

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

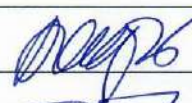
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДУКЦІЇ ПАТ
«ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДО ТОВ «МЕТАЛ ХОЛДІНГ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-812м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

		Вадим ШЕВКАТОВ (прізвище та ініціали)
Керівник		Олена ПАДЧЕНКО (прізвище та ініціали)
Рецензент		Ольга ДУДАРЕНКО (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____

(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.02 «Транспортні технології (на _____
залізничному транспорті)» _____

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ШЕВКАТОВА Вадима Серверовича

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення ефективності перевезень продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг»

керівник проекту (роботи) старш. викл. ПАДЧЕНКО Олена Олександрівна
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 року №451

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15 грудня 2023 р.

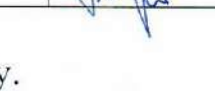
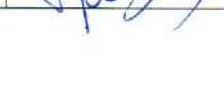
3. Вихідні дані до проекту (роботи) існуючі обсяги вантажоперевезень металопродукції, існуюча транспортно-виробнича система підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Характеристика транспортних зв'язків підприємств, 1.2 Характеристика складського господарства Метал-холдингу, 1.3 Характеристика мікрологістичної системи ПАТ «Запоріжсталь», що використовується в процесі доставки, 1.4 Аналіз елементів МЛСЗ, 1.5 Характеристика вантажу та складської системи постачальника, 1.6 Постановка завдань магістерської роботи, 2. Основна частина, 2.1 Дослідження інтенсивності постачання металопрокату до Метал-холдингу, 2.2 Аналіз тривалості доставки прокату залізницею, 2.3 Розробка моделі доставки прокату до Метал-холдингу, 2.4 Експерименти на моделі Metal hold, 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
2	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

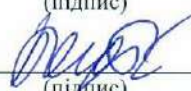
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)


(підпис)

Вадим ШЕВКАТОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ПАДЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 85 с., 54 рис., 8 табл., 14 джерел.

МЕТАЛОПРОКАТ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТАРИФ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, НАВАНТАЖЕННЯ, МІКРОЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА

Об'єкт дослідження – мікрологістична система доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг» залізничним транспортом.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту доставки продукції металургійного підприємства із використанням орендованих вагонів.

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі досліджено процес перевезення металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг». Визначено найбільш економічний варіант організації доставки із використанням орендованих вагонів на основі експериментів на імітаційній моделі. Встановлено кількість вагонів, за якої досягається найбільший економічний ефект.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика транспортних зв'язків підприємств	9
1.2 Характеристика складського господарства Метал-холдингу.....	11
1.3 Характеристика мікрологістичної системи ПАТ «Запоріжсталь», що використовується в процесі доставки	14
1.4 Аналіз елементів МЛСЗ	16
1.5 Характеристика вантажу та складської системи постачальника ...	20
1.6 Постановка завдань магістерської роботи	23
2 Основна частина	24
2.1 Дослідження інтенсивності постачання металопрокату до Метал-холдингу	24
2.1.1 Відвантаження ЦГПТЛ до Метал-холдингу	25
2.1.2 Відвантаження ЦХП-1 до Метал-холдингу	28
2.1.3 Відвантаження ЦХП-3 до Метал-холдингу	31
2.2 Аналіз тривалості доставки прокату залізницею	33
2.3 Розробка моделі доставки прокату до Метал-холдингу	35
2.4 Експерименти на моделі Metal_hold	55
3 Економічна частина	63
3.1 Перший варіант доставки до Метал-холдингу	66
3.2 Другий варіант доставки до Метал-холдингу	67
3.3 Третій варіант доставки до Метал-холдингу	67

3.4 Четвертий варіант доставки до Метал-холдингу.....	67
3.5 П'ятий варіант доставки до Метал-холдингу	68
3.6 Шостий варіант доставки до Метал-холдингу	68
3.7 Аналіз отриманих результатів	69
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	71
4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	71
Висновки	73
Перелік посилань	74
ДОДАТОК А. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	76
ДОДАТОК Б. ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ	77
ДОДАТОК В. ОЦІНКА РІВНЯ УМОВ, ВАЖКОСТІ ТА НАПРУЖЕНОСТІ ПРАЦІ	79

ВСТУП

Розглядається перевезення металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг».

У цьому році, не зважаючи на надзвичайно складний рік для галузі, підприємство увійшло до переліку ТОП-200 лідерів української економіки відповідно до версії Forbes-Україна [1].

Вклад до економіки України даного підприємства достатньо суттєвий, він забезпечив 3,1% внеску в ВВП і 15% за експортом, що відповідає 9,3 млрд доларів США.

Головною позицією підприємства є відповідальність при вирішенні завдань планування майбутнього розвитку [1]. Впроваджуються різноманітні стратегічні ініціативи, які полягають, зокрема, у розвитку транскордонної логістики постачань і розширенні території діяльності.

Знаходячись у списку ТОП-200 Forbes, підприємство у черговий раз підтверджує здатність до адаптування до кризових умов та розвитку у цих найскладніших умовах.

Дане підприємство займається обробкою та реалізацією різноманітної металопродукції, зокрема, надаються супутні послуги [1]:

- доставка продукції споживачеві з власних складів;
- газова різка металу;
- лазерна порізка з ЧПУ;
- механічна обробка металопродукції;
- поздовжнє та поперечне різання, у тому числі гільйотиною та на стрічкопильному верстаті.

При оформленні онлайн-замовлення на доставку, вона здійснюється службами компанії-партнера «САТ».

В середньому доставка займає від однієї до трьох діб з моменту передачі товару кур'єру. Також надається послуга самостійного вивозу товару.

Підприємство має розгалужену систему філіалів, які розташовані по багатьох містах України

Одним із основних постачальників для підприємства є комбінат «Запоріжсталь», розташований у місті Запоріжжя.

Тож надалі виконаємо аналіз та можливості щодо удосконалення транспортних технологій в контексті взаємодії даних підприємств.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика транспортних зв'язків підприємств

ТОВ «Метал холдинг» (надалі за текстом Метал-холдинг) розташоване у місті Києві та має чисельні філіали по усій території нашої країни [2] – рисунок 1.1.

Одним з основних постачальників металопродукції для підприємства є металургійний комбінат, розташований у нашому місті – Запоріжжя.

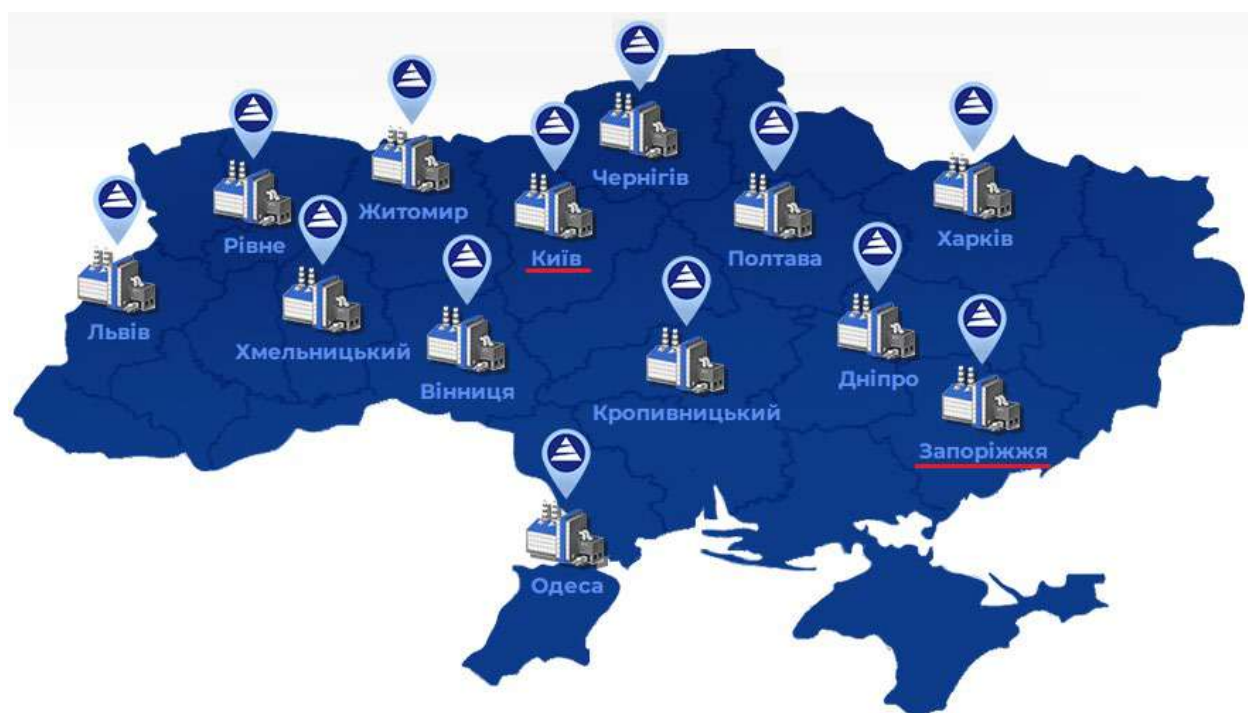


Рисунок 1.1 – Розташування підрозділів Метал-холдингу

Найбільша кількість складів Метал-холдингу розташовані у місті Києві:

- Саперно-Слобідський проїзд, 4;
- вул. Володимира Качали, 5;
- вул. Лугова, 9.

Відповідно, продукція із Запоріжжя доставляється до трьох залізничних станції міста Києва (рисунок 1.2):

- Київ-Волинський;
- Київ-Деміївський;
- Почайна.



Рисунок 1.2 – Схема розташування залізничних станцій

1.2 Характеристика складського господарства Метал-холдингу

Склади Метал-холдингу обладнані потужними засобами механізації – мостовими та козловими кранами, мають зручні автомобільні та залізничні під'їзди.

На рисунку 1.3 показаний склад із розташуванням автомобільного під'їзду під консоллю козлового крану, а залізничної колії і зони зберігання металопрокату в прольоті крану.

Простір під іншою консоллю крану використовується для зберігання довгомірного металопрокату.



Рисунок 1.3 – Склад із розташуванням автомобільного під'їзду під консоллю козлового крану, а залізничної колії і зони зберігання металопрокату в прольоті крану

На рисунку 1.4 представлено склад з іншим проектно-технічним рішенням щодо організації робіт - із розташуванням залізничної колії під консоллю козлового крану, а автомобільного під'їзду і зон зберігання металопрокату в прольоті крану [2].

При цьому зони зберігання розташовані обабіч відносно автомобільного проїзду, який дозволяє здійснювати проїзд автотранспорту в обох напрямках одночасно.



Рисунок 1.4 – Склад із розташуванням залізничної колії під консоллю козлового крану, а автомобільного під'їзду і зон зберігання металопрокату в прольоті крану

Підприємство також має крихі склади. У якості вантажних засобів використовуються мостові крани (рисунок 1.5).

На рисунку 1.6 показаний процес відвантаження довгомірного сортового металопрокату козловим краном на автомобільний транспорт.

У якості вантажозахоплювальних пристроїв використовуються, переважно, стропи.



Рисунок 1.5 – Критий склад, обладнаний мостовим краном



Рисунок 1.6 – Відвантаження металопродукції зі складу козловим краном на
автотранспорт

1.3 Характеристика мікрологістичної системи ПАТ «Запоріжсталь», що використовується в процесі доставки

Огляд процесу доставки прокату до Метал-холдингу передбачає аналіз можливості перевезення вантажів у зворотному напрямку. За даними, отриманими в ході практики, встановлено наявність аналогічного за обсягом вантажопотоку металобрухту із залізничних станцій міста Київ до металургійного комбінату. Тож, врахуємо цей фактор при виділенні об'єктів до даної мікрологістичної системи.

До складу мікрологістичної системи ПАТ «Запоріжсталь» [3,4], що використовується в процесі доставки прокату на адресу складів Метал-холдингу, які розташовані у місті Київ, відносяться такі об'єкти:

- складські території цехів, які відвантажують продукцію до Метал-холдингу;
- колії станції Східна, де виконуються маневрові роботи із сортування, накопичення та формування составів поїздів [5,6];
- перегін між парком «А» станції Запоріжжя-Ліве та стацією Східна, який використовується для передавання вагонів з продукцією на магістральні станції [7];
- перегін між парком «Б» станції Запоріжжя-Ліве та стацією Східна, який використовується для передавання вагонів з металобрухтом при їх поверненні під чергове навантаження прокату;
- перегін між станцією Східна та станцією Шихта;
- колії станції Шихта, де здійснюється вивантаження металобрухту.

На рисунку 1.7 показано схему руху вагонів по об'єктах визначеної вище мікрологістичної системи Запоріжсталі (далі по тексту - МЛСЗ).

Червоним кольором показано рух вагонів з металопродукцією до Метал-холдингу. Синім кольором показано рух вагонів з металобрухтом, які повертаються після доставки металопрокату.



Рисунок 1.7 – Схема руху завантажених вагонів по об'єктах МЛСЗ

На рисунку 1.8 показано рух порожніх вагонів по об'єктах МЛСЗ [8]:

- вагони надходять до станції Східна з парку «Б» Запоріжжя-Лівого (колія 8) та зважуються й остаточно приймаються, сортуються та формуються у состав до станції Шихта (колія 7);
- розвантажуються в копровому цеху, який обслуговується станцією Шихта, переставляються на колію очищення;
- після очищення, вагони доставляються на станцію Східна та переставляються з вантажного парку до підгіркового;
- після сортування на гірці, вагони осаджуються до одного з трьох прокатних цехів підприємства – ЦХП-3, ЦХП-1 або ЦГПТЛ.
- після навантаження, вагони передаються до парку «А» Запоріжжя-Лівого.



Рисунок 1.8 – Схема руху порожніх вагонів по об'єктах МЛСЗ

Далі розглянемо детально окремі елементи МЛСЗ.

1.4 Аналіз елементів МЛСЗ

У таблиці 1.1 наведено характеристики елементів (колій) МЛСЗ [6,7].

Таблиця 1.1 – Характеристика елементів (колій) МЛСЗ

Елемент (перегін або колія)	Призначення	Довжина, м	Місткість, вагонів	Тривалість знаходження партії вагонів, год.
к. 17 ЦППТЛ	Навантаження	190	12	4
к. 18 ЦППТЛ	Навантаження	184	12	4

Продовження таблиці 1.1

Елемент (перегін або колія)	Призначення	Довжина, м	Місткість, вагонів	Тривалість знаходження партії вагонів, год.
к. 19 ЦГПТЛ	Навантаження	243	16	5
к. 20 ЦГПТЛ	Навантаження	182	12	4
к. 21 ЦГПТЛ	Навантаження	300	20	6
к. 31 ЦХП-1	Навантаження	390	26	8
к. 92 ЦХП-3	Навантаження	162	10	3
З'єднувальні колії	Доставка до колій 17, 18 Східної	-	-	0,25 (у середньому, враховуючи кутовий заїзд по ЦХП-3)
к. 17 Східна	Приймальна для сортування	456	30	0,5 (сортування на гірці)
к. 18 Східна	Приймальна для сортування	328	21	0,5 (сортування на гірці)
к. 13 Східна	Накопичення, формування та відправлення	643	42	4
Пер. Запоріжжя- парк «А» Ліве – Східна	Рух до станції Запоріжжя-Ліве	-	-	0,4

Продовження таблиці 1.1

Елемент (перегін або колія)	Призначення	Довжина, м	Місткість, вагонів	Тривалість знаходження партії вагонів, год.
Пер. Запоріжжя- парк «Б» Ліве – Східна	Рух зі станції Запоріжжя-Ліве	-	-	0,4
к. 8 Східна	Приймання, зважування	705	47	0,5
к. 1 ... 7 Східна	Сортування	-	-	2,5
к. 7 Східна	Накопичення, очікування локомотива	519	34	2
Пер. Східна - Шихта	Рух Східна – Шихта	-	-	0,15
к. III Шихта	Обробка з прибуття	525	37	0,5
к. V Шихта	Обробка з прибуття	346	24	0,5
ст. Шихта	Розстановка по фронтам вивантаження	-	-	2
Фронти вивантаження	Вивантаження металобрухту та перестановка вагонів на фрон- ти очищення	-	-	3

Кінець таблиці 1.1

Елемент (перегін або колія)	Призначення	Довжина, м	Місткість, вагонів	Тривалість знаходження партії вагонів, год.
к. 14 Шихта	Очищення вагонів	224	16	2
к. 15 Шихта	Очищення вагонів	224	16	2
к. III, V Шихта	Формування поїзду, очікування локомотиву	-	-	2
Пер. Шихта – Східна	Рух Шихта – Східна	-	-	0,15
к. 14, 15 Східна	Перестановка вагонів до підгіркового парку	600	40	0,25
ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3	Очікування локомотиву, осаджування на фронти навантаження	-	-	2

Необхідно відмітити ймовірнісний характер частини параметрів роботи в процесі проходження вагонами вищевказаних елементів МЛСЗ.

1.5 Характеристика вантажу та складської системи постачальника

Склади металопрокату постачальника є критими, добре механізовані із якісним освітленням.

На рисунку 1.9 показано складський майданчик ЦГПТЛ та штабелі листового прокату у пачках.

Для вантажних робіт використовуються мостові крани [8].



Рисунок 1.9 – Складський майданчик ЦГПТЛ

У якості вантажозахоплювальних органів використовуються механічні траверси, що показано на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 – Використання механічної траверси для переміщення пачок листового прокату в ЦГПТЛ

В усіх трьох цехах використовується аналогічне обладнання, крім того, в ЦХП-1 через горизонтальну орієнтацію рулонів на складі (в ЦГПТЛ вони розміщуються встановленням на торець), використовуються скоби – рисунок 1.11.



Рисунок 1.11 – Переміщення металопрокату ЦХП-1 скобою

ЦХП-3 відрізняється технологією вантажних робіт тим, що не відвантажує прокат у рулонах, лише у пачках.

1.6 Постановка завдань магістерської роботи

За результатами аналітичного огляду процесу перевезення металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг» можна поставити наступні задачі:

- дослідити ефективність доставки металопродукції до основних складів підприємства, які розташовані у місті Київ;
- враховуючи можливість перевезення у зворотному напрямку на комбінат «Запоріжсталь» металобрухту з тих самих залізничних станцій, які є станціями призначення вагонів з металопрокатом, оцінити можливість використання орендних вагонів для здійснення перевезень;
- розробити імітаційну модель роботи досліджуваної транспортної системи, яка б дозволила аналізувати її параметри та встановити кількість орендованих вагонів, які можуть забезпечити планові обсяги перевезень;
- виконати економічні розрахунки можливих варіантів організації доставки металопрокату до Метал-холдингу.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інтенсивності постачання металопрокату до Метал-холдингу

Через обставини сьогодення аналізуємо дані довоєнного періоду щодо відвантаження металопродукції Запоріжсталі до Метал-холдингу.

На рисунку 2.1 показані співвідношення обсягів відвантаження металопродукції цехами-відправниками до станцій призначення Метал-холдингу.



Рисунок 2.1 – Співвідношення обсягів відвантаження металопродукції цехами-відправниками до станцій призначення Метал-холдингу

На рисунку 2.2 показані співвідношення обсягів відвантаження металопродукції між цехами-відправниками.

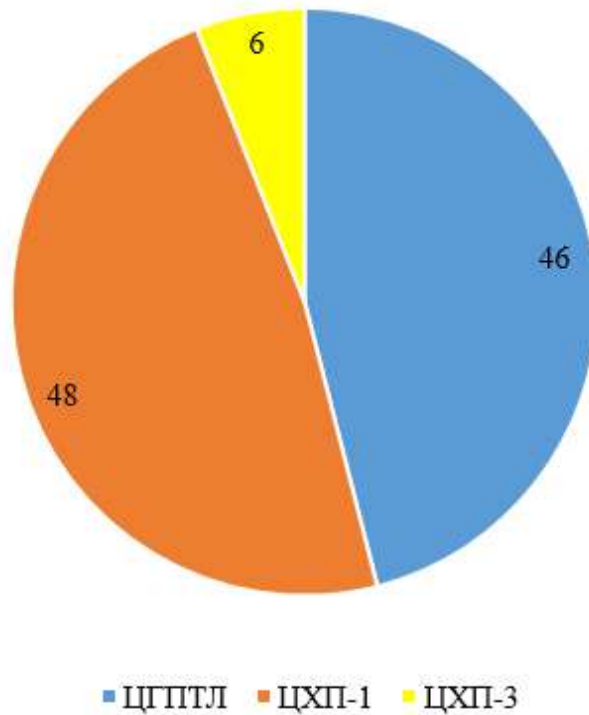


Рисунок 2.2 - Співвідношення обсягів відвантаження металопродукції до Метал-холдингу між цехами-відправниками

2.1.1 Відвантаження ЦГПТЛ до Метал-холдингу

Проаналізуємо розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦГПТЛ до Метал-холдингу – таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 – Розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦГПТЛ до Метал-холдингу

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
1	70,00	65,53	24
2	70,00	66,36	24,1

Продовження таблиці 2.1

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
3	69,00	67,285	24,2
4	70,00	68,185	35,5
5	70,00	69,825	33,6
6	70,00	64,15	24,4
7	69,00	64,69	20,8
8	70,00	62,03	21
9	69,00	67,53	26,6
10	70,00	67,235	33,5
11	71,00	67,26	26,9
12	70,00	66,69	11,6
13	70,00	67,23	28
14	70,00	65,65	39,1
15	69,00	64,79	43,3
16	69,00	67,61	15
17	71,00	68,225	2,3
18	70,00	64,51	12,8
19	70,00	63,21	62,5
20	70,00	62,365	29,5
21	71,00	68,125	12,7
22	70,00	64,86	34
23	69,00	67,67	36,2
24	70,00	64,605	38,5
25	70,00	64,405	16,3
26	70,00	65,075	12,5
27	70,00	67,05	37

Кінець таблиці 2.1

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
28	70,00	63,14	43
29	70,00	66,365	18,5
30	70,00	68,71	14,3
31	70,00	66,825	28,2
32	70,00	66,9	29,2

На рисунку 2.3 показано розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦГПТЛ прокату до Метал-холдингу [9].

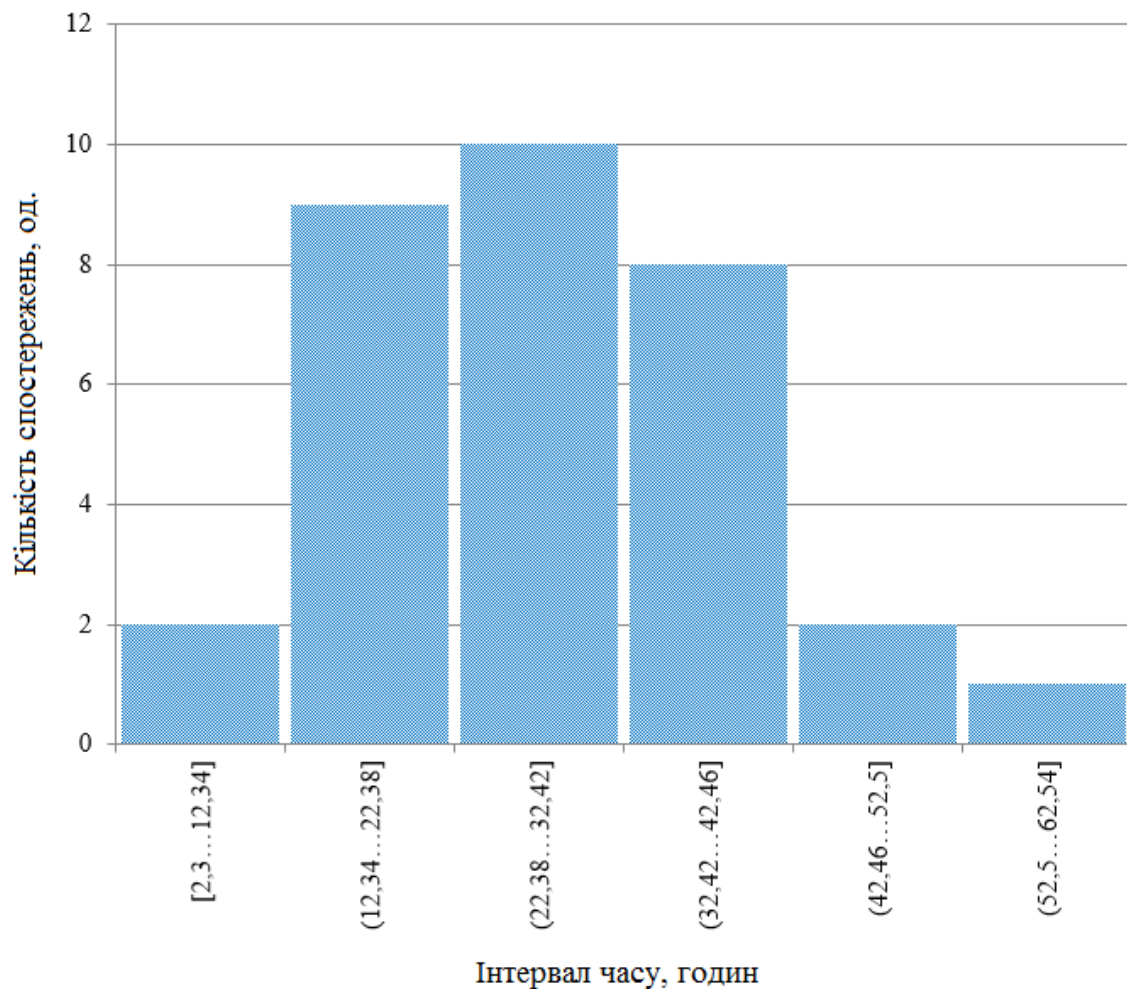


Рисунок 2.3 – Розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦГПТЛ прокату до Метал-холдингу

При розробці моделі будемо задавати інтервал навантаження нормальним законом розподілу [9]. Характеристики проаналізованого ряду:

- мінімальний час, год. 2,3;
- максимальний час, год. 62,5;
- проаналізовано значень, од. 32;
- матем. очікування, год. 26,85;
- інтервалів, од. 6;
- інтервал, год. 10,04;
- станд. відхилення, год. 12,08.

Середнє завантаження вагону ЦГПТЛ до Метал-холдингу становить 66 т.

2.1.2 Відвантаження ЦХП-1 до Метал-холдингу

Проаналізуємо розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦХП-1 до Метал-холдингу – таблиця 2.2.

Таблиця 2.2 – Розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦХП-1 до Метал-холдингу

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
1	70,00	66,785	21,3
2	70,00	60,03	33,5
3	69,00	64,51	26,9
4	70,00	66,565	10,4

Продовження таблиці 2.2

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
5	70,00	63,63	30,8
6	70,00	66,92	39,1
7	71,00	67,92	39
8	70,00	67,37	15
9	69,00	66,575	2,1
10	70,00	67,975	10,2
11	70,00	65,67	50
12	71,00	64,125	32,5
13	70,00	63,815	11,4
14	70,00	68,04	27,2
15	70,00	68,98	29
16	70,00	66,74	42,4
17	70,00	67,505	13
18	69,00	65,72	13,8
19	70,00	64,06	37
20	70,00	63,505	43
21	70,00	63,775	16,7
22	71,00	65,74	12,9
23	70,00	63,07	28,2
24	70,00	68,43	29,2
25	70,00	63,48	24
26	69,00	64,73	21,7
27	70,00	67,165	21,8
28	70,00	61,235	39,1
29	70,00	66,3	30,2

Кінець таблиці 2.2

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
30	70,00	68,505	22
31	70,00	67,85	20,8

На рисунку 2.4 показано розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦХП-1 прокату до Метал-холдингу.

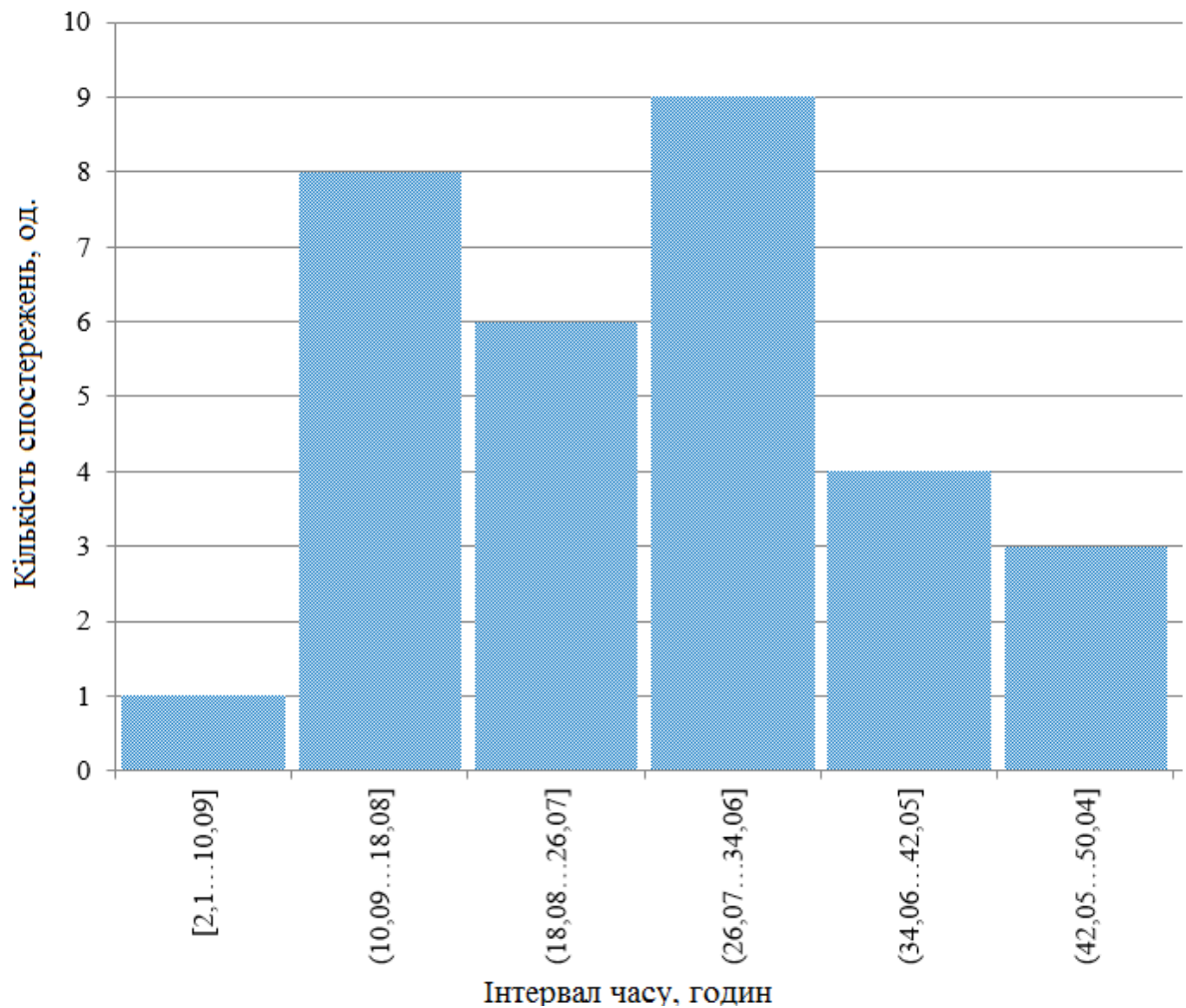


Рисунок 2.4 – Розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦХП-1 прокату до Метал-холдингу

При розробці моделі будемо задавати інтервал навантаження нормальним законом розподілу. Характеристики проаналізованого ряду:

- мінімальний час, год. 2,1;
- максимальний час, год. 50;
- проаналізовано значень, од. 31;
- матем. очікування, год. 25,62;
- інтервалів, од. 6;
- інтервал, год. 7,99;
- станд. відхилення, год. 11,56.

Середнє завантаження вагону ЦХП-1 до Метал-холдингу становить 65,7 т.

2.1.3 Відвантаження ЦХП-3 до Метал-холдингу

Проаналізуємо розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦХП-3 до Метал-холдингу – таблиця 2.3.

Таблиця 2.3 – Розміри інтервалів часу відвантаження продукції ЦХП-3 до Метал-холдингу

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
1	70,00	62,88	49
2	70,00	67,68	263
3	70,00	65,93	320
4	70,00	67,445	250

Кінець таблиці 2.3

№ з/п	Вантажопідйомність вагону, т	Рівень завантаження вагону, т	Інтервал навантаження, год
5	69,00	64,96	423
6	70,00	64,68	453
7	69,00	67,28	125

На рисунку 2.5 показано розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦХП-3 прокату до Метал-холдингу.

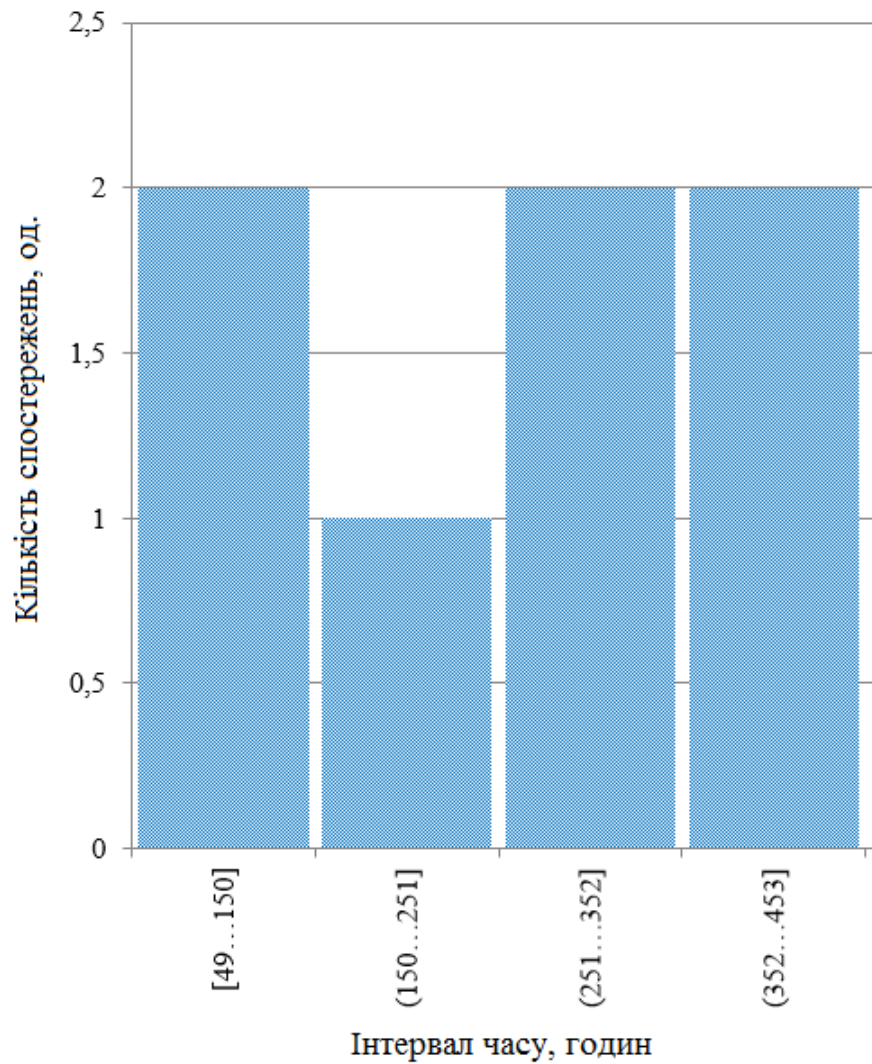


Рисунок 2.5 – Розподіл кількості значень спостережень інтервалів між навантаженням ЦХП-3 прокату до Метал-холдингу

При розробці моделі будемо задавати інтервал навантаження рівномірним законом розподілу. Характеристики проаналізованого ряду:

- мінімальний час, год. 49;
- максимальний час, год. 453;
- проаналізовано значень, од. 7;
- матем. очікування, год. 269;
- інтервалів, од. 4;
- інтервал, год. 101;
- станд. відхилення, год. 141,7.

Середнє завантаження вагону ЦХП-3 до Метал-холдингу становить 65,8 т.

2.2 Аналіз тривалості доставки прокату залізницею

Відстань доставки вантажу від станції Запоріжжя-Ліве становить:

- до станції Київ-Волинський 714 км;
- до станції Київ-Деміївський 739 км;
- до станції Почаївська 744 км.

Нормативний термін доставки становить 5 діб або 120 годин для кожної з цих станцій – різниця у відстані перевезення по вимірах залізничного транспорту незначна.

Тож аналіз часу доставки здійснюємо за узагальненими даними.

На рисунку 2.6 наведено розподіл кількості значень тривалості часу доставки вагонів до Метал-холдингу.

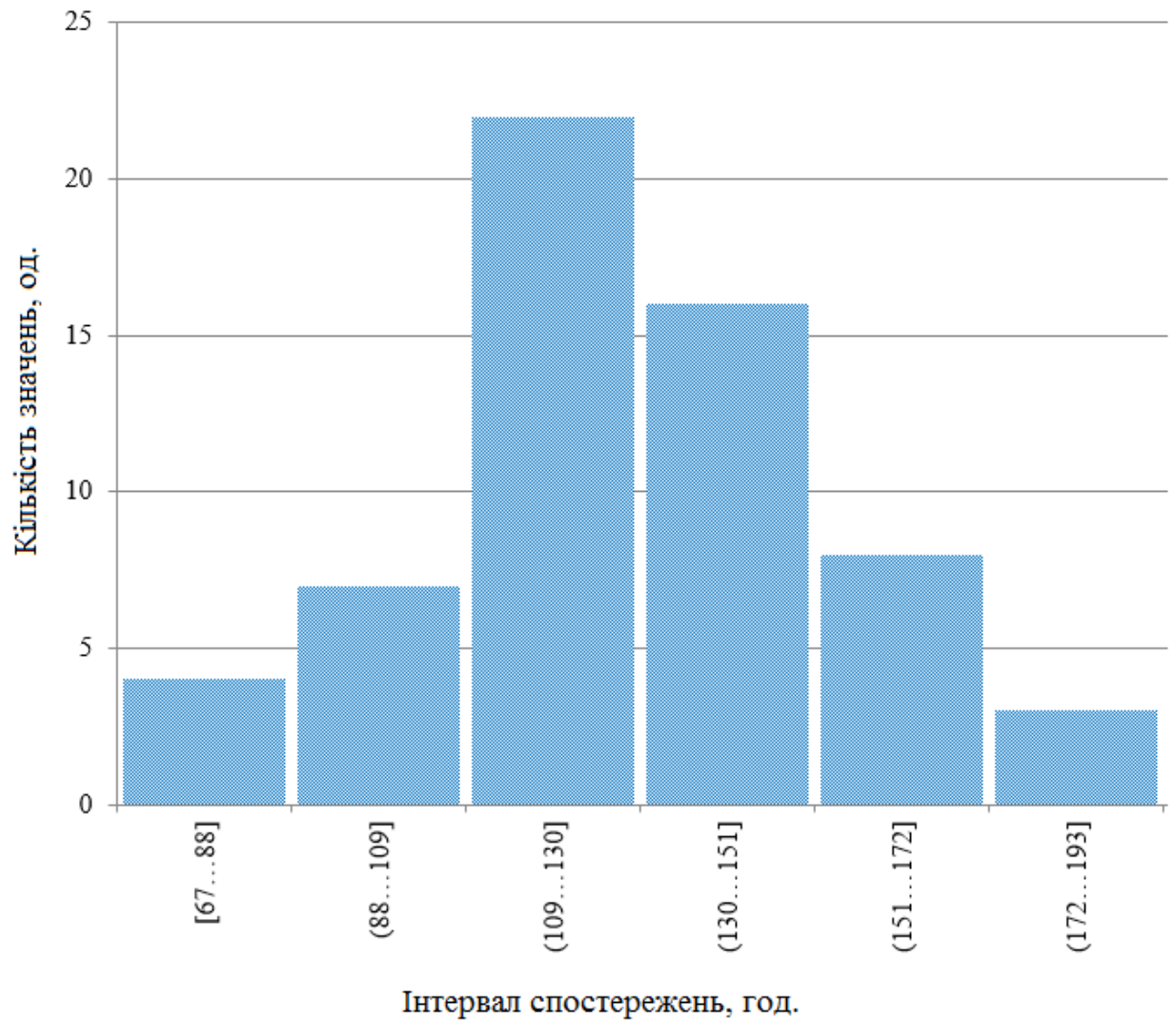


Рисунок 2.6 – Розподіл кількості значень тривалості часу доставки вагонів до Метал-холдингу

При розробці моделі будемо задавати тривалість доставки нормальним законом розподілу.

Характеристики проаналізованого ряду:

- мінімальний час, год. 67;
- максимальний час, год. 193;
- проаналізовано значень, од. 60;
- матем. очікування, год. 127,78;
- інтервалів, од. 6;

- інтервал, год. 21;
- станд. відхилення, год. 26,07.

2.3 Розробка моделі доставки прокату до Метал-холдингу

В якості інструменту моделювання обрано програмний продукт Енілоджік, створюємо модель з назвою Metal_hold – рисунок 2.7.

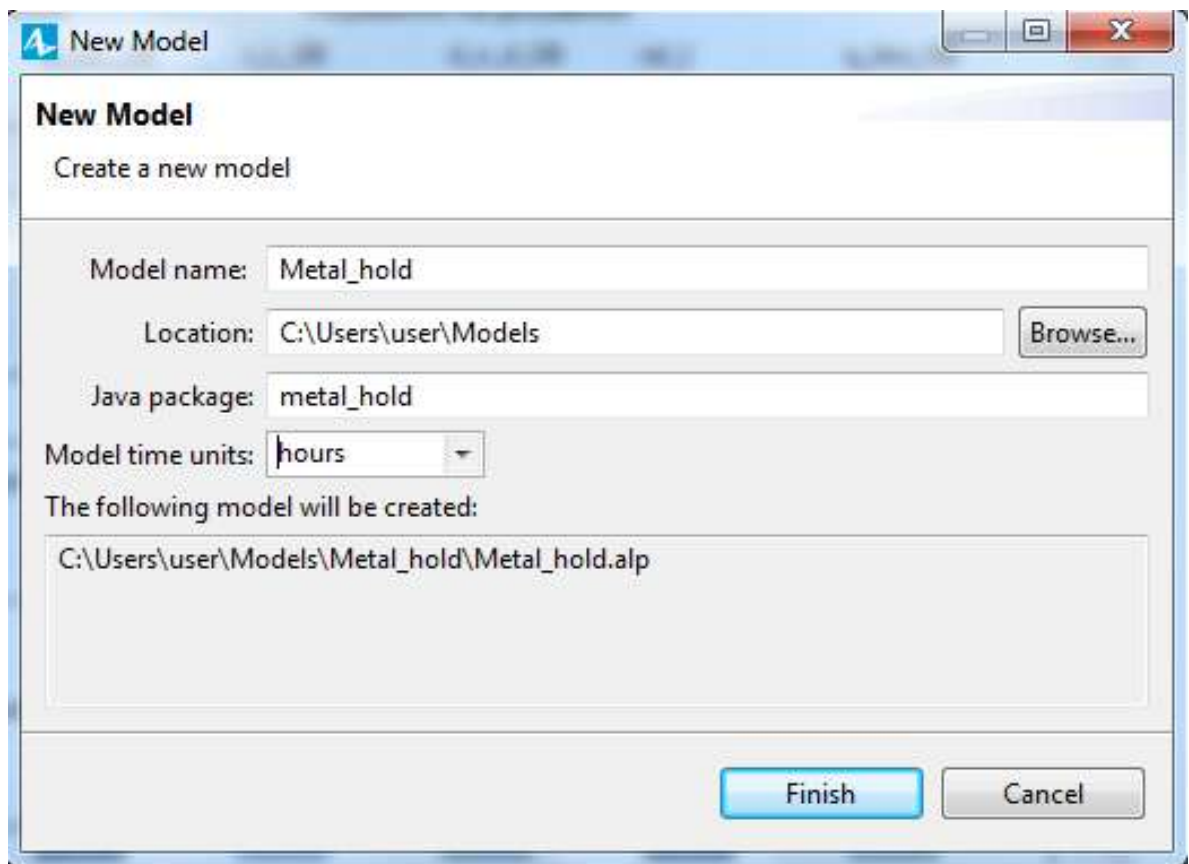


Рисунок 2.7 – Модель Metal_hold

Партії вантажу в цьому програмному середовищі будуть імітуватись замовленнями. У нашому випадку буде три джерела замовлень, відповідно до кількості цехів-відправників.

На рисунку 2.8 показне джерело замовлень ЦГПТЛ – об’єкт workshop_GP.

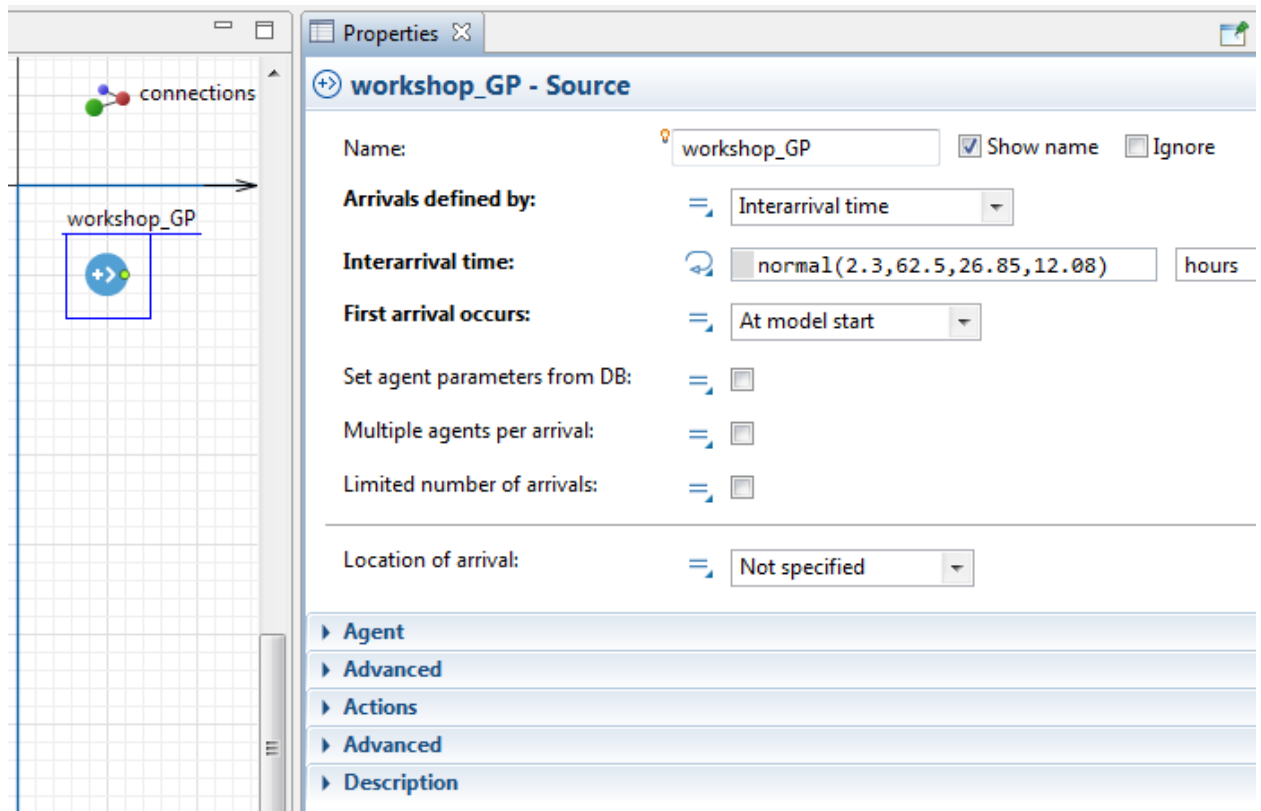


Рисунок 2.8 – Об’єкт workshop_GP

Генеруються замовлення за інтервалами часу:

$\text{normal}(2.3, 62.5, 26.85, 12.08),$

тобто за нормальним законом розподілу з визначеному у попередньому розділі параметрами.

Так само, створюємо джерела замовлень для ЦХП-1 та ЦХП-3, що показано на рисунках 2.9, 2.10.

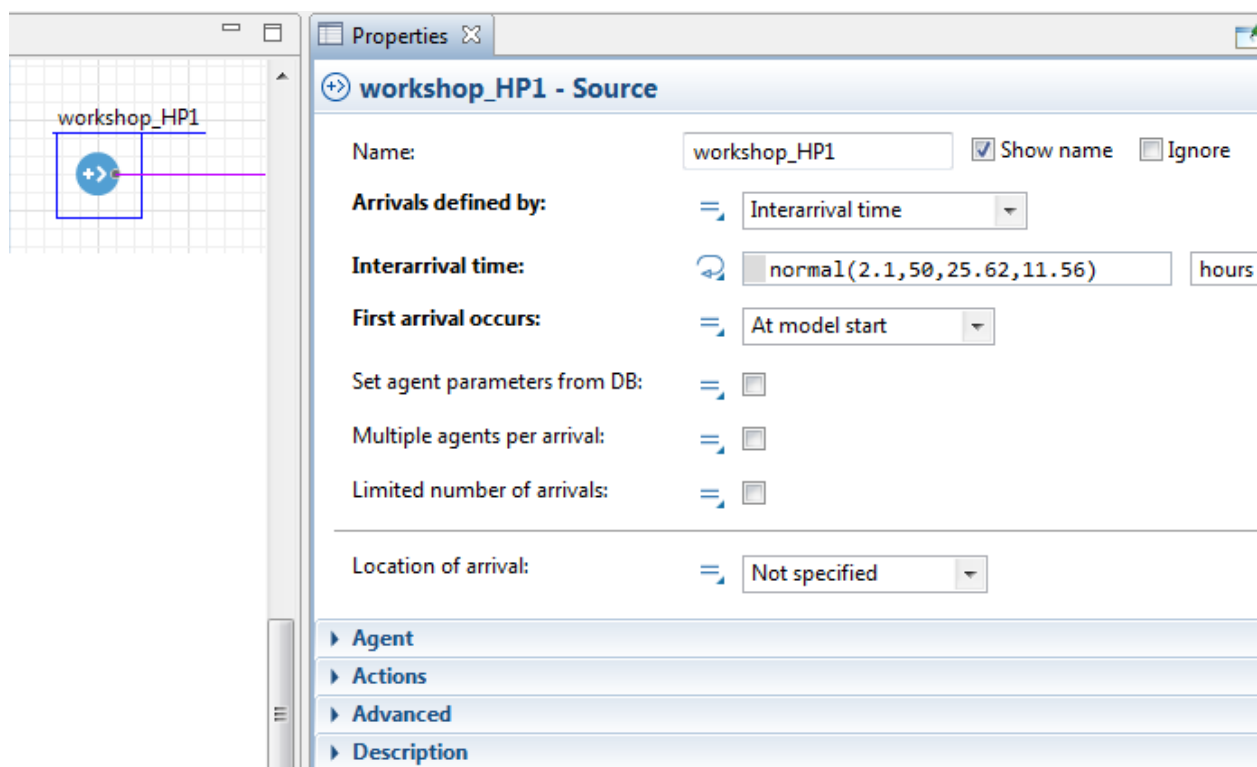


Рисунок 2.9 – Об'єкт workshop_HP1

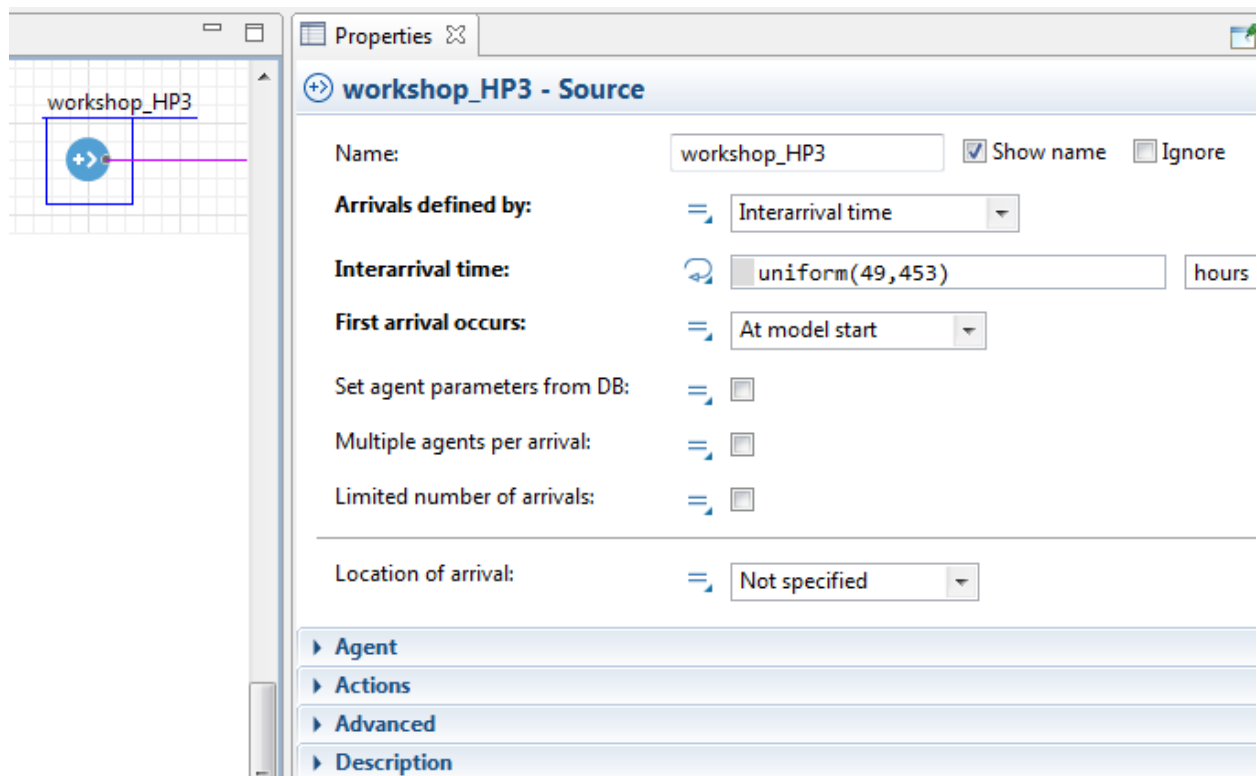


Рисунок 2.10 – Об'єкт workshop_HP3

Замовлення об'єктом `workshop_HP1` генеруються за інтервалами часу за виразом:

`normal(2.1,50,25.62,11.56),`

тобто за нормальним законом розподілу з визначеному у попередньому розділі параметрами.

Замовлення об'єктом `workshop_HP3` генеруються за інтервалами часу за виразом:

`uniform(49,453),`

тобто за рівномірним законом розподілу з визначеному у попередньому розділі параметрами (достатньо вказати мінімальне та максимальне значення).

Надалі замовлення потрапляють до блоку об'єктів-черг, що показано на рисунку 2.11.

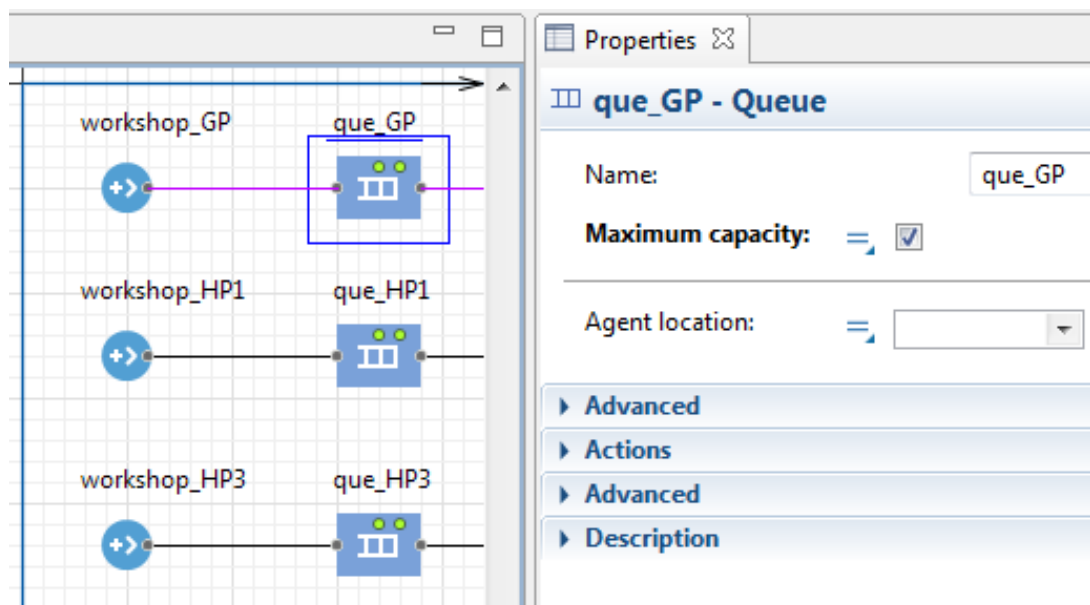


Рисунок 2.11 – Блок об'єктів черг

Ці об'єкти імітують зберігання вантажу на складах цехів-виробників. Для усіх черг встановлено максимальний розмір зберігання замовлень, оскільки саме цей параметр в ході виконання експериментів є невизначеним, а таким чином, забезпечується уникнення помилок в роботі імітаційної моделі [5].

Наступний блок об'єктів – рисунок 2.12 – приєднує до замовлень ресурси-вагони.

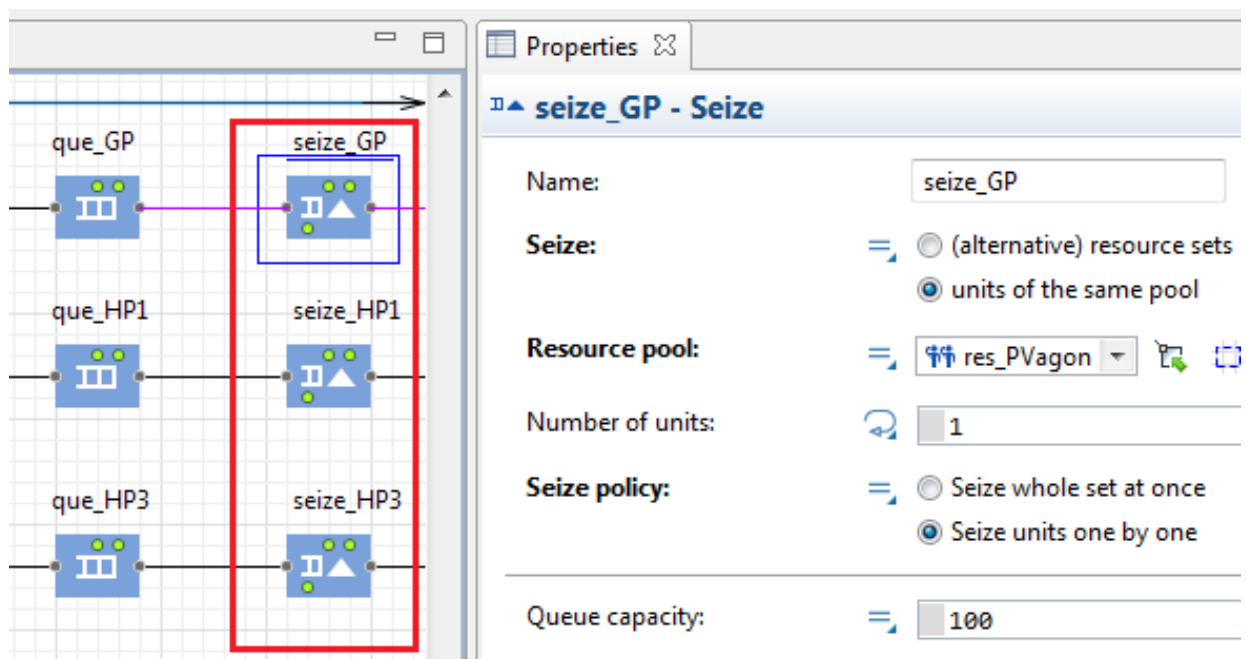


Рисунок 2.12 – Об'єкти приєднання ресурсів до замовлень

Дані ресурси описуються окремим об'єктом, в якому можна вказати їх кількість (рисунок 2.13).

Встановлюємо параметри:

- тип ресурсу – статичний (для наших цілей цього достатньо);
- кількість ресурсу задаються «напрямую»;
- місткість є змінним параметром, саме через нього буде здійснюватися управління моделлю.

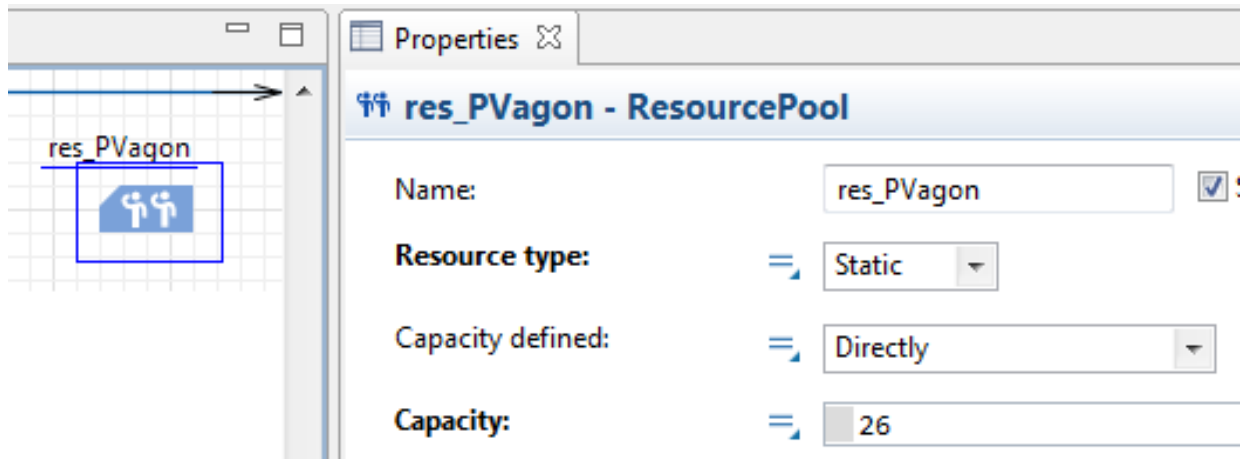


Рисунок 2.13 – Ресурси моделі res_PVagon

Описаний блок повністю показаний на рисунку 2.14 із наступними елементами, які блокують рух замовлень із приєднаними ресурсами.

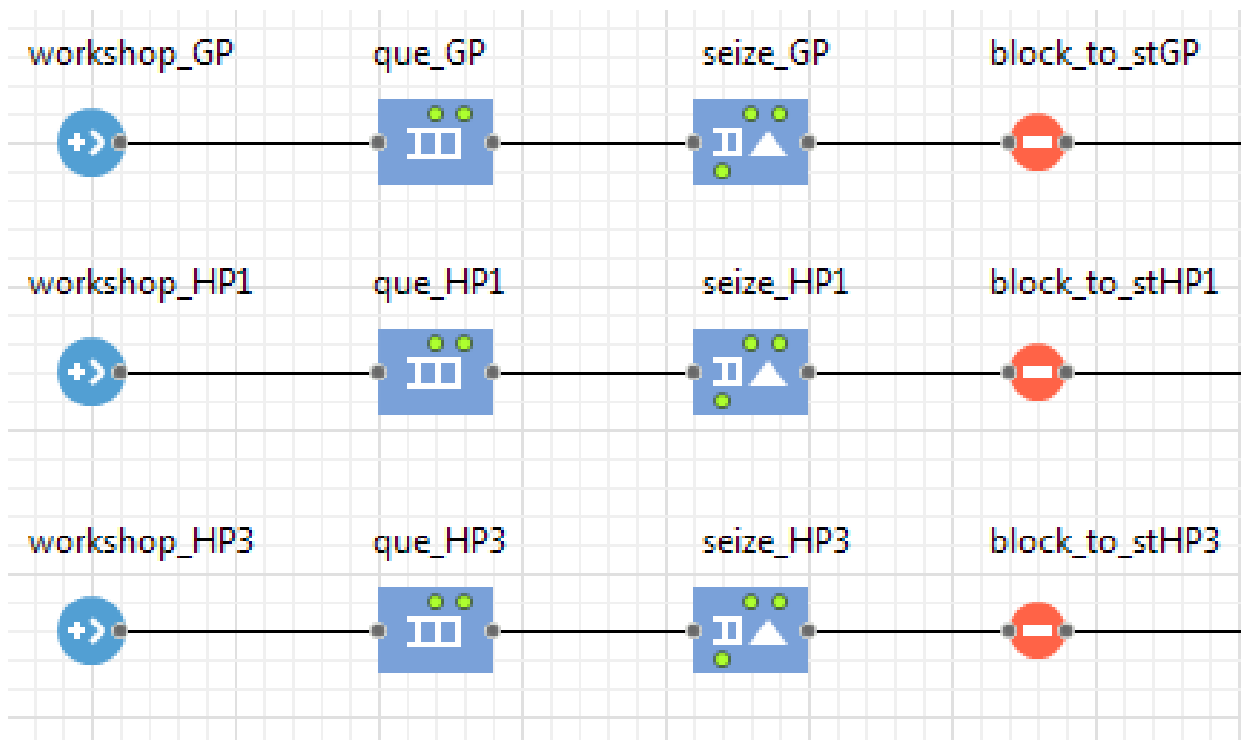


Рисунок 2.14 – Початковий блок програми

Кожен блокатор має певні функції. Блокатор `block_to_stGP` за ініціалізації програми не є заблокованим, а при входженні до нього замовлень блокує інші гілки просування замовлень:

```
block_to_stHP1.setBlocked(true);
block_to_stHP3.setBlocked(true);,
```

що показано на рисунку 2.15.

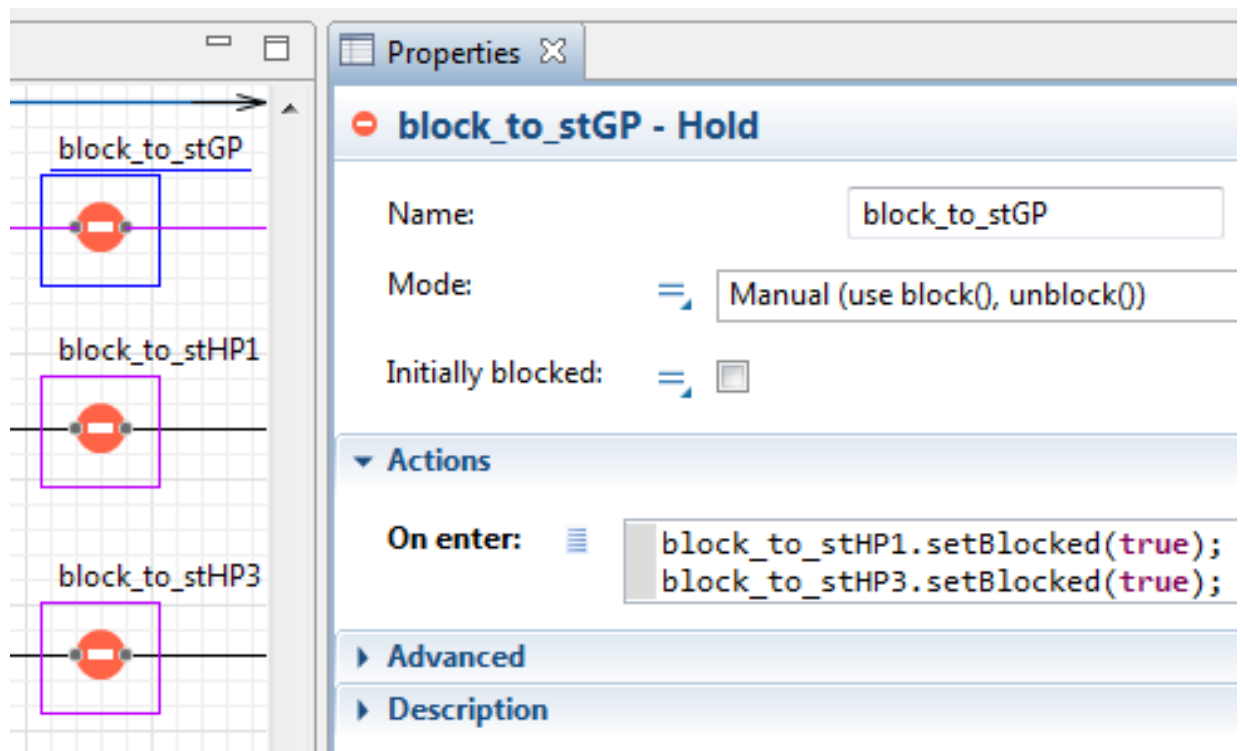


Рисунок 2.15 – Блокатор `block_to_stGP`

Так само працюють блокатори `block_to_stHP1` та `block_to_stHP3`, що показано на рисунках 2.16 та 2.17.

Таким чином імітується затримка, у разі готовності, інших составів від цехів-відправників в період перевезення составу з одного з них, який займає горловину станції.

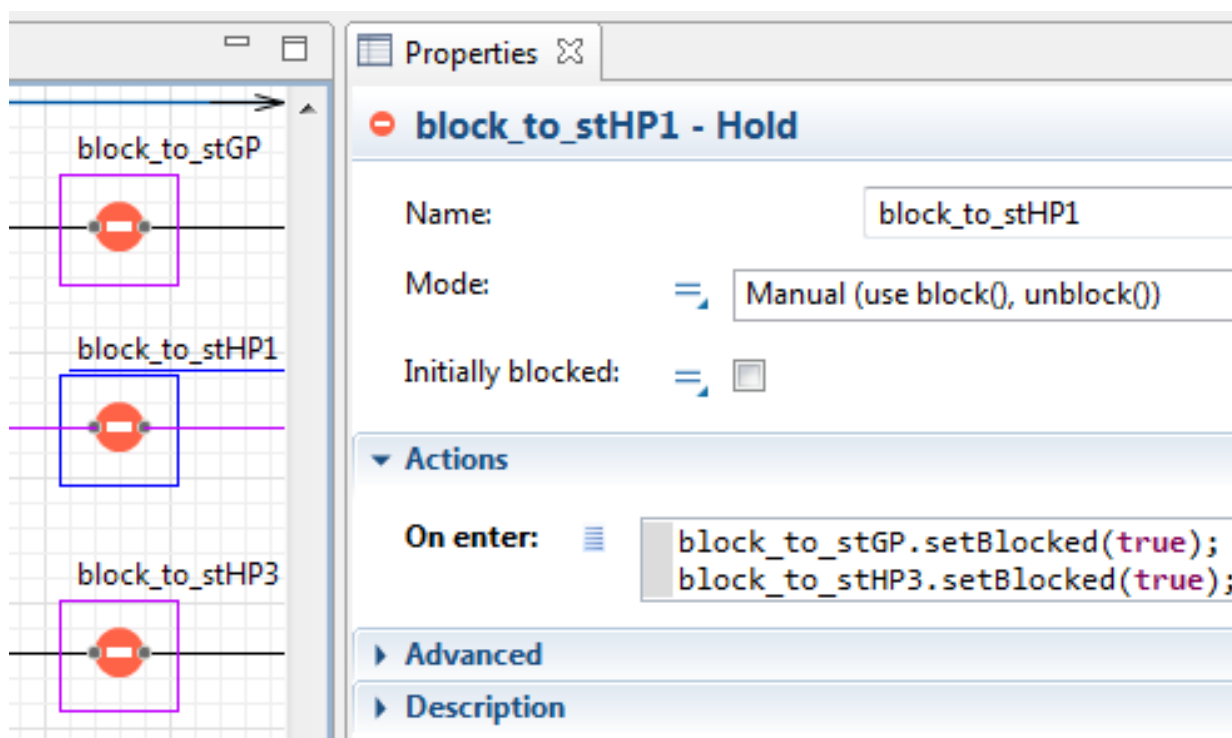


Рисунок 2.16 – Блокатор block_to_stHP1

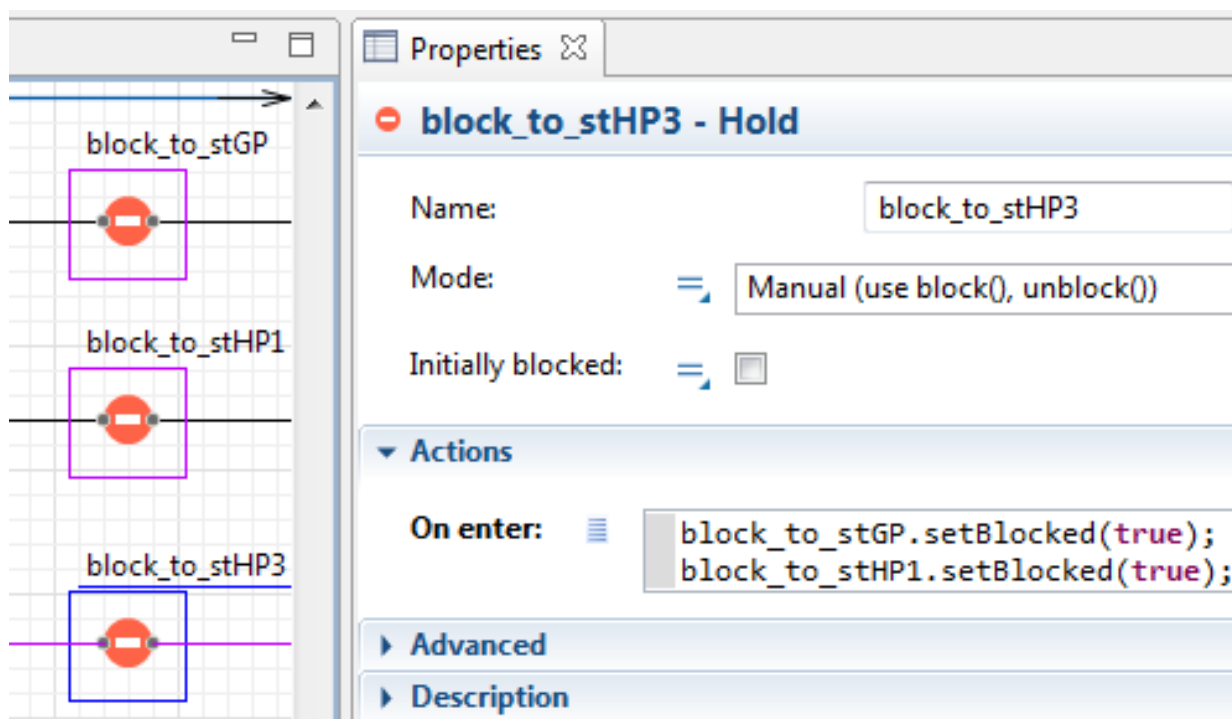


Рисунок 2.17 – Блокатор block_to_stHP3

Наступний блок складається з елементів затримки, що імітують доставку вагонів до горючого парку станції Східна.

На рисунку 2.18 показаний об'єкт to_station_S.

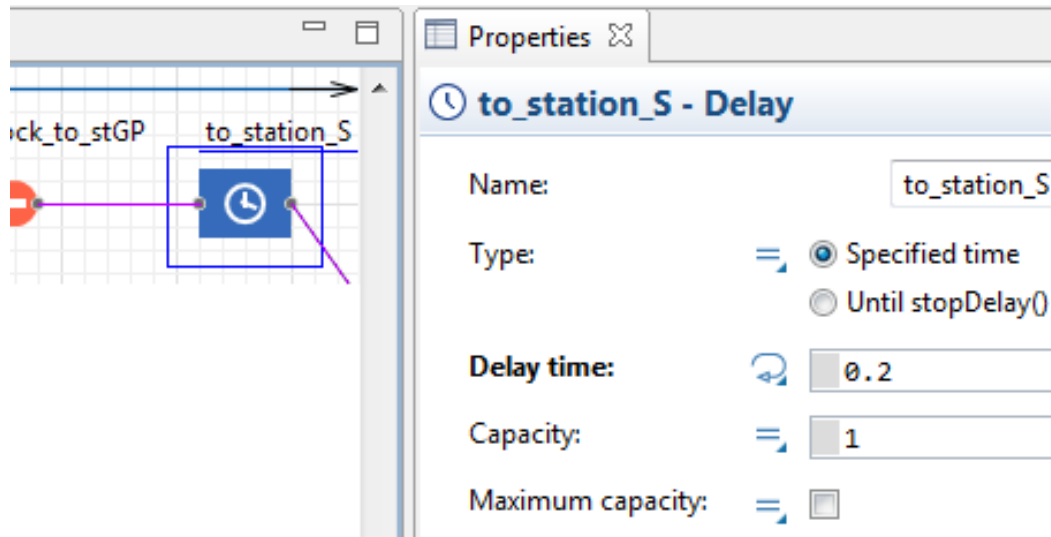


Рисунок 2.18 – Об'єкт to_station_S

Цей об'єкт імітує доставку з ЦГПТЛ до станції Східна із затримкою 0,2 години.

На рисунку 2.19 показаний об'єкт to_station_S1.

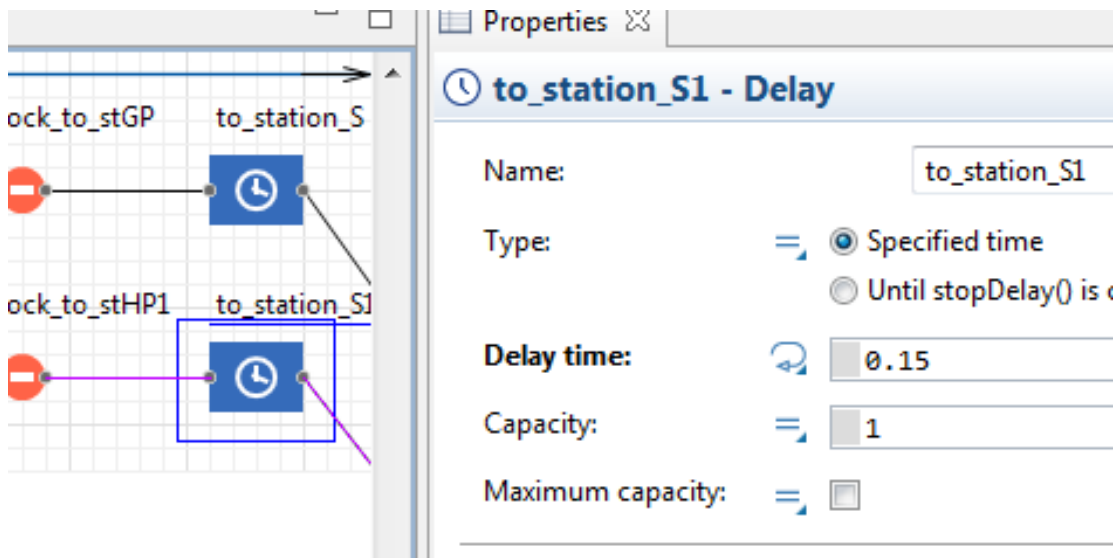


Рисунок 2.19 – Об'єкт to_station_S1

Цей об'єкт імітує доставку з ЦХП-1 до станції Східна із затримкою 0,15 години.

На рисунку 2.20 показаний об'єкт to_station_S2.

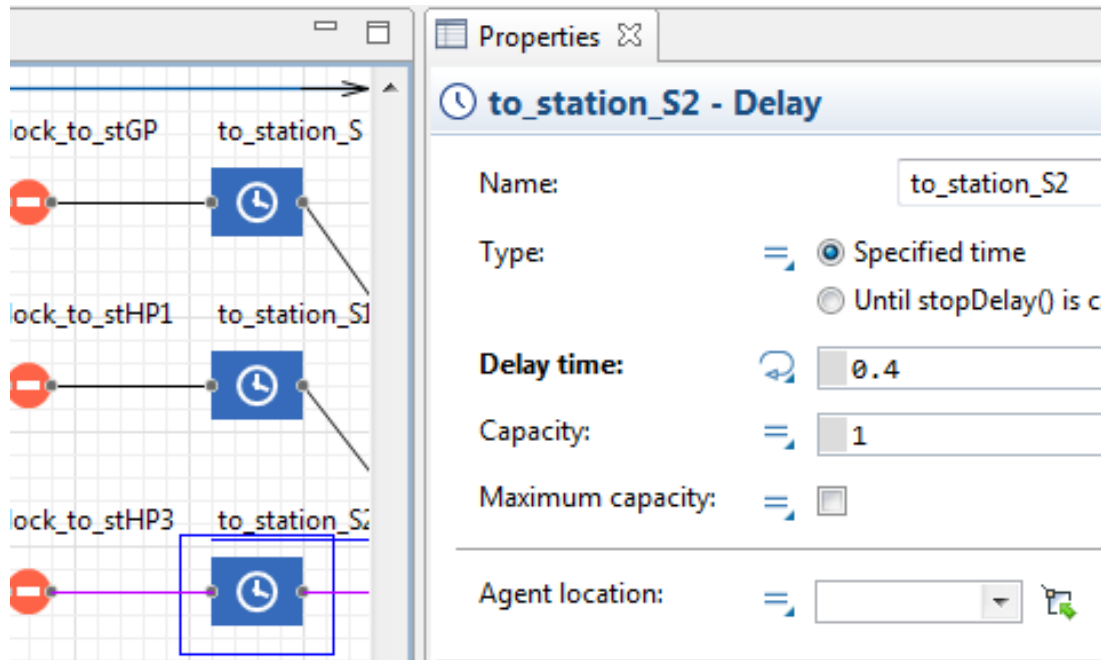


Рисунок 2.20 – Об'єкт to_station_S2

Цей об'єкт імітує доставку з ЦХП-3 до станції Східна із затримкою 0,5 години.

Замовлення при виході з цих об'єктів потрапляють до однієї черги que_station_S рисунок 2.21.

В цій черзі при входженні замовлень виконуються наступні команди з розблокування:

```
block_to_stGP.setBlocked(false);
block_to_stHP1.setBlocked(false);
block_to_stHP3.setBlocked(false);
```

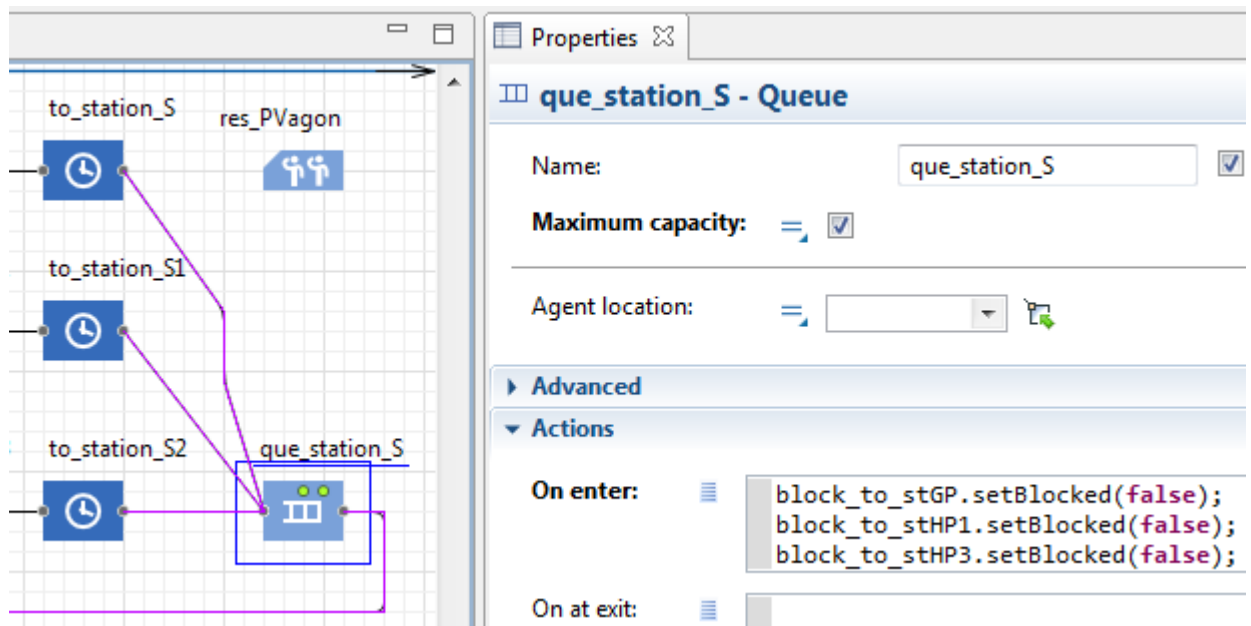


Рисунок 2.21 – Черга que_station_S

Наступний елемент delay_st_GK імітує сортування вагонів на гірці – рисунок 2.22.

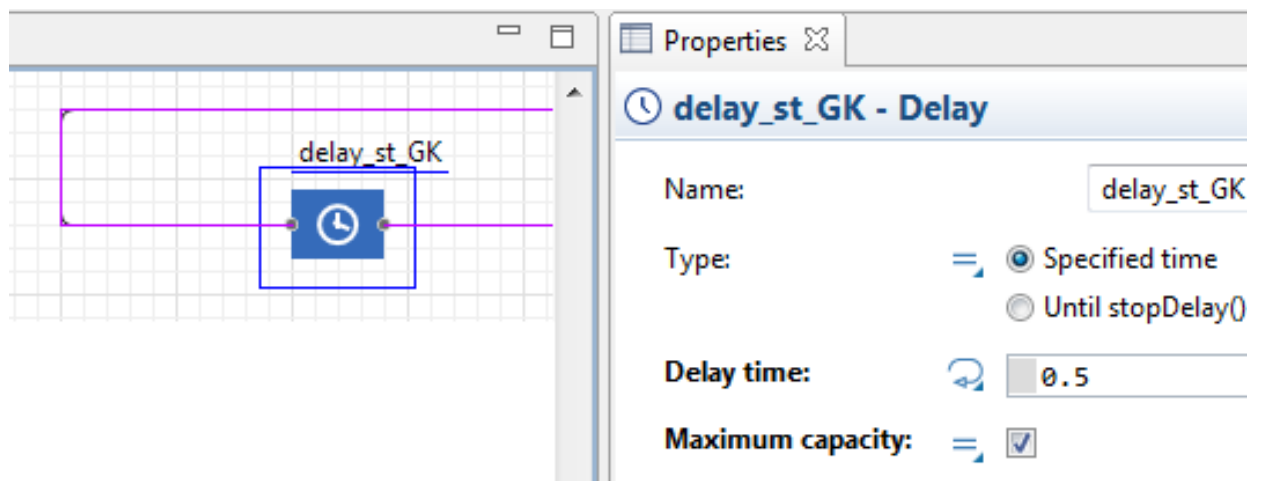


Рисунок 2.22 – Елемент delay_st_GK

Після проходження цього елемента вони зберігаються у черзі que_form з максимальним параметром місткості – рисунок 2.23.

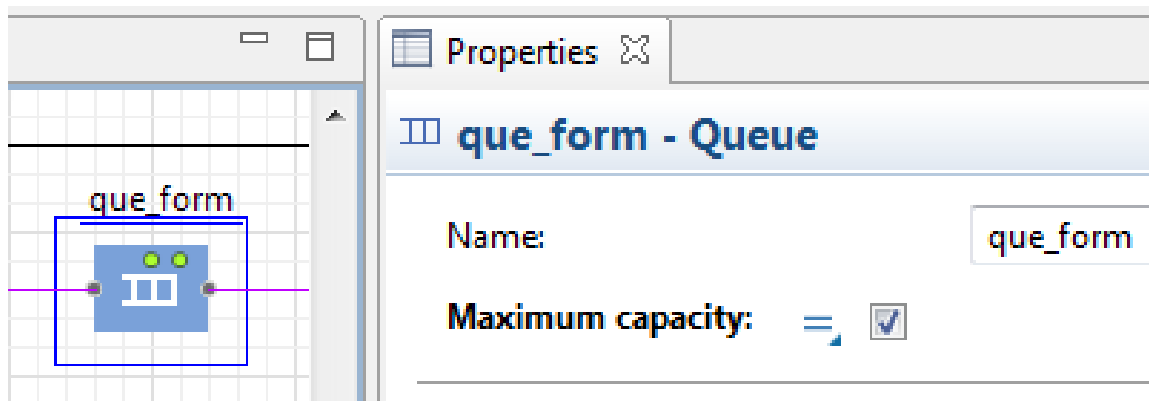


Рисунок 2.23 – Черга que_form

Подальший ланцюг просування замовлень-ресурсів показаний на рисунку 2.24.

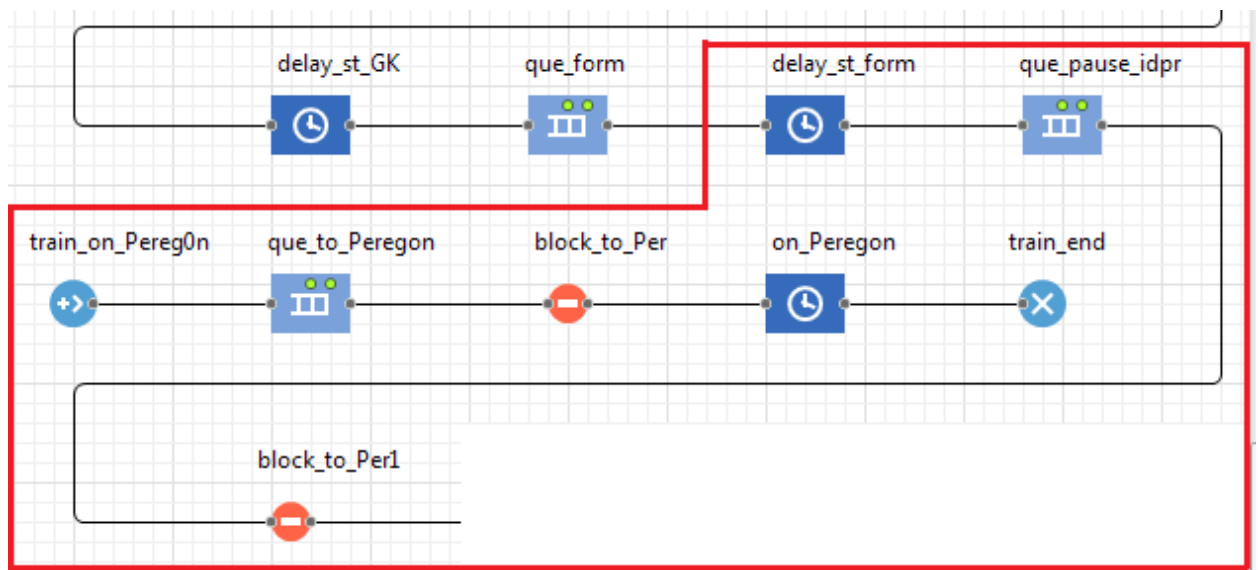


Рисунок 2.24 – Ланцюг управління відправленням поїздів

Об'єкт `delay_st_form` здійснює затримку – імітацію формування составу до відправлення до Метал-холдингу. Об'єкт `que_pause_idpr` імітує знаходження вагонів на колії відправлення разом із іншими вагонами, що очікують відправлення до Запоріжжя-Лівого.

Вихід з черги `que_pause_idpr` блокується з метою імітації зайнятості перегону іншими, у тому числі зустрічними поїздами, це здійснює об'єкт `block_to_Per1` – рисунок 2.25.

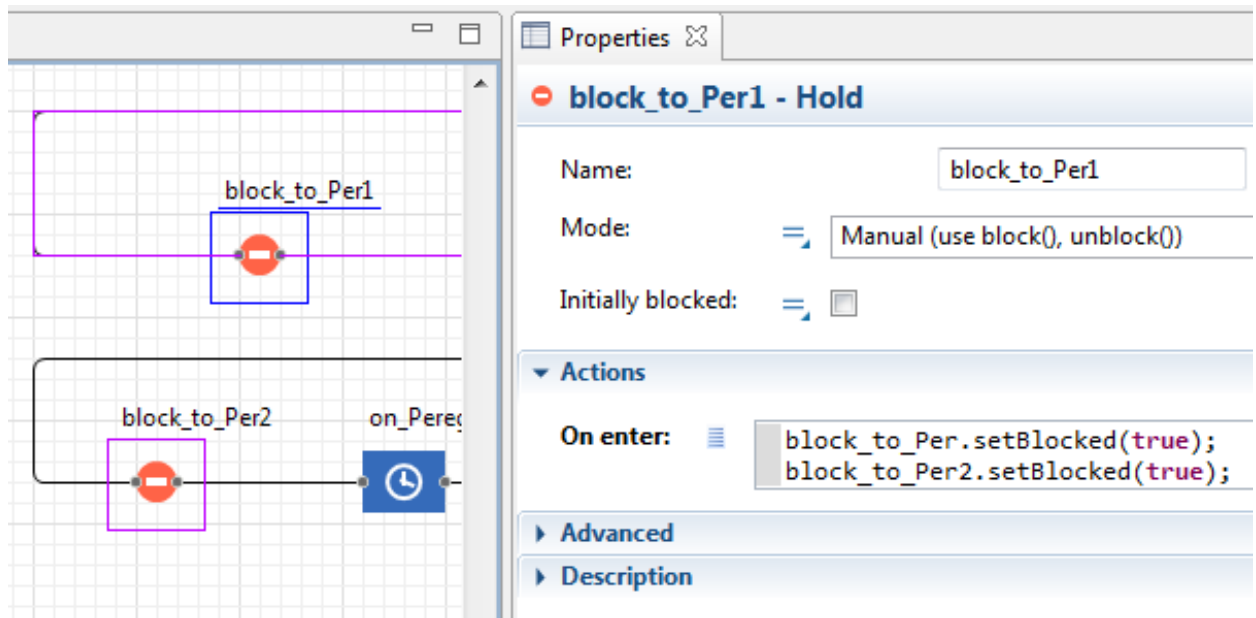


Рисунок 2.25 – Блокатор `block_to_Per1`

За аналогією, при входженні до цього об'єкту `block_to_Per1` поїзду, він так само блокує рух інших поїздів на час зайняття перегону власним поїздом із вагонами для Метал-холдингу.

Імітацію руху інших поїздів здійснює окрема гілка програми – рисунок 2.26.

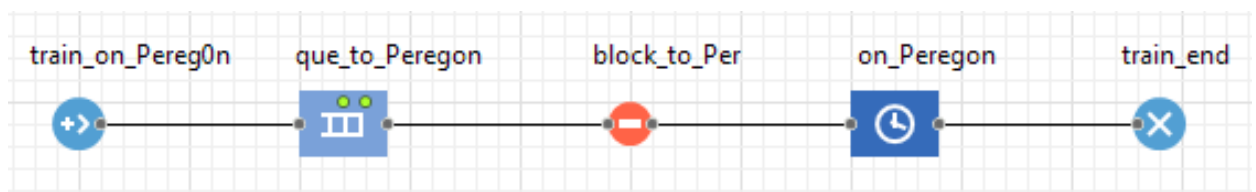


Рисунок 2.26 – Імітація руху інших поїздів

За даним ланцюгом об'єктом `train_on_Pereg0n` генеруються замовлення-поїзди через інтервали часу, які встановлюються за виразом:

`uniform(2,5),`

у годинах – рисунок 2.27.

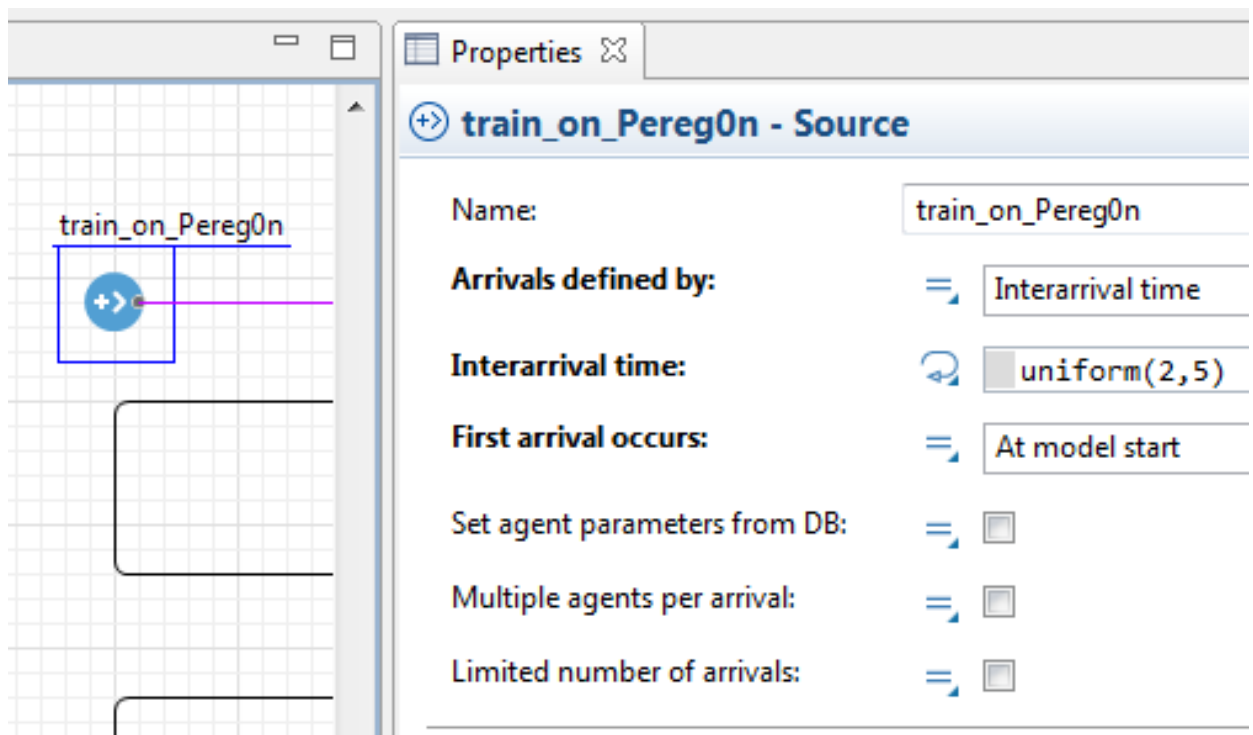


Рисунок 2.27 - Об'єкт `train_on_Pereg0n`

Наступним за `train_on_Pereg0n` об'єктом є черга `que_to_Peregon`, яка потрібна у якості місця зберігання згенерованих замовлень, які за вимогами програми не можуть зберігатись у елементі їх генерації.

Просування замовлень призупиняє наступний об'єкт - `block_to_Per`, показаний на рисунку 2.28.

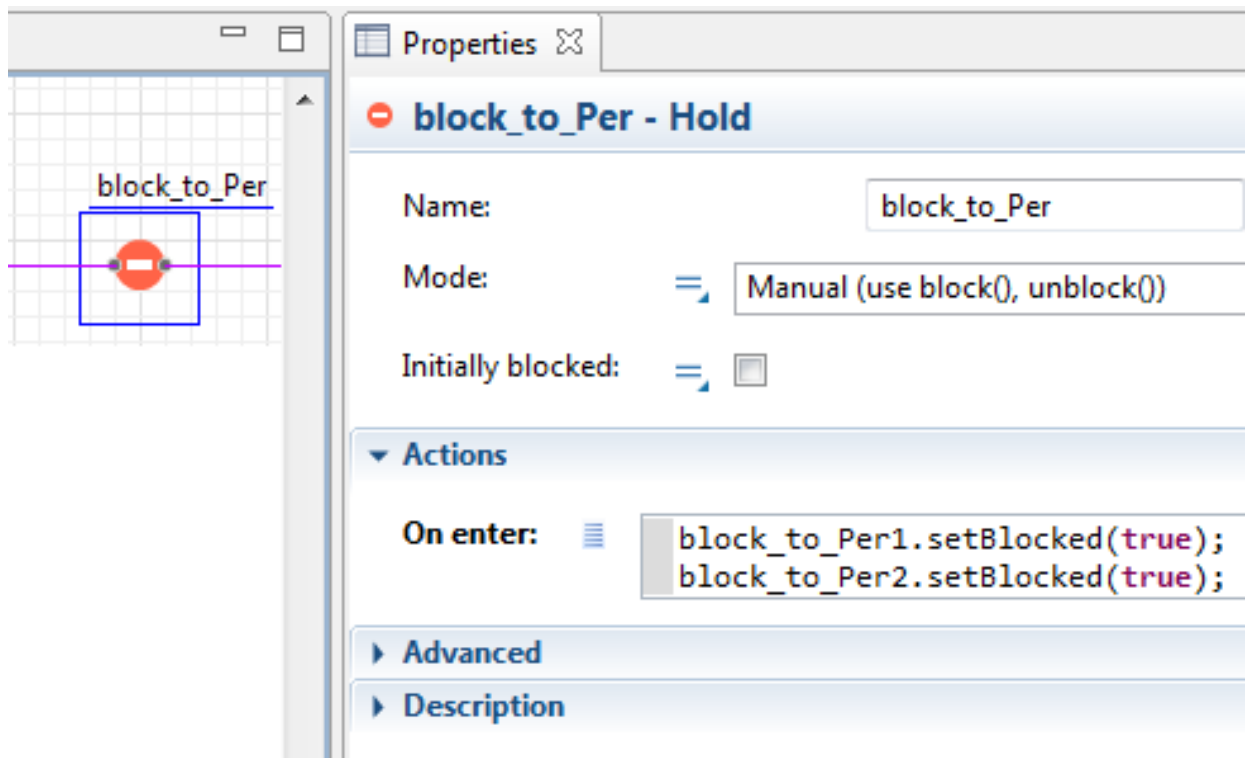


Рисунок 2.28 – Об'єкт block_to_Per

Якщо до об'єкту block_to_Per надходять замовлення, він блокує доступ до перегону з інших об'єктів:

```
block_to_Per1.setBlocked(true);
block_to_Per2.setBlocked(true);
```

Їх розблокування відбувається після витримки часу на проходження поїздом перегону об'єктом on_Peregon, його параметри показані на рисунку 2.29. Розблокування здійснюється при виході замовлень з об'єкту:

```
block_to_Per1.setBlocked(false);
block_to_Per2.setBlocked(false);
```

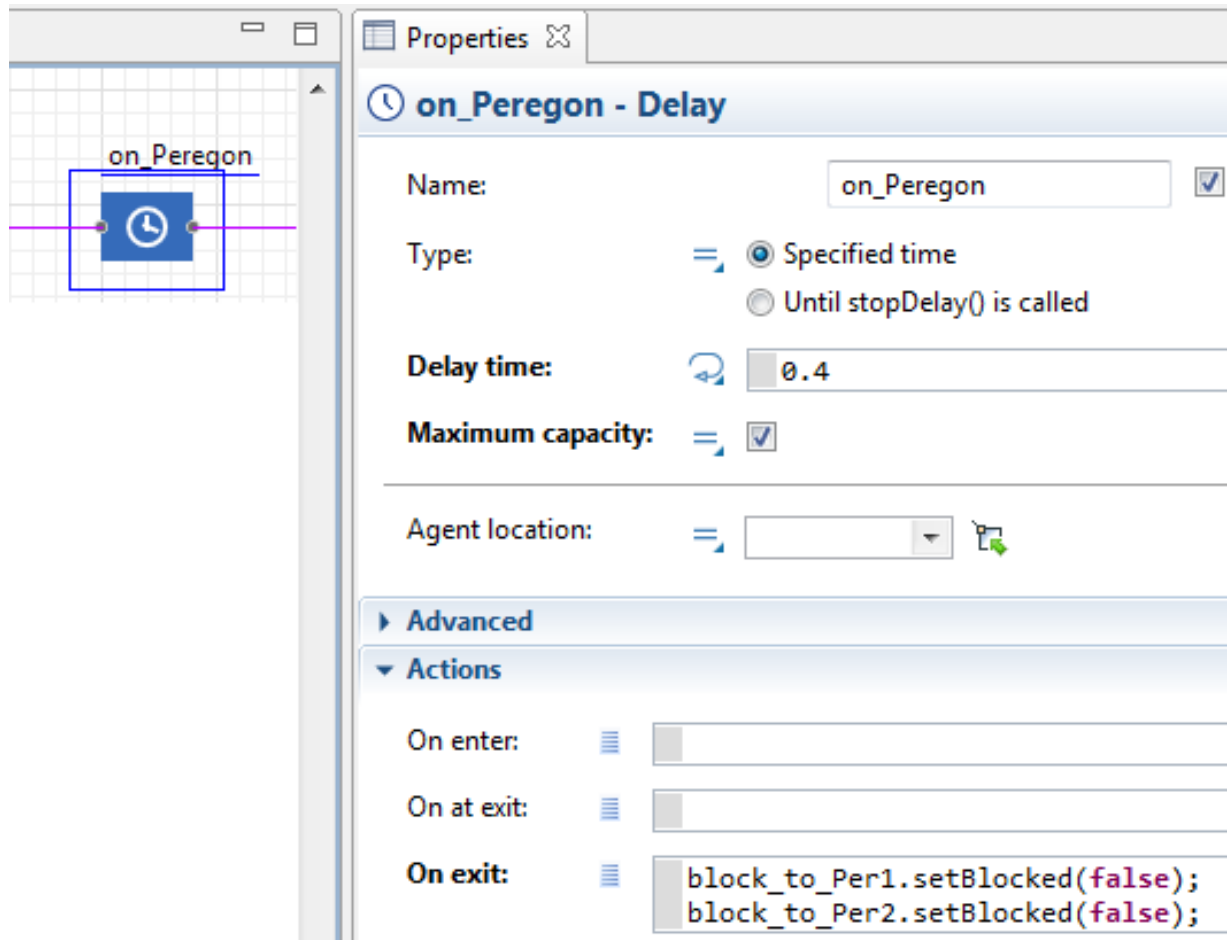


Рисунок 2.29 – Об'єкт on_Peregon

Після даної процедури замовлення знищуються об'єктом train_end.
Розглянемо останній блок проходження замовлень – рисунок 2.30.

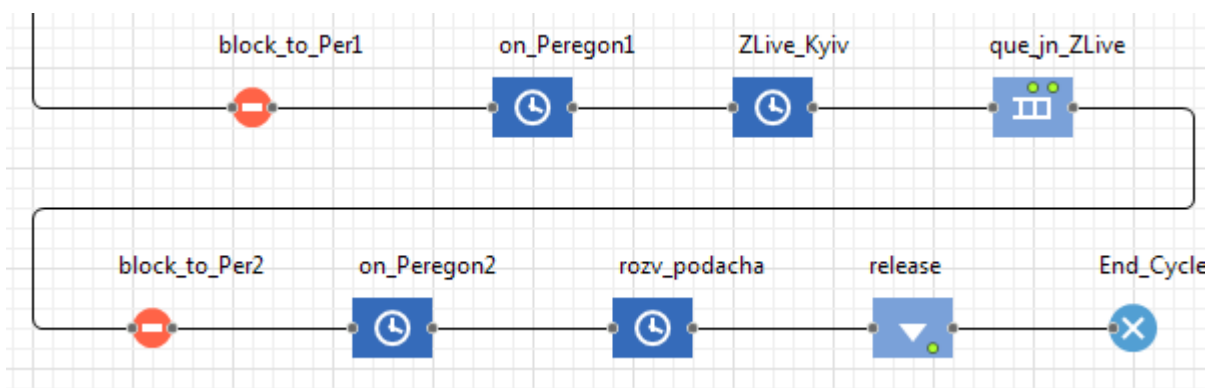


Рисунок 2.30 – Останній блок проходження замовлень

Об'єктом on_Peregon1 здійснюється затримка – імітація руху по перегону, та при виході з цього елементу надається можливість зайняття перегону іншими замовленнями:

```
block_to_Per.setBlocked(false);
block_to_Per2.setBlocked(false);
```

що показано на рисунку 2.31.

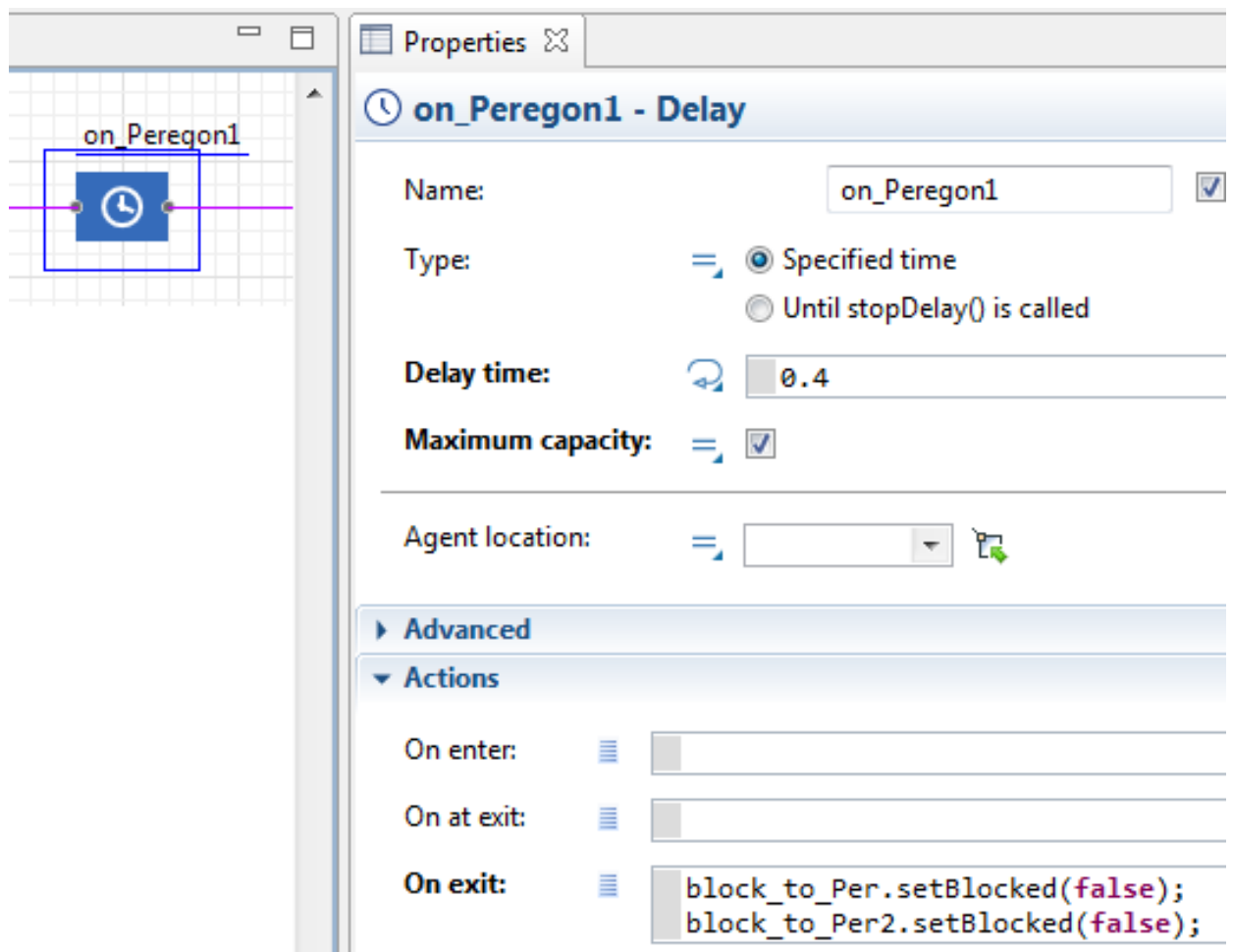


Рисунок 2.31 – Об'єкт on_Peregon1

Наступний об'єкт ZLive_Kyiv імітує затримку вагонів за межами Запоріжсталі, включаючи рух до станції призначення, вивантаження

металопрокату, навантаження металобрухту та його доставку на Запоріжжя-Ліве.

Об'єкт `que_jn_ZLive` типу «черга» утримує замовлення, якщо їх блокує наступний елемент-блокатор `block_to_Per2` (у разі зайнятості перегону) – рисунок 2.32.

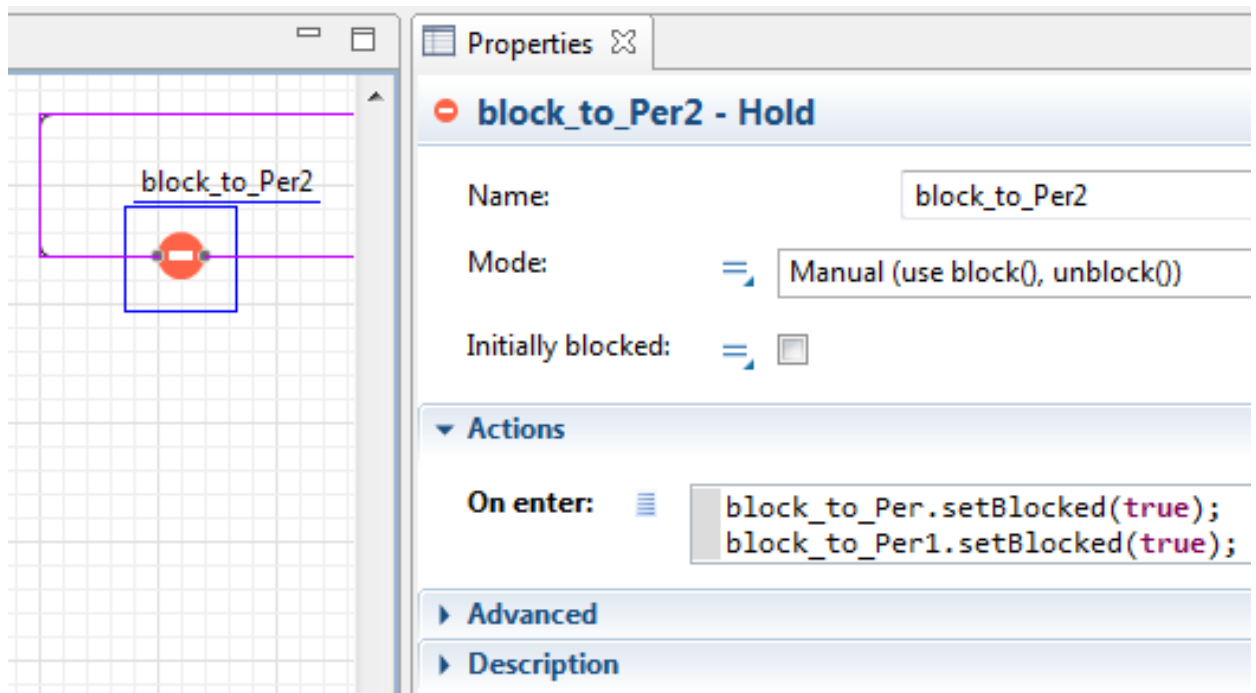


Рисунок 2.32 – Об'єкт `que_jn_ZLive`

При входженні замовлень до `block_to_Per2`, здійснюється блокування інших ланцюгів:

```
block_to_Per.setBlocked(true);
block_to_Per1.setBlocked(true);
```

Розблокування відбувається в об'єкті затримки `on_Peregон2`:

```
block_to_Per.setBlocked(false);
block_to_Per1.setBlocked(false);
```

що показано на рисунку 2.33.

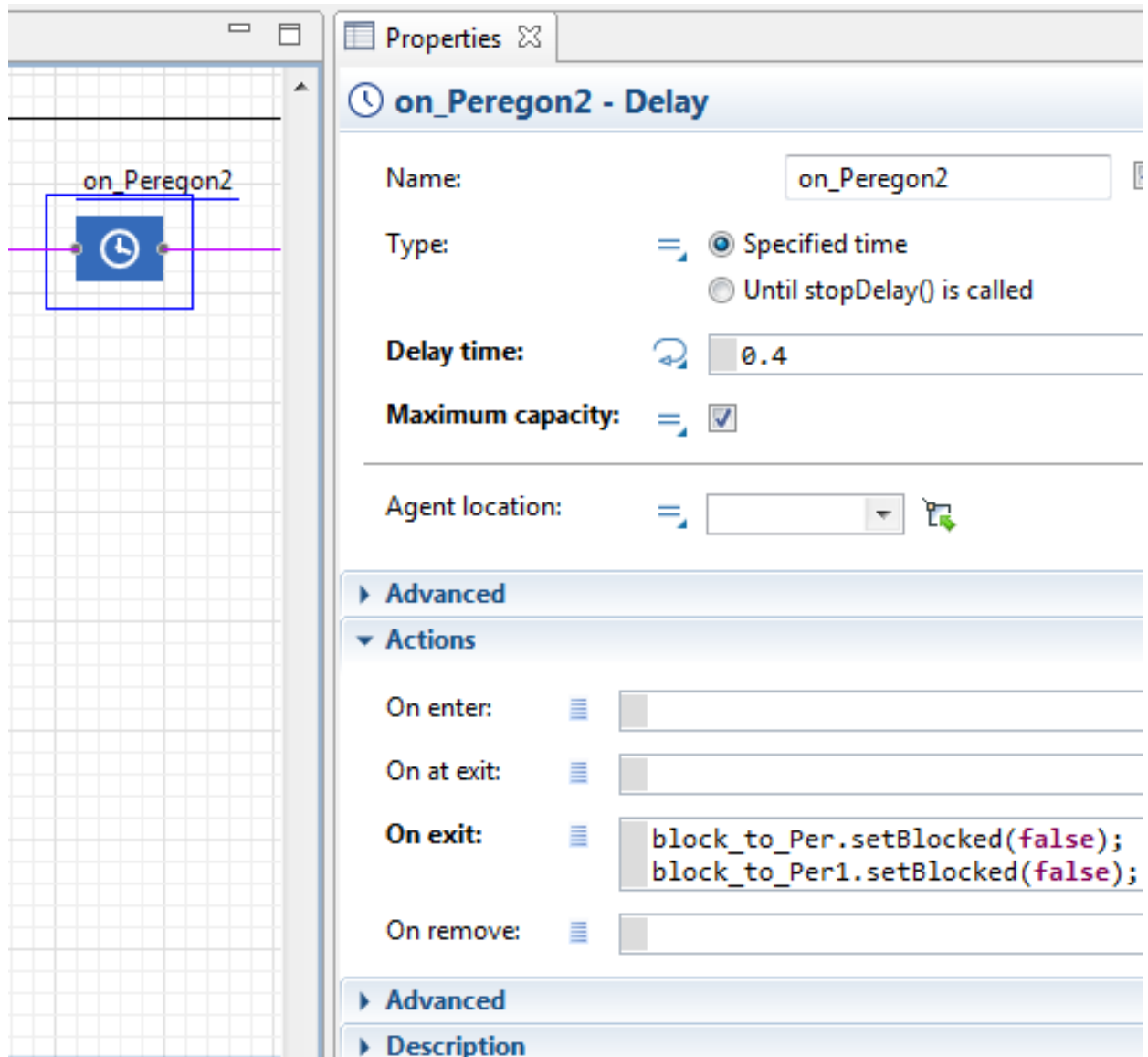


Рисунок 2.33 – Об'єкт on_Peregon2

Наступний елемент `rozv_podacha` імітує процеси вивантаження металобрухту та подавання вагонів до фронтів навантаження прокату.

Тобто здійснює затримку на час, визначений за результатами аналітичної частини роботи, що показано на рисунку 2.34.

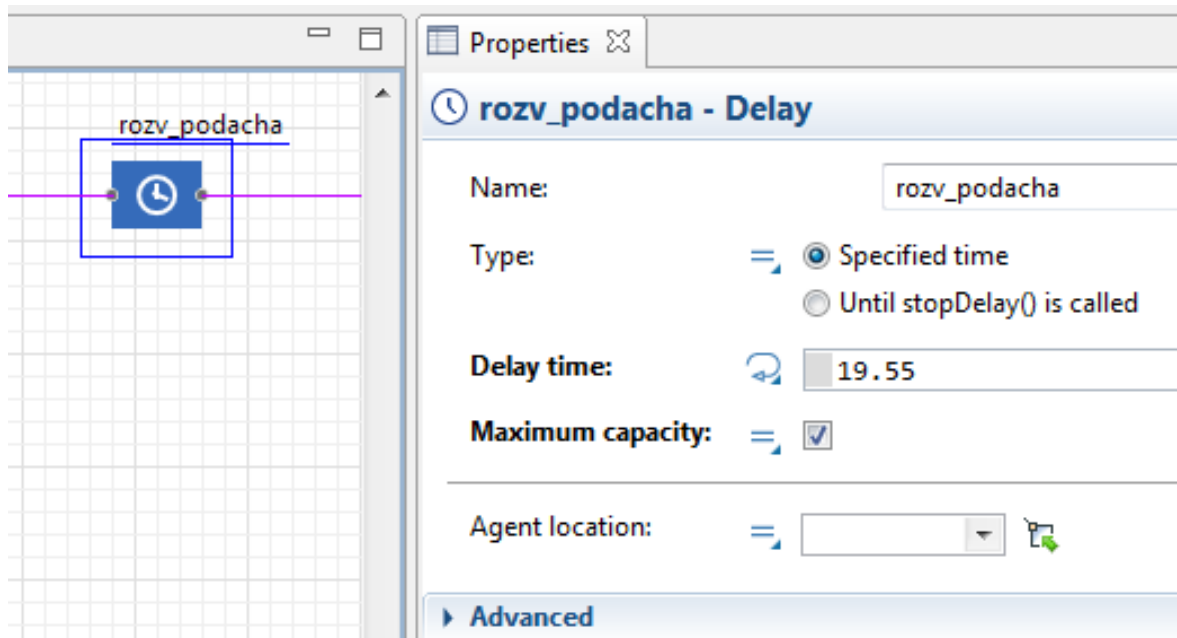


Рисунок 2.34 – Об'єкт rozv_podacha

Після цього ресурси звільняються від супроводу замовлень об'єктом release та здійснюється знищення замовлень об'єктом End_Cycle (рисунок 2.35).

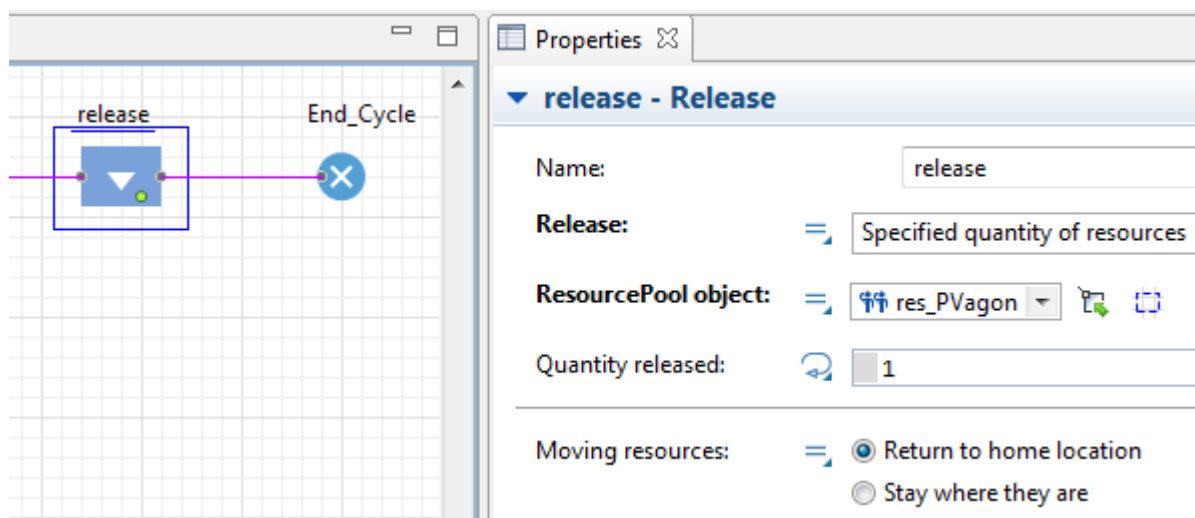


Рисунок 2.35 – Об'єкти release та End_Cycle

2.4 Експерименти на моделі Metal_hold

Керуючи параметром кількості вагонів `res_PVagon` виконуємо запуск програми при різних його значеннях. Період моделювання – один рік, що задається параметрами симуляції – рисунок 2.36.

Simulation - Simulation Experiment

Name: ☐ Ignore

Top-level agent:

Maximum available memory: Mb

☒ Skip experiment screen and run the model

Model time

Execution mode: ☐ Virtual time (as fast as possible)
☒ Real time with scale

Stop:

Start time: Stop time:

Start date: Stop date:

Randomness

Window

Java actions

Advanced Java

Advanced

Description

Рисунок 2.36 – Параметри моделювання

Результати моделювання при кількості вагонів 22 одиниці наведено на рисунку 2.37.

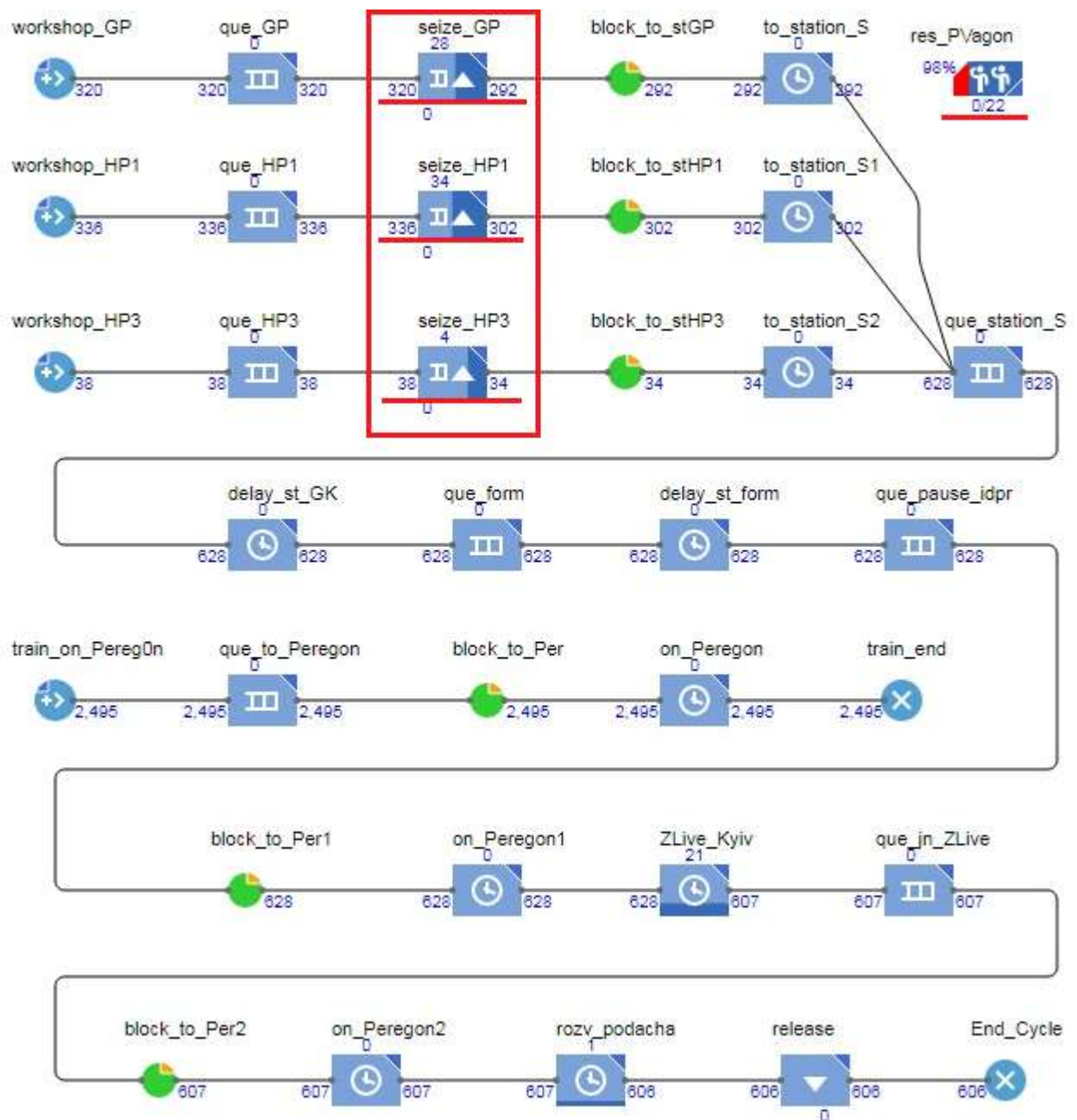


Рисунок 2.37 – Результати моделювання при використанні 22 вагонів

За позначеними на рисунку об'єктами спостерігаємо, чи всі замовлення з'єднувались та переміщувались із ресурсами. Наприклад, через об'єкт seize_GP пройшло лише 292 з 320 замовлень за рік.

Результати моделювання при кількості вагонів 23 одиниці наведено на рисунку 2.38.

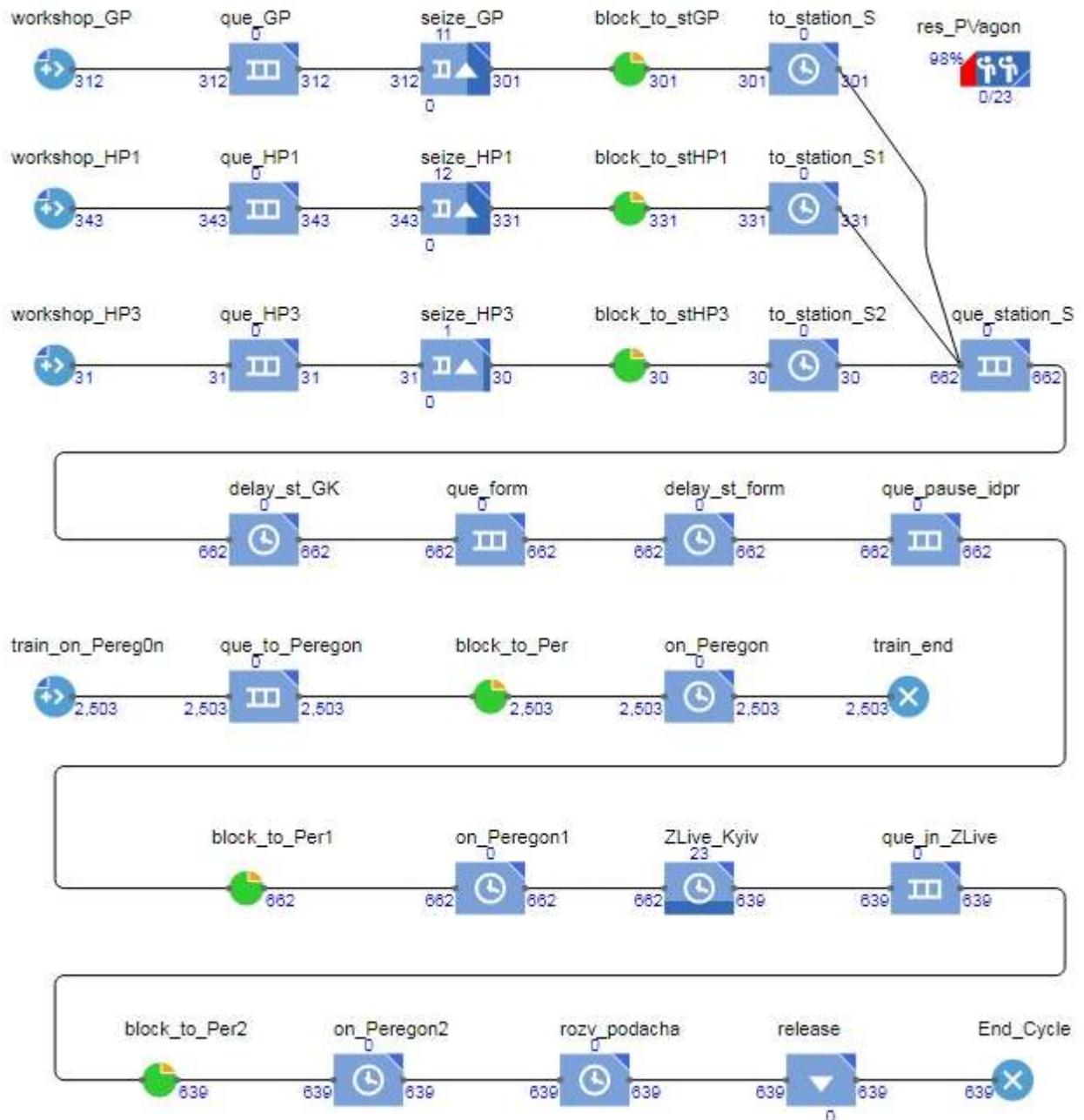


Рисунок 2.38 – Результати моделювання при використанні 23 вагонів

Спостерігаємо, чи всі замовлення з'єднувались та переміщувались із ресурсами (через об'єкт `seize_GP` пройшло 301 з 312 замовлень за рік, така ж ситуація по інших об'єктах `seize`).

Результати моделювання при кількості вагонів 24 одиниці наведено на рисунку 2.39.

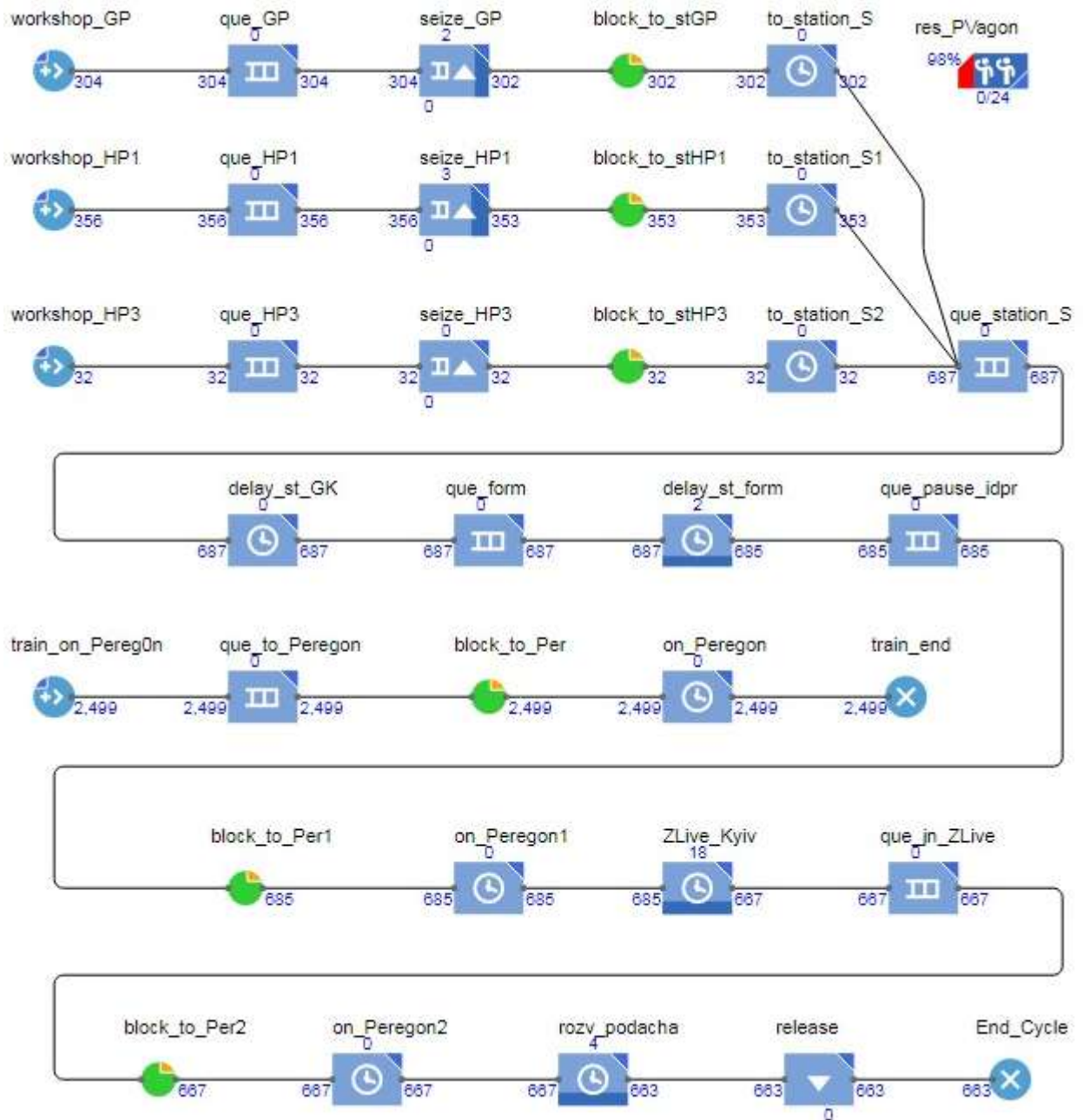


Рисунок 2.39 – Результати моделювання при використанні 24 вагонів

Через об'єкти seize не пройшло лише 5 замовлень за рік.

Результати моделювання при кількості вагонів 25 одиниць наведено на рисунку 2.40.

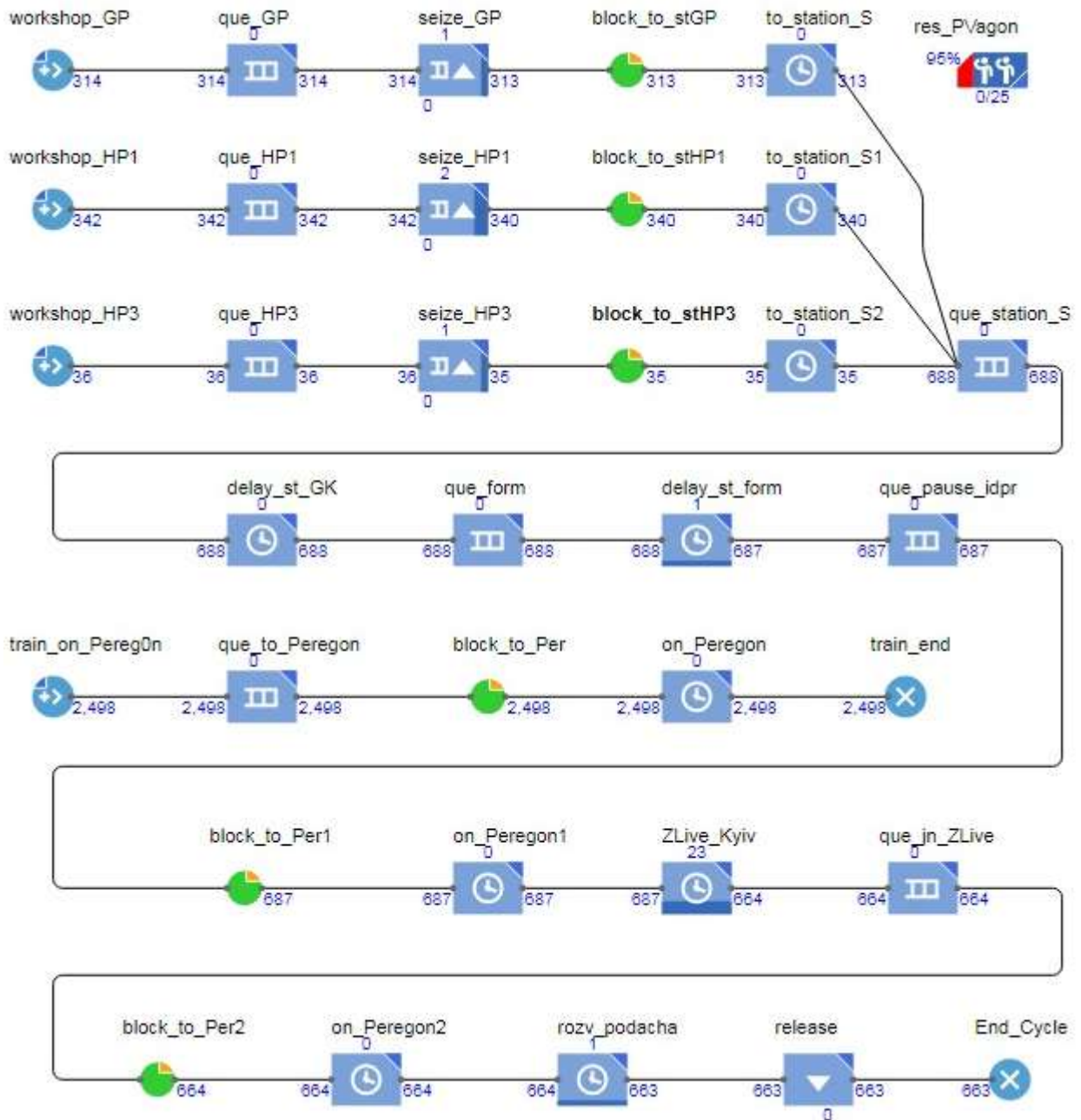


Рисунок 2.40 – Результати моделювання при використанні 25 вагонів

Через об'єкти seize не пройшло лише 4 замовлення за рік.

Результати моделювання при кількості вагонів 26 одиниць наведено на рисунку 2.41.

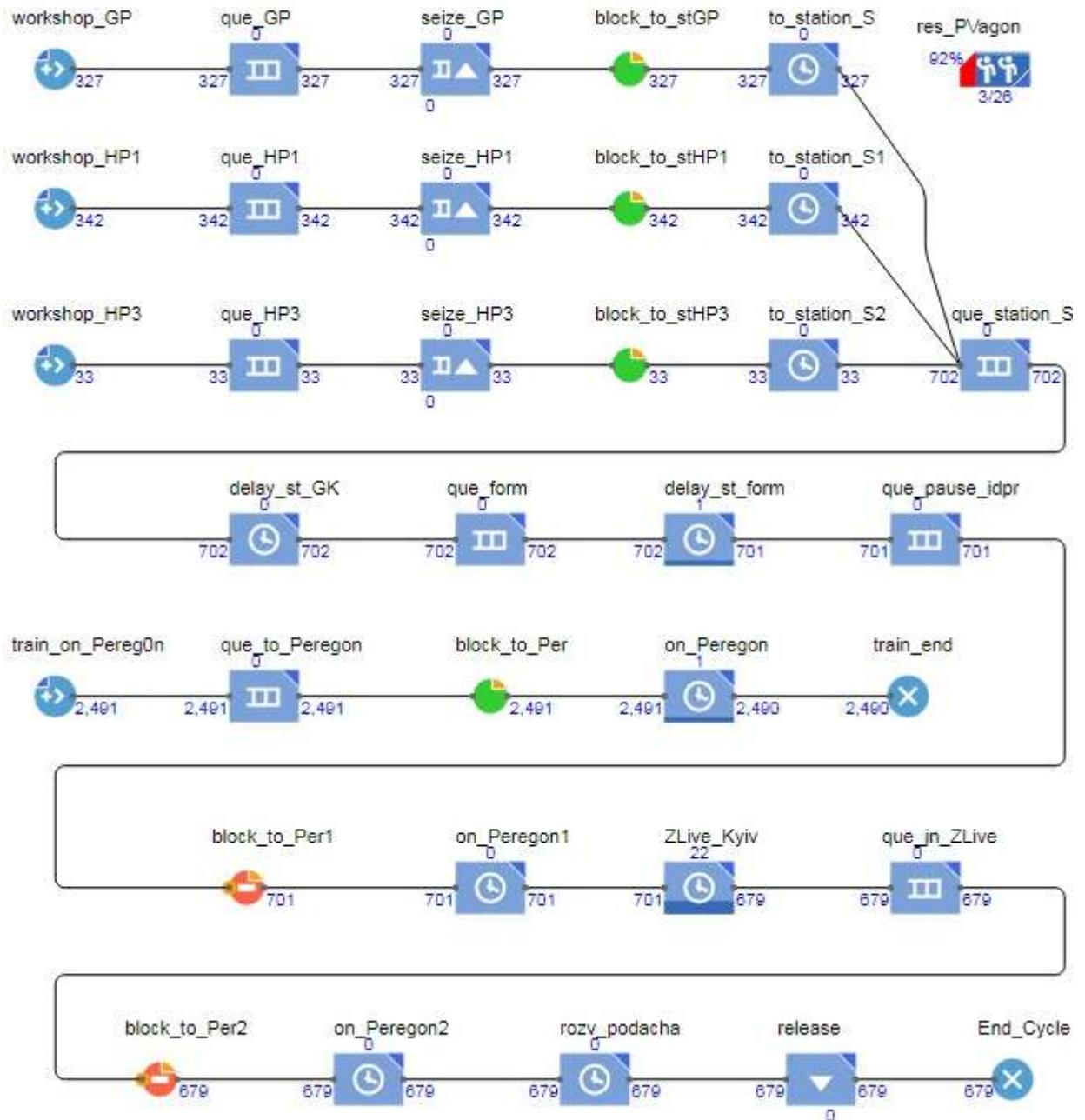


Рисунок 2.41 – Результати моделювання при використанні 26 вагонів

Через об'єкти seize пройшли усі згенеровані замовлення. Тож робимо висновок щодо достатності виконання експериментів.

У таблиці 2.4 наведено результати усіх експериментів.

Таблиця 2.4 – Результати експериментів, за рік

Номер експерименту	Кількість вагонів, од.	Кількість згенерованих замовлень, од.				Не обслуговано замовлень
		ЦГПТЛ	ЦХП-1	ЦХП-3	Разом	
1	22	320	336	38	686	66
2	23	312	343	31	692	24
3	24	304	356	32	692	5
4	25	314	342	36	702	4
5	26	327	342	33	686	0

Середня кількість згенерованих замовлень – 692 од. (оборотів вагонів).

Крім того, отримано результати використання ресурсів:

- при 22 вагонах – 98%;
- при 23 вагонах – 98%;
- при 24 вагонах – 98%;
- при 25 вагонах – 95%;
- при 26 вагонах – 92%.

На рисунку 2.42 показано графічне представлення результатів п'яти експериментів.

З огляду на отримані результати можна зробити висновок, що для забезпечення потреби Метал-холдингу у перевезеннях вантажів потрібно 26 вагонів робочого парку.

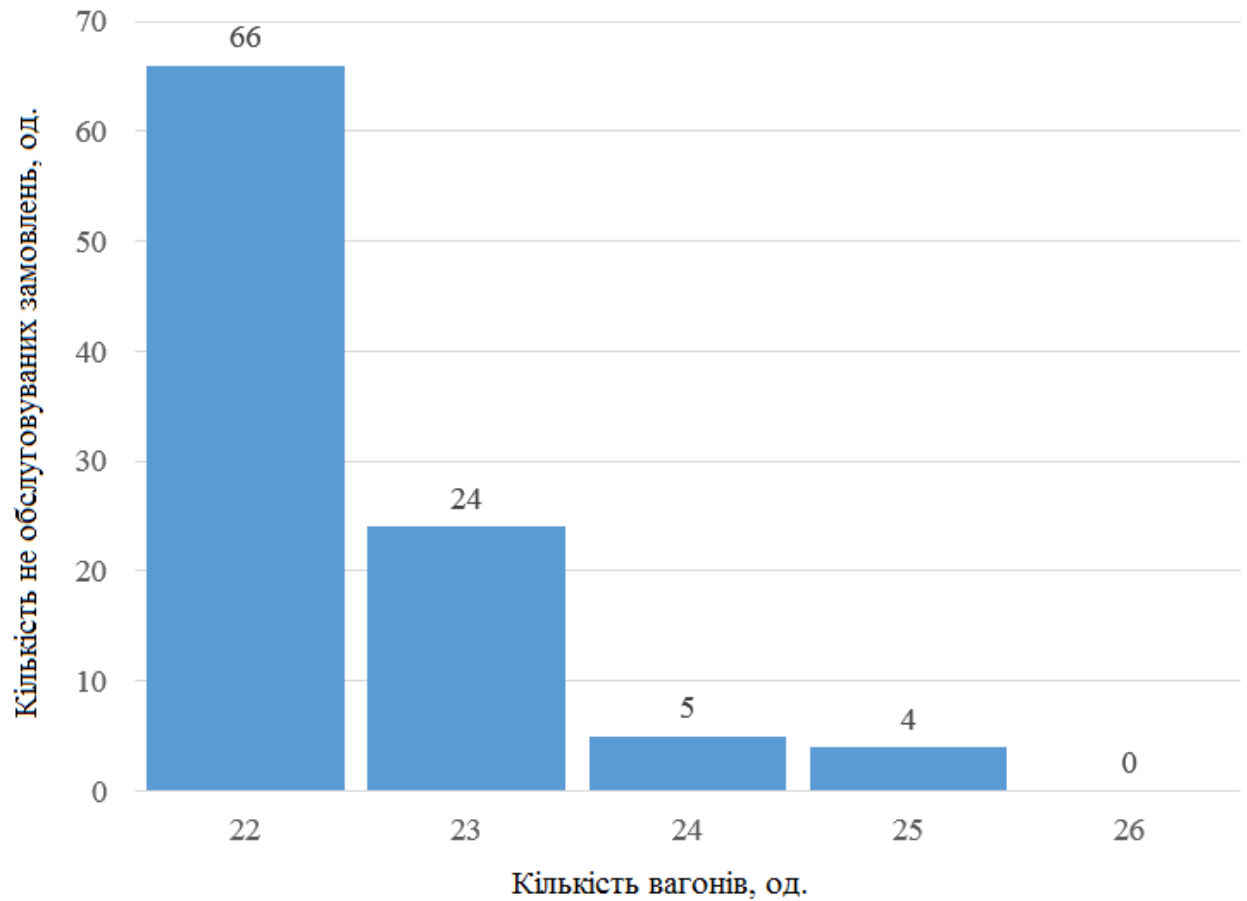


Рисунок 2.42 – Результати моделювання

В економічній частині порівняємо ефективність використання орендованих вагонів та вагонів загального користування на організації транспортного обслуговування Метал-холдингу.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В роботі аналізуються перевезення металопрокату Запоріжсталі до Метал-холдингу (м. Київ, без урахування філіалів по Україні). Відвантажуються металопрокат трьома цехами Запоріжсталі:

- ЦГПТЛ;
- ЦХП-1;
- ЦХП-3.

Відправлення здійснюється зі станції Запоріжжя-Ліве.

Доставляється продукція до трьох станцій:

- Київ-Волинський - 714 км;
- Київ-Деміївський - 739 км;
- Почаївська - 744 км.

При розрахунку тарифу за доставку залізницею усі ці перевезення потрапляють до категорії від 701 до 750 км.

Середня вага вантажу у вагонах становить:

- від ЦГПТЛ – 66 т;
- від ЦХП-1 – 65,7 т;
- від ЦХП-3 – 65,8 т.

При розрахунку тарифу враховуємо, що по всіх цехах вага перевищує 65 т, до 70 т.

У другому розділі завдяки розробленій імітаційній моделі встановлена потрібна кількість вагонів для виконання перевезень у разі їх оренди. При цьому враховано ймовірнісний характер перевізного процесу.

За результатами п'яти експериментів отримані такі дані виконання перевезень в залежності від кількості орендованих вагонів – таблиця 3.1.

Таблиця 3.1 - Параметри виконання перевезень в залежності від кількості орендованих вагонів

Варіант	Кількість орендованих вагонів, од.	Кількість не перевезених вагонних партій вантажу за рік, од.	Рівень використання вагонів за часом, %
1	22	66	98
2	23	24	98
3	24	5	98
4	25	4	95
5	26	0	92

З даної таблиці виходить, що для виконання перевезень за варіантами 1-4 потрібно додатково використовувати вагони перевізника для відносно невеликої кількості вантажу.

В якості 6-го варіанту приймаємо випадок використання на перевезеннях лише вагонів перевізника.

При імітації процесу перевезень враховано, що вагони повертаються на Запоріжсталь у завантаженому металобрухтом стані (рівень завантаження вагону – 59 тонн).

Тривалість вантажних робіт є незмінною по варіантах перевезень, тож не враховуємо ці витрати в економічних розрахунках.

Вантажі – прокат чорних металів та металобрухт потребують охорони за усіма варіантами, тож також не враховуємо ці витрати.

Таким чином, потрібно виконати розрахунки залізничного тарифу за 6-ма варіантами організації перевезень та визначити найбільш ефективний варіант та врахувати вартість плати за користування вагонами перевізника на коліях Запоріжсталі та Метал-холдингу.

Вираз для розрахунку вартості $V_{\text{вар}_i}$ по варіантах формуємо з урахуванням методик [10,11,12]:

$$V_{\text{вар}_i} = (N^{\text{ор}}(C^{\text{ор}}_{\text{тспрок}} + C^{\text{ор}}_{\text{тсмб}}) + N^{\text{п}}(C^{\text{п}}_{\text{тспрок}} + C^{\text{п}}_{\text{тсмб}}))K_{\text{кв}} + N_{\text{оренд}}C_{\text{оренд}} + N^{\text{п}}C_{\text{плкор}}, \quad (3.1)$$

де $N^{\text{ор}}$ – кількість перевезених орендованих вагонів по варіантах, грн;

$C^{\text{ор}}_{\text{тспрок}}$ – розмір тарифної ставки на перевезення прокату в орендованих вагонах, $C^{\text{ор}}_{\text{тспрок}} = 5671$ грн;

$C^{\text{ор}}_{\text{тсмб}}$ – розмір тарифної ставки на перевезення металобрухту в орендованих вагонах, $C^{\text{ор}}_{\text{тсмб}} = 5510$ грн;

$N^{\text{п}}$ – кількість перевезених вагонів перевізника по варіантах, од.;

$C^{\text{п}}_{\text{тспрок}}$ – розмір тарифної ставки на перевезення прокату в вагонах перевізника, $C^{\text{п}}_{\text{тспрок}} = 6272$ грн;

$C^{\text{п}}_{\text{тсмб}}$ – розмір тарифної ставки на перевезення металобрухту в вагонах перевізника, $C^{\text{п}}_{\text{тсмб}} = 6065$ грн;

$K_{\text{кв}}$ – коефіцієнт до Збірника тарифів, $K_{\text{кв}} = 6,327$ для обох вантажів (коди 324 та 316);

$N_{\text{оренд}}$ – кількість вагонів в оренді по варіантах, од.;

$C_{\text{оренд}}$ – вартість оренди вагону на рік, $1100 \text{ грн/добу} \cdot 365 \text{ діб/рік} = 401500 \text{ грн/рік}$;

$C_{\text{плкор}}$ – середня вартість плати за користування вагонами за даними підприємств, $C_{\text{плкор}} = 7120 \text{ грн/вагон}$ (за цикл перевезення).

Загальна кількість перевезених вагонів за рік становить 692 вагони.

Для зручності розрахунків представимо вихідні параметри у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні параметри

Варіант	Кількість орендованих вагонів, од.	Кількість перевезених вагонів перевізника, од.	Кількість перевезених орендованих вагонів, од.
1	22	66	626
2	23	24	668
3	24	5	687
4	25	4	688
5	26	0	692
6	0	692	0

3.1 Перший варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{op} = 626$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^p = 66$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 22$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_1} = (626 (5671+5510) + 66 (6272 + 6065)) 6,327 + 22 \cdot 401500 + 66 \cdot 7120 = 58739238,2 = 58,74 \text{ млн грн.}$$

3.2 Другий варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{op} = 668$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^п = 24$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 23$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_2} = (668 (5671+5510) + 24 (6272 + 6065)) 6,327 + 23 \cdot 401500 + 24 \cdot 7120 = \\ = 58534509,69 = 58,53 \text{ млн грн.}$$

3.3 Третій варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{op} = 687$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^п = 5$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 24$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_3} = (687 (5671+5510) + 5 (6272 + 6065)) 6,327 + 24 \cdot 401500 + 5 \cdot 7120 = \\ = 58661763,46 = 58,66 \text{ млн грн.}$$

3.4 Четвертий варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{op} = 688$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^п = 4$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 25$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_4} = (688 (5671+5510) + 4 (6272 + 6065)) 6,327 + 25 \cdot 401500 + 4 \cdot 7120 = \\ = 59048829,45 = 59,05 \text{ млн грн.}$$

3.5 П'ятий варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{ор} = 692$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^{п} = 0$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 26$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_5} = (692 (5671+5510) + 0 (6272 + 6065)) 6,327 + 26 \cdot 401500 + 0 \cdot 7120 = \\ = 59392593,4 = 59,39 \text{ млн грн.}$$

3.6 Шостий варіант доставки до Метал-холдингу

Кількість перевезених орендованих вагонів $N^{ор} = 0$.

Кількість перевезених вагонів перевізника $N^{п} = 692$.

Кількість вагонів в оренді $N_{оренд} = 0$.

Згідно (3.1):

$$B_{вар_6} = (0 (5671+5510) + 692 (6272 + 6065)) 6,327 + 0 \cdot 401500 + 692 \cdot 7120 = \\ = 58941929,71 = 58,94 \text{ млн грн.}$$

3.7 Аналіз отриманих результатів

Проаналізуємо отримані результати економічних розрахунків за допомогою діаграми на рисунку 3.1.

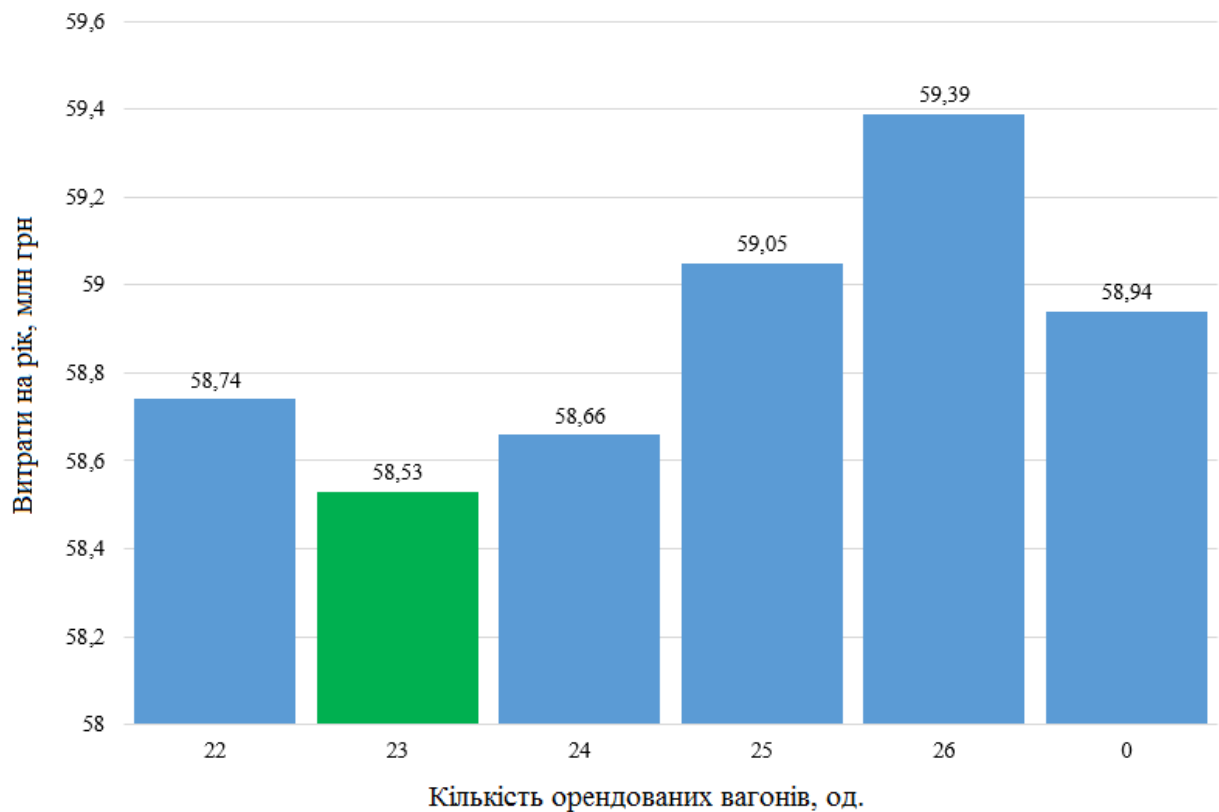


Рисунок 3.1 – Результати економічних розрахунків

Згідно з діаграми, найбільш економічний варіант – другий, за яким в оренді перебуває 23 вагони. Він ефективніше існуючого шостого варіанту із використанням лише вагонів перевізника. Економія складає:

$$E_{\text{вар}} = B_{\text{вар}_6} - B_{\text{вар}_2} = 58,94 - 58,53 = 0,41 \text{ млн грн.}$$

Не зважаючи на те, що при ньому потрібно буде використати 24 вагони перевізника на рік, проте орендні вагони за цим варіантом використовуються максимально ефективно.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту «Підвищення ефективності перевезень продукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг» розглянуто аналіз потенційних небезпек [13,14], що можуть вплинути на дослідника та робітників під час вантажної переробки вантажу та його перевезення. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті небезпеки при перевезенні вантажу залізничним транспортом.

В аналізі показані потенційні небезпеки:

- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від головного поїзду;
- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітленні можливо порушення технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників та інші небезпеки, які розглянуті в додатку А.

4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Основні завдання для підрозділів, що експлуатують транспортні засоби

Ефективність функціонування економіки країни в цілому і в період надзвичайних ситуацій зокрема, залежить від технологічного узгодження роботи транспорту, виробничих підприємств і споживачів продукції галузей матеріального виробництва. Автомобільний та залізничний транспорт є сполучною ланкою між відправниками, іншими видами транспорту і споживачами продукції.

Крім того, з використанням автомобільного й залізничного транспортів вирішуються спеціальні завдання для суспільства – зниження тяжкості наслідків надзвичайних ситуацій: стихійних лих, пожеж, подій з людьми та ін.

Основними є:

- своєчасне забезпечення підрозділів пожежно-рятувальною, аварійно-рятувальною технікою та іншими ТЗ згідно із встановленими нормами
- утримання та розвиток матеріально-технічної бази підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) щодо експлуатації ТЗ;
- узагальнення досвіду роботи щодо експлуатації ТЗ та розроблення пропозицій з її удосконалення;
- організація належної експлуатації і ремонту ТЗ.

Готовність ТЗ до дій за призначенням (далі – готовність) визначається належним технічним станом, надійністю, наявністю підготовленого особового складу (водіїв, механіків-водіїв, операторів установок та інших спеціалістів (далі – водії) та повним спорядженням ТЗ.

Органи та підрозділи ДСНС України, що експлуатують ТЗ, у своїй діяльності керуються законами України, постановами та розпорядженнями Кабінету Міністрів України, цією Настановою, наказами та вказівками ДСНС України, іншими нормативними актами відповідних міністерств та відомств, а також технічними інструкціями заводів – виробників автомобілів та спеціального обладнання.

В додатку Б розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці

В додатку В зроблено розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, напруженості праці, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуті перевезення металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг».

За результатами аналітичного огляду процесу перевезення металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Метал холдинг» були поставлені задачі дослідження ефективності доставки металопродукції до основних складів підприємства, які розташовані у місті Київ.

Було враховано можливість перевезення у зворотному напрямку на комбінат «Запоріжсталь» металобрухту з тих самих залізничних станцій, які є станціями призначення вагонів з металопрокатом, з метою оцінки можливості використання орендних вагонів для здійснення перевезень.

В основній частині було розроблено модель досліджуваної МЛСЗ, яка дозволила аналізувати її параметри та встановити кількість орендованих вагонів, які можуть забезпечити планові обсяги перевезень.

Було розглянуто 6 варіантів організації перевезень із залучення різної кількості орендованих вагонів від 22 до 26 одиниць, а, також, взагалі без їх використання, застосовуючи лише вагони перевізника.

На основі виконаних економічних розрахунків встановлено оптимальну кількість орендованих вагонів у кількості 23 одиниць.

Економічний ефект становить 0,41 млн грн на рік за рахунок оренди вагонів замість використання вагонів перевізника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Метал Холдінг Трейд» – Лідер Української Економіки, який Ввійшов у Престижний Рейтинг Forbes Україна 2023. URL : <https://metal-holding.ua/ua/blog/forbes200> (дата звернення: 17.09.2023).
2. Метал Холдінг – офіційний сайт. URL : <https://metal-holding.ua/>
3. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 14.10.2023).
4. GMK CENTER : «Запоріжсталь». URL : <https://gmk.center/ua/manufacturer/zaporizhstal/> (дата звернення: 14.10.2023).
5. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
6. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ металургійний комбінат «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 180 с.
7. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 54с.
8. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, ЦПВ, ЦШП, РБЦ, ТЕЦ, Обтискного цеху, складів УКБа, ЗМК, ЦРРС и ЦПУіРК Управління залізничного транспорту, ділянки вивантаження і очищення ЦЕ УЗТ з працівниками станції Східна ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 57с.
9. Лащених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А.Лащених, О.Ф.Кузькін, С.В.Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.

10. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

11. 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, 2021. – 36 с.

12. Колосок В.М. Економіка транспортних підприємств [Текст]: підручник. ПДТУ, 2016. – 186

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

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

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Потенційні небезпеки:

- при завантаженні вагонів металопродукцією можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при навантажувальних роботах можливо падіння вантажу з-за різних причин:
 - не надійності кріплення останнього стропальниками;
 - не виконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
 - переміщення вантажу понад норми по номіналу ваги;
 - перенесення вантажу над людьми;
- ураження електричним струмом козлових та стрілових кранів при роботі їх біля мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою що призводить до загибелі людей;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;
- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Стропальники, які виконують роботу з застосуванням крану, під час вантажно-розвантажних робіт мають знати та виконувати встановлену систему звукової та знакової сигналізації. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

На місці виконання вантажно-розвантажувальних робіт мають бути схеми стропування та перелік вантажів з вказівкою їх маси.

У випадку падіння вантажу з крану, горизонтальне переміщення вантажу виконується на висоті не менше 0,5 м від усіх предметів, що зустрічаються на шляху переміщення.

Не дозволяється переміщувати вантаж над людьми.

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Для запобігання падіння вантажу, необхідно повірити стропи, траверси, гаки кранів. При завантаженні вантажу необхідно проводити звірку ваги вантажу з номіналом підймання кранами. На кожному виробі є «бірка» з визначенням його ваги.

Для запобігання травмування на накопичувальному майданчику, необхідно строго додержуватися правил технологічної карти розміщення вантажу на накопичувальному майданчику.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці. Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву—легкий одяг та мінеральну воду відповідно ДСТУ

7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

ДОДАТОК В

ОЦІНКА РІВНЯ УМОВ, ВАЖКОСТІ ТА НАПРУЖЕНОСТІ ПРАЦІ

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою розглянемо на прикладі оцінки факторів виробничого середовища для дослідника лабораторії обладнаної ПК

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в лабораторії, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [13], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [13], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці В.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

Таблиця В.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,5	9	23,5-26,4	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	200	10	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	95	5	80	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, Bm	190	7	290	0,57	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	63000	7	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	81	7	75	0,95		
Тривалість робочого дня, $год.$	1 0	0	8	,23		

Для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [13]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 9}{9} = 3$$

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

- загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{190 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,57;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

- тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{81 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,95;$$

- тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [13] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [13] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [13] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [13]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,57 + 1,38 + 0,95 + 0,23 = 3,13$$

З таблиці 7.3 [13] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

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

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{см}} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [13]:

$$X_i = X_{\text{см}} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [13]:

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 1,25 + 3 = 8,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [13]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

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

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

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

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

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

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [13], у розмірі 20%