

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 РОБОТИ ПУНКТУ ОЧИЩЕННЯ
ВАГОНІВ НА СТАНЦІЇ РУДНА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

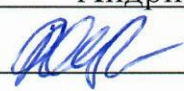
Виконав: студент ІІ курсу, групи Тз-812м

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

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



Андрій ГОЛУБИНСЬКИЙ
(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

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

ГОЛУБИНСЬКОГО Андрія Миколайовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності роботи пункту очищення вагонів на станції Рудна ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) старш. викл. ПАДЧЕНКО Олена Олександрівна
(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 залізничної сировини, існуюча транспортно-виробнича система підприємства, існуючий технологічний процес очищення вагонів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Характеристика об'єкту дослідження, 1.2 Характеристика елементів об'єктів системи очищення вагонів на рудному дворі, 1.3 Параметри руху на ділянках очищення, 1.4 Постановка завдань магістерської роботи, 2. Основна частина, 2.1 Структура програми CleaningVAG, 2.2 Блок імітації надходження залізничної сировини до вагоноперекидача, 2.3 Блок імітації очищення вагонів на НДОВ, 2.4 Блок імітації очищення вагонів на СДОВ, 2.5 Блок імітації очищення вагонів на ВДОВ, 2.5 Експерименти на моделі, 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)

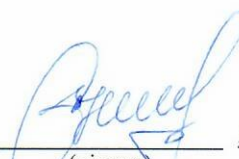
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
2	ПАДЧЕНКО О.О., старш. викл.		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

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)

Андрій ГОЛУБИНСЬКИЙ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ПАДЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 82 с., 53 рис., 8 табл., 13 джерел.

ВАГОНОПЕРЕКИДАЧ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВАГОН, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, РУДНИЙ ДВІР

Об'єкт дослідження – транспортна система очищення вагонів після розвантаження сировини для доменного виробництва в умовах металургійного підприємства.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту очищення вагонів за економічним критерієм оцінки.

Методи дослідження – аналітичний аналіз, імітаційне моделювання, статистичний аналіз.

В магістерській роботі проаналізований процес організації очищення вагонів на прикладі металургійного комбінату «Запоріжсталь». Розглянуто три варіанти організації робіт за територіальним розташуванням пункту очищення вагонів. Визначено найбільш економічний варіант очищення вагонів.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика об'єкту дослідження	9
1.2 Характеристика елементів об'єктів системи очищення вагонів на рудному дворі	13
1.3 Параметри руху на ділянках очищення	20
1.4 Постановка завдань магістерської роботи	24
2 Основна частина	26
2.1 Структура програми CleaningVAG	26
2.2 Блок імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача	27
2.3 Блок імітації очищення вагонів на НДОВ	38
2.4 Блок імітації очищення вагонів на СДОВ	46
2.5 Блок імітації очищення вагонів на ВДОВ	50
2.5 Експерименти на моделі	56
3 Економічна частина	60
3.1 Визначення витрат за варіантами очищення	61
3.2 Визначення витрат за варіантом очищення на НДОВ	62
3.3 Визначення витрат за варіантом очищення на СДОВ	63
3.4 Визначення витрат за варіантом очищення на ВДОВ	64
3.5 Аналіз ефективності варіантів очищення	64

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	66
4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	67
Висновки	69
Перелік посилань	70
ДОДАТОК А. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	72
ДОДАТОК Б. ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ	74
ДОДАТОК В. РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ ШКІДЛИВОСТІ ТА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА	77

ВСТУП

Питання якісного очищення вантажних вагонів завжди гостро стояло перед підприємствами металургійної галузі, як за стабільних умов роботи, отримують велику кількість вантажів у напіввагонах.

ПАТ «Запоріжсталь» не є виключенням [1]. Основна маса вантажів доставляється залізничним транспортом до рудного двору доменного цеху. Не зважаючи на механізоване на 100% вивантаження вагонів, частка долі ручної праці вантажників є досить суттєвою.

Тож, за роки існування, підприємство використовувало три варіанти очищення вагонів:

- на бункерній естакаді, що дозволяла здійснювати, по-суті цей процес безперервно, але це потребувало переміщення вагонів на значну відстань від фронту вивантаження, збільшуючи тривалість використання локомотиву
- вивантаження безпосередньо поблизу фронту вивантаження, за умови стислості інфраструктури, яка обумовлена історичними факторами та обмеження довжини вантажного фронту;
- неподалік від фронту вивантаження на більш місткому вантажному фронті, який потребує середніх між двома вищевказаними варіантами витрат часу на роботу локомотиву.

Постійний пошук варіантів механізації процесу очищення стикається з певними технологічними та економічними труднощами.

Наприклад, використання системи водоочищення потребує будівництва очисних споруд та інших об'єктів. Навіть на металургійних підприємствах [2], де така система існувала, зараз вона не використовується, як, наприклад на Камет-Сталі.

Багато варіантів очищення, на які є патенти на винахід, є дещо фантастичними або малоефективними чи занадто енергозатратними, наприклад, магнітно-імпульсні системи або системи з реактивним очищенням знятими з виробництва авіаційними двигунами. Не «приживаються» також механічно-щіточні системи через певну складність організації процесу.

Таким чином, питання магістерської роботи з визначення найбільш ефективного методу очищення вагонів, є актуальним.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкту дослідження

Транспортна система очищення вагонів після розвантаження сировини для доменного виробництва представлена наступними об'єктами, що взаємодіють між собою [3]:

- рудний двір;
- станція Рудна;
- парк «Бункери» станції Аглофабрика (далі за текстом – ПБСАФ).

На рисунку 1.1 показані дані об'єкти досліджуваної системи.



Рисунок 1.1 – Об'єкти досліджуваної системи

Вантажі, що прибувають до рудного двору, вивантажуються на трьох елементах вищезначених об'єктів:

- вагоноперекидач;
- «траншейна» колія №2 станції Рудна;
- «консольна» – четверта колія ПБСАФ.

Рудно-козловий перевантажувач рудного двору – рисунок 1.2 (далі за текстом – РККРД) переміщує вантажі до штабелю шихти, яка споживається аглофабрикою, де додається вапняк, який розвантажується на колії №4 ПБСАФ (рисунок 1.3).



Рисунок 1.2 – Рудно-козловий перевантажувач рудного двору



Рисунок 1.3 – Рудний двір

Вагоноперекидач здійснює перевертання вагонів із висипанням вантажу у вантажопідіймальну траншею, яка простягається уздовж колії №2 станції Рудна – рисунок 1.4.

Вивантаження руди та залізорудного концентрату здійснюється у різних зонах вантажоприймальної траншеї, що видно на рисунку 1.1 (концентрат – чорного, а руда – коричневого кольору). Для розділення вантажів по зонах вивантаження вагоноперекидач пересувається по власних коліях, які розташовані обабіч залізничної колії №3.



Рисунок 1.4 – Вагоноперекидач

Насування вагонів на вагоноперекидач здійснює вагоноштовхач, при цьому одночасно здійснюється зштовхування раніше вивантаженого вагону.

Вагони з вапном розвантажуються спочатку РККРД, а залишки вантажу розвантажуються на вагоноперекидачі. Така технологія обумовлюється віднесенням вантажу до небезпечних, при вивантаженні спостерігається інтенсивне пилоутворення.

Зі штабеля шихти вона завантажується до трансферкарів (рисунок 1.4), які рухаються по колії, де не здійснюється рух вагонів. Трансферкари мають електричний привід та дві кабіни задля забезпечення зручного управління при русі в будь-якому напрямку. Живлення здійснюється від тролей, розташованих збоку колії.

Очищення вагонів може здійснюватися:

- на 4-й колії ПБСАФ (найбільш застарілий, але ефективний з позиції мінімального часу простою вагонів, метод);
- на колії 1А станції Рудна (традиційний, але не найбільш ефективний метод через невеликий розмір фронту очищення);
- на колії 10 станції Рудна.

1.2 Характеристика елементів об'єктів системи очищення вагонів на рудному дворі

Характеристика колійного розвитку станції Рудна [4] представлена у таблиці 1.1.

Номер колії	Призначення	Довжина, м	Місткість у вагонах, од
1	Навантаження трансферкарів	619	44
2	«Траншейна» - розвантаження та навантаження	717	49
3	Розвантаження з використанням вагонооперекидача	649	44
4	Приймально-відправна, накопичення вивантажених порожніх вагонів	975	67

Кінець таблиці 1.1

Номер колії	Призначення	Довжина, м	Місткість у вагонах, од
5	Приймально-відправна	270	18
6		270	18
7	Розвантажувальні	110	7
8		85	6
9	Навантажувально-розвантажувальна, ремонтна	78	5
10	Навантажувально-розвантажувальна, очищення вагонів	213	14
11	Відстою вагонів	200	13
12		200	13
13		125	8
14		125	8
15	З'єднувальна	325	22
1 А	Очищення вагонів	171	11
3 А	Тупик уловлювання	75	5
4 А	Вивантаження	150	10

Характеристика колійного розвитку станції Аглофабрика [5], у т.ч. ПБСАФ представлена у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри колійного розвитку станції Аглофабрика та ПБСАФ

Номер колії	Призначення	Довжина, м	Місткість у вагонах, од
1	Навантаження	130	12
2		130	12
3	Виставочна	75	6
4	Витяжка	103	8
5	Вивантаження	75	6
6		75	6
5П	Приймально-відправна	110	7
1П	Вивантаження	185	12
2П		590	37
3П	Навантаження-вивантаження	660	41
4П		720	45
1АП	Приймально-відправна	187	12
1А	Вагова	38	2
2А	Відстою	37	2
3А	Виставочна	75	6

Параметри колійного розвитку станції Південна, що обслуговує станції Рудна та Аглофабрика, наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри колійного розвитку станції Південна

Номер колії	Призначення	Довжина, м	Місткість у вагонах, од
1	Приймально-відправна, сортувальна	319	20
2		317	20
3		358	22
4		403	26
5		555	37
6		628	42
7		723	49
8	Приймально-відправна	805	55
9		761	52
10	Приймально-відправна, сортувальна	783	54
11	Приймально-відправна, сортувальна	772	53
12	Приймально-відправна, сортувальна	779	53

Кінець таблиці 1.3

Номер колії	Призначення	Довжина, м	Місткість у вагонах, од
22	Відстою	75	5
22а	Гараж цеху обслуговування колій	40	2
23	Витяжна, екіпірувальна	250	12
24	Витяжна	270	17

Норма закріплення составів на станції Південна [3], окрім камер гаражу рудорозморожування (регулюється окремою інструкцією), – по одному гальмівному башмаку з обох боків поїзда, або першого вагона поїзда, незалежно від кількості осей навантажених або порожніх вагонів.

Прибирання гальмівних черевиків після причеплення локомотива, а також закріплення вагонів до відчеплення локомотива відповідно до правил, зазначених у додатку №2 до Інструкції з руху поїздів, виконує помічник машиніста тепловозу з умінням виконувати роботу складача поїздів.

На горизонтальних коліях дозволяється після відчеплення локомотива протягом 10 хвилин використовувати автогальма поїзда, що прибув із сусідньої станції. У разі неможливості заїзду під потяг локомотива протягом зазначеного часу потяг повинен бути закріплений гальмівними башмаками з обох боків відповідно до встановленого порядку.

Дозволяється за вказівкою маневрового диспетчера закріплення на залізничних коліях, що не мають ухилу, першого при локомотиві вагона двома гальмівними черевиками до відчеплення локомотива, незалежно від кількості вагонів: один черевик під перший візок зі сторони локомотива; другий черевик під цей самий візок з протилежного боку з подальшою доповіддю про це маневровому диспетчеру по радіозв'язку.

Для контролю способу закріплення і кількості гальмівних черевиків на колії диспетчер (черговий по станції) на виносному табло навішує бирку жовтого кольору з тієї сторони колії, на якій закріплений склад.

На бирці вказується число 1 або 2, що відповідає кількості покладених гальмівних башмаків.

Схема станції Південна [3] приведена на рисунку 1.5.

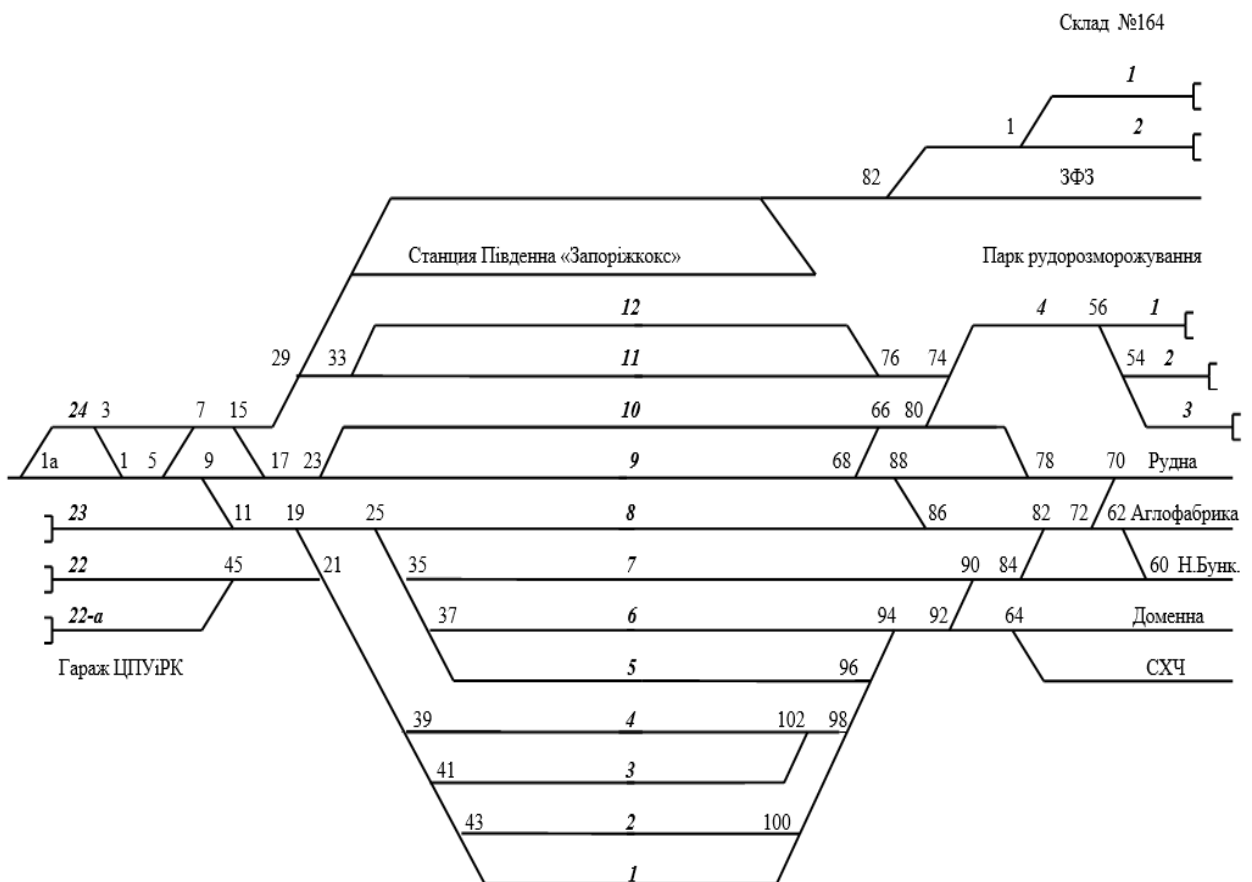


Рисунок 1.5 – Схема колій станції Південна

Вагони, які очищаються, попередньо доставляються до станції Рудна зі станції Південна.

Кількість вагонів у составі становить 15 для одного або 25 – для двох локомотивів.

Вивантаження здійснюється на вагоноперекидачі по 3-й колії. Вагони насуваються на нього вагоноштовхачем із попереднім розчепленням вагонів та постановкою важеля автозчеплення у положення «на буфер».

Після розвантаження та зкочування і уловлювання вагону гальмівним башмаком, регулювальник швидкості руху вагонів рудного двору (далі по тексту – РШРВРД) встановлює важелі автозчеплень у нормальне положення, при непрацюючому вагоноперекидачі перевіряє правильність зчеплення автозчеплень та оглядає вагони на предмет:

- зламу або пошкодження автозчеплення, замка, ударної розетки, центрувальної балочки, скользунів;
- зняття кузову зі шворня;
- інших механічних ушкоджень;
- наявності залишку вантажу і його рівномірного розташування у вагоні,

перебуваючи при цьому у міжколійному просторі між 3-ю та 4-ю коліями станції Рудна.

Складач поїздів, після узгодження з РШРВРД, дає команду на заїзд локомотива до вловленої групи вагонів і зупиняє його за 10...15 метрів від найближчого вагону, перемикає світлофор ВО-1 на заборонний показ.

Перед прибиранням вагонів складач перевіряє правильність їх зчеплення, переконується, що під колісними парами вагонів немає гальмівних башмаків, оглядає вагони на предмет ушкодження, рівномірності розташування залишків вантажу.

При виявленні вагонів з одностороннім залишком вантажу (про що свідчить відсутність зазорів у ковзунах принаймні з одного боку кузова вагону, складач поїздів доповідає про це черговому по станції Рудна (ТРА станції передбачена така процедура: за відсутності зазору в ковзунах необхідно похитати кришку ковзуна: – якщо кришка не хитається, то скользун затиснутий, якщо кришка хитається, то ковзун не затиснутий).

За наявності на візках вагонів пружно-каткових ковзунів А.STUCKI (технічне позначення – ISB-12C), складач повинен переконатися в тому, що всі елементи ковзуна на місці, корпус не має тріщин, між ковпачком і планкою немає зазору, а також, на прямій ділянці залізничної колії, тонким довгим предметом перевірити вільний хід ролика. Відсутність вільного ходу ролика свідчить про те, що ковзун затиснутий.

Черговий по станції Рудна, отримавши доповідь про односторонній залишок вантажу або значний залишок вантажу у вагонах, повідомляє про це змінному майстру із завантаження і вивантаження сировини доменного цеху для вжиття заходів для планування залишку вантажу у вагоні.

1.3 Параметри руху на ділянках очищення

Враховуючи наявність алгоритму планування залишків вантажу у випадку нерівномірного розташування у вагонах, приймаємо можливість доставки їх на будь-яку колію для очищення.

Різні ділянки відрізняються за кількістю вантажів, які можуть розміщуватись та одночасно очищуватись на вантажному фронті.

Крім того, різною є тривалість маневрової роботи з перестановки вагонів із залишками вантажів.

У таблиці 1.4 показні параметри руху до найближчої ділянки очищення вагонів (далі за текстом – НДОВ).

Таблиця 1.4 – Параметри руху до НДОВ

Параметр	Значення	Примітка
Кількість вагонів, що можуть бути подані одночасно, од.	7	-
Кількість вагонів, що можуть одночасно проходити процедуру очищення, од.	7	-
Тривалість маневрової роботи з подавання вагонів на фронт очищення, год.	0,15	-
Тривалість маневрової роботи з прибирання очищених вагонів, год.	0,3	Вагони осаджуються, зазвичай на зайняту колію №4 з подальшим просуванням усіх вагонів на цій колії
Тривалість підготовки фронту для чергової подачі вагонів, год.	0,3	Спредерування, у середньому, проводиться через кожні три подачі вагонів

У таблиці 1.5 показні параметри руху до середньовіддаленої ділянки очищення вагонів (далі за текстом – СДОВ).

Таблиця 1.5 – Параметри руху до СДОВ

Параметр	Значення	Примітка
Кількість вагонів, що можуть бути подані одночасно, од.	14	-
Кількість вагонів, що можуть одночасно проходити процедуру очищення, од.	7	-
Тривалість маневрової роботи з подавання вагонів на фронт очищення, год.	0,3	-
Тривалість маневрової роботи з прибирання очищених вагонів, год.	0,4	Вагони осаджуються, зазвичай на зайняту колію №4 з подальшим просуванням усіх вагонів на цій колії
Тривалість підготовки фронту для чергової подачі вагонів, год.	0,4	Спредерування, у середньому, проводиться через кожні три подачі вагонів

У таблиці 1.6 показні параметри руху до найбільш віддаленої ділянки очищення вагонів (далі за текстом – ВДОВ).

Таблиця 1.6 – Параметри руху до ВДОВ

Параметр	Значення	Примітка
Кількість вагонів, що можуть бути подані одночасно, од.	11	Для тепловозу серії ТГМ при перевезенні вагонів без включення гальм
Кількість вагонів, що можуть одночасно проходити процедуру очищення, од.	11	На бункерах доменного цеху є можливість долучення вантажників з інших ділянок роботи
Тривалість маневрової роботи з подавання вагонів на фронт очищення, год.	0,5	Тривалість повернення локомотиву – 0,3 год.
Тривалість маневрової роботи з прибирання очищених вагонів, год.	-	Вагони доставляються іншим локомотивом
Тривалість підготовки фронту для чергової подачі вагонів, год.	-	Очищення здійснюється на решітках консольної колії

Таким чином, очищення вагонів є можливим на двох ділянках станції Рудна та, найбільш віддаленій – на 4-й колії бункерної естакади станції Аглофабрика.

В останньому випадку вагони прибираються з протилежної, відносно горловини подавання вагонів, сторони станції.

При цьому, у разі наявності вантажів для розвантаження на цій колії, локомотив, що подавав навантажені вагони (зазвичай, це вапняк для флюсування), має можливість також прибирати порожні очищені від залізорудної сировини вагони.

1.4 Постановка завдань магістерської роботи

За результатами аналітичного аналізу встановлено технічну можливість використання трьох ділянок очищення вагонів, транспортне обслуговування яких відрізняється:

- розмірами руху составів;
- тривалістю маневрової роботи;
- технологією організації робіт.

Тому в магістерській роботі плануємо реалізацію наступних етапів проєктування:

- виконати аналіз інтенсивності надходження составів до вантажного фронту вагоноперекидача станції Рудна;
- розробити імітаційну модель транспортного обслуговування ділянок очищення із можливістю аналізу параметрів кожної з них окремо;
- врахувати в моделі ймовірнісний характер надходження вантажів на адресу доменного цеху;

- виконати економічний аналіз та визначити, використання якої з ділянок є найбільш ефективним;
- розробити заходи з охорони праці.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Структура програми CleaningVAG

Створюємо комп'ютерну програму CleaningVAG у середовищі Енілоджік – рисунок 2.1.

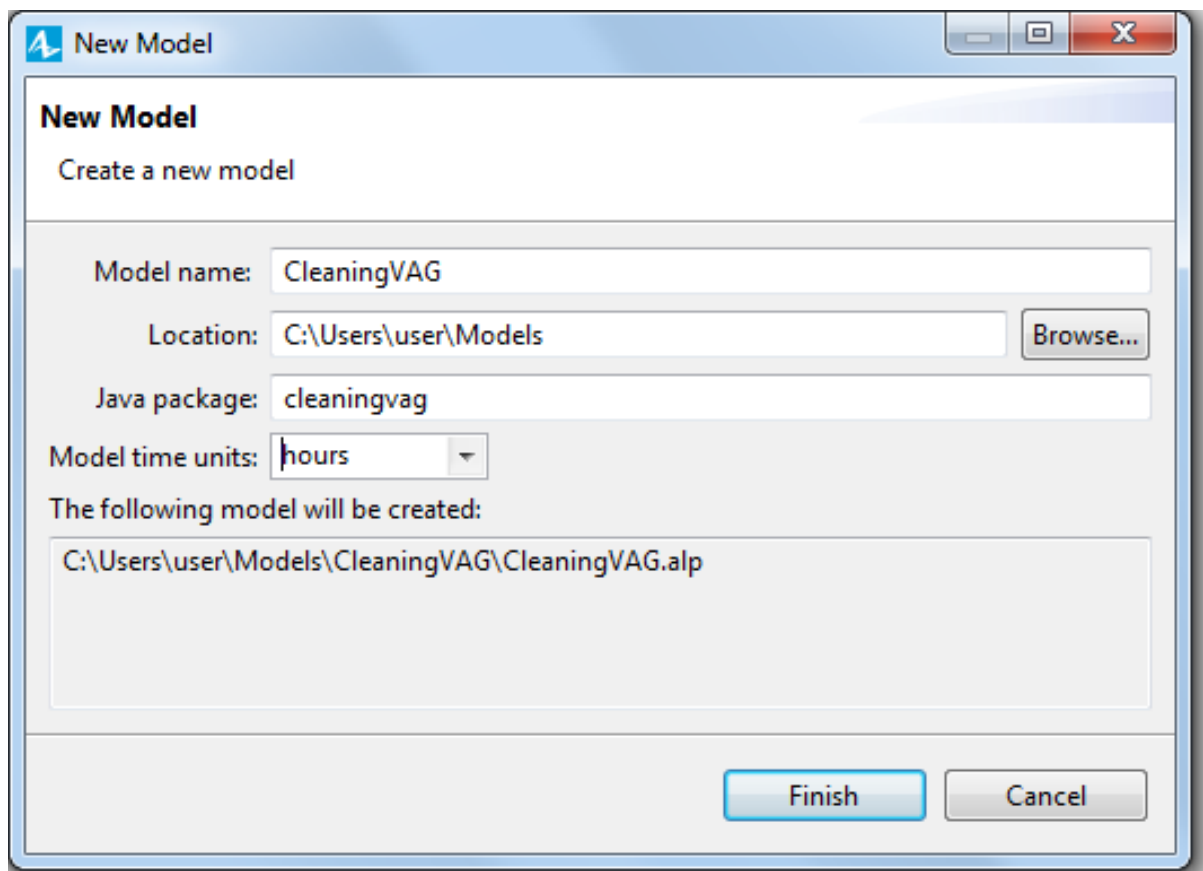


Рисунок 2.1 – Програма CleaningVAG

Структура програми повинна передбачати:

- реалізацію ймовірного характеру надходження вагонів до вивантаження на вагоноперекидачі;
- переключення режимів очищення по різних ділянках;
- залучення ресурсної схеми використання тепловозів, яка б дозволяла робити оцінку ступеню їх використання;

- визначення тривалості знаходження вагонів в системі, робота якої імітується.

Таким чином структура програми повинна складатись з блоків:

- імітації надходження вагонів на фронт вивантаження (залізорудна сировина до вагоноперекидача);
- імітації вивантаження та формування груп вагонів для передачі до ділянки очищення;
- імітації подавання вагонів до фронту очищення та безпосередньо виконання даної процедури;
- імітації прибирання вагонів до станції формування порожніх составів.

2.2 Блок імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача

Для визначення ймовірнісного характеру надходження маршрутних составів, які вивантажуються на вагоноперекидачі, проаналізуємо вибірку даних інтервалів їх прибуття у годинах з урахуванням методики [6,7]:

2,6; 2,8; 4,1; 6,8; 9,9; 7,3; 11,2; 2,4; 2,9; 7,5; 7; 2,3; 2,4; 5,5; 2,4; 2,2; 2,4; 16,6; 2,4; 2,3; 2,6; 2,3; 5,1; 6,6; 2,1; 2,4; 9; 8,1; 11,9; 5,3; 4,2; 5,6; 7,7; 2,4; 8,8; 2,4; 2,4; 2,5; 6,7; 6,1; 2,2; 6,2; 5,9; 5,2; 2,6; 2,4; 7,8; 5,8; 13,8; 2,7; 2,4; 2,6; 2,4; 5,3; 5,4; 2,4; 9,6; 5,2; 2,4; 5,2; 2,4; 9,3; 2,2; 2,1; 11,4; 2,8; 5,4; 2,6; 14; 6,6; 7,5; 2,7; 7,1; 2,4; 2,4; 2,6; 2,4; 5,1; 6,6; 2,4; 2,4; 6,1; 5,6; 2,4; 6,2; 5,5; 5,2; 4,9; 6,2; 2; 8,9; 2,4; 2,4; 2,4; 2,4; 2,4; 5,4; 5,3; 5,3; 5,7.

Характеристики вибірки інтервалів прибуття:

- мінімальний інтервал 2 год.;
- максимальний інт. 16,6 год.;
- кількість значень 100 од.;
- середнє значення 4,94 год.;
- інтервалів 8;
- розмір інтервалу 1,83;
- стандартне відхилення 3,05 год.

На рисунку 2.2 представлені результати обробки.

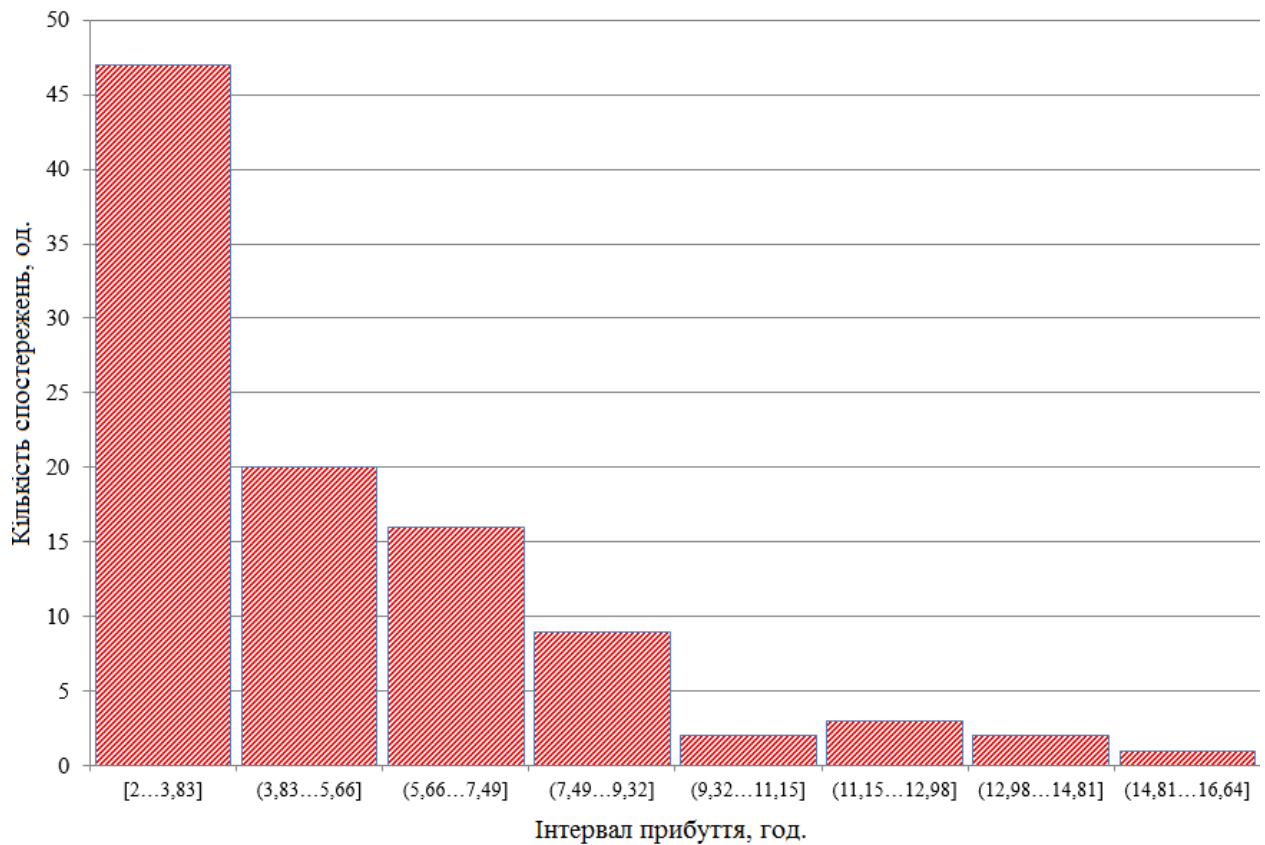


Рисунок 2.2 – Діаграма щільності розподілу інтервалів прибуття вантажів для вивантаження на вагоноперекидачі

За формою розподілу діаграми на рис. 2.2 дані відповідають експоненціальному закону розподілу.

Тож елементом source_VagPer задаємо інтенсивність вхідного потоку вагонів – рисунок 2.3:

- метод задання – через встановлення інтервалів;
- розподіл – експоненціальний усічений.

Параметри розподілу:

`exponential(2,16.6,0,4.94),`

де:

- перший параметр – мінімальний інтервал 2;
- другий – максимальний інтервал 16.6;
- третій – 0 – параметр зсуву;
- четвертий – 4,94 – середній час між надходженням составів, год.

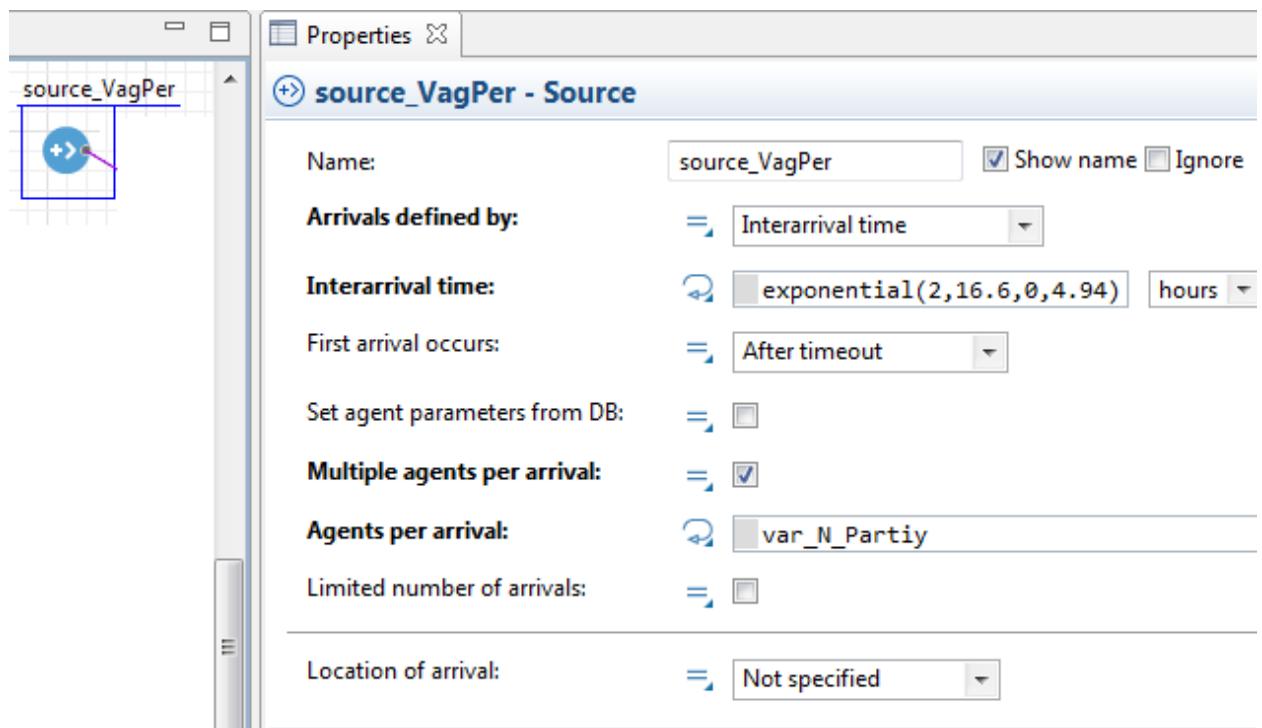


Рисунок 2.3 – Елемент source_VagPer

Кількість замовлень встановлюється змінною `var_N_Partiy`, яка показана на рисунку 2.4.

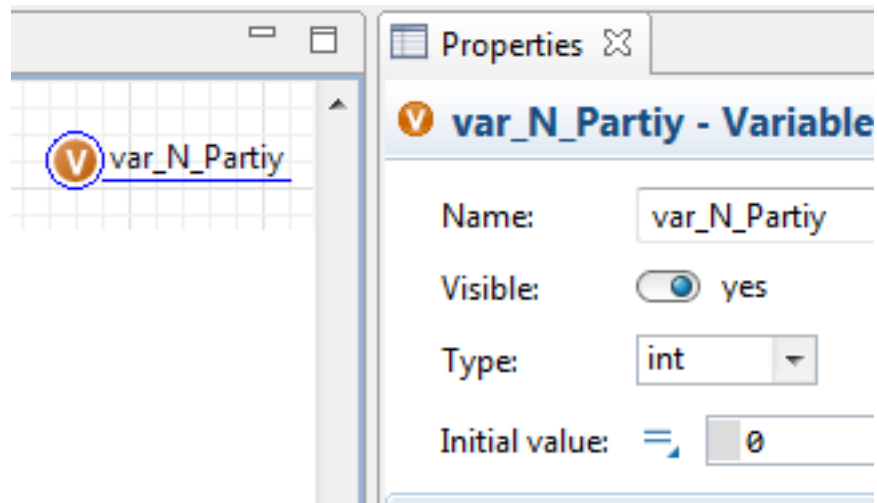


Рисунок 2.4 – Змінна `var_N_Partiy`

Значення даної змінної встановлюється під час запуску програми в елементі `event_Zarusk` типу «подія», що показана на рисунку 2.5.

В цьому елементі реалізується код в залежності від схеми організації робіт з очищення вагонів:

```

if (var_Tehnolog == 1)
{
    var_N_Partiy=8;
    var_time_Vag_Per = 7*3.6;
    var_Mistk_Vag_Per = 4;}
if (var_Tehnolog == 2)
{
    var_N_Partiy=4;
    var_time_Vag_Per = 14*3.6;
    var_Mistk_Vag_Per = 2;}
if (var_Tehnolog == 3)
{
    var_N_Partiy=5;
    var_time_Vag_Per = 11*3.6;
    var_Mistk_Vag_Per = 3;}.
  
```

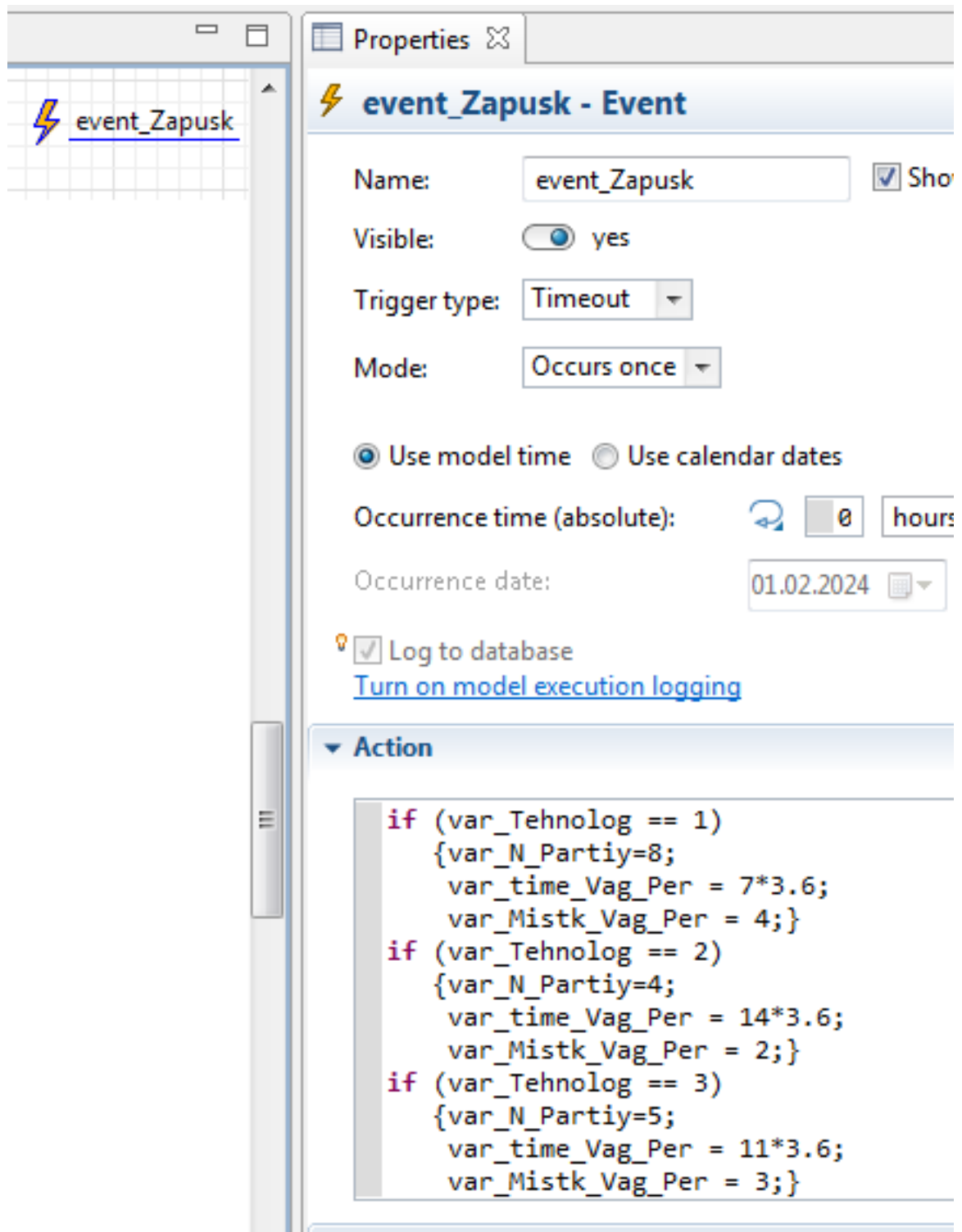


Рисунок 2.5 – Елемент event_Zapusk

Відповідна схема обирається згідно встановленому дослідником значення змінної var_Tehnolog (рисунок 2.6).

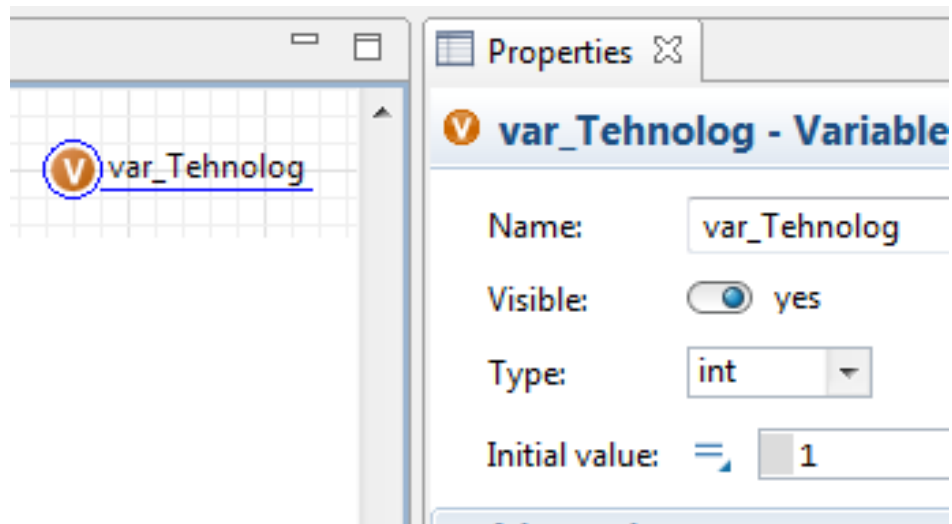


Рисунок 2.6 – Змінна var_Tehnolog

Відповідно до значень var_Tehnolog 1,2 або 3 встановлюються параметри кількості партій у составі var_N_Partiy – 8, 4 або 5 із кількістю вагонів у партії, яка буде очищатись – 7, 14 або 11.

Одразу обчислюється значення тривалості вивантаження партії вагонів на вагоноперекидачі var_Mistk_Vag_Per (рисунок 2.7).

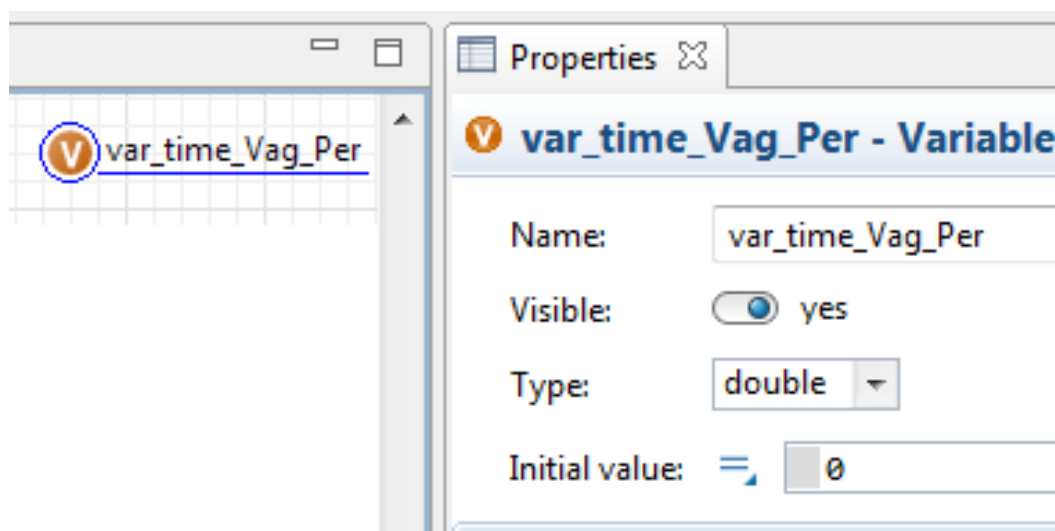


Рисунок 2.7 – Змінна var_Mistk_Vag_Per

Дана змінна вказується у елементі, що імітує затримку з вивантаження на вагоноперекидачі – delay_Vag_Per – рисунок 2.8.

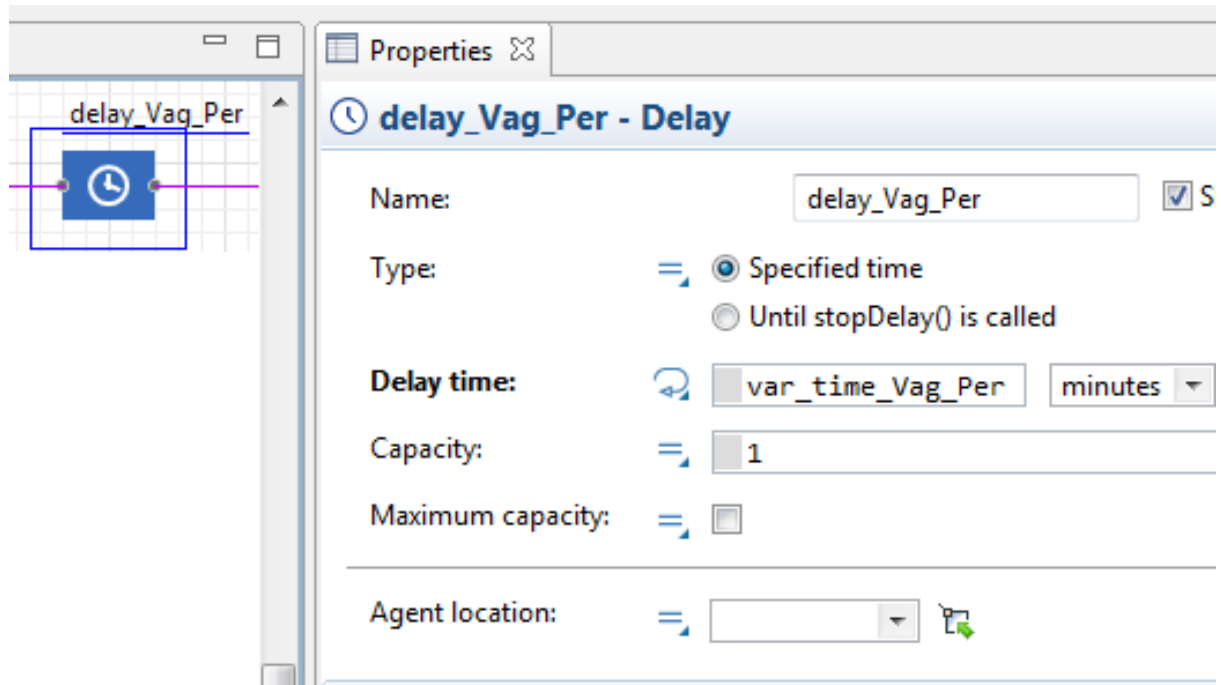


Рисунок 2.8 – Змінна delay_Vag_Per

Інша, встановлювана при запуску програми змінна var_Mistk_Vag_Per – визначає місткість колій накопичення порожніх вагонів у партіях вагонів (рисунок 2.9).

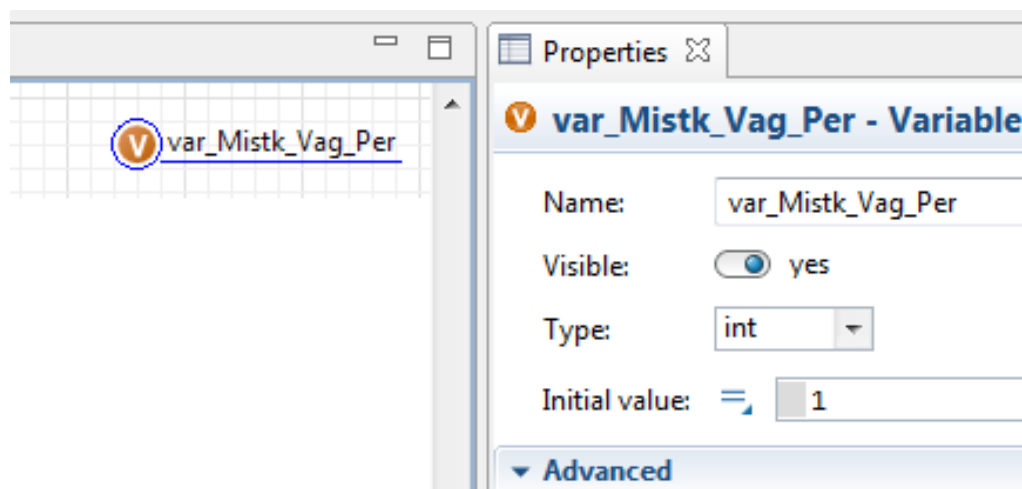


Рисунок 2.9 – Змінна var_Mistk_Vag_Per

Вона вказана в якості параметру у елементі-черзі queue_Vag_Zalishk – рисунок 2.10.

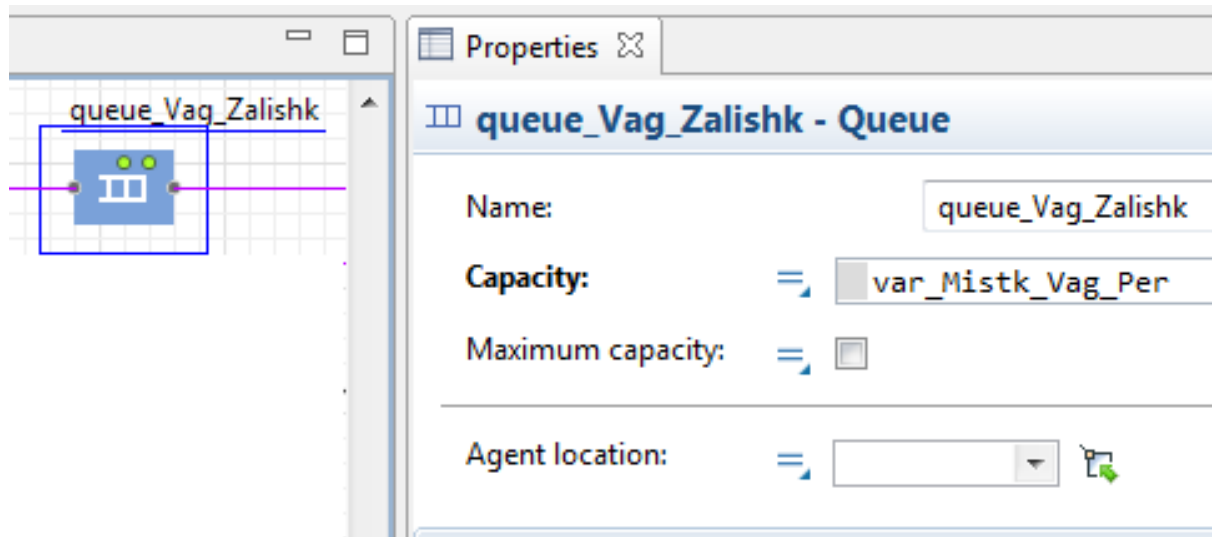


Рисунок 2.10 – Елемент queue_Vag_Zalishk

У блоці імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача передбачено накопичення вагонів у черзі перед вагоноперекидачем – елемент queue_Vag_Per – рисунок 2.11.

Даний елемент передбачає виконання дій із розрахунку тривалості перебування замовлень в системі:

$$\text{time_ON} = \text{time}(\text{HOUR});$$

$$\text{time_IN} = \text{time_IN} - \text{time_ON};$$

для чого використовуються змінні:

- time_ON – фіксує час входу замовлень;
- time_OFF – фіксує час виходу замовлень;
- time_IN – фіксує тривалість перебування замовлень від входу до виходу з неї (рисунок 2.12).

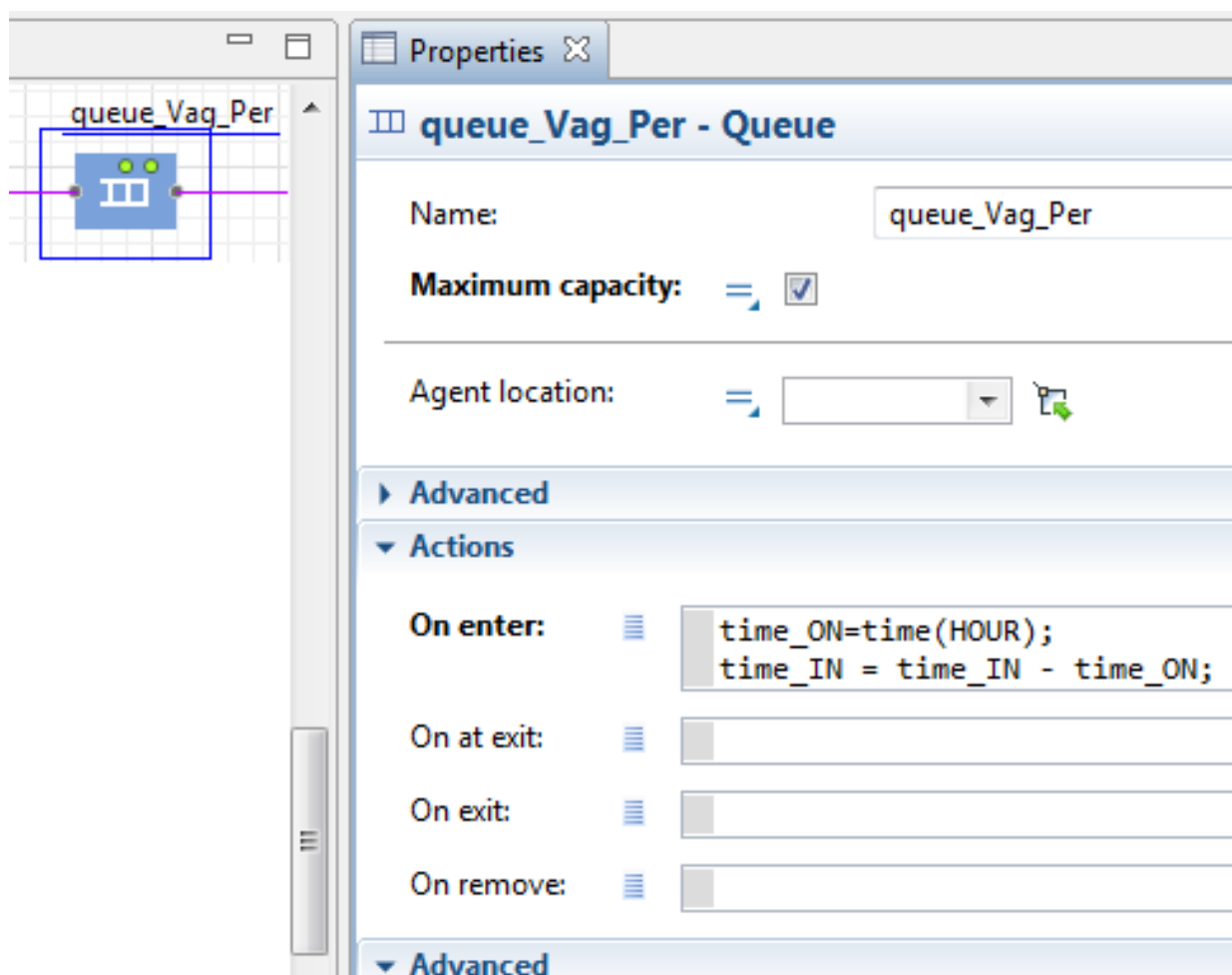


Рисунок 2.11 – Елемент queue_Vag_Per

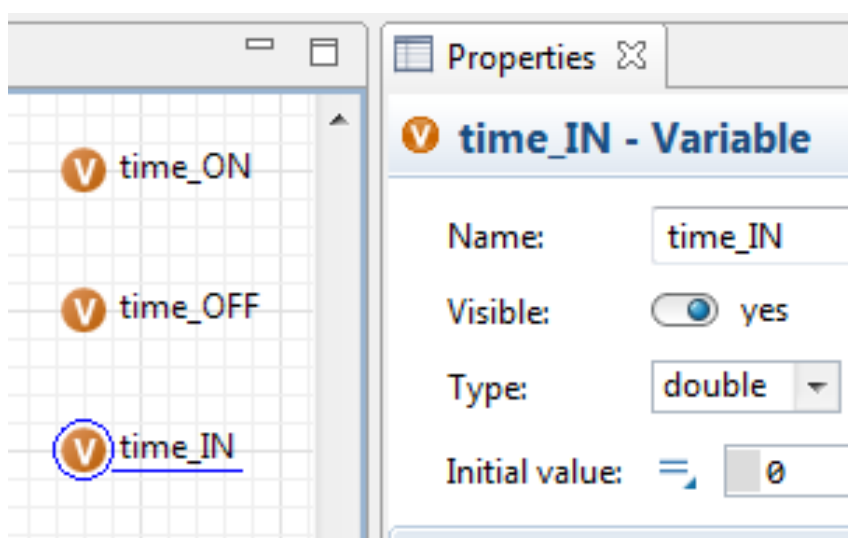


Рисунок 2.12 – Змінні time_ON, time_OFF, time_IN

Завершенням блоку імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача є елемент select_Ochish переключення на відповідну гілку обробки замовлень відповідно до схеми очищення – рисунок 2.13.

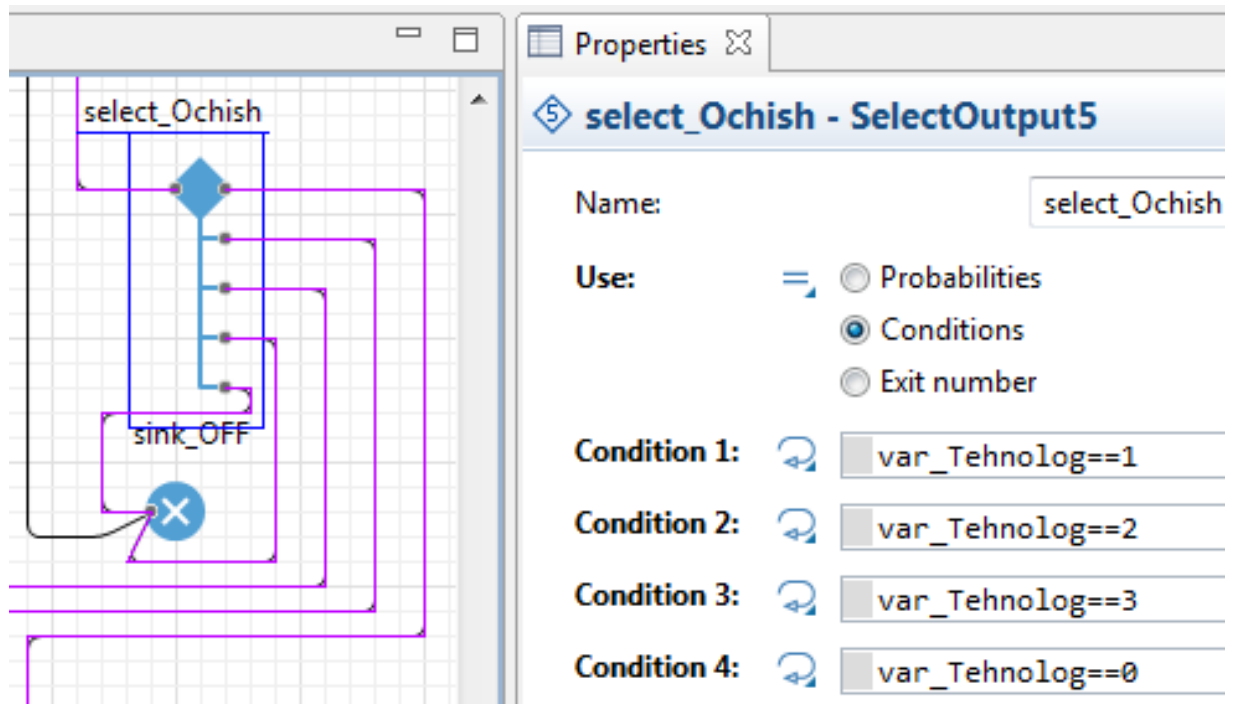


Рисунок 2.13 – Елемент select_Ochish

На початковому етапі блоку є елемент select_timeout, який відхиляє від основної процедури замовлення, які знаходять після встановленого періоду імітації – 1 місяць (720 годин) – рисунок 2.14.

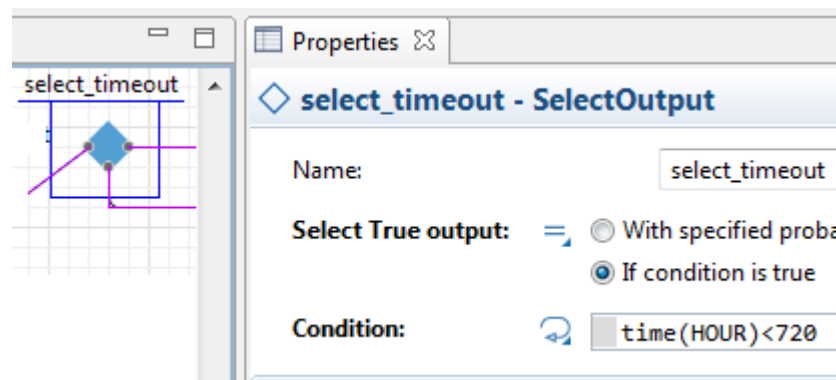


Рисунок 2.14 – Елемент select_timeout

Даному елементу передуює елемент timeVag_Start, який фіксує входження замовлень та працює з аналогічним елементом для встановлення максимального, мінімального та середнього часу перебування замовлень у системі – рисунок 2.15.

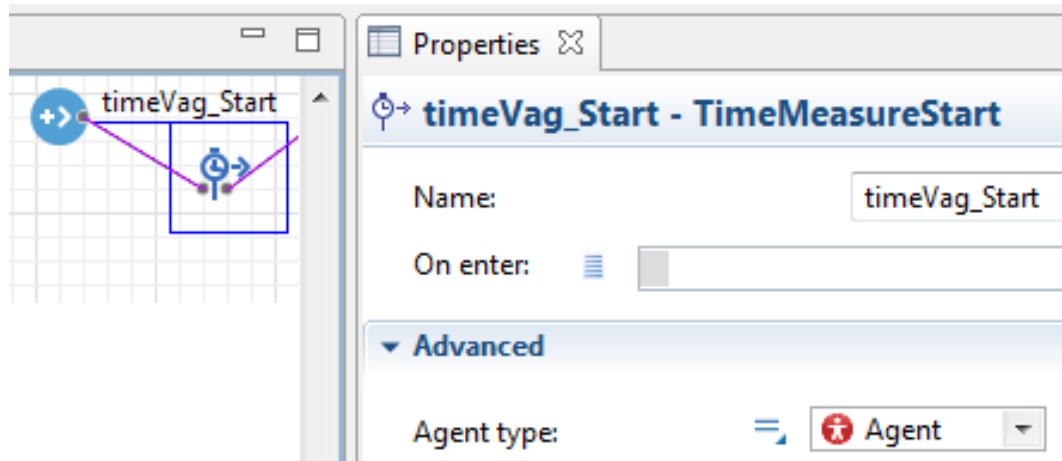


Рисунок 2.15 – Елемент timeVag_Start

Загальний вигляд блоку імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача представлений на рисунку 2.16.

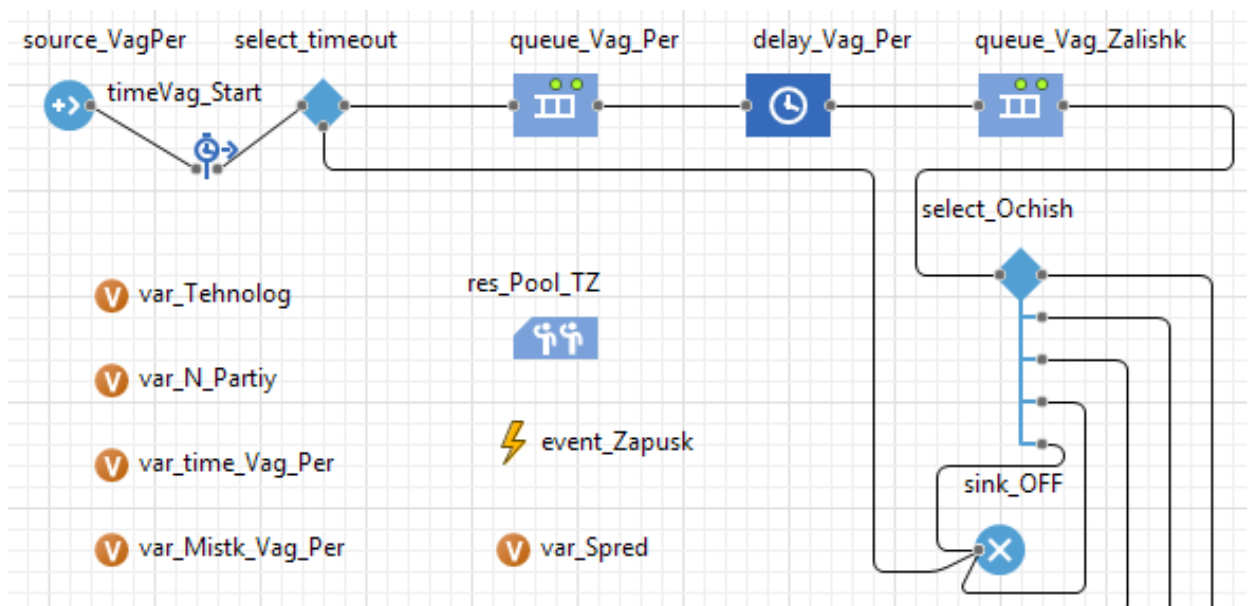


Рисунок 2.16 – Загальний вигляд блоку імітації надходження залізорудної сировини до вагоноперекидача

2.3 Блок імітації очищення вагонів на НДОВ

Розглянемо блок імітації очищення вагонів на НДОВ. Перший елемент даного блоку – `seize_Var_1` забезпечує приєднання ресурсу, який імітує переміщення вагонів – рисунок 2.17.

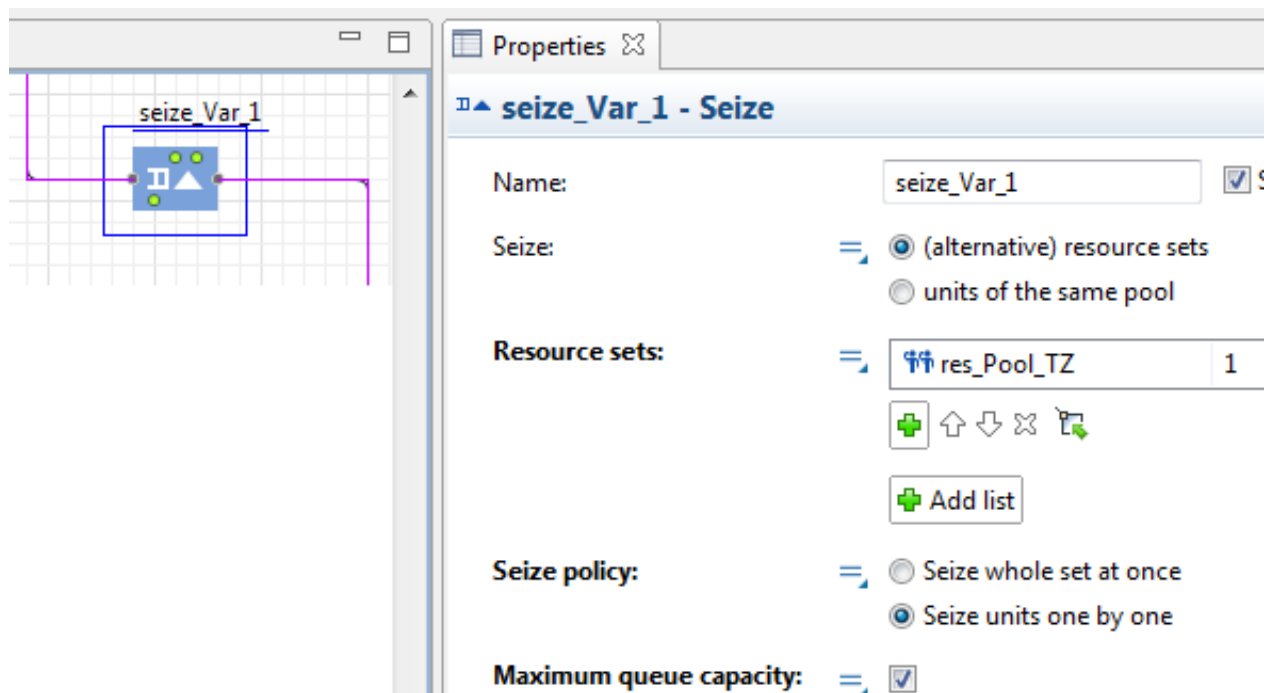


Рисунок 2.17 – Елемент `seize_Var_1`

Наступний елемент `delay_Var_1` здійснює затримку – імітує постановку вагонів на фронт очищення вагонів – рисунок 2.18.

Тривалість затримки визначена у попередньому розділі.

Після даного етапу, замовлення звільняють захоплений ресурс за допомогою елементу `rel_Var_1` – рисунок 2.19.

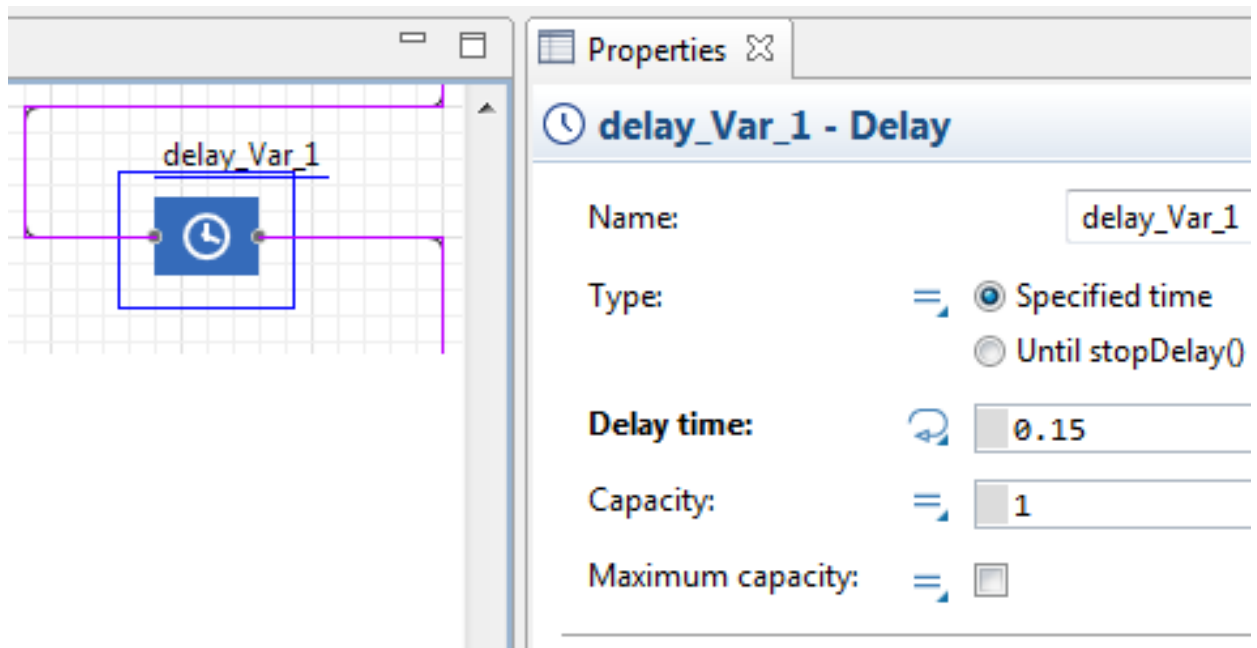


Рисунок 2.18 – Елемент delay_Var_1

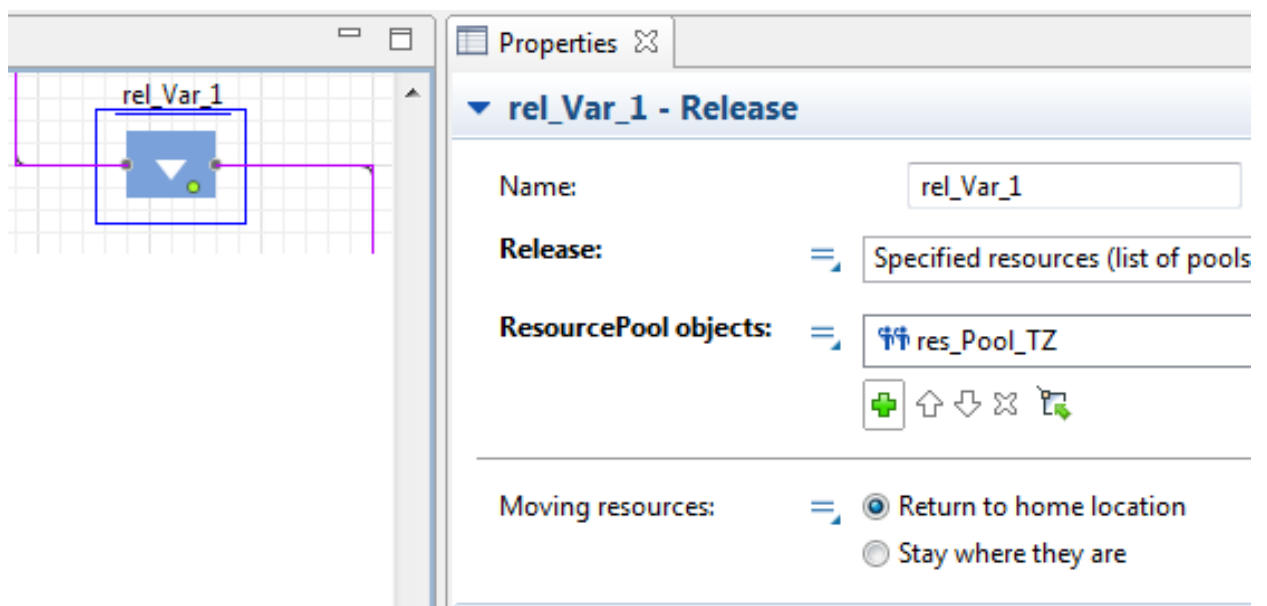


Рисунок 2.19 – Елемент rel_Var_1

Після цього здійснюється затримка вагонів задля імітації процесу очищення вагонів елементом delay_Vag_1 – рисунок 2.20.

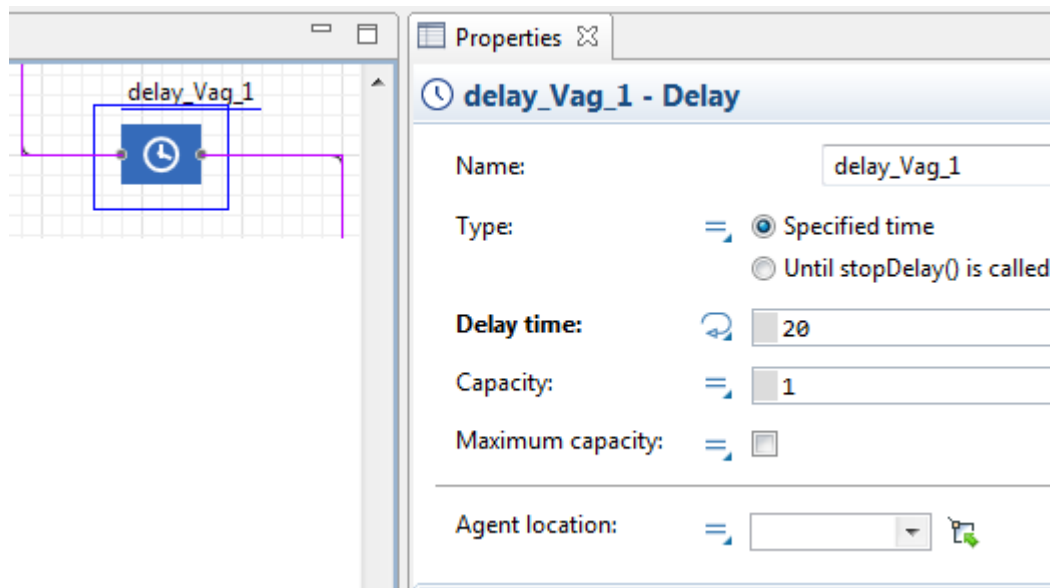


Рисунок 2.20 – Елемент delay_Vag_1

Після очищення для імітації прибирання вагонів з вантажного фронту здійснюється приєднання відповідного ресурсу – елемент seize_Var_11, параметри якого показані на рисунку 2.21.

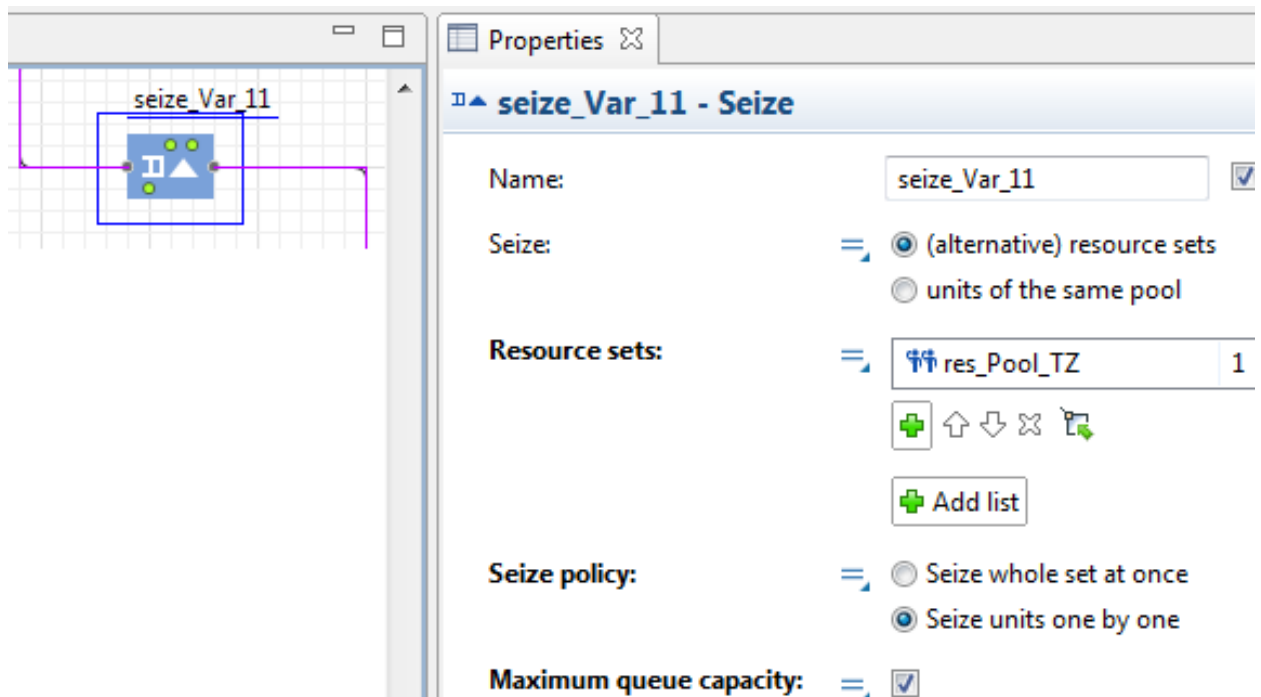


Рисунок 2.21 – Елемент seize_Var_11

Після цього елемент delay_Var_11 здійснює затримку з перестановки очищених вагонів на колію накопичення №4 станції Рудна.

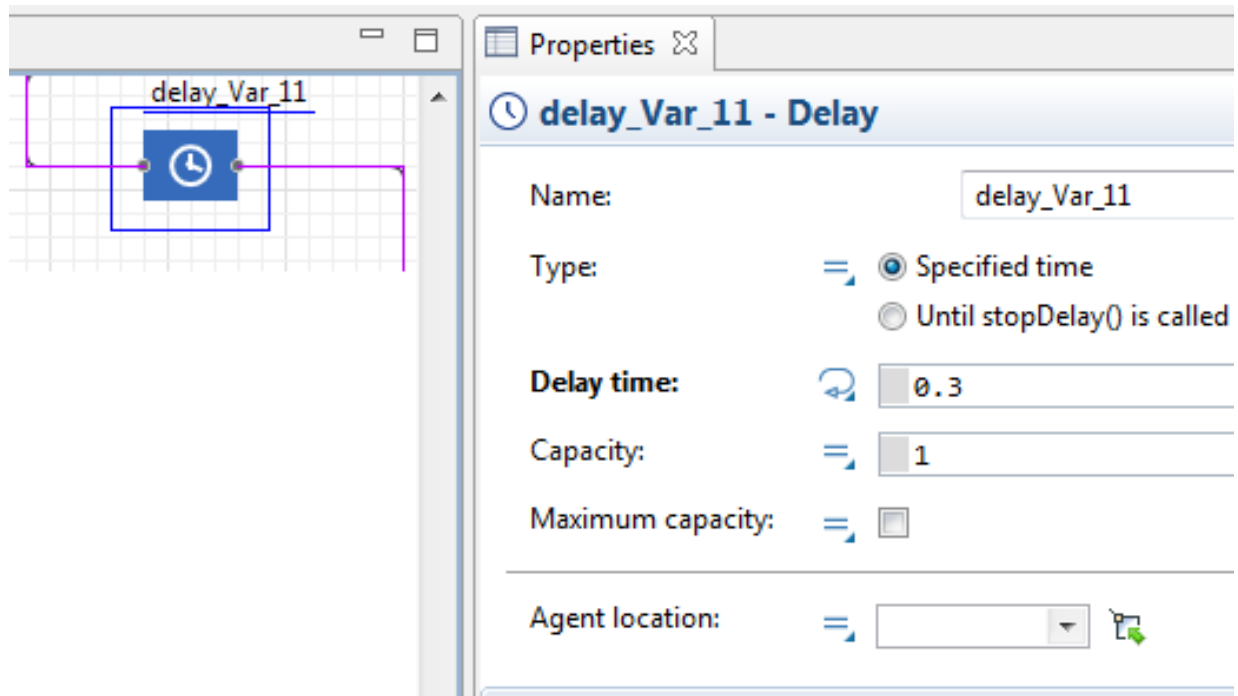


Рисунок 2.22 – Елемент delay_Var_11

Надалі ресурс звільнюється елементом rel_Var_11 – рисунок 2.23.

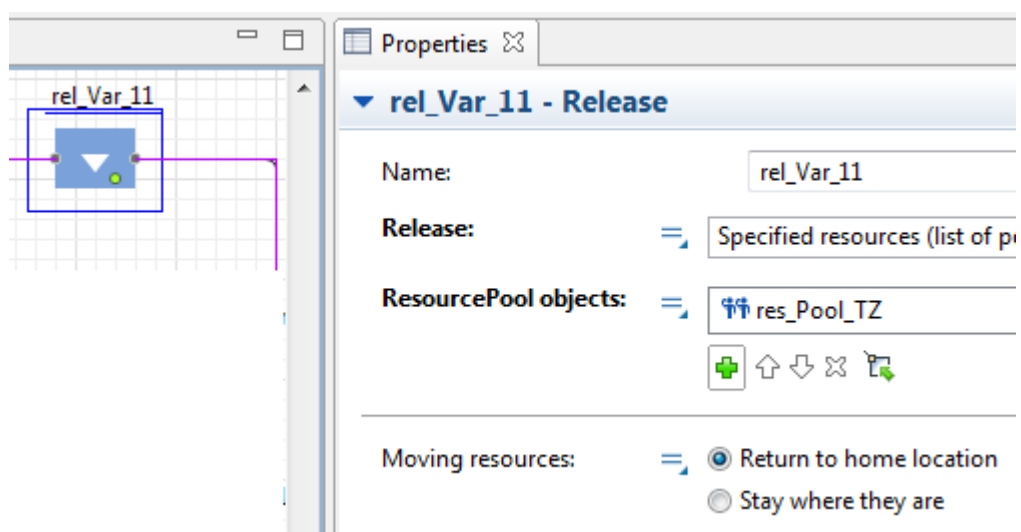


Рисунок 2.23 – Елемент rel_Var_11

Елемент timeVag_End_1 фіксує кінцевий час перебування замовлення системи – рисунок 2.24.

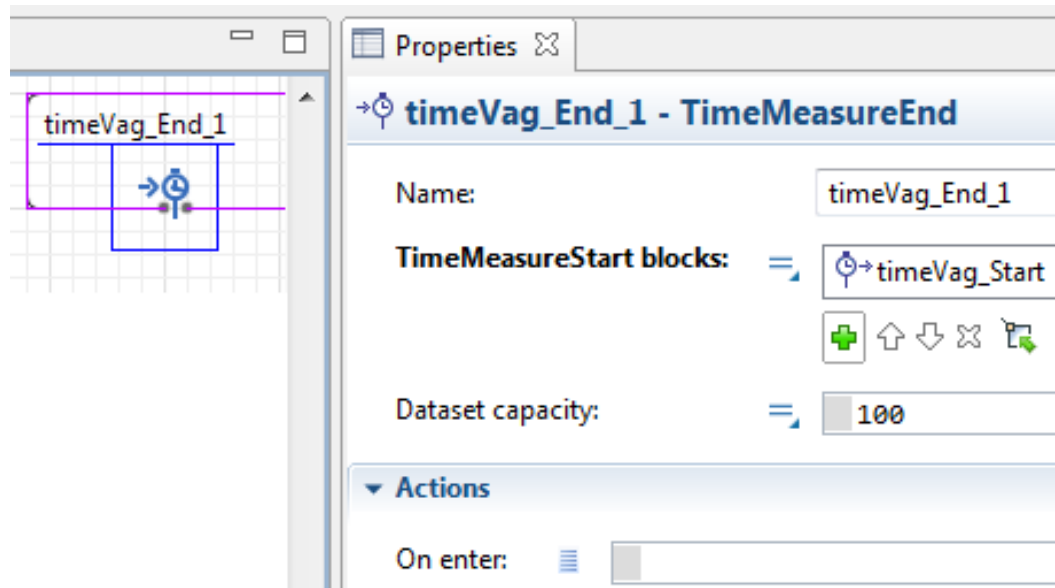


Рисунок 2.24 – Елемент timeVag_End_1

Елемент sink_Var_1 (рисунок 2.25) знищує замовлення, при цьому виконуються умови:

```
var_Spred=var_Spred + 1;
if (var_Spred == 3)
    {source_Var_1.inject(1);
    var_Spred = 0;}
time_OFF = time(HOUR);
time_IN = time_IN + time_OFF;;
```

які визначають періодичність спредерування – очищення фронту вивантаження та виклик локомотиву (зайняття ресурсу) для виконання даної роботи. Крім того виконується розрахунок часу перебування вагонів в системі.

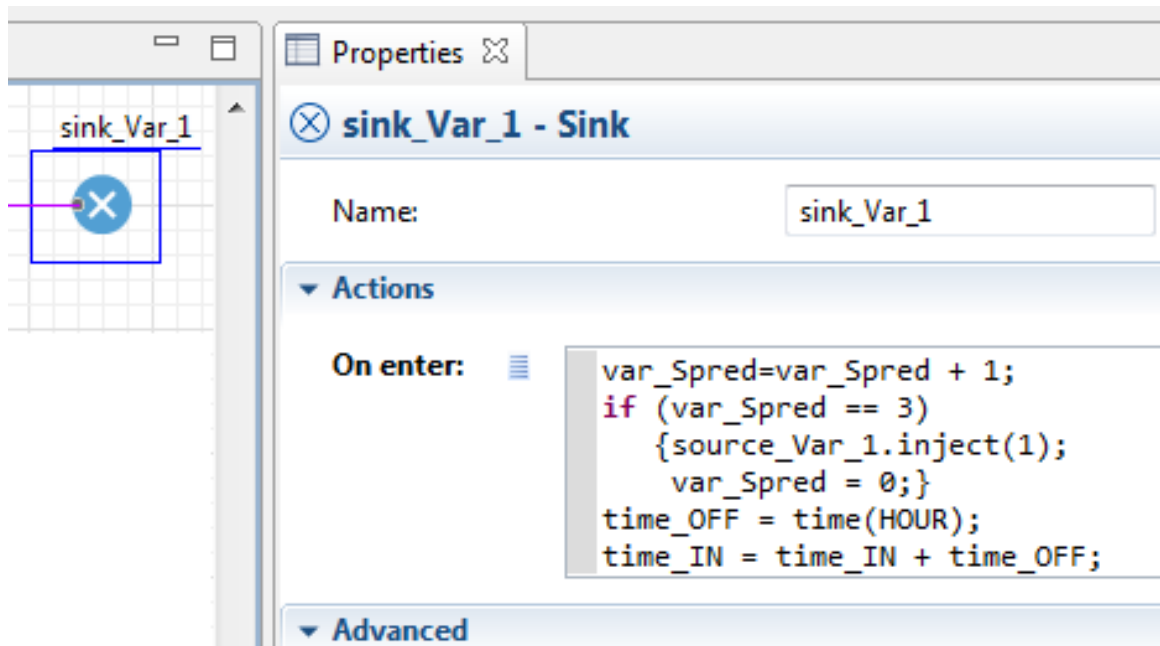


Рисунок 2.25 – Елемент sink_Var_1

Виклик ресурсу реалізується елементом генерації замовлень source_Var_1 – рисунок 2.26.

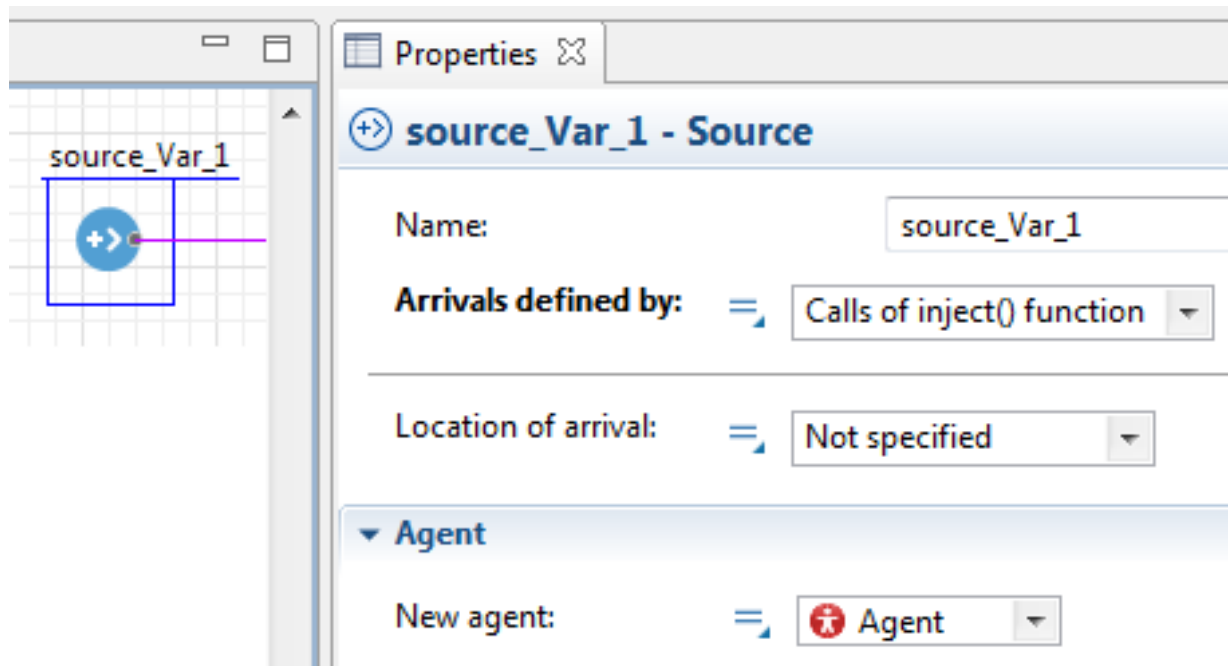


Рисунок 2.26 – Елемент source_Var_1

Згенеровані замовлення приєднують ресурс-локомотив елементом `seize_Var_111` – рисунок 2.27.

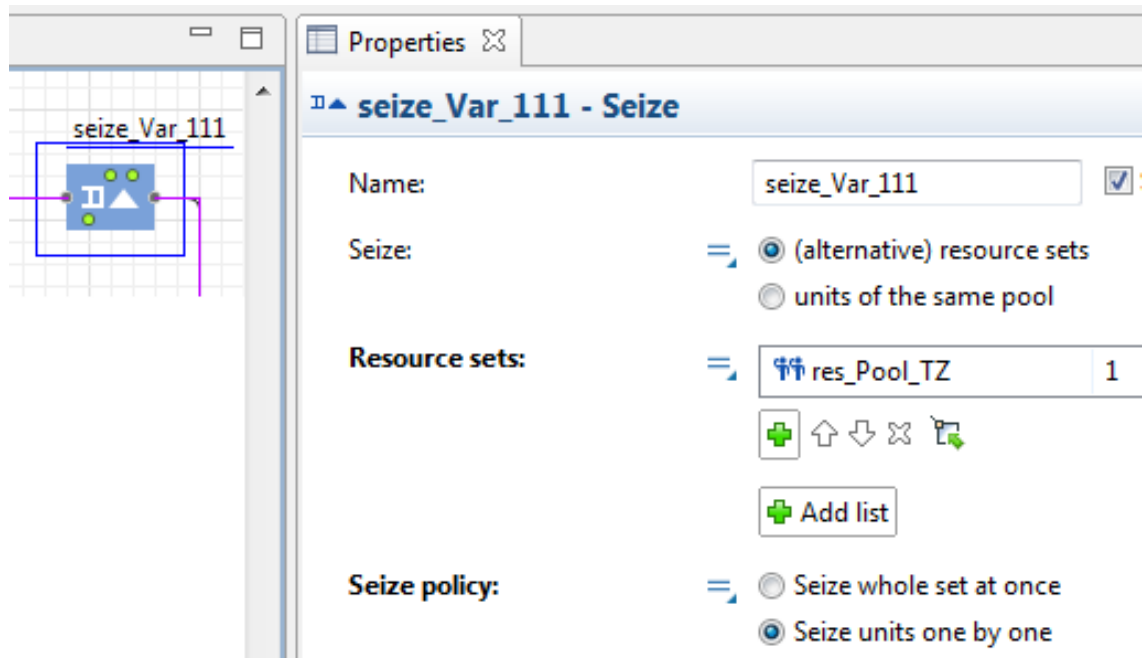


Рисунок 2.27 – Елемент `seize_Var_111`

Ресурс із замовленням затримується елементом `delay_Var_111` – рисунок 2.28.

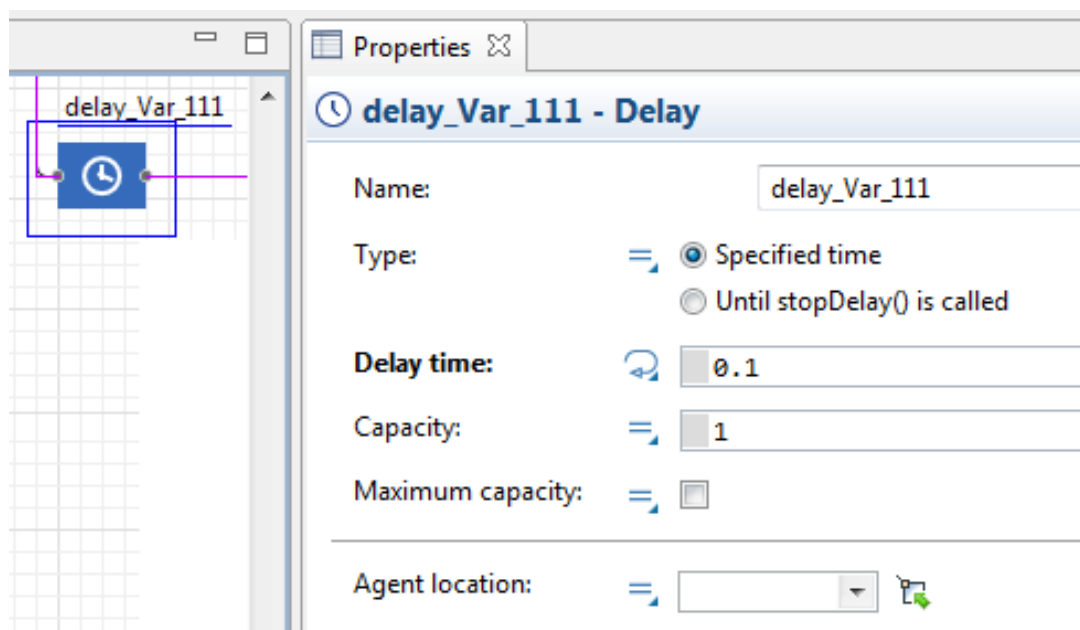


Рисунок 2.28 – Елемент `delay_Var_111`

Після звільнення ресурсу елементом rel_Var_111 – рисунок 2.29
замовлення знищуються елементом sink_V_1 – рисунок 2.30.

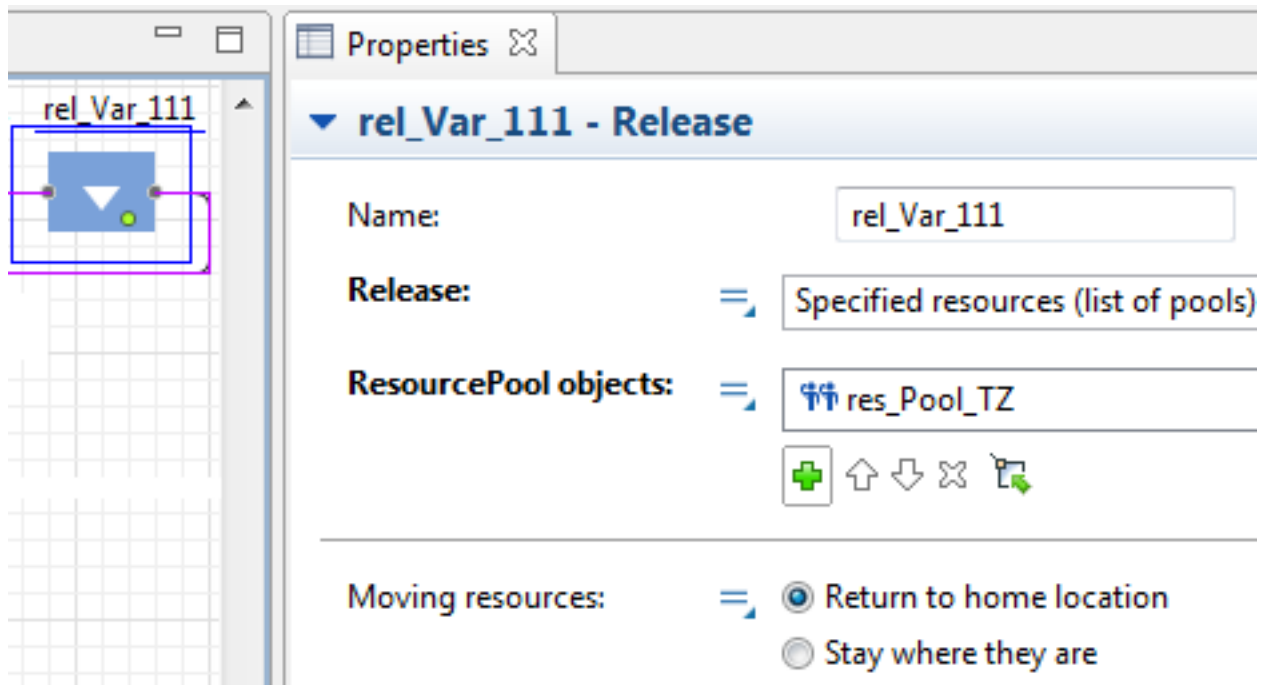


Рисунок 2.29 – Елемент rel_Var_111

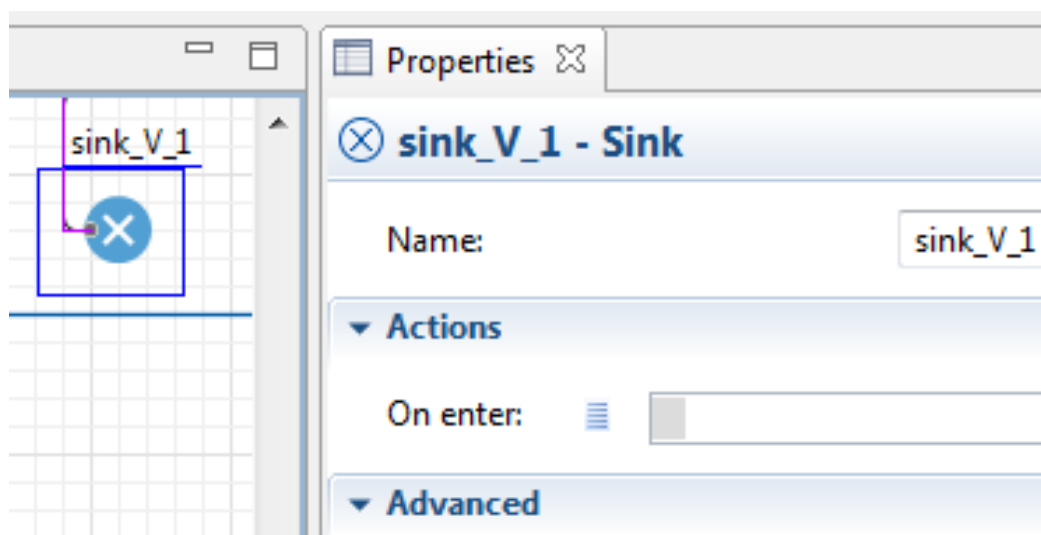


Рисунок 2.30 – Елемент sink_V_1

Переходимо до варіанту №2 очищення вагонів.

2.4 Блок імітації очищення вагонів на СДОВ

Початковий етап роботи блоку імітації очищення вагонів на СДОВ представлений на рисунку 2.31, здійснює:

- захоплення ресурсу елементом `seize_Var_2`;
- імітація елементом затримки `delay_Var_2` постановки вагонів на фронт очищення;
- звільнення ресурсу елементом `rel_Var_2`.

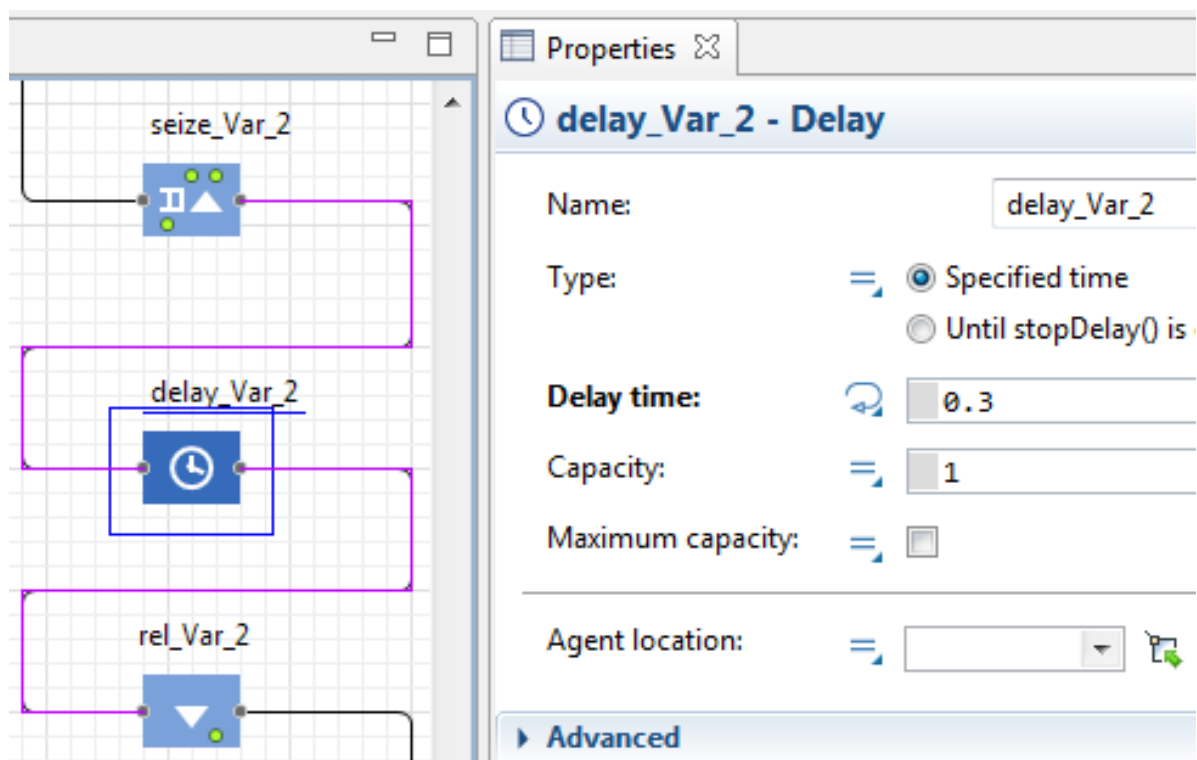


Рисунок 2.31 – Початковий етап роботи блоку імітації очищення вагонів на СДОВ

Наступний етап передбачає затримку – імітацію очищення, тривалість якої збільшена, враховуючи вдвічі більшу кількість вагонів, ніж вантажників – рисунок 2.32.

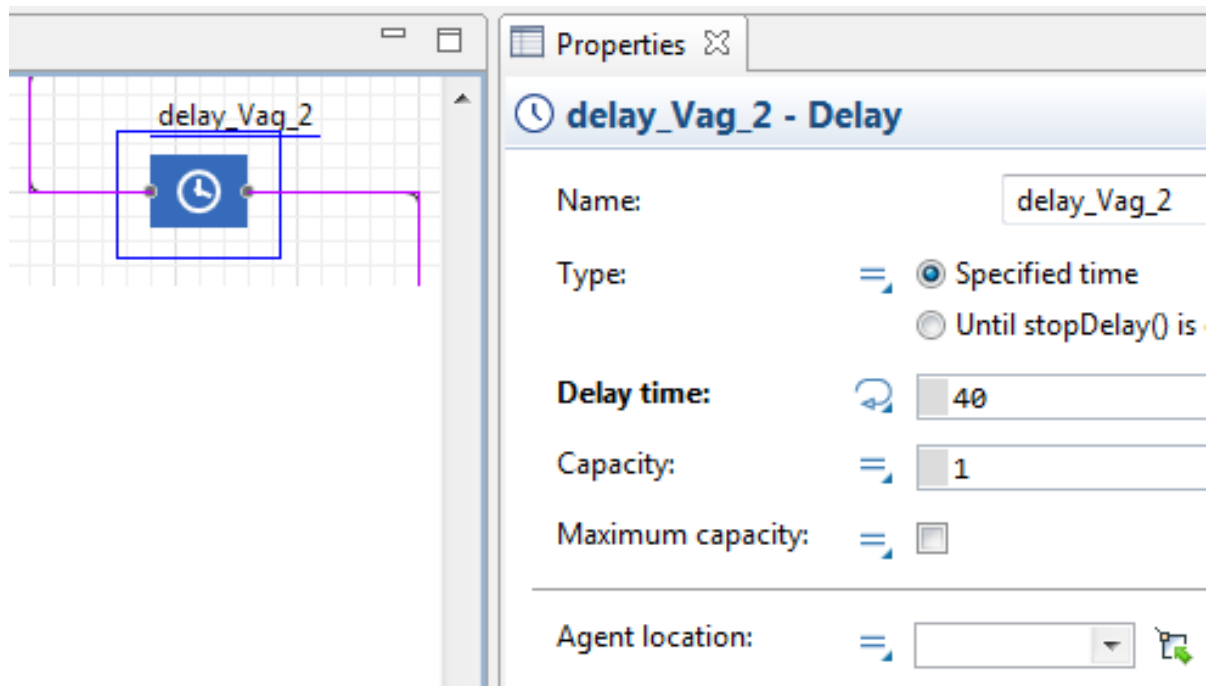


Рисунок 2.32 – Елемент delay_Vag_2

Після цього реалізується процедура переміщення вагонів на колію накопичення – рисунок 2.33.

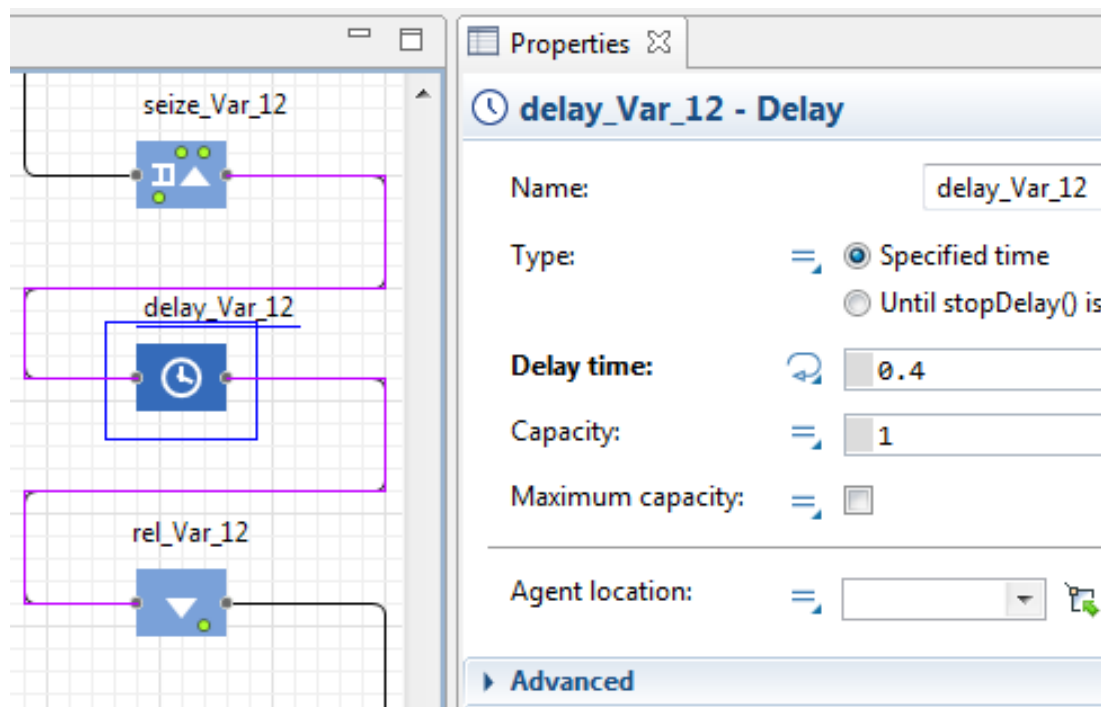


Рисунок 2.33 – Процедура імітації переміщення вагонів на колію
накопичення

Елемент timeVag_End_2 фіксує та накопичує інформацію про тривалість знаходження замовлень в системі – рисунок 2.34.

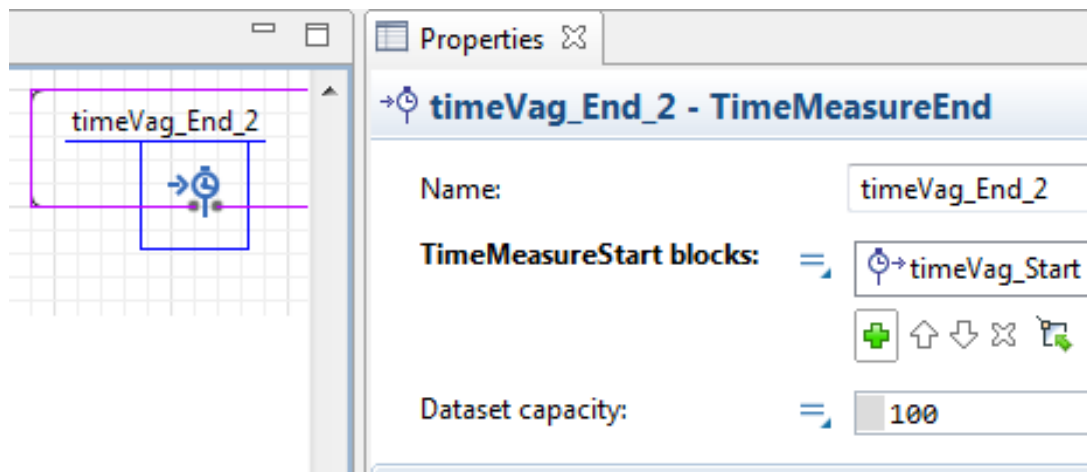


Рисунок 2.34 – Елемент timeVag_End_2

Елемент sink_Var_2 знищує замовлення та викликає нові заявки наступного останнього етапу – періодичної підготовки фронту очищення – рисунок 2.35.

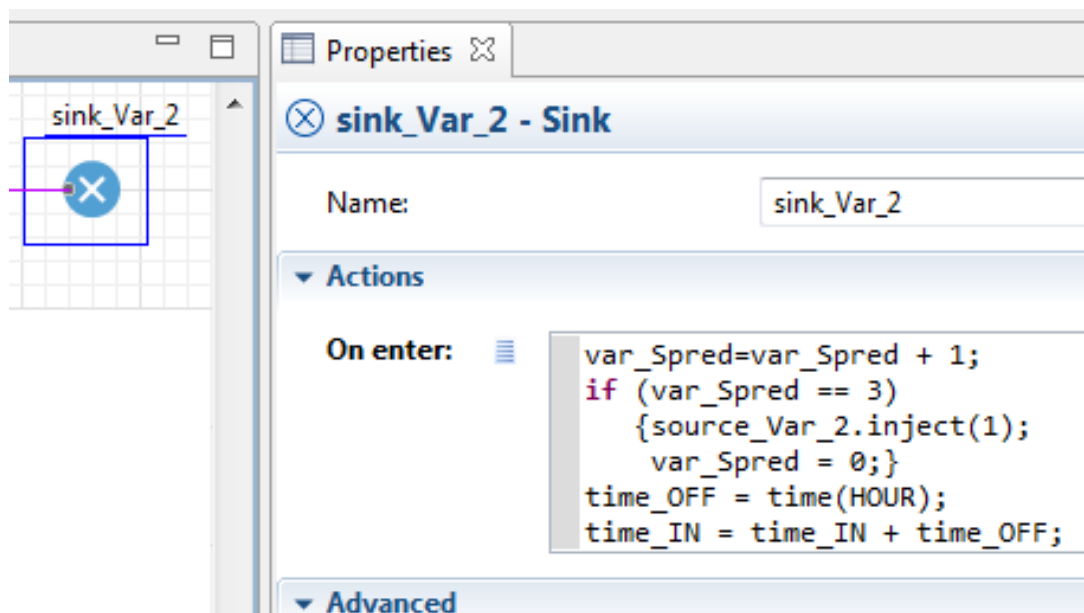


Рисунок 2.35 – Елемент sink_Var_2

Дані замовлення викликаються через кожні три партії очищених вагонів:

```
var_Spred=var_Spred + 1;
if (var_Spred == 3)
    {source_Var_2.inject(1);
    var_Spred = 0;}
time_OFF = time(HOUR);
time_IN = time_IN + time_OFF,;
```

крім того, фіксується загальна тривалість простою вагонів.

Останній етап працює аналогічно представленому у попередньому пункті роботи, імітуючи процес спредерування фронту очищення – рисунок 2.36.

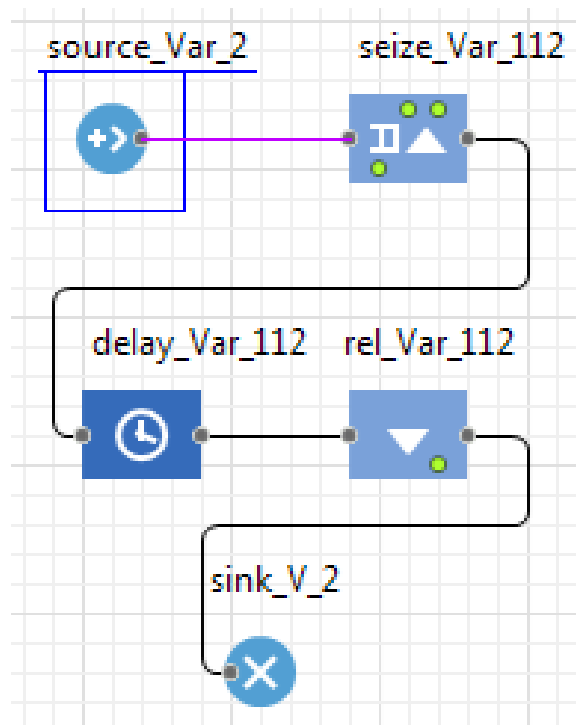


Рисунок 2.36 – Блок підготовки фронту очищення вагонів

2.5 Блок імітації очищення вагонів на ВДОВ

Блок імітації очищення вагонів на ВДОВ представлений на рисунку 2.37.

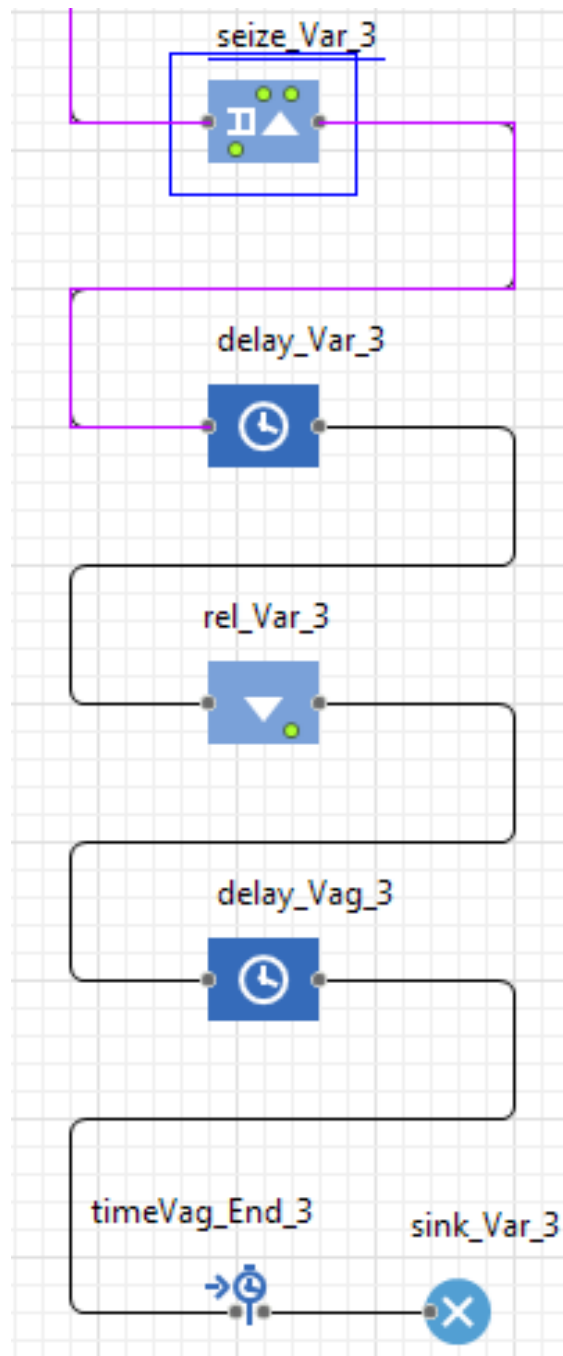


Рисунок 2.37 – Блок імітації очищення вагонів на ВДОВ

Працює він наступним чином:

- елемент `seize_Var_3` захоплює ресурс;
- елемент `delay_Var_3` імітує затримку з постановки вагонів до ВДОВ;
- елемент `rel_Var_3` звільнює ресурс і елемент `delay_Vag_3` виконує затримку замовлень без ресурсу – імітація очищення;
- елемент `timeVag_End_3` фіксує показники тривалості перебування замовлень у системі.
- елемент `sink_Var_3` знищує замовлення – рисунок 2.38.

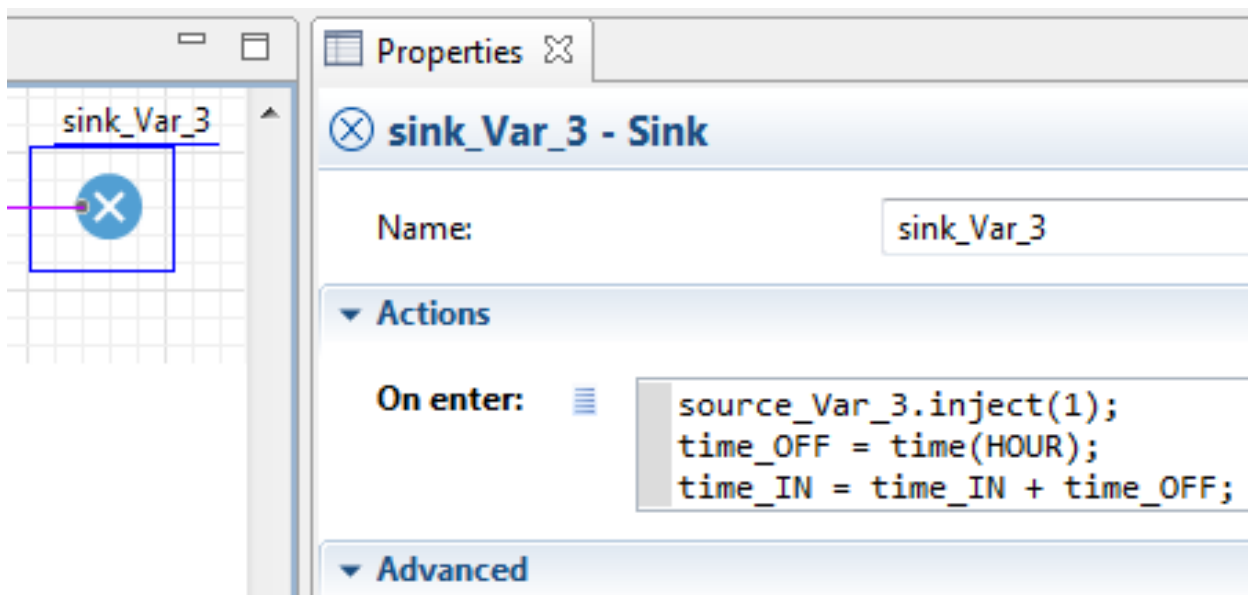


Рисунок 2.38 – Елемент `sink_Var_3`

В даному випадку процедура перестановки очищених вагонів на колію накопичення є відсутньою через те, що вагони прибираються з протилежної горловини парку бункери локомотивом станції Південна, аналогічно, як і на Рудній.

Тож ці процеси не реалізуються у програмному середовищі.

Крім того, не потрібною є процедура спредерування, оскільки очищення відбувається на естакаді.

Проте необхідної є процедура імітації процесу повернення локомотиву, який здійснив постановку вагонів на фронт очищення до станції Рудна резервом.

Це здійснює завершальний блок, показаний на рисунку 2.39.

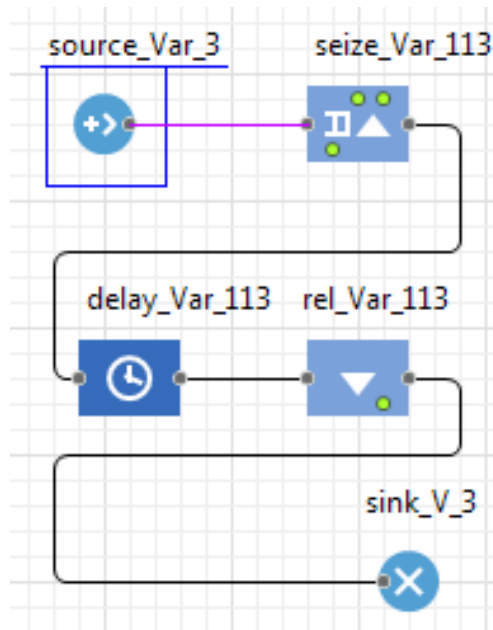


Рисунок 2.39 – Блок імітації руху локомотива резервом

При кожному знищенні замовлень у попередньому блоці, здійснюється виклик замовлення у блоці імітації руху локомотива резервом.

На рисунку 2.40 показаний елемент source_Var_3.

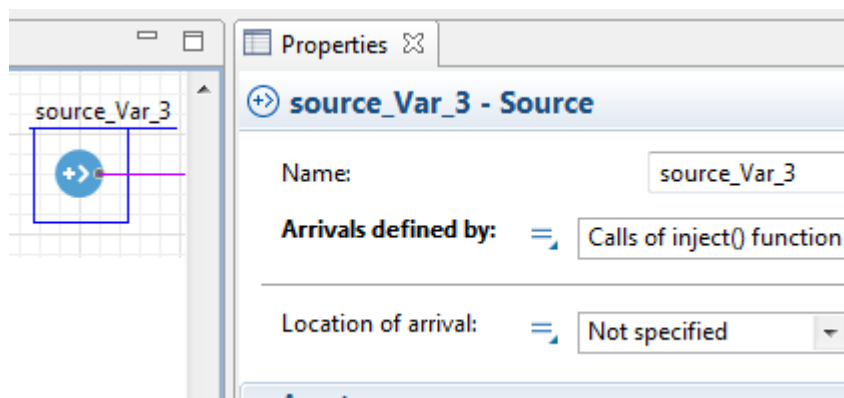


Рисунок 2.40 – Елемент source_Var_3

Елемент `seize_Var_113` захоплює ресурс при входженні до нього замовлення – рисунок 2.41.

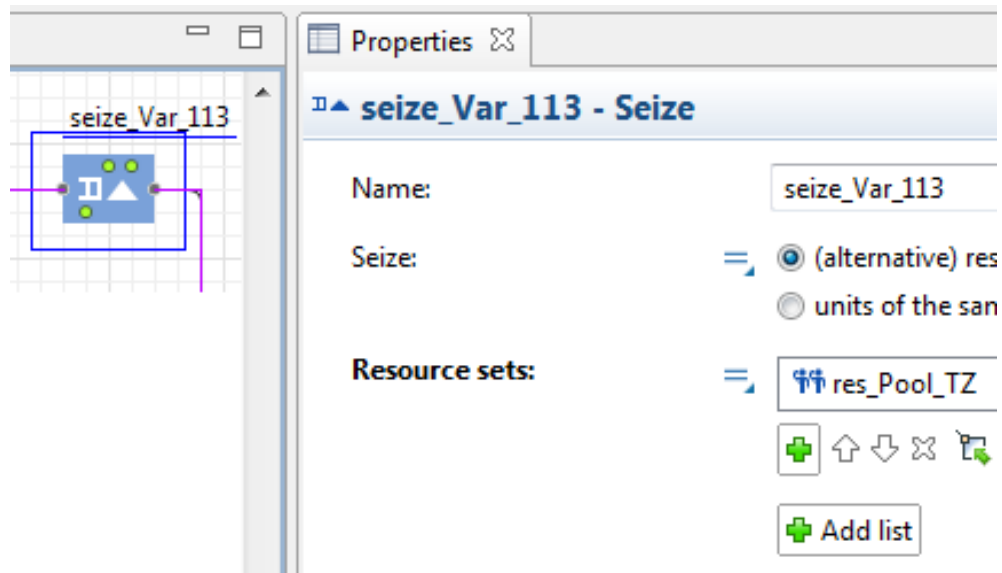


Рисунок 2.41 – Елемент `seize_Var_113`

Елемент `delay_Var_113` відтворює затримку з руху локомотиву резервом – рисунок 2.42.

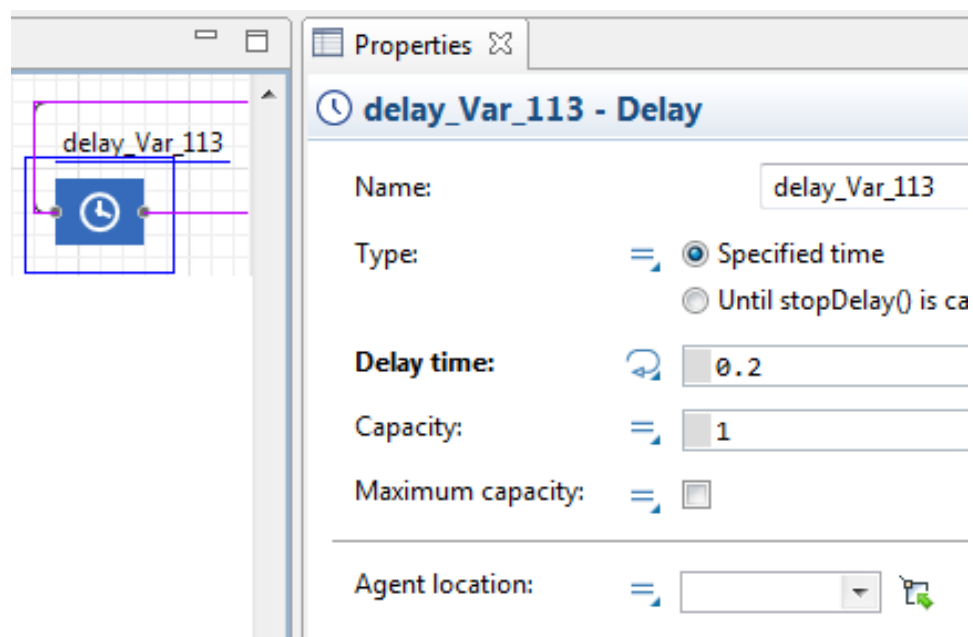


Рисунок 2.42 – Елемент `delay_Var_113`

Елемент rel_Var_113 звільнює ресурс – рисунок 2.43.

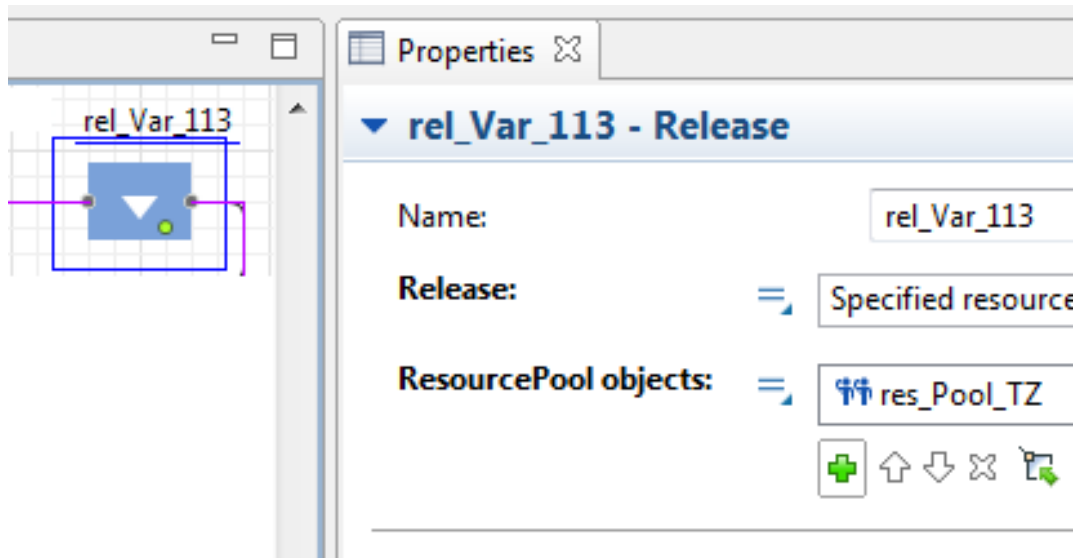


Рисунок 2.43 – Елемент rel_Var_113

Елемент sink_V_3 знищує замовлення (рисунок 2.44).

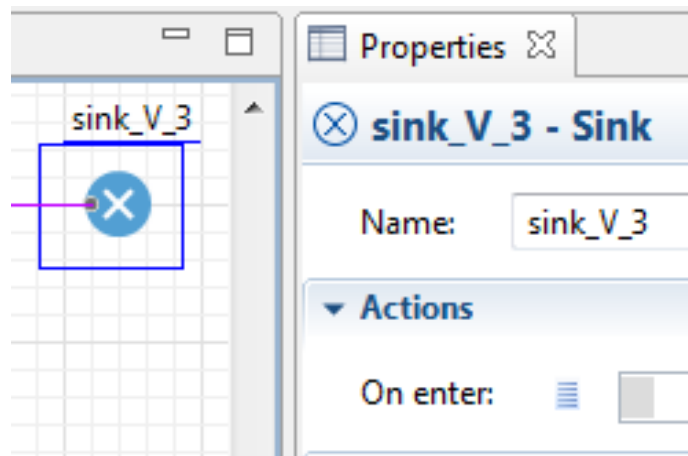


Рисунок 2.44 – Елемент sink_V_3

Загалом, розроблена програма CleaningVAG має вигляд, показаний на рисунку 2.45.

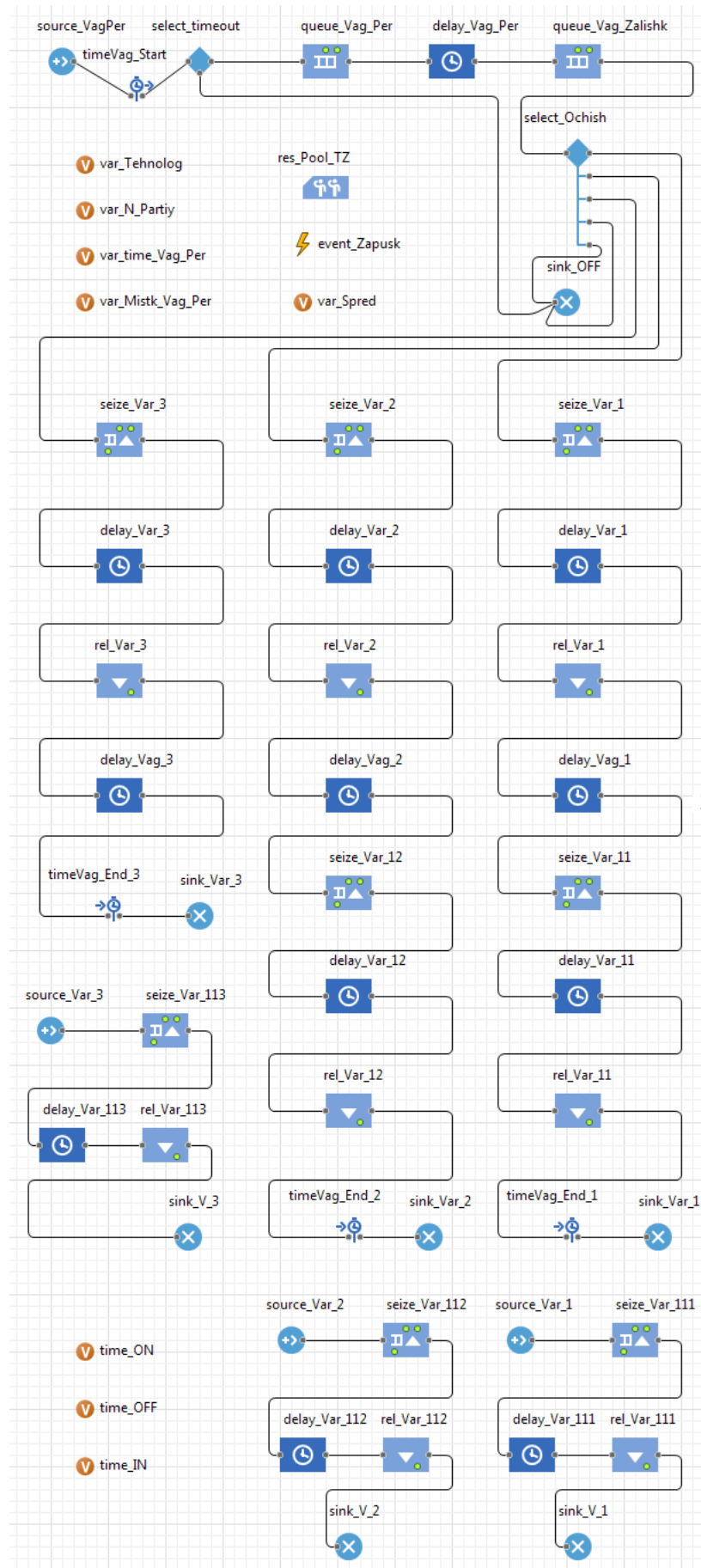


Рисунок 2.45 – Загальний вигляді програми CleaningVAG

2.6 Експерименти на моделі

За кожним варіантом очищення вагонів виконуємо імітацію роботи системи, попередньо перевіривши адекватність та виконавши калібрування моделі.

Результати отримуються з декількох елементів. На рисунку 2.46 показні результати використання ресурсу – локомотиву (елемент res_Pool_TZ).

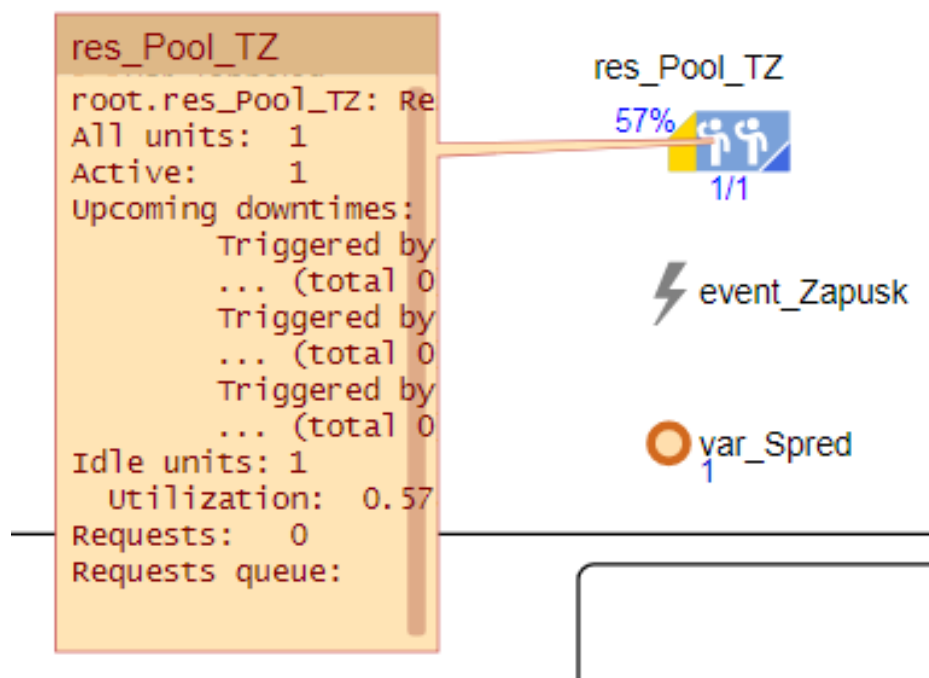


Рисунок 2.46 – Показники використання ресурсу – елемент res_Pool_TZ

Показники тривалості знаходження вагонів в системі отримуються з елементів timeVag_End_1, timeVag_End_2, timeVag_End_3 в залежності від того, за якою гілкою працює програма.

Це показано на рисунку 2.47.

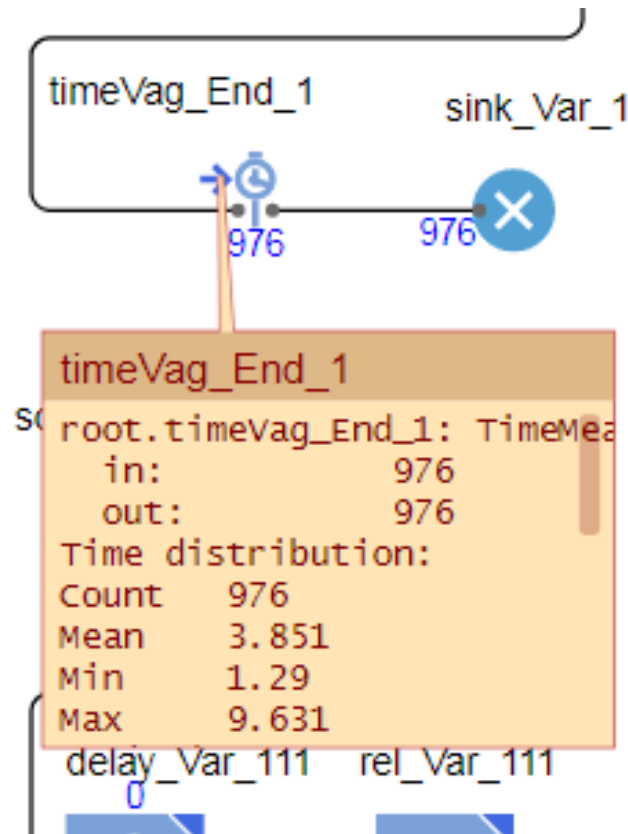


Рисунок 2.47 – Показники використання вагонів за часом

При визначення часу користування потрібно врахувати той факт, що показники характеризують встановлені дослідником партії вагонів.

Також показники отримуються з описаних раніше змінних.

В нашому випадку, визначити тривалість простою вагонів в системі очищення вагонів можна в два способи.

Перший – через елемент timeVag_End_1:

$$3,851 \cdot 976 \cdot 7 = 26310 \text{ годин,}$$

де 3,851 – середній час простою (показник timeVag_End_1);

976 – кількість згенерованих партій вагонів за місяць, од.;

7 – кількість вагонів у партії, ваг.

Через змінну time_IN (рисунок 2.48) отримуємо схоже значення (по суті, це безномерний спосіб обліку вагонів):

$$3758 \cdot 7 = 26306 \text{ годин.}$$

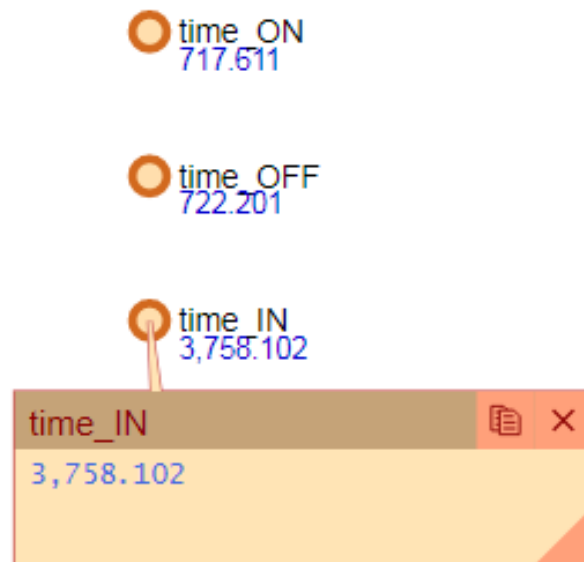


Рисунок 2.48 – Показник змінної time_IN

Результати роботи програми CleaningVAG показані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати роботи моделі CleaningVAG

Показник	Варіант організації очищення вагонів		
	1	2	3
Відсоток використання ресурсу	57	42	50

Кінець таблиці 2.1

Показник	Варіант організації очищення вагонів		
	1	2	3
Тривалість роботи локомотива, годин на місяць	410	302	360
Середня тривалість знаходження вагонів в системі, год./вагон	3,851	3,928	3,243
Загальна тривалість знаходження вагонів в системі, год./місяць	26310	26836	21761

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В ході роботи завдяки аналітичному аналізу встановлено технічну можливість використання трьох ділянок очищення вагонів, транспортне обслуговування яких відрізняється:

- розмірами руху составів;
- тривалістю маневрової роботи;
- технологією організації робіт.

В основній частині магістерської роботи:

- виконано аналіз інтенсивності надходження составів до вантажного фронту вагоноперекидача станції Рудна;
- розроблено імітаційну модель транспортного обслуговування ділянок очищення із можливістю аналізу параметрів кожної з них окремо;
- в моделі враховано ймовірнісний характер надходження вантажів на адресу доменного цеху.

За результатами моделювання отримані результати, які оброблено для виконання економічних розрахунків – таблиця 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники роботи моделі CleaningVAG

Показник	Варіант організації очищення вагонів		
	1	2	3
Відсоток часу використання тепловозу	57	42	50

Кінець таблиці 3.1

Показник	Варіант організації очищення вагонів		
	1	2	3
Тривалість роботи локомотива, годин на рік	4993	3679	4380
Тривалість знаходження вагонів в системі очищення, годин на рік	315720	322032	261132

3.1 Визначення витрат за варіантами очищення

На основі [8-10] витрати $V_{\text{очищ}_i}$ за варіантами очищення визначимо за формулою:

$$V_{\text{очищ}_i} = V_{\text{очищТЗ}_i} + V_{\text{очищВН}_i}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{очищТЗ}_i}$ – витрати, пов’язані з роботою тепловозу при пересуванні вагонів, які очищуються, грн;

$V_{\text{очищВН}_i}$ – витрати на плату за користування вагонами, які очищаються, грн.

Витрати $V_{\text{очищТЗ}_i}$ визначаємо за виразом:

$$V_{\text{очищТЗ}_i} = T_{\text{очищТЗ}_i} C_{\text{ТЗ}}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{очищТЗ}_i}$ – тривалість використання тепловозу на i -му варіанті організації очищення вагонів, год.;

$C_{\text{ТЗ}}$ – вартість локомотиво-години, грн. $C_{\text{ТЗ}} = 1021$ грн/год.

Витрати $V_{\text{очищВН}_i}$ визначаємо за виразом:

$$V_{\text{очищВН}_i} = T_{\text{очищВН}_i} C_{\text{ВН}}, \quad (3.3)$$

де $V_{\text{очищВН}_i}$ – тривалість перебування вагонів в очікуванні та, безпосередньо, при їх очищенні, год.;

$C_{\text{ВН}}$ – вартість вагоно-години, грн. $C_{\text{ВН}} = 54$ грн/год.

3.2 Визначення витрат за варіантом очищення на НДОВ

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищТЗ}_1}$ за варіантом №1 – очищення вагонів на НДОВ за (3.2):

$$V_{\text{очищТЗ}_1} = 4993 \cdot 1021 = 5097853 \text{ грн.}$$

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищВН}_1}$ за варіантом №1 – очищення вагонів на НДОВ за (3.3):

$$V_{\text{очищВН}_1} = 315720 \cdot 54 = 17048880 \text{ грн.}$$

Визначимо загальні витрати $V_{\text{очищ}_1}$ за варіантом очищення на НДОВ за (3.1):

$$V_{\text{очищ}_1} = 5097853 + 17048880 = 22146733 \text{ грн} = 2,15 \text{ млн грн.}$$

3.3 Визначення витрат за варіантом очищення на СДОВ

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищТЗ}_2}$ за варіантом №2 – очищення вагонів на СДОВ за (3.2):

$$V_{\text{очищТЗ}_2} = 3679 \cdot 1021 = 3756259 \text{ грн.}$$

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищВН}_2}$ за варіантом №2 – очищення вагонів на СДОВ за (3.3):

$$V_{\text{очищВН}_2} = 322032 \cdot 54 = 17389728 \text{ грн.}$$

Визначимо загальні витрати $V_{\text{очищ}_2}$ за варіантом очищення на СДОВ за (3.1):

$$V_{\text{очищ}_2} = 3756259 + 17389728 = 21145987 \text{ грн} = 21,15 \text{ млн грн.}$$

3.4 Визначення витрат за варіантом очищення на ВДОВ

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищТЗ}_3}$ за варіантом №3 – очищення вагонів на ВДОВ за (3.2):

$$V_{\text{очищТЗ}_3} = 4380 \cdot 1021 = 4471980 \text{ грн.}$$

Визначимо вартість витрат $V_{\text{очищВН}_3}$ за варіантом №3 – очищення вагонів на ВДОВ за (3.3):

$$V_{\text{очищВН}_3} = 261132 \cdot 54 = 14101128 \text{ грн.}$$

Визначимо загальні витрати $V_{\text{очищ}_3}$ за варіантом очищення на ВДОВ за (3.1):

$$V_{\text{очищ}_3} = 4471980 + 14101128 = 18573108 \text{ грн} = 18,57 \text{ млн грн.}$$

3.5 Аналіз ефективності варіантів очищення

Результати обчислень за варіантами очищення вагонів на НДОВ, СДОВ та ВДОВ наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники очищення вагонів на НДОВ, СДОВ та ВДОВ, грн на рік

Номер з/п	Показник	Варіант 1 (НДОВ)	Варіант 2 (СДОВ)	Варіант 3 (ВДОВ)
1	Вартість використання тепловозу на ділянках очищення	5097853	3756259	4471980
2	Вартість витрат на використання вагонів	17048880	17389728	14101128
3	Загальні витрати за варіантами очищення	22146733	21145987	18573108
4	Економія, млн грн	-	-	3573625

Порівняно з базовим – першим варіантом очищення на НДОВ, обидва альтернативних варіанти є більш ефективними, але саме третій варіант – очищення на ВДОВ – є найбільш економічно привабливим з річною економією у розмірі близько 3,57 млн грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломного проекту «Підвищення ефективності роботи пункту очищення вагонів на станції «Рудна» ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть підстерігати дослідника та транспортних робітників. Розробляються заходи по їх усуненню [11-13].

На колії знаходиться вагоноперекидач бокового типу БВП-80М, який працює з напіввагонами 60-80 т. Він обладнаний вібратором, яких є засобом для відновлення сипучості вантажів. У якості засобу шляхового огороження використовується скидальний вістряк, який виключає вихід рухомого складу на станційні шляхи з шляхів приймальних бункерів

Найбільший простій під очищенням виникає після перевезення та вивантаження залізничного концентрату через його підвищену вологість. Він має властивість злежуватися, тому у рухомому складі після вивантаження наявна велика кількість залишків, які необхідно видалити з вагону з використання ручних інструментів. У зимовий період, коли вантаж змерзається, процес очищення ускладнюється та може займати більшу кількість часу.

Тому в додатку А до дипломного проекту показаний аналіз потенційних небезпек, що може вплинути на дослідника. В додатку Б розроблені заходи по усуненню цих небезпек.

В додатку В показані розрахунки показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, на робочому місці дослідника при роботі на ПК.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

4.1 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Організація оповіщення населення в надзвичайних ситуаціях.

Серед захисних заходів Цивільного захисту, здійснюваних завчасно, особливо важливе значення займає організація оповіщення органів Цивільного захисту, формувань ЦЗ і населення про загрозу виникнення надзвичайної ситуації.

Особливого значення оповіщення набуває у випадку раптового виникнення надзвичайної ситуації мирного чи воєнного часу, воно значно знижує втрати людей.

Для забезпечення оповіщення використовуються засоби оповіщення:

- засоби зв'язку (телефони, телерадіо);
- технічні засоби масової інформації (телевізори, радіоприймачі);
- електросирени;
- допоміжні засоби;

Для оповіщення населення у випадку загрози або виникнення стихійних лих, аварій і катастроф на ОГ і транспорті та в умовах війни служить попереджувальний сигнал «Увага всім!».

Сигнал «Увага всім!» подається включенням електросирени, виробничих гудків та інших сигналів. Після подачі попереджувального сигналу «Увага всім!» населення зобов'язане увімкнути радіо, телевізійні, радіотрансляційні приймачі для прослуховування екстреного повідомлення. Передача мовної інформації (інформування) з використанням радіотрансляційних вузлів, телевізійного і радіомовлення є основним способом оповіщення населення в надзвичайних ситуаціях мирного часу і в умовах війни.

У воєнний час інформування здійснюється за такими видами інформації:

1. «Повітряна небезпека».
2. «Закінчення повітряної небезпеки».
3. «Загроза хімічного зараження».
4. «Загроза радіаційного зараження».

У мирний час інформування здійснюється за такими видами інформації:

1. «Аварія на атомній електростанції».
2. «Аварія на хімічно небезпечному об'єкті».
3. «Повінь».
4. «Про можливий землетрус».
5. «Штормове попередження».

Приклади інформації:

Варіант повідомлення при аварії на хімічно небезпечному об'єкті:

«Увага! Говорить штаб Цивільного захисту міста.

Громадяни! Відбулася аварія на м'ясокомбінаті з виливом (викидом) сильнодіючої отруйної речовини — аміаку. Хмара зараженого повітря розповсюджується в напрямку селища Кушугум. У зону хімічного зараження попадають завод «Прогрес» і повністю селище Кушугум. Населенню, що проживає на вулицях Шкільна, Запорізькій, Заводській, Польовій, перебувати в приміщеннях будинків. Зробити герметизацію своїх квартир (будинків).

Населенню, що проживає на вулицях Зарічній, Зеленій і Ямській, негайно залишити житлові будинки, будинки установ, підприємств і вийти в район гори Лиса. Про отриману інформацію необхідно повідомити сусідів. В подальшому дійте відповідно до вказівок штабу ЦЗ».

ВИСНОВКИ

В ході роботи в аналітичній частині встановлено технічну можливість використання трьох ділянок очищення вагонів, транспортне обслуговування яких відрізняється розмірами руху составів; тривалістю маневрової роботи; технологією організації робіт.

В основній частині магістерської роботи виконано аналіз інтенсивності надходження составів до вантажного фронту вагоноперекидача станції Рудна; розроблено імітаційну модель транспортного обслуговування ділянок очищення із можливістю аналізу параметрів кожної з них окремо; в моделі враховано ймовірнісний характер надходження вантажів на адресу доменного цеху.

За результатами моделювання отримані результати, на основі яких виконано економічний аналіз та визначено найбільш економічний варіант очищення з економічним ефектом близько 3,57 млн грн на рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 10.10.2023).
2. GMK CENTER : «Запоріжсталь». URL : <https://gmk.center/ua/manufacturer/zaporizhstal/> (дата звернення: 02.11.2023).
3. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ металургійний комбінат «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 180 с.
4. Технічно-розпорядчий акт станції Рудна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2022. – 32с.
5. Технічно-розпорядчий акт станції Аглофабрика. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2022. – 32с.
6. 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.
7. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
8. 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.
9. 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.

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

11. Лазуткін М. І. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) : зі спеціальності 275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; «275.03 – Транспортні технології на автомобільному транспорті» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» : Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. - 35 с.

12. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.

13. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

В результаті модернізації очисного процесу за допомогою щіткової пересувної машини виникає ряд небезпек фізичного характеру:

а) травматизм робітників та дослідників у наслідок відльоту часток сипких матеріалів у напрямку людей під час роботи обладнання;

б) обриву кріплень під час переносу або перевезення робочого органу щіткової машини на мобільному перевантажувачі, що відбувається через втрату міцності сталевих ланцюгів або поломку кріплень самого обладнання;

в) наїзду мобільного навантажувача, до стріли якого прикріплена щіткова машина, або залізничного рухомого складу на людей через необачність персоналу, порушення правил руху через залізничні колії, неправильне закріплення вагонів, тощо;

г) в залежності від вологості вантажу можливе пилоутворення в процесі вивантаження та очищення вагонів під час роботи щіткової машини. Пил залізничного концентрату, руди та вапняку, який утворюється, є небезпечним та канцерогенним, при вдиханні його людиною не виводиться з організму та накопичується, що в результаті приводить до хронічних захворювань легень, виникають професійні хвороби.

При механізації процесу очищення вагонів за допомогою магнітноімпульсного обладнання виникають наступні небезпеки:

а) ураження електричним струмом через порушення цілісності дротів електричного обладнання, порушень правил безпеки при виконанні ремонту;

б) виникнення пожежі через коротке замикання, яке може статися в результаті перенавантаження механізму або через потрапляння в силовий блок пилу або вологи;

-не достатнє освітлення ділянки, де відбувається очищення від вантажу, призводить до не вірного очищення, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзду пересувної машини на робітників та інше);

-робітники станції працюють на повітрі тому у холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

-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 уникнення небезпеки травмування через наїзд мобільного перевантажувача на персонал, відльоту окремих часток вантажу у бік людей необхідно передбачити зону для перебування робітників (та дослідників) в процесі очищення вагонів від залишків вантажу за допомогою щіткової пересувної машини.

Зона повинна знаходитися на безпечній відстані від шляху переміщення мобільного перевантажувача з робочим органом очисної машини та від колії, де відбувається очищення рухомого складу.

При роботі на вантажних фронтах повинні забезпечуватися виконання вимог Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт, затверджених Наказом №21 від 19.01.2015 Міністерства енергетики та вугільної промисловості. Для уникнення небезпеки травмування або смерті людей через обрив кріплень щіткової машини необхідно перевіряти їх на справність перед кожним початком робочої зміни з метою вчасного виявлення поломок та часу поточного ремонту.

Окрім цього робітники та дослідники повинні знаходитися на відстані від стріли мобільного перевантажувача, до якої кріпиться машина для того, щоб уникнути обвалу механізму на персонал.

Для забезпечення безпеки при роботі з електричним обладнанням необхідно візуально перевіряти до початку і після закінчення робочої зміни стан силового блоку магнітно-імпульсного обладнання. Відкриті електричні дроти, які з нього виходять повинні бути ізольовані та не доступні до контакту з людиною.

Для зниження рівня електромагнітного випромінювання та його негативного впливу на людину в конструкції магнітно-імпульсного обладнання використовуються високовольтні коаксіальні кабелі. При роботі з електрообладнанням повинні забезпечуватися вимоги НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.

При пилоутворенні під час проведення очисного процесу працівники та дослідники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (респіраторами), що регламентується відповідно до нормативного документу – ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження негативного впливу погодних умов на робітників, дослідників необхідно забезпечити персонал теплим одягом відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Окрім цього необхідно передбачити місця відпочинку персоналу, де він має змогу нагрітися або охолонути в залежності від температури навколишнього середовища, поповнити водний баланс організму для попередження перегріву.

Для забезпечення нормативного рівня освітленості та попередження травмування персоналу в зоні очищення рухомого складу після вивантаження вагонів на вагоноперекидачі необхідно передбачити таке обладнання, що утримує рівень освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення».

Для освітлення великих відкритих площ використовують рекомендованими типами прожекторів є ПЗС-45, ПЗС-35, ПЗС-25 з люмінісцентними лампами 1000, 500, 350, 150 Вт, які обираються відповідно до додатку 1 ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Норми освітлення будівельних майданчиків».

Освітлення на станції «Рудна» Південного маневрового району ПАТ «Запоріжсталь» забезпечується за допомогою прожекторів з ксеноновими лампами.

ДОДАТОК В

РОЗРАХУНКИ ПОКАЗНИКІВ ШКІДЛИВОСТІ ТА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

При роботі на ПК, на дослідника можуть діяти шкідливі фактори. Для цього заміряємо ці фактори й занесемо їх в таблицю В.1 «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
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	29,1	6	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E,$ $лк$	370	6	500	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	98	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	260	6	290	0,67	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	40000	6	40000	0,75		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	79	6	75	0,79		
Тривалість робочого дня, $год.$	6	6	8	0,08		

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»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [12]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 6}{6} = 4$$

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:

а.) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{260 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,67;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{40000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 0,75;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{79 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,79;$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{доп}}} = \frac{6 \cdot 6 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,08$$

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 7.2 [12] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{\text{вим}} = 370$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [12] – 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 $P_{\text{вим}} = 98$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [12] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 7.3 [12]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,67 + 0,75 + 0,79 + 0,08 = 2,3$$

З таблиці 7.3 [12] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 2,3$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 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 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 – $X_{cm} = X_i = 4$;

- 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, 3 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [12]:

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

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [12]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,5 + 2 = 8,5$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, 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 [12]. 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 - 21,0-24,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 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 [12], у розмірі 20%.