

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

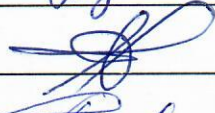
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ
ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ РЕМОНТУ
ОСНОВНОЇ ЧАВУНОВОЗНОЇ КОЛІЇ НА 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)

		Богдан ГОНЧАР (прізвище та ініціали)
Керівник		Сергій ТУРПАК (прізвище та ініціали)
Рецензент		Андрій СОСИК (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 ТУРПАК

« 01 » 10 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Гончару Богдану Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження ефективності організації транспортного обслуговування в умовах ремонту основної чавуновозної колії на ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович

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

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

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

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча ТТС вантажопереробки та перевезення чавуну, генеральний план підприємства, існуючі обсяги перевезень чавуну, існуюча мережа транспортних зв'язків Доменного залізничного району

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Аналіз технологічних змін в організації перевезень чавуну при перекритті руху в зоні ремонту доменної печі. 2.2 Корегування транспортної мережі моделі. 2.3 Корегування логіки роботи моделі. 2.4 Постановка експерименту на моделі. 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	Турпак С.М., зав. каф.		
Основна частина	Турпак С.М., зав. каф.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

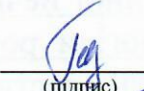
7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2021 року.

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)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Богдан ГОНЧАР
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 60 с., 24 рис., 6 табл., 12 джерел.

ДОМЕННА ПІЧ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, ЧАВУНОВОЗ

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки чавуну в умовах ремонту колій на ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – удосконалення технології доставки чавуну при перекритті головної чавуновозної колії.

Методи дослідження – аналітичний аналіз, імітаційне моделювання роботи транспортної системи, графо-аналітичний.

В роботі виконані корегування розробленої на кафедрі транспортних технологій імітаційної моделі перевезення рідкого чавуну підприємства Запоріжсталь. Ці коригування дозволяють оцінити параметри системи в умовах перекриття руху в зоні ремонту доменних печей. Шляхом виконання техніко-економічних розрахунків обґрунтовано доцільність запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика доменного виробництва та транспорту	8
1.2 Особливості обслуговування об'єктів доменного цеху	16
1.2.1 Обслуговування оборотного циклу розливальних машин цеху водопостачання на СХЧ	16
1.2.2 Обслуговування складу вогнетривів на СХЧ	17
1.2.3 Обслуговування пиловловлювачів доменних печей	19
1.2.4 Обслуговування глином'ялки.	22
1.3 Організація вантажних робіт з продуктами відсорткування шихти доменних печей	23
1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження ..	24
2 Основна частина	26
2.1 Аналіз технологічних змін в організації перевезень чавуну при перекритті руху в зоні ремонту доменної печі.....	26
2.2 Корегування транспортної мережі моделі	28
2.3 Корегування логіки роботи моделі	31
2.4 Постановка експерименту на моделі.....	41
3 Економічна частина	46
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом	47
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом	50
3.3 Розрахунок економічної ефективності проєктного рішення	52

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	55
4.1 Аналіз потенційних небезпек	55
Висновки	58
Перелік посилань	59

ВСТУП

Комбінат Запоріжсталь, перебуваючи у складі компаній, який очолює Метінвест, отримує нові перспективи розвитку та удосконалення.

Відбуваються ремонти обладнання [1] та створюються нові виробництва, постійно розширюється спектр готової продукції.

Періодичні капітальні ремонти доменних печей потребують одночасного ремонту колійного розвитку. Інтенсивність руху по коліях при виконання технологічних перевезень достатньо висока, тож зупинити потік транспорту не можливо.

За таких умов необхідним є організація перевезень по об'їзних маршрутах руху, що викликає певні складнощі, обумовлені, з одного боку, збільшенням тривалості доставки вантажу, з іншого – потребою у залученні додаткових ресурсів, зокрема, тепловозів.

В поєднанні з певним випадковим характером виробничих процесів, дана ситуація потребує ретельного дослідження.

За таких умов доцільним є аналізування процесів транспортування на моделі, яка імітує поведінку реальної системи.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика доменного виробництва та транспорту

Доменне виробництво характеризується потребою у перевезенні рідких вантажів із високою температурою – шлаку та чавуну [2].

Перевезення чавуну передбачає наявність у ковшах футерування вогнетривкими матеріалами.

Напрямком дослідження магістерської роботи є процеси транспортування чавуну в межах доменного залізничного району, які класифікуються, як маневрова робота.

Ділянки виконання маневрової роботи [3]:

- район 1 – колії доменних печей, парна горловина станції Доменна (включаючи колії 43,45);
- район 2 – ділянка розливних машин, де здійснюється виробництво чушкового чавуну;
- район 3 – непарна горловина, включаючи колії 13, 14, 14А, 15 та колії глином'ялки;
- район 4 – склад холодного чавуну.

На кожному з районів призначена особа, що відповідає за загальне керівництво роботами:

- на першому районі – диспетчер Доменного залізничного району;
- на другому районі – бригадир розливних машин доменного цеху підприємства;
- на третьому районі – диспетчер Доменного залізничного району;
- на четвертому районі - диспетчер Доменного залізничного району, бригадири розливних машин та складу холодного чавуну доменного цеху підприємства.

Спеціалізація районів роботи тепловозів показана у таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 - Спеціалізація районів роботи тепловозів

Район	Витяжна колія та її межі	Характер роботи	Серії тепло-возів	Керівник маневрів	Наявність радіозв'язку
№ 1	Колії від ДП- 2 до ДП-5, а також колії №43,45	Обслуговування чавунної сторони доменних печей, а також міксерного відділення мартенівського цеху	ТГМ-4, 4А, 4Б	Помічник-машиніста -складач поїздів	Зі складачем поїздів та диспетчером
№ 2	Колії від СП №5 до СП № 57	Обслуговування «гарячої» сторони розливних машин	ТГМ-4, 4А, 4Б	Помічник-машиніста -складач поїздів	Зі складачем поїздів та диспетчером
№ 3	Непарна горловина до вихідного світлофора УЧД-1 та колії №13, 14, 14а, 15 та колії глином'ялки	Формування та розформування составів, обслуговування ділянки глином'ялки	ТГМ-4, 4А, 4Б	Помічник-машиніста -складач поїздів	Зі складачем поїздів та диспетчером

Кінець таблиці 1.1

Район	Витяжна колія та її межі	Характер роботи	Серії тепло-возів	Керівник маневрів	Наявність радіозв'язку
№ 4	Колії СХЧ від СП №1 до СП №2	Обслуговування складу холодного чавуну та «холодної» сторони розливних машин	ТГМ-4, 4А, 4Б	Помічник-машиніста -складач поїздів	Зі складачем поїздів та диспетчером

Кожен з районів має свої особливості організації робіт, характеристика яких наведена у таблиці 1.2 [3].

Таблиця 1.2 - Особливості організації робіт на районах

Район роботи	Склад персоналу		Порядок передавання заданій на приготування маршруту або встановлення стрілок	Яким чином передається машиністу сигнал, який дозволяє виїзд на стрілки	Участь виробничих цехів у виконанні маневрової роботи
	Кількісний	Професійний			
№ 1	2	Машиніст, помічник машиніста-складач	Диспетчер локомотивної бригаді по радіозв'язку	Помічник машиніста – складач ручними сигналами	Майстри ДП (в аварійних ситуаціях), міксеровий Мартенівського цеху

Кінець таблиці 1.2

Район роботи	Склад персоналу		Порядок передавання заданій на приготування маршруту або встановлення стрілок	Яким чином передається машиністу сигнал, який дозволяє виїзд на стрілки	Участь виробничих цехів у виконанні маневрової роботи
	Кількісний	Професійний			
№ 2	2	Машиніст, помічник машиніста-складач	Бригадир, майстер розливних машин локомотивній бригаді		Бригадир, майстер розливних машин доменного цеху
№ 3	2	Машиніст, помічник машиніста-складач	Диспетчер локомотивній бригаді по радіозв'язку		-
№ 4	2	Машиніст, помічник машиніста-складач	Диспетчер по радіозв'язку, бригадир СХЧ, розливних машин локомотивній бригаді		Бригадир СХЧ, бригадир розливних машин ДЦ, бригадир ОЦВА

Примітка. При виконанні маневрових робіт в одному районі двома або більшою кількістю локомотивів порядок та черговість проїзду встановлює диспетчер. Локомотивні бригади узгоджують між собою свої дії

Наявність значної кількості виробничих об'єктів на території доменного району потребує визначення порядку заїзду до них рухомого складу.

В таблиці 1.3 наведено порядок узгодження дій при заїзді рухомого складу до виробничих об'єктів [3].

Таблиця 1.3 - Порядок узгодження дій при заїзді рухомого складу до виробничих об'єктів доменного цеху

Цех (ділянка цеху)	Порядок узгодження заїзду (виїзду)	За якими сигналами здійснюється заїзд або виїзд
Розливні машини (заїзд з «холодної» та «гарячої» сторін	помічник машиніста – складач – з бригадиром розливних машин	за ручними та звуковими сигналами, згідно в'їзній сигналізації
СХЧ – колії № 2; 3; 4; 5	помічник машиніста-складач – з бригадиром СХЧ	за ручними та звуковими сигналами, радіозв'язком
Доменні печі (чавунна сторона)	помічник машиніста-складач з майстром ДП (в аварійних ситуаціях або при несправності в'їзної сигналізації)	за ручними сигналами, згідно в'їзній сигналізації, по радіозв'язку
Міксерне відділення мартенівського цеху	помічник машиніста-складач з міксеровим мартенівського цеху	за ручними та звуковими сигналами
Оборотний цикл газоочищення доменних печей (ОЦГДП) ДЦ	помічник машиніста-складач з оператором ЦВС	згідно в'їзній сигналізації, за ручними и звуковими сигналами

Кінець таблиці 1.3

Цех (ділянка цеху)	Порядок узгодження заїзду (виїзду)	За якими сигналами здійснюється заїзд або виїзд
Оборотний цикл водопостачання агломераційного цеху (ОЦВА)	помічник машиніста-складач з бригадиром аглоцеху	згідно в'їзній сигналізації, за ручними и звуковими сигналами
Ділянка глином'ялки	помічник машиніста-складач з відповідальним робітником глином'ялки (за умови несправності в'їзної сигналізації)	згідно в'їзній сигналізації, за ручними и звуковими сигналами
Приймальні бункери колошникового пилу аглоцеху	помічник машиніста-складач з відповідальним робітником аглоцеху	згідно в'їзній сигналізації, за ручними и звуковими сигналами

Особливістю функціонування доменного цеху є використання на коліях наливу чавуну для закріплення рухомого складу дерев'яних клинів. Це передбачає у випадку аварійної ситуації з розливу чавуну на колії безпечного вивезення чавуновозних ковшів з аварійної зони.

Для забезпечення самовільного виходу ковшів передбачені додаткові міри безпеки. Виконання цих мір потребує додаткового часу, що потрібно враховувати при розробці імітаційних моделей високого рівня деталізації.

Для колій №4а; 5а – розливні машини №3,4:

- після встановлення вагонів на коліях № 4а, 5а під навантаження, встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід вагонів у бік СП № 22.

Для колії №2а ділянки розливних машин №1,2:

- після встановлення вагонів на колії № 2а під навантаження, встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід вагонів у бік СП № 14.

Склад холодного чавуну, колія №3:

- після закриття воріт складу вогнетривів встановити спарені гальмівні черевики, що виключають наїзд на ворота.

Колії №34, 17:

- після встановлення вагонів на колії №34 або чавуновозів на колії №17, перед стиком рамної рейки СП №70 встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід рухомого складу з фронту навантаження (наливу).

Колія №10 пиловловлення ДП-2:

- після встановлення вагонів на колію №10 біля граничного стовпчика СП №72 встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід рухомого складу з фронту навантаження.

Колії №№ 25, 30, 32 ДП №№3, 4, 5 (колії наливу чавуну):

- після встановлення чавуновозів на коліях №№25,30,32 у першій колоні піддоменника, встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід рухомого складу з фронту наливу.

Колія №49аоборотного циклу газоочищення доменних печей ЦВС:

- після постановки вагонів на колію №49а встановити спарені гальмівні черевики, що виключають вихід рухомого складу з фронту навантаження.

Колії № 43, 45 міксерного відділення мартенівського цеху:

- після встановлення чавуновозів, вагонів на коліях №43,45, встановити спарені гальмівні башмаки, що виключають вихід рухомого складу з міксерного відділення.

Колія № 54 міксерного відділення мартенівського цеху:

- перед заїздом маневрового складу на колію №54, встановити спарені гальмівні башмаки біля граничного стовпчика СП №12а ст. Мартени, що виключають вихід рухомого складу на СП 312а.

Колія № 44 глином'ялки:

- закріплення вагонів на колії №44 проводиться одним гальмівним башмаком, а спарені гальмівні башмаки укладаються складачем поїздів у положення, що виключає вихід вагонів з фронту навантаження-вивантаження на відстані не менше 5 метрів від вагонів.

Міксерне відділення Мартенівського цеху – колії №43, 45:

- з метою недопущення виходу чавуновозів та вагонів з фронту навантаження-вивантаження по коліях №43, 45 встановлюються спарені гальмівні башмаки складачем поїздів, після виїзду локомотива з цеху.

Приймальні бункери колошникового пилу (агломераційний цех), колія №7:

- при необхідності залишити хопери на приймальних бункерах з метою запобігання довільному догляду перед 1-м бункером складачем поїздів на колії №7 встановлюються спарені гальмівні черевики, що виключають вихід рухомого складу з фронту кантування.

1.2 Особливості обслуговування об'єктів доменного цеху

1.2.1 Обслуговування оборотного циклу розливальних машин цеху водопостачання на СХЧ

Подача вагонів на оборотного циклу розливальних машин цеху водопостачання (ОЦРМ ЦВП) під завантаження відходів вапна, здійснюється за заявкою цеху водопостачання, переданої диспетчеру району за телефоном.

Постановку вагонів та прибирання на колії №11 розливних машин складач здійснює за дозволом та у присутності бригадира розливних машин.

Керівник маневрів розливних машин перед наданням дозволу на постановку вагонів зобов'язаний відігнати штовхач за граничний стовпчик СП №10 [4].

Складач поїздів при постановці вагонів на колію №11 зобов'язаний після постановки вагонів перевести стрілку №10 у напрямку колії №5А.

Подачу вагонів на фронт навантаження та повернення на колію №11 здійснює бригадир розливальних машин штовхачем. Перед причіпкою штовхача до вагонів він повинен перевірити положення стрілки №10.

Прибирання вагонів з колії №11 провадить складач поїздів за усною вказівкою бригадира розливних машин. Перед прибиранням вагонів складач поїздів зобов'язаний переконатися, що:

- штовхач відчеплений від вагонів та відігнаний за граничний стовпчик СП №10;
- у зоні маневрів відсутні люди і немає перешкод для руху.

Закріплення вагонів при постановці їх на колію №11 з боку локомотива здійснює складач поїздів одним металевим гальмівним башмаком до відчеплення локомотива при повній його зупинці, а, з протилежного боку від штовхача, закріплення виробляє бригадир розливних машин (теж одним металевим башмаком).

Прибирання гальмівних башмаків проводиться після зчеплення локомотива з вагонами: з боку локомотива гальмівний башмак прибирає склад поїздів, а з протилежного – бригадир розливних машин.

1.2.2 Обслуговування складу вогнетривів на СХЧ

Подачу та прибирання вагонів до складу вогнетривів на СХЧ, колія №3 складач поїздів провадить за командою диспетчера Доменного району у присутності бригадира СХЧ [4].

При подачі або прибиранні вагонів у будівлю складу вогнетривів бригадир СХЧ зобов'язаний:

- перевірити та привести у відповідність до вимог габарити на фронті навантаження-вивантаження рухомого складу;
- прибрати людей та механізми із зони виробництва маневрів;
- прибрати автотранспорт, що знаходиться всередині складу, на колії №3 (за його наявності);
- відкрити ворота та закріпити їх;
- припинити роботу вантажно-розвантажувальних механізмів;
- переконатися у правильності навантаження рухомого складу;
- закріпити рухомий склад з боку глухого кута, після постановки на фронт навантаження-вивантаження, одним гальмівним башмаком, а перед прибиранням рухомого складу після причіплення тепловозу – прибрати гальмівний башмак;
- при подачі або прибиранні вагонів бригадир СХЧ знаходиться з лівого боку складу вогнетривів, у зоні видимості укладача, та подає сигнали до зупинки складу складача поїздів.

При подачі або прибиранні вагонів у будівлю складу вогнетривів складач поїздів зобов'язаний:

- перевірити та переконалися в наявності габаритів коліях;
- переконалися у відсутності людей та механізмів на рухомому складі та у зоні виробництва маневрів, а також у відсутності автотранспорту всередині складу на колії №3;
- переконалися у відкритті воріт та їх надійному закріпленні;
- при подачі або прибиранні вагонів складач знаходиться з лівого боку біля воріт і стежить за сигналами бригадира СХЧ;
- після закінчення маневрів (або перед початком маневрів) складач провадить закріплення вагонів (або прибирання гальмівних башмаків) з боку в'їзду до складу вогнетривів до відчеплення локомотива при повній його зупинці.

Перед відкриттям воріт складу вогнетривів для заїзду (виїзду) автотранспорту під навантаження або вивантаження через залізничні колії №4,5 керівник маневрів СХЧ зобов'язаний:

- переконалися у закритті воріт з колії №3;
- встановити переносні сигнальні щити червоного кольору на колії №4 на відстані 15 метрів від воріт з обох боків;
- встановити спарені гальмівні башмаки на колії №4, на відстані 3 метри від сигнального щита, з боку вагової СХЧ;
- відкрити ворота та надійно закріпити їх;
- допустити автотранспорт у складі вогнетривів;
- прибрати сигнальні щити та спарені гальмівні черевики після закриття воріт.

1.2.3 Обслуговування пиловловлювачів доменних печей

Подачу та прибирання пилових хоперів та напіввагонів під пиловловлювачі доменних печей №№2,3,4,5 складач поїздів провадить за вказівкою диспетчера району [3,4].

Про готовність до прибирання пилових хоперів та напіввагонів диспетчеру району повідомляє прибиральник відходів металургійного виробництва доменного цеху за телефоном.

При постановці вагонів для навантаження на ДП №3,4,5 складач зобов'язаний:

- зупинити рухомий склад з відривом щонайменше 15 метрів від початку фронту навантаження;
- переконатися у наявності габаритів, відсутності людей і механізмів на шляху виробництва маневрів;
- виставити вагони за СП №98 на відстань не менше ніж 5 м від її гостряків;
- закріпити вагони гальмівними черевиками по обидва боки до відчеплення локомотива після повної зупинки складу.

Перед початком завантаження вагонів на ДП №3,4,5 керівник маневрів пиловловлювачів ДП зобов'язаний:

- з'єднати штовхач із вагонами, що знаходяться на відстані не менше 5 метрів від гостряків СП №98 і прибрати гальмівні башмаки.

Перед здаванням вагонів після навантаження на ДП №3,4,5 керівник маневрів пиловловлювачів ДП зобов'язаний:

- забезпечити габарити та очистити СП №98 від просипу пилу;
- виставити вагони за СП №98 та закріпити їх гальмівними башмаками з обох боків составу;
- відчепити штовхач та відігнати його за граничний стовпчик СП №98;

- у разі навантаження хопера гарячим невологим пилом, прибиральник відходів металургійного виробництва зобов'язаний повідомити про це диспетчера доменного цеху, а через нього диспетчера Доменного району, щоб даний хопер (вказується його номер та час навантаження) був залишений до повного охолодження;

- у випадках пересування штовхачем вагонів вперед, попереду складу, що осаджується, зобов'язаний бути керівник маневрів ПУ ДП доменного цеху.

При збиранні вагонів після навантаження на ДП №3,4,5 складач зобов'язаний:

- зупинити локомотив на відстані не менше 15 метрів від рухомого складу, що стоїть на вантажному фронті;

- переконатися в наявності габаритів (навантаження, рухомого складу та наближення будівель), у відсутності людей та механізмів на шляху виробництва маневрів;

- переконатися у відчіпленні та відведенні штовхача за граничний стовпчик СП №98;

- перевірити правильність встановлення колісних пар на рейках у місцях, де дозволено знаходження керівника робіт;

- перевірити правильність навантаження рухомого складу;

- плавно з'єднатися з рухомим складом та прибрати гальмівні башмаки.

При постановці вагонів для навантаження на ДП №2 складач зобов'язаний:

- зупинити рухомий склад на відстані не менше ніж 15 метрів від початку фронту;

- переконатися в наявності габаритів (навантаження, рухомого складу та наближення будівель), у відсутності людей та механізмів на шляху виробництва маневрів;

- поставити вагони на фронт завантаження з боку станції;

- закріпити вагони гальмівними башмаками по обидва боки до відчеплення локомотива після повної зупинки складу;

- укласти спарені гальмівні башмаки навпроти граничного стовпчика СП №82, що у положення виключає вихід рухомого складу з вантажного фронту ПУ ДП-2 на головну залізничну колію;

Перед початком завантаження вагонів на ДП №2 керівник маневрів пиловловлювачів ДП зобов'язаний:

- з'єднати штовхач із вагонами, що знаходяться на фронті завантаження;

- прибрати гальмівні черевики, що знаходяться під вагонами;

- після закінчення навантаження закріпити вагони гальмівними башмаками з обох боків складу до відчеплення штовхача;

- відчепити штовхач та відігнати його у бік ДП-3 за граничний стовпчик СП №86;

При збиранні вагонів після навантаження на ДП №2 складач поїздів зобов'язаний:

- зупинити локомотив на відстані не менше 15 метрів від рухомого складу, що стоїть на фронті;

- прибрати спарені гальмівні черевики, що знаходяться навпроти граничного стовпчика СП №82;

- переконатися в наявності габаритів (навантаження, рухомого складу та наближення будівель), у відсутності людей та механізмів на шляху виробництва маневрів;

- переконатися у відчіпленні та відведенні штовхача за граничний стовпчик СП №86;

- перевірити правильність встановлення колісних пар на рейках у місцях, де дозволено знаходження керівника маневрів;

- перевірити правильність навантаження рухомого складу;

- плавно з'єднатися з рухомим складом та прибрати гальмівні башмаки.

У разі виходу з ладу штовхача навантаження вагонів на пиловловлювачах проводиться при тепловозі.

Перед навантаженням першого від локомотива вагона, локомотивна бригада зобов'язана поставити вагон на фронт навантаження, закріпити його з обох боків металевими гальмівними башмаками, після чого відчепитися і від'їхати на відстань не менше ніж 5 метрів від цього вагона.

Після закінчення завантаження першого вагона за командою прибирача відходів металургійного виробництва з'єднатися з вагонами, прибрати гальмівні башмаки та продовжити підтяжку та завантаження вагонів за командою прибирача відходів металургійного виробництва, при причепленому локомотиві.

Відповідальність за наявність габаритів та збереження рухомого складу на вантажних фронтах покладається на працівників доменного цеху.

1.2.4 Обслуговування глином'ялки

Подачу та прибирання вагонів у будівлю глином'ялки складач поїздів провадить за вказівкою диспетчера району [4].

Перед заїздом у цех складач зобов'язаний переконатися, що світлове табло «автомобіль під навантаженням» вимкнено і в цеху відсутній автотранспорт.

Закріплення вагонів у приміщенні глином'ялки виробляє складач поїздів до відчеплення локомотива одним гальмівним башмаком з боку локомотива, він же здійснює прибирання гальмівного башмака після причеплення локомотива перед початком маневрів.

У всіх випадках після постановки вагона (вагонів) у будівлю глином'ялки складач поїздів встановлює спарені гальмівні башмаки на

відстані не менше 5 метрів від вагону, у положенні, що виключає вихід вагонів на СП №3.

Заїзд автотранспорту здійснюється за відсутності рухомого складу у приміщенні [4,5]. Для заїзду автотранспорту до будівлі глином'ялки для навантаження (вивантаження) керівник маневрів глином'ялки зобов'язаний:

- включити в'їзний світлофор на показання, що забороняє в'їзд;
- увімкнути світлове табло «автомобіль під навантаженням»;
- встановити спарені гальмівні черевики на коліях для виключення

заїзду залізничного транспорту до цеху на відстані не менше 15 метрів від воріт, тільки після цього запустити автотранспорт у будівлю глином'ялки.

Після виїзду автотранспорту з цеху керівник маневрів глином'ялки прибирає спарені гальмівні башмаки з колії та вимикає світлове табло «Автомобіль під навантаженням».

1.3 Організація вантажних робіт з продуктами відсорткування шихти доменних печей

В процесі доменного виробництва важлива роль відводиться формуванню потоків газів скрізь шари шихти, яка завантажується до доменних печей [6]. Для цього необхідним є уникнення потрапляння дрібнофракційної частки шихти – агломераційного та коксового дріб'язку.

Подачу вагонів під коксові жолоби здійснює складач поїздів за дозволом бункерувальника доменного цеху, після погодження з черговим по станції Ковшева.

Перш ніж дати дозвіл на подачу вагонів, бункерувальник зобов'язаний переконатися, що коксові жолоби перебувають у піднятому верхньому

положенні. Він же організує збирання ринв у верхнє положення після закінчення труски коксового дріб'язку.

Бункерувальник зобов'язаний проводити своєчасне очищення залізничної колії під коксовими жолобами, вести спостереження за навантаженням вагонів.

Локомотиво-складацька бригада при русі по першій шлаковій колії повинна переконатися, що коксові жолоби підняті у верхнє положення. Керівнику робіт забороняється перебувати з боку бункерної естакади.

Перед подачею коксовозів під навантаження, складач поїздів зобов'язаний переконатися в надійному закритті люків (ручки розвантаження перебувають у транспортному положенні).

При трусі коксового дріб'язку завантаження вагонів починається з ДП №5. Завантаження вагонів проводиться, починаючи з першого від локомотива вагона з подальшим підтягуванням складу в бік приміщення станції Доменна [4].

При завантаженні коксового дріб'язку складач поїздів знаходиться між 1 і 2 шлаковими коліями в районі коксових жолобів у зоні видимості машиніста та бункерувальника, машиніст зобов'язаний перебувати в кабіні локомотива з боку складача поїздів.

1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

Вході виконаного аналізу організації транспортного обслуговування доменного виробництва при виконанні перевезень рідкого чавуну були визначені наступні процеси, які потребують удосконалення:

- підприємство достатньо стабільно здійснює оновлення обладнання, виконує ремонти об'єктів основного виробництва, зокрема, доменних печей, при цьому мало уваги приділяється високоефективній організації робіт транспорту;

- відсутня чітка регламентація, графіки та ін. нормативні документи на такі випадки;

- стохастичний характер перевезень, який ускладнюється виконанням ремонтних робіт.

Для усунення недоліків пропонується:

- удосконалити модель доставки чавуну, врахувавши можливість проведення капітальних ремонтів доменних печей із перекриттям головної чавуновозної колії;

- провести експерименти на удосконаленій моделі;

- проаналізувати отримані результати, надати їм оцінку з позицій економічної ефективності.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічних змін в організації перевезень чавуну при перекритті руху в зоні ремонту доменної печі

На кафедрі в навчальному процесі використовується модель перевезень рідкого чавуну, реалізована на прикладі комбінату Запоріжсталь [7,8]. Перша версія програми передбачала перевезення чавуну з доменних печей до міксерного відділення.

Модель використовувала три типи ресурсів:

- стаціонарні, які імітують зайнятість колій лише одним з составів, які рухаються по транспортній мережі;
- пересувні, які імітують використання чавуновозних ковшів;
- рухомі, які відображають роботу локомотивів – здійснюють переміщення пересувних та захоплення вільних стаціонарних ресурсів (умова просування по транспортній мережі).

Наступна версія (2019 рік) була удосконалена шляхом врахування перевезень до розливних машин з більш високим рівнем деталізації та можливістю управління процесом розподілу чавуну по споживачам.

В дані магістерській роботі реалізовується можливість планування роботи в умовах зміни структури транспортної системи шляхів сполучення з виробничими об'єктами.

У разі необхідності перекриття руху при ремонті доменної печі головний шлях перевезення чавуну переривається та виникає потреба використання об'їзних шляхів в районі ТЕЦ.

На рисунку 2.1 показаний фрагмент моделі зі схемою колійного розвитку об'їзних шляхів (основну частину з'єднуючих шляхів виділено червоним кольором).

На прикладі ремонту колій в районі четвертої доменної печі виконаємо необхідні зміни в імітаційній моделі.

2.2 Корегування транспортної мережі моделі

На першому етапі необхідно з'ясувати, яким чином зміниться схема транспортної мережі. Існуюча мережа наведена на рисунку 2.2.

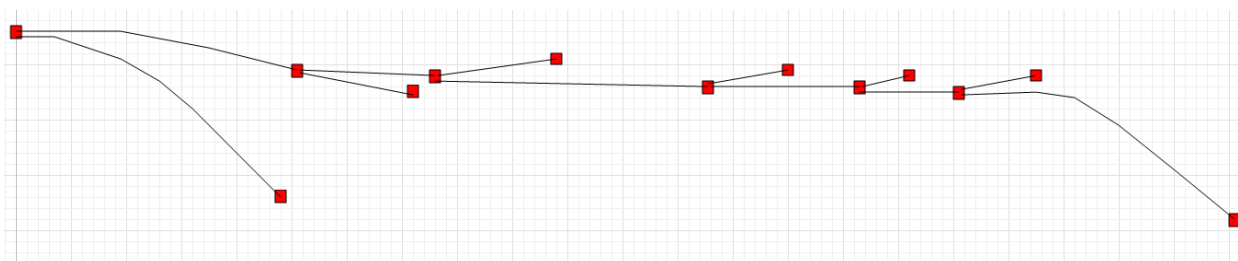


Рисунок 2.2 – Існуюча схема транспортної мережі

З'єднуємо відповідні елементи вузлів транспортної системи (позначаються в моделі елементами типу «прямокутник») за допомогою елемента «ламана лінія» (показано на рисунку 2.3).

Головною умовою є необхідність знаходження початкової точки відрізків об'єкту «ламана лінія» в межах прямокутника.

Для зручності назвам прямокутників присвоюємо імена відповідно до реальних об'єктів на схемі підприємства (зліва на право): `zaezd_PM`; `PM`; `zaezd_1`; `rectangle19` (місце відстоювання локомотивів, зміни локомотивних бригад тощо); `zaezd_2` (заїзд до доменної печі №2); `dp_2`; `zaezd_3`; `dp_3`; `zaezd_4`; `dp_4`; `zaezd_5`; `dp_5`; `mikser`.

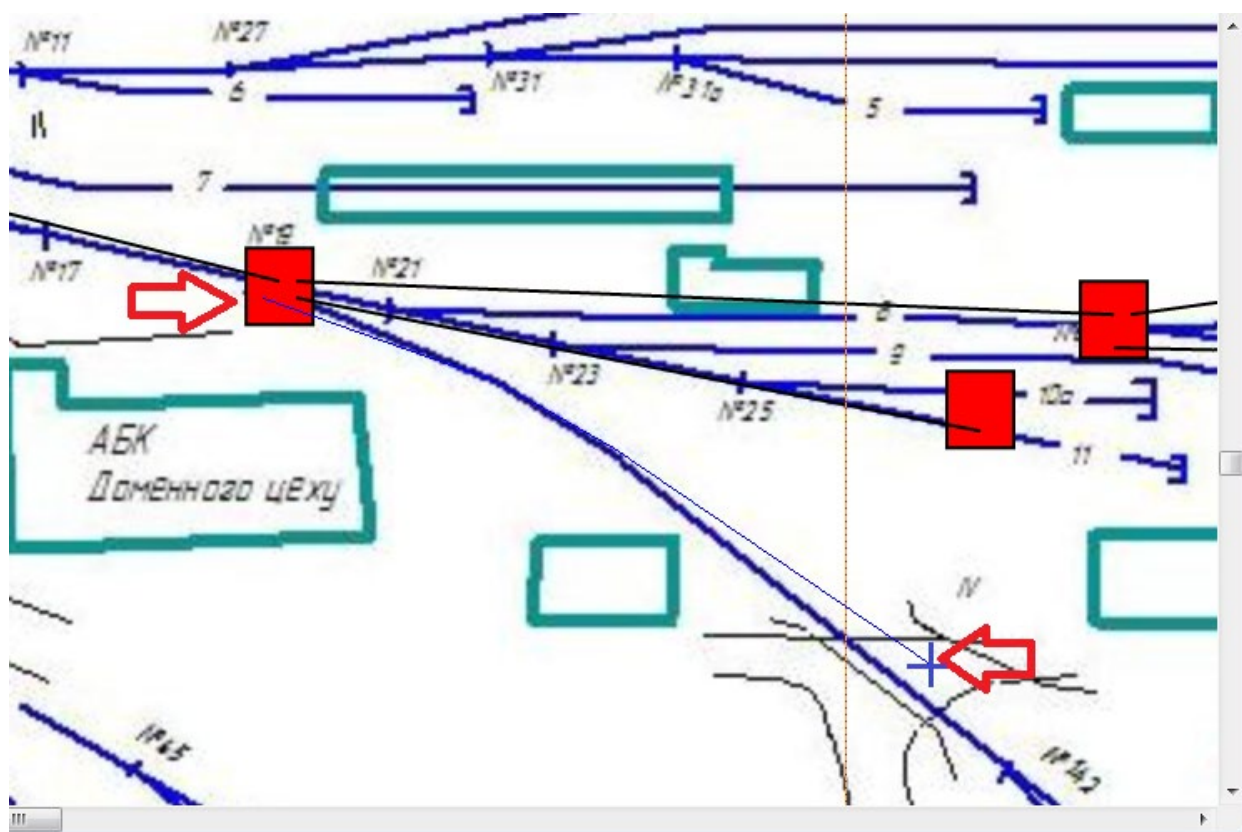


Рисунок 2.3 – Процес зміни транспортної мережі імітаційної моделі

Додаткових вузлів в транспортній мережі не передбачаємо, оскільки реальний колійний розвиток об'їзних шляхів має достатню кількість стрілок та колій, які дозволяють розминатись маневровим составам розминатись при зустрічному русі.

Крім того, необхідно видалити ділянку транспортної мережі в районі четвертої доменної печі, оскільки рух по ній в період ремонту унеможливлений.

Оновлена для використання при вирішенні поставленої в дослідженні задачі схема транспортної мережі представлена на рисунку 2.4.

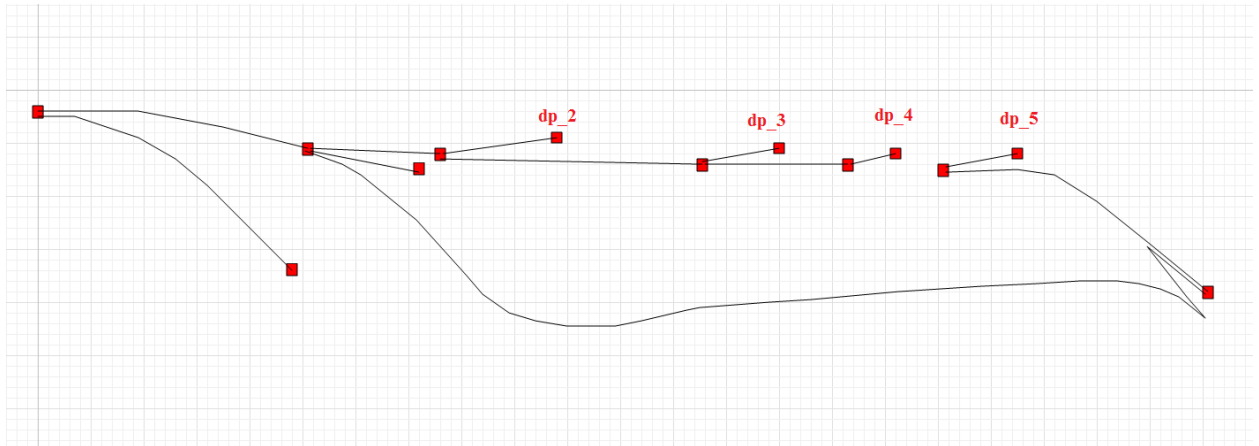


Рисунок 2.4 – Схема оновленої транспортної мережі моделі

Роботу з кожною доменною піччю (ДП) описується відповідним ланцюгом елементів моделі, що показано на рисунку 2.5.

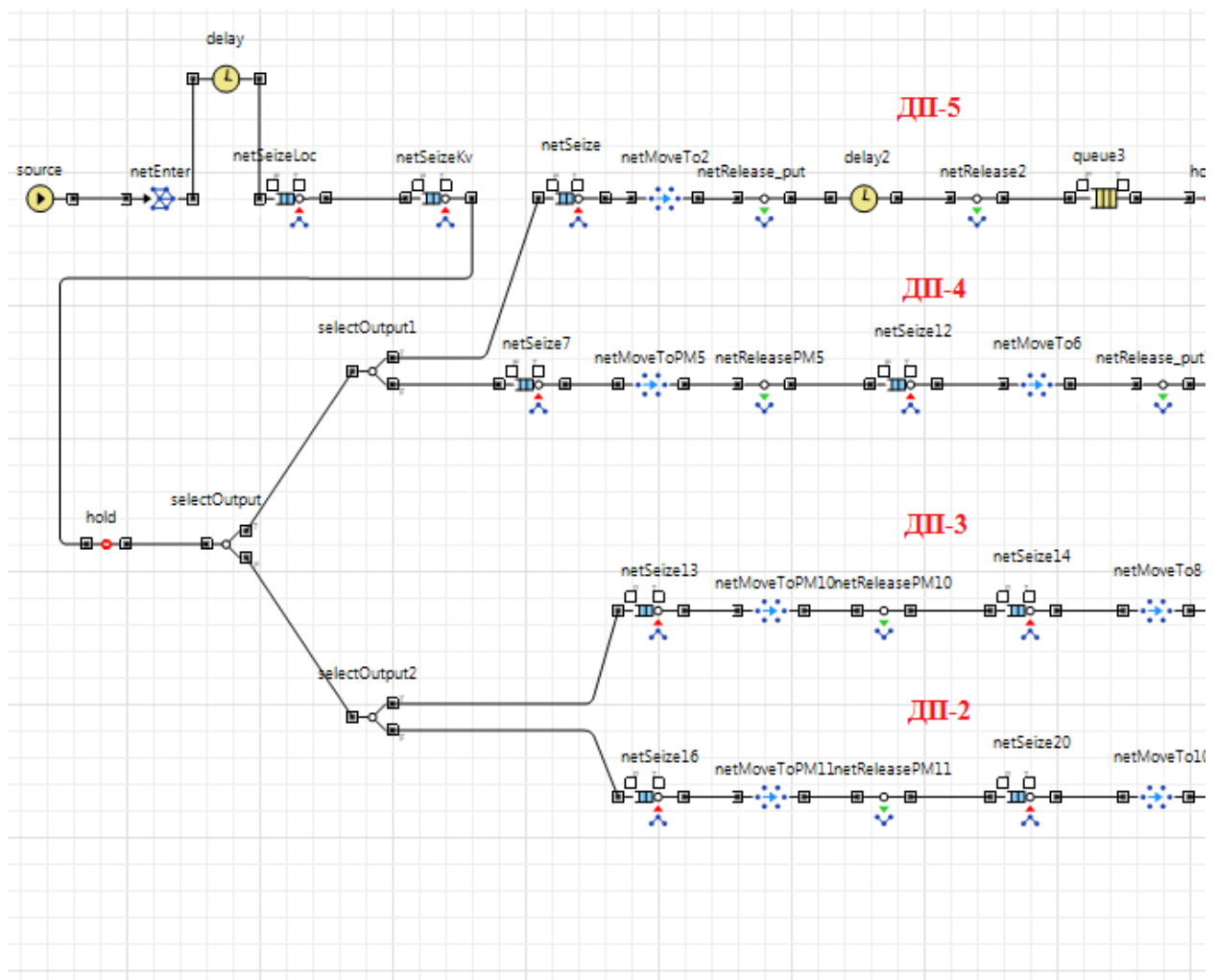


Рисунок 2.5 – Ланцюги елементів імітації роботи доменних печей

2.3 Корегування логіки роботи моделі

Кожен ланцюг потребує перегляду з огляду на зміну транспортної мережі.

На рисунку 2.6 показано, що ланцюг ДП-5 не потребує змін в частини подавання порожніх ківшів (до об'єкту `dp_5`), оскільки в цій частині транспортна мережа не змінилась.

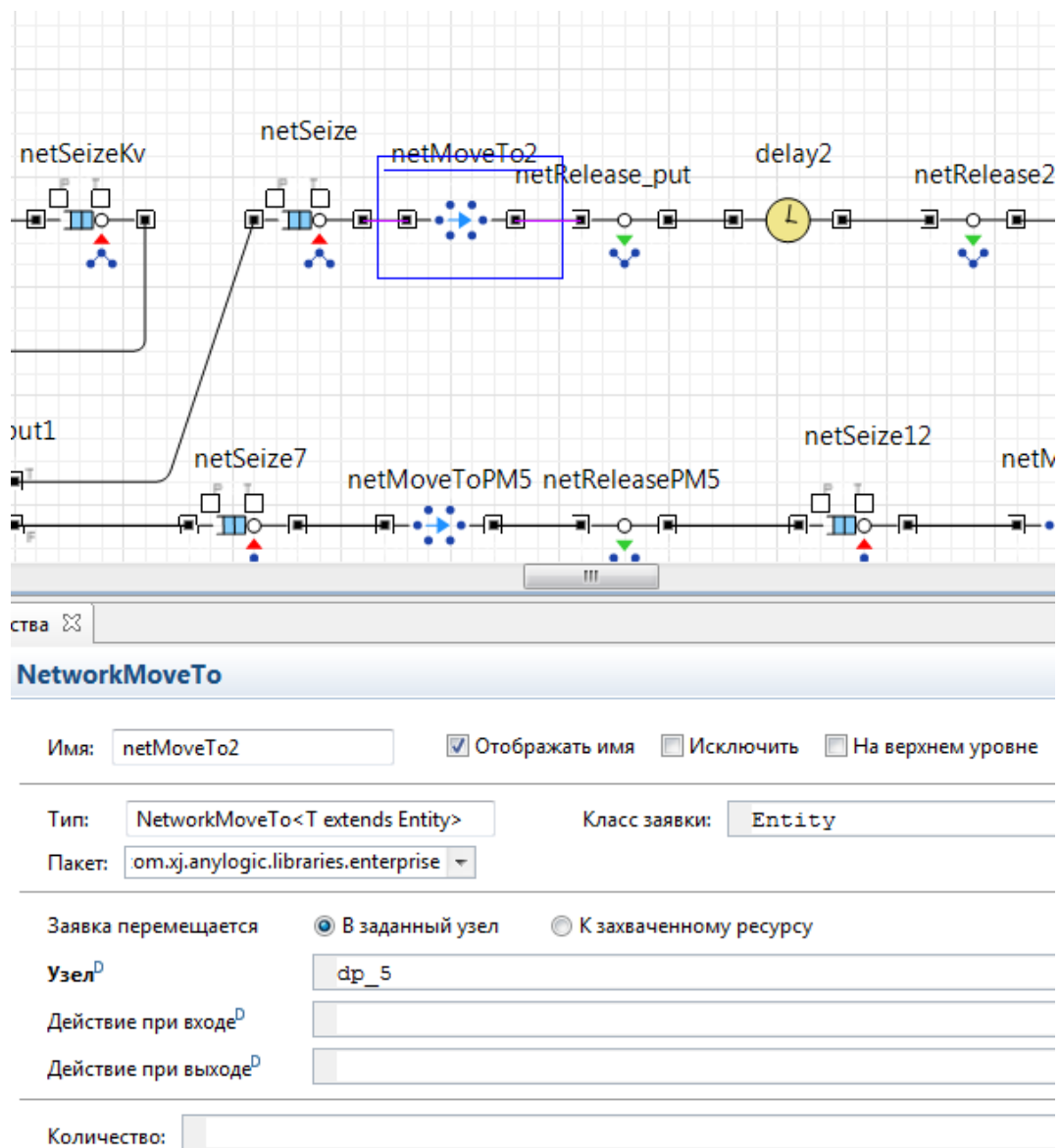


Рисунок 2.6 – Об'єкт MoveTo – спрямування замовлень до ДП-5

На відміну від цього, певні ланки ланцюгу обробки замовлень потребують суттєвого корегування. На рисунку 2.7 показаний елемент, який розподіляє потік замовлень з певною ймовірністю до мартенівського цеху, або до розливних машин.

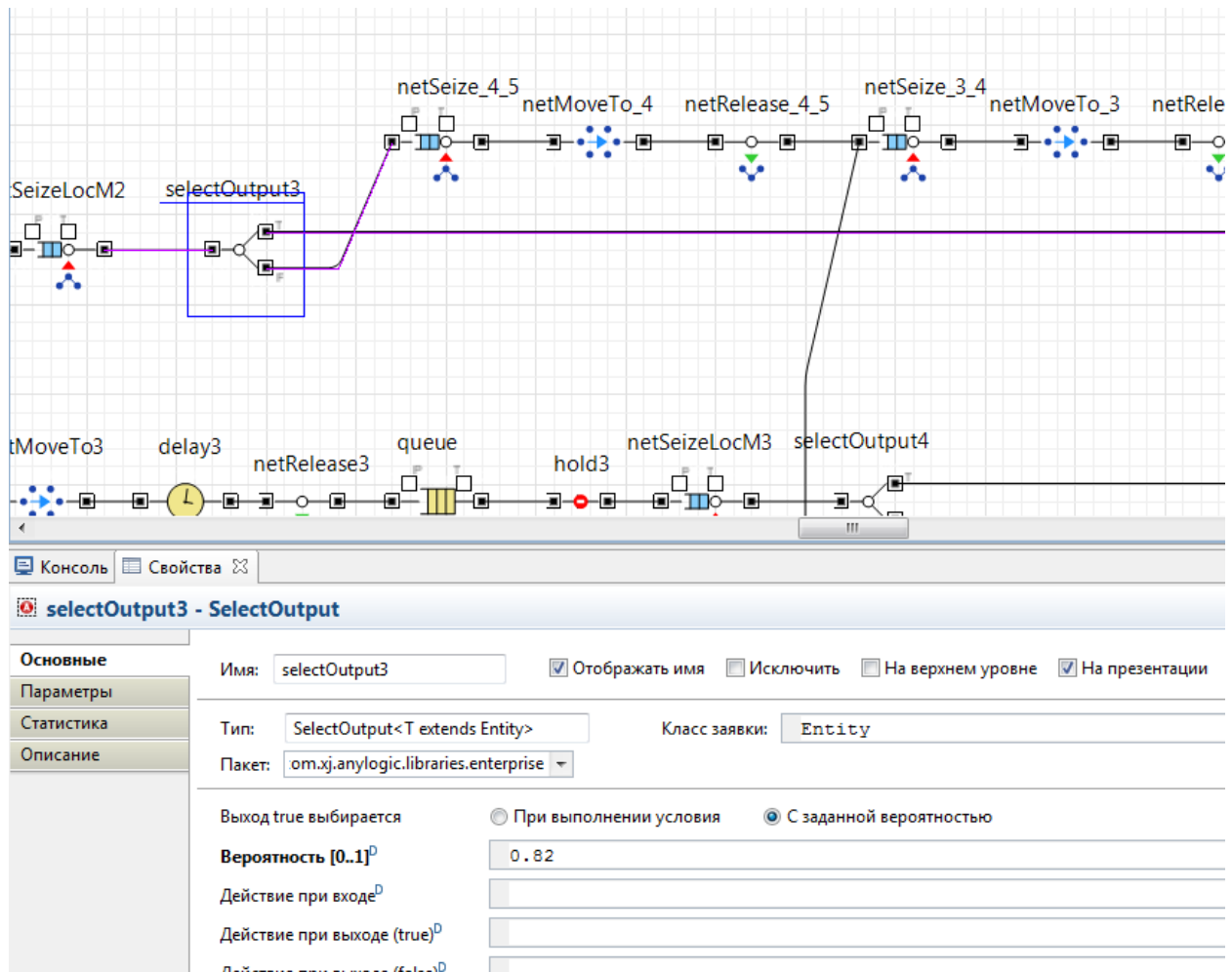


Рисунок 2.7 – Елемент типу SelectOutput, який розподіляє потік замовлень з певною ймовірністю до мартенівського цеху та до розливних машин

За звичайним сценарієм, рух до розливних машин проходить повз доменні печі 4, 3, 2. Але, в наших умовах він змінюється – по об’їзних шляхах.

Тож корегуємо ланцюг у цьому місці (рисунок 2.8).

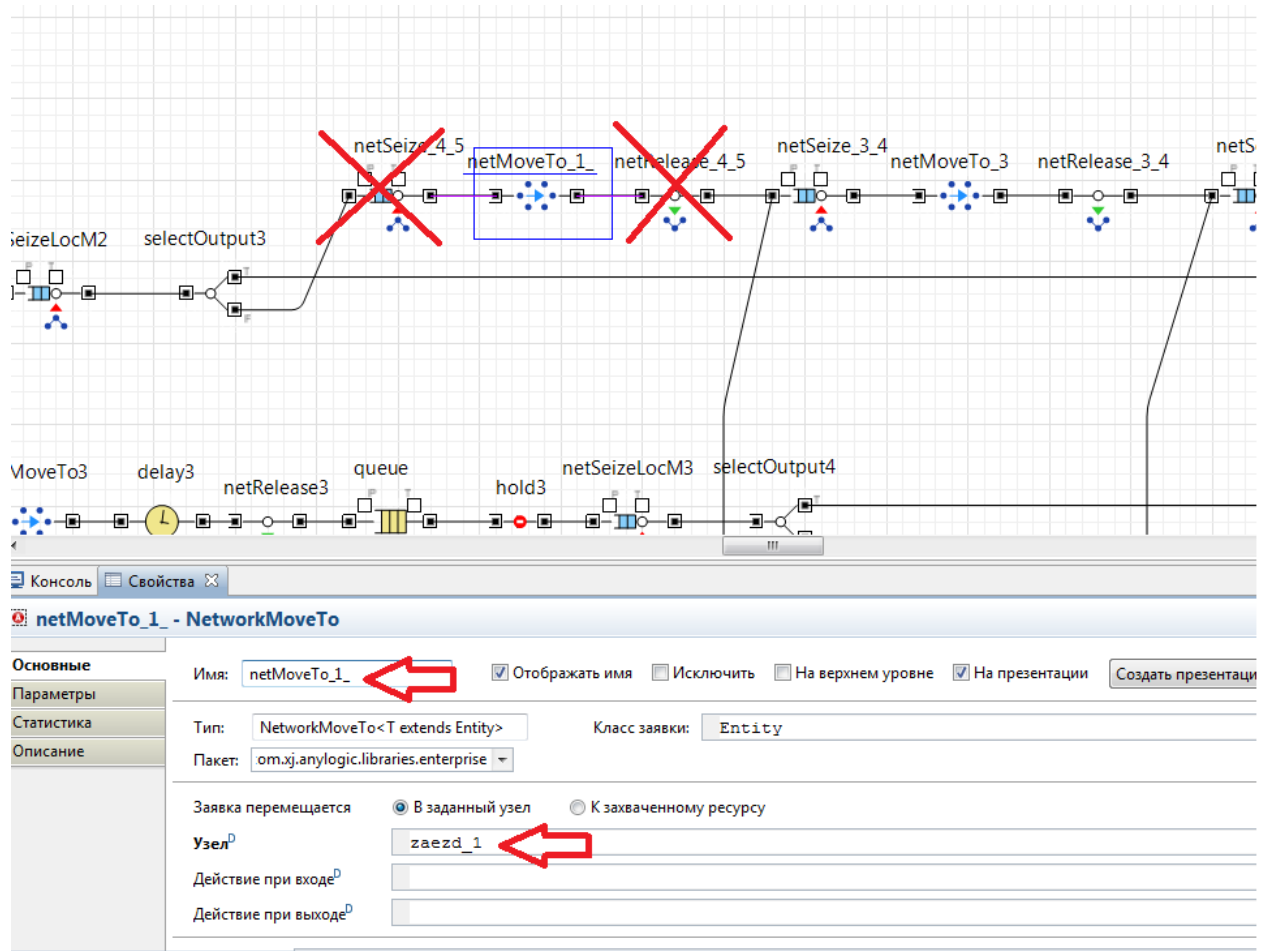


Рисунок 2.8 – Корегування логіки управління рухом замовлень в імітаційній моделі

Відтепер рух здійснюється до елементу `zaezd_1`, звідси можливий подальший рух до розливних машин, або до доменних печей 2, 3, 4.

Наступний елемент захоплює стаціонарний ресурс – ділянку колій розливних машин (рисунок 2.9).

Елемент `MoveTo` спрямовує замовлення до розливних машин, після цього усі ресурси, окрім пересувних (ковші, які подано на фронт злиття рідкого чавуну), звільняються (рисунок 2.10).

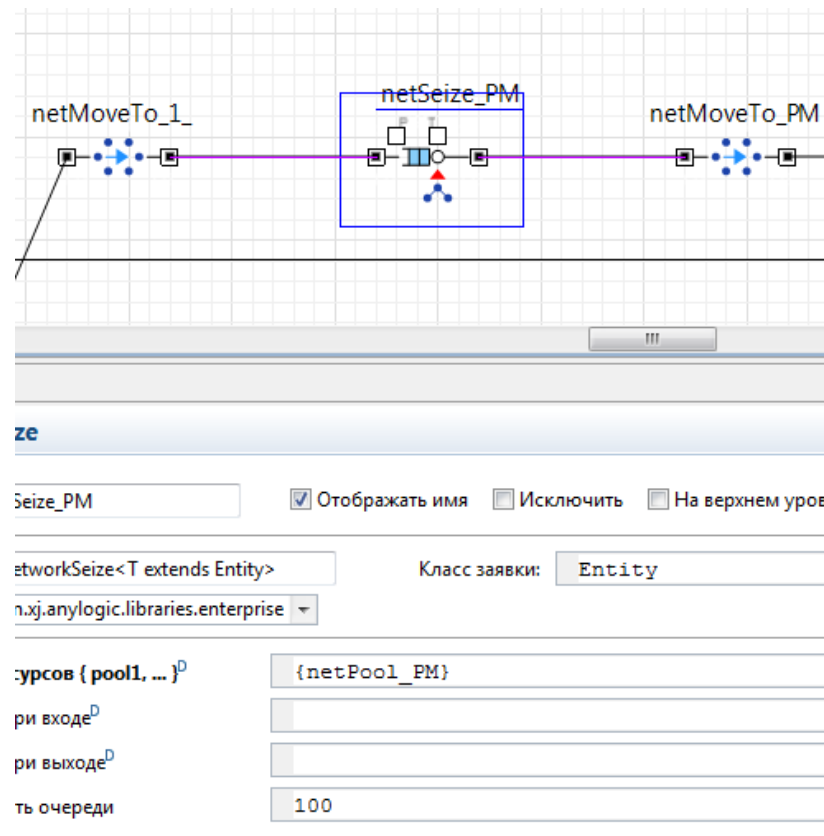


Рисунок 2.9 – Захвалення замовленням стаціонарного ресурсу – ділянки розливних машин

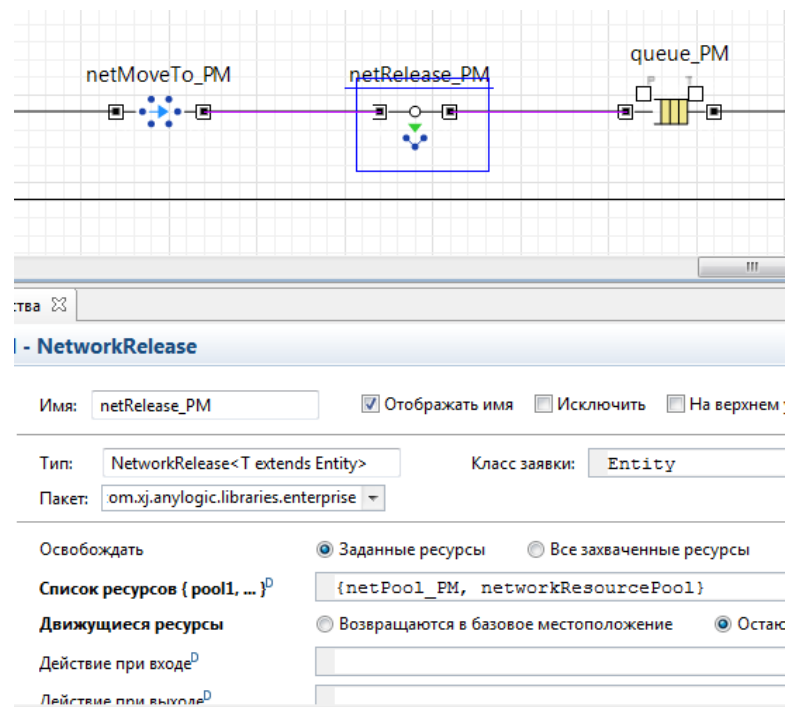


Рисунок 2.10 – Вивільнення ресурсів

Ланцюг елементів, які формують логіку руху вантажу з доменної печі 5 до міксерного відділення, також не потребує змін (рисунк 2.11).

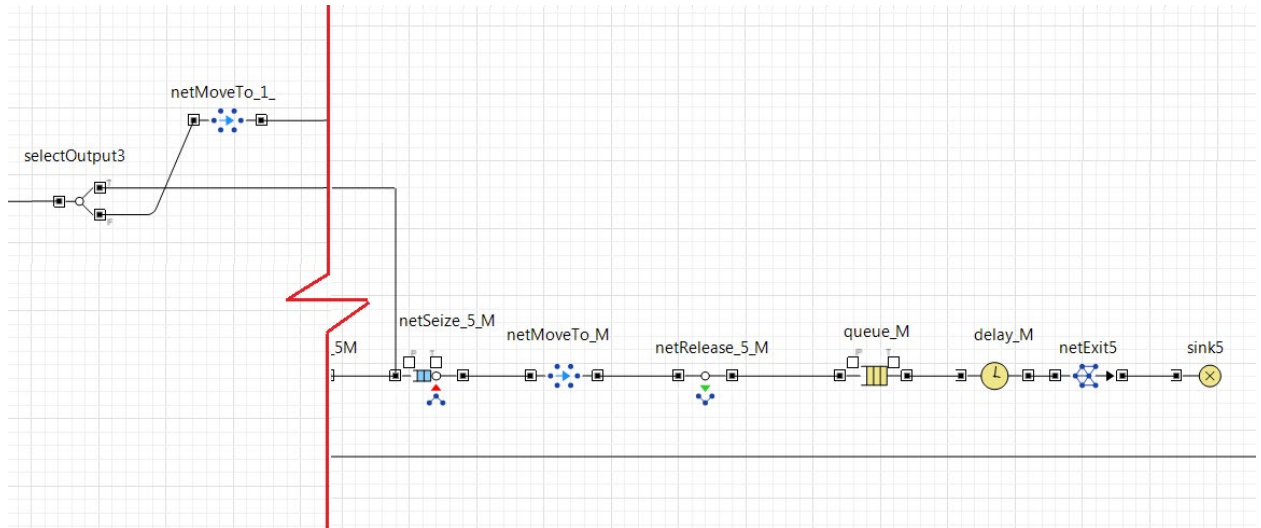


Рисунок 2.11 – Ланцюг елементів, які формують логіку руху вантажу з доменної печі 5 до міксерного відділення

Наливання чавуну на печі 4 на період ремонту призупиняється, тому видаляємо ланцюг елементів, які формують логіку просування замовлень повністю, залишаючи можливість його відновлення у майбутньому (рисунк 2.12).

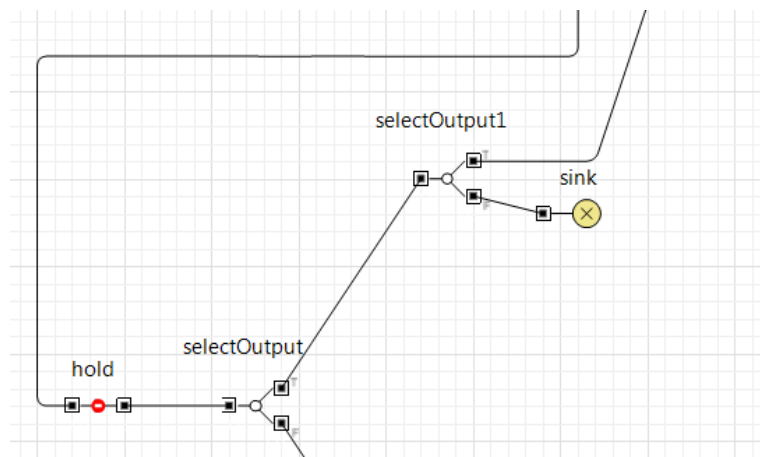


Рисунок 2.12 - Видалення ланцюгу елементів, які формують логіку просування замовлень печі №4

Наступним етапом відкоригуємо логіку обслуговування доменної печі №3. Замовлення (імітація подачі ковшів під налив) одразу спрямовується до пункту zaezd_1 (рисунок 2.13).

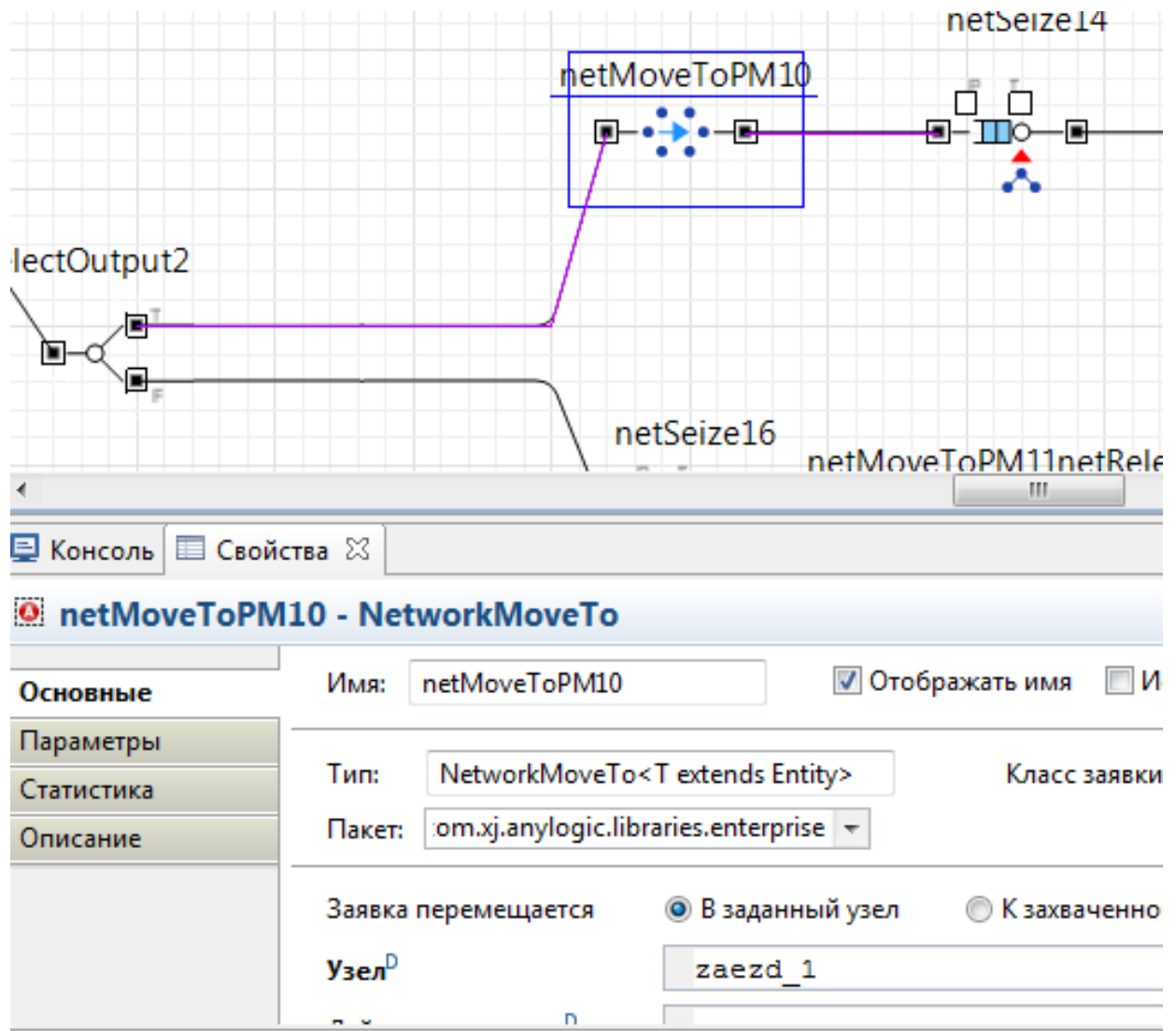


Рисунок 2.13 – Імітація подачі ковшів під налив на піч №3

У разі вільності стаціонарного ресурсу netPool_1_2 (рисунок 2.14), він захоплюється та замовлення просувається до наступної ділянки zaezd_2 (рисунок 2.15). У протилежному випадку, замовлення очікує на звільнення вказаного ресурсу.

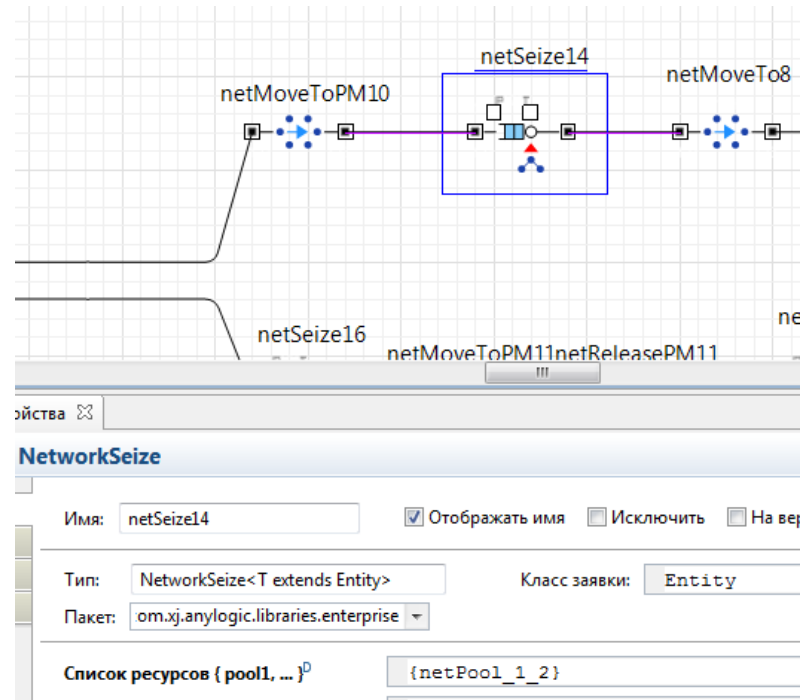


Рисунок 2.14 – Захвата ресурса `netPool_1_2`

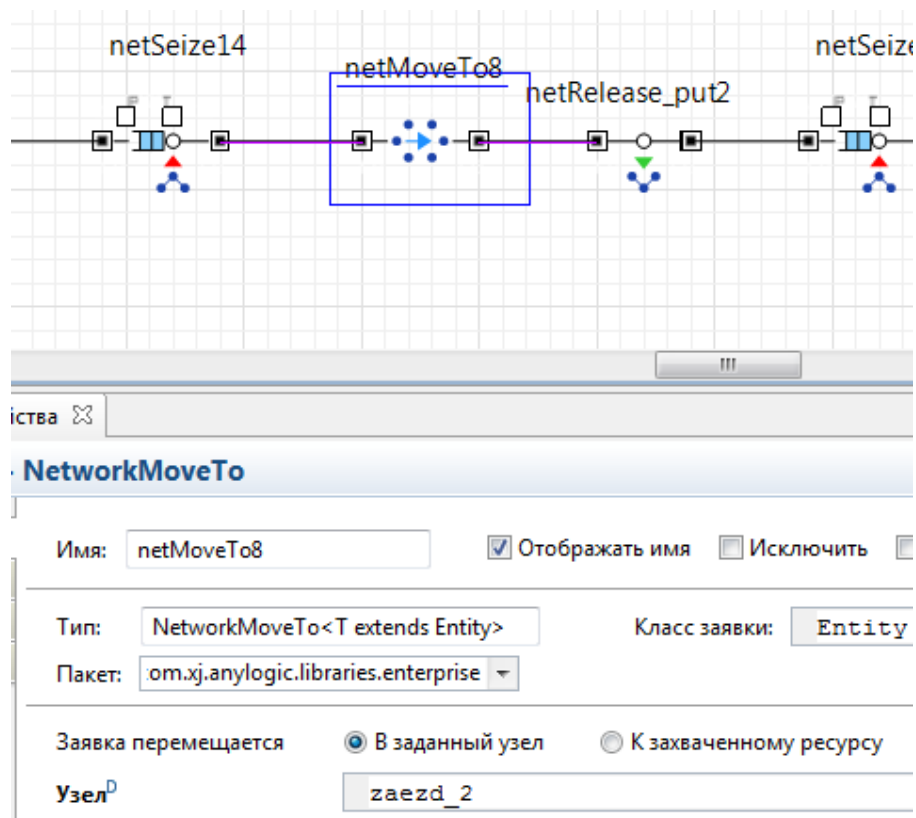


Рисунок 2.15 – Спрямування замовлення до вузла `zaezd_2`

Після надходження замовлення до призначеного вузла, ресурс `netPool_1_2` звільнюється (рисунок 2.16).

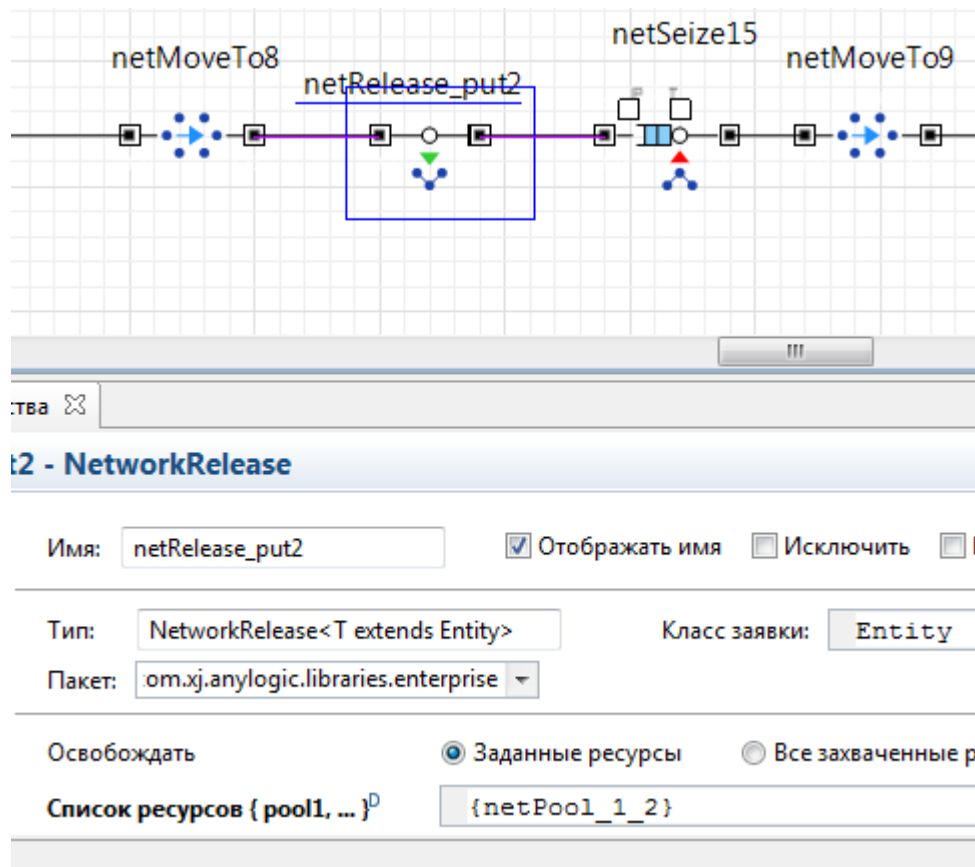


Рисунок 2.16 – Звільнення ресурсу netPool_1_2

Надалі аналогічно захоплюється наступний ресурс – ділянка колії від печі №1 до печі №3 і так само просувається замовлення (рисунок 2.17).

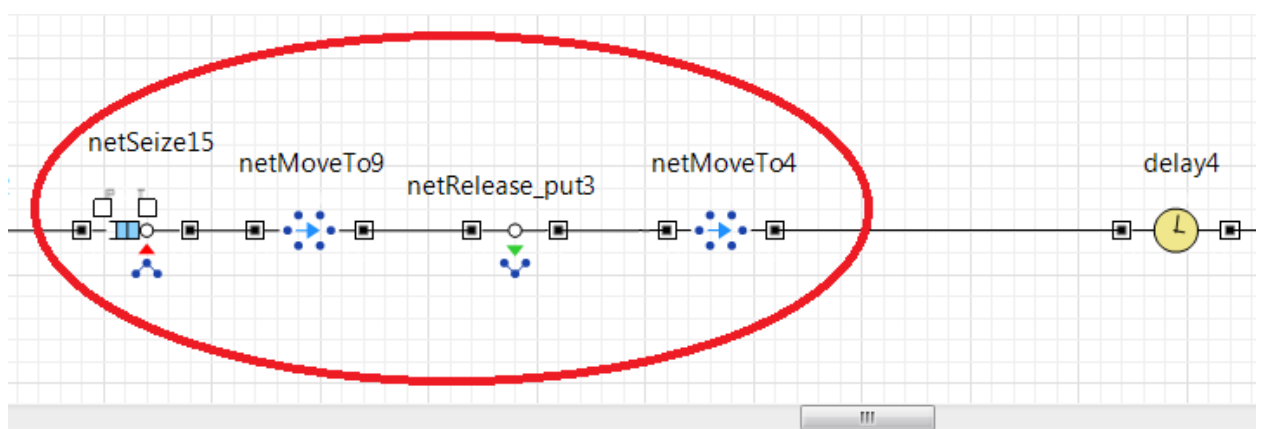


Рисунок 2.17 – Просування замовлення до печі №3

Частина елементів ланцюгу, які імітують налив чавуну у ковші на доменні печі №3, залишається без змін (рисунок 2.18).

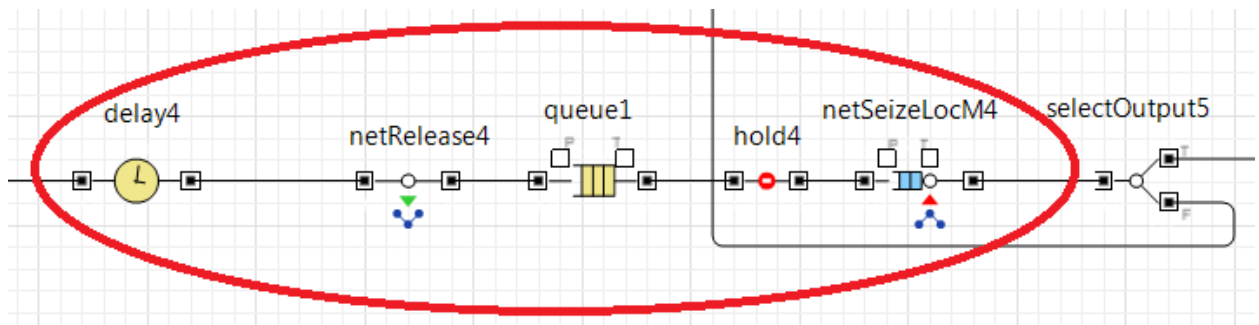


Рисунок 2.18 – Фрагмент ланцюгу, який імітує налив чавуну у ковші на доменній печі №3

У будь-якому випадку – русі завантаженого составу до розливних машин, або до міксеру, логіка дій відповідає діям по просуванню замовлення до доменної печі №3, виконаним у зворотному порядку.

Тож копіюємо відповідні блоки ланцюгу, та додаємо у його продовженні (рисунок 2.19).

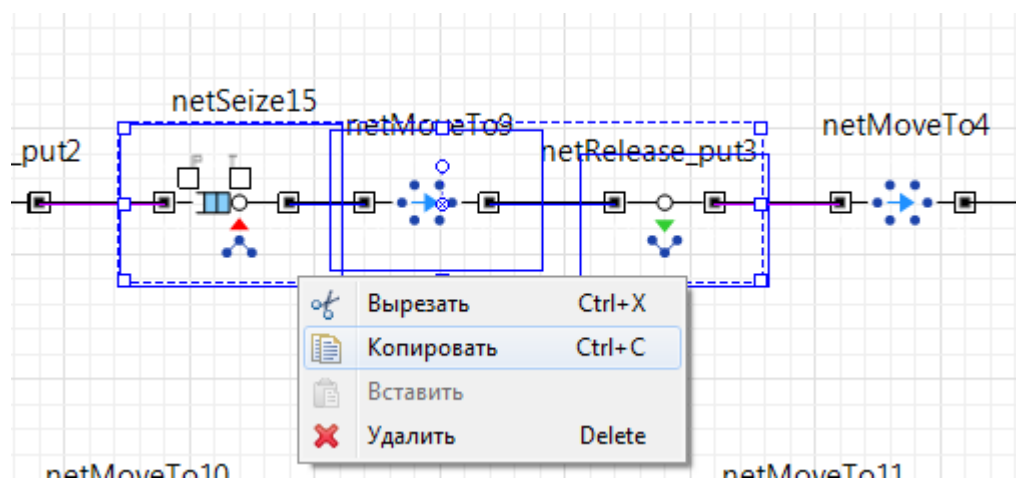


Рисунок 2.19 – Технологія корегування програми

Під'єднуємо виходи (рисунок 2.20) елементу вибору наступного пункту призначення SelectOutput (рисунок 2.21) до вже існуючих логічних ланцюгів обробки замовлень при русі до розливних машин (верхня гілка) або до міксеру (нижня гілка).

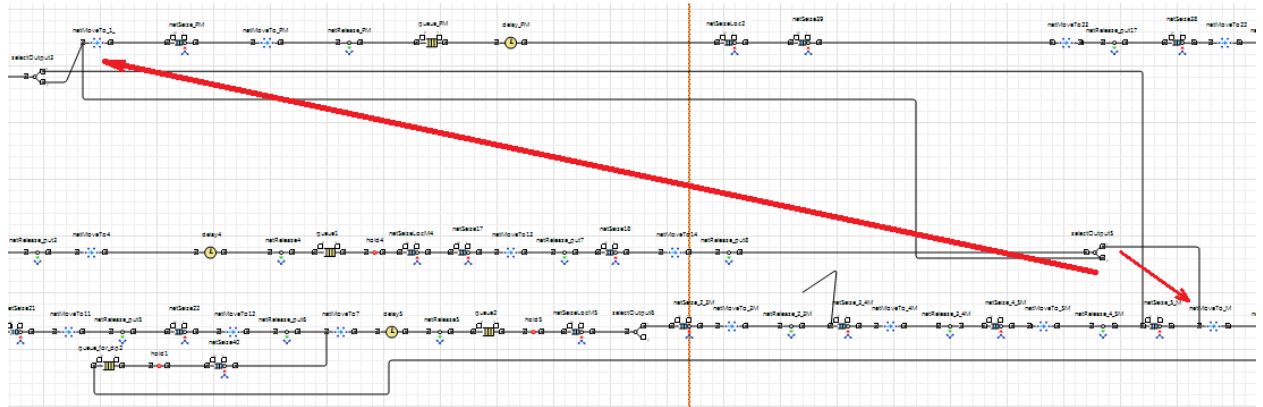


Рисунок 2.20 – Під'єднання виходів елементу вибору наступного пункту призначення SelectOutput до вже існуючих логічних ланцюгів обробки замовлень при русі до розливних машин та до міксеру

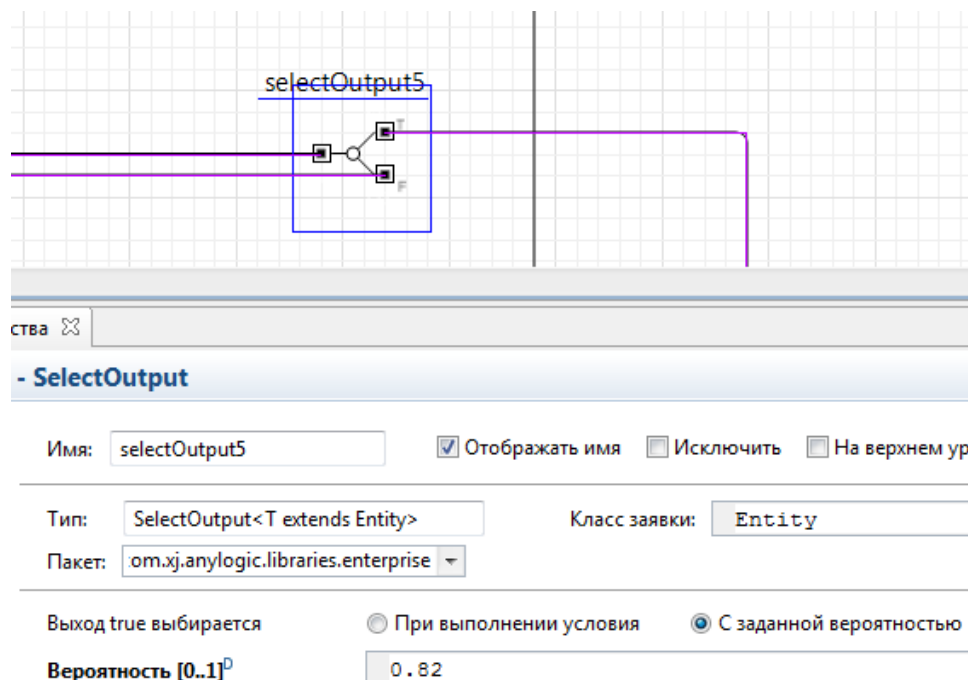


Рисунок 2.21 – Элемент SelectOutput

Аналогічним чином здійснимо корегування блоку програми, який визначає логіку просування замовлень до печі №2 під налив, а звідти – до міксеру та розливних машин.

2.4 Постановка експерименту на моделі

Всі незмінні параметри моделі, встановлені під час попередніх досліджень [7], залишаємо без змін.

Серед параметрів, які будуть змінюватись, обираємо такі:

- кількість ресурсів – локомотивів;
- ймовірність відправлення чавуну з доменної печі до міксеру у мартенівський цех та до розливних машин.

З огляду на виконані дослідження, виділяємо три варіанти організації робіт:

- використання трьох паркових локомотивів, як при звичайному режимі роботи;
- використання чотирьох паркових локомотивів, враховуючі більш тривалий рух составів по об'їзних коліях;
- використання трьох паркових локомотивів та виключення можливості відправлення чавуну з доменної печі до розливних машин із відповідним збільшенням ймовірності відправлення його з інших доменних печей (компенсуючи нестачу, яка виникає). П'ята доменна піч обрана через найбільш тривалий час руху від неї до розливних машин.

Результати моделювання у програмі представляються у вигляді діаграм та цифрових показників.

Серед головних показників, які представлені на рисунках нижче, - обсяг та кількість використаних ресурсів. При цьому використовуються наступні умовні позначення:

- тепловози – LOC;
- чавуновозні ковші – KV;
- стаціонарні ресурси (ділянки колій між печами) – 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 та РМ (розливні машини), М (міксер).

При використанні трьох паркових локомотивів за незмінних інших параметрах роботи отримано наступні результати, представлені на рисунку (2.22).

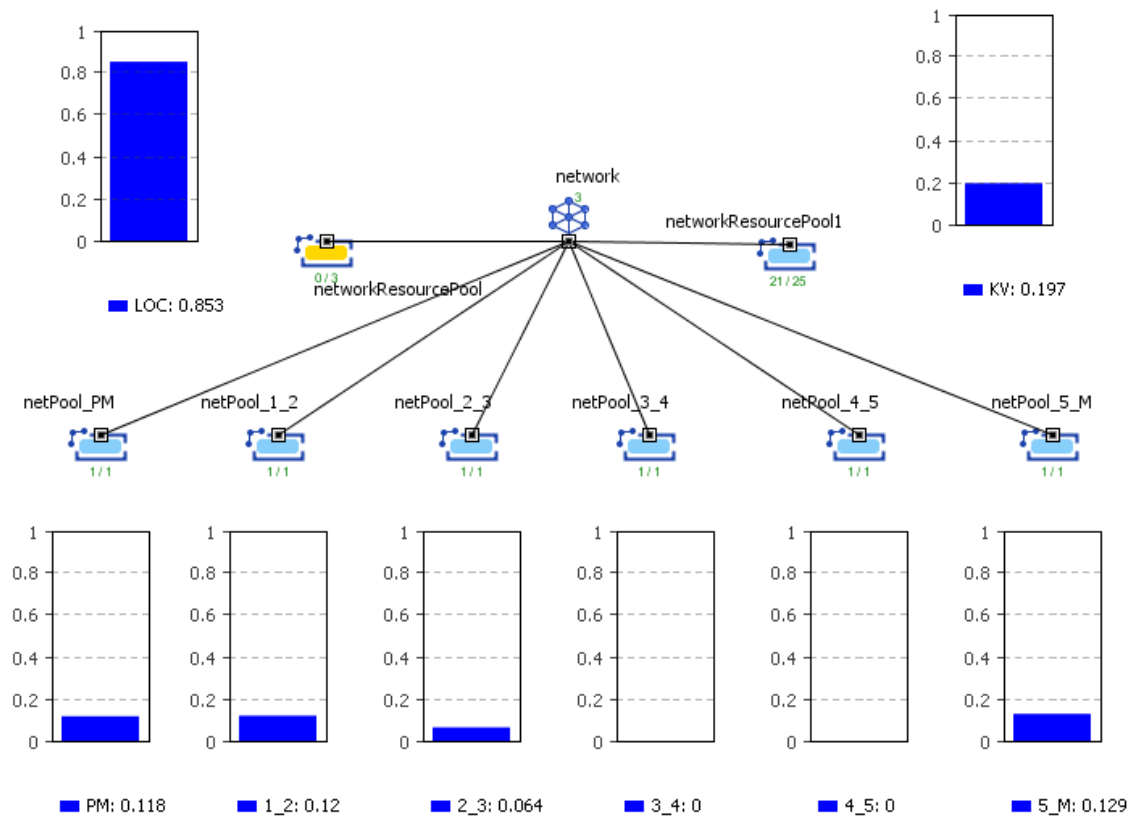


Рисунок 2.22 – Результати моделювання за першим варіантом

Серед важливіших показників виділяємо наступні:

- відсоток часу використання усіх трьох локомотивів становить 85,3%, що за реальних умов експлуатації є, зазвичай, нереальним;
- кількість ковшів, які були задіяні у перевезеннях становила 21 одиницю;
- інші параметри, такі як використання ковшів та ділянок колій, знаходяться у припустимих межах.

На рисунку 2.23 представлені результати моделювання при використанні чотирьох паркових локомотивах.

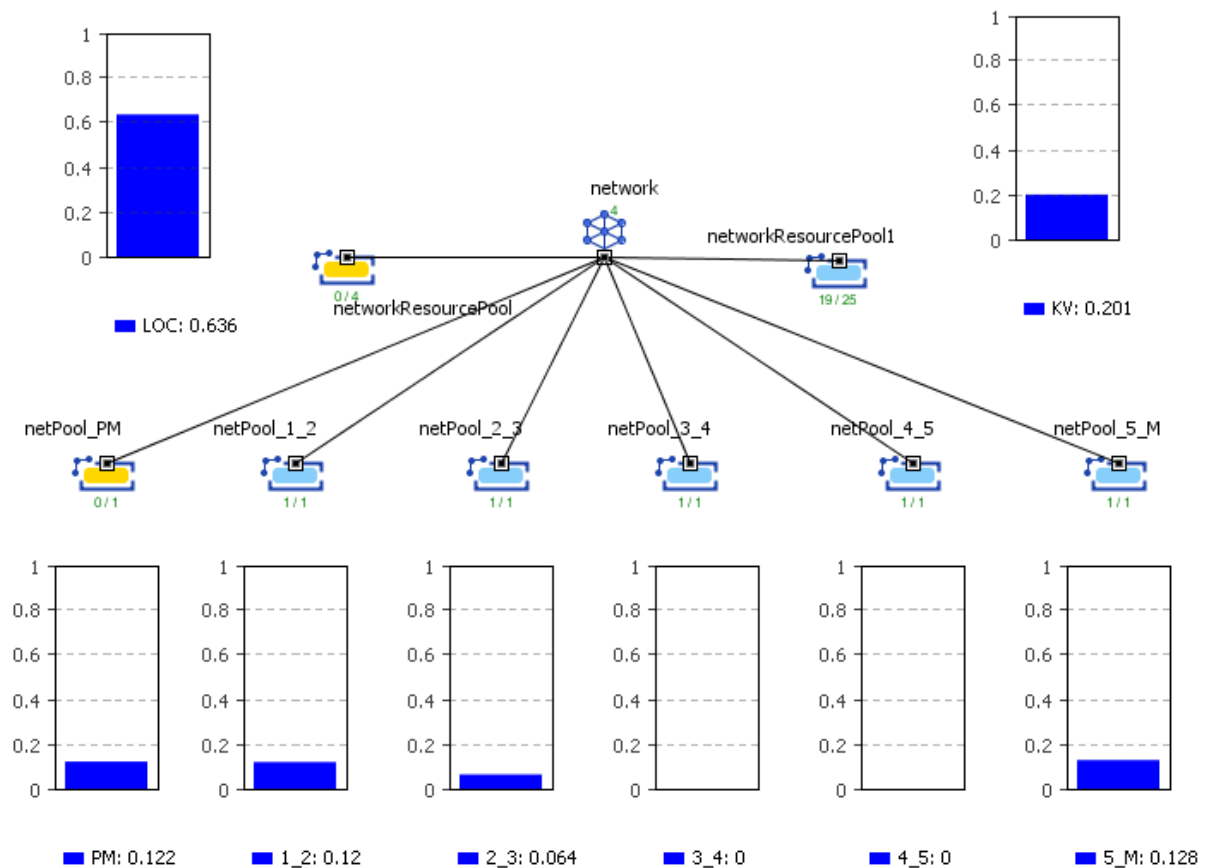


Рисунок 2.23 – Результати моделювання за другим варіантом

Проаналізуємо отримані показники:

- відсоток часу використання усіх чотирьох локомотивів становить 63,6%, що повністю відповідає рекомендованим значенням (до 70%);
- кількість ковшів, які були задіяні у перевезеннях становила 19 одиниць;
- інші важливі параметри, такі як використання ковшів та ділянок колій, знаходяться у припустимих межах.

На рисунку 2.24 представлені результати моделювання при використанні трьох паркових локомотивах та зміні ймовірності відправлення чавуну з доменної печі №5 до міксерного відділення з 0,82 до 1.

Для компенсації зменшеного обсягу надходження чавуну до розливних машин, відповідно зменшено ймовірність відправлення його до міксерного відділення з 0,82 до 0,73.

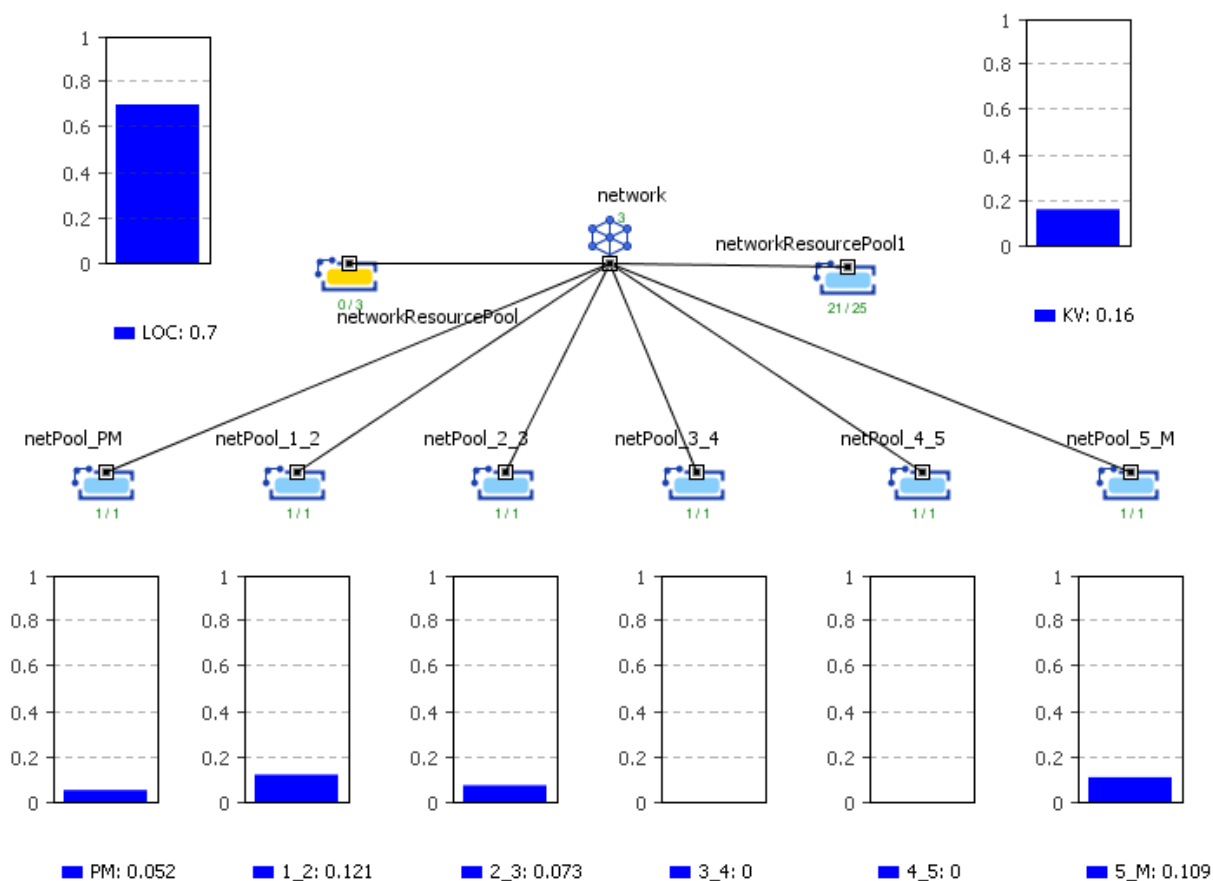


Рисунок 2.24 – Результати моделювання за третім варіантом

Проаналізуємо отримані показники:

- відсоток часу використання усіх трьох локомотивів становить 70%, що відповідає рекомендованим значенням (до 70%). Особливо, враховуючи той факт, що диспетчерський персонал в реальних умовах роботи організовує роботу більш ефективно, ніж це реалізовано програмними засобами, оскільки імітаційна модель припускає певні спрощення;

- кількість ковшів, які були задіяні у перевезеннях становила 21 одиницю;

- інші важливі параметри, такі як використання ковшів та ділянок колій, також знаходяться у припустимих межах.

Таким чином, серед розглянутих трьох варіантів організації робіт перший вважаємо неприпустимим для реальних умов. Другий варіант (використання чотирьох локомотивів) є базовим, а третій, який передбачає корегування вантажопотоку чавуну до міксерного відділення та розливних машин по доменних печах, є проєктним.

Виконаємо економічні розрахунки для визначення ефективності базового та проєктного варіанту.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В основній частині виконані корегування розробленої на кафедрі транспортних технологій імітаційної моделі перевезення рідкого чавуну підприємства Запоріжсталь. Ці коригування дозволяють оцінити параметри системи в умовах перекриття руху в зоні ремонту доменних печей. В даному дослідженні розглядалась ситуація з ремонтом четвертої доменної печі.

Для економічних розрахунків приймаємо тривалість подібної затримки – 10 діб на рік.

За результатами моделювання по трьох варіантах організації робіт, за невідповідності технічних показників роботи був відхилений один з них, та виділено базовий та проєктний варіанти.

За базовим варіантом використовується збільшена на одну одиницю кількість маневрових паркових локомотивів станції Доменна.

За проєктним варіантом кількість локомотивів – три одиниці, за рахунок перерозподілу вантажопотоку чавуну до мартенівського цеху та розливних машин.

У таблиці 3.1 наведено параметри обох варіантів.

Таблиця 3.1 – Варіанти організації робіт

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проєктний варіант
1	Кількість локомотивів	4	3
2	Робочій парк ковшів	19	21
3	Кількість складачів поїздів	16	12

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Виконаємо визначення експлуатаційних витрат за базовим варіантом за формулою [9,10]:

$$V^6_e = V^6_{\text{тп}} + V^6_{\text{кв}} + V^6_{\text{зпмс}} + V^6_{\text{сц}} + V^6_{\text{нв}}, \quad (3.1)$$

де $V^6_{\text{тп}}$ – витрати на експлуатацію тепловозів, грн;

$V^6_{\text{кв}}$ – витрати на утримання ковшів, грн;

$V^6_{\text{зпмс}}$ – зарплата працівників, грн;

$V^6_{\text{сц}}$ – соціальне страхування, грн;

$V^6_{\text{нв}}$ – накладні витрати, грн.

Вартість експлуатації тепловозів залежить від їх кількості, тривалості використання та собівартості локомотиво-години, тож розраховуємо її за виразом [10]:

$$V^6_{\text{тп}} = N_{\text{тп}} T_{\text{тп}} C_{\text{тп}}, \quad (3.2)$$

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

$T_{\text{тп}}$ – час роботи тепловозів, годин;

$C_{\text{тп}}$ – собівартість лок.-год. роботи, грн/годину.

Кількість тепловозів приймаємо $3 + 1(10/365) = 3,03$ на рік, враховуючі обмеження по періоду ремонту та, відповідно, залучення додаткового локомотиву.

Тепловози працюють цілодобово, тож $T_{\text{тп}} = 24 \cdot 365 = 8760$ год.

$C_{\text{тп}} = 797,65$ грн/год.

Утримання ковшів, як і будь-якого іншого рухомого складу потребує витрат, які можуть бути встановлені за виразом:

$$V_{\text{КВ}}^{\text{б}} = N_{\text{КВ}} T_{\text{КВ}} C_{\text{КВ}}, \quad (3.3)$$

де $N_{\text{КВ}}$ – кількість ковшів, од.;

$T_{\text{КВ}}$ – час використання ковшів, годин;

$C_{\text{КВ}}$ – собівартість утримання ковшів, грн/годину.

$$N_{\text{КВ}} = 19 \text{ од.}$$

Період використання обмежуємо періодом ремонту, оскільки на цей час змінюється схема маршрутів руху, що суттєво впливає на потрібну кількість ковшів, на відміну від локомотивів, тож $T_{\text{КВ}} = 10 \text{ діб} = 240 \text{ год.}$

$$C_{\text{КВ}} = 23,31 \text{ грн/год.}$$

Для розрахунку заробітної плати (помічники машиніста-складачі поїздів) скористаємось формулою [10]:

$$V_{\text{ЗПМС}}^{\text{б}} = N_{\text{ПМС}} \cdot k_{\text{премія}} \cdot C_{\text{ПМС}} [F_{\text{р}} (7/6 + k_{\text{клас}} + k_{\text{шкід}}) + F_{\text{свят}}], \quad (3.4)$$

де $N_{\text{ПМС}}$ – кількість персоналу. Постійно працює по три чоловіка у чотири зміни (12 од.) та на період ремонту протягом 10 днів на рік ще один складач у чотири зміни, тож маємо $4 \cdot 10/365 = 0,1$ додатково. Відповідно, приймаємо $N_{\text{ПМС}} = 12,1 \text{ чол.}$

$k_{\text{премія}}$ – коефіцієнт преміювання, $k_{\text{премія}} = 1,3$;

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

$F_{\text{р}}$ – фонд річного робочого часу, год.;

$7/6$ – коефіцієнт доплати за вечірні (20 відсотків) та нічні години (40 відсотків);

$k_{\text{клас}}$ – коефіцієнт доплати;

$k_{\text{шкід}}$ – коефіцієнт доплати за шкідливі умови.

$F_{\text{свят}}$ – час роботи у свята, год.

Розрахунок відрахувань на соцстрахування встановлюється за нормативами:

$$V_{\text{сц}}^{\text{б}} = 0,22 V_{\text{зпмс}}^{\text{б}} . \quad (3.5)$$

Накладні витрати встановлюються виразом:

$$V_{\text{нв}}^{\text{б}} = 0,34 V_{\text{зпмс}}^{\text{б}} . \quad (3.6)$$

Визначимо за (3.2):

$$V_{\text{тп}}^{\text{б}} = 3,03 \cdot 8760 \cdot 797,65 = 21171864,42 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.3):

$$V_{\text{кв}}^{\text{б}} = 19 \cdot 240 \cdot 23,31 = 106293,6 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.4):

$$V_{\text{зпмс}}^{\text{б}} = 12,1 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [1994(7/6 + 0 + 0,1) + 66] = 3943485,29 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.5):

$$V_{\text{сц}}^{\text{б}} = 3943485,29 \cdot 0,22 = 867566,76 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.6):

$$V_{\text{нв}}^6 = 3943485,29 \cdot 0,34 = 1340785 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.1):

$$\begin{aligned} V_e^6 &= 21171864,42 + 106293,6 + 3943485,29 + 867566,76 + 1340785 = \\ &= 27429995,07 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом

Формула для розрахунку експлуатаційних витрат за проєктом виглядає наступним чином:

$$V_e^{\text{пр}} = V_{\text{тп}}^{\text{пр}} + V_{\text{кв}}^{\text{пр}} + V_{\text{зпмс}}^{\text{пр}} + V_{\text{сц}}^{\text{пр}} + V_{\text{нв}}^{\text{пр}}, \quad (3.7)$$

де $V_{\text{тп}}^{\text{пр}}$ – витрати на експлуатацію тепловозів за проєктним варіантом, грн. Для розрахунку будемо використовувати вираз (3.2), де кількість тепловозів – 3 одиниці;

$V_{\text{кв}}^{\text{пр}}$ – витрати на утримання ковшів за проєктним варіантом, грн. Для розрахунку будемо використовувати вираз (3.3), де кількість ковшів – 21 одиниця;

$V_{\text{зпмс}}^{\text{пр}}$ – зарплата працівників за проєктним варіантом, грн. Для розрахунку будемо використовувати вираз (3.4), де кількість персоналу – 12 чол.;

$V_{\text{сц}}^{\text{пр}}$ – витрати на соціальне страхування за проєктним варіантом, грн. Для розрахунку будемо використовувати вираз (3.5);

$V_{\text{нв}}^{\text{пр}}$ – накладні витрати, грн. Для розрахунку будемо використовувати вираз (3.6).

Визначимо за (3.2):

$$V_{\text{тп}}^{\text{пр}} = 3 \cdot 8760 \cdot 797,65 = 20962242 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.3):

$$V_{\text{кв}}^{\text{пр}} = 21 \cdot 240 \cdot 23,31 = 117482,4 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.4):

$$V_{\text{зпмс}}^{\text{пр}} = 12 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [1994(7/6 + 0 + 0,1) + 66] = 3910894,5 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.5):

$$V_{\text{сц}}^{\text{пр}} = 3910894,5 \cdot 0,22 = 860396,79 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.6):

$$V_{\text{нв}}^{\text{пр}} = 3910894,5 \cdot 0,34 = 1329704,13 \text{ грн.}$$

Визначимо за (3.1):

$$\begin{aligned} V_{\text{е}}^{\text{пр}} &= 20962242 + 117482,4 + 3910894,5 + 860396,79 + 1329704,13 = \\ &= 27180719,82 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3 Розрахунок економічної ефективності проєктного рішення

Проєктом передбачені капітальні витрати на придбання програмного комплексу близько 350 000 грн.

Річна економія за рахунок реалізації проєктного рішення може бути встановлена за формулою [10]:

$$D_p = V_e^{\text{б}} - V_e^{\text{пп}}, \quad (3.8)$$

Розрахуємо за (3.8):

$$D_p = 27429995,07 - 27180719,82 = 249275,25 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект – 249275,25 грн.

Встановимо термін окупності проєкту [10]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дв}}}{D_p}, \quad (3.9)$$

де $K_{\text{дв}}$ - капітальні витрати на придбання програми, грн.

$$K_{\text{дв}} = 350000 \text{ грн.}$$

Розрахуємо за (3.9):

$$T_{\text{ок}} = 350000 / 249275,25 = 1,4 \text{ року.}$$

Визначимо чисту поточну вартість проєкту за формулою [10]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.10)$$

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.

Обчислення чистої поточної вартості проєкту за виразом (3.10) представимо у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок чистої поточної вартості

Капітальні витрати за проєктним варіантом	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV
350000	249275,25	1	-100724,75
	249275,25	0,87	216869
	249275,25	0,76	189449
	249275,25	0,66	164522
	249275,25	0,57	142087
			612202,25

Всі визначені при економічних розрахунках показники в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Витрати на експлуатацію тепловозів, грн	21171864	20962242
2	Витрати на утримання ковшів, грн	106294	117482
3	Зарплата працівників, грн	3943485	3910895
4	Соціальне страхування, грн	867567	860397
5	Накладні витрати, грн	1340785	1329704
6	Річні експлуатаційні витрати, грн	27429995	27180720
7	Економія експлуатаційних витрат, грн	-	249275
8	Термін окупності, років	-	1,4
9	Чиста поточна вартість проєкту, грн.	-	612202

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дослідження, спрямованого на підвищення ефективності організації транспортного обслуговування в умовах ремонту основної чавуновозної колії на ПАТ «Запоріжсталь» розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників під час перевезення рідкого чавуну до мартенівського цеху. Розглянуті питання по їх усуненню [11,12].

Для перевезення рідкого чавуну є спеціальні ковші – чавуновози. Чавуновози розміщуються під відділенням лиття для наливки та перевезення чавуну у цех по виробництву сталі. Чавун знаходиться у ковші 2-4 години, а відстань транспортування не перевищує 800 м. Якщо основна колія на ремонті, то відстань буде більша, що значно може вплинути на безпеку. Тому розглянемо небезпеки під час транспортування чавуну.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

В ході аналізу транспортування чавуну при перекритті основної чавуновозної колії виявлені наступні небезпеки:

- з причин збільшення швидкості, з-за об'їзду по ділянці із значною забудовою території різними промисловими об'єктами та в умовах незвичності високоінтенсивного руху, є небезпека наїзду на робітників чавуновозами;

- при підйманні ковшів кранами для переливу у міксери, можливий обрив кріплень з гаків крану, що призведе до проливу чавуну і як наслідки до летальних наслідків;
- при заповненні чавуном чавуновозів, можливий пролив металу на колії. Це може у подальшому призвести до сходження чавуновозів з колії;
- підвищена або знижена температура повітря негативно впливає на працездатність робітників. Можливо переохолодження та виникнення простудних захворювань. В літку – перегрів, що викликає тепловий удар, який приводить до головного болю, загальної слабкості, запамороченню;
- небезпека виникнення пожежі на локомотиві, пов'язана з пошкодженням паливної апаратури або електричного обладнання, а також з неналежним їх обслуговуванням;
- оскільки чавуновози розміщуються під літейним відділенням, при розливу в ковши можливо попадання рідкого металу на робітників; можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм;
- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження чавуну, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій (не вірний захват крюками, наїзд вагонів на робітників та інше);
- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять до аварії;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші

фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

Заходи по забезпеченню безпеки та виробничої санітарії й гігієни праці, надзвичайних ситуацій тощо, наведено в презентації.

ВИСНОВКИ

В роботі виконані корегування розробленої на кафедрі транспортних технологій імітаційної моделі перевезення рідкого чавуну підприємства Запоріжсталь.

Ці коригування дозволяють оцінити параметри системи в умовах перекриття руху в зоні ремонту доменних печей. В даному дослідженні розглядалась ситуація на прикладі ремонту доменної печі №4.

Для економічних розрахунків прийнято тривалість подібної затримки – 10 діб на рік.

За результатами моделювання по трьох варіантах організації робіт, за невідповідності технічних показників роботи був відхилений один з них, та виділено базовий та проєктний варіанти.

За базовим варіантом використовується збільшена на одну одиницю кількість маневрових паркових локомотивів станції Доменна.

За проєктним варіантом кількість локомотивів – три одиниці, за рахунок перерозподілу вантажопотоку чавуну до мартенівського цеху та розливних машин.

Економія витрат за проєктом – 249275 грн на рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/pres-centr/novini/zaporizhstal-vikonav-kapitalnij-remont-domennoi-pechi-4/> (дата звернення 05.10.2021) – «Запоріжсталь» виконав капітальний ремонт доменної печі №4».
2. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
3. Абраменко, Д.В. Технічно-розпорядчий акт станції Доменна / Д.В. Абраменко. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 27с.
4. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників доменного, мартеновського, агломераційного цехів, цеху водопостачання, цеху шлакопереробки, ТЕЦ, ВВО з працівниками Доменного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 42с.
5. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
6. Яловой, Ю.Г. Организация перевозок на промышленном транспорте / Ю.Г. Яловой, А.М. Котляров. – Минск: Высшейша шк., 1982 – 264 с.
7. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
8. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 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, 2018 – 44с.

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).