянуті основні теоретичні варіанти доставки коксу доменного на підприємство Запоріжсталь від головного підприємства-постачальника Запоріжжкоксу. Розроблена імітаційна модель, яка дозволяє аналізувати дані схеми. Визначені економічні показники за кожним варіантом організації робіт, обґрунтовано найбільш економічний варіант доставки коксу.

ЗМІСТ

Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика постачальника коксу	9
1.2 Порядок організації приймання вантажів, які надходять до станції Аглофабрика ПАТ «Запоріжсталь».....	15
1.3 Організації зберігання коксу на відкритих складах ПАТ «Запоріжсталь»	18
1.4 Використання технологічних ваговимірювальних систем.....	21
1.5 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження ..	25
2 Основна частина	27
2.1 Аналіз колійного розвитку об'єктів дослідження	27
2.2 Дослідження процесу вивантаження	30
2.3 Розробка моделі доставки коксовозів.....	34
2.4 Результати експериментів на імітаційній моделі	47
2.5 Аналіз отриманих результатів	53
3 Економічна частина	55
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами першого експерименту.....	57
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами другого експерименту.....	60
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами третього експерименту.....	63

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	67
4.1 Аналіз потенційних небезпек	67
Висновки	69
Перелік посилань	71

ВСТУП

Робота підприємства з відомою назвою «Запоріжсталь» вже понад 15 років координується компанією Метінвест. В рамках цієї координації сумісних зусиль успішно продовжена реалізація інвестиційних програм з реконструювання, модернізації, виконання ремонтів основного та допоміжного обладнання.

Так, лише в цьому році завершений масштабний капітальний ремонт та оновлено доменну піч (ДП) №4. Інвестиції склали 140 млн грн (другий розряд ремонту домни) [1].

Були виконані наступні роботи:

- замінено засипний апарат печі;
- шоткретирування пічної шахти;
- відремонтовано обладнання подавання шихти;
- заміна холодильних плит;
- ремонт електрообладнання;
- ремонт електричного обладнання тощо.

Приділено уваги фактору забезпечення безпеки навколишнього середовища за рахунок встановлення сучасних фільтрувальних елементів на аспіраційних спорудах ливарного двору та шихтоподавання (понад 5 тисяч рукавів фільтрації).

Для ремонту були залучені українські підприємства.

Виконання ремонтів доменних печей здійснюється постійно [2]:

- 2014 рік – реконструйовано ДП №4. Інвестиції при цьому склали близько 1 млрд грн;
- 2015 рік – капітально відремонтовано ДП №2;
- 2016 рік – завершено капремонт ДП №5 (другий розряд);
- 2017 рік – реконструйовано ДП №3.

Процеси ремонту потребують залучення додаткових транспортних ресурсів, іноді – зміни технології перевезень.

Завдяки такій необхідності у підприємства залишається можливість використання різних схем організації перевезень навіть в міжремонтний період. Тож доцільним є розуміння економічних показників таких схем для можливого їх використання на виробництві.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика постачальника коксу

ПрАТ «Запоріжжкокс» [1] розташоване навколо межі комбінату «Запоріжсталь», огинаючи його західну частину. Головним видом продукції є кокс доменний [2], який постачається, переважно, до ПАТ «Запоріжсталь» та до інших підприємств [3].

Постачання коксу можливе за такими маршрутами руху залізничного транспорту:

- через станцію Південна Запоріжжкоксу до станції Південна Запоріжсталі, потім до станції Аглофабрика;
- через станцію Виставочну Запоріжжкоксу та, після витягування составу на перегін Виставочна-Підбіркова – до станції Аглофабрика.

Оперативне керівництво стосовно маневрової роботи, обробки поїздів і вагонів у всіх парках підприємства, контролю формування і розформування поїздів, підготовки составів до відправлення та подачі на під'їзні колії підприємств-партнерів на ПрАТ «Запоріжжкокс» здійснює маневровий диспетчер [2].

Загальне керівництво роботою під'їзної колії виконує начальник залізничного цеху.

Оперативне керівництво роботою залізничного цеху виконує начальник зміни. Він забезпечує раціональну організацію експлуатаційної роботи всіх підрозділів цеху та виконання запланованих показників роботи. Начальник зміни несе відповідальність за забезпечення безпеки руху і персональну безпеку робітників зміни [4-7].

Безпосереднє керівництво поїзною та маневровою роботою на під'їзній колії виконують:

- на ст. Заводська – старший диспетчер;
- на ст. Південна – черговий по станції;
- на ст. Виставочна – старший черговий стрілочного поста, виконуючий обов'язки чергового по станції.

Характеристика вантажних фронтів ПрАТ «Запоріжжкокс» представлена у таблиці 1.1 [2,5].

Таблиця 1.1 – Характеристика вантажних фронтів ПрАТ «Запоріжжкокс»

№	Назва вантажу, що переробляється середнє завантаження вагона	Засоби механізації					Розмір фронту, ваг.		Термін виконання вантажних операцій, год.
		Регламентовані перерви в роботі, год/добу	Тип механізму	Кількість механізмів, шт.	Вантажопідйомність, т	Експлуатаційна продуктивність, П _е , т/год	Максимальної подачі, <i>m</i> _п	Одночасного навантаження (вивантаження), <i>m</i> _ф	
1	Вугілля різних марок /нпв/66,9	3	Роторний вагоноперекладач ВРС-134	1	-	1200	13	1	0,06
	Вугілля різних марок /нпв/66,9	3	Роторний вагоноперекладач ВРС-94	1	-	600	13	1	0,06

Продовження таблиці 1.1

№	Назва вантажу, що переробляється середнє завантаження вагона	Засоби механізації					Розмір фронту, ваг.		Термін виконання вантажних операцій, год.
		Регламентовані перерви в роботі, год/добу	Тип механізму	Кількість механізмів, шт.	Вантажопідйомність, т	Експлуатаційна продуктивність, П _е , т/год	Максимальної подачі, <i>m</i> _п	Одночасного навантаження (вивантаження), <i>m</i> _ф	
2	Сірчана кислота/цс/62	1,5	Насос	1	-	50	3	1	2
3	Смола кам'яновугільна /цс/60	1,5	Самопливом в ємкість 180 м ³	-	-	-	12	6	5
4	Бензол/цс/57	1,5	Насос	1	-	50	3	1	2
5	Інші /нпв/40	1,5	Підвищена колія на 2 боки	1	-	-	2	2	0,32
6	Кокс КД /нпв/41	1,5	Бункер (1 тічка з 2 бунк)	2	-	-	6	1	0,15
7	Кокс горіх /нпв/51,4	1,5	Бункер (3 тічки з 3 бунк)	3	-	-	5	1	0,25

Продовження таблиці 1.1

№	Назва вантажу, що переробляється середнє завантаження вагона	Засоби механізації						Розмір фронту, ваг.		Термін виконання вантажних операцій, год.
		Регламентовані перерви в роботі, год/добу	Тип механізму	Кількість механізмів, шт.	Вантажопідйомність, т	Експлуатаційна продуктивність, П _е , т/год	Максимальної подачі, т _п	Одночасного навантаження (вивантаження), т _ф		
8	Коксовий дріб'язок /нпв/57,4	1,5	Бункер (2 тічки з 2 бунк)	2	-	-	12	1	0,25	
9	Кокс доменний /нпв/41	1,5	Бункер (1 тічка з 1 бункеру 50т)	1	-	-	4	1	0,25	
10	Кокс горіх /нпв/51,4	1,5	Бункер (2 бункери по 50т)	2	-	-	9	1	0,25	
11	Коксовий дріб'язок /нпв/57,4	1,5	Бункер (2 бункери по 50т)	2	-	-	9	1	0,25	
12	Сульфат амонію /нпв/64,3	1,5	Немеханізованим способом	-	-	-	1	1	2,25	

Продовження таблиці 1.1

№	Назва вантажу, що перероб- ляється середнє завантаження вагона	Засоби механізації						Розмір фронту, ваг.		Термін виконання вантажних операцій, год.
		Регламентовані перерви в роботі, год/добу	Тип механізму	Кількість механізмів, шт.	Вантажопідйомність, т	Експлуатаційна продуктивність, П _е , т/год	Максимальної подачі, т _п	Одночасного навантаження (вивантаження), т _ф		
13	Кокс пековий /нпв/52	1,5	Бункер 20т	1	-	-	2	1	3,2	
14	Смола важка вуглеводна /цс/	1,5	Насос (через верхні люки)	1	-	45	1	1	2	
15	Нафталінова фракція /цс/	1,5	Насос (через верхні люки)	1	-	50	5	1	2	
16	Пек рідкий /цс/	1,5	Насос (через верхні люки)	2	-	50	4	2	2	

Кінець таблиці 1.1

№	Назва вантажу, що переробляється середнє завантаження вагона	Засоби механізації					Розмір фронту, ваг.		Термін виконання вантажних операцій, год.
		Регламентовані перерви в роботі, год/добу	Тип механізму	Кількість механізмів, шт.	Вантажопідйомність, т	Експлуатаційна продуктивність, П _е , т/год	Максимальної подачі, <i>m</i> _п	Одночасного навантаження (вивантаження), <i>m</i> _ф	
17	Сировина мішана /цс/	1,5	Насос (через верхні люки)	2	-	50	6	2	2
18	Масло поглинаюче /цс/	1,5	Насос (через верхні люки)	2	-	50	6	2	2

Одним із основних елементів в організації технології доставки вантажів є організації її приймання ПАТ «Запоріжсталь».

Вхідний контроль якості продукції полягає на відділ технічного контролю – ВТК.

1.2 Порядок організації приймання вантажів, які надходять до станції Аглофабрика ПАТ «Запоріжсталь»

Приймання вантажів за кількістю здійснюється на вагах ПрАТ «Запоріжжкокс» за умови присутності представника ПАТ «Запоріжсталь».

Прийманню за якістю передуює процедура відбору проб.

При відборі проб із залізничних вагонів працівники ВТК зобов'язані виконувати наступні правила.

Відбір проб здійснювати зі спеціального майданчика, розташованого на одному рівні з верхньою об'язкою вагона під час подачі вагонів на вагоноперекидачі (якщо вантаж надходить для вивантаження на рудному дворі). Перед відбором проб сировини ВТК попереджає чергового по станції Рудна, який у свою чергу попереджає складача поїздів. Швидкість руху составу повз майданчик не повинна перевищувати 5 км/год.

Відбір проб здійснюється спеціальними щупами з ручкою завдовжки не менше ніж 2 метри. При зачепі щупа за борт вагона за дріт необхідно не тягнути його на себе, а випустити з рук.

Відбір проб можна також провадити по 2-й і 4-й колії станції Аглофабрика з перехідних містків з «кишень» хоперів після погодження з черговим по станції, за дозволом і в зоні видимості складача поїздів.

Якщо відбір проб проводиться по 2-й колії станції Рудна, процедура виконується при повній зупинці составу з дозволу чергового по станції та за погодженням зі складачем поїздів. Час відбору проб повинен становити 5 хвилин на кожен вагон.

Порядок відбору проб коксу передбачає також наступні дії [6].

Заступник начальника доменного цеху з шихти або бригадир бункерів доменного цеху (за вказівкою заступника начальника доменного цеху з шихти) погоджує з черговим по станції Аглофабрика за телефоном час та місце відбору проб.

Працівники ВТК разом із працівниками доменного цеху здійснюють відбір проб коксу з верху нерозвантажених вагонів з подальшою доставкою до проборозробного приміщення ВТК. Загальний вигляд вагону-коксовозу наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 - Загальний вигляд вагону-коксовозу

Відбір проб проводиться на колії №7 станції Аглофабрика, при причепленому локомотиві, у присутності складача поїздів. Відбір проб провадиться з боку колії №1 бункерів доменного цеху.

При відборі проб повинен бути присутнім контрольний майстер ВТК (старший контрольний майстер ВТК).

Керівник маневрових робіт за командою чергового по станції Аглофабрика зупиняє состав з коксом на колії №7 станції Аглофабрика, попереджає машиніста локомотива про відбір проб, повідомляє черговому по станції про початок і закінчення відбору проб.

Доставка проб коксу здійснюється на майданчику тепловоза (коксозовів) з місця відбору проб до поста електричної централізації (ЕЦ) станції Аглофабрика.

Працівникам, які здійснюють відбір проб коксу, забороняється:

- перебігати чи переходити залізничні колії перед составом, що близько рухається;
- під час переходу через колії, наступати на рейки;
- пролазити під вагонами, переносити під ними інструмент, переходити під зчіпними приладами, перестрибувати з борту одного вагона на борт іншого;
- близько наближатися до борту вагона та сідати на нього.
- перебувати на майданчиках вагонів та тепловоза при їх русі.

Після відбору проб мішки з коксом розміщуються на землі в один ярус із дотриманням габариту наближення споруд – не ближче ніж за два метри від головки рейки.

Контрольний майстер ВТК (старший контрольний майстер ВТК) повідомляє черговому по станції Аглофабрика і бригадиру бункерів доменного цеху за телефонами про закінчення відбору проб і відсутності людей у вагонах.

1.3 Організації зберігання коксу на відкритих складах ПАТ «Запоріжсталь»

Весь обсяг коксу доменного, який надходить до ПАТ «Запоріжсталь», вивантажується в приймальні бункери доменного цеху.

Для створення тимчасового запасу коксу, використовуються склади №164 цеху підготовки виробництва (ЦПВ) та рудний двір доменного цеху.

Порядок організації робіт на складі №164 ЦПВ [6].

Подача та вивантаження вагонів з коксом на складі №164 ЦПВ виробляється локомотивом ПрАТ «Запоріжкокс» згідно з Тимчасовою технологічною інструкцією з безпечної організації робіт при складуванні коксу, переданого на склад №164 території ПрАТ «Запоріжсталь».

Перед початком робіт з навантаження коксу на складі №164, для запобігання виходу хоперів з фронту навантаження і наїзду їх на тупикові упори, по колії №1 перед тупиковими упорами встановлюється завантажений вагон і закріплюється чотирма гальмівними башмаками з боку тупикових упорів. Перед вагоном мають бути покладені спарені гальмівні башмаки.

Подача хоперів під навантаження на колію №1 складу №164 виробляється локомотивом ПАТ «Запоріжсталь» вагонами уперед.

Навантаження хоперів проводиться краном на залізничному ходу з грейферним захватом.

Про заїзд на склад №164 диспетчер станції Південна повідомляє комірнику ЦПВ за телефоном.

Перед заїздом складач поїздів зобов'язаний:

- зупинити маневровий состав за 15 метрів від воріт складу;
- узгодити порядок виконання майбутньої маневрової роботи з комірником;

- переконатися в тому, що ворота відчинені та надійно закріплені;
- оглянути вагони, що стоять, перевірити чи немає перешкод для руху і людей поблизу вагонів;
- узгодити порядок виробництва маневрів із бригадою залізничного крана, що перебуває на залізничній шляхи №2;
- перевірити правильність приготування маршруту на залізничну колію №1;
- перевірити надійність закріплення вагона, встановленого перед тупиковими упорами на колії №1 та наявність спарених гальмівних башмаків перед вагоном;

Після отримання повідомлення про майбутній заїзд складу на склад №164 комірник ЦПВ зобов'язаний:

- повідомити старшого майстра зміни ЦПВ;
- перевірити наявність габаритів поблизу колії, наявність справних гальмівних башмаків для закріплення вагонів;
- видалити людей та механізми із зони маневрів;
- попередити про заїзд маневрового складу бригаду залізничного крана, що знаходиться на колії №2;
- відкрити ворота складу та закріпити їх для виключення мимовільного закриття;
- узгодити порядок виробництва маневрової роботи з упорядником і дати дозвіл для заїзду маневрового складу на склад.

Коксовози для навантаження коксу встановлюються за граничним стовпчиком СП-1 по колії №1, навпроти штабеля коксу, у кількості не більше 5-ти вагонів і закріплюються двома гальмівними башмаками з боку ухилу до відчіплення тепловоза.

Одночасна робота залізничного крана та виробництво маневрової роботи на складі забороняється.

Залізничним краном здійснюється завантаження чотирьох з половиною коксовозів від граничного стовпчика СП-1. П'ятий коксовоз довантажується після підтяжки його тепловозом до граничного стовпчика СП-1.

Після навантаження всієї партії вагонів у поставленій подачі, комірник виписує перевізні документи на завантажені вагони і вручає їх складачу поїздів.

Зважування завантажених вагонів провадиться на ваговій станції Південна ПрАТ «Запоріжкокс» при просуванні локомотивом ПАТ «Запоріжсталь».

Відповідальність за стан габаритів залізничних колій, освітлення території виконання робіт, наявність та справність гальмівних башмаків, за безпечне переміщення вантажів кранами покладається на цех підготовки виробництва.

Схема складу №164 показана на рисунку 1.2.

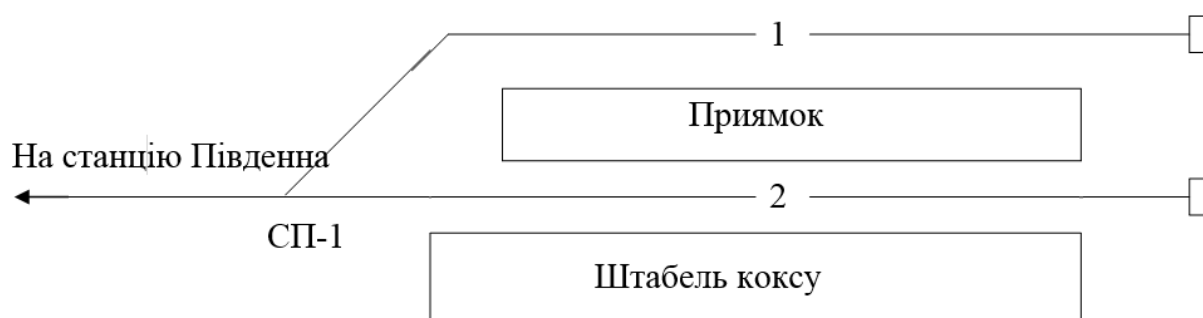


Рисунок 1.2 - Схема складу №164 ЦПВ

1.4 Використання технологічних ваговимірювальних систем

Порядок технічного обслуговування вагонних ваг цехом технологічних ваговимірювальних систем (ЦТВС) наступний [6].

Перед початком робіт майстер ЦТВС зобов'язаний погодити виробництво технічного обслуговування ваг з черговим по станції Аглофабрика.

Зробити запис у журналі «Огляду залізничних колій» із зазначенням переліку, і часу початку робіт, вказати порядок огорожі місця робіт.

Проконтролювати, щоб процес виконання робіт з технічного обслуговування здійснювався працівниками ЦТВС, одягненими в червоні сигнальні жилети.

Погодити виконання робіт з начальником Південного району Управління залізничного транспорту.

Огородити місце проведення робіт, згідно з вимогами безпеки, червоними сигнальними щитами, встановленими на колії, на відстані не менше 15 метрів з кожної сторони.

Перед подачею контрольного вантажу на вагову платформу складач поїздів зобов'язаний:

- не доїжджаючи 15 метрів до ваг, зупинити рухомий склад або локомотив;
- погодити план виробництва маневрів з майстром ЦТВС та отримати у нього дозвіл на подачу контрольного вантажу на платформу;
- виробляти маневри лише у присутності майстра ЦТВС;
- переконатися у відсутності перешкод на коліях, що загрожують безпеці руху, та наявності габариту;
- переконатися, що у зоні виробництва маневрів немає людей;

- дати сигнал машиністу тепловоза для подачі контрольного вантажу на ваги.

Обов'язки чергового станції до проведення обслуговування:

- на підставі запису в журналі «Огляду залізничних колій», та, за наявності перерви в маневрових роботах, черговий по станції дає дозвіл працівникам ЦТВС на проведення технічного обслуговування, розписуючись у журналі «Огляду залізничних колій».

- перевіряє правильність запису в журналі «Огляду залізничних колій», інструктує про необхідні заходи безпеки під час проведення технічного обслуговування ваг;

- за заявкою майстра ЦТВС, дає вказівку локомотиво-складацькій бригаді про постановку вагоповірного вантажу на вагову платформу.

Вимоги безпеки під час роботи [6,8].

Під час проведення технічного обслуговування майстер ЦТВС зобов'язаний:

- вказати складачу поїздів правильне положення контрольного вантажу на вагах;

- не допускати знаходження працівника в котловані ваг під час пропуску складу;

- при виявленні в ході технічного обслуговування несправностей, що загрожують безпеці руху складів по ваговій платформі, повинен огородити небезпечне місце, повідомити чергового по станції та закрити шлях, зробивши запис у журналі «Огляду залізничних колій»;

- спуск працівників у котлован ваг проводити тільки після встановлення контрольного вантажу на вантажоприймальну платформу ваг;

- слідкувати за тим, щоб при проведенні робіт у котловані ваг не менше двох осіб контролювали ситуацію на залізничній колії поблизу вагової платформи, з метою запобігання несанкціонованому наїзду рухомого складу на ваги;

- призначити працівника (працівників), який, згідно з технологічними вимогами, при повірці ваг, перебуватиме в котловані. Проінструктувати працівника про порядок знаходження працівника в котловані, при накочуванні контрольного вантажу;

- повідомити складача поїздів про закінчення регулювання механізму ваги та дати вказівку про остаточний з'їзд вантажу з вагової платформи;

- виставити сигнальні щити після видалення тепловоза з контрольним вантажем на відстань не менше 15 метрів від краю вагової платформи і дати команду про підйом працівників з котловану ваг.

Перевірка ваг контрольним вантажем не виключає можливості неодноразового накочування вантажу на ваги, тому працівникам, які перебувають у котловані, при наїзді вантажу необхідно переміститися з-під вагової платформи до приямку під приміщенням вагової, а також забороняється без команди підніматися з котловану. Майстру ЦТВС забороняється подавати команду складачу поїздів про накочування контрольного вантажу, візуально не переконавшись у тому, що працівник, який перебуває в котловані, перемістився до приямку під ваговим приміщенням.

У разі необхідності пропуску рухомого складу у процесі проведення технічного обслуговування необхідно:

- узгодити свої дії із черговим по станції;

- прибрати матеріали та інструменти з колій;

- забезпечити габарит;

- прибрати працівників із залізничних колій і приямка котловану терезів;

- зняти щити огорожі.

Знову розпочинати роботу лише після встановлення сигналів огорожі.

При отриманні вказівки щодо необхідності пропуску составів по сусідніх із ваговою платформою колій, майстер ЦТВС зобов'язаний

видалити людей на безпечну відстань, після чого доповісти черговому станції про можливість пропуску рухомого складу.

При подачі контрольного вантажу на вагову платформу складач поїздів зобов'язаний:

- перебувати в зоні видимості машиніста тепловоза при пересуванні контрольного вантажу;
- перевірити правильність встановлення контрольного вантажу на ваговій платформі;
- слідкувати за сигналами майстра ЦТВС, що подаються, точно і своєчасно виконувати їх;
- негайно вживати заходів до зупинки тепловоза у разі небезпеки для людей і при виявленні несправностей або перешкод, що загрожують безпеці руху тепловоза.

Обов'язки чергового по станції при проведенні технічного обслуговування:

- при необхідності пропуску рухомого складу по дорозі з ваговою платформою, черговий станції повинен сповістити про це майстра ЦТВС. Дозволяти заїзд на шлях із ваговою платформою можна лише після отримання доповіді від майстра ЦТВС.

При необхідності пропуску рухомого складу по сусідній з ваговою платформою колії, черговий по станції повинен попередити фахівці ЦТВС. Дозволяти пропуск рухомого складу по сусіднім коліям можна лише після отримання доповіді від майстра ЦТВС.

Вимоги безпеки після закінчення робіт.

Після закінчення обслуговування майстер ЦТВС зобов'язаний:

- прибрати матеріали та інструменти, забезпечити габарит;
- зробити запис у журналі «Огляду залізничних» про закінчення технічного обслуговування ваг;
- зняти червоні сигнальні щити.

Обов'язки чергового по станції після проведення технічного обслуговування:

- дати вказівку складачу на прибирання контрольного вантажу з вагової платформи;
- рух по ваговій платформі відкривати тільки після запису відповідального працівника ЦТВС у журналі «Огляду залізничних колій», щодо закінчення робіт.

При необхідності очищення вагового майданчика необхідно:

- перед початком роботи отримати дозвіл чергового по станції Аглофабрика на виконання роботи, надіти сигнальний жилет і захистити місце робіт з обох сторін на відстані не ближче 15 метрів від місця робіт переносними червоними щитами, що встановлюються всередині колії вагової колії;
- після закінчення робіт потрібно прибрати щити та повідомити про закінчення робіт черговому станції Аглофабрика.

У нічний час доби, а також в умовах поганої видимості, роботи з очищення вагової платформи проводити забороняється.

Питання приймання коксу за кількістю є достатньо важливим через його високу вартість.

1.5 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

В аналітичній частині були розглянуті технологічні процеси, пов'язані з доставкою коксу з ПрАТ «Запоріжжкокс» до ПАТ «Запоріжсталь».

Встановлено дві можливі схеми організації робіт:

- через станцію Пвіденна;

- через станцію Виставочну.

В ході подальших досліджень пропонується створити імітаційну модель перевезень, яка враховує можливість використання різних схем доставки коксу;

- виконати експерименти за допомогою цієї моделі;

- проаналізувати отримані технічні результатів, та, на їх основі визначити економічну доцільність кожного з них, шляхом порівняння встановити найбільш ефективний.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз колійного розвитку об'єктів дослідження

В процесі організації доставки коксу доменного можуть бути задіяні наступні об'єкти.

Підприємства Запоріжкокс:

- ділянка коксортування;
- станція Виставочна;
- станція Південна;

Підприємства Запоріжсталь:

- станція Південна;
- станція Аглофабрика;
- перегони між станцією Аглофабрика та Підбіркова.

На рисунку 2.1 представлена схема даних об'єктів.

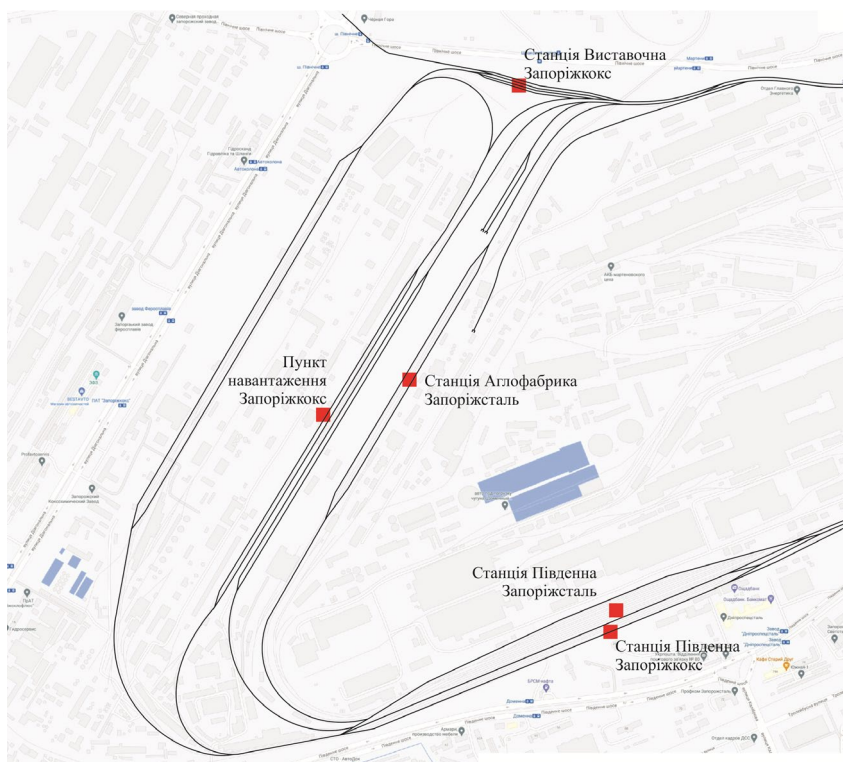


Рисунок 2.1 – Схема колійного розвитку об'єктів, які досліджуються

Розглянемо можливі схеми організації робіт.

Схема №1:

- навантаження коксовозів на ділянці коксортування;
- доставка составів із коксом на станцію Південна Запоріжкоксу;
- перестановка составів на станцію Південна Запоріжсталь
- рух до станції Аглофабрика;
- вивантаження у парку Бункери станції Аглофабрика.

Дана схема організації робіт показана на рисунку 2.2 (вказані порядкові номери та напрямки переміщень вантажу).

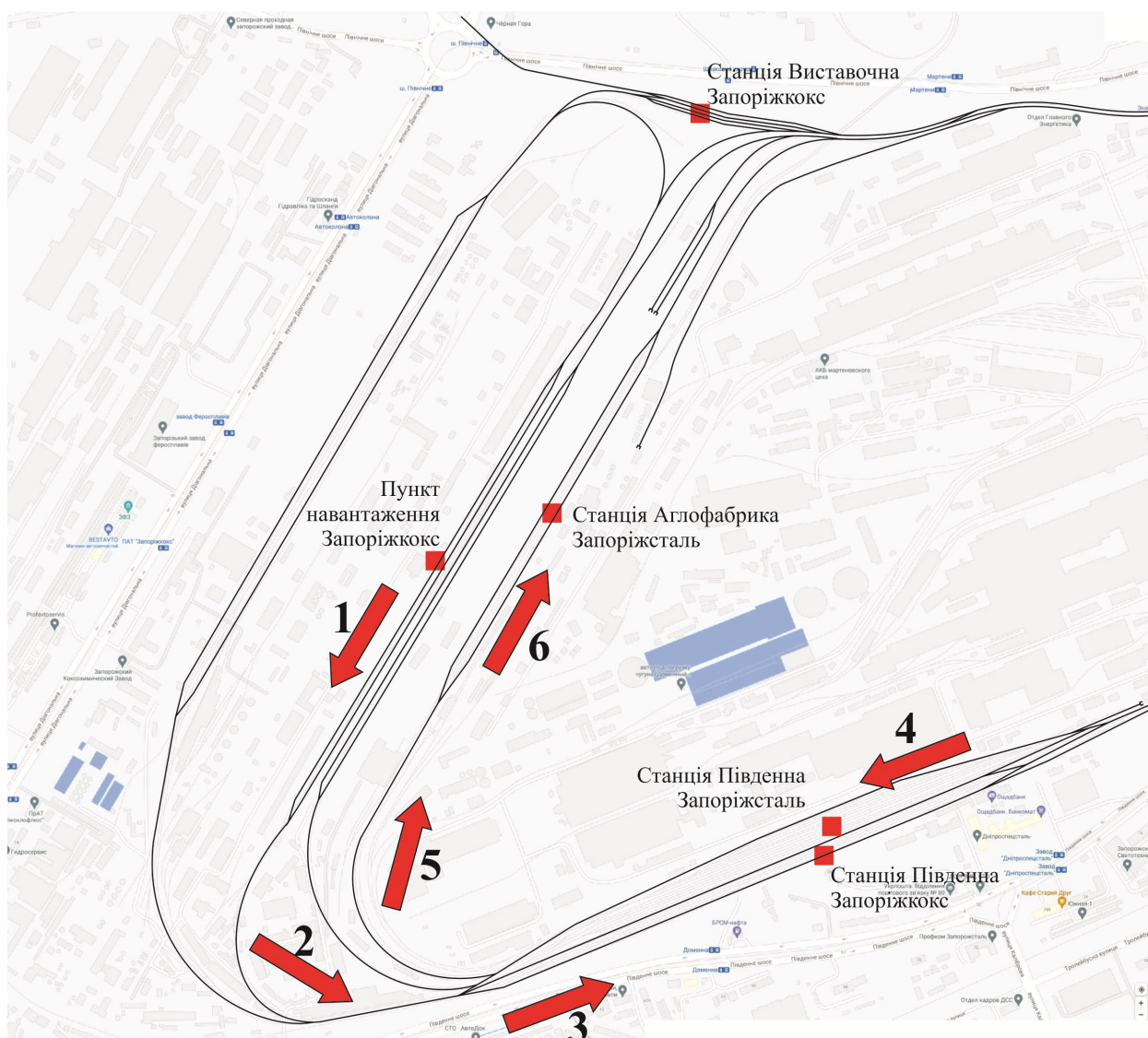


Рисунок 2.2 – Схема №1 організації робіт

У оберненому порядку виконується процедура повернення порожнього рухомого складу.

Схема №2:

- навантаження коксовозів на ділянці коксосортування;
- доставка составів із коксом на станцію Виставочна Запоріжкоксу;
- рух до станції Аглофабрика;
- вивантаження у парку Бункери станції Аглофабрика.

Дана схема організації робіт показана на рисунку 2.3 (вказані порядкові номери та напрямки переміщень вантажу).

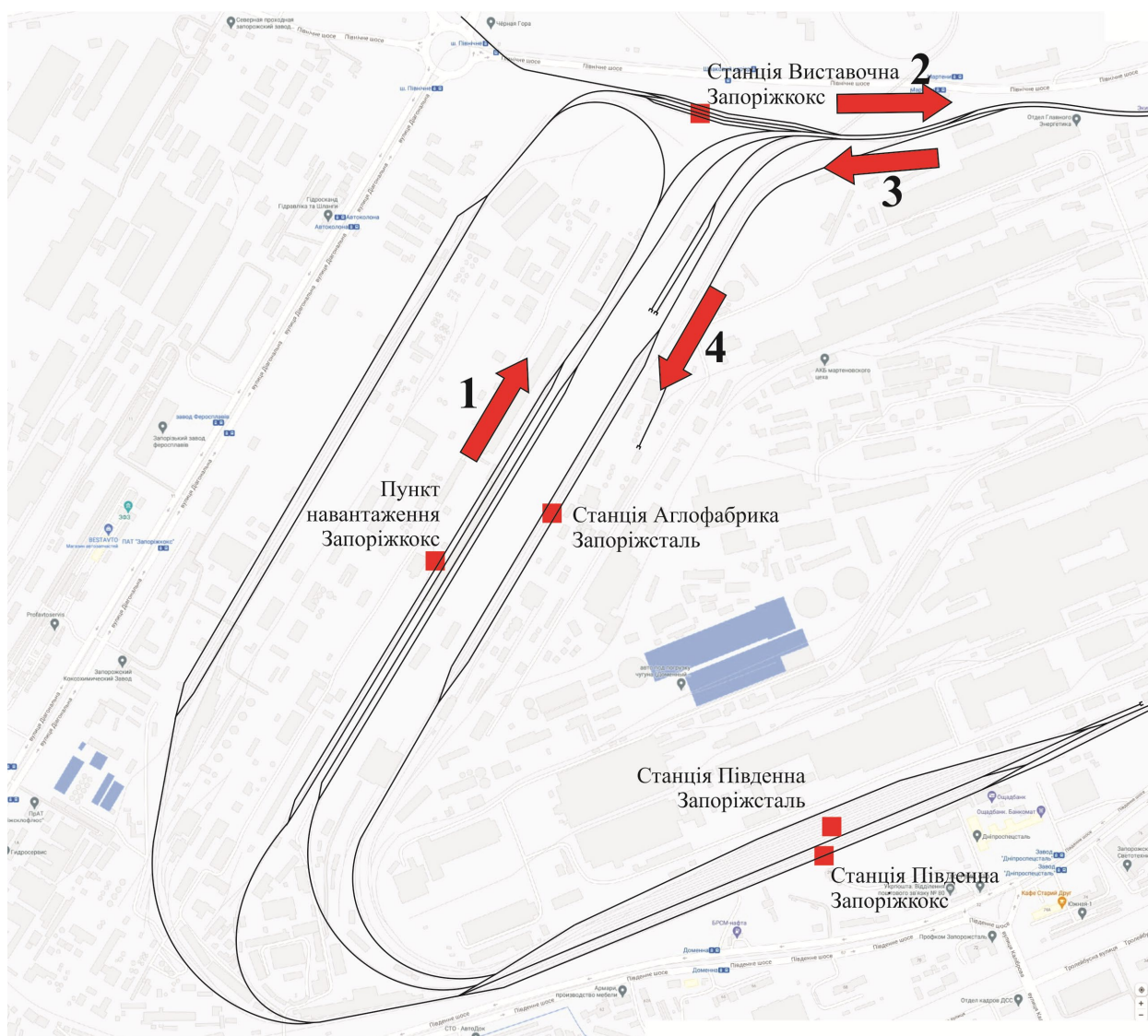


Рисунок 2.3 – Схема №2 організації робіт

У оберненому порядку виконується процедура повернення порожнього рухомого складу.

Схема №3 передбачає рух составів аналогічно схеми №1 із подачею коксу зі станції Південна до станції Аглофабрика подвійною тягою (один локомотив у голові, один – у хвості составу). Відповідно, кількість коксовозів у составі збільшується з 9 до 18 одиниць.

2.2 Дослідження процесу вивантаження

Для вибору методів дослідження ефективності різних варіантів організації робіт, необхідно визначити характер функціонування транспортної системи, яка розглядається [9].

Для цього проаналізуємо процес вивантаження вагонів-коксувизів на бункерах доменного цеху.

Дані щодо часу вивантаження коксувизів наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Дані щодо тривалості вивантаження коксувизів

№ з/п	Час вивантаження, хв.	№ з/п	Час вивантаження, хв.
1	10,4	6	6,1
2	9,7	7	8,3
3	7,8	8	11
4	7	9	8,8
5	9,5	10	14,3

Продовження таблиці 2.1

№ з/п	Час вивантаження, хв.	№ з/п	Час вивантаження, хв.
11	14,2	35	6,7
12	6,8	36	11,4
13	11,1	37	5,7
14	6,4	38	7,5
15	11,5	39	5,3
16	6	40	5,9
17	5,9	41	6
18	6,7	42	4,7
19	5,8	43	9,4
20	5,5	44	9,8
21	6,2	45	8,3
22	7,7	46	5,5
23	5,5	47	9,3
24	4,7	48	7,3
25	6,4	49	9,3
26	5,5	50	11,1
27	6,4	51	8,6
28	6,2	52	13,9
29	7,8	53	11,8
30	6,6	54	6,6
31	6,4	55	10,4
32	6,7	56	5,5
33	9,8	57	10,3
34	7,9	58	4,5

Кінець таблиці 2.1

№ з/п	Час вивантаження, хв.	№ з/п	Час вивантаження, хв.
59	5,9	80	7,5
60	7,1	81	5,3
61	5,9	82	5,6
62	5,4	83	5,8
63	5,1	84	7,8
64	6,8	85	6,2
65	4,8	86	6,9
66	4,3	87	5,4
67	6,8	88	6,6
68	5,1	89	6,3
69	6,1	90	6,8
70	6,7	91	9,5
71	7,5	92	7,2
72	7,6	93	6,2
73	6,6	94	9,2
74	6,8	95	5,7
75	10,3	96	7,5
76	8,3	97	5,2
77	6,2	98	5,4
78	10,4	99	6,5
79	5,5	100	4,5

Маємо вибірку зі 100 значень: 10,4; 9,7; 7,8; 7; 9,5; 6,1; 8,3; 11; 8,8; 14,3; 14,2; 6,8; 11,1; 6,4; 11,5; 6; 5,9; 6,7; 5,8; 5,5; 6,2; 7,7; 5,5; 4,7; 6,4; 5,5; 6,4; 6,2; 7,8; 6,6; 6,4; 6,7; 9,8; 7,9; 6,7; 11,4; 5,7; 7,5; 5,3; 5,9; 6; 4,7; 9,4; 9,8; 8,3; 5,5; 9,3;

7,3; 9,3; 11,1; 8,6; 13,9; 11,8; 6,6; 10,4; 5,5; 10,3; 4,5; 5,9; 7,1; 5,9; 5,4; 5,1; 6,8;
4,8; 4,3; 6,8; 5,1; 6,1; 6,7; 7,5; 7,6; 6,6; 6,8; 10,3; 8,3; 6,2; 10,4; 5,5; 7,5; 5,3; 5,6;
5,8; 7,8; 6,2; 6,9; 5,4; 6,6; 6,3; 6,8; 9,5; 7,2; 6,2; 9,2; 5,7; 7,5; 5,2; 5,4; 6,5; 4,5.

Варіаційний ряд: 4,3; 4,5; 4,5; 4,7; 4,7; 4,8; 5,1; 5,1; 5,2; 5,3; 5,3; 5,4; 5,4;
5,4; 5,5; 5,5; 5,5; 5,5; 5,5; 5,5; 5,6; 5,7; 5,7; 5,8; 5,8; 5,9; 5,9; 5,9; 5,9; 6; 6; 6,1;
6,1; 6,2; 6,2; 6,2; 6,2; 6,2; 6,3; 6,4; 6,4; 6,4; 6,4; 6,5; 6,6; 6,6; 6,6; 6,6; 6,7; 6,7;
6,7; 6,7; 6,8; 6,8; 6,8; 6,8; 6,8; 6,9; 7; 7,1; 7,2; 7,3; 7,5; 7,5; 7,5; 7,5; 7,6; 7,7; 7,8;
7,8; 7,8; 7,9; 8,3; 8,3; 8,3; 8,6; 8,8; 9,2; 9,3; 9,3; 9,4; 9,5; 9,5; 9,7; 9,8; 9,8; 10,3;
10,3; 10,4; 10,4; 10,4; 11; 11,1; 11,1; 11,4; 11,5; 11,8; 13,9; 14,2; 14,3.

Аналіз щільності розподілу ймовірності випадкової величини тривалості вивантаження вагонів-коксозовів наведено на рисунку 2.4.

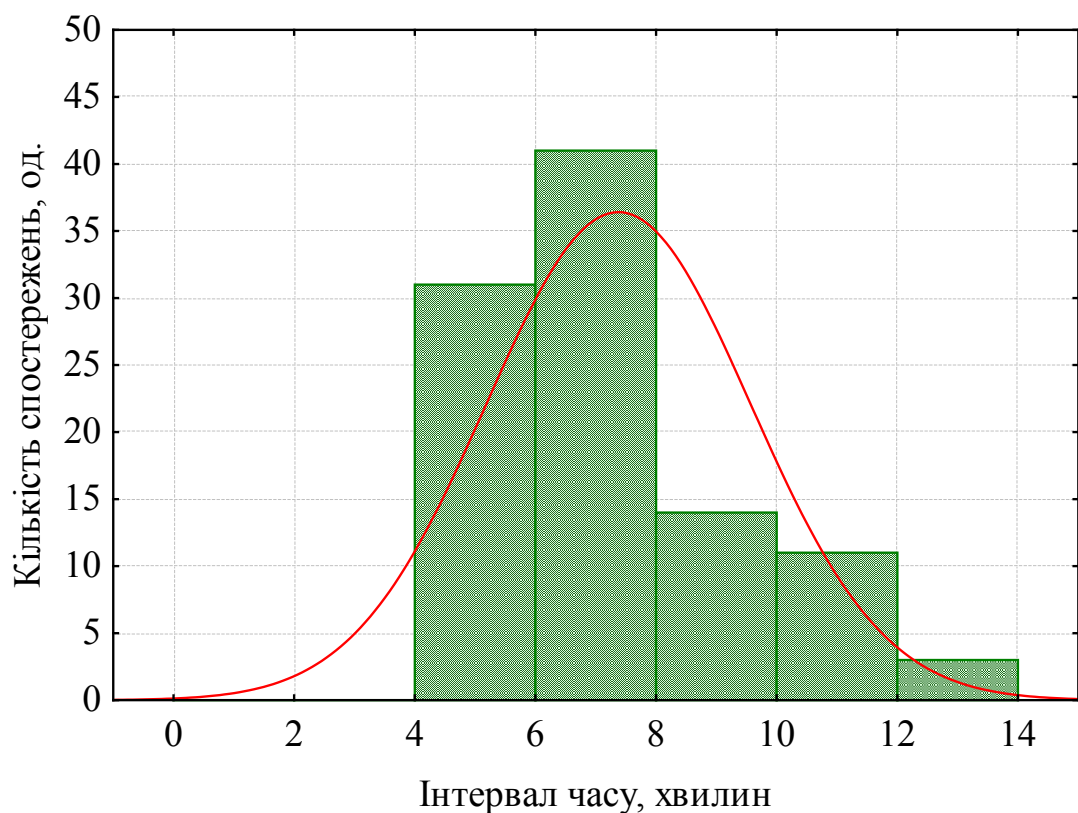


Рисунок 2.4 – Аналіз випадкової величини тривалості вивантаження вагонів-коксозовів

З рисунку 2.4 також можна стверджувати, що за формою розподіл найбільшою мірою відповідає усіченому нормальному.

Оскільки певні процеси виконуваних робіт мають стохастичний характер, доцільним є скористатись методом імітаційного моделювання.

Параметри для моделювання процесу вивантаження:

- мінімальне значення: 4,3 хв.;
- середнє значення: 7,4 хв.;
- максимальне значення: 14,3 хв.;
- стандартне відхилення: 2,2 хв.

2.3 Розробка моделі доставки коксовозів

При створенні моделі [10] скористаємось шаблоном, який використовує засоби транспортної мережі із ресурсами.

Розмістимо на модельному полі масштабну схему колійного розвитку об'єктів, які входять до досліджуваної транспортної мережі, та, поверх неї, накреслимо транспортні зв'язки, які об'єднуємо в одну групу group (рисунок 2.5).

Вузли цієї групи позначені прямокутниками, кожен з яких має ім'я, яке, для зручності подальшої роботи над моделлю, відповідає назві об'єктів:

- Vistavochna – станція Виставочна;
- Aglofabrika – станція Аглофабрика;
- Koksosort – дільниця коксосортування;
- Pivdenna_ZKoks – станція Південна Запоріжкоксу;
- Pivdenna_ZStal – станція Південна Запоріжсталі.

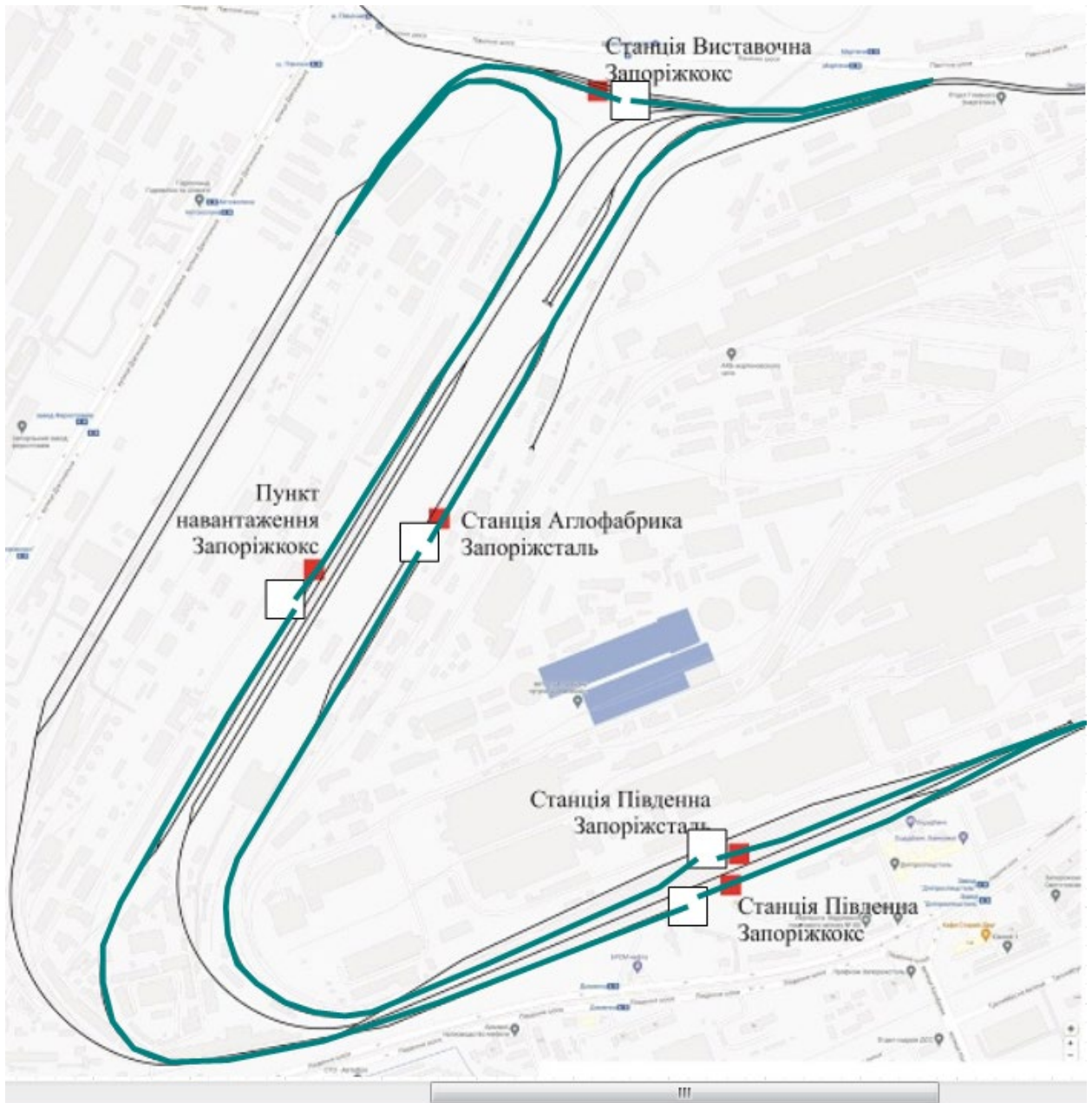


Рисунок 2.5 - Транспортні зв'язки моделі group

Початковим елементом з періодичністю, яка відповідає виробничому завданню, генеруються замовлення на обслуговування – партії коксовозів. За першою схемою їх кількість становить 9 одиниць. Періодичність – 3 години, або $3 \cdot 60 = 180$ хвилин (рисунок 2.6).

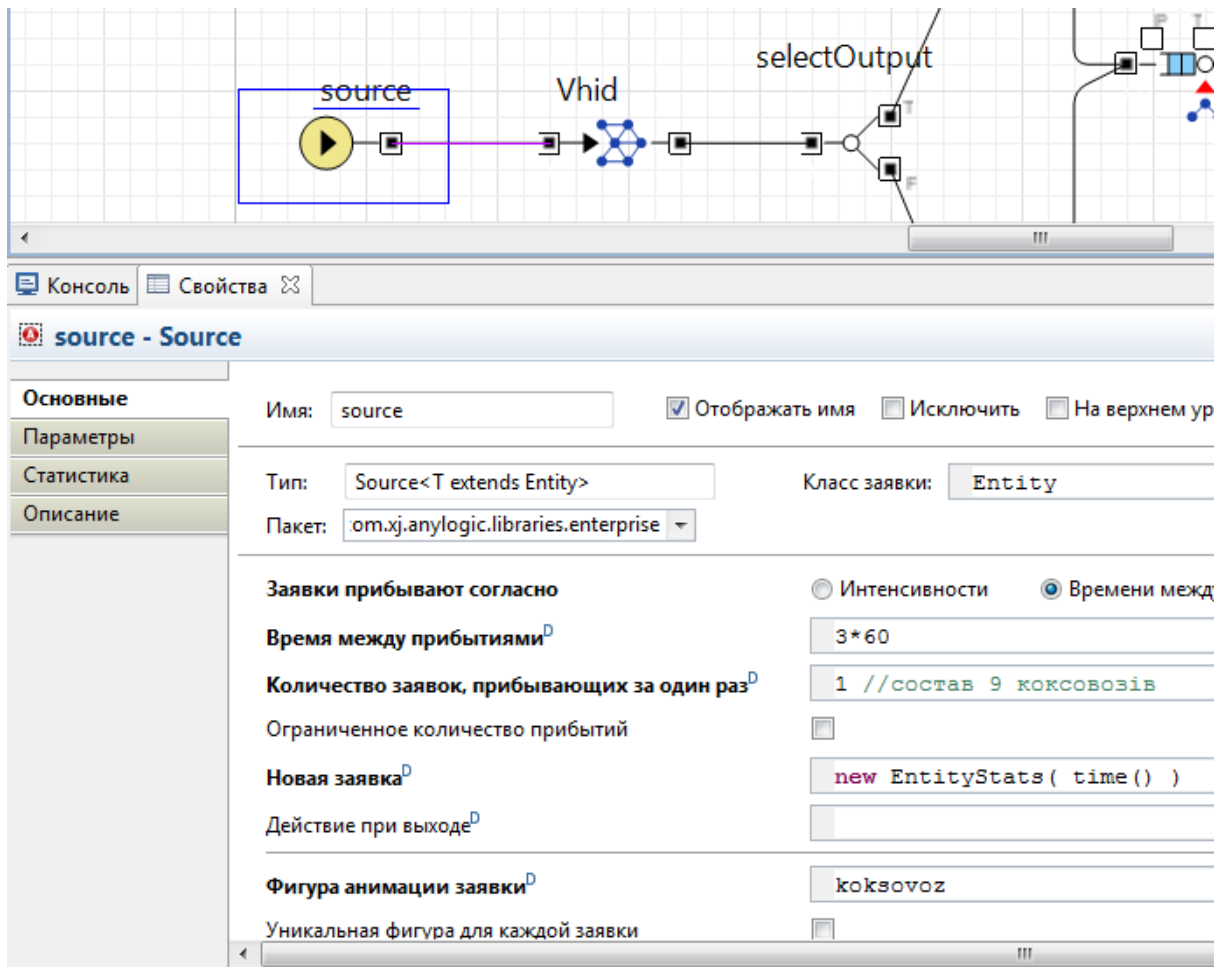


Рисунок 2.6 – Генератор замовлень

Форма анімації замовлення показана у верхній частині рисунку 2.7. На цьому рисунку наведені також форми анімації тепловозів: з червоним кольором борту – вільний ресурс-локомотив Запоріжсталі, з жовтим - зайнятий ресурс-локомотив Запоріжсталі, з синім - вільний ресурс-локомотив Запоріжкоксу, з зеленим - зайнятий ресурс-локомотив Запоріжкоксу.

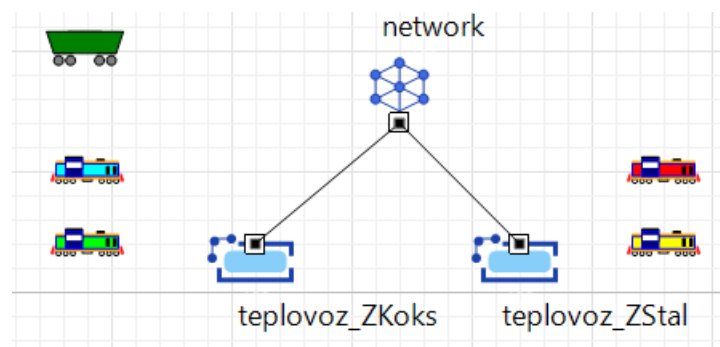


Рисунок 2.7 – Фігури анімації замовлень та ресурсів

Як бачимо з даного рисунку, ресурси teplovoz_ZKoks (рисунок 2.8) та teplovoz_ZStal (рисунок 2.9) під'єднані до мережі моделі network.

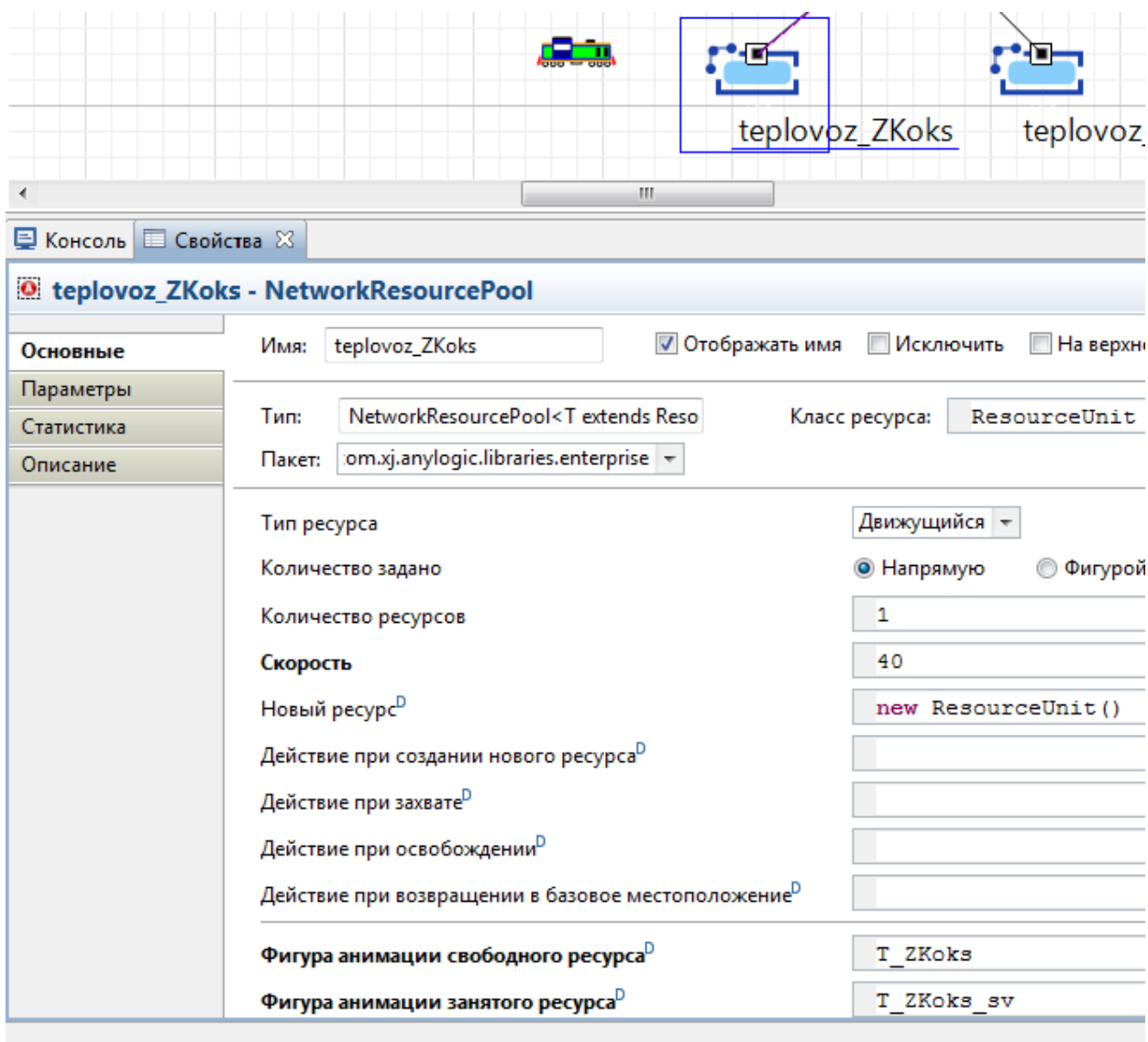


Рисунок 2.8 – Ресурс teplovoz_ZKoks

Кількість кожного з ресурсів становить 1 локомотив. Швидкість руху встановлюється при калібруванні моделі, зокрема, шляхом спостереження за рухом об'єктів та модельним часом, який відображається за допомогою стандартного елемента Clock.

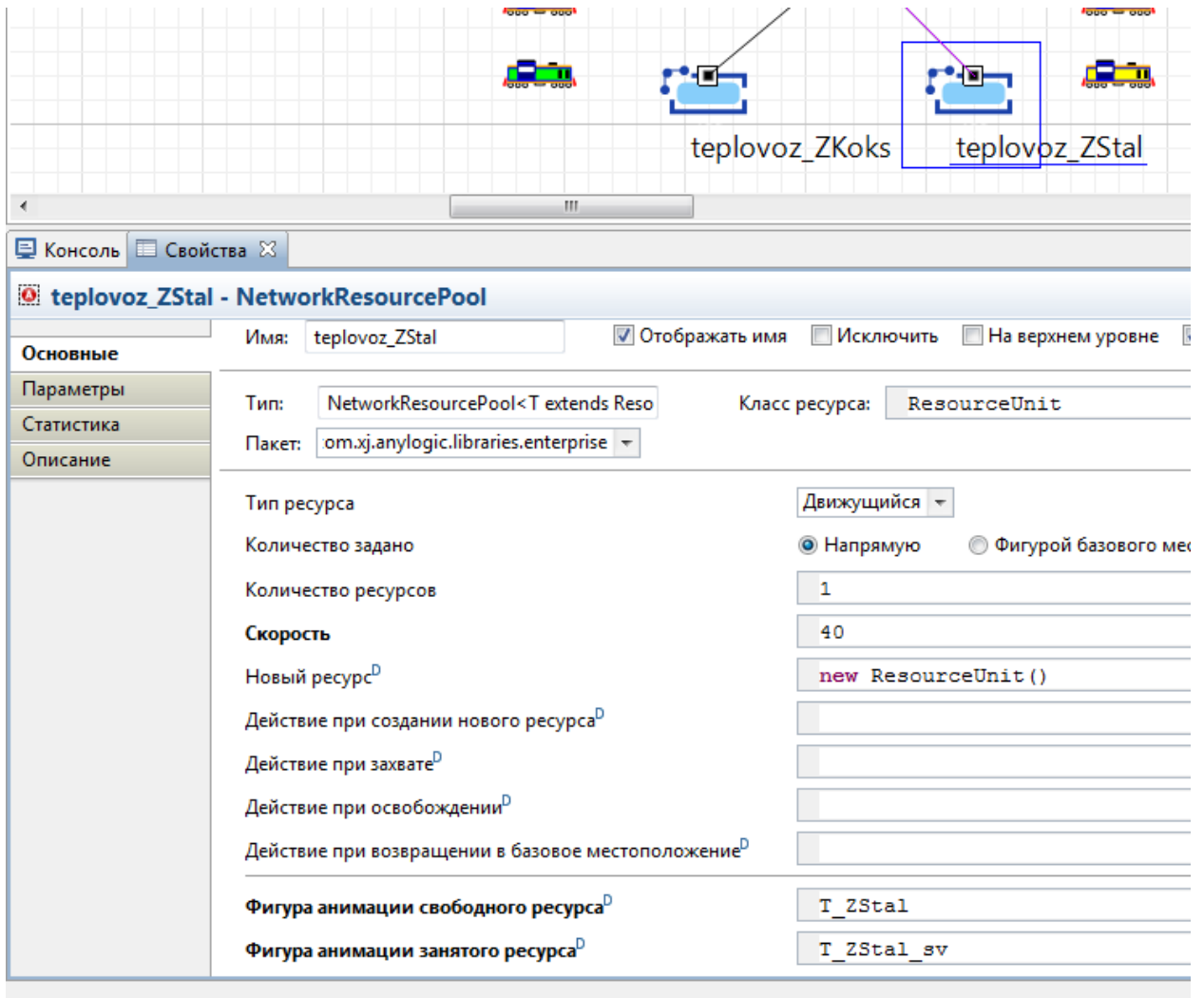


Рисунок 2.9 – Ресурс teplovoz_ZStal

Наступним елементом за генератором замовлень є елемент введення замовлення Vhid (тип networkEnter) до мережі моделі network, який визначає швидкість руху по ній (у нашому випадку вона співпадає із значенням швидкості ресурсів).

Крім того, цим елементом встановлюється вузол входу замовлення – це ділянка коксортування Koksosort.

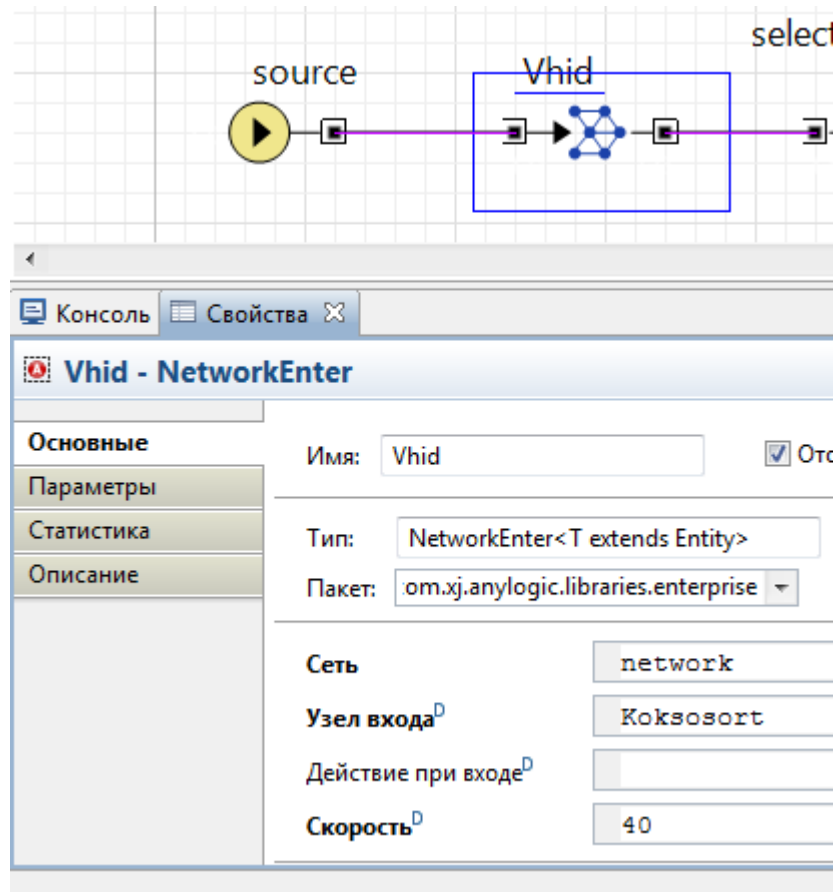


Рисунок 2.10 – Элемент введения замовлення до мережі

Наступний елемент визначає схему роботи в залежності від встановленого значення змінної Schema (рисунок 2.11). Цей елемент показаний на рисунку 2.12.

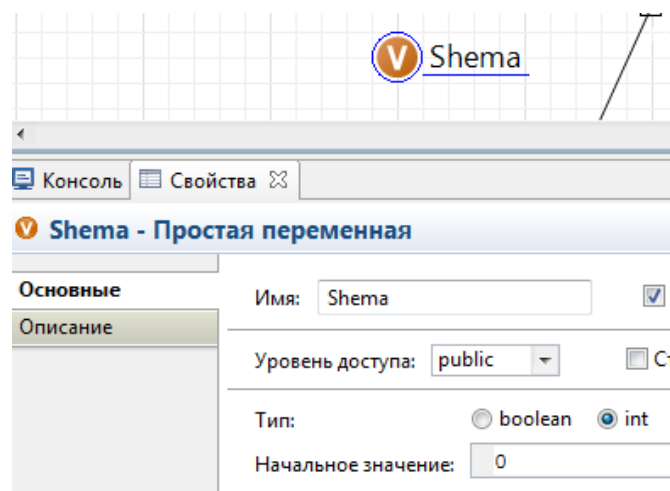


Рисунок 2.11 - Змінна Schema

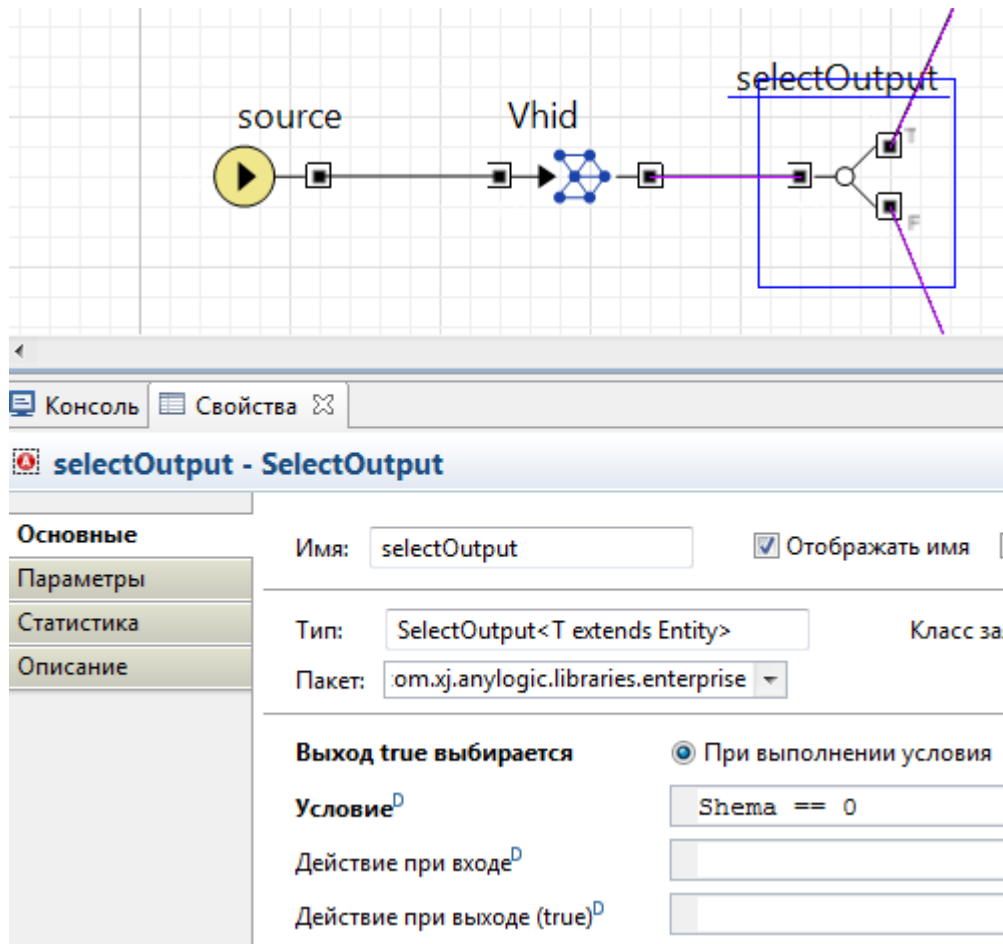


Рисунок 2.12 – Элемент выбору напрямую рух замовлень

Якщо вимова виконується (true) то рух замовлення здійснюється наступним чином (рисунок 2.13).

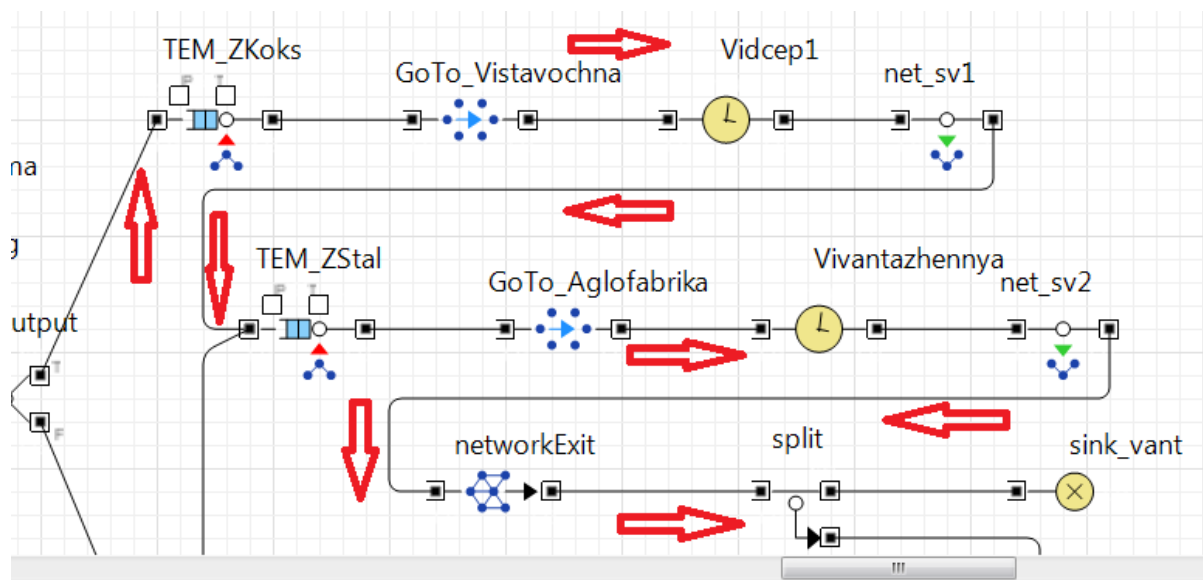


Рисунок 2.13 – Рух замовлень за схемою №1

Елемент TEM_ZKoks забезпечує захоплення замовленням ресурсу типу, який встановлено цим об'єктом, в нашому випадку – це ресурси типу teplovoz_ZKoks (рисунок 2.14).

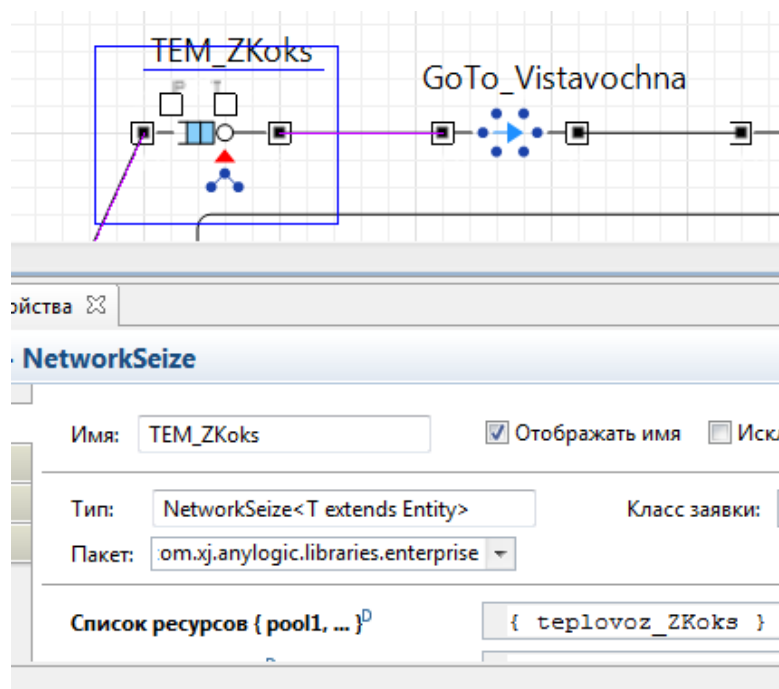


Рисунок 2.14 - Элемент TEM_ZKoks

Наступний елемент GoTo_Vistavochna (типу NetworkMoveTo) спрямовує замовлення разом із захопленням ресурсом до вузла Vistavochna (рисунок 2.15).

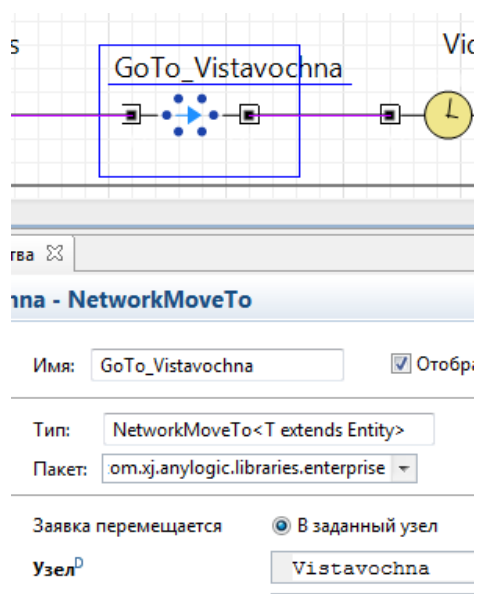


Рисунок 2.15 - Элемент GoTo_Vistavochna

Елемент Vidser1 здійснює затримку замовлення, яка за реальний умов, відповідає процесам закріплення рухомого складу та відчеплення локомотиву.

Елемент net_sv1 вивільняє захопленні ресурси, після цього замовлення очікує на захоплення ресурсів об'єктом TEM_ZStal (дані ресурси відображають локомотиви Запоріжсталі - teplovoz_ZStal) – рисунок 2.16.

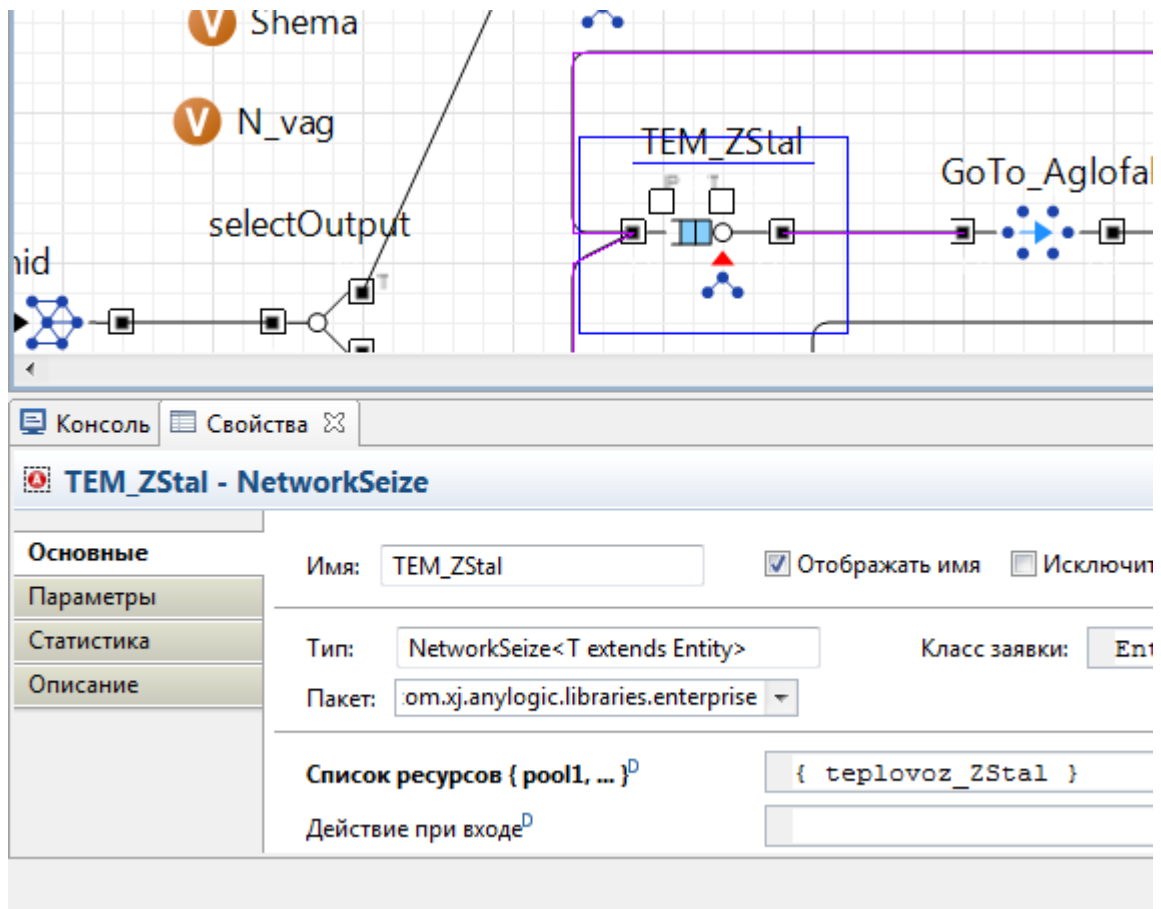


Рисунок 2.16 - Об'єкт TEM_ZStal

Наступний елемент GoTo_Aglofabrika спрямує замовлення разом із ресурсом до вузла Aglofabrika (рисунок 2.17).

Після потрапляння до цього вузла, здійснюється затримка замовлення за законом розподілу випадкової величини, встановленою в розділі 2.2.

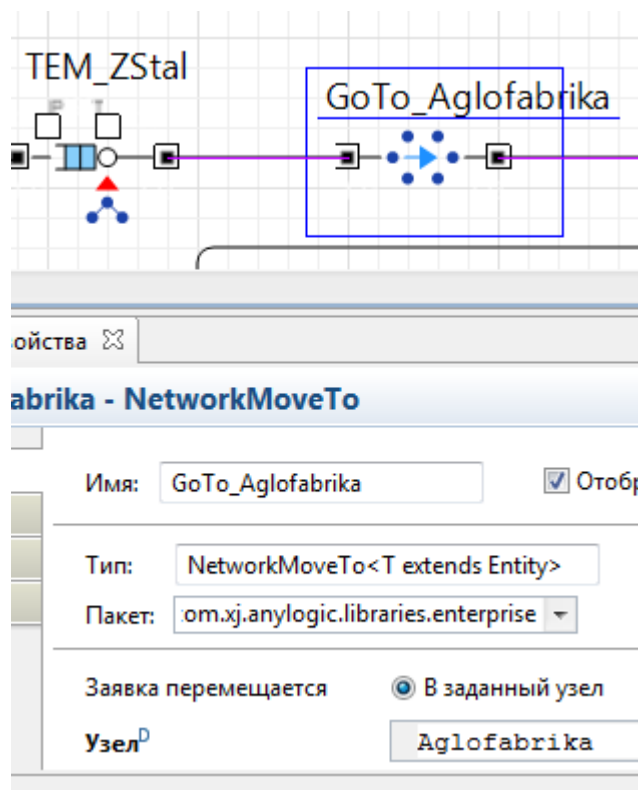


Рисунок 2.17 - Элемент GoTo_Aglofabrika

Затримку здійснює елемент Vivantazhennya типу Delay (рисунок 2.18).

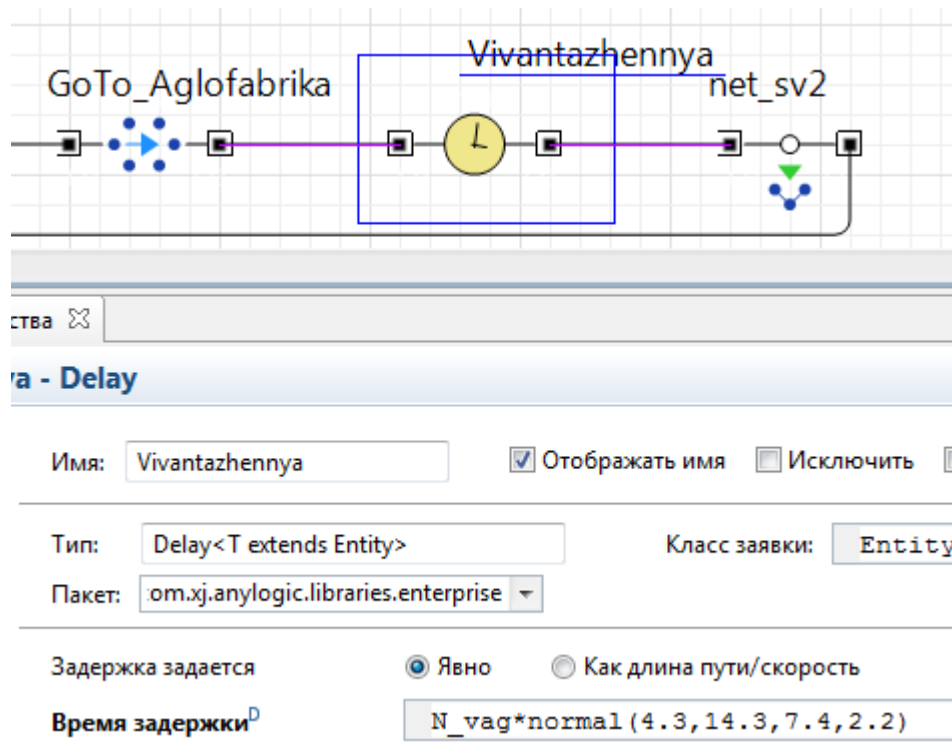


Рисунок 2.18 – Элемент Vivantazhennya типу Delay

Елемент net_sv2 типу Release звільняє всі ресурси, які залишаються на місці (рисунок 2.19).

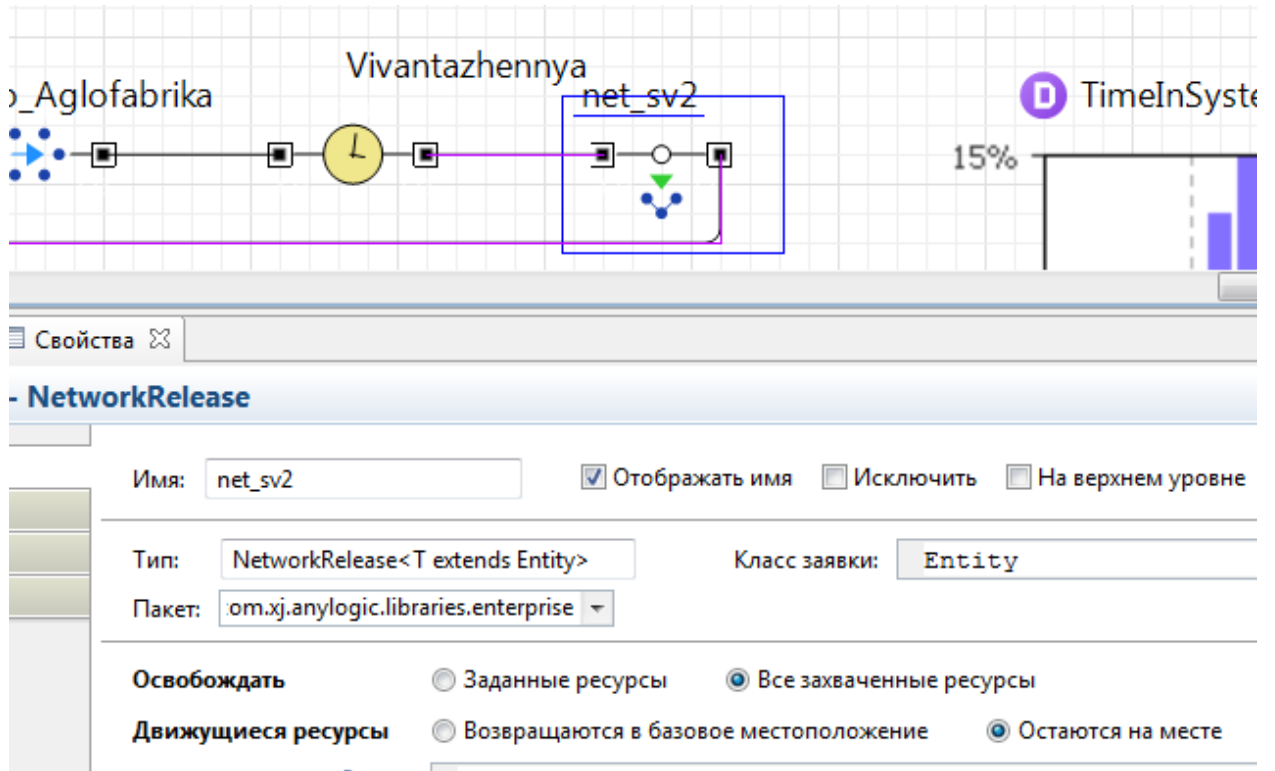


Рисунок 2.19 - Элемент net_sv2 типу Release

Елемент networkExit виводить замовлення з мережі, після чого воно потрапляє до об'єкту split (рисунок 2.22), який створює копію замовлення (яке повністю відповідає оригіналу), в той час, коли заявка-оригінал потрапляє до елемента знищення sink_vant типу sink для визначення її часу перебування у мережі.

За допомогою елемента TimeInSystemHist дані результатів накопичуються та представляються на програмному полі у вигляді гістограми histogram (рисунок 2.23).

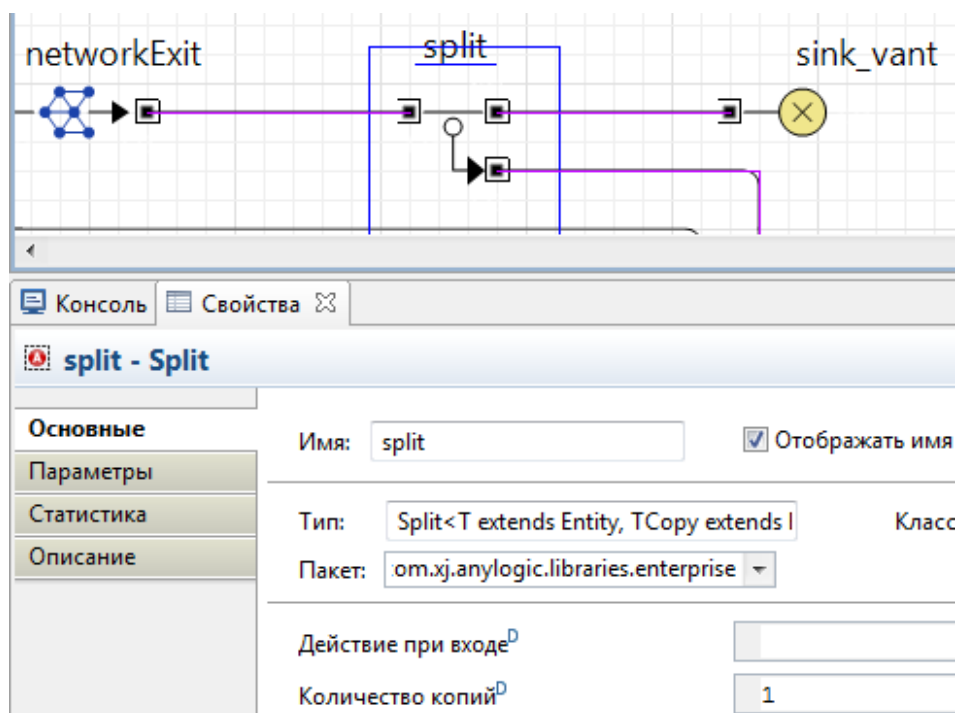


Рисунок 2.22 - Об'єкт split

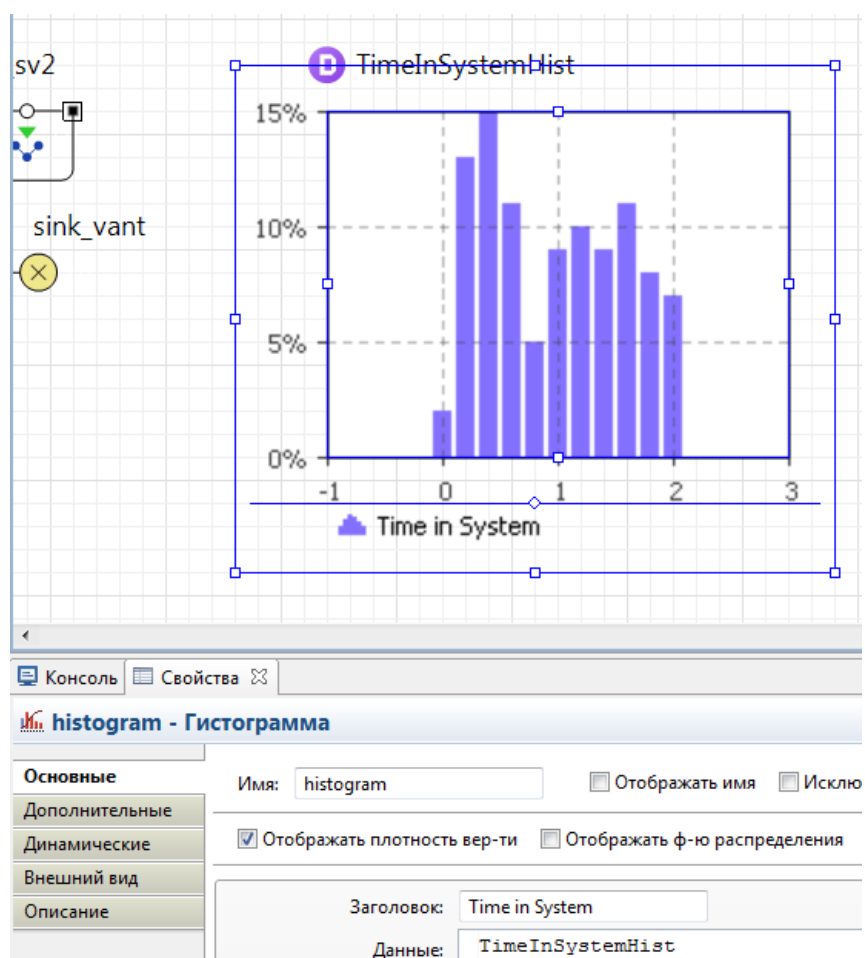


Рисунок 2.23 - Об'єкти TimeInSystemHist та histogram

Подальший рух заявки-копії відображає процес повернення вивантажених коксовозів до початкового пункту навантаження (рисунок 2.24).

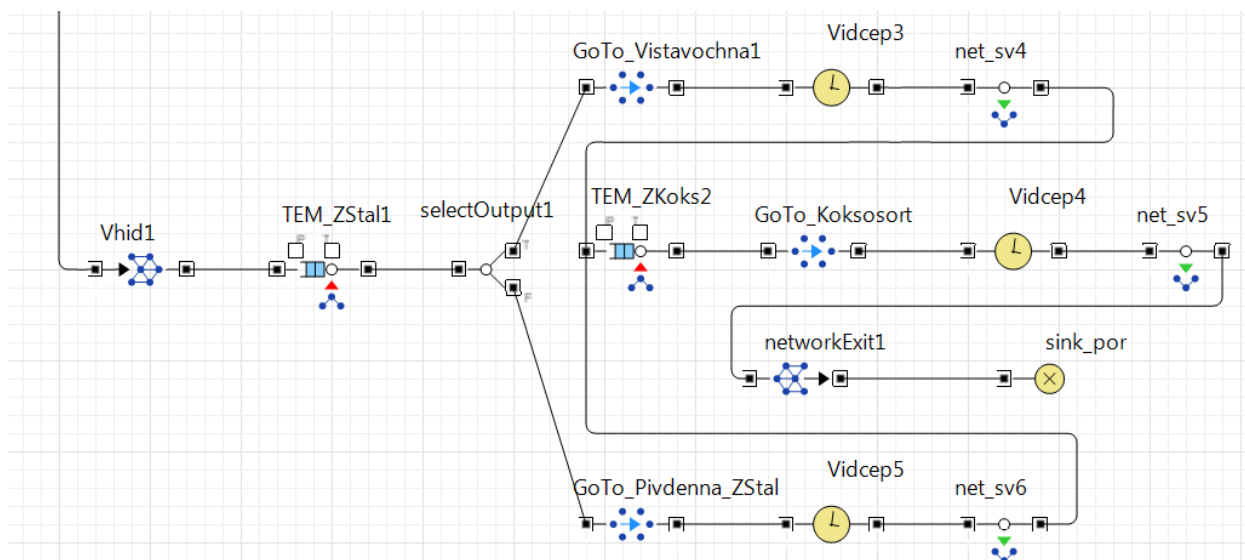


Рисунок 2.24 - Рух заявки-копії

Процедура наступна:

- елемент Vhid1 знову вводить замовлення до мережі;
- елемент TEM_ZStal1 захоплює ресурс (тепловоз Запоріжсталі);
- елемент selectOutput1 спрямовує рух замовлення відповідно до обраної схеми роботи;

- наступні елементи здійснюють спрямування замовлення до вузлів у зворотному напрямку руху, його затримання, що імітує технологічні операції та ін.

На останньому етапі разом із знищенням замовлення, також виконується фіксація тривалості часу перебування його у системі із відображенням на гістограмі.

Окрім тривалості перебування замовлення, також здійснюються фіксація використання ресурсів за часом.

2.4 Результати експериментів на імітаційній моделі

План експерименту, у відповідності до визначених можливих схем організації робіт будуємо щодо двох основних вихідних параметрів:

- схеми руху;
- розміру составів, що обертаються.

Результати першого експерименту (схема 1) при величині составу 9 коксовозів та подаванні вагонів на станцію Аглофабрика через станцію Виставочну представлені на рисунках 2.24-2.26.

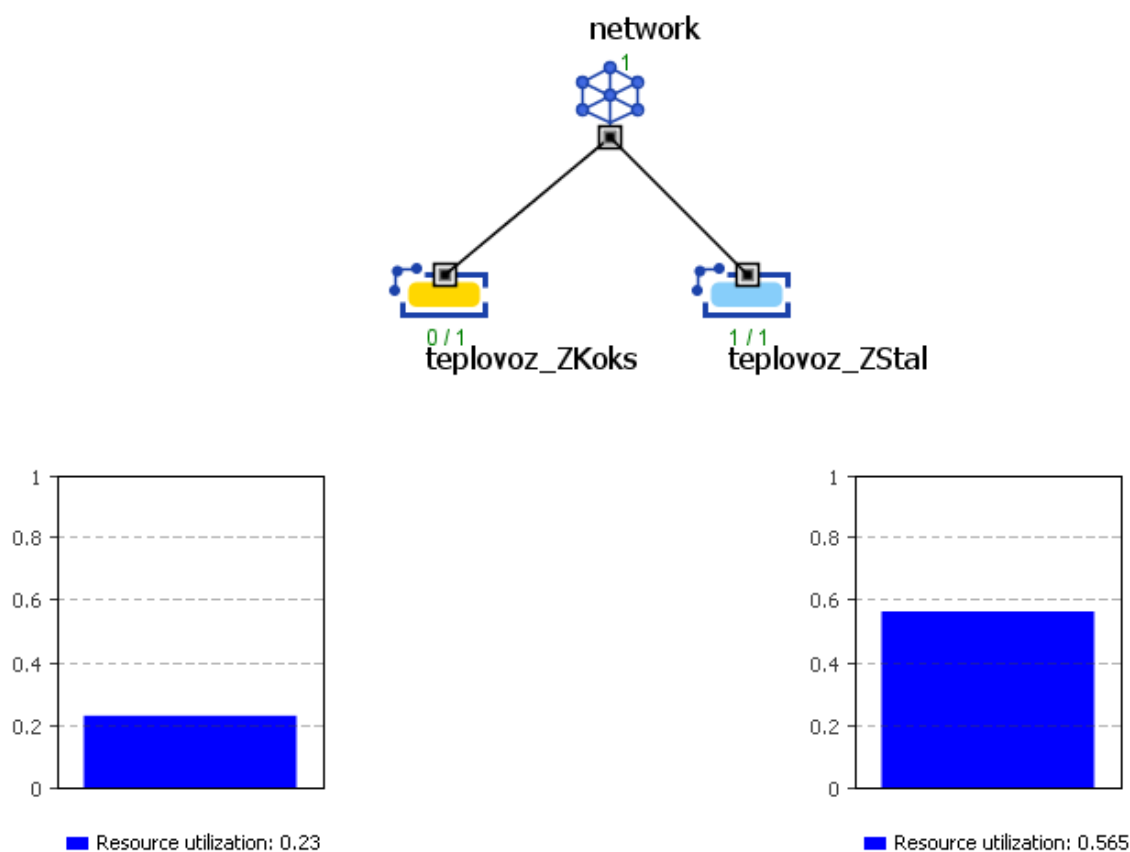


Рисунок 2.24 – Використання ресурсів за схемою організації робіт №1

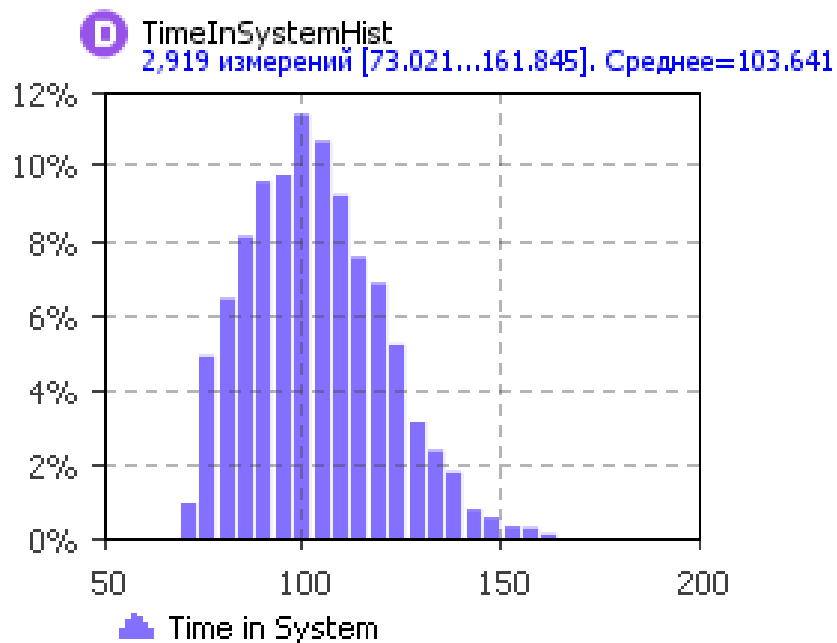


Рисунок 2.25 – Тривалість знаходження у системі завантажених коксовозів за схемою №1

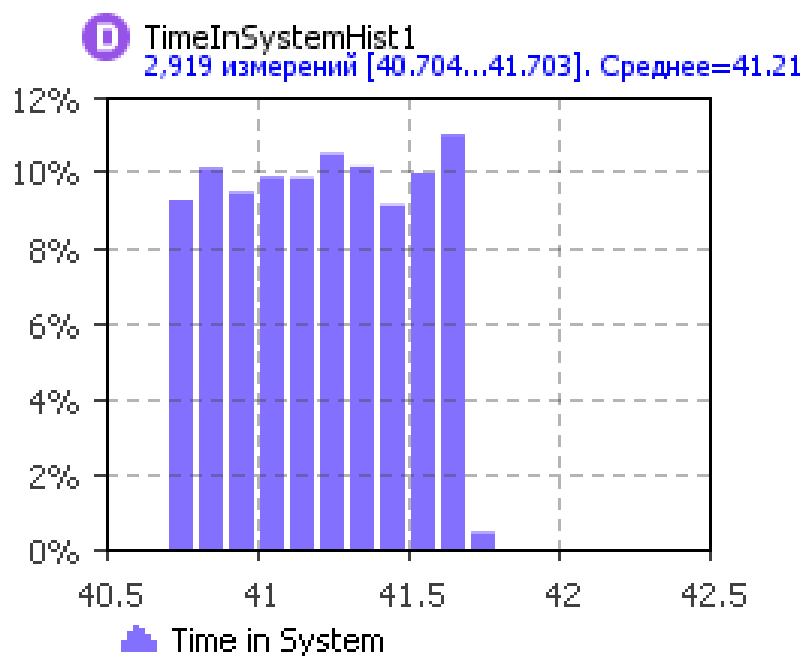


Рисунок 2.26 – Тривалість знаходження у системі порожніх коксовозів за схемою №1

Результати другого експерименту (схема 2) при величині складу 9 коксовозів та подаванні вагонів на станцію Аглофабрика через станцію Південна Запоріжкоксу та станцію Південна Запоріжсталі представлені на рисунках 2.27-2.29.

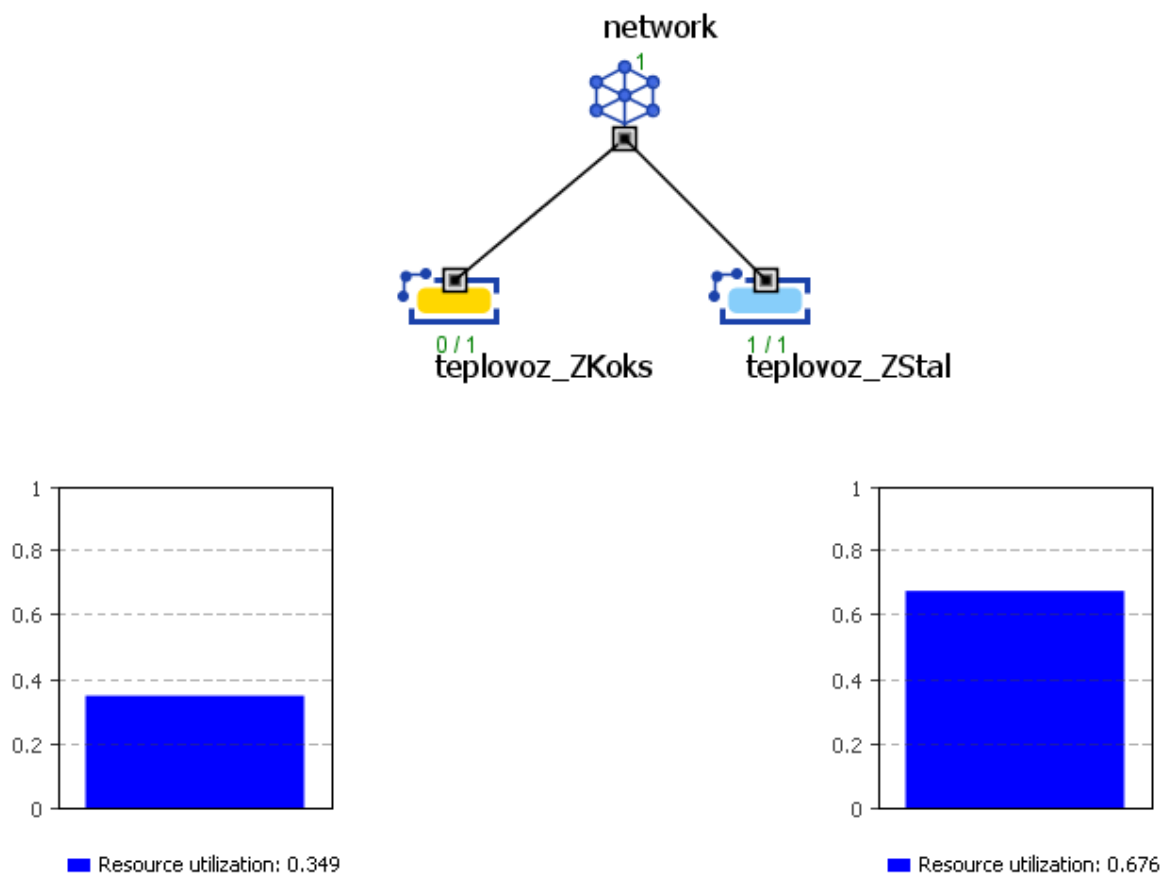


Рисунок 2.27 – Використання ресурсів за схемою організації робіт №2

Порівнюючи результати із отриманими при моделюванні транспортних процесів за схемою №1, слід відмітити збільшення часу використання ресурсів.

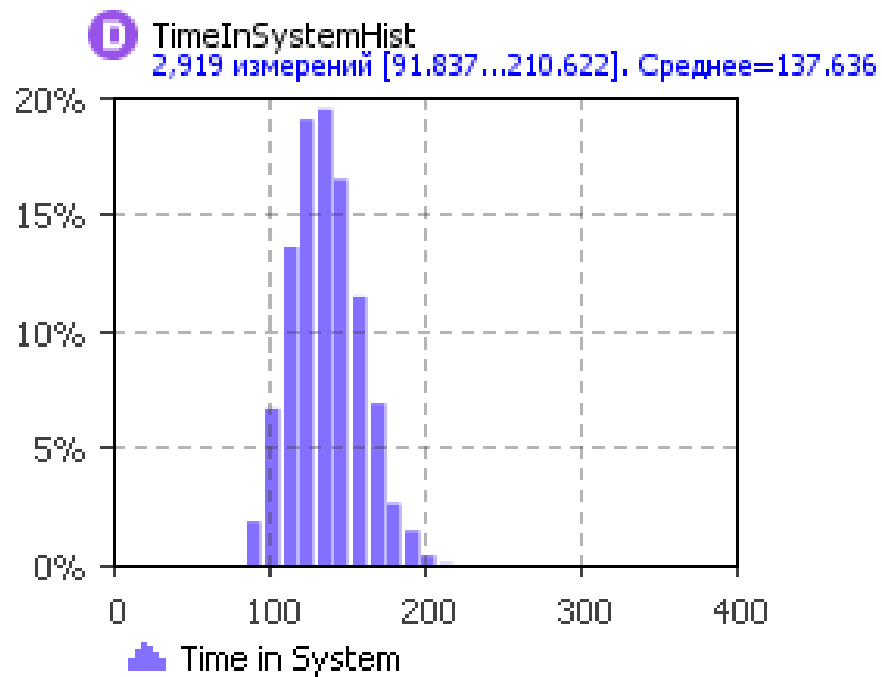


Рисунок 2.28 – Тривалість знаходження у системі завантажених коксовозів за схемою №2

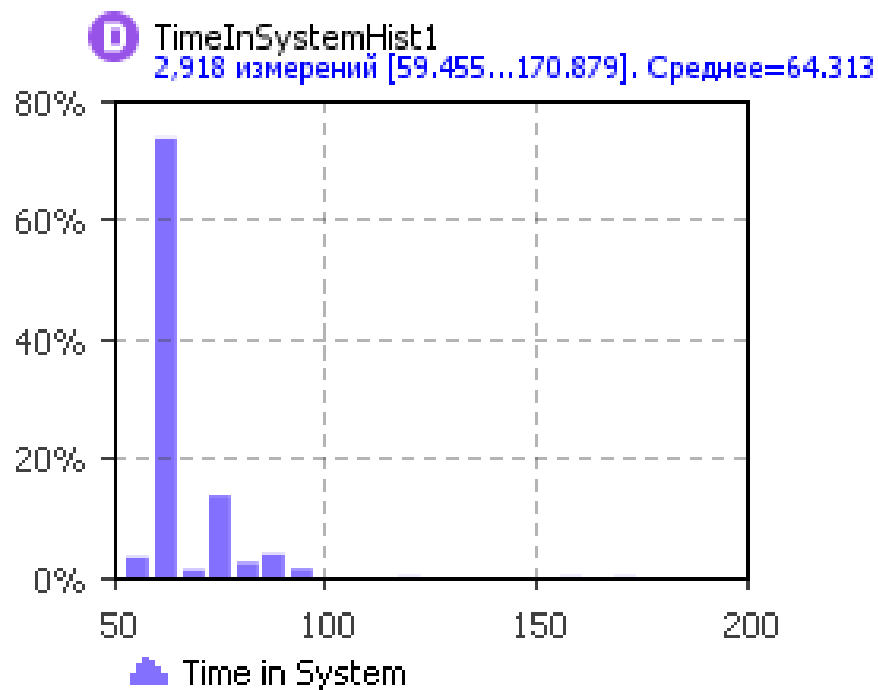


Рисунок 2.29 – Тривалість знаходження у системі порожніх коксовозів за схемою №2

Третій експеримент (схема 3) передбачала використання составів, які складаються з 18 коксовозів (при цьому використовуються одразу два локомотиви, що технічно важко забезпечити при роботі через станцію Виставочну) та подаванні вагонів на станцію Аглофабрика через станцію Південна Запоріжкоксу та станцію Південна Запоріжсталі.

Результати роботи імітаційної моделі представлені на рисунках 2.30-2.32.

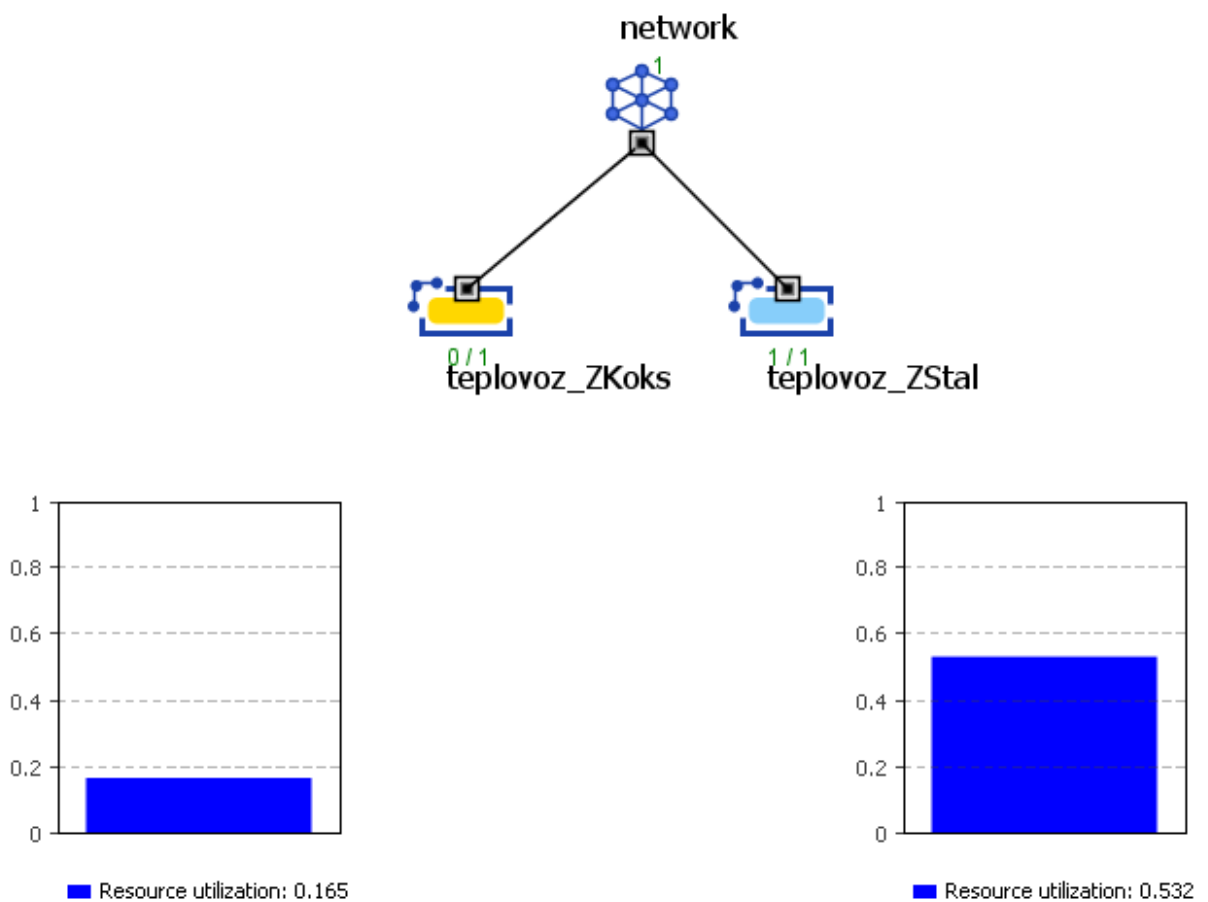


Рисунок 2.30 – Використання ресурсів за схемою організації робіт №2

Отримане «зниження» відсотку використання локомотивів за часом за реальних умов відноситься одразу до двох локомотивів.

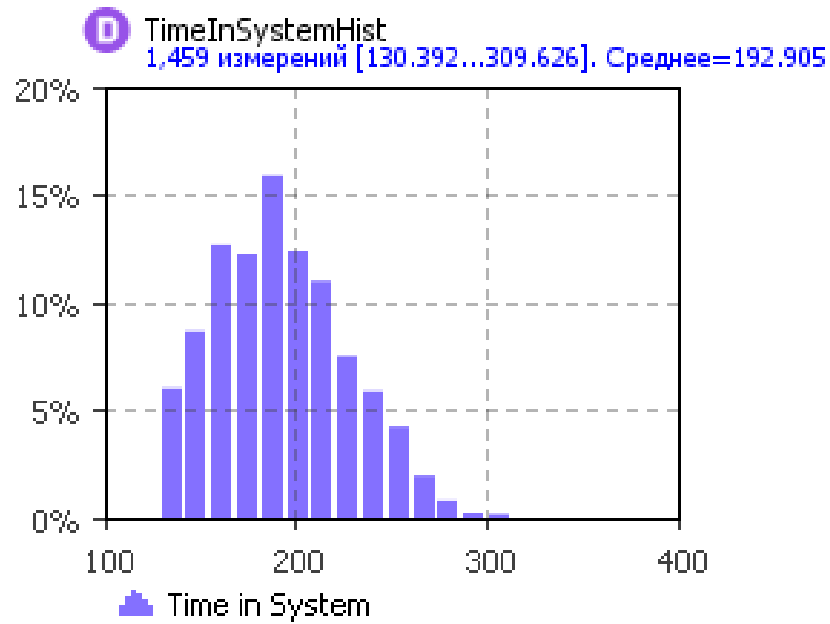


Рисунок 2.31 – Тривалість знаходження у системі завантажених коксовозів за схемою №3

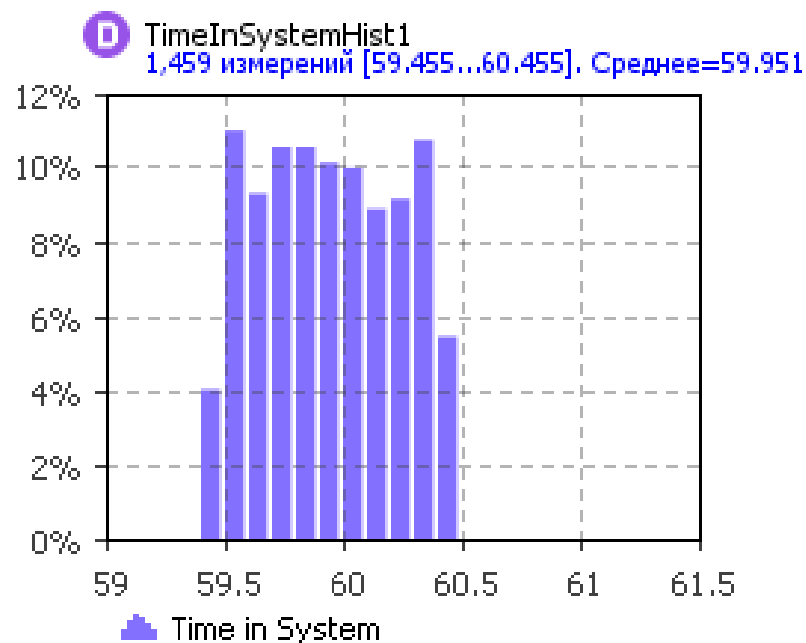


Рисунок 2.32 – Тривалість знаходження у системі порожніх коксовозів за схемою №3

Отримані при моделюванні за схемою №3 результати потребують певної додаткової обробки.

Так, з часу використання локомотивів необхідно відняти час простою одного з них в процесі вивантаження, оскільки для цього не потрібно двох локомотивів.

Отримані результати проведених експериментів представимо у вигляді таблиці для подальшого виконання економічних розрахунків.

2.5 Аналіз отриманих результатів

Результати всіх експериментів зводимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати проведених експериментів

Показник	Номер експерименту		
	1	2	3
Коефіцієнт використання локомотивів комбінату Запоріжсталь	0,565	0,676	0,532
Час використання локомотивів на протязі року, годин	4949	5922	5593*
Середній час знаходження завантажених вагонів у системі, годин	103,6	137,6	192,9
Середній час знаходження порожніх вагонів у системі, годин	41,2	64,3	60,0

Кінець таблиці 2.2

Показник	Номер експерименту		
	1	2	3
Максимальний час обороту составів вагонів, год.	3,4	6,2	6,4**
Потрібний парк вагонів, од.	18	27	36

Примітка. * - виключено час роботи одного з двох локомотивів Запоріжсталі під час вивантаження та повернення порожніх вагонів після вивантаження на Запоріжжкокс;

** - для составу, що обертається, з 18 вагонів.

В наступному розділі виконаємо економічні розрахунки для визначення найбільш ефективної схеми організації робіт.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В ході основної частини досліджень були розглянуті основні теоретичні варіанти доставки коксу доменного на підприємство Запоріжсталь від основного постачальника – підприємства Запоріжкокс.

Ці два підприємства свого часу були створені одне для одного. З тих пір залишились територіальна близькість та відповідність продукції Запоріжкоксу потребам Запоріжсталі. Тривалий час через належність окремим власникам, взаємодія підприємств була досить напруженою, фактори подібних ситуацій в теперішній час відсутні через підпорядкованість їх обох компанії «Метінвест».

У давні часи передавання коксу здійснювалось по конвеєрній лінії, саме для цього пункти навантаження та вивантаження були спроектовані максимально близько один від одного. Але життя розставляє все на свої місця – кілька десятків років потому останні залишки конвеєрної галереї були демонтовані. А кокс перевозиться залізничним транспортом. За звичайних умов роботи – з ділянки коксортування через однойменні станції Південна Запоріжкоксу та Запоріжсталі від доставляється на парк Бункери станції Аглофабрика.

Але, за умов ремонту доменних печей та перекриття руху по залізничних коліях на бункерах доменного цеху, постачання коксу здійснюється через станцію Виставочна.

Тож існують стабільні три варіанти постачання коксу:

- через станцію Виставкову при нормативній величині составів 9 вагонів;
- через станції Південна Запоріжкокси та Запоріжсталі при нормативній величині составів 9 вагонів;

- через станції Південна Запоріжкоксі та Запоріжсталі при нормативній величині составів 18 вагонів.

Варіанти додаткового постачання коксу з зовнішньої мережі Укрзалізниці в даній роботі не розглядаються, оскільки принципово базовий технологічний процес цього не передбачає та не потребує.

Для дослідження цих варіантів була розроблена імітаційна модель, виконані експерименти.

Вихідні результати моделювання представлені в основній частині, частина даних, потрібних для економічних розрахунків, представлена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані для економічних розрахунків

Показник	Номер експерименту		
	1	2(базовий)	3
Час використання локомотивів на протязі року, годин	4949	5922	5593
Кількість помічників машиніста-складачів поїздів, чол.	4	4	8
Фонд робочого часу помічників машиніста, год.	1237	1481	699
Потрібний парк вагонів-коксозовів, составів (од.)	2 (по 9 од.)	3 (по 9 од.)	2(по 18 од.)

Виконаємо економічні розрахунки за даними варіантами організації робіт.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами першого експерименту

Дані витрати (проектний варіант №1) визначимо за формулою [11]:

$$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{е}} = V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}} + V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{з}} + V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{с}} + V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{н}} + V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{кс}}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}}$ – сумарна річна собівартість використання тепловозів, грн.

$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{з}}$ – сумарна річна зарплата працівників, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{с}}$ – річні витрати на соціальне страхування, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{н}}$ – накладні витрати за рік, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{кс}}$ – витрати на утримання коксовозів, грн.

Сумарна річна собівартість використання тепловозів $V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}}$ розраховується за формулою [11]:

$$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}} = N_{\text{т}} T_{\text{т}} C_{\text{т}}, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{т}}$ – число тепловозів, од.

$T_{\text{т}}$ – час роботи тепловозів, год.;

$C_{\text{т}}$ – собівартість локомотиво-години роботи, грн/год.

Визначимо $V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}}$ за формулою (3.2):

$$V_{\text{т}}^{\text{ек1}}_{\text{лг}} = 1 \cdot 4949 \cdot 797,65 = 3947569,85 \text{ грн.}$$

Сумарна річна зарплата працівників розраховується за наступною формулою [12]:

$$ВТ_{зп}^{ек1} = N_{п} \cdot k_{кп} \cdot C_{гп} [\Phi Д_{р} (7/6 + k_{кп} + k_{шп}) + \Phi Д_{св}], \quad (3.3)$$

де $N_{п}$ – кількість помічників машиніста-складачів поїздів, чол.;

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

$C_{гп}$ – тариф зв годину роботи, грн/год.;

$\Phi Д_{р}$ – фонд часу роботи в рік;

$7/6$ – коефіцієнт доплати за працю у вечірній та нічний час;

$k_{кп}$ – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник $k_{кл} = 0,1$;

$k_{шп}$ – коефіцієнт додаткової оплати праці при роботі у шкідливих умовах;

$\Phi Д_{св}$ – фонд часу роботи на протязі року у святкові дні, $\Phi_{св} = 1994 \cdot 12 / 365 = 66$ год.

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічників машиніста за формулою (3.3):

$$ВТ_{зп}^{ек1} = 4 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [1237(7/6 + 0 + 0,1) + 66] = 821325,4 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані із соціальним страхуванням визначаються за формулою:

$$ВТ_{с}^{ек1} = 0,22 \cdot ВТ_{зп}^{ек1} . \quad (3.4)$$

Виконаємо розрахунки за виразом (3.4):

$$ВТ_{с}^{ек1} = 0,22 \cdot 821325,4 = 180691,59 \text{ грн.}$$

Накладні витрати визначаються за формулою:

$$ВТ_{н}^{ек1} = 0,34 \cdot ВТ_{зп}^{ек1} . \quad (3.5)$$

Виконаємо розрахунки за виразом (3.5):

$$ВТ_{н}^{ек1} = 0,34 \cdot 821325,4 = 279250,64 \text{ грн.}$$

Витрати $ВТ_{кс}^{ек1}$ на утримання коксовозів визначаються наступним чином:

$$ВТ_{кс}^{ек1} = 8760 N_{сост} \cdot N_{розм} \cdot C_{год_кс} , \quad (3.6)$$

де $N_{сост}$ – кількість составів, які задіяні на перевезеннях коксу, од.;

$N_{розм}$ – розмір составу, вагонів;

$C_{год_кс}$ – собівартість вагоно-години одного коксовозу, грн.

Витрати $ВТ_{кс}^{ек1}$ за (3.6) становлять:

$$ВТ_{кс}^{ек1} = 8760 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 23,31 = 3675520,8 \text{ грн.}$$

Загалом витрати по першому проєктному варіанту складають згідно (3.1):

$$\begin{aligned} ВТ_{е}^{ек1} &= 3947569,85 + 821325,4 + 180691,59 + 279250,64 + 3675520,8 = \\ &= 8904358,28 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами другого експерименту

Експлуатаційні витрати за результатами другого експерименту визначимо за формулою [11]:

$$V_{T_{ек2}}^{ек2} = V_{T_{лг}}^{ек2} + V_{T_3}^{ек2} + V_{T_c}^{ек2} + V_{T_n}^{ек2} + V_{T_{кс}}^{ек2}, \quad (3.7)$$

де $V_{T_{лг}}^{ек2}$ – сумарна річна собівартість використання тепловозів за експериментом №2, грн.

$V_{T_3}^{ек2}$ – сумарна річна зарплата працівників за результатами експерименту №2, грн;

$V_{T_c}^{ек2}$ – річні витрати на соціальне страхування, грн;

$V_{T_n}^{ек2}$ – накладні витрати за рік, грн;

$V_{T_{кс}}^{ек2}$ – витрати на утримання коксовозів за результатами експерименту №2, грн.

Сумарну річну собівартість використання тепловозів розраховуємо аналогічно базовому варіанту за формулою (3.2):

$$V_{T_{лг}}^{ек2} = 1 \cdot 5922 \cdot 797,65 = 4723683,3 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічників машиніста за формулою (3.3):

$$V_{T_{зп}}^{ек2} = 4 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [1481(7/6 + 0 + 0,1) + 66] = 976784,7 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані із соціальним страхуванням за виразом (3.4):

$$V_{T^{ек2}}^c = 0,22 \cdot 976784,7 = 214892,63 \text{ грн.}$$

Накладні витрати визначимо за виразом (3.5):

$$V_{T^{ек2}}^H = 0,34 \cdot 976784,7 = 332106,8 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання коксовозів за (3.6) становлять:

$$V_{T^{ек2}}^{KC} = 8760 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 23,31 = 5513281,2 \text{ грн.}$$

Загалом витрати за експериментом 2 (базовий варіант) складають згідно (3.7):

$$\begin{aligned} V_{T^{ек2}}^e &= 4723683,3 + 976784,7 + 214892,63 + 332106,8 + 5513281,2 = \\ &= 11760748,63 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за результатами третього експерименту

Експлуатаційні витрати за результатами третього експерименту (проектний варіант №2) визначимо за формулою [11]:

$$V_{T^{ек3}}^e = V_{T^{ек3}}^{лг} + V_{T^{ек3}}^z + V_{T^{ек3}}^c + V_{T^{ек3}}^H + V_{T^{ек3}}^{KC}, \quad (3.8)$$

де $V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_{\text{лг}}$ – сумарна річна собівартість використання тепловозів за експериментом №3, грн.

$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_z$ – сумарна річна зарплата працівників за результатами експерименту №3, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_c$ – річні витрати на соціальне страхування, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_n$ – накладні витрати за рік, грн;

$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_{\text{кс}}$ – витрати на утримання коксовозів за результатами експерименту №3, грн.

Сумарну річну собівартість використання тепловозів розраховуємо за формулою (3.2):

$$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_{\text{лг}} = 1 \cdot 5593 \cdot 797,65 = 4461256,45 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічників машиніста за формулою (3.3):

$$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_{\text{зп}} = 4 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [699(7/6 + 0 + 0,1) + 66] = 478550,39 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані із соціальним страхуванням за виразом (3.4):

$$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_c = 0,22 \cdot 478550,39 = 105281,09 \text{ грн.}$$

Накладні витрати визначимо за виразом (3.5):

$$V_{\text{т}}^{\text{ек}^3}_n = 0,34 \cdot 478550,39 = 162707,13 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання коксовозів за (3.6) становлять:

$$V_{T_{KC}}^{ек3} = 8760 \cdot 2 \cdot 18 \cdot 23,31 = 7351041,6 \text{ грн.}$$

Загалом витрати за експериментом 3 (другий проектний варіант) складають згідно (3.8):

$$\begin{aligned} V_{T_e}^{ек3} &= 4461256,45 + 478550,39 + 105281,09 + 162707,13 + 7351041,6 = \\ &= 12558836,66 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.4 Розрахунок економічної ефективності проекту

Капітальні вкладення на придбання програмного комплексу, який дозволяє виконувати моделювання транспортних процесів, складають близько 350 тис. грн.

Річний ефект (економія експлуатаційних витрат) визначається за формулами [12]:

$$EP_1 = V_{T_e}^{ек2} - V_{T_e}^{ек1}, \quad (3.9)$$

$$EP_2 = V_{T_e}^{ек2} - V_{T_e}^{ек3}. \quad (3.10)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9), для першого проектного варіанту -

$$EP_1 = 11760748,63 - 8904358,28 = 2856390,35 \text{ грн.}$$

для другого проектного варіанту (3.10) –

$$EP_2 = 11760748,63 - 12558836,66 = -798088,03 \text{ грн.}$$

Таким чином, економічно доцільним є тільки перший проєктний варіант, другий проєктний варіант є збитковим.

Річний економічний ефект від реалізації першого проєктного варіанту становить 2856390,35 грн.

Термін окупності встановлюємо за виразом [12]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{прог}}}{EP_1}, \quad (3.11)$$

де $K_{\text{прог}}$ - капітальні витрати на закупівлю програми, грн.

$$K_{\text{прог}} = 350 \text{ тис. грн.}$$

Виконаємо розрахунки за виразом (3.11):

$$T_{\text{ок}} = 350000 / 2856390,35 = 0,1 \text{ року.}$$

Визначимо чисту поточну вартість проєкту за формулою [12]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{ВП_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{СП_t}{(1+i)^t}, \quad (3.12)$$

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

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

i - ставка дисконту (0,15 ... 0,25);

n - термін життя проєкту, 5 років.

Показники чистої поточної вартості проєктного рішення за виразом (3.12) наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Поточна вартість проекту

Капвитрати	Вигоди	Коефіцієнт дисконту	Чиста поточна вартість NPV
350000	2856390,35	1	2506390,35
	2856390,35	0,87	2485060
	2856390,35	0,76	2170857
	2856390,35	0,66	1885218
	2856390,35	0,57	1628142
			10675667,35

Данні техніко-економічних розрахунків наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Експлуатація тепловозів, грн	4723683	3947570
2	Утримання коксовозів, грн	5513281	3675521
3	Зарплата працівників, грн	976785	821325
4	Соціальне страхування, грн	214893	180692
5	Накладні витрати, грн	332107	279251

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
6	Річні експлуатаційні витрати, грн	11760749	8904358
7	Економія експлуатаційних витрат, грн	-	2856390,35
8	Термін окупності, років	-	0,1
9	Чиста поточна вартість проекту, грн.	-	10675667,35

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі в доповнення виконання дослідження та аналізу ефективності різних схем доставки коксу до станції Аглофабрики ПАТ «Запоріжсталь» розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню [13-15].

4.1 Аналіз потенційних небезпек

В ході аналізу визначені наступні небезпеки:

- при подаванні коксу може відбутися травмування робітників з-за падіння коксу;
- запаси сирих матеріалів, флюси, окатиші зберігаються в штабелях на рудному дворі. Агломерат подається в вагонах з аглофабрики. Вагони з агломератом, коксом, окатишами подаються на бункерну естакаду, яка розміщена вздовж фронту доменного цеху, до неї примикає рудний двір. При розвантаженні вагонів можливі травмування робітників;
- можливо потрапляння робітників під вагоноперекидач або транспорт на залізничній колії;
- при перевищенні швидкості при подачі вагонів можливо наїзди на робітників, та зіткнення з грейфером;
- при роботі стрічкового конвеєру можливо схід стрічки конвеєру з барабанів та роликів підпорок, що призводить до аварій та травмуванню людей;

- при русі вагону-вагів, можливо попадання під вагони сторонніх предметів, що призвести до зупинки технологічного процесу;
- при недостатньому освітленні ліній шлакового відвалу, можливі наїзди на робітників на цих путях;
- при вантажно-розвантажувальних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час 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 навантаженні коксу, який 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);
- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм.
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

Розроблені заходи по забезпеченню безпеки наведено на аркушах презентації.

ВИСНОВКИ

В ході досліджень були розглянуті основні теоретичні варіанти доставки коксу доменного на підприємство Запоріжсталь від головного підприємства-постачальника Запоріжкоксу.

Ці два підприємства свого часу були створені одне для одного. З тих пір залишились територіальна близькість та відповідність продукції Запоріжкоксу потребам Запоріжсталі. Тривалий час через належність окремим власникам, взаємодія підприємств була досить напруженою, фактори подібних ситуацій в теперішній час відсутні через підпорядкованість їх обох компанії «Метінвест».

Раніше передавання коксу здійснювалось по конвеєрній лінії, саме для цього пункти навантаження та вивантаження були спроектовані максимально близько один від одного. Але зараз кокс перевозиться залізничним транспортом. За звичайних умов роботи – з ділянки коксортування через однойменні станції Південна Запоріжкоксу та Запоріжсталі від доставляється на парк Бункери станції Аглофабрика.

В умовах ремонту доменних печей та перекриття руху по залізничних коліях на бункерах доменного цеху, постачання коксу здійснюється через станцію Виставочна.

Тож існують стабільні три варіанти постачання коксу:

- через станцію Виставкову при нормативній величині составів 9 вагонів;
- через станції Південна Запоріжкокси та Запоріжсталі при нормативній величині составів 9 вагонів;
- через станції Південна Запоріжкокси та Запоріжсталі при нормативній величині составів 18 вагонів.

Варіанти додаткового постачання коксу з зовнішньої мережі Укрзалізниці в даній роботі не розглядались, оскільки принципово базовий технологічний процес цього не передбачає та не потребує.

Для дослідження усіх варіантів була розроблена імітаційна модель, виконані експерименти на ній.

Економічно доцільним є тільки перший проєктний варіант, другий проєктний варіант виявився збитковий.

Економія склала 2856390 грн на рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПрАТ «Запоріжкокс» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПрАТ «Запоріжкокс», 2021. – Режим доступу: <https://www.zaporozhcoke.com/> (дата звернення 10.10.2021) – «ПрАТ «Запоріжкокс» - Ми даємо енергію металу».
2. Єдиний технологічний процес роботи під'їзної колії ВАТ «Запорожкокс» та станції примикання Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці. - м. Дніпропетровськ, 2006 р.
3. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – Режим доступу: <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення 10.10.2021) – «ПАТ «Запоріжсталь». Наша продукція – в основі споруд по всьому світу, наша соціальна відповідальність – у сталому розвитку Запорізького регіону».
4. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
5. Технічно-розпорядчий акт станції Аглофабрика. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 27с.
6. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників доменного, агломераційного цехів, гаража рудорозморожування ЦРРС УЗТ, ЦПВ, робітників ОВВО, ВТК, ЦТВС з працівниками Південного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 41с.
7. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.

8. Яловой, Ю.Г. Организация перевозок на промышленном транспорте / Ю.Г. Яловой, А.М. Котляров. – Минск: Высшая шк., 1982 – 264 с.
9. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
10. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаев, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 с.
11. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.
12. 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.
13. 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,
14. 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).
15. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.: Вища школа, 1989.