

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 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ЧАВУНУ ДО ЗАПОРІЗЬКОГО РІЧКОВОГО ПОРТУ

Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-319м

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

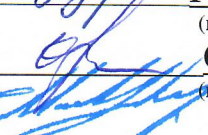
Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Керівник

Рецензент


Р.О. Присяжнюк
(прізвище та ініціали)


О.О. Острогляд
(прізвище та ініціали)


А.Ю. 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 автомобільному транспорті)
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

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

Присяжнюка Романа Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення перевезень чавуну до Запорізького річкового порту

керівник проєкту (роботи) Острогляд Олена Олександрівна, канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 354

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

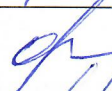
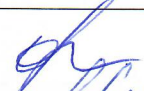
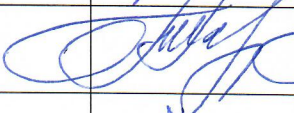
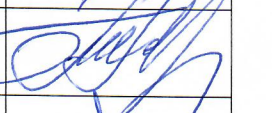
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних машин; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоків чавуну; 2.2 Аналіз доставки чавуну залізничним транспортом; 2.3 Дослідження доставки чавуну автомобільним транспортом за допомогою методу імітаційного моделювання; 2.4 Перевірка адекватності моделі шляхом спостереження за її анімацією; 2.5 Аналіз результатів роботи моделі.

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

Презентація

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)

(підпис)

Р.О. Присяжнюк
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

О.О. Острогляд
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 73 с., 26 рис., 10 табл., 19 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система відвантаження чушкового чавуну різними видами транспорту.

Мета роботи – розробка методики вибору найбільш ефективного співвідношення обсягів транспортування чавуну різними видами транспорту.

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

В ході дослідження були розроблені та проаналізовані три варіанти організації відправлення чушкового чавуну підприємством. Кожний варіант відрізняється параметрами співвідношення обсягів відправлення між автомобільним та залізничним транспортом та кількістю автомобілів на маршрутах доставки. На підставі економічних розрахунків визначено найбільш ефективний з них.

ЧУШКОВИЙ ЧАВУН, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛЯ, РІЧКОВИЙ ПОРТ,
РОЗЛИВНА МАШИНА

ЗМІСТ

Завдання на проект	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Аналіз транспортно-виробничої системи пункту відправлення чавуну	8
1.1.1 Технологія виробництва чушкового чавуну	8
1.1.2 Технологія транспортного обслуговування розливних машин та складу холодного чавуну	10
1.2 Аналіз транспортно-виробничої системи пункту надходження чавуну	19
1.3 Недоліки ситуації, яка розглядається і постановка задач дослідження	23
2 Основна частина	24
2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоків чавуну	24
2.2 Аналіз доставки чавуну залізничним транспортом	29
2.3 Дослідження доставки чавуну автомобільним транспортом за допомогою методу імітаційного моделювання	32
2.4 Перевірка адекватності моделі шляхом спостереження за її анімацією	44
2.5 Аналіз результатів роботи моделі	48
3 Економічна частина	54
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат	54
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за виконаними експериментами	56

3.3 Розрахунок економічної ефективності проекту	64
4 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	67
4.1 Аналіз потенційних небезпек	67
Висновки	69
Перелік посилань	71

ВСТУП

Запоріжсталь – підприємство, яке постійно удосконалює логістичні процеси. Так, раніше, перевезення чушкового чавуну до Запорізького річкового порту здійснювались залізницею, а після входження Запоріжсталі до групи Метінвест, налагодилась більш тісна співпраця порту з даним підприємством, суттєво збільшився обсяг доставки автомобільним транспортом. При цьому залишився незмінним процес відвантаження чавуну залізницею для всіх інших споживачів.

За таких умов, цікавим є постановка дослідження процесів взаємодії двох видів транспорту у тісному контакті з виробництвом доменного цеху. Необхідним постають питання детального аналізу вантажопотоків чавуну шляхом їх статистичного аналізу; аналізу транспортних процесів доставки чавуну; при стохастичному характері перевезень можливе використання засобів імітаційного моделювання пункту навантаження; визначення економічних показників.

Також необхідно встановити, як можуть змінюватись економічні показники при зміні тарифів на перевезення автотранспортом, яку частку доцільно відвантажувати певним видом транспорту.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз транспортно-виробничої системи пункту відправлення чавуну

1.1.1 Технологія виробництва чушкового чавуну

Чушковий чавун розливають на розливних машинах доменного цеху. Вони представляють собою комплекс споруд, який включає безпосередньо розливні машини в блочному виконанні (по дві машини поруч), стенди для кантування ковшів, мостовий кран, пристрої для охолодження чушок. Також поруч розташовується відділення ремонту, сушіння та очищення ковшів, склад вогнетривів та інших матеріалів [1].

Розливна машина складається з двох конвеєрів з мульдами, які обприскуються розчином вапна, водопроводу для охолодження. Конвеєри використовуються ланцюгові з мульдами, що кріпляться до ланок ланцюгів болтами [1].

Привід конвеєра складається з двох ланцюгових зірочок, жорстко насаджених на вал, що обертається електродвигуном через циліндричний редуктор [1].

Мульди, або коритоподібні виливниці, утворюють на конвеєрі суцільну стрічку завдяки перекриттю зазорів буртами суміжних мульд. Матеріал виготовлення мульд – чавун або сталь. Для прискорення охолодження чавуну, що є важливим для прискорення обороту вагонів, на розвантажувальному кінці розливних машин встановлюють додаткові засоби охолодження [1,2].

Після охолодження чушковий чавун з конвеєра потрапляє у вагон місцевого парку з посиленням кузовом. Вагони пересувають на склад холодного чавуну, де мостовими кранами він розміщується у штабелі насипом [3].

Постановку і прибирання чавуновозів на стенд зливу складач поїздів (ділі по тексту – складач) здійснює під безпосереднім контролем ковшового або бригадира [4].

Закріплення чавуновозів на стендах зливу здійснюється укладач металевими гальмівними башмаками з обох сторін, закріплення рухомого складу в будівлі здійснює також укладач – по обидва боки составу до відчеплення тепловоза. На рисунку 1.1 наведена схема транспортних шляхів відділення розливних машин.

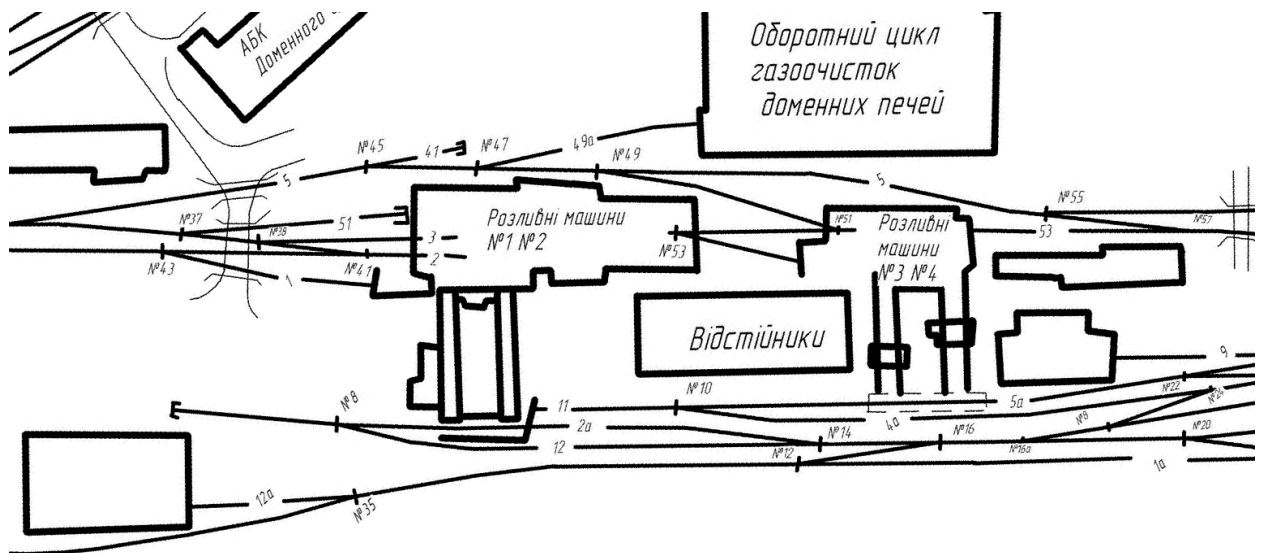


Рисунок 1.1 – Схема транспортних шляхів відділення розливних машин

У створі заїзду в будівлю розливних машин №1,2 по 3 залізничній колії необхідно проводити встановлення спарених гальмових башмаків, що виключають вихід складу з цеху після виїзду локомотива, і проводити прибирання з колій гальмових башмаків перед заїздом в цех. Ці операції виконує складач [4,5].

Забороняється подавати шлаковози на стенд зливу чавуну у разі відсутності габариту на стенді.

1.1.2 Технологія транспортного обслуговування розливних машин та складу холодного чавуну

Під час проведення маневрів складача забороняється перебувати з боку зливних жолобів і завантажувальних стрічок розливних машин №1-2 і №3-4, а також забороняється перебувати поблизу тягової лебідки і натяжних тросів біля колії №53 на розливних машинах №3-4 [5].

Постановку порожніх і прибирання навантажених вагонів на розливні машини (холодної сторони) складач ділянки складу холодного чавуну (далі за текстом – СХЧ) виробляє за вказівкою диспетчера району і під безпосереднім контролем бригадира або машиніста розливних машин. Про необхідність постановки порожніх або прибирання навантажених вагонів бригадир розливних машин повідомляє диспетчера району [4,5].

Схема складу холодного чавуну наведена на рисунку 1.2.

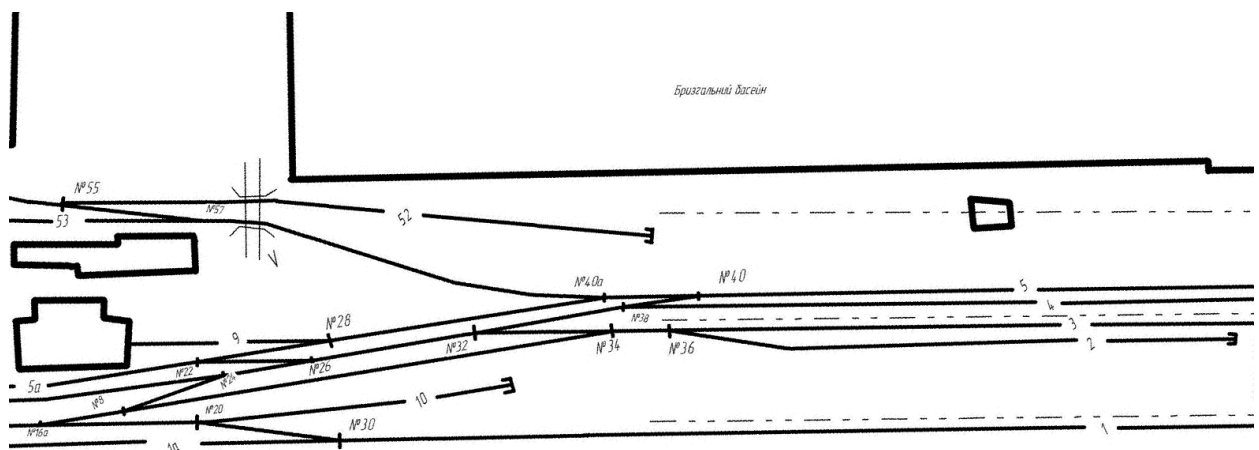


Рисунок 1.2 - Схема складу холодного чавуну

Перед дачею вказівки на збирання навантажених вагонів з розливних машин №1,2 керівник маневрів розливних машин зобов'язаний:

- провести закріплення по обидва боки першого візка вагона з боку стрілочного перевodu №14;

- відчепити штовхач від вагонів і відвести його на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів.

Забороняється при пересуванні вагонів штовхачем допускати вихід вагонів за граничний стовпчик стрілочного перевodu №14 [5].

При прибиранні вагонів з розливних машин №1,2 складач поїздів зобов'язаний [5]:

- зупинити локомотив або склад у СП №14;

- переконатися в тому, що штовхач відчеплений від вагонів і відведений на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів;

- прибрати гальмівні башмаки, що знаходяться під першою візком вагона з боку СП №14, після з'єднання локомотива з составом, при повній його зупинці, після чого проводити прибирання вагонів.

При постановці вагонів на розливні машини №1,2 складач зобов'язаний [5]:

- зупинити состав у СП №14;

- переконатися в тому, що штовхач знаходиться на відстані не менше 10 метрів від завантажувальних стрічок;

- виставити вагони на шлях №2а за контрольний стовпчик СП №14;

- закріпити з обох сторін перший візок вагона з боку локомотива, до відчеплення локомотива при повній його зупинці.

При постановці порожніх вагонів на розливні машини №1,2 складач розливних машин зобов'язаний [5]:

- з'єднати штовхач з групою вагонів;

- прибрати гальмівні башмаки, що знаходяться під першою візком вагона з боку СП №14;

- поставити вагони під завантаження.

Перед прибиранням вагонів з розливних машин №3,4 керівник маневрів розливних машин зобов'язаний [5]:

- провести закріплення по обидва боки першого візка вагона з боку стрілочного переводу №22;

- відчепити штовхач від вагонів і відвести його на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів;

Забороняється при пересуванні штовхачем вагонів вихід їх за граничний стовпчик СП № 22 [5].

При перестановці завантажених вагонів штовхачем зі шляху 5а на колію № 4а керівник маневрів розливних машин виробляє закріплення по обидва боки першого візка вагона з боку СП №24 до відчеплення штовхача. Вагони встановлюються на шляху № 4а у граничного стовпчика СП №24 [5].

При збиранні вагонів з розливних машин №3,4 (шлях № 5а) складач зобов'язаний [5]:

- зупинити локомотив або склад у СП № 22;

- переконатися в тому, що штовхач відчеплений від вагонів і відігнаний на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів;

- прибрати гальмівні башмаки, що знаходяться під першою візком вагона з боку СП №22, після з'єднання локомотива з составом, при повній його зупинці, після чого проводити прибирання вагонів.

При збиранні вагонів з розливних машин №3,4 (шлях № 4а) складач поїздів зобов'язаний [5]:

- зупинити локомотив або склад у СП №24;

- переконатися в тому, що штовхач відчеплений від вагонів і відігнаний на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів;

- прибрати гальмівні башмаки, що знаходяться під першою візком вагона з боку СП №24, після з'єднання локомотива з составом, при повній його зупинці, після чого проводити прибирання вагонів [4,5].

При постановці вагонів на розливні машини №3,4 складач зобов'язаний [4,5]:

- зупинити склад у СП №22;
- переконатися в тому, що штовхач знаходиться на відстані не менше 10 метрів від завантажувальних стрічок;
- виставити вагони на шлях № 5а за контрольний стовпчик СП №22;
- закріпити з обох сторін перший візок вагона з боку локомотива, до відчеплення локомотива при повній його зупинці.

При постановці порожніх вагонів на розливні машини №3,4 керівник маневрів розливних машин зобов'язаний:

- з'єднати штовхач з групою вагонів;
- прибрати гальмівні башмаки, що знаходяться під першою візком вагона з боку СП №22;
- поставити вагони під завантаження.

Подачу і забирання вагонів на СХЧ укладач виробляє за вказівкою бригадира складу холодного чавуну.

Бригадир СХЧ в процесі навантаження або розвантаження вагонів зобов'язаний контролювати правильність навантаження вагонів [4,5].

Під час перевезення вагонів, завантажених чушкового чавуном складачу заборонений проїзд на спеціальних підніжках вагонів.

Під час обробки вагонів (довантаження, зважування) по 3, 4 коліях СХЧ, складач знаходиться у ваговій, не заходячи в зону проведення робіт крана і керує рухом відповідно до вказівок бригадира СХЧ. Машиніст повинен знаходитися в кабіні локомотива з боку ваговій і стежити за сигналами складача.

Під час навантаження чавуном першого вагона від локомотива, складач закріплює склад гальмівними башмаками до відчеплення локомотива при повній зупинці складу, відчіплює локомотив і дає вказівку на від'їзд на відстань не менше 15 метрів від першого вагону [5].

При постановці порожніх чавуновозів під обробку на колію №49 розливних машин закріплення виробляє складач по обидва боки до відчеплення локомотива при повній зупинці складу, а спарений гальмівний башмак укладає у граничного стовпчика СП №45, в положенні, яке виключає вихід составу з колії №49, він же проводить прибирання гальмових башмаків. Працівникам доменного цеху забороняється приступати до робіт з обробки чавуновозів не впевнившись в їх надійному закріпленні на колії [5].

Після постановки чавуновозів на обробку бригадир розливних машин зобов'язаний встановити сигнальний червоний щит зупинки всередині колії №49 у граничного стовпчика СП №45, він же здійснює зняття сигнального щита перед прибиранням чавуновозів [4,5].

Постановка (прибирання) чавуновозів або вагонів в виробничу будівлю по коліях №13,14 проводиться тільки з дозволу начальника доменного району. Після отримання дозволу на проведення маневрів у виробничому приміщенні по коліях №13 і №14 диспетчер району через начальника ділянки ЦПУіРК викликає працівників цеху, які здійснюють прибирання тупикових упорів, які знаходяться по коліях №13 і №14 на відстані 15 метрів від воріт.

Перед подачею маневрового складу в будівлю по коліях №№13,14 складач поїздів зобов'язаний [5]:

- отримати команду від відповідального працівника (бригадира розливних машин) на подачу вагонів в будівлю і, перебуваючи перед воротами будівлі в зоні прямої видимості машиніста локомотива, стежити за сигналами керівника маневрів і за проходженням складу;

- забезпечити безпечну постановку вагонів в будівлю, а в разі отримання сигналу від відповідального працівника (бригадира розливних машин) або виникнення факторів, що загрожують безпеці руху вжити заходів до негайної зупинки складу.

При прибиранні рухомого складу з будівлі по коліях №13,14 складач поїздів зобов'язаний перебувати зовні будівлі збоку шляху, поблизу воріт до

повного виходу рухомого складу і при виявленні зауважень на рухомому складі негайно вжити заходів до його зупинки.

Характеристика колійного розвитку відділення розливних машин та СХЧ наведена у таблиці 1.1 [4].

Таблиця 1.1 - Характеристика колійного розвитку відділення розливних машин та СХЧ

Найменування парків	Номера колій	Найменування колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість у вагонах
			від	до		
Ділянка розливних машин	2	вивантажувальна	41	упор	43	3
	3	навантаж.- вивантажувальна	39	51	132	10
	3а	відстою	53	упор	20	1
	51	сушки ковшів	37	упор	36	3 чав.
	5	ходовий	49	55	100	7
	49а	навантажувальна	47	упор	132	4 по фронту
	49	бутобій	45	упор	24	2 чав.
	53	вивантажувальна	51	57	135	10
	52	відстою	55	упор	138	10
	1	приймально- відправний	30	упор	365	28

Продовження таблиці 1.1.

Найменування парків	Номера колій	Найменування колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість у вагонах
			від	до		
СХЧ	1а	відстою	12	30	76	5
	2	навантаж.- вивантажувальна	36	упор	136	10
	3	навантаж.- вивантажувальна	36	упор	200	15
	4	навантажувальна	38	упор	369	28
	5	вивантажувальна	40	5	185	14
	2а	навантажувальна	8	14	90	6
	3а	ходовий	18	34	75	5
	4а	навантаж.- вивантажувальна	10	24	81	5
	5а	навантажувальна	22	10	116	9
	9	вивантажувальна	28	упор	45	3 (1 по фронту)
	10	виставочна	20	упор	97	7
	11	витяжна	10	упор	36	2
	12	навантажувальна	14	8	88	6
	12а	навантажувальна	6	упор	135	3 по фронту

Порядок проїзду автотранспорту через залізничні колії Доменного району наступний [5].

Відповідальний працівник за проїзд автотранспорту зобов'язаний:

- зупинити автотранспорт перед залізничними коліями на відстані не менше 10 м;
- узгодити наряд-допуск на право проїзду через залізничні колії з диспетчером району (черговим по станції);
- зробити запис про час проїзду через колії в журналі огляду;
- отримати від диспетчера району (чергового по станції) дозвіл на проїзд автотранспорту через колії (дозволом є підпис диспетчера району, чергового по станції в журналі огляду).

Диспетчер району (черговий по станції) перед дачею дозволу на проїзд автотранспорту через колії зобов'язаний:

- припинити рух залізничного транспорту в районі проїзду автотранспорту через колії;
- своєчасно оповістити локомотиво-складацькі бригади про місце і час руху автотранспорту.

Навантаження чушкового чавуну на залізничний та автомобільний транспорт здійснюється мостовими кранами, обладнаними електромагнітним вантажозахоплюючим органом [6].

На рисунку 1.3 показаний процес навантаження автотранспорту мостовим краном.

Вантажопідйомність кранів складає 15 тон, фронт навантаження залізничних вагонів становить 12 одиниць. Кількість кранів – 3.

Два крани обслуговують колії 4,5. Один кран – колію 2 (рисунок 1.2).

Одночасний фронт навантаження – 2 транспортних одиниці.

Нормативний час навантаження одного вагону – 1 година. Тривалість навантаження автомобіля – 0,3 години.



Рисунок 1.3 – Процес навантаження автотранспорту мостовим краном

За один цикл переміщується близько 1 тони чавуну.

У разі обслуговування СХЧ залізничним транспортом, порожні вагони подаються зі станції Південна [6].

Крани також здійснюють вивантаження вагонів місцевого парку, які надходять з відділення розливних машин.

Вантажопідйомність вагонів (рисунок 1.4), які перевозять чавун від розливних машин до СХЧ, становить 105 тон. Тара вагону становить 35 тон.

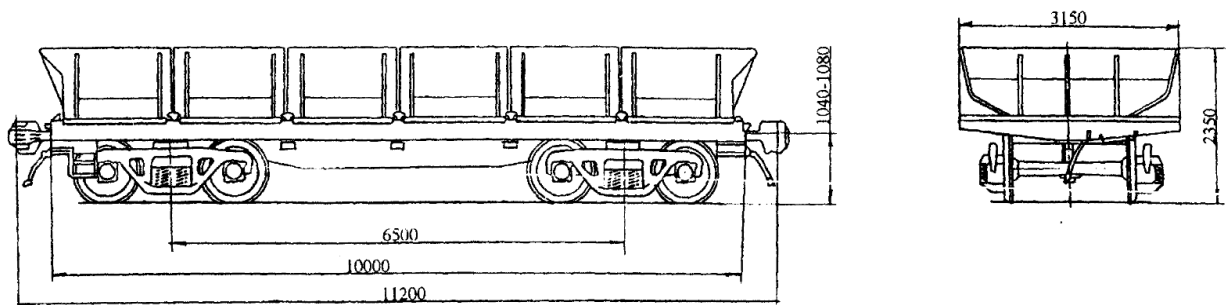


Рисунок 1.4 – Вагон для перевезення чавуну

1.2 Аналіз транспортно-виробничої системи пункту надходження чавуну

В нашому випадку пунктом надходження чушкового чавуну є Запорізький річковий порт. В цьому пункті здійснюється вивантаження чавуну, його зберігання та відвантаження річковим транспортом до кінцевих споживачів [7].

Створення Запорізького річкового порту відбулось ще у 1934 році, після того, як був збудований Дніпрогес і з'явилося водосховище, та було ліквідовано пороги, які заважали судноплавству. Перші причали побудували на лівому березі Дніпра. Сьогодні це - основний вантажний район порту. Порт являється дочірнім підприємством АСК «Укррічфлот» [7].

Період навігації в Запорізькому порту триває від березня до листопаду - дев'ять місяців.

Порт має можливість приймати судна типу «ріка – море», довжина яких не перевищує 180 м, а осадка становить не більше 4 м в прісній воді. Лоцманське забезпечення забезпечує судновий агент [7].

Буксирне забезпечення забезпечує диспетчер порту. Порт може надавати стоянку та буксири для швартових операцій; забезпечує судна водою і паливом [7].

Порт здійснює наступні види економічної діяльності [7]:

- вантажні роботи, сепарування, кріплення, розкріплення вантажу, очищення трюмів;
- транспортно-експедиторське обслуговування, послуги зі зберігання вантажів на складах (такими послугами нерідко користуються підприємства міста, навіть без взаємодії з річковим транспортом);
- перевалку на (з) водного транспорт з (на) інші види.

Річний обсяг вантажопереробки становить до 3 млн. т.

Основні вантажі, які переробляються – металопродукція, кокс, вугілля, руда, металобрухт, глина, пісок, добрива, феросплави.

Є також в порту причал для пасажирських суден.

Площа території Запорізького порту складає близько 40 гектарів.

На першому вантажному районі порту знаходиться 8 причальних ліній загальною довжиною понад 2 кілометри.

Продуктивність переработки [7]:

- металопродукції – становить близько 300 тис. т на рік;
- брухту чорних металів - 400 тис. т на рік;
- палива (вугілля та коксу) - 150 тис. т на рік;
- бокситів - 800 тис. т на рік (в дійсний час головне підприємство-споживач цієї продукції не працює);
- глини - 100 тис. т на рік;
- хромової руди і магнезиту - 100 тис. т на рік.

Склади критого зберігання вантажів мають загальну площу понад 4 тис. м², а відкриті склади (тверде покриття) – понад 80 тис. м² [7].

Продуктивність основних технологічних ліній порту наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Продуктивність основних технологічних ліній Запорізького порту

Вантаж	Технологічна лінія	Продуктивність, т/добу
Продукція зі сталі	вагон - портовий склад - судно	1100
Металобрухт	вагон - портовий склад - судно	950

Продовження таблиці 1.2.

Вантаж	Технологічна лінія	Продуктивність, т/добу
Боксити	судно - портовий склад - вагон	3300
Глина	вагон - портовий склад - судно	3000
Чавун	вагон - портовий склад - судно	2200
Кокс, коксовий дріб'язок	вагон - портовий склад - судно	2200
Вугілля	вагон - портовий склад - судно	3300
Хромова руда	судно - портовий склад - вагон	2200
Феросплави	вагон - портовий склад - судно	2050

Причали 1-го вантажного району порту мають наступні характеристики кранів (через дріб вказана кількість/вантажопідйомність) [7] :

- причал 1 - брухт, феросплави - 5/10;
- причал 2 - технологічний;
- причал 3 - металопрокат - 1/20, 4/10, 1/16;
- причал 4 - брухт, вугілля - 3/10;
- ділянка 4-го причалу - вугілля - 1/10
- причал 5 - злитки - 2/5
- причал 6 - рулонна сталь та ін. - 2/16, 1/10;
- причал 6-а - пісок - 1/10;

- причал 6-б пісок - 1/10;
- причал 7 (1-а черга) - брухт - 3/10;
- причал 7 (2-а черга) - технологічний;

Для переробки чавуну використовуються 3 та 6 причали. На рисунку 1.5 показаний процес вивантаження чавуну магнітним вантажозахоплюючим органом.



Рисунок 1.5 – Процес вивантаження чавуну

Активна співпраця Запоріжсталі з Запорізьким річковим портом відновилась у 2012 році та з кожним роком обсяги перевезень зростають. В зв'язку з теплими погодними умовами в дійсний період навігації збільшується, вона триває і в грудні, і до середини січня.

1.3 Недоліки ситуації, яка розглядається і постановка задач дослідження

В аналітичній частині виконаний аналіз транспортно-виробничої системи перевезень чушкового чавуну Запоріжсталі до Запорізького річкового порту.

Поставлені задачі дослідження:

- виконати дослідження вантажопотоків чавуну;
- проаналізувати транспортні технології доставки чавуну залізничним та автомобільним транспортом;
- розробити імітаційну модель взаємодії пункту навантаження з автомобільним та залізничним транспортом;
- визначити показники економічної ефективності за варіантами.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інтенсивності вантажопотоків чавуну

Згідно поставленим в розділі 1.3 завданням дослідження, виконаємо аналіз обсягів відвантаження чавуну СХЧ.

В таблиці 2.1 наведено дані щодо відвантаження чушкового чавуну за один календарний місяць.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані відвантаження чушкового чавуну

Номер спостереження	Обсяг відвантаження чавуну, т/добу	Номер спостереження	Обсяг відвантаження чавуну, т/добу
1	1986,85	11	1661,65
2	2495,35	12	2785,15
3	3463,1	13	3122,75
4	3463,5	14	2291,8
5	3464,55	15	3114,35
6	2906,7	16	3049,25
7	2629,1	17	624,3
8	3116,25	18	466,35
9	3649	19	2218,85
10	2494,15	20	4728,05

Продовження таблиці 2.1

Номер спостереження	Обсяг відвантаження чавуну, т/добу	Номер спостереження	Обсяг відвантаження чавуну, т/добу
21	3466,3	27	3330,1
22	3258,9	28	3189,6
23	3121,9	29	1043,5
24	4164,9	30	2642,2
25	2565,45	31	3474,95
26	3395,45		

Реалізуємо статистичний аналіз в програмі Statistica, для цього завантажимо отримані дані та рекомендовані нею параметри (рисунок 2.1) замінимо на розраховані за методикою [8].

Статистичний ряд вантажопотоку (т/добу):

1986,85; 2495,35; 3463,1; 3463,5; 3464,55; 2906,7; 2629,1; 3116,25; 3649;
2494,15; 1661,65; 2785,15; 3122,75; 2291,8; 3114,35; 3049,25; 624,3; 466,35;
2218,85; 4728,05; 3466,3; 3258,9; 3121,9; 4164,9; 2565,45; 3395,45; 3330,1;
3189,6; 1043,5; 2642,2; 3474,95.

Будуємо варіаційний ряд:

466,35; 624,3; 1043,5; 1661,65; 1986,85; 2218,85; 2291,8; 2494,15;
2495,35; 2565,45; 2629,1; 2642,2; 2785,15; 2906,7; 3049,25; 3114,35; 3116,25;
3121,9; 3122,75; 3189,6; 3258,9; 3330,1; 3395,45; 3463,1; 3463,5; 3464,55;
3466,3; 3474,95; 3649; 4164,9; 4728,05.

Дані розбиваємо на групи.

Кількість груп визначається виразом [8]:

$$k = 1 + 3,2 \cdot \lg P, \quad (2.1)$$

де P – кількість значень, $P = 31$.

Виконаємо відповідні розрахунки за (2.1):

$$k = 1 + 3,2 \cdot \lg 31 = 6 \text{ груп.}$$

Інтервал групування встановлюється формулою [8]:

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

де $P_{\max}$, $P_{\min}$ – максимальне та мінімальне значення обсягу чавуну з варіаційного ряду відповідно.

Виконаємо розрахунки за (2.2):

$$I_{gp} = (4728,05 - 466,35)/6 = 710,3.$$

Подальша обробка представлена на рисунку 2.2 та у таблиці 2.2 (гістограма розподілу).

Таблиця 2.2 – Аналіз відвантаження чушкового чавуну

Інтервал, т	Кількість спостере- жень, од.	Кількість спостере- жень з накопи- ченням, од.	Відсоток спостере- жень, %	Відсоток спостере- жень з накопи- ченням %	Відхилення теорети- чного розподілу від емпіри- чного
до 1176,5	3	3	9,67742	9,6774	1,78648
1176,5 - 1887,0	1	4	3,22581	12,9032	-2,71236
1887,0 - 2597,5	6	10	19,35484	32,2581	-1,66672
2597,5 - 3308,0	11	21	35,48387	67,7419	1,89265
3308,0 - 4018,5	8	29	25,80645	93,5484	1,77534
понад 4018,5	2	31	6,45161	100	-1,07538

З таблиці 2.1 видно, що відхилення очікуваної кількості спостережень за нормальним законом розподілу від емпіричних даних не суттєві по всіх інтервалах (складає 1-2 значення, окрім другого інтервалу, де відхилення становить -2,7).



Рисунок 2.1 – Розподіл випадкової величини відвантаження чушкового чавуну (стовбці) та нормальний розподіл (лінія)

З огляду на рисунок 2.1 можна зробити висновок, що теоретичний нормальний розподіл найбільшою мірою відповідає фактичним даним.

Коефіцієнт варіації визначаємо за формулою [8]:

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

де D – дисперсія випадкової величини, $D = 870096,7$;

$\bar{M}$ – середньодобовий вантажопотік чушкового чавуну, $\bar{M} = 2818,8$.

Проводимо розрахунки за (2.3):

$$v = 932,8 / 2818,8 = 0,33.$$

Встановлюємо $\kappa_{нч}$ - коефіцієнт нерівномірності [8]:

$$\kappa_{нч} = I + \nu. \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунки відповідно до (2.4):

$$\kappa_{нч} = 1 + 0,33 = 1,33.$$

Розрахунковий вантажопотік:

$$P = \overline{M} \kappa_{нч} = 2818,8 \cdot 1,33 = 3749 \text{ т/добу}.$$

Таким чином розрахунковий добовий вантажопотік чушкового чавуну становить 3749 тон.

2.2 Аналіз доставки чавуну залізничним транспортом

Особливістю всіх металургійних комбінатів України є використання для перевезень чавуну залізничним транспортом порожніх вагонів, які надходять з фронтів вивантаження сировини, палива та матеріалів.

На Запоріжсталі вантажі надходять зі станції примикання Запоріжжя-Ліве. Після приймання в технічному та комерційному відношенні, більшість составів зважується на вагах станції Східна в підгірковому парку, прослідують станцію та проходять розформування на станції Південна.

Після цього здійснюється вивантаження составів на станціях Рудна та Аглофабрика, звідти порожні вагони повертаються на станцію Південна.

Після огляду та формування составів на коліях 2 або 4 станції, вони подаються на СХЧ станції Доменна [9], де й здійснюється навантаження чавуну.

Завантажені вагони передаються на станцію Південна, формуються у состав поїзда на станцію Східна.

На станції Східна вагони надходять на колії 17 або 18. Після розформування состав витягується на гірку та виконується його сортування по коліям 13-15.

Після з'єднання вагонів (усунення «вікон»), формується состав для відправлення на станцію Запоріжжя-Ліве та далі до споживача.

Час знаходження вагонів на під'їзній колії до моменту формування составу на станції Південна для СХЧ враховувати не потрібно, оскільки цей процес обов'язковий для всіх вагонів.

Розрахуємо час простою вагонів, обумовлений подаванням, навантаженням, прибиранням вагонів з чавуном на СХЧ (після прибуття составу з порожніми вагонами на станцію Південна) [9,10]:

- витягування 12 вагонів за граничний стовпчик колії 9 станції Південна – 5 хвилин;
- закріплення составу вагонів, від якого буде здійснюватись відчеплення 12 вагонів, 1 хвилина;
- рух составу з 12 відчеплених вагонів на витяжну колію №23 – 3 хвилини;
- зупинка составу у витяжці, перевід централізованих стрілок та приготування маршруту на колію №4 – 1 хвилина;
- осаджування составу з витяжної колії №23 на колію №4 – 4 хвилини;
- закріплення составу складачем поїздів з обох боків, з урахуванням часу проходження до стелажів з гальмівними башмаками – 15 хвилин;
- відчеплення локомотиву та виїзд його з колії – 1 хвилина;
- середній час очікування вагонами часу навантаження – 2 години;

- заїзд локомотиву під состав – 1 хв.;
- прибирання гальмівних башмаків до стелажів, з'єднування гальмівних рукавів, скорочене опробування гальм (паралельно виконується приготування маршруту відправлення) – 20 хвилин [9-11];
- отримання дозволу на відправлення, відправлення, рух по перегону, та по з'єднувальних коліях до фронту навантаження СХЧ – 10 хвилин;
- закріплення составу, відпуск гальм, відчеплення та виїзд локомотиву – 15 хвилин;
- навантаження составу з 12 вагонів через норматив 1 година на вагон становить 12 годин;
- зважування, дозування при необхідності для підвищення коефіцієнту використання вантажопідйомності, оформлення перевізних документів – 1 година;
- заїзд локомотиву під состав з 12 вагонів, з'єднання рукавів, опробування гальм, прибирання башмаків (паралельно готується маршрут відправлення на станцію Південна) – 20 хвилин [9-11];
- отримання дозволу на відправлення, безпосередньо відправлення та рух по перегону – 15 хвилин;
- операції з прибуття поїзду на станції Південна з урахуванням передачі документів на станцію становить 20 хвилин.

Загальний час становить:

$$T_{\text{заг}} = 5 + 1 + 3 + 1 + 4 + 15 + 1 + 120 + 1 + 20 + 10 + 15 + 720 + 60 + 20 + 15 + 20 = 1031 \text{ хв.} = 17 \text{ год.}$$

У зв'язку з тим, що питома вартість простою партії з 12 вагонів становить більше вартості простою автомобіля, навантаження залізничного транспорту виконується першочергово.

2.3 Дослідження доставки чавуну автомобільним транспортом за допомогою методу імітаційного моделювання

Дослідження розпочнемо з аналізу системи автомобільних транспортних шляхів та маршруту руху автотранспорту з СХЧ до Запорізького річкового порту.

На рисунку 2.2 наведено маршрут руху автотранспорту СХЧ – Запорізький річковий порт.

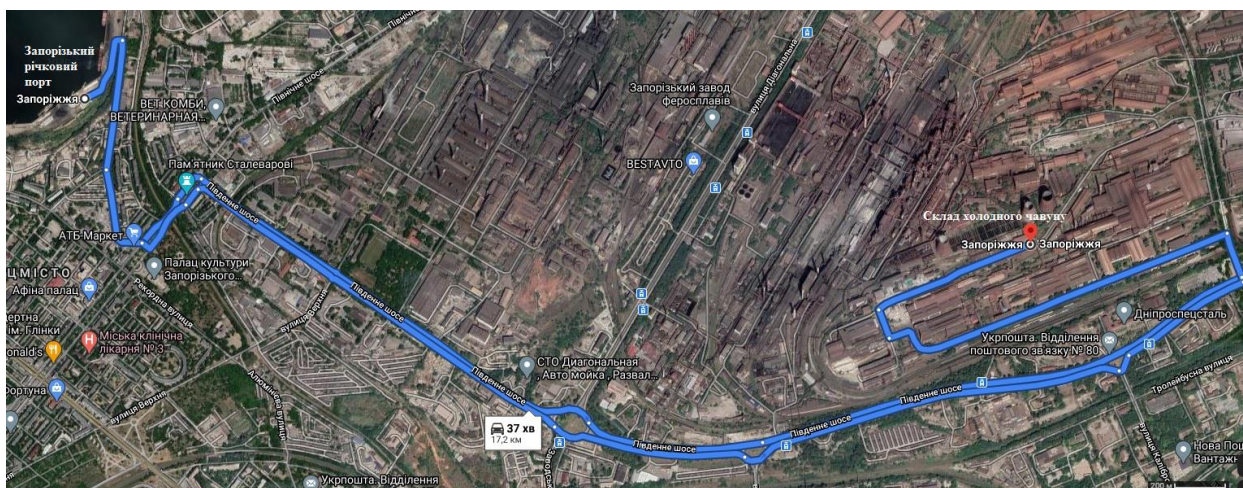


Рисунок 2.2 – Маршрут руху автотранспорту
СХЧ – Запорізький річковий порт

Довжина маршруту становить 8,6 км.

В дані роботи складністю є визначення оптимальної кількості автотранспорту [11,12] для здійснення заданих обсягів перевезень через невизначеність вимог. Це обумовлено випадковим характером відвантаження чавуну залізничним транспортом, який має більший пріоритет перед автомобільним. Крім того, обсяги відвантаження чавуну також носять випадковий характер, який обумовлений особливостями виробництва та попитом.

Для вирішення поставленої задачі будемо використовувати імітаційне моделювання в середовищі Енілоджик [13,14].

Розроблена модель має наступний загальний вигляд (рисунок 2.3).

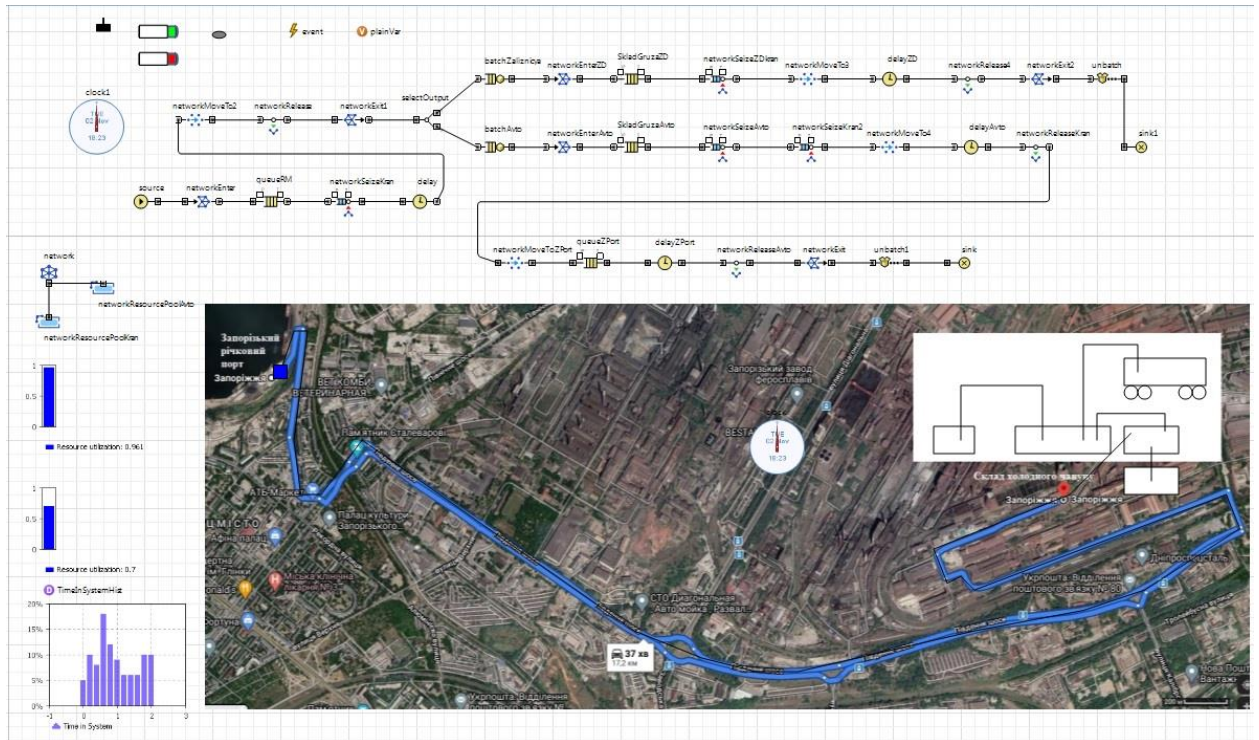


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд моделі

У правій нижній частині рисунка є збільшене зображення об'єктів СХЧ (рисунок 2.4). На білому полі прямокутниками показані:

- крайній лівий прямокутник – умовне зображення зони чавуну, який знаходиться у вагонах місцевого парку, якими вантаж доставляється до складу холодного чавуну (об'єкт rectangleRM);
- середній довгий прямокутник – умовне зображення зони складу холодного чавуну (об'єкт rectangleSklad);
- прямокутник, внизу якого зображені чотири кола – умовне позначення зони навантаження вагонів (об'єкт rectangleVagon);
- прямокутник в правому нижньому куті білої зони – умовне позначення зони навантаження автомобілів (об'єкт rectangleAvto);

- нижній прямокутник, який знаходиться внизу поза межами білої зони – відображає автоколону, де знаходяться автомобілі (об'єкт Park).



Рисунок 2.4 – Умовне зображення об'єктів СХЧ

Товстою синьою лінією показаний реальний маршрут руху автотранспорту, поверх неї прорисований тонкою лінією шлях руху моделі автомобіля (об'єкти lorry (зелений колір кабіни) та lorry1 (червоний колір) – рисунок 2.5).

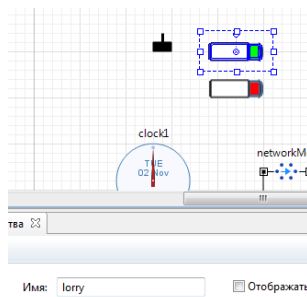


Рисунок 2.5 - Об'єкти lorry та lorry1

Всі прямокутники пов'язані між собою лініями, така вимога для моделювання руху об'єктів, які в програмному середовищі рухаються уздовж цих ліній між прямокутниками. Перелік усіх об'єктів групи, яка імітує транспортну мережу, наведений на рисунку 2.6.

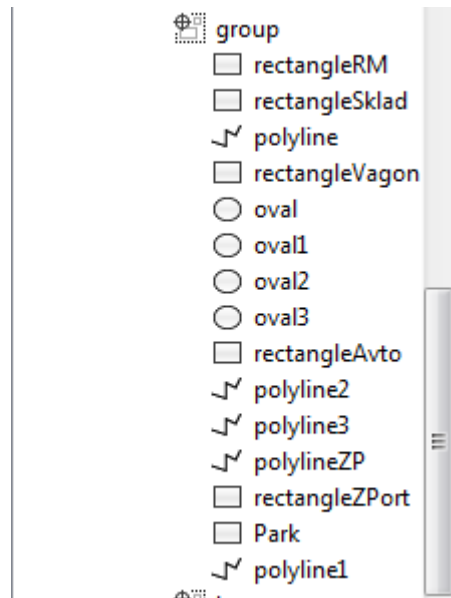


Рисунок 2.6 – Перелік об'єктів транспортної мережі

Логіка роботи описується в елементах, які представлені на рисунках 2.7 та 2.8 у вигляді блоків імітації переміщення на склад та переміщення транспортом відповідно.

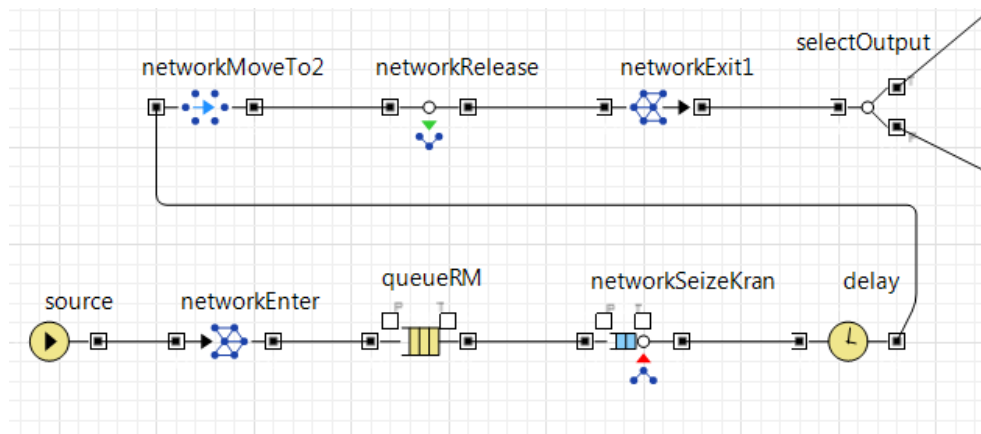


Рисунок 2.7 - Блок імітації переміщення на склад

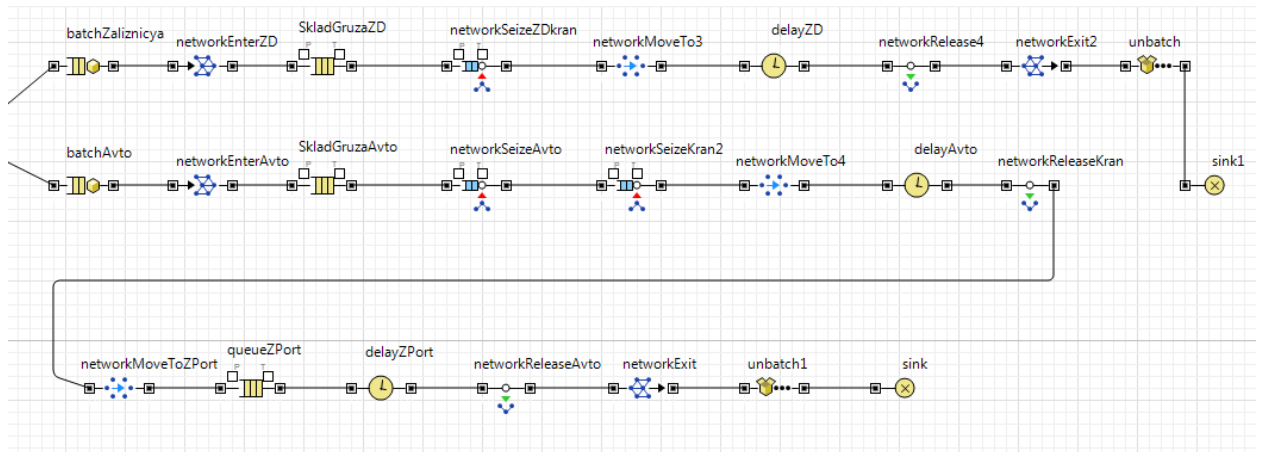


Рисунок 2.8 - Блок імітації переміщення транспортом

Початковий елемент source (рисунок 2.9) генерує замовлення на обслуговування, кожна з яких імітує партію – 1 тону чавуну (така партія переміщується електромагнітним вантажозахоплюючим пристроєм кранів). Знаходження замовлень задається методом виклику «зовні» – inject.

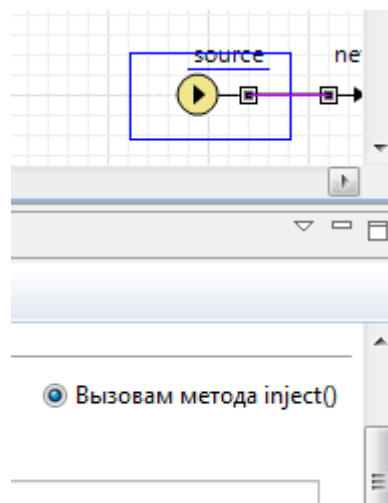


Рисунок 2.9 - Початковий елемент source

Метод inject реалізований в елементі event, в якому розраховується період між послідовним надходженням партії вантажу у обсязі 100 тон (тобто 100 заявок одночасно) у вагоні місцевого парку та це значення присвоюється змінній plainvar (рисунок 2.10).

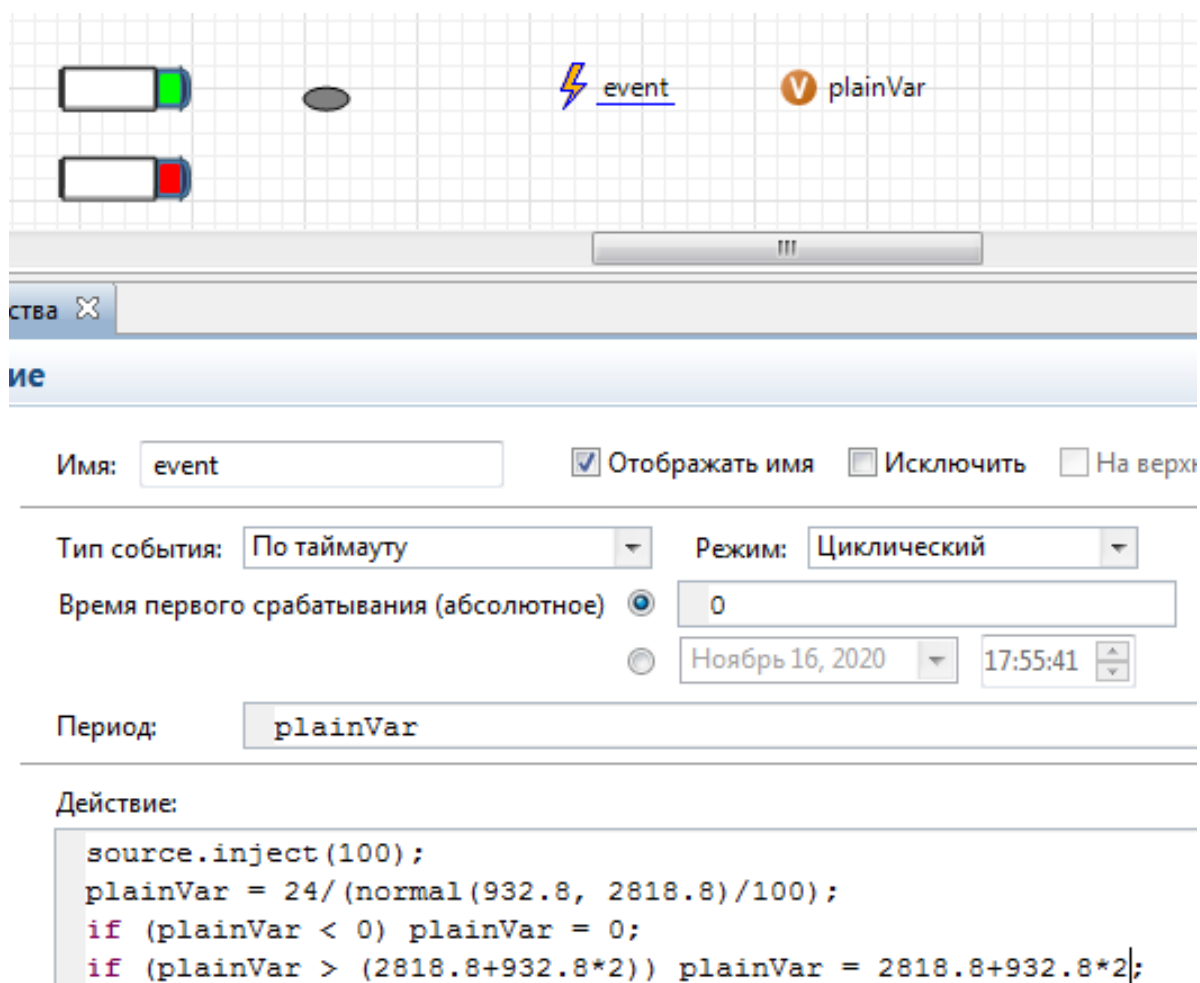


Рисунок 2.10 - Реалізація методу inject в елементі event

В нашому випадку (дивись підрозділ 1.1), інтенсивність задається у відповідності з нормальним розподілом. У разі генерації програмою від'ємних значень, змінній присвоюється значення «0». Також обмежені максимально можливі значення у розмірі значення стандартного відхилення, доданого до середнього значення [13].

Наступний у ланцюгу елементів, які послідовно проходить заявка, після елементу source є елемент networkEnter (рисунок 2.11), який визначає вузол входу замовлення та швидкість її руху. В роботі значення швидкості встановлено в процесі налаштування програми, для цього використовувався об'єкт clock (годинник), який відображає реальний час роботи.

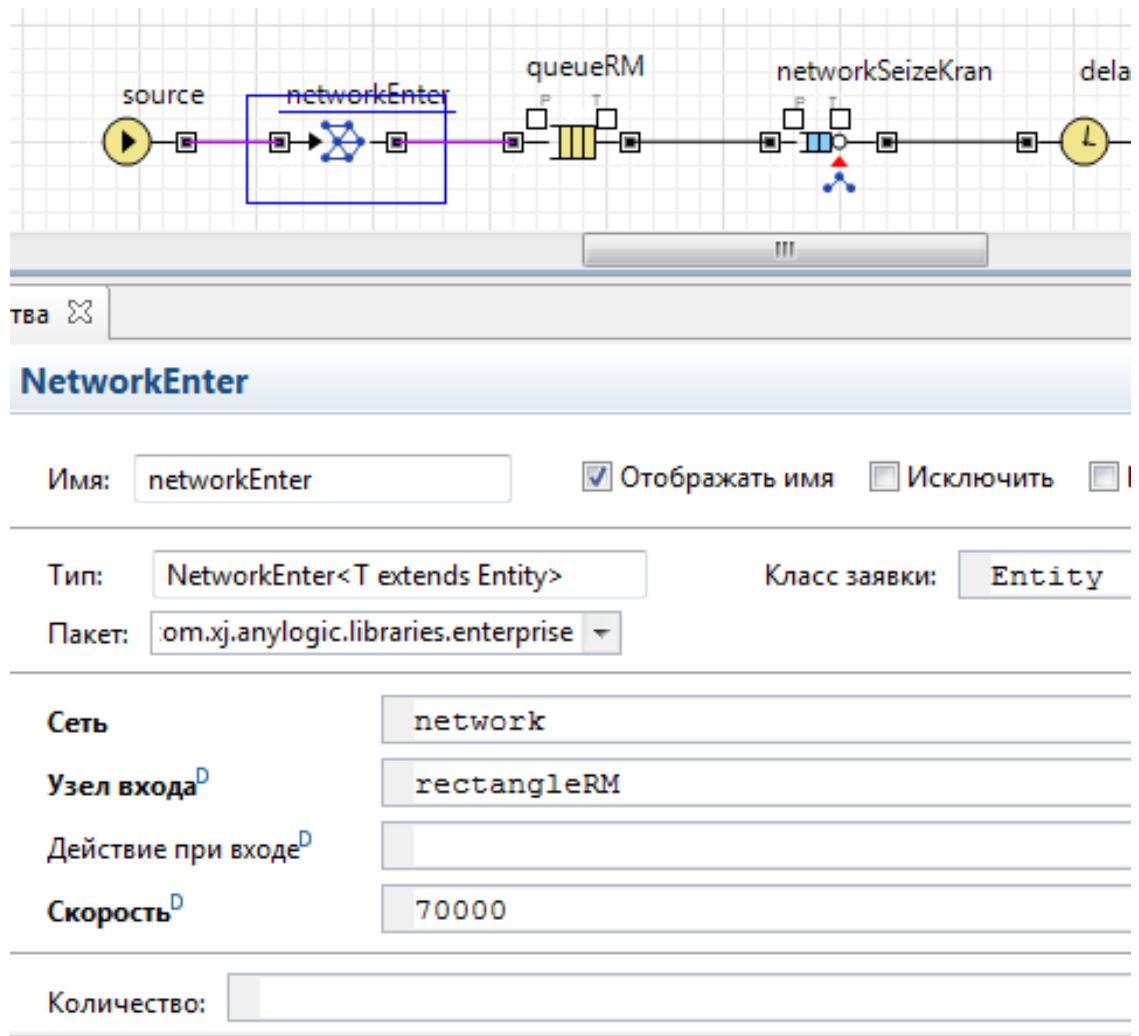


Рисунок 2.11 – Параметры элементу networkEnter

Середня швидкість руху автотранспорту прийнята у розмірі 18 км/год. (за даними підприємства), відстань до Запорізького порту від СХЧ (8,6 км) автомобіль повинен проходити за час:

$$t_{\text{авт}} = 8,6 / 18 = 0,5 \text{ год.}$$

Наступним елементом блоку імітації переміщення на склад (рисунок 2.7) є черга queueRM, яка імітує обсяг вантажу в певний момент часу, який потрібно відвантажити. Задаємо максимально можливу місткість черги.

Далі в ланцюжку елементів – елемент `networkSeizeKran`, який здійснює захоплення вільного ресурсу заявкою, яка надійшла до цього елементу. Місткість елементу `networkSeizeKran` встановлюємо 3 за кількістю ресурсів кранів. В якості ресурсів в моделі описуються наступні:

- крани в кількості 3 од.;
- автомобілі – кількість буде змінюватись для визначення їх оптимальної кількості.

Ресурси залізничного транспорту використовувати немає потреби, обсяг витрат на його функціонування можна бути встановити шляхом нескладних аналітичних розрахунків.

Наступний елемент `delay` імітує затримку процесу вивільнення вантажу електромагнітом.

Елемент `networkMoveTo2` (рисунок 2.12) направляє заявку [14] з приєднаним до неї ресурсом до пункту призначення – СХЧ.

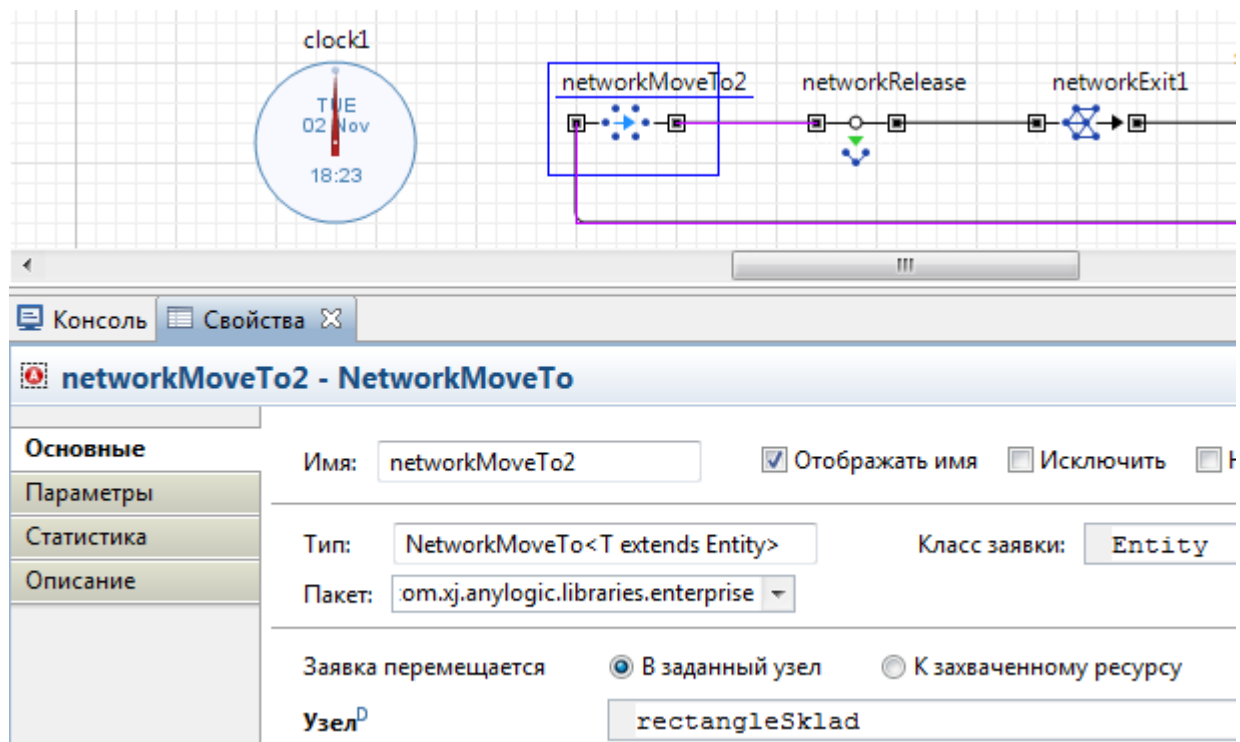


Рисунок 2.12 – Параметры элемента `networkMoveTo2`

Елемент `networkRelease` [14] вивільняє ресурси від заявки після переміщення їх до заданого пункту `rectangleSkklad` (рисунок 2.12).

Елемент `networkExit1` здійснює вихід заявки з мережі [14]. Це обумовлено особливостями програмного середовища, оскільки надалі необхідна процедура групування заявок. Ця процедура створює нову заявку, що викликає конфлікти в логіці програми.

Останній елемент в блоці переміщення на склад показаний елемент вибору шляху подальшого просування заявки – `selectOutput` [14]. Вибір здійснюється шляхом задавання ймовірності, в роботі визначається як співвідношення обсягів перевезень автомобільним та залізничним транспортом.

Після вищевказаного елемента частина замовлень рухається по верхній гілці рисунку 2.10, що відображає процес навантаження залізничного транспорту, а частина – по нижній, що відображає процес навантаження автомобільного транспорту.

Початковими елементами обох гілок є `bathZaliznitsya` та `bathAvto`, які групують замовлення у кількості 69 та 20 одиниць відповідно, імітуючи обсяг партії, яка відповідає реальному завантаженню транспортних засобів.

Наступні елементи знов вводять заявки-групи у мережу, надалі заявки потрапляють до черг. Якщо не використовувати елементи «черги», у разі неможливості прийняття наступним елементом заявок, які вийшли з попереднього елемента, відбудеться зупинка програми.

Обслуговування залізничного транспорту. Елемент `networkSeizeZDkran` приєднує до заявок ресурси – крани, наступним кроком вони разом переміщуються до місця розташування транспорту (рисунок 2.13 – елемент `networkMoveTo3`).

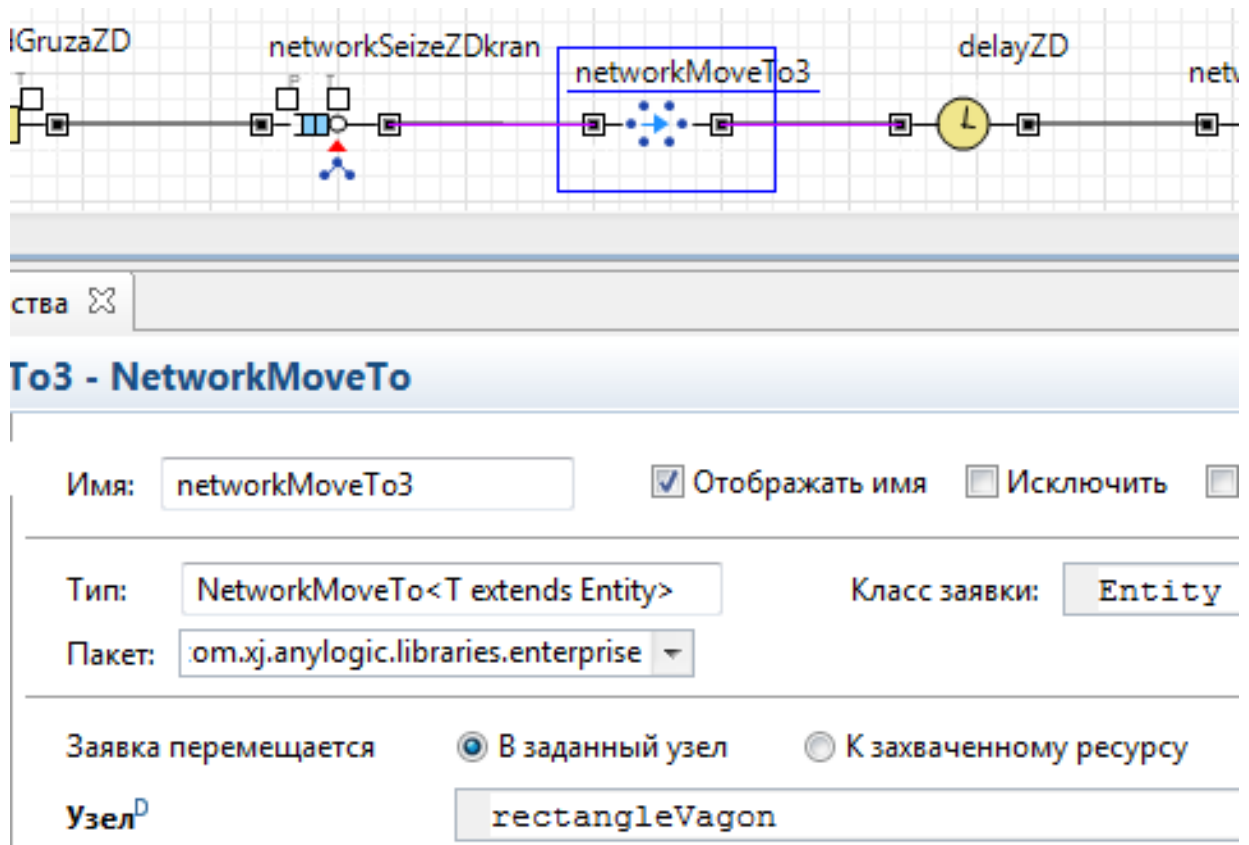


Рисунок 2.13 – Параметры элементу networkMoveTo3

Наступний елемент – delayZD затримає заявку на час, який визначено нормативним на завантаження одного вагону – 1 година.

Елемент networkRelease4 вивільняє ресурс від заявки, та він повертається до базового місце розташування. Це місце вказується в елементі networkResourcePool, в нашому випадку це місце в мережі – rectangleRM (рисунок 2.14).

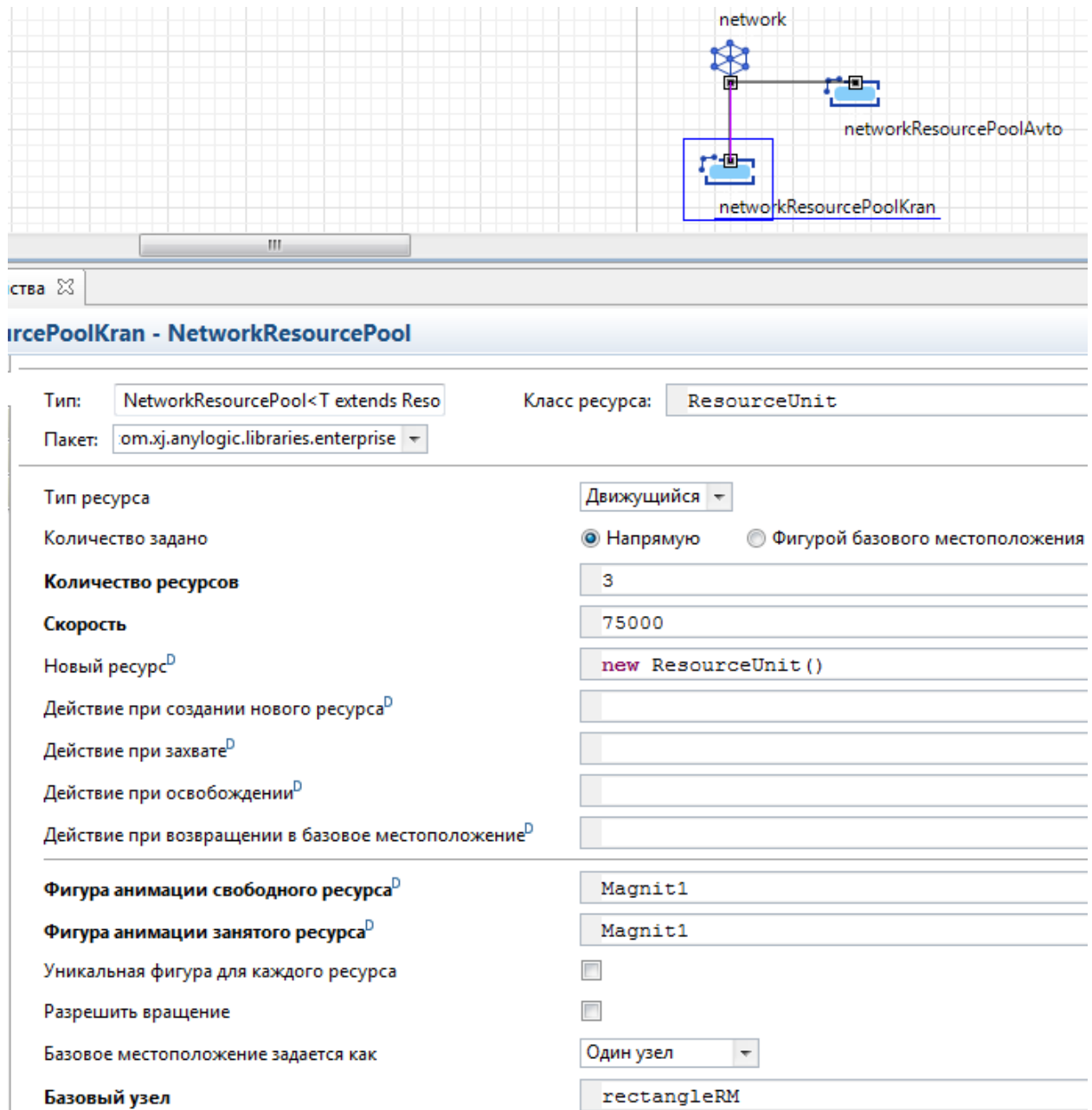


Рисунок 2.14 – Параметры элемента networkResourcePool

В цьому ж елементі можна визначити фігуру анімації вільного та зайнятого ресурсу.

Наступним елементом unbath виконується розгрупування заявок, які знищуються елементом sink1. На цьому процедура обробки заявки завершується.

Обслуговування автомобільного транспорту. На відміну від залізничного транспорту, де не потрібно встановлювати оптимальну кількість рухомого складу, на автомобільному логіка просування заявки більш складна.

Спочатку виконується приєднання заявки до ресурсу-автомобіля (`networkSeizeAvto`), лише при виконанні цієї дії, додаткового приєднується ресурс-кран (`networkSeizeKran`). Таким чином, виконується умова: якщо на фронті навантаження відсутній автомобіль, кран його не обслуговує.

Наступним елементом `networkMoveTo4` реалізовується переміщення заявки [14] з обома ресурсами до місця навантаження автомобіля. Цей процес імітує затримку роботи крана при постановці автомобіля на фронт навантаження в реальних умовах.

Далі елементом `delayAvto` виконується затримка на нормативний час навантаження автомобіля – 20 хвилин.

Наступна операція – від’єднання лише одного з ресурсів – крану – `networkReleaseKran`. Але заявка утримує ресурс – автомобіль (на анімації він відображається з червоною кабіною для наочності), елемент `networkMoveToZPort` переміщує його по маршруту мережі до пункту вивантаження. Заявка потрапляє до черги `queueZPort`, виконується її затримка об’єктом `delayZPort` (вивантаження автомобілю портальним краном), лише після цього ресурс вивільняється об’єктом `networkReleaseAvto` (рисунок 2.15) і рухається до базового місця знаходження.

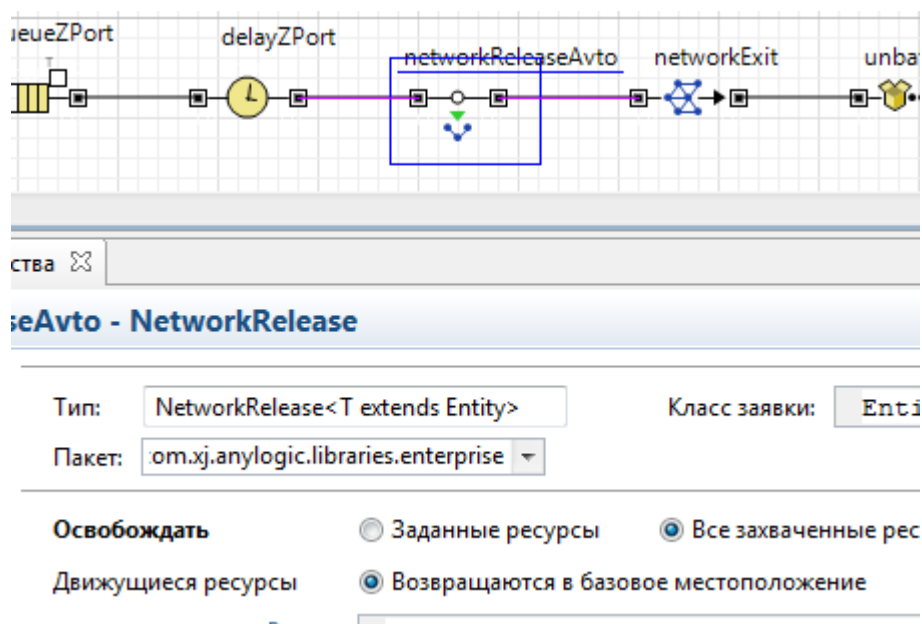


Рисунок 2.15 – Параметры элемента networkReleaseAvto

Элемент unba1 здійснює розгрупування заявок, які знищуються елементом sink. На цьому процедура обробки заявок завершується.

2.4 Перевірка адекватності моделі шляхом спостереження за її анімацією

Встановлюємо період прогону моделі - 1 місяць та спостерігаємо за рухом анімованих об'єктів.

На рисунку 2.16 наведено скріншот робочого поля програми, це відображено процес переміщення чавуну від розливних машин до СХЧ.

Кожна заявка – 1 тона чавуну в реальності, показана сірим овалом в лівому прямокутнику.

Фігура у вигляді електромагнітної шайби імітує роботу мостового крана.

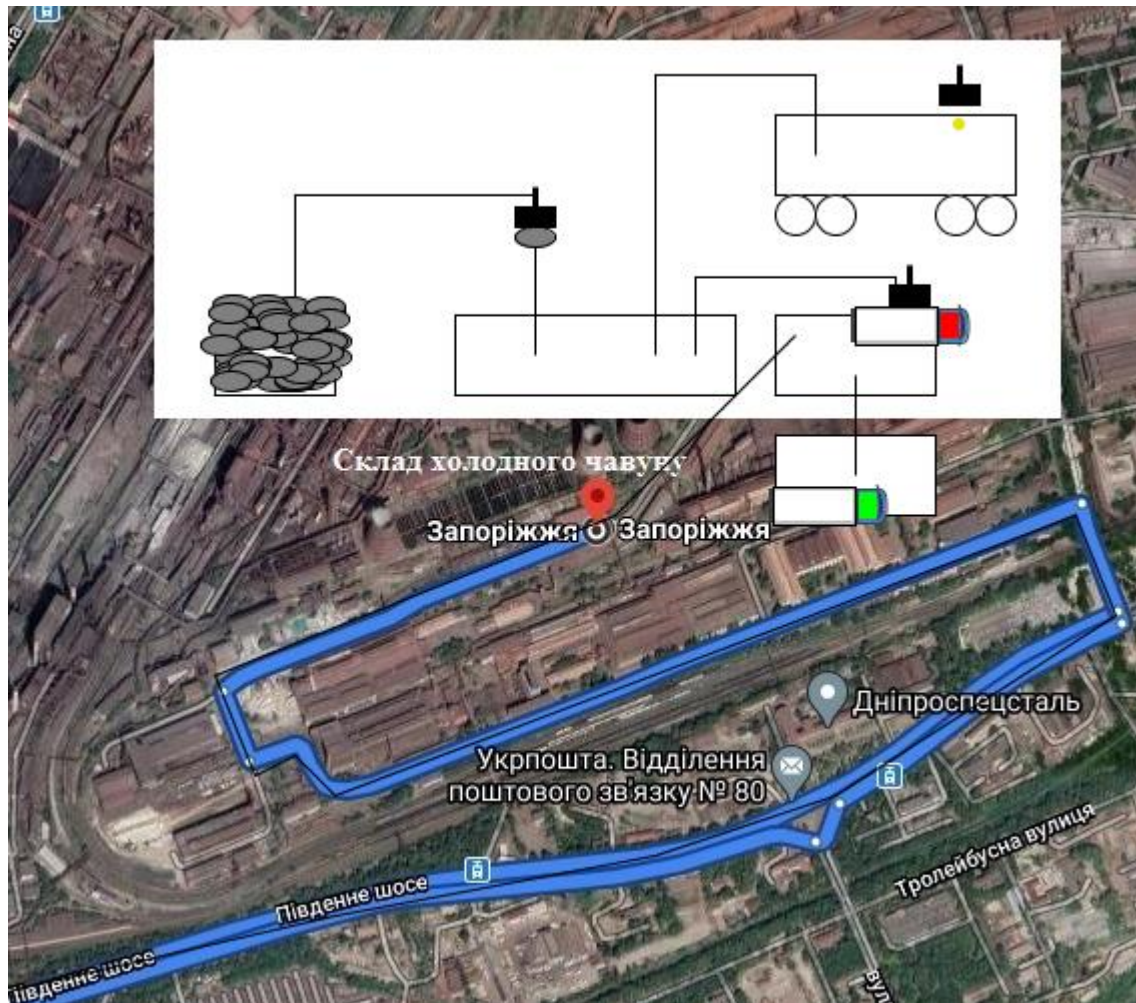


Рисунок 2.16 - Процес функціонування моделі

Крім того, один ресурс – автомобіль с червоною кабіною, «приєднаний» до крана відображає процес навантаження автотранспорту.

Нижче розташований автомобіль с зеленою кабіною – є вільний в цей момент часу, та очікує появи заявки.

Один з електромагнітів знаходиться в зоні навантаження залізничного рухомого складу.

Контроль відповідності часу руху автомобіля на маршруті.

На рисунку 2.17 наведено скріншот моменту часу відправлення автомобіля з СХЧ до Запорізького річкового порту.



Рисунок 2.17 – Фіксація моменту часу відправлення автомобіля з СХЧ до Запорізького річкового порту

На рисунку 2.18 зафіксовано момент часу надходження автомобіля до Запорізького річкового порту. Згідно програмного годинника час руху становить близько 30 хв, що свідчить про адекватність роботи моделі.

Таким же чином було перевірено всі інші процеси, зокрема, процеси виконання вантажних робіт.

Окрім перевірки анімації руху об'єктів, можливий безпосередній контроль за елементами програми.

Так на рисунку 2.19 разом з анімацією надходження вантажу на СХЧ (прямокутник праворуч) можемо klikнути мишею по елементу queueRM та можемо побачити показники роботи на дійсний момент часу.

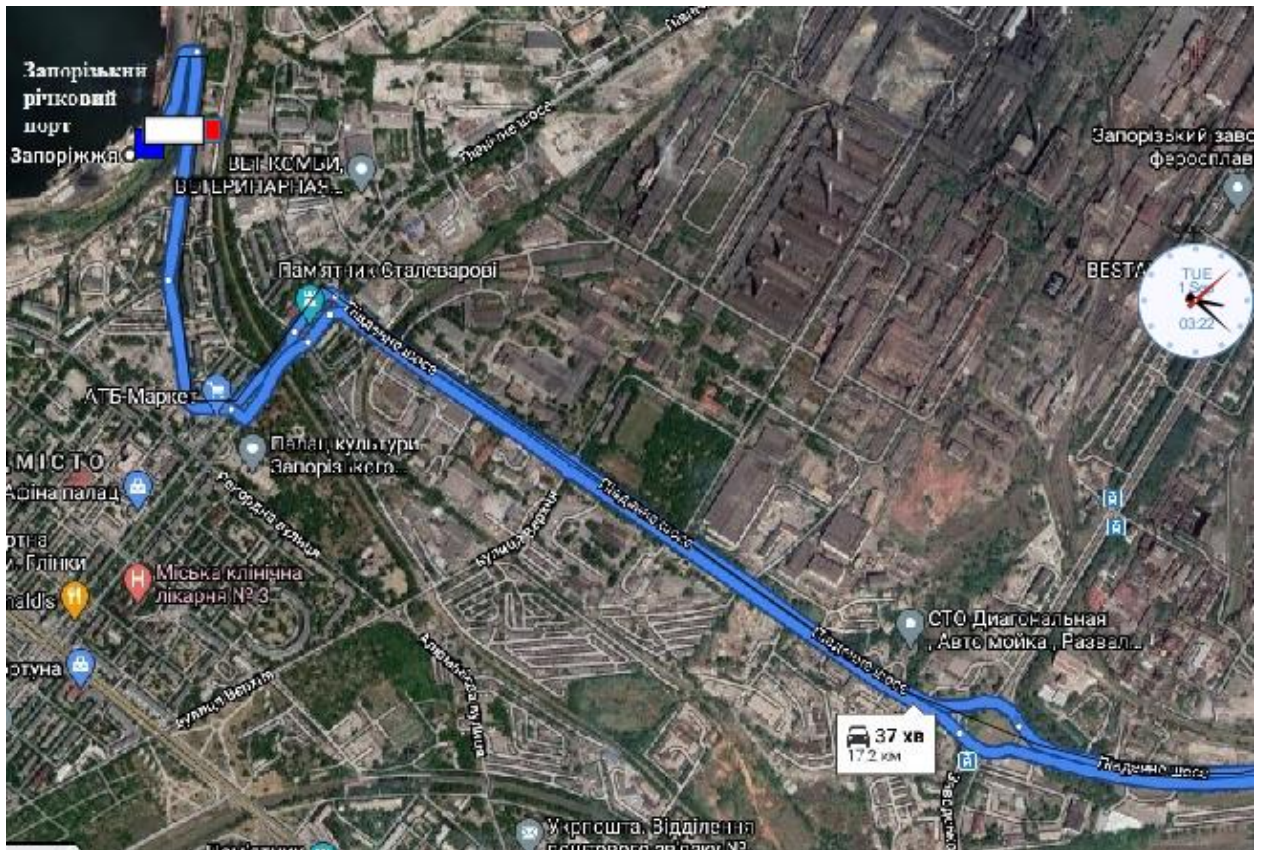


Рисунок 2.18 – Фіксація моменту часу надходження автомобіля з СХЧ до Запорізького річкового порту

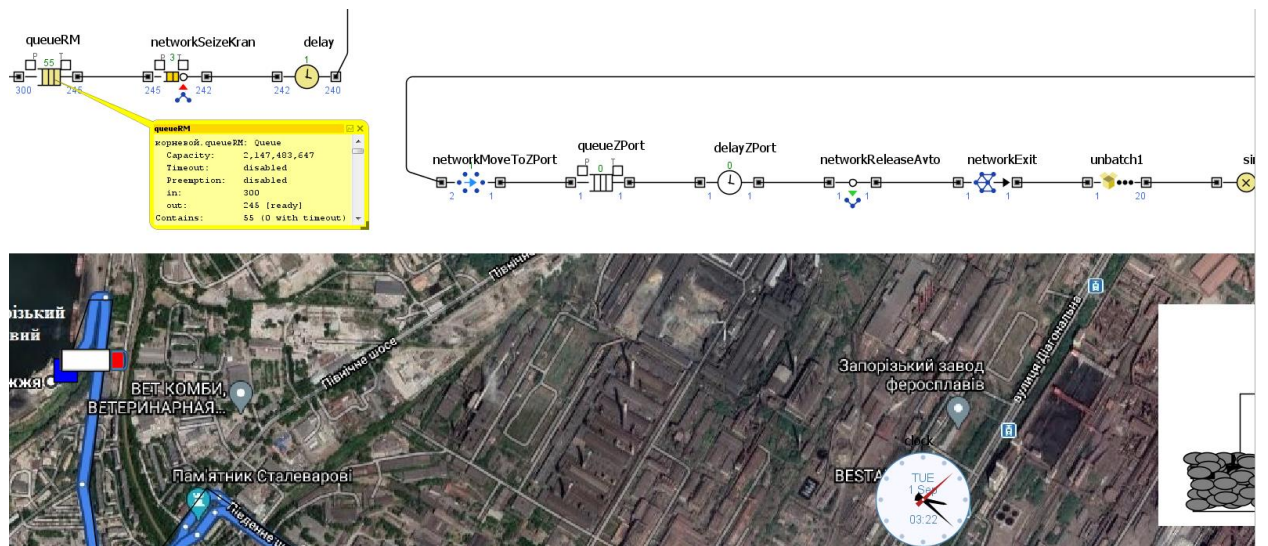


Рисунок 2.19 – Контроль показників та параметрів елементів програми

2.5 Аналіз результатів роботи моделі

Тривалість одного прогону моделі задаємо – 1 місяць, модельний час – у годинах.

Результати роботи моделі виглядають наступним чином, вони відображаються на загальному полі, де розміщені всі елементи (рисунок 2.20).

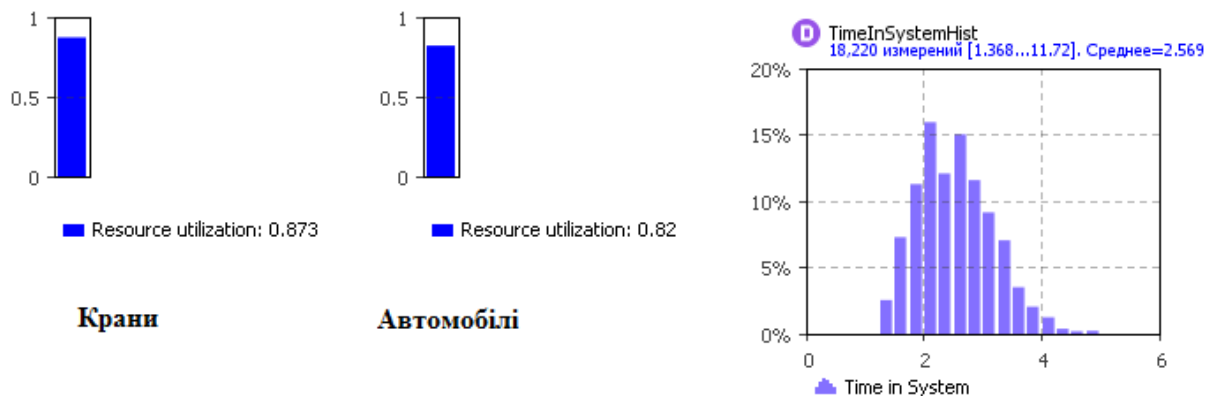


Рисунок 2.20 – Результати роботи моделі при трьох ресурсах-автомобілях

Праворуч наведено діаграму завантаженості ресурсів – кранів, в середині – діаграму завантаженості ресурсів – автомобілів, праворуч – гістограма розподілу часу знаходження заявок в системі.

Окрім кількості ресурсів-автомобілів в програмі можна управляти балансом обсягів перевезення залізничним/автомобільним транспортом.

Сформуємо план постановки експерименту на розробленій моделі (таблиця 2.3). Змінними параметрами обираємо відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом (при його збільшенні відповідно зменшується обсяг перевезень автомобільним транспортом) та кількість автомобілів. В таблиці 2.2 наведений скорегований план експерименту без включення тих експериментів, які виявилися надлишковими для обґрунтування результатів.

Таблиця 2.3 – План проведення експерименту

№ блоку експериментів	№ експерименту	Відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом, %	Кількість автомобілів
1	1	75	3
	2	75	4
	3	75	5
2	4	80	2
	5	80	3
	6	80	4
	7	80	5
3	8	85	2
	9	85	3
	10	85	4
	11	85	5
4	12	90	1
	13	90	2
	14	90	3
	15	90	4

В ході виконання експериментів були отримані наступні технічні результати (таблиці 2.4-2.7).

Таблиця 2.4 – Технічні результати блоку експериментів №1

Показник	№ експерименту		
	1	2	3
Відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом, %	75	75	75
Кількість автомобілів	3	4	5
Відправлення вагонів усього	780	780	780
Відправлення вагонів до ЗРП	0	0	0
Відправлення продукції залізничним транспортом до ЗРП, т	0	0	0
Загальний час роботи автотранспорту, автомобіле-годин	2196	2928	3660
Відсоток часу використання роботи кранів, %	84	84	84
Час роботи кранів, крано-годин	1844,64	1844,64	1844,64
Необслуговані заявки, т	18	16	15
Середній час перебування заявки в системі, год.	2,57	2,36	2,35
Відсоток часу використання автомобілів, %	82	60	48

В роботі не виконувались експерименти, технічні показники яких будуть очевидно неприйнятними, виходячи з вже проведених експериментів. Так, відсоток часу використання автомобілів прийнято мінімально можливим у розмірі 70% (враховуючи час, необхідний на передавання зміни водіями, технічне обслуговування, екіпірування автомобіля, обідні перерви та ін.). В таблиці 2.3 не наведено результати моделювання при використанні одного автомобіля, оскільки вже при двох автомобілях цей відсоток складає 82% (більше 70%).

Проводити експерименти с показником кількості автомобілів більше 5 також немає сенсу, оскільки вони будуть використовуватись менш, ніж на 48%.

Надалі верхню межу кількості автомобілів встановлено – 5 одиниць, оскільки планові обсяги перевезень автотранспортом в моделі передбачено змінювати лише у меншу сторону.

Результати блоку експериментів №2 наведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні результати блоку експериментів №2

Показник	№ експерименту			
	4	5	6	7
Відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом, %	80	80	80	80
Кількість автомобілів	2	3	4	5
Відправлення вагонів усього	844	844	844	844
Відправлення вагонів до ЗРП	64	64	64	64
Відправлення продукції залізничним транспортом до ЗРП, т	4416	4416	4416	4416
Загальний час роботи автотранспорту, автомобіле-годин	1464	2196	2928	3660
Відсоток часу використання роботи кранів, %	83	83	83	83
Час роботи кранів, крано-годин	1822,68	1822,68	1822,68	1822,68
Необслуговані заявки, т	111	67	0	93
Середній час перебування заявки в системі, год.	7,02	2,36	2,44	2,36
Відсоток часу використання автомобілів, %	98,8	65	48	37,7

Результати блоку експериментів №3 наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні результати блоку експериментів №3

Показник	№ експерименту			
	8	9	10	11
Відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом, %	85	85	85	85
Кількість автомобілів	2	3	4	5
Відправлення вагонів усього	877	877	877	877
Відправлення вагонів до ЗРП	97	97	97	97
Відправлення продукції залізничним транспортом до ЗРП, т	6693	6693	6693	6693
Загальний час роботи автотранспорту, автомобіле-годин	1464	2196	2928	3660
Відсоток часу використання роботи кранів, %	82	82	82	82
Час роботи кранів, крано-годин	1800,72	1800,72	1800,72	1800,72
Необслуговані заявки, т	25	49	29	0
Середній час перебування заявки в системі, год.	2,48	2,49	2,34	2,33
Відсоток часу використання автомобілів, %	75	47,1	35,9	28,4

Результати блоку експериментів №4 наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні результати блоку експериментів №4

Показник	№ експерименту			
	12	13	14	15
Відсоток обсягів перевезень залізничним транспортом, %	90	90	90	90
Кількість автомобілів	1	2	3	4

Продовження таблиці 2.7

Показник	№ експерименту			
	12	13	14	15
Відправлення вагонів усього	927	927	927	927
Відправлення вагонів до ЗРП	147	147	147	147
Відправлення продукції залізничним транспортом до ЗРП, т	10143	10143	10143	10143
Загальний час роботи автотранспорту, автомобіле-годин	732	1464	2196	2928
Відсоток часу використання роботи кранів, %	81,3	76,7	82	83,9
Час роботи кранів, крано-годин	2196	2196	2196	2196
Необслуговані заявки, т	71	13	0	9
Середній час перебування заявки в системі, год.	5,1	2,8	2,75	2,71
Відсоток часу використання автомобілів, %	94,2	45,1	32,6	24,7

Незначне зниження середнього коефіцієнту використання кранів за блоками експериментів пояснюється тим, що при більшому обсязі використання залізничного транспорту зменшуються затримки через необхідність відведення кранів при постановці транспорту.

Експерименти 1,4,8,12 показали незадовільні показники використання автотранспорту (понад 70% завантаження).

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В основній частині була розроблена імітаційна модель роботи транспортно-виробничої системи перевезень холодного чавуну ПАТ «Запоріжсталь» до Запорізького річкового порту. Отримані технічні показники роботи, на основі яких необхідно розрахувати економічні показники.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати $V^{\text{вар}}_{\text{заг}}$ по варіантах організації перевезень визначимо за формулою [15,16]:

$$V^{\text{вар}}_{\text{заг}} = V^{\text{вар}}_{\text{пт}} + V^{\text{вар}}_{\text{зтар}} + V^{\text{вар}}_{\text{пл}} + V^{\text{вар}}_{\text{авт}} + V^{\text{вар}}_{\text{кран}}, \quad (3.1)$$

де $V^{\text{вар}}_{\text{пт}}$ – витрати на функціонування промислового транспорту підприємства, грн;

$V^{\text{вар}}_{\text{зтар}}$ – витрати на залізничний тариф, грн;

$V^{\text{вар}}_{\text{пл}}$ – витрати на плату за користування вагонами, грн;

$V^{\text{вар}}_{\text{авт}}$ – витрати на функціонування автотранспорту, грн;

$V^{\text{вар}}_{\text{кран}}$ – витрати на функціонування мостових кранів, грн.

Витрати $V^{\text{вар}}_{\text{пт}}$ на функціонування промислового транспорту підприємства розраховуються за формулою [15]:

$$V^{\text{вар}}_{\text{пт}} = 69 N^{\text{вар}}_{\text{пт}} \cdot C^{\text{т}}_{\text{пт}}, \quad (3.2)$$

де $N_{пт}^{вар}$ – кількість вагонів, перевезених промтранспортом підприємства, грн;

$C_{пт}^т$ – собівартість перевезень 1 т вантажу промтранспортом, $C_{пт}^т = 15,87$ грн.

Витрати $B_{зтар}^{вар}$ на залізничний тариф розрахуємо за формулою [15]:

$$B_{зтар}^{вар} = N_{зтар}^{вар} C_{зтар}^{ваг}, \quad (3.3)$$

де $N_{зтар}^{вар}$ – кількість перевезених вагонів магістральним залізничним транспортом, од.;

$C_{зтар}^{ваг}$ – вартість залізничного тарифу, грн.

За Тарифним керівництвом №1 для універсального вагону Укрзалізниці для тарифної схеми №1 (напіввагон, 4 вісі) тарифна ставка за вагон – 1153 грн. Коефіцієнт на вантаж третього тарифного класу до ставки 3,722.

Тариф з урахуванням тарифного коефіцієнту становить $1153 \cdot 3,722 = 4291,47$ грн.

З урахуванням ПДВ тариф становить $4291,47 \cdot 1,2 = 5149,2$ грн.

Вартість плати $B_{пл}^{вар}$ за користування вагонами розраховується за формулою [15]:

$$B_{пл}^{вар} = T_{заг} N_{зтар}^{вар} C_{пл}^{ваг}, \quad (3.4)$$

де $T_{заг}$ – розрахований в розділі 2 час користування вагоном, $T_{заг} = 17$ год.;

$C_{пл}^{ваг}$ – середня ставка плати за користування вагонами по підприємству, $C_{пл}^{ваг} = 23,95$ грн/год.

Вартість витрат $V_{\text{авт}}^{\text{вар}}$ на функціонування автотранспорту розраховується за формулою [15]:

$$V_{\text{авт}}^{\text{вар}} = T_{\text{авт}} N_{\text{авт}} C_{\text{авт}}, \quad (3.5)$$

де $T_{\text{авт}}$ – час використання одного автомобіля, год.;

$N_{\text{авт}}$ – кількість автомобілів, од.;

$C_{\text{авт}}$ – вартість години роботи автомобіля, $C_{\text{авт}} = 420$ грн/год.

Вартість витрат $V_{\text{кран}}^{\text{вар}}$ на роботу мостових кранів розраховується за формулою [15]:

$$V_{\text{кран}}^{\text{вар}} = k_{\text{кран}} T_{\text{кран}} N_{\text{кран}} C_{\text{кран}}, \quad (3.6)$$

де $k_{\text{кран}}$ – коефіцієнт використання кранів за часом;

$T_{\text{кран}}$ – розрахунковий час використання одного крану, год.;

$N_{\text{кран}}$ – кількість кранів, в нашій роботі – 3 од.;

$C_{\text{кран}}$ – собівартість години роботи крану, $C_{\text{кран}} = 692,57$ грн/год.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за виконаними експериментами

Розрахунок експлуатаційних витрат виконуємо за експериментами, технічні показники яких виявились прийнятними, за період моделювання – один місяць. Річні витрати будить розраховані по базовому та найкращому з проєктних варіантів.

Експеримент №1 відхиляється через завищений коефіцієнт використання автомобілів, який не дає можливості їх технічного обслуговування, екіпірування та дотримання вимог охорони праці до організації роботи водіїв.

Експеримент 2.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{пт}^{вар2} = 69 \cdot 0 \cdot 15,87 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{зтар}^{вар2} = 0 \cdot 5149,2 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{пл}^{вар2} = 17 \cdot 0 \cdot 23,95 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{авт}^{вар2} = 24 \cdot 30,5 \cdot 4 \cdot 420 = 1229760 \text{ грн.}$$

$$B_{кран}^{вар2} = 0,84 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1277542,32 \text{ грн.}$$

$$B_{заг}^{вар2} = 0 + 0 + 0 + 1229760 + 1277542,32 = 2507302,32 \text{ грн.}$$

Експеримент 3.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{пт}^{вар3} = 69 \cdot 0 \cdot 15,87 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{зтар}^{вар3} = 0 \cdot 5149,2 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{пл}^{вар3} = 17 \cdot 0 \cdot 23,95 = 0 \text{ грн.}$$

$$B_{авт}^{вар3} = 24 \cdot 30,5 \cdot 5 \cdot 420 = 1537200 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}3} = 0,84 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1277542,32 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{заг}}^{\text{вар}3} = 0 + 0 + 0 + 1537200 + 1277542,32 = 2814742,32 \text{ грн.}$$

Експеримент 5.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}5} = 69 \cdot 64 \cdot 15,87 = 70081,92 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтар}}^{\text{вар}5} = 64 \cdot 5149,2 = 329548,8 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}5} = 17 \cdot 64 \cdot 23,95 = 26057,6 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}5} = 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 420 = 922320 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}5} = 0,83 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1262333,49 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{вар}5} &= 70081,92 + 329548,8 + 26057,6 + 922320 + 1262333,49 = \\ &= 2610341,81 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Експеримент 6.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}6} = 69 \cdot 64 \cdot 15,87 = 70081,92 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтар}}^{\text{вар}6} = 64 \cdot 5149,2 = 329548,8 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}6} = 17 \cdot 64 \cdot 23,95 = 26057,6 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}6} = 24 \cdot 30,5 \cdot 4 \cdot 420 = 1229760 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}6} = 0,83 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1262333,49 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{вар}6} &= 70081,92 + 329548,8 + 26057,6 + 1229760 + 1262333,49 = \\ &= 2917781,81 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Експеримент 7.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}7} = 69 \cdot 64 \cdot 15,87 = 70081,92 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтар}}^{\text{вар}7} = 64 \cdot 5149,2 = 329548,8 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}7} = 17 \cdot 64 \cdot 23,95 = 26057,6 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}7} = 24 \cdot 30,5 \cdot 5 \cdot 420 = 1537200 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}7} = 0,83 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1262333,49 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{вар}7} &= 70081,92 + 329548,8 + 26057,6 + 1537200 + 1262333,49 = \\ &= 3225221,81 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Експеримент 9.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}9} = 69 \cdot 97 \cdot 15,87 = 106217,91 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтар}}^{\text{вар}9} = 97 \cdot 5149,2 = 499472,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}9} = 17 \cdot 97 \cdot 23,95 = 39493,55 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}9} = 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 420 = 922320 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}9} = 0,82 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1247124,65 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{заг}}^{\text{вар}9} = 106217,91 + 499472,4 + 39493,55 + 922320 + 1247124,65 = 2814628,51 \text{ грн.}$$

Експеримент 10.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}10} = 69 \cdot 97 \cdot 15,87 = 106217,91 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтап}}^{\text{вар}10} = 97 \cdot 5149,2 = 499472,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}10} = 17 \cdot 97 \cdot 23,95 = 39493,55 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}10} = 24 \cdot 30,5 \cdot 4 \cdot 420 = 1229760 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}10} = 0,82 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1247124,65 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{заг}}^{\text{вар}10} = 106217,91 + 499472,4 + 39493,55 + 1229760 + 1247124,65 = 3122068,51 \text{ грн.}$$

Експеримент 11.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}11} = 69 \cdot 97 \cdot 15,87 = 106217,91 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтап}}^{\text{вар}11} = 97 \cdot 5149,2 = 499472,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}11} = 17 \cdot 97 \cdot 23,95 = 39493,55 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}11} = 24 \cdot 30,5 \cdot 5 \cdot 420 = 1537200 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}11} = 0,82 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1247124,65 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{вар}11} &= 106217,91 + 499472,4 + 39493,55 + 1537200 + 1247124,65 = \\ &= 3429508,51 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Експеримент 13.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}12} = 69 \cdot 147 \cdot 15,87 = 160969,41 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтап}}^{\text{вар}12} = 147 \cdot 5149,2 = 756932,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}12} = 17 \cdot 147 \cdot 23,95 = 59851,05 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}12} = 24 \cdot 30,5 \cdot 2 \cdot 420 = 614880 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}12} = 0,81 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1231915,81 \text{ грн.}$$

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{вар}12} &= 160969,41 + 756932,4 + 59851,05 + 614880 + 1231915,81 = \\ &= 2824548,67 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Експеримент 14.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}14} = 69 \cdot 147 \cdot 15,87 = 160969,41 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтап}}^{\text{вар}14} = 147 \cdot 5149,2 = 756932,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}14} = 17 \cdot 147 \cdot 23,95 = 59851,05 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}14} = 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 420 = 922320 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}14} = 0,81 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1231915,81 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{заг}}^{\text{вар}14} = 160969,41 + 756932,4 + 59851,05 + 922320 + 1231915,81 = 3131988,67 \text{ грн.}$$

Експеримент 15.

Виконаємо розрахунки за формулами (3.1)-(3.6).

$$B_{\text{пт}}^{\text{вар}15} = 69 \cdot 147 \cdot 15,87 = 160969,41 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зтап}}^{\text{вар}15} = 147 \cdot 5149,2 = 756932,4 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{пл}}^{\text{вар}15} = 17 \cdot 147 \cdot 23,95 = 59851,05 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{авт}}^{\text{вар}15} = 24 \cdot 30,5 \cdot 4 \cdot 420 = 1229760 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{кран}}^{\text{вар}15} = 0,81 \cdot 24 \cdot 30,5 \cdot 3 \cdot 692,57 = 1231915,81 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{заг}}^{\text{вар}15} = 160969,41 + 756932,4 + 59851,05 + 1229760 + 1231915,81 =$$

= 3439428,67 грн.

Аналіз місячних експлуатаційних витрат за варіантами роботи наведено на рисунку 3.1.

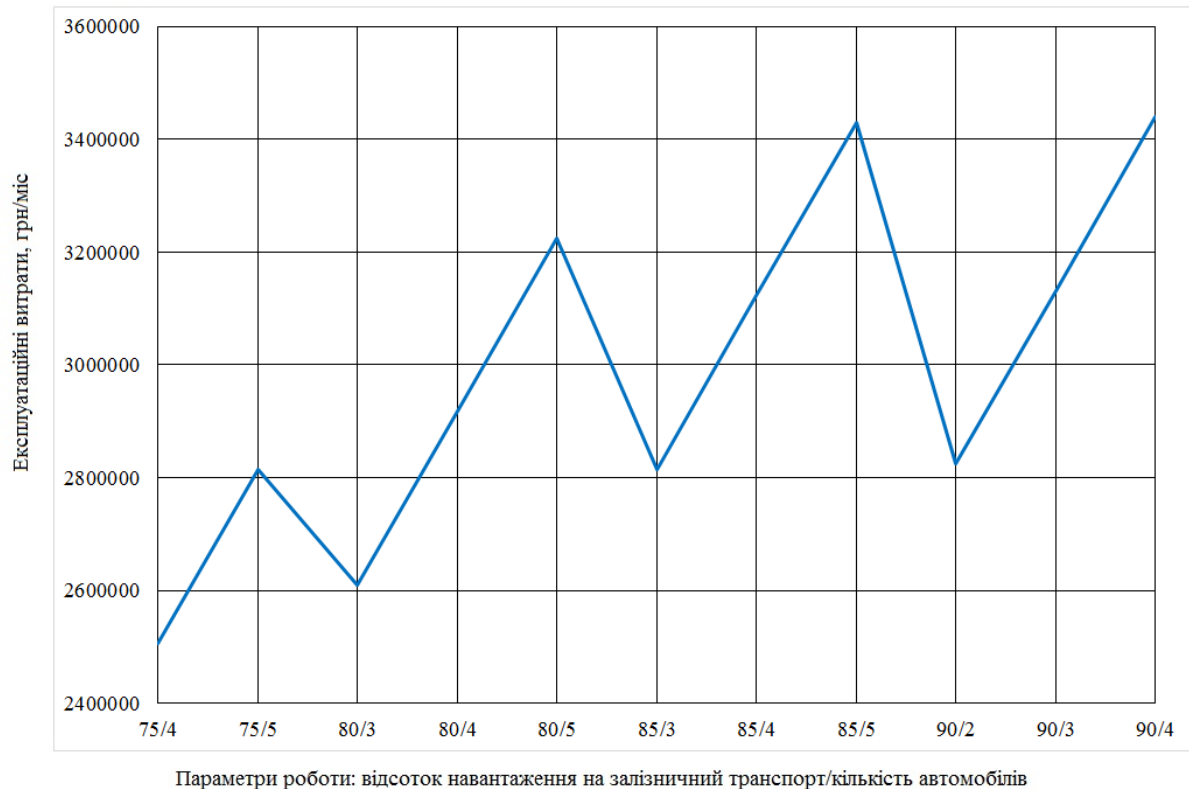


Рисунок 3.1 - Аналіз місячних експлуатаційних витрат

З аналізу графіка можна зробити висновок щодо доцільності відвантаження всього обсягу вантажу до ЗРП автомобільним транспортом, а кількість автомобілів необхідно зменшити з 5 до 4 одиниць.

Збудуємо графік для можливого збільшення вартості перевезень автотранспорту, оскільки в ринкових умовах це може бути цілком можливим (рисунок 3.2).

В ході дослідження було встановлено, що лише у разі збільшення годинної ставки за використання автотранспорту у 1,7 рази, є доцільним збільшення частки відвантаження чавуну в порт залізничним транспортом.

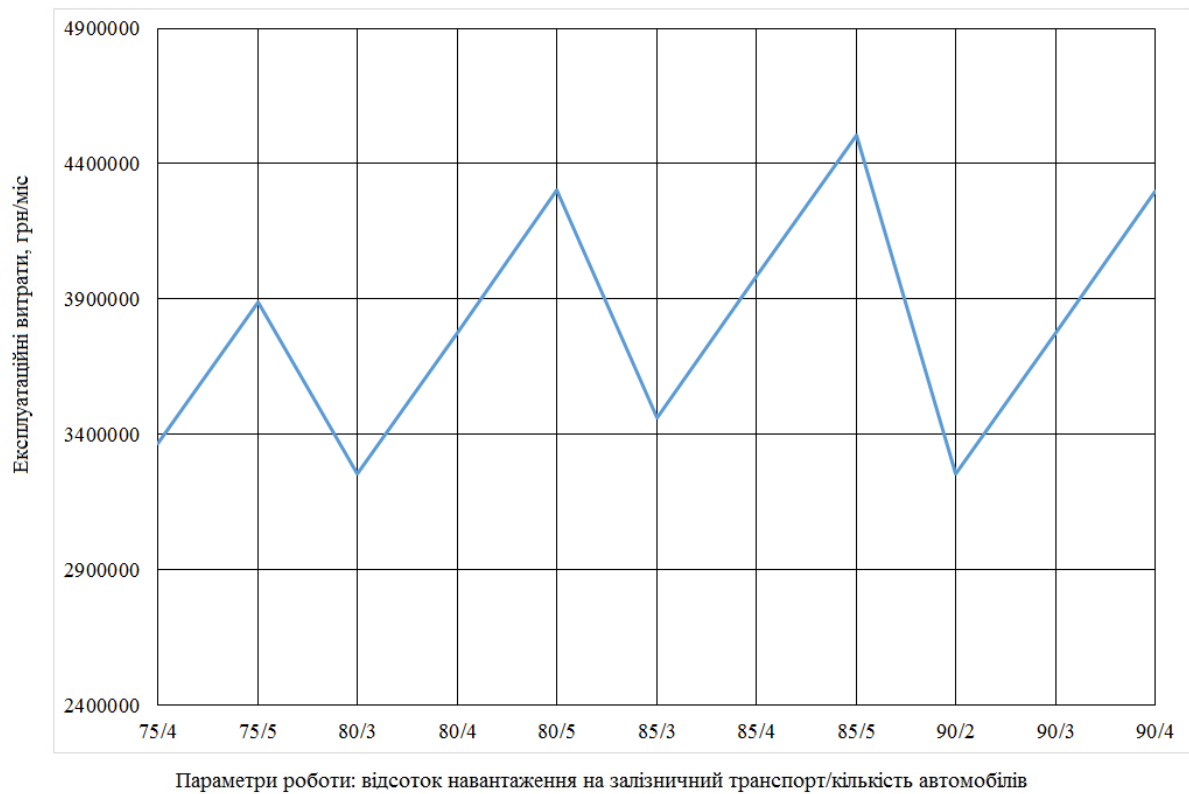


Рисунок 3.1 - Аналіз місячних експлуатаційних витрат при збільшенні вартості автомобільних перевезень в 1,7 рази

На сьогоднішній день підстав для такого зростання вартості автотранспорту не спостерігається, але представлена методика може бути корисною для швидкого реагування на коливання транспортного ринку.

3.3 Розрахунок економічної ефективності проекту

Річна економія від впровадження проектних рішень визначається за формулою [15]:

$$E_{\text{річ}} = 12 B_{\text{заг}}^{\text{вар}^3} - 12 B_{\text{заг}}^{\text{вар}^2}, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$E_{\text{річ}} = 12 \cdot 2814742,32 - 12 \cdot 2507302,32 = 33776907,84 - 30087627,84 = 3689280 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить 3689280 грн.

Для більш наглядного уявлення всі розрахункові данні техніко-економічних показників представимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показник	Базовий варіант	Проектний варіант №1	Проектний варіант №2	Різниця базовий – проектний №1	Різниця базовий – проектний №2
1	Відсоток обсягів перевезень чавуну залізничним транспортом, %	75	80	75		
2	Кількість автомобілів	5	3	4		
3	Відправлення продукції залізничним транспортом до ЗРП, т	0	52992	0	-52992	0
4	Собівартість перевезень промтранспортом, грн	0	840983,04	0	-840983,04	0
5	Вартість залізничного тарифу, грн	0	3954585,6	0	-3954585,6	0
6	Вартість плати за користування вагонами, грн	0	312691,2	0	-312691,2	0
7	Загальний час роботи автотранспорту, автомобіле-годин	43920	26352	35136	17568	8784
8	Вартість використання автотранспорту, грн	18446400	11067840	14757120	7378560	3689280
9	Вартість роботи кранів, грн	15330507,84	15148001,88	15330507,84	182505,96	0
10	Загальна вартість перевезень до ЗРП, грн.	33776907,84	31324101,72	30087627,84	2452806,12	3689280

Як бачимо, не має потреби збільшувати обсяг відвантаження чавуну залізничним транспортом (на момент виконання дослідження 75% відвантажується залізницею до різних споживачів, окрім Запорізького річкового порту, до якого перевезення виконуються автомобільним транспортом).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

За темою магістерської роботи виконуються дослідження та удосконалення перевезень чавуну до Запорізького річкового порту. Розглянемо можливі небезпеки при доставці чушкового чавуну й розробимо відповідні заходи щодо їх усунення.

4. 1 Аналіз потенційних небезпек

Виявлено наступні небезпеки:

- при виливанні чавуну з чавуновозів на розливному відділенні, спостерігається дія високої температури на організм як робітників, так і дослідника. Крім того, при вдиханні гарячого повітря можливим є пошкодження дихальних шляхів. Частки бризки металу можуть попадати на працюючих, що також викликає опіки;
- при розливу з ковшів на конвеєр розливної машини можливим є сплеск та потрапляння рідкого розчину безпосередньо на робітників;
- при русі залізничного та автотранспорту у комбінації з роботою кранів можлива небезпека наїзду на працівників рухомим складом;
- при підйомі та перехиленні ковшу, можливе скидання кріплень з чавуновозу, що викликає проливання чавуну, що може призвести до летального випадку;
- у разі ситуації з потраплянням розплавленого чавуну на горючі матеріали може виникнути їх займання та пожежа;

- ураження струмом є також можливим фактором небезпеки у разі наявності неізольованих та з пошкодженою ізоляцією кабелів кранів, що буде причиною електричної травми;
- не відповідаюче вимогам освітлення ділянки СХЧ, де виконуються транспортно-складські процеси, може порушити нормальний хід розвантаження, викликати не вірні дії до захвату вантажу та ін.;
- при виконанні обробки зібраних статистичних даних на ПЕОМ можливим є наявність важкості та напруженості праці, можуть негативно впливати інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (мікроклімат, освітлення, шум та ін.) [19].

Для забезпечення безпеки шляхом виконання рекомендацій [17-19] визначені заходи, позначені на презентації.

ВИСНОВКИ

В аналітичній частині проведено аналіз системи перевезень чушкового чавуну Запоріжсталі до Запорізького річкового порту. Встановлено, що раніше ці перевезення виконувались залізничним транспортом, а після входження Запоріжсталі до групи Метінвест, налагодились більш тісна співпраця даного підприємства з Запорізьким річковим портом, збільшився обсяг перевезень та здійснено перехід на використання автомобільного транспорту. Але відвантаження чавуну залізничним транспортом провадиться для всіх інших споживачів.

Були поставлені такі задачі дослідження:

- виконання досліджень вантажопотоків чавуну шляхом статистичного аналізу;
- виконання аналізу транспортних технологій доставки чавуну залізничним та авто- транспортом;
- розробка імітаційної моделі взаємодії пункту навантаження з автомобільним та залізничним транспортом;
- визначення показників економічної ефективності за різними варіантами організації робіт.

В моделі змінними параметрами є кількість ресурсів-автомобілів та баланс обсягів перевезення залізничним/автомобільним транспортом.

Було сформуємо план постановки експерименту на моделі.

З аналізу результатів було зроблено висновок щодо доцільності відвантаження всього обсягу вантажу до ЗРП автомобільним транспортом, а кількість автомобілів зменшити з 5 до 4 одиниць.

Проаналізовано можливість використання представленої методики у разі збільшення вартості доставки автотранспортом, оскільки в ринкових умовах це може бути цілком можливим.

В ході цього дослідження було встановлено, що лише у разі збільшення годинної ставки за використання автотранспорту у 1,7 рази, є доцільним збільшення частки відвантаження чавуну в порт залізничним транспортом.

На сьогоднішній день підстав для такого зростання вартості автотранспорту не спостерігається, але представлена методика може бути корисною для швидкого реагування на коливання транспортного ринку.

В економічній частині розглянуто три варіанти, які отримані в основній частині. Перший – це відправлення 75% чавуну залізничним транспортом при використанні 5 автомобілів. Другий - відправлення 80% чавуну залізничним транспортом при використанні 3 автомобілів. Третій - відправлення 75% чавуну залізничним транспортом при використанні 4 автомобілів.

Останній варіант виявився найбільш ефективним, економія у порівнянні з іншими склала понад 3,6 млн грн.

Також розроблено заходи для безпеки організації робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Зюзин В.И. Механическое и подъемно-транспортное оборудование доменных цехов/ В.И. Зюзин. М.: Metallurgizdat, 1962. – 420 с.
2. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
3. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
4. Абраменко, Д.В. Технічно-розпорядчий акт станції Доменна / Д.В. Абраменко. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 27с.
5. 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», 2009. – 42с.
6. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.
7. Офіційний сайт Запорізького річкового порту [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ЗРП, 2020. – Режим доступу: <http://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/porty-ukrainy/rechnye-porty/item/42-zaporozhskij-rechnoj-port> (дата звернення 20.10.2020) – «Запорізький річковий порт».
8. Лащенко О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навчальний посібник / О. А. Лащенко, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 419 с.

9. Технічно-розпорядчий акт станції Доменна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 27с.

10. 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», 2009. – 42с.

11. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.

12. Яловой, Ю.Г. Организация перевозок на промышленном транспорте / Ю.Г. Яловой, А.М. Котляров. – Минск: Высшейша шк., 1982 – 264 с.

13. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.

14. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 с.

15. 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.

16. 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.

17. 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,

18. 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)

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