

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)

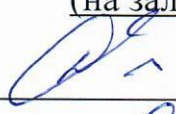
на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗБАГАЧЕНИХ ВІДХОДІВ
СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ПАТ
«ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент II курсу, групи T-822м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»

(код і найменування спеціальності)

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

 Андрій ДЕНИСЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник

 Сергій ТУРПАК

(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

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

ДЕНИСЮКА Андрія Олександровича _____

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень збагачених відходів сталеплавильного виробництва в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф., ТУРПАК Сергій Миколайович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі обсяги вантажоперевезень сировини, існуюча транспортно-виробнича система підприємства, існуючий технологічний процес перевезення збагачених відходів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Характеристика транспортно-виробничої системи з переробки шлаків, 1.2 Характеристика системи відвантаження металомісткої сировини з пункту переробки шлаків, 1.3 Характеристика транспортно-виробничої системи споживання продукції МОС-1 та МОС-2, 2. Основна частина, 2.1 Дослідження інтенсивності відвантаження МО-1 до доменного цеху, 2.2 Дослідження інтенсивності відвантаження МОС-2 до доменного цеху, 2.3 Аналіз руху за контактними графіками составів за напрямками перевезення вагонів з МОС-1 та МОС-2, 2.4 Розробка імітаційної моделі доставки МОС-1 та МОС-2, 2.5 Експерименти на моделі АМСОМ, 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	ТУРПАК С.М., професор		
2	ТУРПАК С.М., професор		
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)

Андрій ДЕНИСЮК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 91 с., 49 рис., 17 табл., 17 джерел.

ВТОРИННА СИРОВИНА, МЕТАЛУРГІЙНИЙ ШЛАК, ПУНКТ НАВАНТАЖЕННЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, КОНТАКТНИЙ ГРАФІК

Об'єкт дослідження – транспортно-виробнича доставки вторинної сировини як результату переробки шлаків із урахуванням існуючої системи руху за контактними графіками в умовах металургійного підприємства.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту організації доставки металодобавлень від шлакових відвалів до доменного цеху металургійного підприємства.

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі проаналізований процес організації доставки металодобавлень зі шлакових відвалів до доменного цеху металургійного підприємства. Для проведення експериментальних досліджень була використана імітаційна модель із алгоритмом, який передбачає можливість долучення перевезень до існуючих контактних графіків підприємства. Визначено найбільш економічний варіант організації робіт.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика транспортно-виробничої системи з переробки шлаків	9
1.1.1 Характеристика станції Відвальна	9
1.1.2 Характеристика пунктів навантаження	13
1.1.3 Контактні графіки	15
1.2 Характеристика системи відвантаження металомісткої сировини з пункту переробки шлаків	18
1.3 Характеристика транспортно-виробничої системи споживання продукції МОС-1 та МОС-2	22
1.4 Постановка задачі дослідження	25
2 Основна частина	27
2.1 Дослідження інтенсивності відвантаження МО-1 до доменного цеху	27
2.2 Дослідження інтенсивності відвантаження МОС-2 до доменного цеху	28
2.3 Аналіз руху за контактними графіками составів за напрямками перевезення вагонів з МОС-1 та МОС-2	29
2.4 Розробка імітаційної моделі доставки МОС-1 та МОС-2	32
2.4.1 Формування вагонних відправлень МОС-1 та МОС-2	35
2.4.2 Обробка партій вагонів із МОС-1 та МОС-2 у програмному середовищі	41

2.5 Експерименти на моделі АМСОМ	63
3 Економічна частина	66
3.1 Формування та підготовка отриманих технологічних показників перевезень МОС-1 та МОС-2 до економічних розрахунків	66
3.2 Визначення загального показника економічних витрат за варіантами доставки МОС-1 та МОС-2	67
3.3 Витрати за першим варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2	69
3.4 Витрати за першим варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2	70
3.5 Витрати за першим варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2	71
3.6 Аналіз витрат за варіантами організації доставки МОС-1 та МОС-2	72
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	74
4.1 Заходи з цивільного захисту та заходи з пожежної безпеки	75
Висновки	76
Перелік посилань	78
ДОДАТОК А. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	81
ДОДАТОК Б. ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ	83
ДОДАТОК В. РОЗРАХУНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА	85

ВСТУП

Через необхідність зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, комбінат «Запоріжсталь» ще у 2015 році інвестував у переробку шлаків близько 50 млн грн [1] шляхом придбання та введення в роботу комплексу з перероблення шлакових відходів «АМКОМ».

Потужність виробництва, яку може забезпечити даний комплекс становить близько 150000 т шлаку кожного місяця. Через новий комплекс сучасного обладнання, Запоріжсталь додатково може отримувати близько 100000 т вторинної металомісткої сировини щорічно, яка може бути використана в основному власному виробництві [2].

Крім того, дані виробничі потужності дозволили працевлаштувати 47 працівників на нові робочі місця.

У другій половині 2022 року за активної роботи фахівців агломераційного і доменного цехів комбінату було впроваджено новий підхід до виробничого процесу виготовлення агломерату при умові зниження частки достатньо вартісної агломераційної руди.

Це досягається саме використанням продукції АМКОМ, при чому якість агломерату не знижується.

Спочатку були закладені пробні штабелі шихти із новою сировиною, використання яких саме і підтвердило ефективність інноваційного підходу до виробництва.

При чому АМКОМ виготовляє декілька «сортів» продукції:

- МОС-1;
- МОС-2;
- МОС-3.

В експерименті використовувалась продукція МОС-1.

Але взагалі для доменного виробництва може використовуватись продукція МОС-1 та МОС-2.

Тож в роботі розглядається задача організації перевезень збагачених відходів сталеплавильного виробництва в умовах комбінату Запоріжсталь.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика транспортно-виробничої системи з переробки шлаків

1.1.1 Характеристика станції Відвальна

В цьому підрозділі розглянемо транспортно-виробничої системи з переробки шлаків, які вивозяться на станцію Відвальна [3].

Ця станція є найбільш віддаленою від основної транспортної інфраструктури комбінату Запоріжсталь [4].

Доставка усіх видів шлаків, окрім того, що проходить процес грануляції у доменному цеху, здійснюється на станцію Відвальна.

У таблиці 1.1 наведено характеристика колій станції.

Таблиця 1.1 – Характеристика колій станції Відвальна

Парк колій	Номер/ назва колії	Функція колії	Дов- жина, м	Міст- кість, ваг
Приймально- відправний парк (піст 23)	головна колія	Прийом та відправлення	780	-
	5	Прийом та відправлення	180	12
Проміжний парк (піст 24)	2	Прийом та відправлення	257	17
	3	Прийом та відправлення	316	22
	18	Витяжна	68	4

Кінець таблиці 1.1

Парк колій	Номер/ назва колії	Функція колії	Дов- жина, м	Міст- кість, ваг
Технологіч- ний парк	1	Прийом та відправлення	425	30
	2	Прийом та відправлення	420	30
	3	Прийом та відправлення	386	27
	4	Виставочна	425	30
	5	Відстою вагонів	94	6
	6	Відстою вагонів	55	3
	7	Відстою вагонів	55	3
	8	Навантаження вагонів	195	13
	10	Витяжна	83	5
	11	Відстою вагонів	224	16
	12	Вивантаження	288	20
	16	З'єднувальний	3101	-

Швидкість руху до станції Відвальна обмежена 25 км/годину, а у разі постановки до складу поїздів вагонів, які за певними параметрами не можуть слідувати з такою швидкістю, то на такі поїзди машиністу локомотива

черговий по станції Відвальна видає письмове попередження відповідно до заявки майстра вагонної служби.

Машиністу локомотива заборонено відчіплювати тепловоз від составу на коліях 2 і 3 проміжного парку та коліях технологічного парку станції, без вказівки чергового по станції. Сповіщення щодо необхідності відчеплення локомотива машиністу дає черговий по станції Відвальна по радіозв'язку або через складача поїздів.

Сформований до відправлення поїзд пред'являється складачем поїздів оглядачеві вагонів. Дозволяється виконувати огляд составу з причепленим до нього локомотивом, на такий випадок оглядач вагонів особисто здійснює попередження машиніста тепловоза щодо початку огляду составу вагонів та повинен одержати його згоду на таку процедуру.

Про завершення огляду составу оглядач вагонів повідомляє чергового по станції та машиніста локомотива.

Оглядач завершає роботи з підготовки поїзду з'єднанням рукавів локомотиву та вагонів із подальшим пред'явленням особисто машиністу поїзду до випробування автогальм.

Перевіривши автогальма, оглядач вагонів доповідає машиністу про готовність поїзду до відправлення. Після цього оглядач вагонів видає довідку машиністу поїзда ведучого локомотива.

У разі відсутності оглядача вагонів усі операції оглядача може виконувати спеціально підготовлений помічник машиніста тепловозу.

На випадок вимушеної зупинки поїзду передбачене застосування ручних гальмівних башмаків на ділянці між приймально-відправним та проміжним парками, сполучній колії № 16 станції Відвальна.

Закріплення поїзду у разі такої зупинки здійснюється ручними гальмівними башмаками помічником машиніста-складачем. Задля цього на локомотивах передбачена наявність не менш, ніж 4-х ручних гальмівних башмаків.

Поїзди, що складені з думпкарів, в яких традиційно перевозяться промислові відходи, у т.ч. шлаки, формуються на станції Підбіркова та станції Відвальна.

Поїзди прямують із підштовхувальним локомотивом. Як виняток, є можливим відправлення поїздів з думпкарами зі станції Підбіркова до проміжного парку станції Відвальна та з технологічного парку до проміжного парку станції Відвальна без підштовхувального локомотива.

Але під час подальшого руху поїзду (на ділянці від проміжного парку до технологічного парку станції Відвальна та від проміжного парку станції Відвальна до станції Силікатна) причеплення підштовхувального локомотива є обов'язковим.

На проміжних станціях допускається причеплення та відчеплення вагонів. У таких випадках, після скороченого випробовування гальм, оглядач вагонів робить запис на зворотному боці довідки ВУ-45 із зазначенням зміни у складі поїзда і про гальмівне натискання.

Відповідальність за відповідність навантаження думпкарів згідно зовнішнього огляду та за формування думпкарного поїзду, покладається на помічника машиніста-складача поїзду.

Схрещування поїздів на коліях приймально-відправного парку станції Відвальна заборонене.

За пред'явленням чергового по станції Відвальна технічний огляд вагонів думпкарного поїзду на вантажних фронтах або паркових коліях виконує помічник машиніста тепловоза, який виконує функції оглядача вагонів, при цьому він звертає увагу на цілісність розвантажувальної системи та кріплення валиків розвантажувальної системи від циліндра до кузова, стан ходової частини та гальмового обладнання. У разі виявлення несправності вагона помічник машиніста тепловоза доповідає черговому по станції для прийняття подальшого рішення про відчеплення вагона за станцією або проходження його в ремонт.

1.1.2 Характеристика пунктів навантаження

До станції Відвальна доставляються усі види промислових відходів, що утворюються на підприємстві, основними пунктами навантаження є:

- станція Шихта – шлаки мартенівського цеху;
- станція Шлакова – шлаки доменного цеху.

На рисунку 1.1 показаний пункт шлакоутворення на станції Шлакова підприємства.



Рисунок 1.1 – Пункт шлакоутворення на станції Шлакова

На рисунку 1.2 показаний пункт шлакоутворення на станції Шихта.



Рисунок 1.2 – Пункт шлакоутворення на станції Шихта

Доставка шлаку з цих пунктів здійснюється за контактними графіками, узгодженими між транспортним підрозділом та виробництвом.

1.1.3 Контактні графіки

Контактний графік для доставки мартенівського шлаку зі шлакового відділення копрового цеху до станції Відвальна у думпках з V-подібним кузовом описаний у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Контактний графік для доставки мартенівського шлаку зі шлакового відділення копрового цеху до станції Відвальна у думпках з V-подібним кузовом

Кіль- кість ваго- нів	Копровий цех навантаження		Ст. Шихта – ст. Підбіркова		Ст. Підбіркова – ст. Відвальна	
	початок	закін- чення	початок	закін- чення	початок	закін- чення
30	23:30	7:00	8:00	8:10	9:00	10:15
30	8:10	14:00	14:40	14:50	15:20	16:35

У таблиці 1.3 наведено дані контактного графіку руху составів із промисловими відходами у завантаженому стані.

У таблиці 1.4 наведено дані контактного графіку руху составів для перевезення промислових відходів у порожньому стані.

Таблиця 1.3 – Дані контактного графіку руху составів із промисловими відходами у завантаженому стані

Ст. Шихта – ст. Підбіркова		Ст. Підбіркова – ст. Східна		Ст. Східна – ст. Відвальна	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
8:00	8:10	9:00	9:10	9:30	10:25
14:40	14:50	15:20	15:30	15:50	16:45

Таблиця 1.4 – Дані контактного графіку руху составів для перевезення промислових відходів у порожньому стані

Ст. Відвальна – ст. Східна		Ст. Східна – ст. Підбіркова		Ст. Підбіркова – ст. Шихта	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
12:50	13:35	13:40	13:50	14:20	14:30
18:15	19:00	19:10	19:20	19:50	20:00

У таблиці 1.5 наведено дані контактного графіку руху завантажених составів з доменним шлаком.

Таблиця 1.5 – Дані контактного графіку руху завантажених составів з доменним шлаком

Ст. Шлакова – ст. Східна		Ст. Східна - ст. Відвальна	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
6:30	7:00	7:30	8:30
18:30	19:00	19:10	20:10
0:25	0:55	1:15	2:15

У таблиці 1.6 наведено дані контактного графіку руху порожніх составів для перевезення доменного шлаку.

Таблиця 1.6 – Дані контактного графіку руху порожніх составів для перевезення доменного шлаку

Ст. Відвальна– ст. Східна		Ст. Східна - ст. Шлакова	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
10:15	11:00	11:20	11:50
22:10	23:05	23:25	23:55
4:15	5:10	5:30	6:00

1.2 Характеристика системи відвантаження металомісткої сировини з пункту переробки шлаків

Виробничий комплекс, який використовує Запоріжсталь, створено компанією АМКОМ – відомий виробник обладнання для переробки шлаків чорної металургії [2,4].

Продуктивність комплексів становить від 100 т/годину до 375 т/годину.

Використовується технологія переробки металургійного шлаку на основі методу магнітної сепарації з примусовим очищенням брукхту через подрібнення у дробильному пристрої.

Це дозволяє виконувати відділення шлаків і скрапу на різні фракції, крім того, забезпечувати контроль якості показників продукту, який виробляється.

На рисунку 1.3 показано загальний вид установки АМСОМ.



Рисунок 1.3 - Установка АМСОМ

Промислові відходи на підвищену колію, де здійснюється кантування думпкарів – рисунок 1.4.



Рисунок 1.4 – Підвищена колія – фронт кантування думпкарів

Доставка сировини для переробки до установки АМКОМ здійснюється великотоннажними автомобілями-самоскидами, навантаження здійснюється фронтальними навантажувачами Shantui та Hyundai.

Сировина вивантажується у приймальний бункер установки, а звідти вже потрапляє до устроїв подрібнення та сепарації за розмірами та магнітними властивостями.

Переміщення матеріалів всередині пристрою здійснюють стрічкові конвеєри (рисунок 1.6).



Рисунок 1.5 – Розвантаження самоскиду у приймальний бункер



Рисунок 1.6 – Переміщення матеріалів стрічковим конвеєром

Готова продукція до фронтів навантаження залізничного транспорту також доставляється самоскидами. На рисунку 1.7 показаний процес навантаження продукції фронтальним ковшовим навантажувачем.



Рисунок 1.7 – Процес навантаження продукції фронтальним ковшовим навантажувачем

Продукція АМСОМ виробляється за трьома категоріями:

- МОС-1 фракція 0-10 мм;
- МОС-2 фракція 10-60 мм;
- МОС-3 фракція 60-250 мм.

Перші два види продукції можуть використовуватись доменним цехом у якості сировини [5], при цьому МОС-2 може використовуватись у якості металодобавлень та розвантажуватись на бункерах доменного цеху.

1.3 Характеристика транспортно-виробничої системи споживання продукції МОС-1 та МОС-2

Споживачем продукції МОС-1 та МОС-2 є доменний цех. Продукція МОС-1 використовується так само, як агломераційна руда.

Вагони можуть розвантажуватись на вагоноперекидачеві на станції Рудна, який працює на 3-й колії станції Рудна [6].

Характеристика інфраструктури даної станції наведена у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Характеристика інфраструктури станції Рудна

Номер колії	Функція	Довжина, м	Місткість, вагонів
1	Навантаження рудно-грейферними перевантажувачами шихту у трансферкари	619	44
2	Навантаження (рудно-грейферні перевантажувачі), вивантаження ручним способом у траншею	717	49
3	Вивантаження вагоноперекидачем	649	44
4	Прийом та відправлення, накопичення порожніх вагонів	975	67
5	Прийом та відправлення, сортування	270	18

Кінець таблиці 1.7

Номер колії	Функція	Довжина, м	Місткість, вагонів
6	Прийом та відправлення	270	18
7	Вивантаження	110	7
8	Вивантаження	85	6
9	Навантаження, вивантаження, ремонтні операції	78	5
10	Навантаження, вивантаження, очищення вагонів	213	14
11	Відстій вагонів	200	13
12		200	13
13		125	8
14		125	8
15	З'єднувальний	325	22
1А	Очищення вагонів	171	11
3А	Тупик вловлювання	75	5
4А	Вивантаження	150	10

Продукція МОС-2 може вивантажуватись по колії 3 станції Аглофабрика [7]. Характеристика інфраструктури даної станції наведена у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Характеристика інфраструктури станції Аглофабрика

Номер колії	Функція	Довжина, м	Місткість, вагонів
Парк Нові бункери			
5	Вивантаження	75	6
6	Вивантаження	75	6
5П	Прийом, відправлення	110	7
Парк Бункери			
1П	Вивантаження	185	12
2П	Вивантаження	590	37
3П	Вивантаження, навантаження	660	41
4П	Вивантаження, навантаження	720	45
1АП	Прийом, відправлення	187	12
Парк Аглофабрика			
1	Навантаження	130	12
2	Навантаження	130	12
3	Виставочний	75	6
4	Витяжний	103	8
1А	Зважування вагонів	38	2
2А	Відстоювання	37	2
3А	Виставочний	75	6

Вагони з МОС-1 відповідно до системи транспортного обслуговування підприємства можуть доставлятися за маршрутом:

- станція Відвальна (навантаження);
- станція Східна;
- станція Південна;
- станція Рудна (вивантаження),

та у зворотному напрямку, відповідно.

Вагони з МОС-2 відповідно до системи транспортного обслуговування підприємства можуть доставлятися за маршрутом:

- станція Відвальна (навантаження);
- станція Східна;
- станція Підбіркова;
- станція Аглофабрика (вивантаження),

та у зворотному напрямку, відповідно.

1.4 Постановка задачі дослідження

В ході виконання роботи необхідно виконати оцінку різних варіантів доставки продукції МОС-1 та МОС-2 до доменного цеху.

Варіанти можуть відрізнятися типом рухомого складу та кількістю вагонів у залізничних составах, які обертаються між станціями навантаження-вивантаження, врахувати ймовірний характер виготовлення продукції, графіки руху составів до станції Відвальна.

Для цього необхідно:

- проаналізувати інтенсивність виготовлення продукції;
- розробити імітаційну модель доставки МОС-1 та МОС-2;

- виконати експерименти та отримати результати доставки МОС-1 та МОС-2 за моделлю;
- виконати економічну оцінку отриманих результатів доставки МОС-1 та МОС-2 за різними параметрами;
- розробити заходи з охорони праці.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження інтенсивності відвантаження МО-1 до доменного цеху

Проаналізуємо вибірку добових обсягів виробництва МОС-1:

313, 340, 336, 300, 320, 297, 311, 265, 324, 333, 288, 333, 319, 309, 288, 304, 321, 273, 320, 309, 316, 343, 309, 318, 268, 265, 265, 297, 305, 285, 268, 343, 331, 330, 290, 342, 288, 342, 324, 334, 271, 312, 308, 328, 309, 283, 297, 345, 317, 300.

На рисунку 2.1 показаний аналіз добових обсягів виробництва МОС-1.

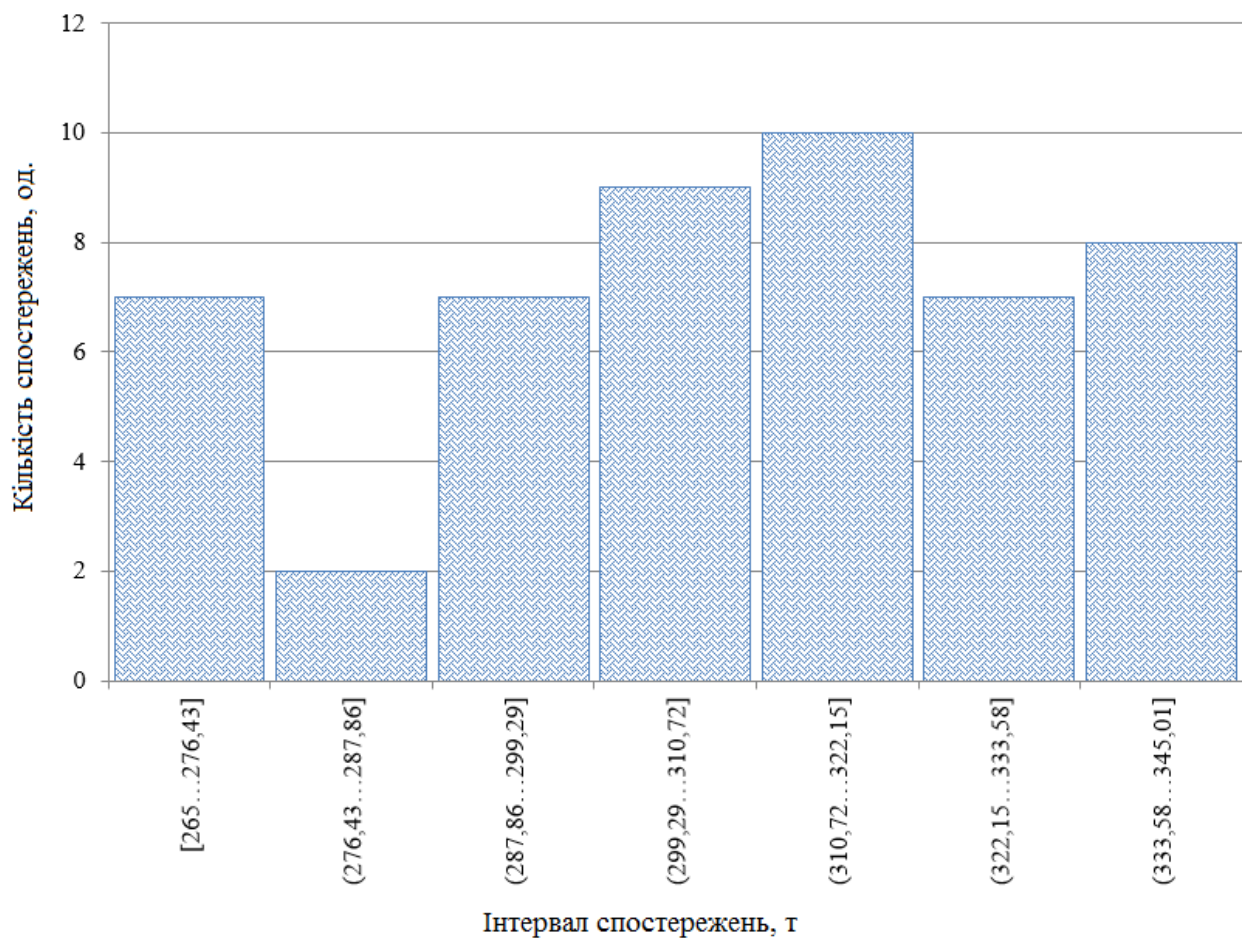


Рисунок 2.1 – Аналіз добових обсягів виробництва МОС-1

З огляду на даний рисунок, вибірка обсягів МОС-1 якнайкраще описується рівномірним законом розподілу.

Характеристики вибірки добових обсягів виробництва МОС-1:

-	кількість значень	50;
-	мінімальний обсяг МОС-1	265 т;
-	максимальний обсяг МОС-1	345 т;
-	середній обсяг МОС-1	309 т;
-	стандартне відхилення	23,55 т.

2.2 Дослідження інтенсивності відвантаження МОС-2 до доменного цеху

Проаналізуємо вибірку [8] добових обсягів виробництва МОС-2:

89, 84, 106, 77, 78, 98, 93, 74, 99, 85, 75, 104, 80, 90, 73, 87, 81, 86, 108, 101, 98, 92, 78, 109, 105, 83, 74, 81, 83, 82, 112, 75, 79, 76, 91, 103, 79, 105, 73, 72, 72, 104, 99, 110, 93, 100, 96, 102, 75, 91.

Характеристики вибірки добових обсягів виробництва МОС-2:

-	кількість значень	50;
-	мінімальний обсяг МОС-2	72 т;
-	максимальний обсяг МОС-2	112 т;
-	середній обсяг МОС-2	89,2 т;
-	стандартне відхилення	12,24 т.

На рисунку 2.2 показаний аналіз добових обсягів виробництва МОС-2 установкою АМСОМ.

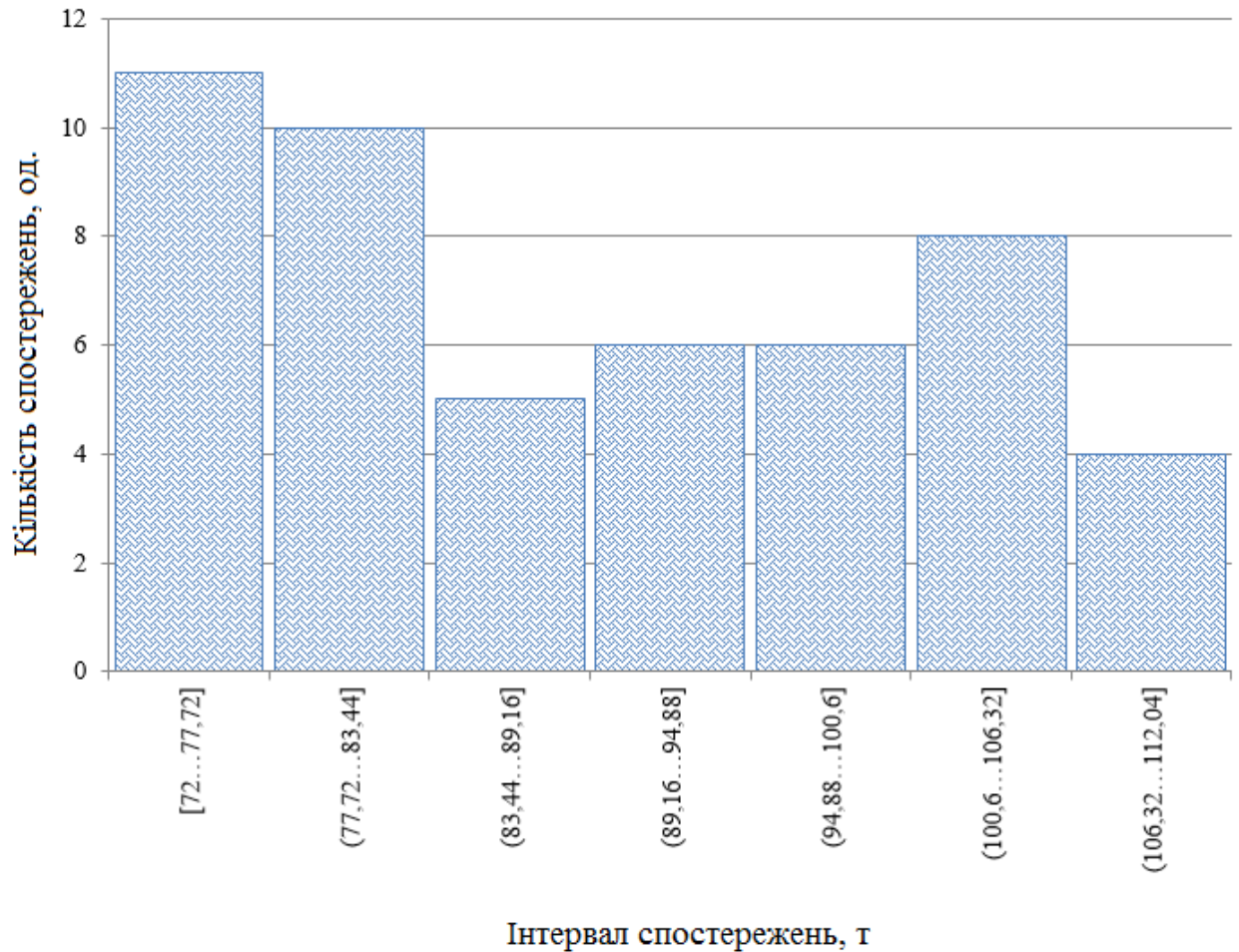


Рисунок 2.2 – Аналіз добових обсягів виробництва МОС-2

З огляду на даний рисунок, вибірка обсягів МОС-1 також якнайкраще описується рівномірним законом розподілу.

2.3 Аналіз руху за контактними графіками составів за напрямками перевезення вагонів з МОС-1 та МОС-2

У таблиці 2.1 показані дані фрагменту контактних графіків руху составів [9, 10] зі станції Відвальна.

Таблиця 2.1 – Дані фрагменту контактних графіків руху составів зі станції Відвальна

Ст. Відвальна– ст. Східна		Ст. Східна– ст. Підбіркова	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
4:15	5:10	-	-
10:15	11:00	-	-
12:50	13:35	13:40	13:50
18:15	19:00	19:10	19:20
22:10	23:05	-	-

У таблиці 2.2 показані дані фрагменту контактних графіків руху составів зі станції Відвальна.

Таблиця 2.2 – Дані фрагменту контактних графіків руху составів на станцію Відвальна

Ст. Підбіркова – ст. Східна		Ст. Східна – ст. Відвальна	
відправ- лення	прибуття	відправ- лення	прибуття
-	-	1:15	1:15

Кінець таблиці 2.2

Ст. Підбіркова – ст. Східна		Ст. Східна – ст. Відвальна	
-	-	7:30	7:30
9:00	9:10	9:30	9:30
15:20	15:30	15:50	15:50
-	-	19:10	19:10

У таблиці 2.3 показані дані фрагменту контактного графіку руху составів зі станції Південна на станцію Рудна.

Таблиця 2.3 – Дані фрагменту контактного графіку руху составів зі станції Південна на станцію Рудна

ст. Південна- ст. Рудна		Вивантаження на рудному дворі		ст. Рудна - ст. Південна	
відпр.	приб.	початок	закінчення	відпр.	приб.
13:50	14:00	14:00	16:00	16:00	16:10

У таблиці 2.4 показані дані фрагменту контактного графіку руху составів зі станції Підбіркова на станцію Аглофібрика.

Таблиця 2.4 – Дані фрагменту контактного графіку руху составів зі станції Південна на станцію Рудна

Відправлення на ст. Підбіркова	Відправлення на бункери доменного цеху	Вивантаження у бункери		Відправлення до ст. Підбіркова
		початок	закінч.	
3-10	4-50	5-00	7-00	7-10
7-10	12-50	13-00	15-00	15-10
19-10	20-50	21-00	23-00	23-10

При розробці імітаційної моделі врахуємо можливість поєднання моментів відправлення вагонів з МОС-1 та МОС-2 із нитками існуючих контактних графіків.

2.4 Розробка імітаційної моделі доставки МОС-1 та МОС-2

Створимо модель [11] АМСОМ в середовищі Енілоджик – рисунок 2.3. Модельний час обрано у хвилинах. Надалі переходимо на робоче поле програми та розміщуємо там елемент source_МОС_1 генерації замовлень – добових обсягів виробництва вторинної сировини для виробництва МОС-1 – рисунок 2.4.

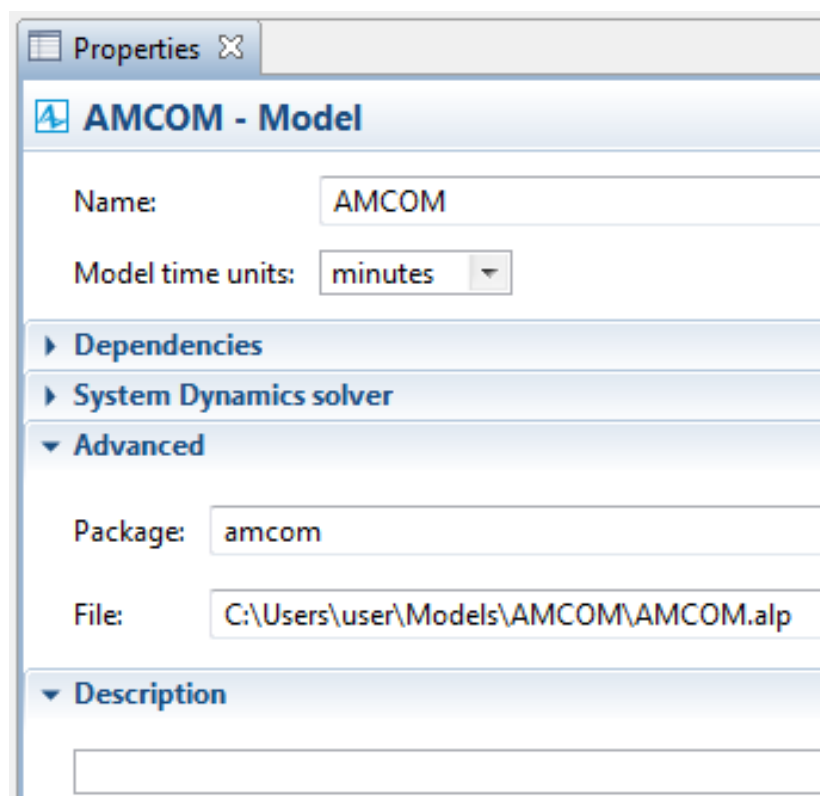


Рисунок 2.3 – Модель AMCOM

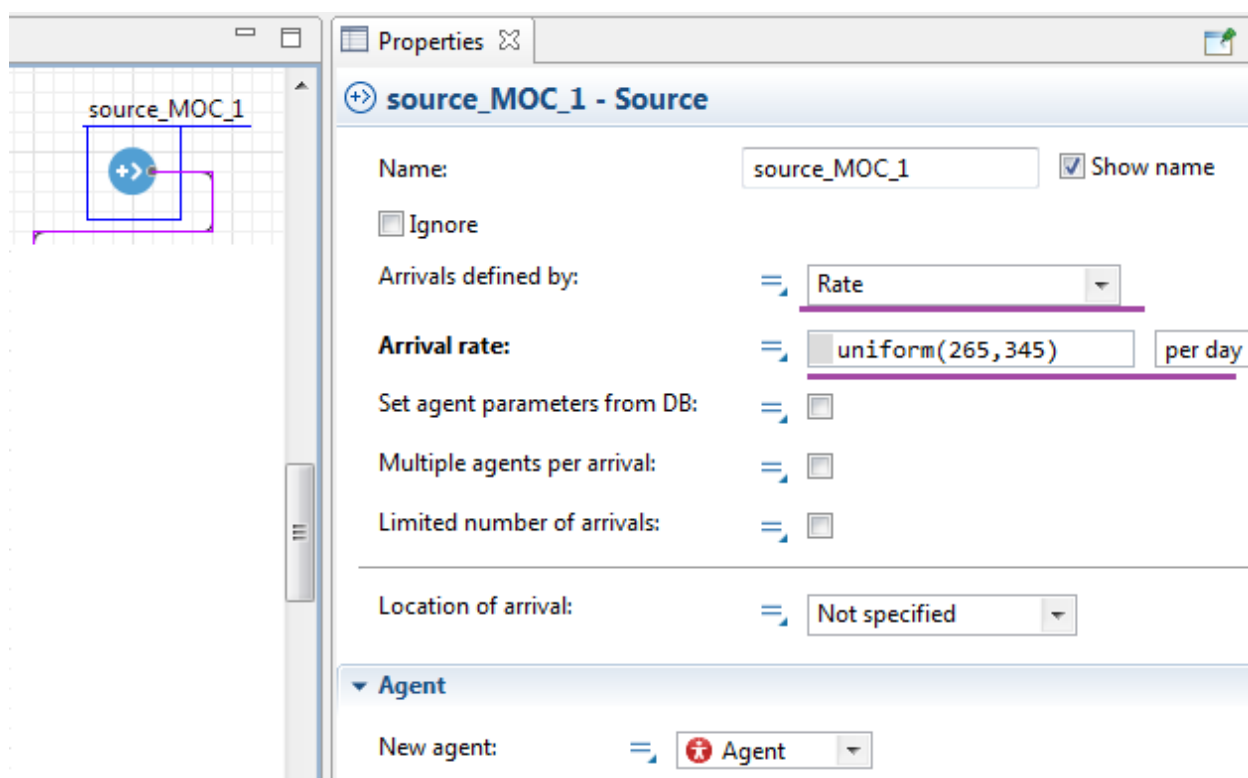


Рисунок 2.4 – Элемент source_MOC_1

Згідно проведеного статаналізу розподіл добових обсягів МОС-1 описується виразом:

`uniform(265,345),`

тобто рівномірним розподілом у межах 265...345 тонн на добу.

Так само задається надходження до пункту навантаження вторинної сировини МОС-2 – рисунок 2.5.

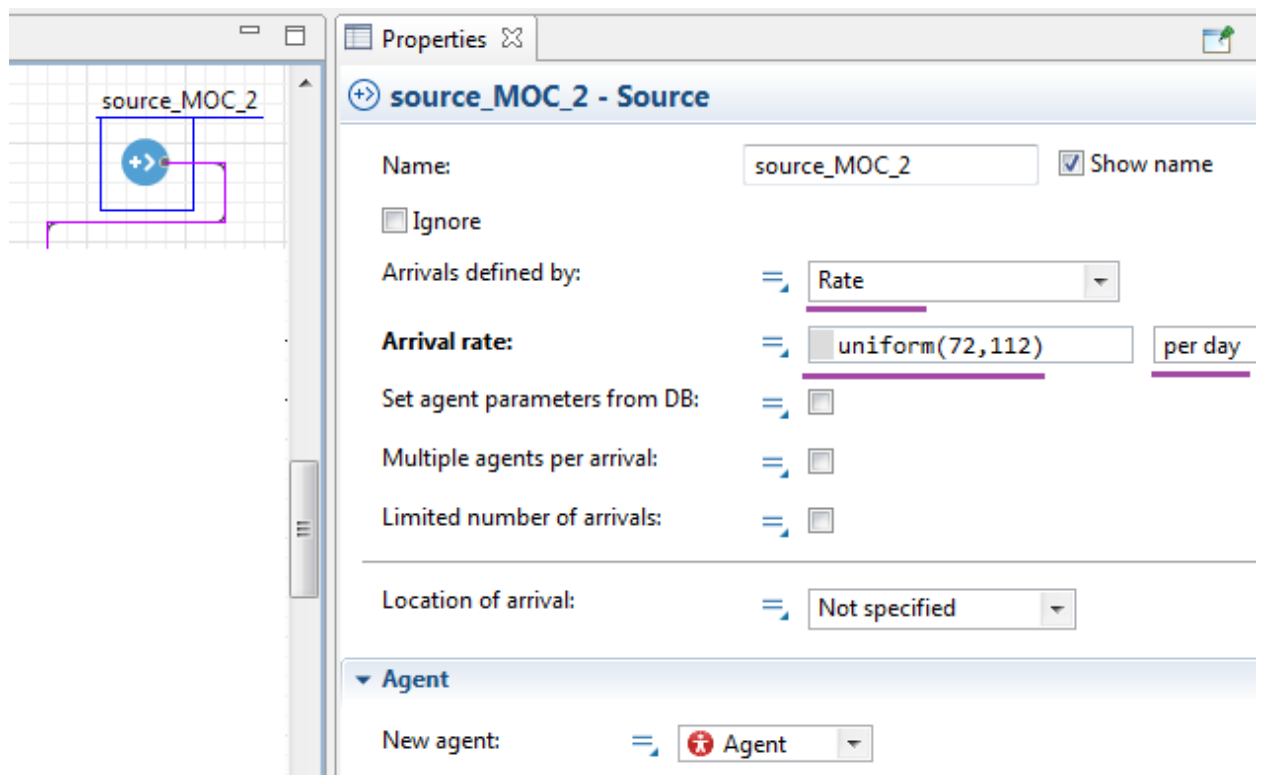


Рисунок 2.5 – Елемент source_MOC_2

Інтенсивність генерації даного об'єкту source_MOC_2 визначається виразом:

`uniform(72,112),`

тобто є рівномірно розподіленою у межах 72 ... 112 тонн на добу.

2.4.1 Формування вагонних відправлень МОС-1 та МОС-2

Партії вантажу МОС-1 потрапляють до черги queue_MOC_1 – рисунок 2.6, де при їх входженні виконуються умови:

```
if (time_Start==0)
{
if (queue_MOC_1.size() > 1000)
{hold_MOC_1.setBlocked(false);
hold_MOC_2.setBlocked(false);}
}
```

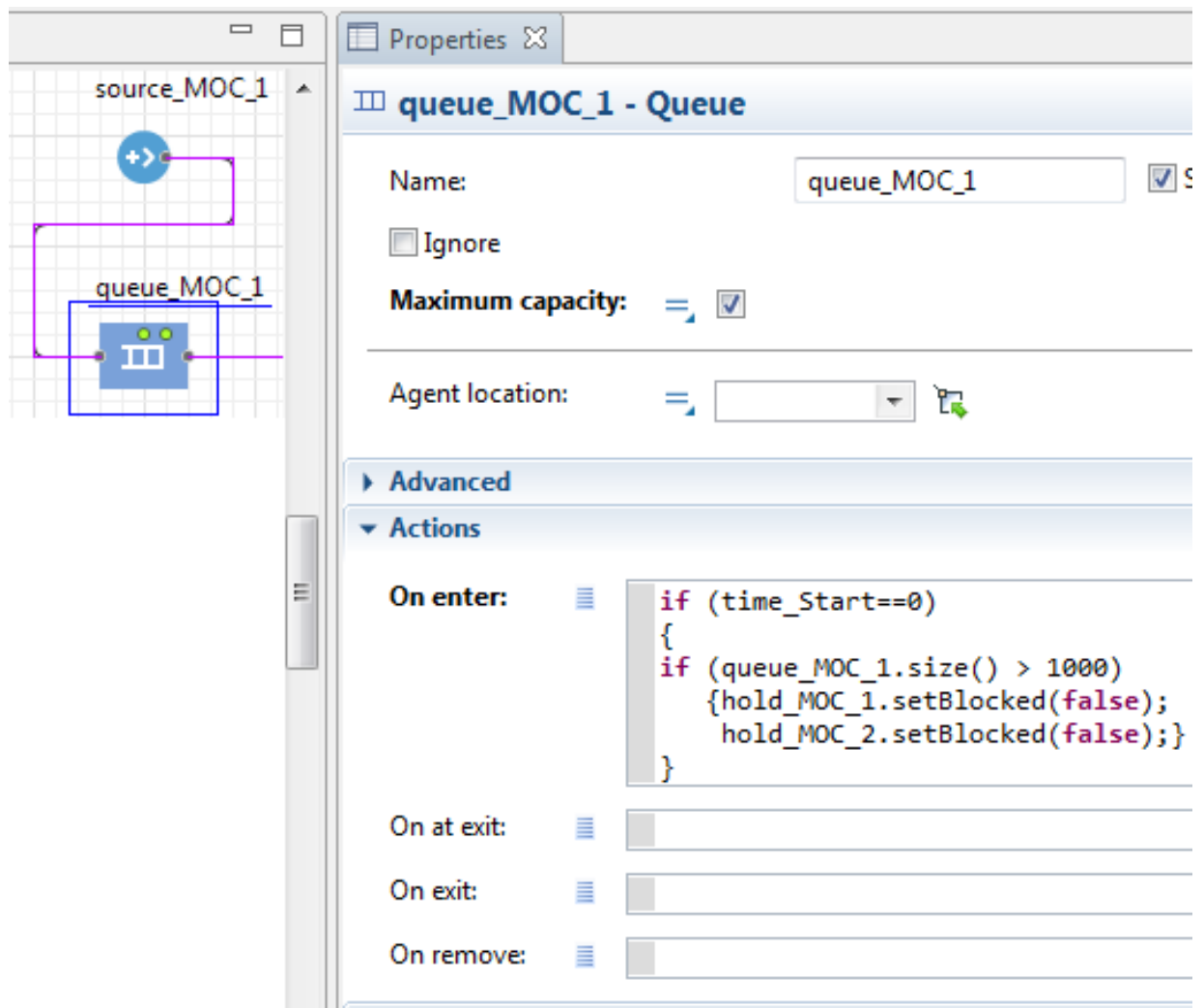


Рисунок 2.6 – Черга queue_MOC_1

Умови виконуються лише на початковому етапі роботи, щоб акумулювати обсяг вантажу у запасі на кілька діб, відповідно до реальних умов.

Надалі змінна `time_Start` прийме ненульове значення та дана умова виконуватись більше не буде.

Ці умови блокують просування партій вантажу елементами `hold_MOC_1` та `hold_MOC_2` – рисунки 2.7 та 2.8.

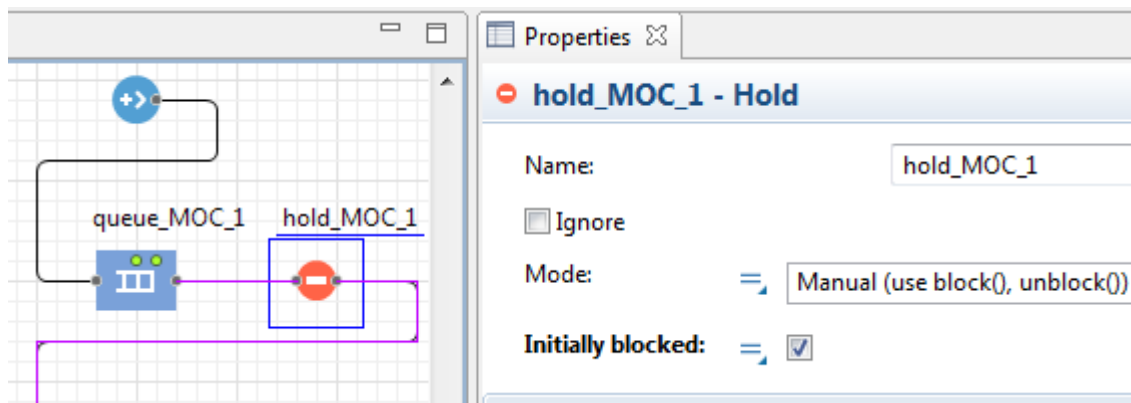


Рисунок 2.7 – Елемент `hold_MOC_1`

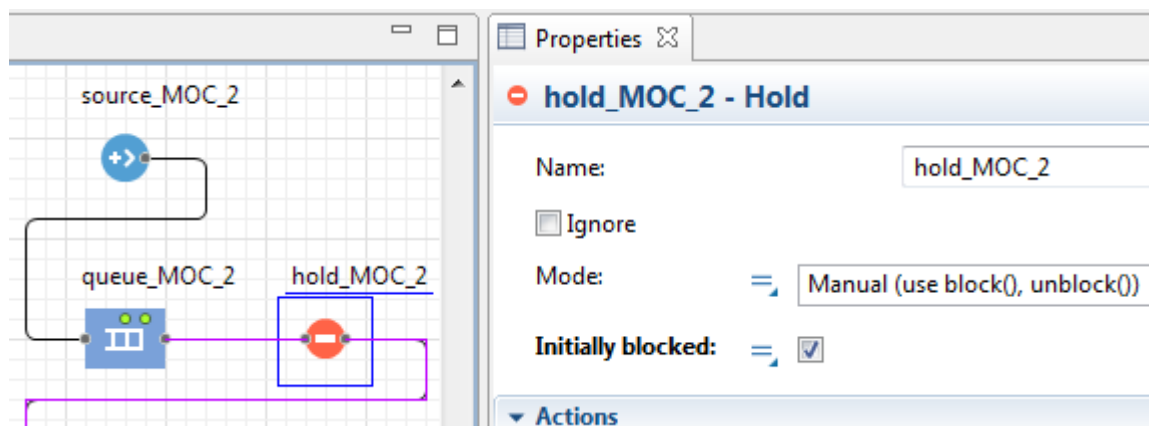


Рисунок 2.8 – Елемент `hold_MOC_2`

Замовлення, заблоковані елементом `hold_MOC_2` також зберігаються у черзі `queue_MOC_2`, яка не містить додаткових умов – рисунок 2.9.

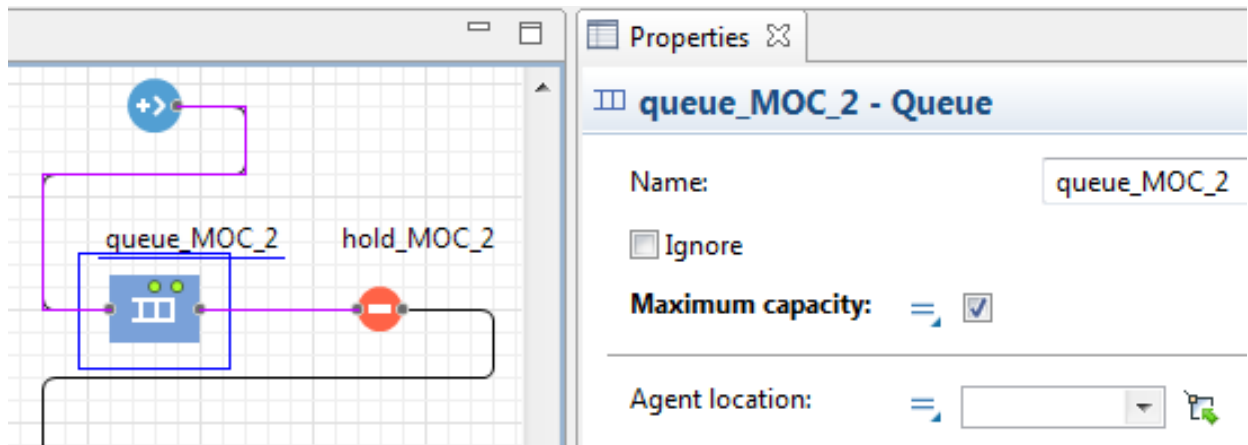


Рисунок 2.9 – Черга queue_MOC_2

Надалі елемент групування batch_MOC_1 створює вагонні партії вантажу, кількість вагонів встановлюється змінною vag_MOC_1 – рисунок 2.10.

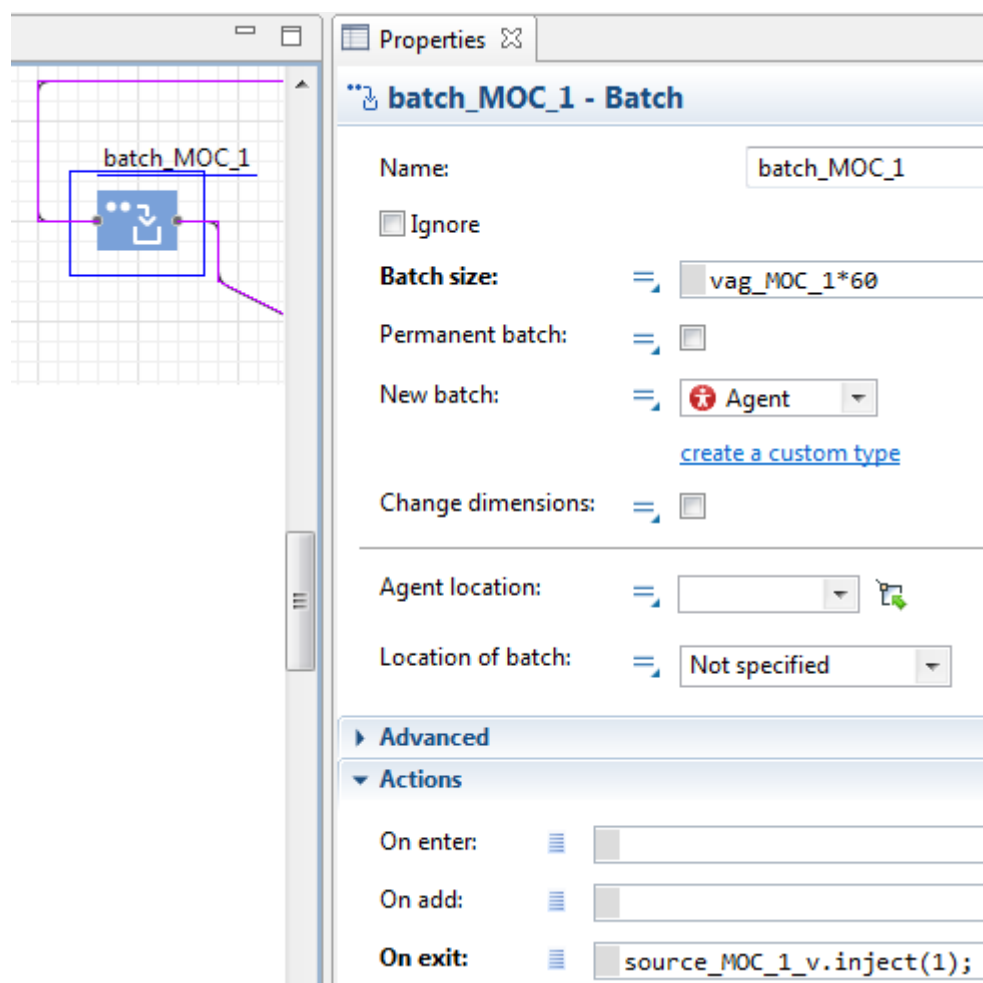


Рисунок 2.10 – Елемент batch_MOC_1

При виході з цього елементу встановленої партії вантажу методом `inject()` викликається нове замовлення у елементі `source_MOC_1_v` – рисунок 2.11.

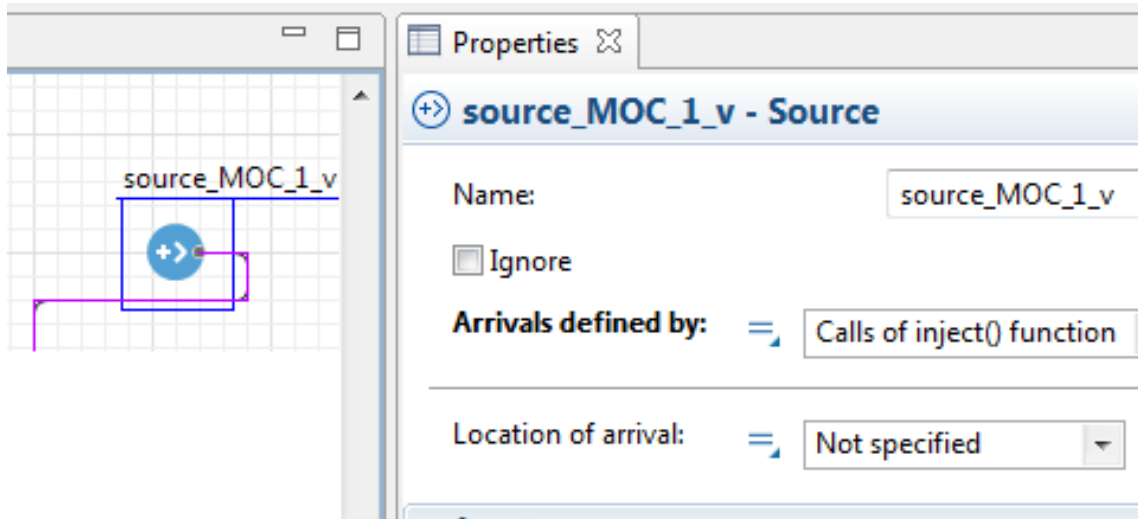


Рисунок 2.11 – Елемент `source_MOC_1_v`

Аналогічно елемент групування `batch_MOC_2` створює вагонні партії вантажу МОС-2, кількість вагонів встановлюється змінною `vag_MOC_2` – рисунок 2.12.

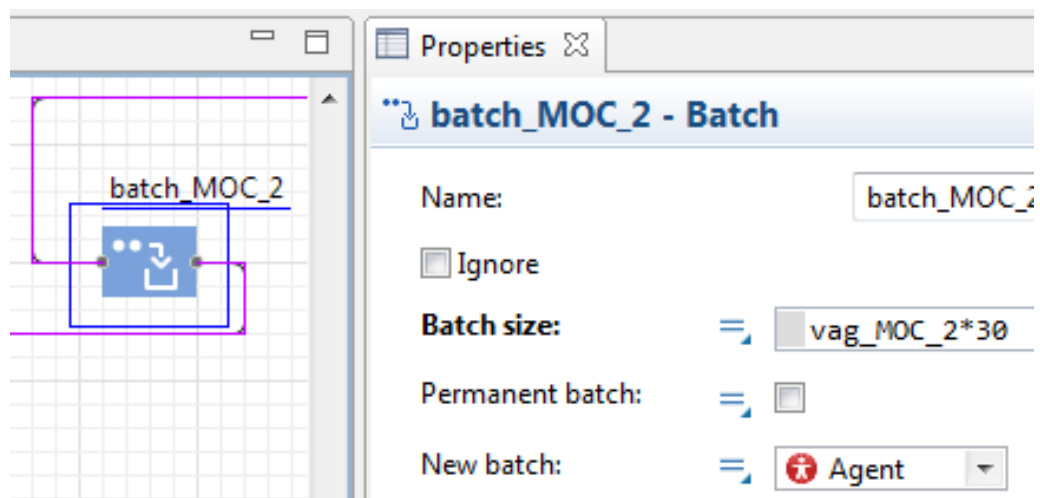


Рисунок 2.12 – Елемент `batch_MOC_2`

При виході з цього елемента встановленої партії вантажу методом inject() викликається нове замовлення у елементі source_MOC_2_v – рисунок 2.13.

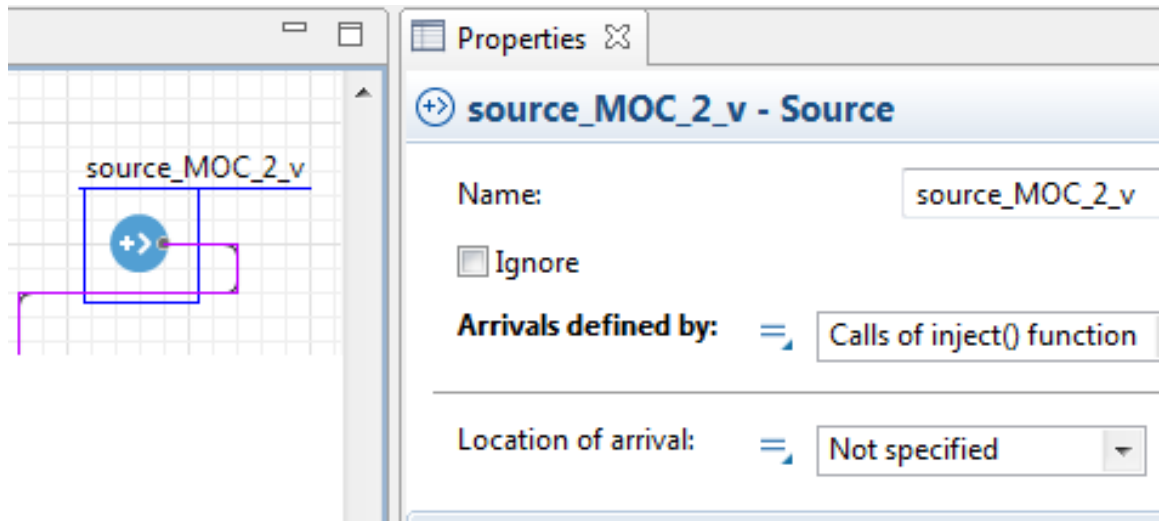


Рисунок 2.13 – Елемент source_MOC_2_v

Після виклику, вихідні партії вантажу у тонах знищуються, оскільки потреби у них більше немає – елемент sink_MOC – рисунок 2.14.

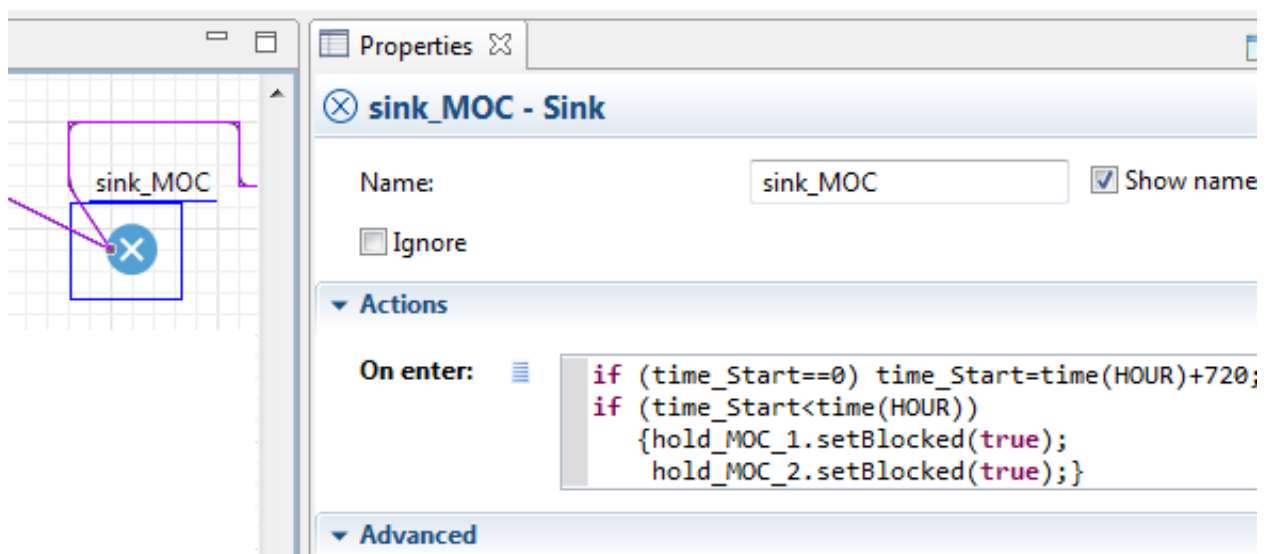


Рисунок 2.14 – Елемент sink_MOC

В цьому елементі виконуються умови:

```
if (time_Start==0) time_Start=time(HOUR)+720;
if (time_Start<time(HOUR))
{hold_MOC_1.setBlocked(true);
 hold_MOC_2.setBlocked(true);},
```

перша з них накопичує інформацію щодо часу роботи програми із моменту утворення початкового запасу, друга – блокує просування згенерованих партій вантажу, але програма певний час не зупиняється, даючи можливість пройти усім згенерованим за місячний термін вагонним партіям.

Загальний вигляд первинного блоку створення партій вантажу МОС-1 та МОС-2 у тонах показаний на рисунку 2.15.

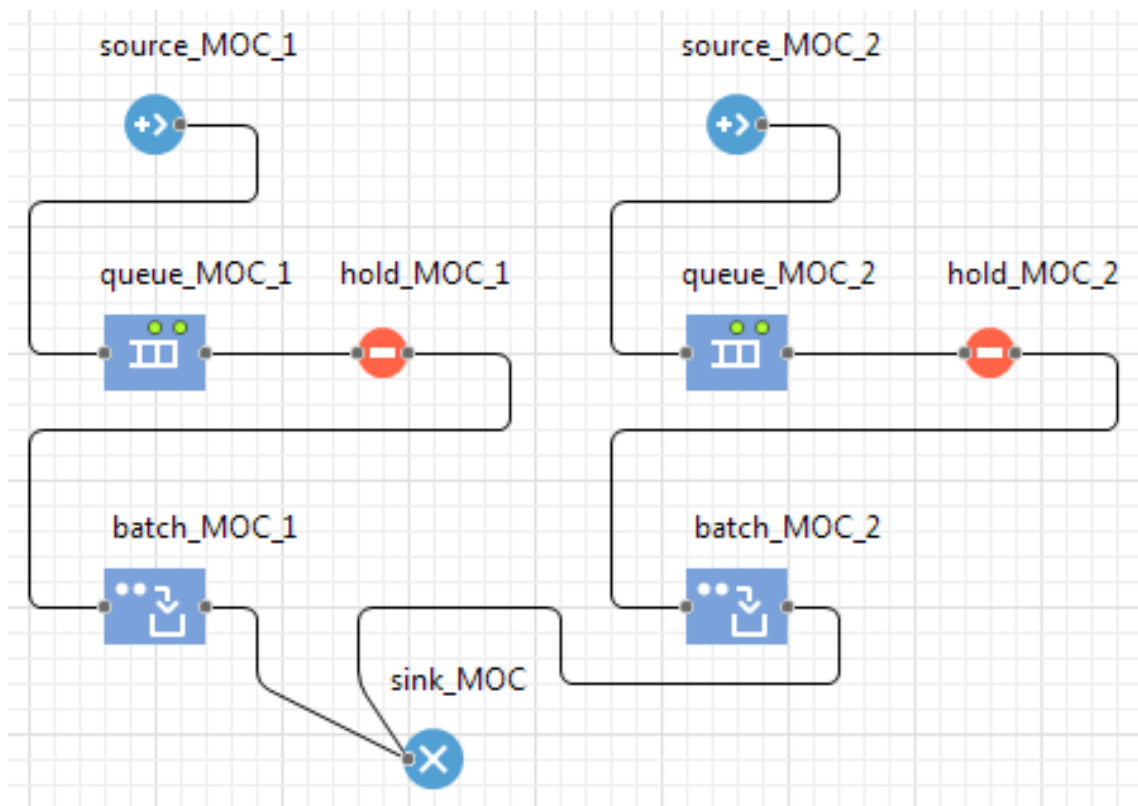


Рисунок 2.15 – Загальний вигляд первинного блоку створення партій вантажу МОС-1 та МОС-2 у тонах

2.4.2 Обробка партій вагонів із МОС-1 та МОС-2 у програмному середовищі

Створені партії вагонів, розмір яких буде змінюватись при постановці експериментів, потрапляють до черг `queue_MOC_1_v` та `queue_MOC_2_v`, де очікують на приєднання вільних ресурсів-вагонів – рисунок 2.16.

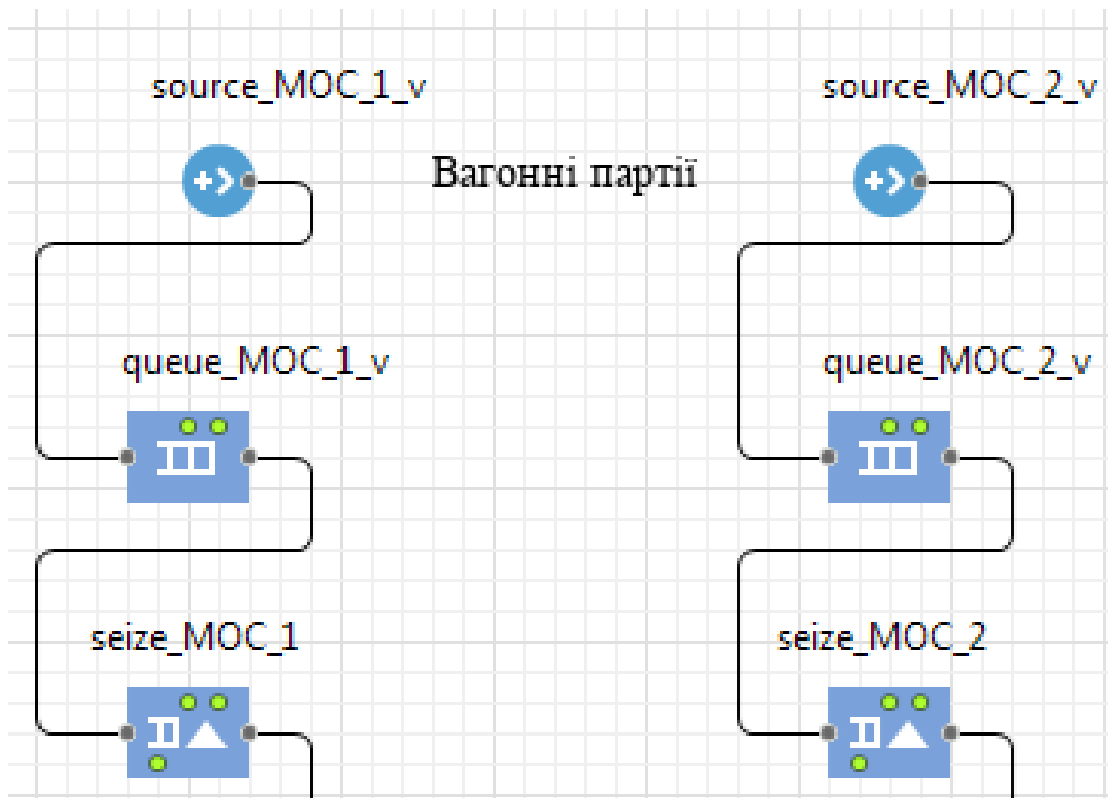


Рисунок 2.16 – Черги `queue_MOC_1_v` та `queue_MOC_2_v`

Кількість ресурсів, які визначають кількість составів, встановлюються елементом `resPool_MOC_2` та `resPool_MOC_2`, що показані на рисунках 2.17 та 2.18.

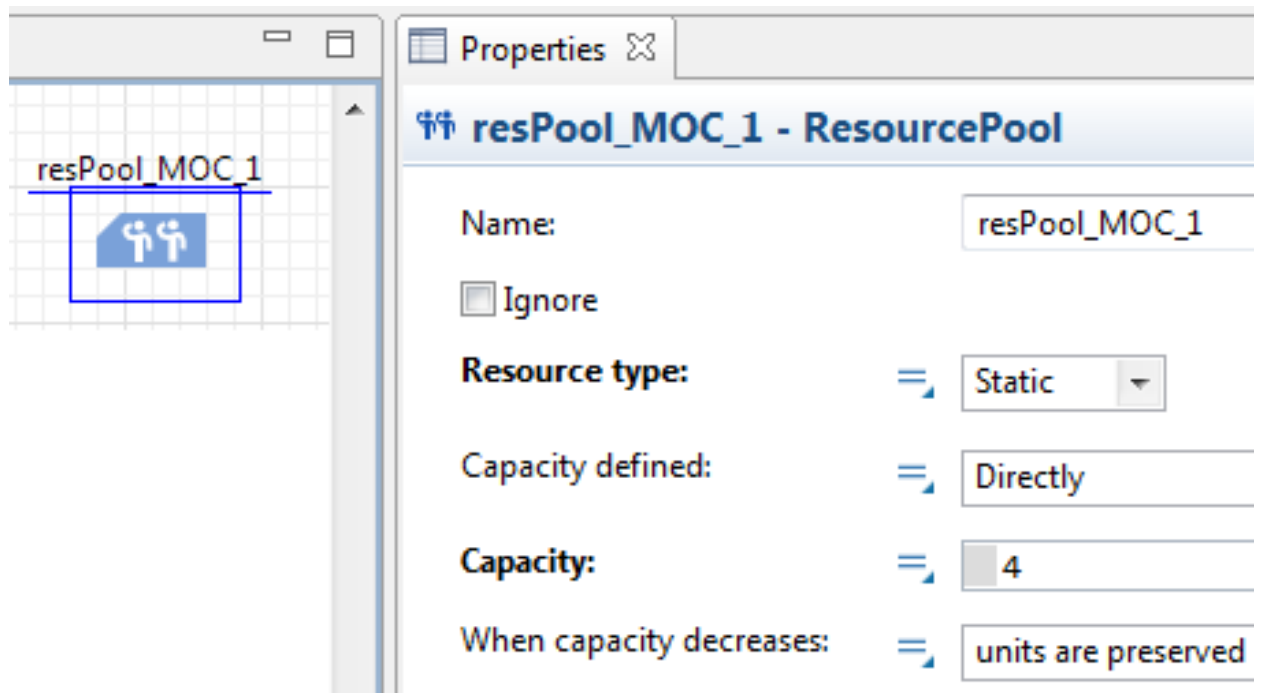


Рисунок 2.17 – Элемент resPool_MOC_1

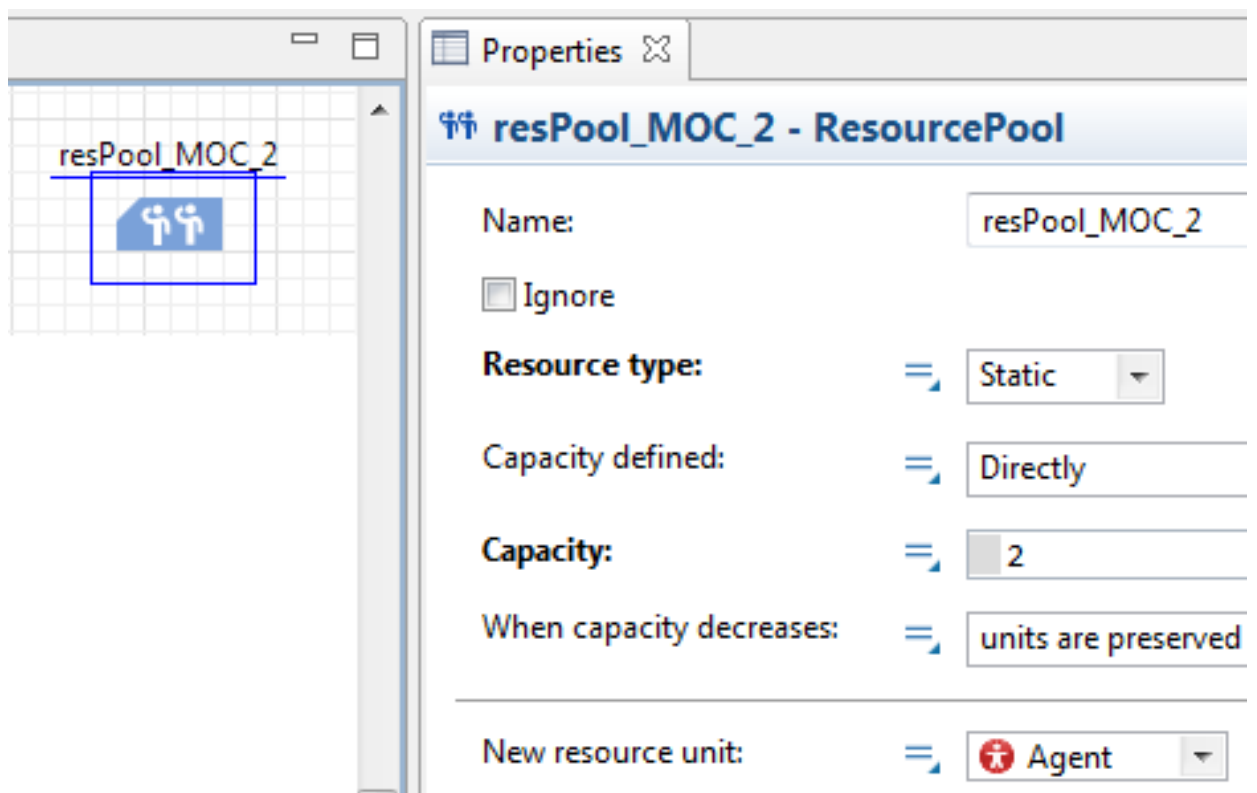


Рисунок 2.18 – Элемент resPool_MOC_2

Це – керовані дослідником параметри, які використовуються разом із змінними `vag_MOC_1` та `vag_MOC_2` – кількістю вагонів у составі – рисунок 2.19.

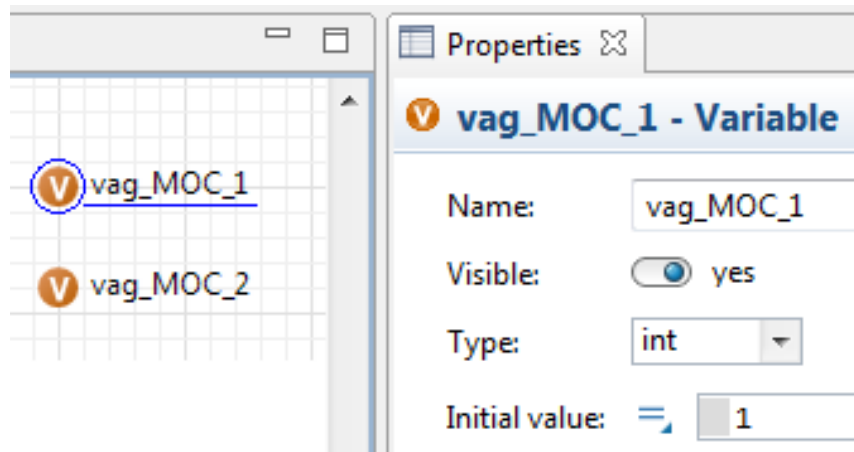


Рисунок 2.19 – Змінні `vag_MOC_1` та `vag_MOC_2`

Елементи `seize_MOC_1` та `seize_MOC_2` приєднують ресурси `resPool_MOC_1` та `resPool_MOC_2` до замовлень – рисунки 2.20 та 2.21.

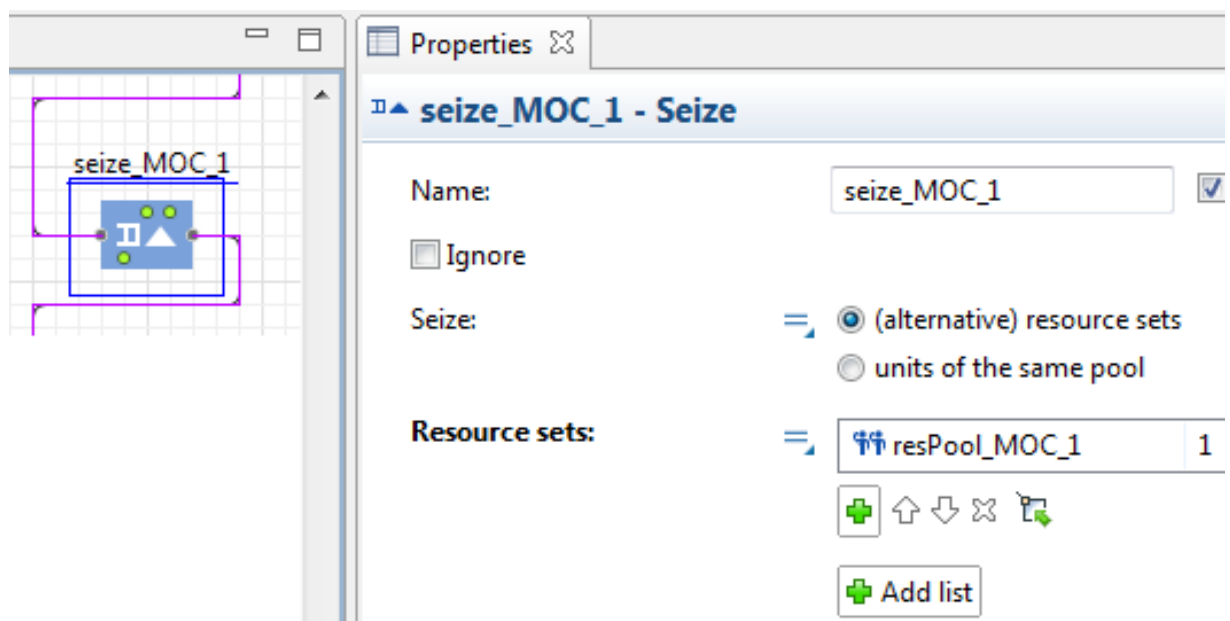


Рисунок 2.20 – Елемент `seize_MOC_1`

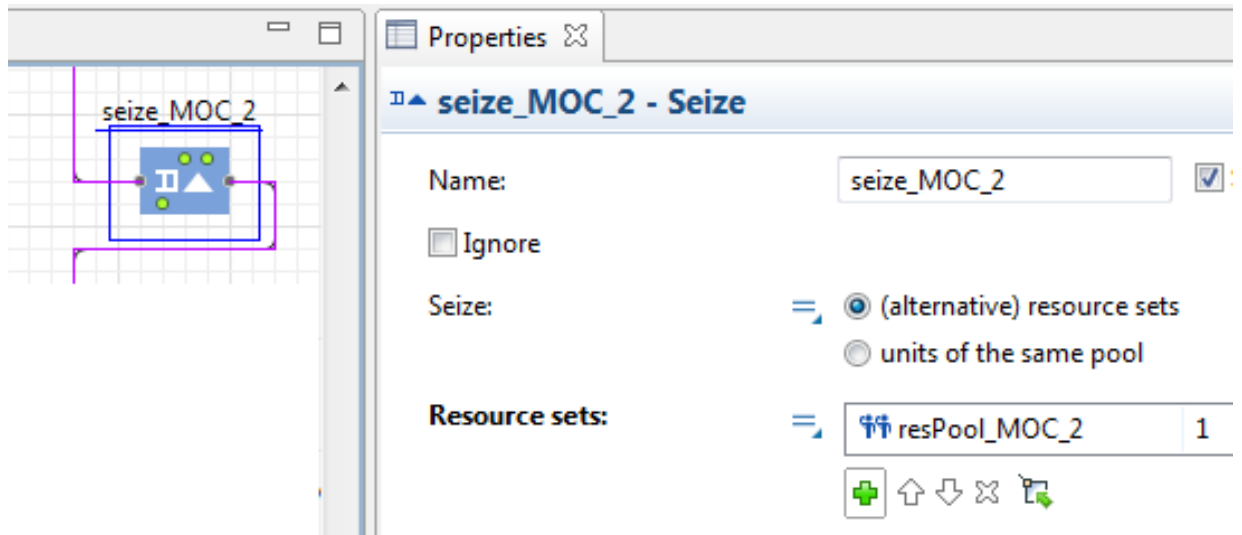


Рисунок 2.21 – Елемент seize_MOC_2

Вантаж із вагонами (замовлення з ресурсами) потрапляють до черг queue_Vidv та queue_Vidv1, де утримуються елементами hold_MOC_1_v та hold_MOC_2_v в залежності від умов, які вираховуються елементом event_MOC_1.

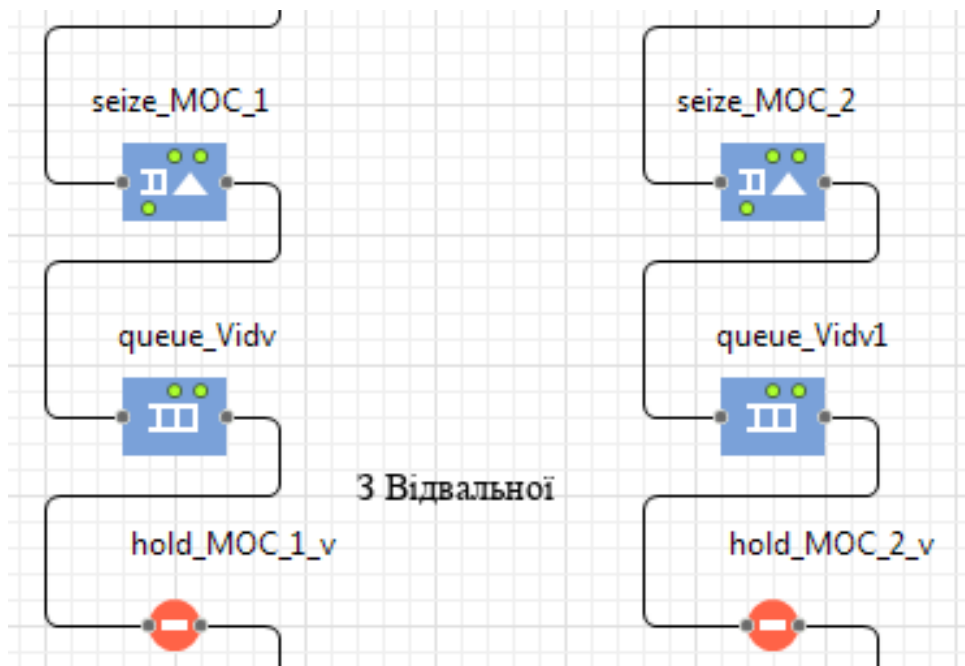


Рисунок 2.22 – Блок управління рухом зі станція Відвальна

Елемент event_MOC_1 показаний на рисунку 2.23.

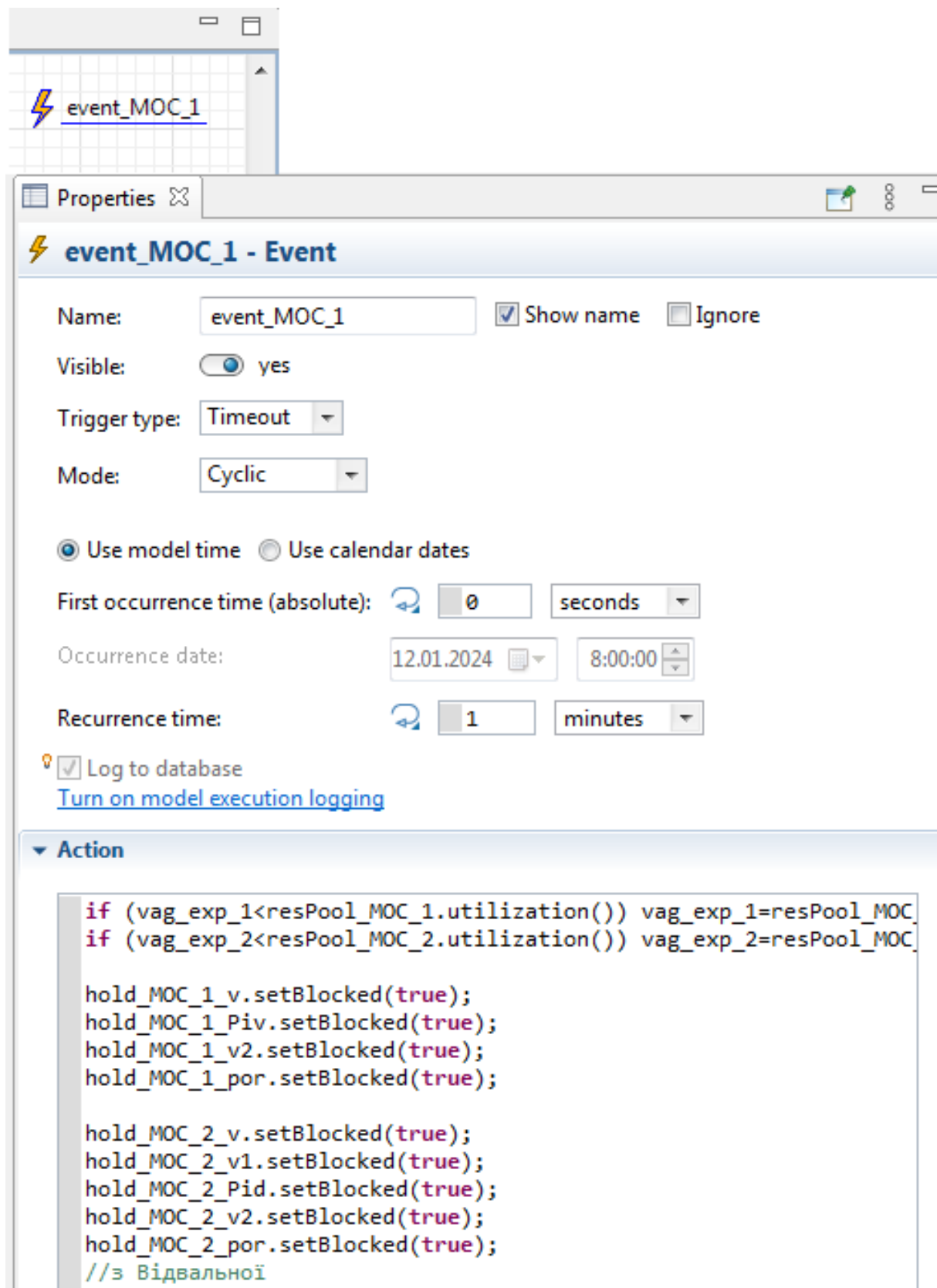


Рисунок 2.23 – Елемент event_MOC_1

Даний елемент є подією, яка перший раз спрацьовує одразу після початку роботи програми з циклічністю – кожна хвилина. Частина розділу Action цього елементу, що керує рухом зі станції Відвальна, показана на рисунку 2.24.



Рисунок 2.24 – Розділ елементу event_MOC_1, що керує рухом зі станції Відвальна

Однак, першими рядками є умови розрахування максимального ступеню використання ресурсів:

```
if (vag_exp_1<resPool_MOC_1.utilization())
    vag_exp_1=resPool_MOC_1.utilization();
if (vag_exp_2<resPool_MOC_2.utilization())
    vag_exp_2=resPool_MOC_2.utilization();,
```

поточну частку використання ресурсу повертає функція utilization().

Подальший блок умов блокує усі елементи типу hold – блокатор:

```
hold_MOC_1_v.setBlocked(true);
hold_MOC_1_Piv.setBlocked(true);
hold_MOC_1_v2.setBlocked(true);
hold_MOC_1_por.setBlocked(true);
hold_MOC_2_v.setBlocked(true);
hold_MOC_2_v1.setBlocked(true);
hold_MOC_2_Pid.setBlocked(true);
hold_MOC_2_v2.setBlocked(true);
hold_MOC_2_por.setBlocked(true);
```

це умови відповідності ритму руху контактним графікам, до яких планується долучити перевезення МОС-1 та МОС-2.

Регулювання руху, тобто відкриття шляху для замовлень здійснюють наступні умови, що стосуються лише відправлення зі станції Відвальна:

```
time_Graph=time_Plan+4.25;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    {hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
```

```

    hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}
time_Graph=time_Plan+10.25;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    {hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
    hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}
time_Graph=time_Plan+12.83;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    {hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
    hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}
time_Graph=time_Plan+18.25;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    {hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
    hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}
time_Graph=time_Plan+22.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    {hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
    hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}

```

Змінна `time_Graph` визначає час, коли можна розблокувати чергу із замовленням, воно додає до поточного часу початку доби `time_Plan` час відправлення поїзду згідно контактного графіку.

Час `time_Plan` визначається іншим елементом типу «подія» - `event_MOC_24` – рисунок 2.25.

Кожні 24 години – час циклічного спрацьовування `event_MOC_24`, змінній `time_Plan` присвоюється поточний час у програмі за допомогою функції `time(HOUR)`:

```
time_Plan=time(HOUR);.
```

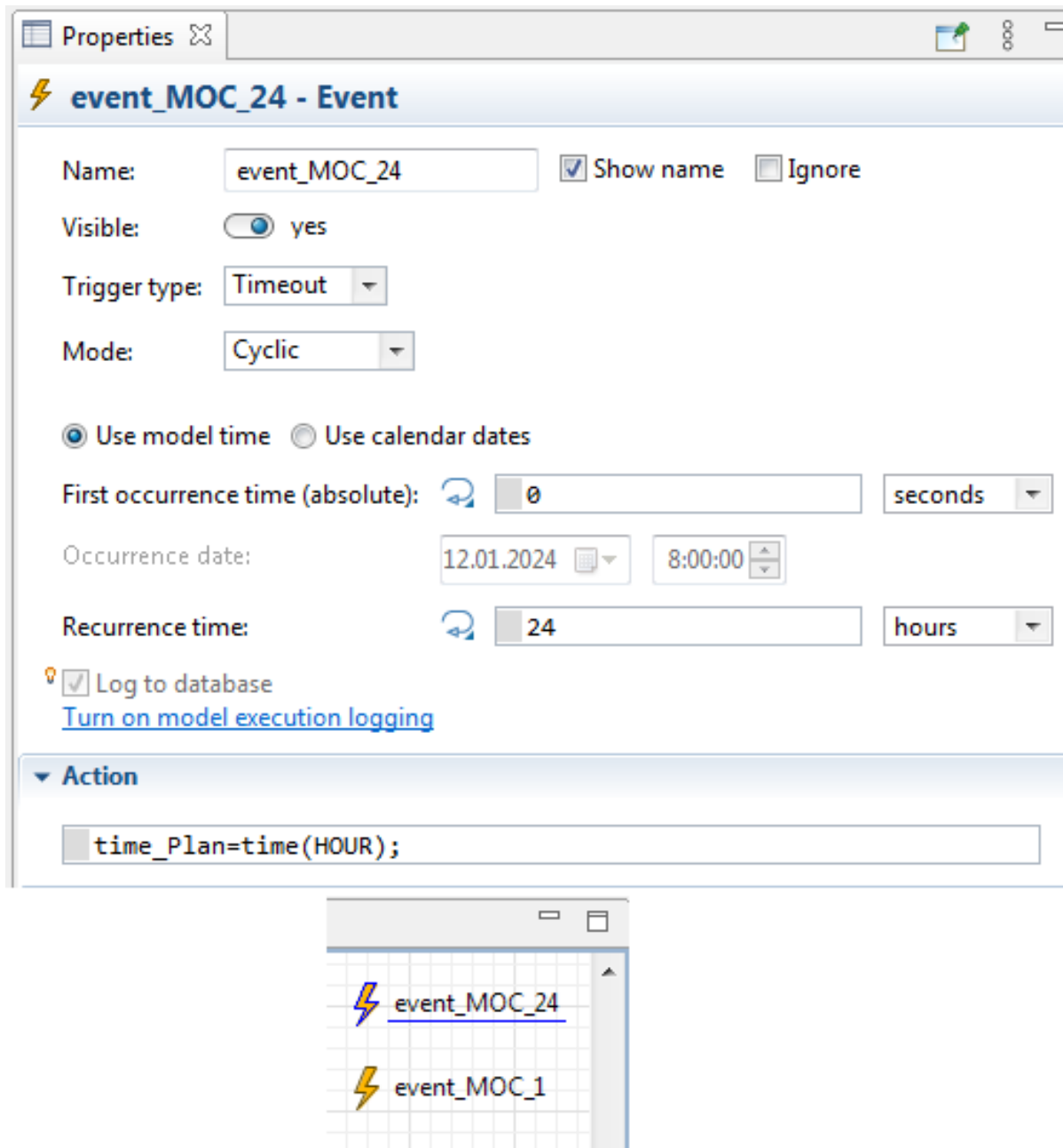


Рисунок 2.25 – Елемент event_MOC_24

В період часу: одна хвилина до, одна після – здійснюється розблокування відповідного елементу блокування, наприклад:

```
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
{hold_MOC_1_v.setBlocked(false);
hold_MOC_2_v.setBlocked(false);}
```

у даному випадку розблоковуються обидві гілки руху MOC-1 та MOC-2.

Наступний блок елементів після проходження станції Відвальна показаний на рисунку 2.26.

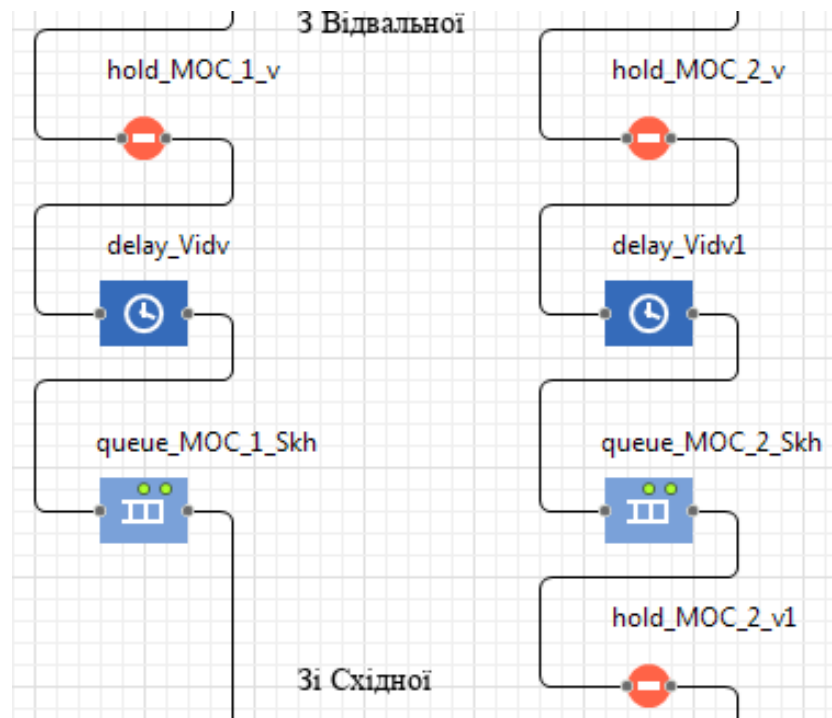


Рисунок 2.26 – Блок руху замовлень між станціями Відвальна та Східна

Елемент `delay_Vidv` здійснює затримку у тривалості руху між станціями – рисунок 2.27.

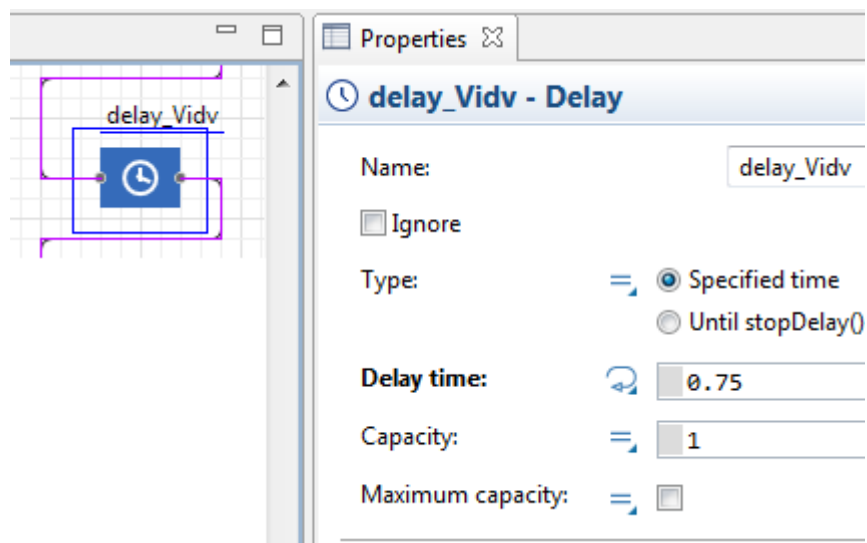


Рисунок 2.27 – Елемент `delay_Vidv`

Елемент delay_Vidv1 здійснює аналогічну затримку руху МОС-2 – рисунок 2.28.

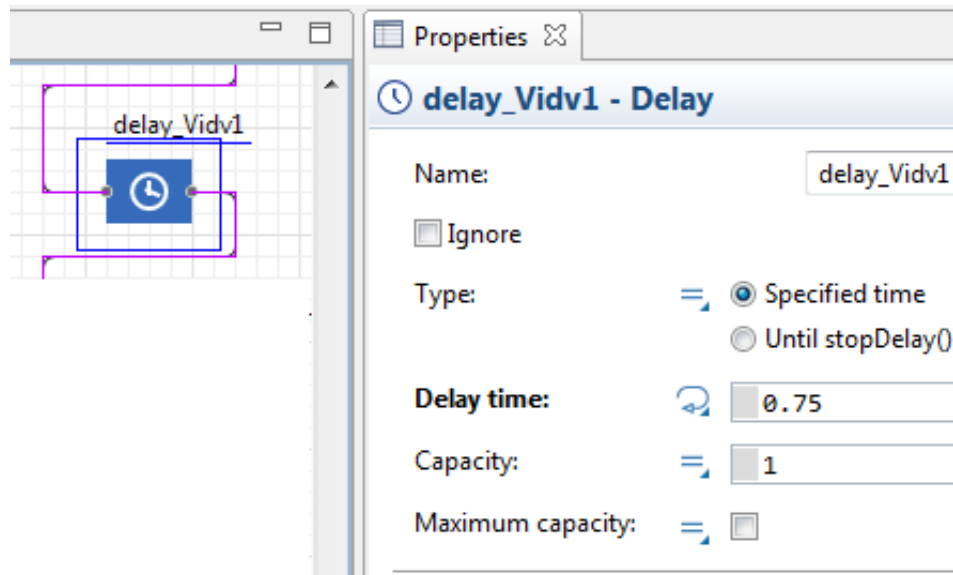


Рисунок 2.28 – Елемент delay_Vidv1

Далі замовлення перебувають у чергах: МОС-1 у черзі queue_MOC_1_Piv, МОС-2 – у черзі queue_MOC_2_Pid – рисунок 2.29.

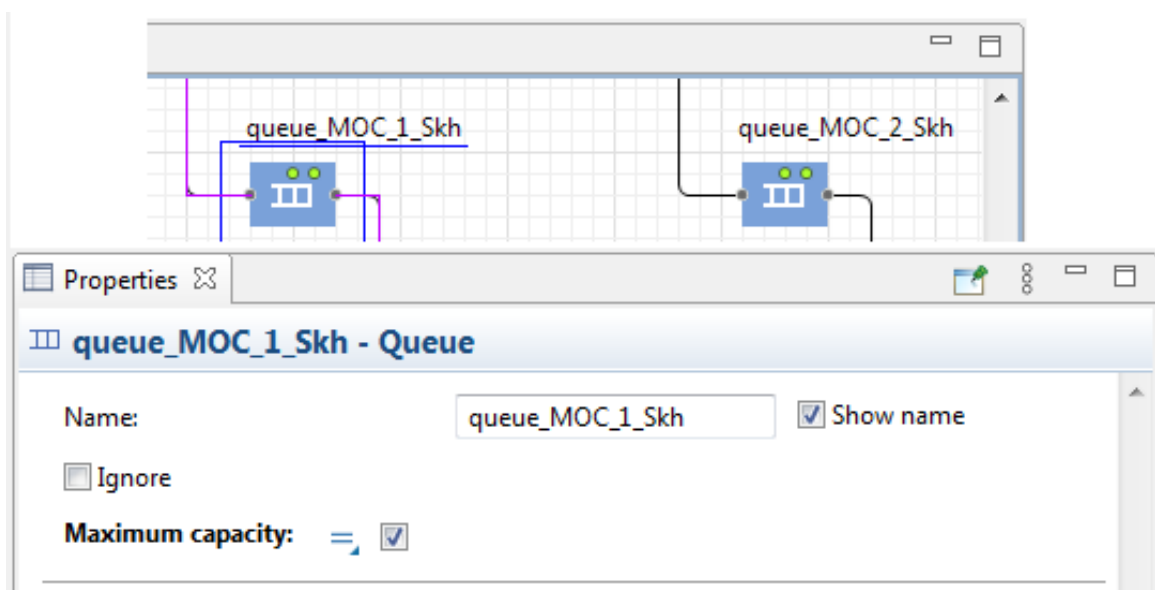


Рисунок 2.29 – Черги queue_MOC_1_Piv та queue_MOC_2_Pid

Елемент hold_MOC_2_v1 управляється елементом event_MOC_1 – рисунок 2.30.

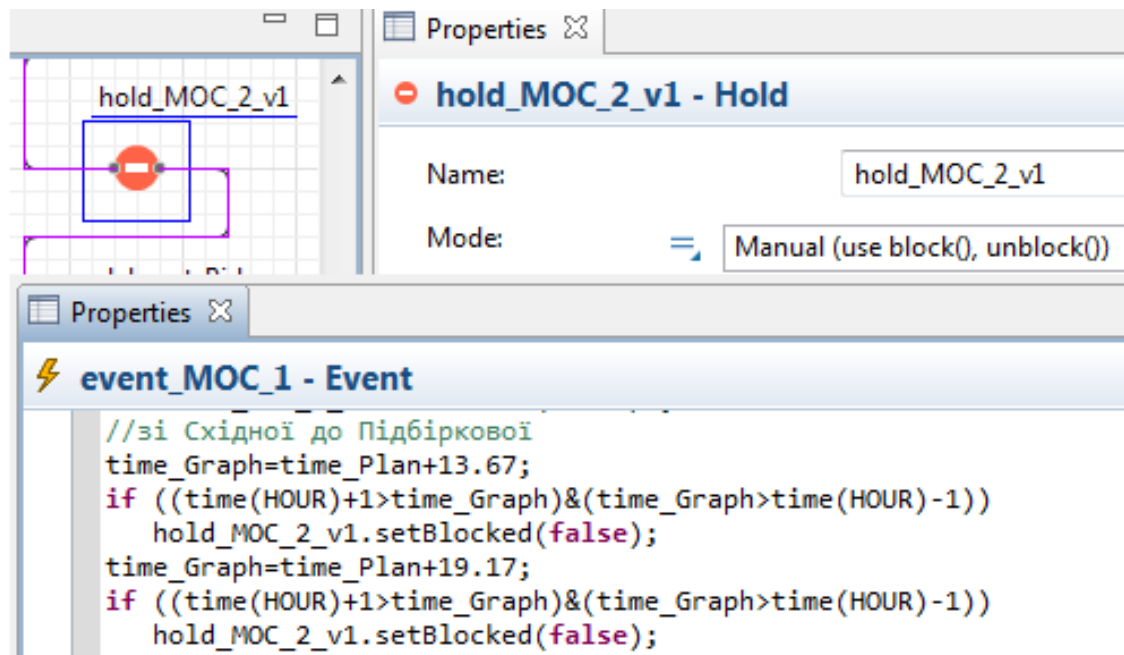


Рисунок 2.30 – Елемент hold_MOC_2_v1

Код, що враховує подальший рух поїздів з Відвальної через Східну до Підбіркової:

```
time_Graph=time_Plan+13.67;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v1.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+19.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v1.setBlocked(false);,
```

відповідає контактному графіку, для руху до станції Південна зі Східної блокування, відповідно, не передбачене (рисунок 2.26).

Наступний блок «Східна – Південна/Підбіркова» працює аналогічно попередньому – рисунок 2.31.

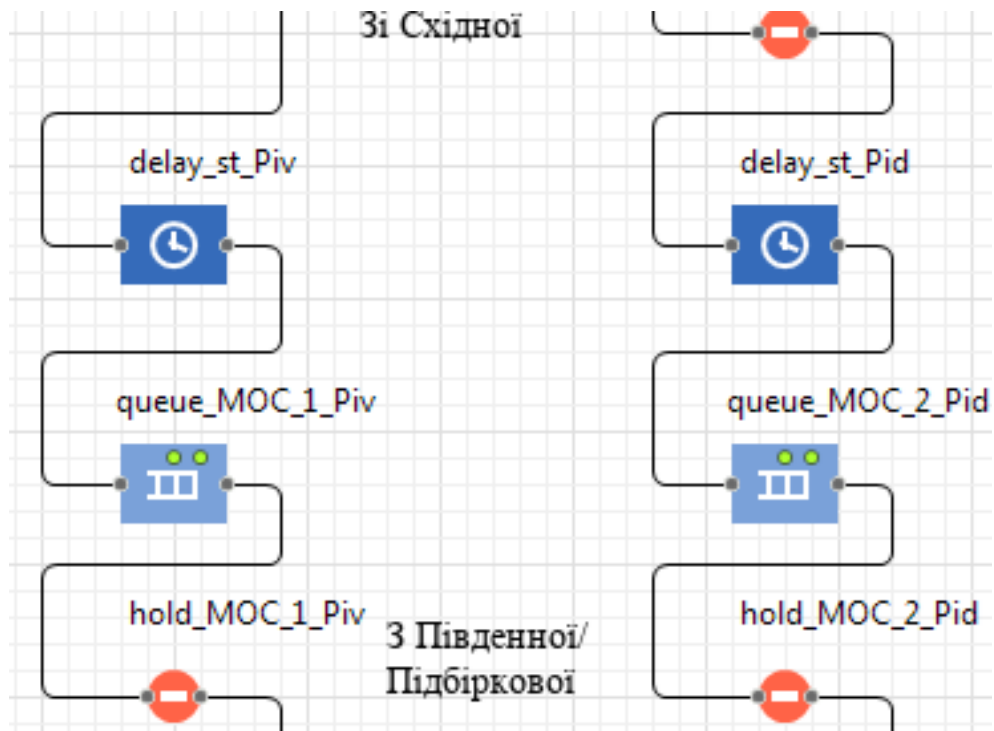


Рисунок 2.31 – Блок «Східна – Південна/Підбіркова»

Але відмінністю є програмна можливість руху замовлень або за контактним графіком, або окремим шляхом, при цьому в економічній частині буде врахована додаткова робота локомотива. Умови вибору прописані у елементах `queue_MOC_1_Piv` – рисунок 2.32:

```
if (variant_perev==3) hold_MOC_1_Piv.setBlocked(false);
if (variant_perev==4) hold_MOC_1_Piv.setBlocked(false);
```

та `queue_MOC_2_Pid` – рисунок 2.33:

```
if (variant_perev==2) hold_MOC_2_Pid.setBlocked(false);
if (variant_perev==4) hold_MOC_2_Pid.setBlocked(false);
```

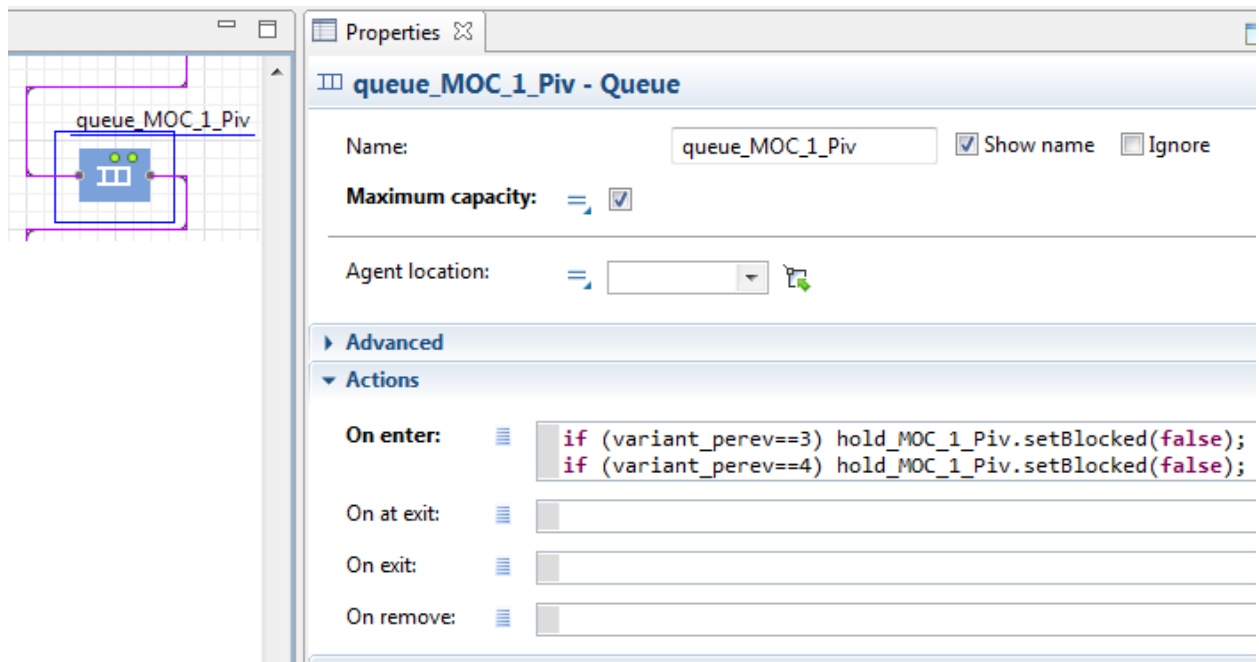


Рисунок 2.32 – Елемент queue_MOC_1_Piv

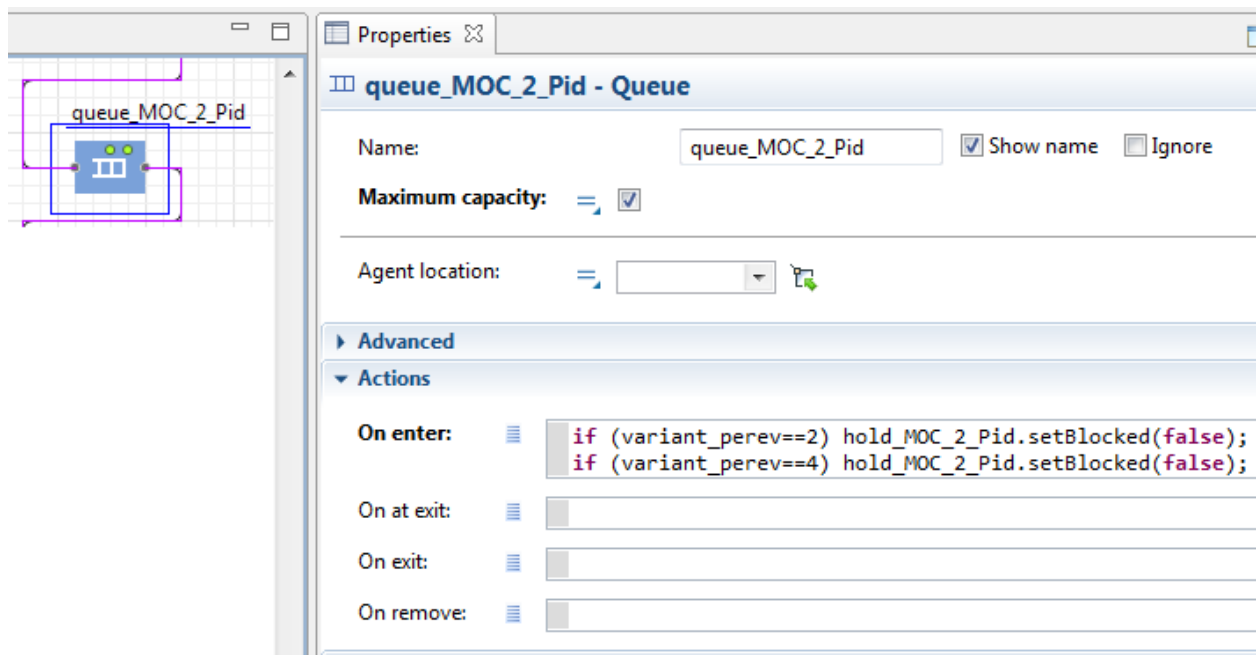


Рисунок 2.33 – Елемент queue_MOC_2_Pid

Змінна `variant_perev` є перемикачем варіантів організації перевезень на подальших ділянках руху. Ці варіанти показані на рисунку 2.34.

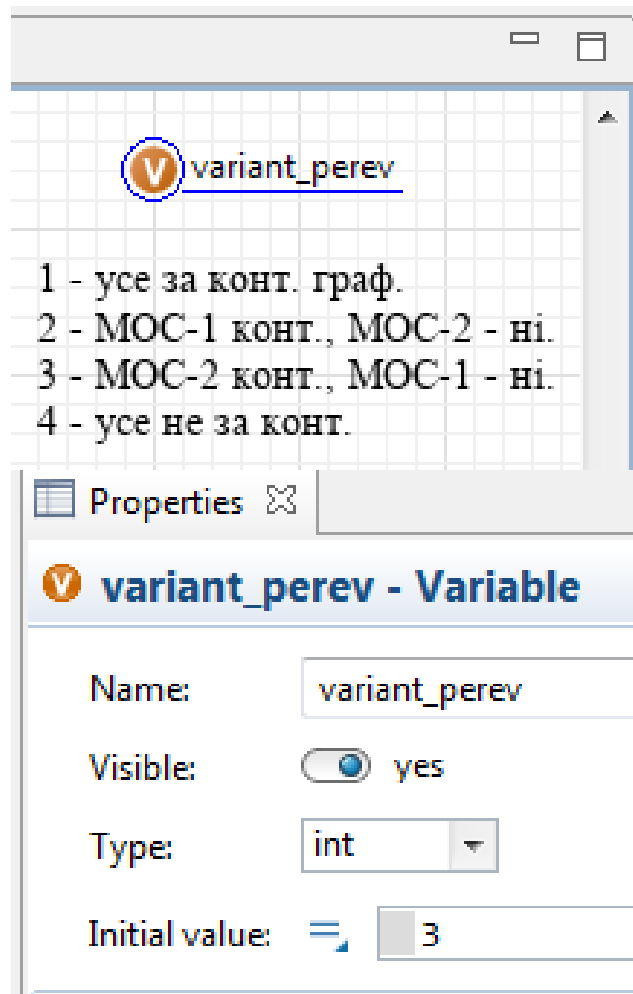


Рисунок 2.34 – Змінна variant_perev

У разі руху за контактним графіком працюють умови, показані на рисунку 2.35.

Умови різняться для станції Південна:

```
time_Graph=time_Plan+13.83;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_Piv.setBlocked(false);
```

та Підбіркової:

```
time_Graph=time_Plan+4.83;
```

```

if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_Pid.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+12.83;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_Pid.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+20.83;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_Pid.setBlocked(false);.

```

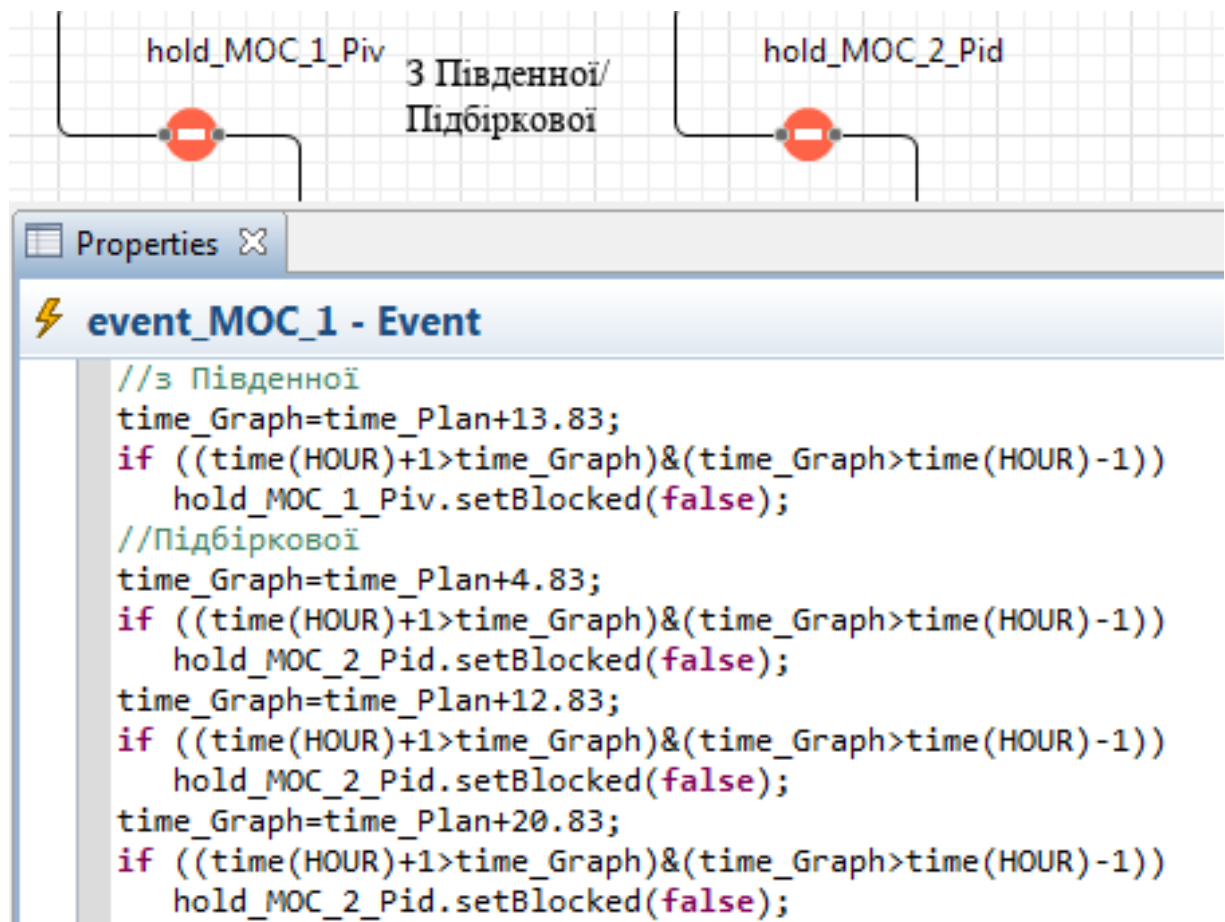


Рисунок 2.35 – Елементи hold_MOC_1_Piv та hold_MOC_2_Pid

Наступний блок також враховує можливість руху не тільки за контактними графіками, умови прописані у чергах, які передують елементам блокування hold_MOC_1_v2, hold_MOC_2_v2 – рисунок 2.36.

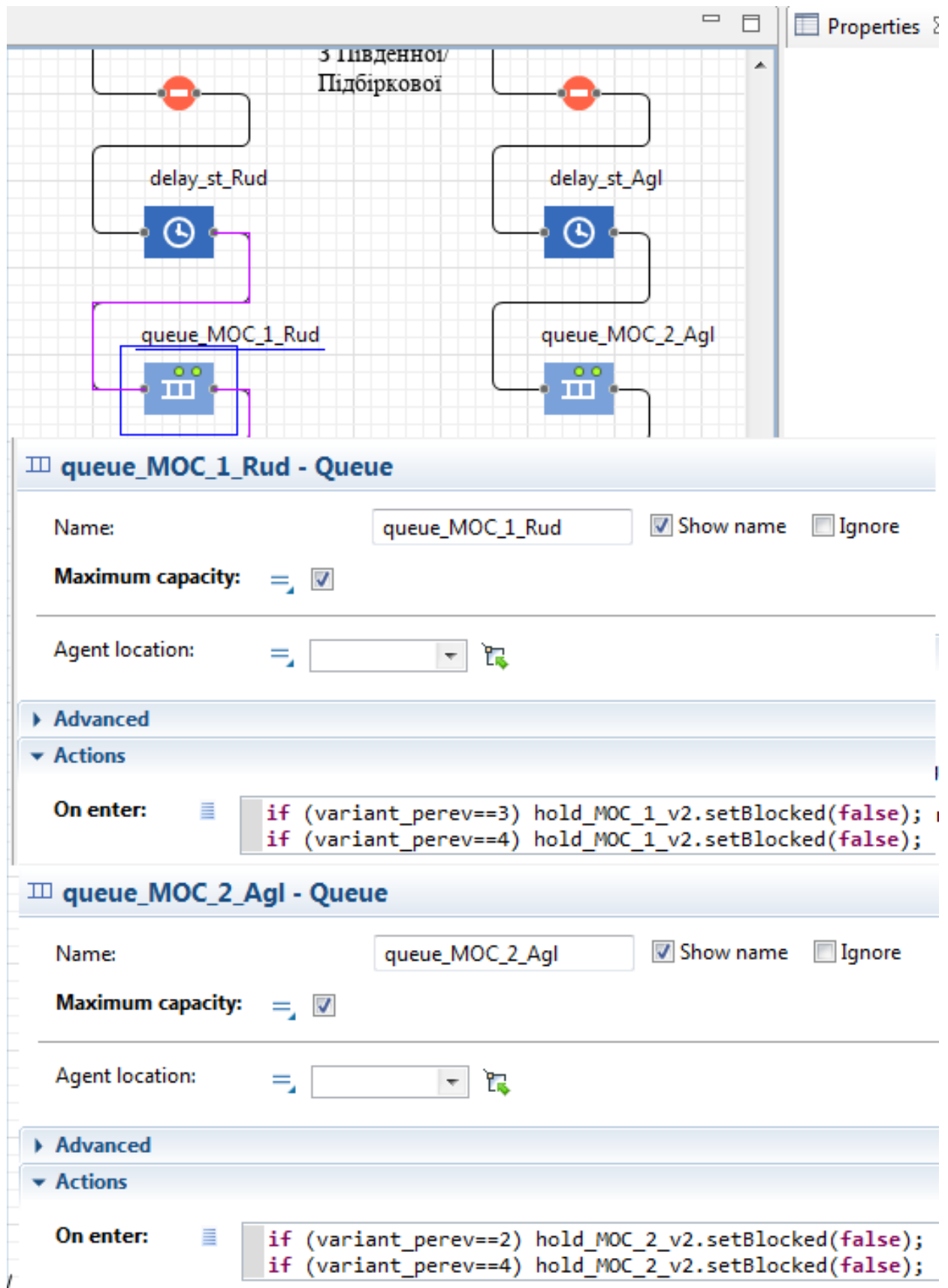


Рисунок 2.36 – Блок руху замовлень зі станцій Південна та Підбіркова

Черговий блок руху зі станцій Рудна та Аглофабрика показаний на рисунку 2.37.

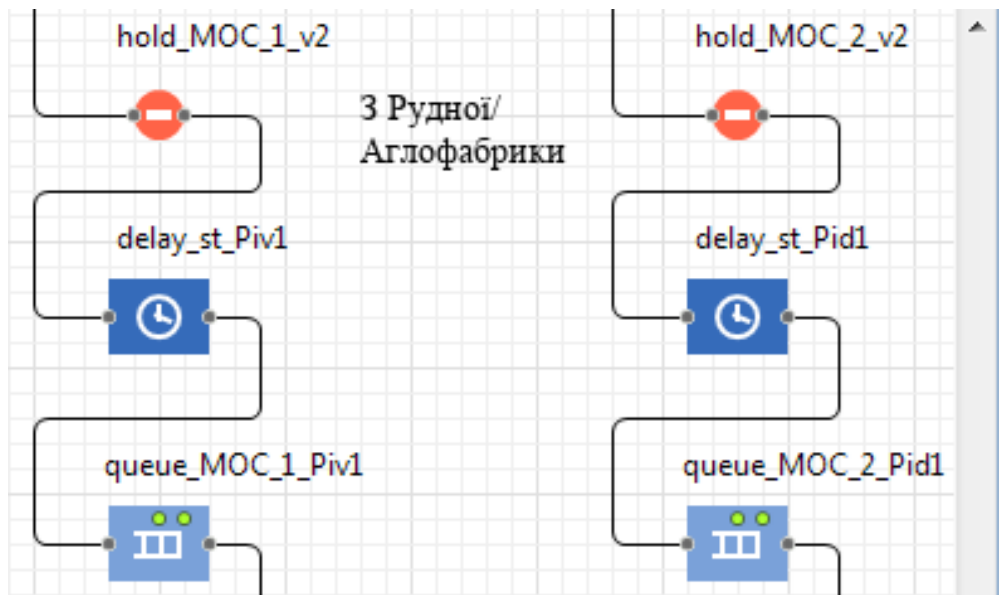


Рисунок 2.37 – Блок руху зі станцій Рудна та Аглофабрика

Код управління відповідно до контактних графіків – рисунок 2.38.

```

Properties
event_MOC_1 - Event
//з Рудної
time_Graph=time_Plan+16;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_v2.setBlocked(false);
//з Аглофабрики
time_Graph=time_Plan+7.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+15.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+23.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);

```

Рисунок 2.38 – Управління рухом зі станцій Рудна та Аглофабрика

Для руху зі станції Рудна передбачена лише одна нитка контактного графіку:

```
time_Graph=time_Plan+16;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_v2.setBlocked(false);
```

на відміну трьох для станції Аглофабрика:

```
time_Graph=time_Plan+7.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+15.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+23.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_v2.setBlocked(false);.
```

Останній блок повернення порожніх вагонів показаний на рисунку 2.39.

Окремо регулюється рух з Рудної через Східну:

```
time_Graph=time_Plan+1.25;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_por.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+7.5;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_por.setBlocked(false);
```

```

time_Graph=time_Plan+9.5;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_por.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+15.83;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_por.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+19.17;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_1_por.setBlocked(false);

```

та з Аглофабрики через Пібдіркову (рисунок 2.40):

```

time_Graph=time_Plan+9;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_por.setBlocked(false);
time_Graph=time_Plan+15.33;
if ((time(HOUR)+1>time_Graph)&(time_Graph>time(HOUR)-1))
    hold_MOC_2_por.setBlocked(false);.

```

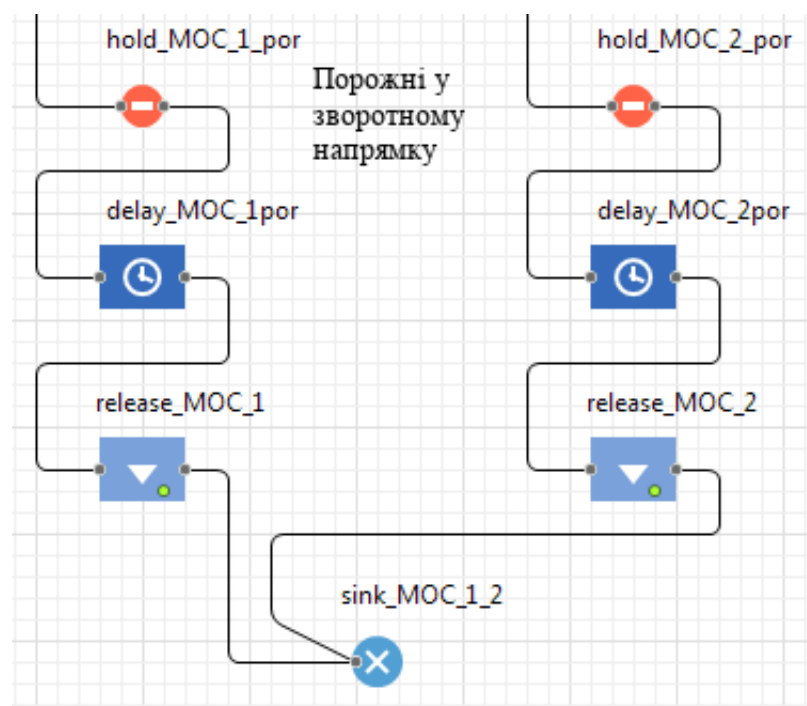


Рисунок 2.39 – Блок повернення порожніх вагонів

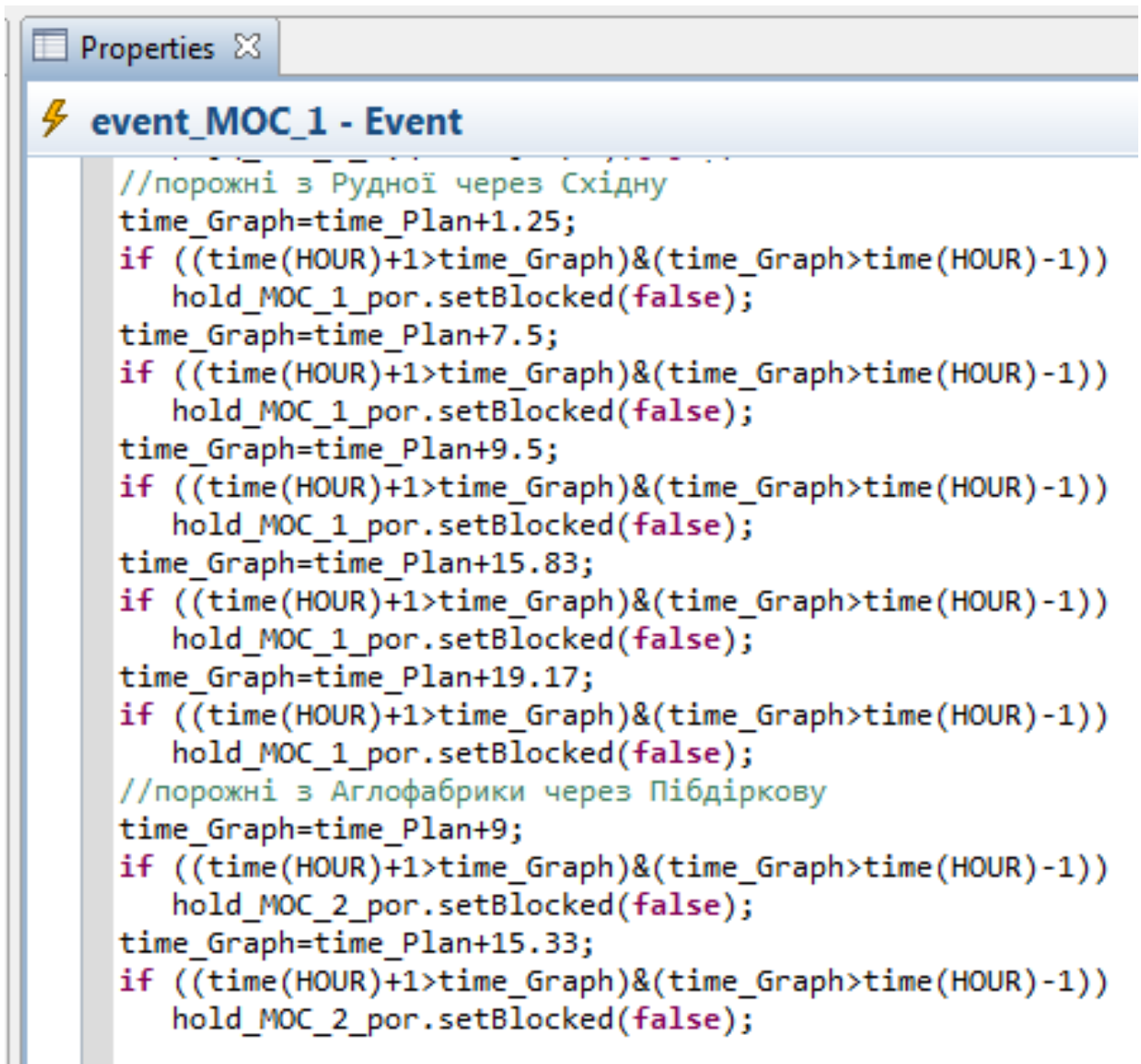


Рисунок 2.40 – Опис процедур повернення порожніх вагонів

Елемент event_MOC_variant встановлює початкові умови роботи програми в залежності від обраного варіанту перевезень змінної variant_perev – рисунок 2.41.

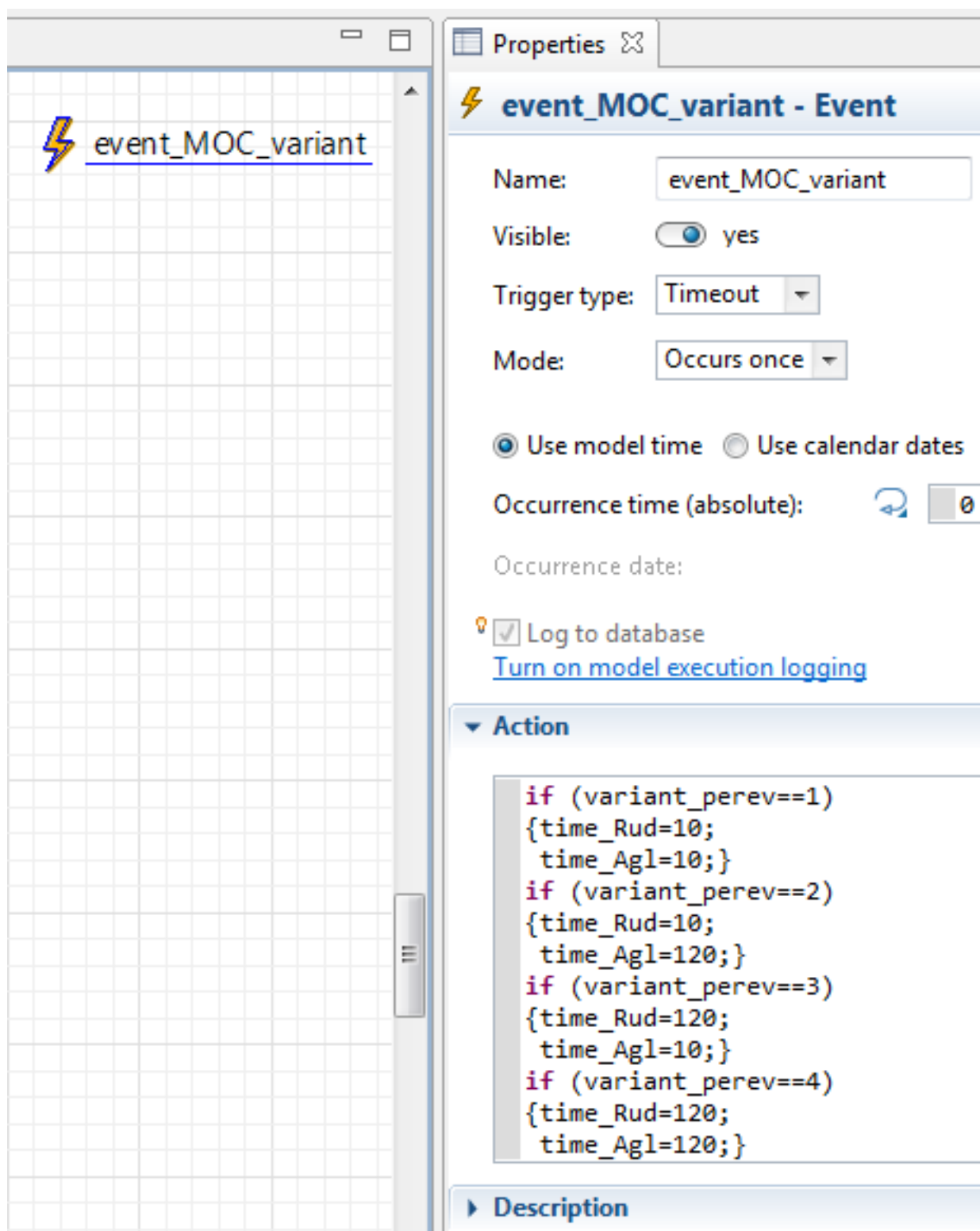


Рисунок 2.41 – Елемент event_MOC_variant

Загальний вигляд програми AMCOM показаний на рисунку 2.42.

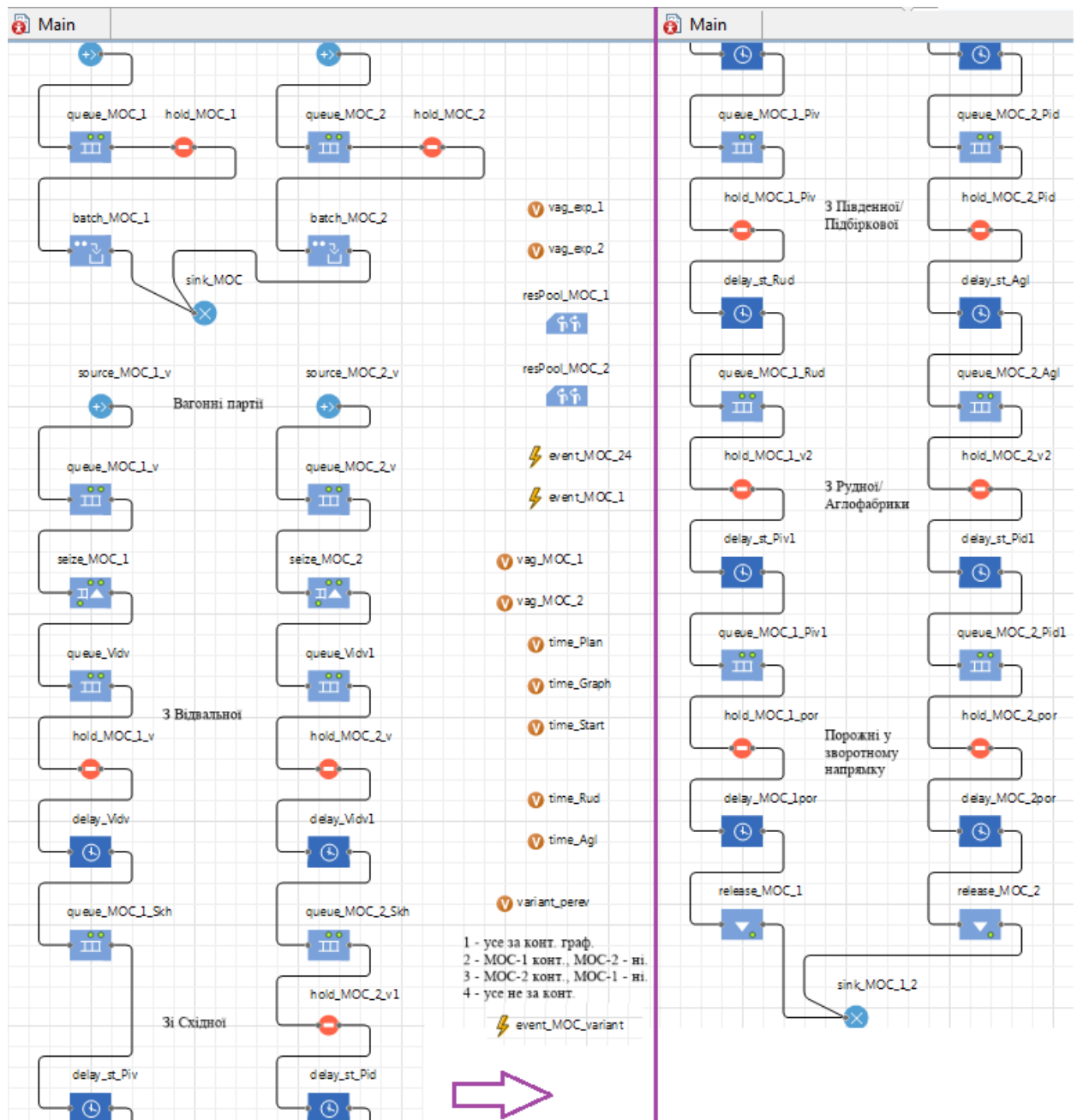


Рисунок 2.42 – Загальний вигляд програми AMCOM

2.5 Експерименти на моделі AMCOM

Основні результати експериментів, проведених на моделі AMCOM показані у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Результати експериментів, проведених на моделі АМСОМ

Варі-ант	Схе-ма ро-боти	Кіль-кість со-ставів для МОС-1	Кіль-кість вагонів у со-ставі для МОС-1	Кіль-кість со-ставів для МОС-2	Кіль-кість вагонів у со-ставі для МОС-2	Кіль-кість ваго-нів в ро-боті	Додат-ковий час манев-рової роботи, год.	Не пере-везено ванта-жу, ваг.
1	1	1	5	1	1	6	0	19
2	2	1	5	1	1	6	328	19
3	3	1	5	1	1	6	140	20
4	4	1	5	1	1	6	468	19
5	1	1	5	3	1	8	0	0
6	2	1	5	3	1	8	54	0
7	3	1	5	3	1	8	140	0
8	4	1	5	3	1	8	194	0
9	1	1	3	2	1	5	0	18
10	2	1	3	2	1	5	276	0
11	3	1	3	2	1	5	404	18
12	4	1	3	2	1	5	680	0
13	1	1	4	2	1	6	0	12
14	1	2	2	2	1	6	0	14
15	1	4	1	2	1	6	0	12
16	3	1	4	2	1	6	48	0

З представлених варіантів обираємо три найбільш ефективних відповідно до технічних показників за яких виконується план перевезень повністю:

- варіант 5 – при використанні 8 вагонів (5 піввагонів для МОС-1 та 3 хоперів для МОС-2) без додаткової маневрової роботи, рух составів повністю співпадає з існуючими контактними графіками;
- варіант 10 – при використанні 5 вагонів (3 піввагонів для МОС-1 та 2 хоперів для МОС-2) та додатковій маневровій роботі обсягом 276 локомотиво-годин на місяць;
- варіант 16 – при використанні 6 вагонів (4 піввагонів для МОС-1 та 2 хоперів для МОС-2) та додатковій маневровій роботі обсягом 48 локомотиво-годин на місяць.

Перейдемо до економічних розрахунків цих варіантів доставки МОС-1 та МОС-2.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Формування та підготовка отриманих технологічних показників перевезень МОС-1 та МОС-2 до економічних розрахунків

В попередньому розділі отримані результати 16 експериментів моделі перевезень вторинно переробленої сировини шлакових відвалів МК «Запоріжсталь» - МОС-1 до станції Рудна та МОС-2 до станції Аглофабрика зі станції Відвальна.

Особливістю роботи моделі був алгоритм, який передбачає можливість долучення цих, порівняно невисоких за обсягами, перевезень до існуючих контактних графіків підприємства.

За технологічними параметрами експериментів 9 варіантів показали неможливість виконання планового завдання перевезень за обсягами. Серед інших 7 були обрані три з найкращими показниками.

Характеристики цих трьох варіантів доставки МОС-1 та МОС-2 наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технологічні характеристики варіантів доставки МОС-1 та МОС-2, за рік

Варіант	Кількість напіввагонів для МОС-1, од.	Кількість хоперів для МОС-2, од.	Загальна кількість вагонів в роботі, од.	Додатковий час маневрової роботи, год.
1	5	3	8	0
2	3	2	5	3312
3	4	2	6	576

3.2 Визначення загального показника економічних витрат за варіантами доставки МОС-1 та МОС-2

Загальні варіанти $Z_{\text{МОС}_i}$ за i -м варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 відповідно до [12-14] можна встановити за формулою:

$$Z_{\text{МОС}_i} = B_{\text{нпв}_i} + B_{\text{хп}_i} + B_{\text{лок}_\text{мос}_i}, \quad (3.1)$$

де $B_{\text{нпв}_i}$ – собівартість використання на перевезеннях МОС-1 напіввагонів, грн;

$B_{\text{хп}_i}$ – собівартість використання на перевезеннях МОС-2 вагонів-хоперів, грн;

$B_{\text{лок}_\text{мос}_i}$ – собівартість додаткового використання локомотивів на перевезеннях МОС-1 та МОС-2, грн.

У таблиці 3.2 показано показники вартості вагоно- та локомотиво-години роботи.

Таблиця 3.2 – Показники вартості вагоно- та локомотиво-години роботи

№ з/п	Показник собівартості	Значення, грн
1	Вагоно-година використання напіввагону	38,28
2	Вагоно-година використання хоперу	48,5
3	Локомотиво-година	1021

Вартість $V_{\text{нпв}_i}$ використання напіввагонів на перевезенні МОС-1 розрахуємо за формулою:

$$V_{\text{нпв}_i} = 8760 N_{\text{нпв}_i} C_{\text{нпв}}, \quad (3.2)$$

де 8760 – тривалість користування вагоном протягом року, год.;

$N_{\text{нпв}_i}$ – кількість напіввагонів, які постійно використовуються для перевезень МОС-1, од.;

$C_{\text{нпв}}$ – собівартість вагоно години користування напіввагоном, грн/год.

Вартість $V_{\text{хп}_i}$ використання хоперів на перевезенні МОС-2 розрахуємо за формулою:

$$V_{\text{хп}_i} = 8760 N_{\text{хп}_i} C_{\text{хп}}, \quad (3.3)$$

де 8760 – тривалість користування вагоном протягом року, год.;

$N_{\text{хп}_i}$ – кількість напіввагонів, які постійно використовуються для перевезень МОС-1, од.;

$C_{\text{хп}}$ – собівартість вагоно години користування напіввагоном, грн/год.

Вартість $V_{\text{лок_мос}_i}$ роботи локомотивів на перевезеннях МОС-1 та МОС-2 визначимо за формулою:

$$V_{\text{лок_мос}_i} = K_{\text{лок_мос}_i} C_{\text{л}}, \quad (3.4)$$

де $K_{\text{лок_мос}_i}$ – кількість годин використання локомотиву на протязі року додатково, год.;

$C_{\text{л}}$ – вартість години роботи локомотиву, грн/год.

3.3 Витрати за першим варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2

Виконаємо розрахунки вартості використання піввагонів на перевезеннях МОС-1 за формулою (3.2):

$$V_{\text{нпв}_1} = 8760 \cdot 5 \cdot 38,28 = 1676664 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки вартості використання хоперів на перевезеннях МОС-2 за формулою (3.3):

$$V_{\text{хп}_1} = 8760 \cdot 3 \cdot 48,5 = 1274580 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість додаткової роботи локомотива при перевезеннях МОС-1 та МОС-2 з відходженням від частини контактних графіків за формулою (3.4):

$$V_{\text{лок}_\text{мос}_1} = 0 \cdot 1021 = 0 \text{ грн.}$$

Загальна вартість доставки сировини МОС-1 та МОС-2 до доменного цеху за варіантом 1 із використанням 5 напіввагонів та 3 хоперів згідно формули (3.1) становить:

$$Z_{\text{мос}_1} = 1676664 + 1274580 + 0 = 2951244 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати за 1 варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 становлять 2,95 млн грн.

3.4 Витрати за другим варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2

Виконаємо розрахунки вартості використання піввагонів на перевезеннях МОС-1 за формулою (3.2):

$$B_{\text{пів}_2} = 8760 \cdot 3 \cdot 38,28 = 1005998,4 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки вартості використання хоперів на перевезеннях МОС-2 за формулою (3.3):

$$B_{\text{хп}_2} = 8760 \cdot 2 \cdot 48,5 = 849720 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість додаткової роботи локомотива при перевезеннях МОС-1 та МОС-2 з відходженням від частини контактних графіків за формулою (3.4):

$$B_{\text{лок}_\text{мос}_2} = 3312 \cdot 1021 = 3381552 \text{ грн.}$$

Загальна вартість доставки сировини МОС-1 та МОС-2 до доменного цеху за варіантом 2 із використанням 3 напіввагонів та 2 хоперів згідно формули (3.1) становить:

$$З_{\text{мос}_2} = 1005998,4 + 849720 + 3381552 = 5237270,4 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати за 2 варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 становлять 5,24 млн грн.

3.5 Витрати за третім варіантом організації доставки МОС-1 та МОС-2

Виконаємо розрахунки вартості використання піввагонів на перевезеннях МОС-1 за формулою (3.2):

$$B_{\text{нпв}_3} = 8760 \cdot 4 \cdot 38,28 = 1341331,2 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки вартості використання хоперів на перевезеннях МОС-2 за формулою (3.3):

$$B_{\text{хп}_3} = 8760 \cdot 2 \cdot 48,5 = 849720 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість додаткової роботи локомотива при перевезеннях МОС-1 та МОС-2 з відходженням від частини контактних графіків за формулою (3.4):

$$B_{\text{лок}_\text{мос}_3} = 576 \cdot 1021 = 588096 \text{ грн.}$$

Загальна вартість доставки сировини МОС-1 та МОС-2 до доменного цеху за варіантом 3 із використанням 4 напіввагонів та 2 хоперів згідно формули (3.1) становить:

$$З_{\text{мос}_3} = 1341331,2 + 849720 + 588096 = 2779147,2 \text{ грн.}$$

Таким чином, витрати за 3 варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 становлять 2,78 млн грн.

3.6 Аналіз витрат за варіантами організації доставки МОС-1 та МОС-2

Результати економічної ефективності усіх варіантів доставки МОС-1 та МОС-2 наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати економічної ефективності варіантів доставки МОС-1 та МОС-2

№ з/п	Показник	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	Вартість використання напівагонів, грн	1676664	1005998	1341331
2	Вартість використання хоперів, грн	1274580	849720	849720
3	Вартість використання локомотиву, грн	0	3381552	588096
4	Загальна вартість, грн	2951244	5237270	2779147
5	Економія у порівнянні з варіантом 2, грн	2286026	-	2458123
6	Економія за 1 варіантом у порівнянні з варіантом 3, грн	-	-	172097

За результатами аналізу найбільш ефективним варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 є третій, який передбачає повну інтеграцію перевезень з існуючими контактними графіками.

Економія за рахунок організаційних рішень становить 2,46 млн грн на рік у порівнянні з другим варіантом та 172 тис. грн – у порівнянні з першим варіантом.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі проекту «Організація перевезень збагачених відходів сталеплавильного виробництва в умовах ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек [15-17], що можуть підстерігати дослідника та робітників.

Відходи металургійного виробництва – окалина, шлами та колошниковий пил – сприяють зменшенню використання дорогого концентрату, руди та коксового дріб'язку.

Через підвищення вартості руди внаслідок кризи, спричиненої воєнною агресією РФ проти України, її використання для виробництва агломерату стало надто дорогим.

Були проведені дослідження, що за хімічними та фізичними властивостями для виробництва агломерату дорогу аглоруду може замінити матеріал, що переробляється з мартенівського шлаку у ЦШП. Таким чином був закладений експериментальний штабель без руди, додавши замість неї – металургійні збагачені відходи сталеплавильного виробництва. За цією технологією якість агломерату залишається на такому ж високому рівні, але процес виробництва стає значно дешевшим.

Тому розглядається перевезення відходів металургійного виробництва – окалина, шлами та колошниковий пил, та їх вплив на дослідника й робітників.

В Додатку А розглянуті питання аналізу потенційних небезпек. В Додатку Б розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії і гігієни праці. В Додатку В показані розрахунки досліджень шкідливих факторів виробничого середовища, значення яких заміряні в лабораторії дослідника з ПК.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

4.1 Заходи з цивільного захисту та заходи з пожежної безпеки

Для попередження займання ізоляції на складі чи накопичувальному майданчику необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». На складі клас можливої пожежі буде визначений як «А», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 2650 кв.м. Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 11 порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході до складу на пожежному щиті, та із внутрішньої сторони на стінах чи колонах складу.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв. м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 44 кв. м треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 3 шт.

ВИСНОВКИ

Задля необхідності зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, підприємство «Запоріжсталь» інвестувало у переробку шлаків близько 50 млн грн для придбання та введення в роботу комплексу з перероблення шлакових відходів.

Це дозволило додатково отримувати до 100000 т вторинної металомісткої сировини щорічно, яка може бути використана в основному власному виробництві.

У минулий рік за активної роботи фахівців агломераційного і доменного цехів комбінату було впроваджено новий підхід до виробничого процесу виготовлення агломерату при умові зниження частки достатньо вартісної агломераційної руди.

В основному розділі були отримані результати 16 експериментів на моделі перевезень вторинно переробленої сировини шлакових відвалів - МОС-1 до станції Рудна та МОС-2 до станції Аглофабрика зі станції Відвальна.

Особливістю роботи моделі був алгоритм, який передбачає можливість долучення цих, порівняно невисоких за обсягами, перевезень до існуючих контактних графіків підприємства.

За технологічними параметрами експериментів 9 варіантів показали неможливість виконання планового завдання перевезень вторинної сировини за обсягами. Серед інших 7 були обрані три з найкращими показниками.

За результатами аналізу найбільш ефективним варіантом доставки МОС-1 та МОС-2 виявився третій, який передбачає повну інтеграцію перевезень з існуючими контактними графіками.

Економія за рахунок організаційних рішень становить 2,46 млн грн на рік у порівнянні з другим варіантом та 172 тис. грн – у порівнянні з першим варіантом.

У останньому розділі розроблені заходи з охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ПАТ «Запоріжсталь» : інвестиції та інновації. URL : <https://zaporizhstal.com/pidpriyemstvo/rozvitok/investiciyi-ta-innovaciyi/> (дата звернення: 16.09.2023).
2. ПАТ «Запоріжсталь» : МК «Запоріжсталь» ввів в експлуатацію комплекс переробки шлаків «АМКОМ» для утилізації промислових відходів з метою зниження впливу на навколишнє середовище. URL : <https://zaporizhstal.com/pres-centr/novini/mk-zaporozhstal-vvel-v-promyshlennuju-jekspluataciju-ustanovku-po-pererabotke-shlakovyh-otvalov/> (дата звернення: 16.09.2023).
3. Технічно-розпорядчий акт станції Відвальна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 24с.
4. ПАТ «Запоріжсталь» : Супутня продукція. URL : <https://zaporizhstal.com/diyalnist/produkcija/neosnovna/> (дата звернення: 17.09.2023).
5. АМСОМ : Переробка шлаків - комплекси з переробки металургійних шлаків. URL : <https://www.amcom-usa.com/> (дата звернення: 17.09.2023).
6. Технічно-розпорядчий акт станції Рудна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 32с.
7. Технічно-розпорядчий акт станції Аглофабрика. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 27с.
8. Лащенко О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А.Лащенко, О.Ф.Кузькін, С.В.Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.

9. Інструкція з обслуговування цехів комбінату внутрішньозаводськими залізничними перевезеннями за контактним графіком та додатки до неї. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 20 с.

10. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ металургійний комбінат «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 180 с.

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

12. 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.

13. 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.

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

15. 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.

16. 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)

17. 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)

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

У випадку відвантаження сировини в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння;

-у разі постачання у біг-бегах при завантажені та розвантажені можливо обрив вантажу з-за несправних такелажних тросів, ненадійного кріплення траверси до гаку крану. Це може призвести до травмування робітників;

-при навантажені окалини, шламу на залізничні платформи кранами можливо розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил також діє на дихальні шляхи робітників;

-наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером та при самовільному русі вагонів;

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

-не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження вантажу, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзд вагонів на робітників та інше);

-у холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань та отримання лікарняного. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

-для зберігання вантажу у критих складах необхідні механізовані способи вантажно-розвантажувальних робіт. Якщо вантаж доставляється у біг-бегах, скоріш усього розвантаження відбувається автовантажувачами.

При підвісі біг-бегів на вили можливо їх обрив чи перекидання навантажувача, що призведе до травмування робітників;

- при розміщенні вантажу на складі можливо наїзди на працівників, які призведуть до травмування робітників

- 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 статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціальних захватів, які дозволяють швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні. Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів, якими кріпиться до вил навантажувача. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

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. ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека»

Для запобігання наїздів на робітників на складі, необхідно щоб електрокари їздили тільки по розміченому шляху. Повинні бути визначені переходи для робітників цеху виставлені знаки обмеження швидкості. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці. Для збереження робітників, необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

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

РОЗРАХУНКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

При роботі на ПК, на дослідника можуть діяти шкідливі фактори. Для цього заміряємо ці фактори й занесемо їх в таблицю

У відповідності до вихідних даних, 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 [15], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для інженера-дослідника центральній заводській лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [15], відповідно до категорії робіт 2а, 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 «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 В.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [15].

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 , $^{\circ}C$	29	10	22,0-25,1	4	3.4	4
Освітленість приміщення E , лк	150	9	200	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму L , дБА	109	6	80	—	3.4	3,00
Загальні енергозатрати організму, Вт	340	6	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61000	6	40000	1,14		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	80	6	75	0,80		
Тривалість робочого дня, год.	9	9	8	0,19		

Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 10}{10} = 4$$

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, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{61000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,14;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{80 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,80;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{9 \cdot 9 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,19;$$

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 $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [15] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 150$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [15] – 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 $P_{вим} = 109$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [15] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [15]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,14 + 0,80 + 0,19 = 3,01$$

З таблиці 7.3 [15] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,01$ – 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, 4 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, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 4$;

- 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 – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [15]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 6}{8} = 3,00$$

- 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 – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [15]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 3 + 3 = 11$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 11$, 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 [15]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

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 з ПК, 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;

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

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;

- тривалість робочого дня, 8 год. 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 8 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.

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 [15], у розмірі 24%.