

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

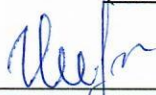
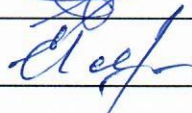
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ЗМЕНШЕННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА
ГРАНІШЛАКУ НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-813м

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

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

	<u>Ілля ГОСТИЩЕВ</u> (прізвище та ініціали)
<u>Керівник</u>	 <u>Сергій ТУРПАК</u> (прізвище та ініціали)
<u>Рецензент</u>	 <u>Наталія ЄВСЬОВА</u> (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 2024 року

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

ГОСТИЩЕВА Іллі Віталійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення ефективності технологічних перевезень в умовах зменшення обсягів виробництва граншлаку на ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проекту (роботи) д-р. техн. наук, проф. ТУРПАК Сергій Миколайович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №486

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 16 грудня 2024 р.

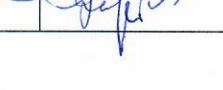
3. Вихідні дані до проекту (роботи) вантажопотоки відвантаження готової продукції підприємства, існуюча технологія та організація переробки і внутрішньозаводських перевезень граншлаку, техніко-економічні показники існуючої технології та організації внутрішньозаводських перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розробка моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття, 2.1.1 Формування структури моделі, 2.2 Експерименти на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття, 3. Економічна частина, 3.1 Узагальнення інформації для економічних розрахунків, 3.2 Формулювання методики визначення економічних показників за варіантами, 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 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	27.01.2025-05.02.2025	

Студент(ка)


(підпис)

Ілля ГОСТИЩЕВ
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 88 с., 46 рис., 10 табл., 21 джерело.

ГРАНШЛАК, ЗАЛІЗНИЦЯ, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ПУНКТ НАВАНТАЖЕННЯ, ШЛАКОВОЗ

Об'єкт дослідження – транспортно-виробнича система перевезення рідкого шлаку ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту функціонування транспортно-виробничої системи перевезення рідкого шлаку ПАТ «Запоріжсталь» в умовах скорочення виробництва гранульованого шлаку.

Методи дослідження – аналітичний та статистичний аналіз, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі досліджується транспортно-виробнича система перевезення рідкого шлаку ПАТ «Запоріжсталь» в умовах скорочення виробництва гранульованого шлаку. Визначено найбільш економічний варіант організації робіт завдяки визначенню раціональної кількості ресурсів – рухомого складу.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Дослідження коливань інтенсивності відвантаження граншлаку комбінатом Запоріжсталь	8
1.2 Дослідження зовнішніх факторів впливу на обсяги відвантаження гранульованого шлаку	17
1.3 Реалізація державних заходів зі збільшення споживання гранульованого шлаку	21
1.4 Постановка задач основної частини дослідження з удосконалення перевезень гранульованого шлаку	23
2 Основна частина	26
2.1 Розробка моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття	26
2.1.1 Формування структури моделі	26
2.1.2 Реалізація першого етапу	29
2.1.3 Реалізація другого етапу	42
2.2 Експерименти на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття	60
3 Економічна частина	63
3.1 Узагальнення інформації для економічних розрахунків	63
3.2 Формулювання методики визначення економічних показників за варіантами	66

3.3 Перший варіант управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття	67
3.4 Другий варіант управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття	68
3.5 Визначення ефективного варіанту управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття	69
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	71
Висновки	73
Перелік посилань	75
Додаток А. Аналіз додаткових потенційних небезпек	78
Додаток Б. Заходи по забезпеченню безпеки	79
Додаток В. Розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища	81
Додаток Г. Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	87

ВСТУП

В складних умовах сьогодення, коли значна частка металургійної галузі знаходиться за межами контрольованої Україною території постають нові науково-практичні задачі у сфері транспортних технологій.

Наприклад, комбінат Запоріжсталь у довоєнний період мав можливість постачати гранульований шлак до близько розташованих на сході та півдні України підприємств. Технології виробництва та переробки шлаків на підприємстві постійно удосконалюються, ділянки відвантаження облаштовуються засобами зважування та дозування тощо [1].

В існуючому становищі, коли обсяги виробництва комбінату в період військового вторгнення значним чином коливались, сягаючи історичного мінімуму за усі роки існування, зміни ринку збуту, важливою задачею є ефективне управління перевезеннями. Зокрема, дане дослідження планується присвятити системі управління процесами перевезень рідкого шлаку в можливих умовах скорочення обсягів його виробництва.

За реально можливих умов зниження попиту на граншлак, доцільним є зменшення його виробництва та організації руху шлаковозних составів частково по маршруту без злиття шлаку на станції Гранбасейн.

Саме процесам оперативного управління і планується присвятити дане дослідження.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Дослідження коливань інтенсивності відвантаження граншлаку комбінатом Запоріжсталь

Гранульований шлак користується попитом на підприємствах, пов'язаних із будівництвом, видобутком корисних копалин у підземних родовищах.

Якщо проаналізувати, наприклад, відправлення граншлаку комбінатом Запоріжсталь у одному з літніх місяців 2001 року, можна відносно суттєві обсяги споживання споживачами, які зараз знаходяться на окупованій території України (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Місячні обсяги відвантаження граншлаку (влітку 2001 року)

Станція призначення	Обсяг, т	Обсяг, вагонів	Середнє завантаження вагону, т
Дніпрорудна	65318	935	69,9
Самохвалове	7075	103	68,7
Симферополь- вантажний	209	3	69,7
Загалом:	72602	1041	69,7

Якщо розглянути зимовий період, обсяги відвантаження можуть суттєво спадати – таблиця 1.2.

Таблиця 1.2 – Місячні обсяги відвантаження граншлаку (взимку 2001 року)

Станція призначення	Обсяг, т	Обсяг, вагонів	Середнє завантаження вагону, т
Дніпрорудна	46767	683	68,5
Мелітополь	685	10	68,5
Загалом:	47452	693	68,5

Проаналізуємо ще декілька вибірових періодів.

У таблиці 1.3 наведені дані відправлення граншлаку на протязі 2006 року.

Таблиця 1.3 – Дані відправлення граншлаку на протязі 2006 року

Найменування станції	Власник вагонів	Кількість вагонів, од	Маса вантажу, т	Завантаження вагону у середньому, т
Кам'янець- Подільський	УЗ	15	1036	69,1
Біла Церква	УЗ	10	690	69

Кінець таблиці 1.3

Найменування станції	Власник вагонів	Кількість вагонів, од	Маса вантажу, т	Завантаження вагону у середньому, т
Трипілля-Дніпровське	УЗ	6	414	69
Миколаїв	УЗ	13	895	68,8
Індустріальна	УЗ	17	1166	68,6
Самохвалово	УЗ	2835	195585	69
Кайдакська	УЗ	1	69	69
Павлоград 1	УЗ	1	69	69
Пологи	УЗ	4	276	69
Батуринська	УЗ	948	65634	69,2
Дніпрорудна	УЗ	147	10120	68,8
Дніпрорудна	З/сталь	9427	659890	70
Усього за рік:		13424	935844	69,7
У середньому за місяць:		1118,7	77987	69,7

Цей рік відрізняється появою в перевезеннях власних вантажних вагонів підприємства, які найактивніше використовувались для доставки граншлаку.

У таблиці 1.4 наведені дані відправлення граншлаку на протязі 2007 року.

Таблиця 1.4 – Дані відправлення граншлаку на протязі 2007 року

Найменування станції	Власник вагонів	Кількість вагонів, од	Маса вантажу, т	Завантаження вагону у середньому, т
Кричів 1	УЗ	95	5551,4	58,4
Кам'янець-Подільський	УЗ	10	579,8	58
Ямниця	УЗ	38	2265,8	59,6
Здолбунов	УЗ	27	1484,3	55
Миколаїв-Дністровський	УЗ	47	2719,1	57,9
Одеса-Застава 1	УЗ	38	2269,7	59,7
Канатово	УЗ	6	363,3	60,6
Миколаїв	УЗ	9	541,5	60,2
Ясна Зоря	УЗ	38	2230,8	58,7
Індустріальна	УЗ	7	414,9	59,3
Шебелинка	УЗ	253	15526,5	61,4
Запоріжжя І	УЗ	10	565,1	56,5
Самохвалово	УЗ	3397	204833,8	60,3
Кайдакська	УЗ	38	2329,4	61,3
Запоріжжя-Ліве	УЗ	34	2053,7	60,4

Кінець таблиці 1.4

Найменування станції	Власник вагонів	Кількість вагонів, од	Маса вантажу, т	Завантаження вагону у середньому, т
Батуринська	УЗ	104	6130,6	58,9
Феодосія-Перевалка	УЗ	279	16613,8	59,5
Дніпрорудна	УЗ	3	207	69
Дніпрорудна	З/сталь	9360	569624,8	60,9
Краматорськ	УЗ	355	21129,7	59,5
Трембачев	УЗ	9	519,8	57,8
Усього за рік:		14157	857954,5	60,6
У середньому за місяць:		1179,8	71496,2	60,6

У таблиці 1.5 наведені дані відправлення граншлаку на протязі 2014 року по місяцях.

Таблиця 1.5 – Дані відправлення граншлаку на протязі 2014 року по місяцях

Місяць	Станція призначення	Кількість вагонів, од.	Усього за місяць, ваг.
1	Дніпрорудна	747	768
	Самохвалово	21	

Продовження таблиці 1.5

Місяць	Станція призначення	Кількість вагонів, од.	Усього за місяць, ваг.
2	Дніпрорудна	717	944
	Камянець- Подільський	5	
	Самохвалово	222	
3	Батуринська	48	1368
	Дніпрорудна	973	
	Самохвалово	347	
4	Батуринська	350	1886
	Дніпрорудна	1023	
	Миколаїв- Дністровський	105	
	Самохвалово	316	
	Суми-Товарні	2	
	Ямниця	90	
5	Батуринська	240	1537
	Гуменці	24	
	Дніпрорудна	931	
	Миколаїв- Дністровський	56	
	Одеса-Застава	17	
	Самохвалово	240	
	Ямниця	29	

Продовження таблиці 1.5

Місяць	Станція призначення	Кількість вагонів, од.	Усього за місяць, ваг.
6	Батуринська	150	1401
	Гуменці	15	
	Дніпрорудна	850	
	Миколаїв- Дністровський	116	
	Самохвалово	213	
	Ямниця	57	
7	Батуринська	64	1358
	Дніпрорудна	573	
	Канатове	43	
	Капустине	57	
	Миколаїв- Дністровський	128	
	Самохвалово	317	
	Тритузна	96	
	Ямниця	80	
8	Батуринська	144	
	Дніпрорудна	810	
	Канатове	52	
	Капустине	27	
	Миколаїв- Дністровський	44	
	Петро Кривоніс	20	
	Самохвалово	215	
	Ямниця	279	1591

Продовження таблиці 1.5

Місяць	Станція призначення	Кількість вагонів, од.	Усього за місяць, ваг.
9	Батуринська	145	1529
	Дніпрорудна	899	
	Канатове	64	
	Капустине	78	
	Миколаїв- Дністровський	59	
	Самохвалово	197	
	Слободка	11	
	Ямниця	76	
10	Батуринська	118	1681
	Дніпрорудна	1001	
	Канатове	72	
	Капустине	72	
	Миколаїв- Дністровський	90	
	Одеса-Застава	15	
	Самохвалово	167	
	Слободка	10	
	Ямниця	136	
11	Батуринська	23	1209
	Дніпрорудна	898	
	Миколаїв- Дністровський	44	
	Самохвалово	188	
	Ямниця	56	

Кінець таблиці 1.5

Місяць	Станція призначення	Кількість вагонів, од.	Усього за місяць, ваг.
12	Батуринська	160	1339
	Дніпрорудна	857	
	Миколаїв- Дністровський	5	
	Самохвалово	188	
	Ямниця	129	

На рисунку 1.1 наведено діаграму загального обсягу відправлення граншлаку за даними таблиці 2.5 по місяцях 2014 року.

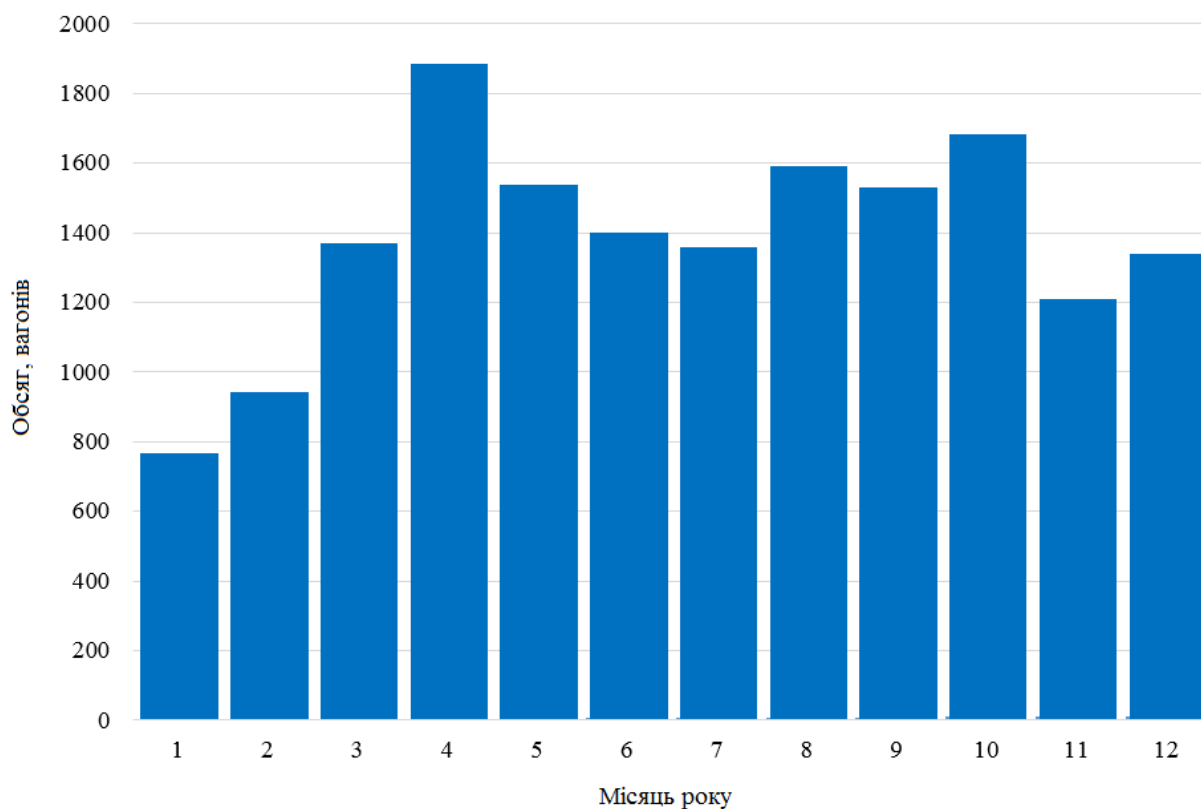


Рисунок 1.1 - Діаграму загального обсягу відправлення граншлаку

З аналізу даної діаграми можна зробити висновок щодо мінімального попиту на початку року із поступовим його зростанням та виходом на максимальне значення наприкінці весни і стабілізацією на відносно високому рівні до кінця осені.

Дослідивши сезонні впливові фактори на обсяги відвантаження грашляку перейдемо до останніх ринково-політичних тенденцій.

1.2 Дослідження зовнішніх факторів впливу на обсяги відвантаження гранульованого шлаку

З початку 20-х років Кабінетом Міністрів України було рекомендоване збільшення обсягів використання шлаків на будівництві автодоріг. Державне агентство автомобільних доріг повинно було в обов'язковому порядку передбачати при ремонтах та будівництві постачання металургійних шлаків.

Таким чином використовувався неціновий критерій в контексті заходів із захисту довкілля. Особливо це стосувалось історично металургійних, або близьких до них областей:

- Запорізькій;
- Донецькій;
- Луганській;
- Дніпропетровській;
- Миколаївській;
- Кіровоградській тощо.

За певними підрахунками [2] Україна має потенційні можливості щодо збільшення обсягів використання шлаків в умовах дорожнього будівництва не менше, ніж у п'ять разів.

З урахуванням на той час наявності в країні близько 430 тис. км автодоріг, при щорічному ремонті 3000 км (це становить орієнтовно 0,6% від загалу), споживання шлаку збільшується до 5 млн тонн, а в той час споживання даної галузі становило лише 1 млн тонн.

За показником використання шлаків наша країна вдвічі менш активна, ніж інші країни. До прийняття даного стимулюючого рішення металургійні підприємства відправляли на утилізацію близько 5 млн т шлаків, близько половини від того, що виробляли.

Разом із тим, відбувалось збільшення обсягів фінансування автодорожнього будівництва.

Крім того, в той самий час, у 2020 році, Європейська Бізнес Асоціація (ЄБА) рекомендувала збільшувати експорт шлаків металургійної галузі з нашої країни [3].

Основною перешкодою для їх експорту було відсутнє відповідне законодавче визначення шлаку у якості відходу, та обов'язок постачальників з отримання спеціальних дозволів від органів екологічного контролю, щоб здійснювати експорт цієї продукції у країни ЄС.

На цей час Україна посідала 25-е місце у світі за експортом шлаку при 13-тому місці по обсягах його виробництву.

Висока вартість перевезень обумовлювала низьку ціну українських шлаків на рівні 3,5\$ за тонну [3].

З цієї причини ЄБА закликала нашу владу створити умови для сприяння експорту металургійних шлаків. Наприклад, розглянути ринки з ціною не менше /т. Головною метою було долучення до ринків збуту із вартістю 35\$ за тонну у Великобританії, Швеції, Кувейті, Алжирі, Гані та Кот д'Івуарі.

Цей ринок потребує близько 1,4 млн тонн шлаків на рік [3]. Багато підприємств металургійної галузі побачили значні перспективи збільшення експорту шлаків до ЄС.

Також є перспективним використання доменних шлаків в контексті сталого розвитку у будівництві [4].

На сьогоднішній день принципи циркулярної економіки та застосування відходів у якості вторинної сировини є обов'язковими для сталого розвитку. Розвинені країни активно займаються стимулюванням використання шлаку у будівельній галузі.

Більша частина шлаків використовується у виробництві цементу для будівництва. Інакше шлак – фактично уже дешевий матеріал, є відходом, який негативним чином впливає на стан екології, розкладаючись просто неба, займаючи при цьому площі міст металургійних регіонів.

В Україні група компанії Dycerhoff Cement Ukraine, яка є частиною італійської корпорації Buzzi Unicem, складається з двох цементних заводів – «Волинь-Цемент» та «Південьцемент» [4].

Ці підприємства використовують доменний шлак у процесах виробництва цементу, використовуючи найсучасніші розробки у цій сфері. Історично для виготовлення цементу використовували пуцолану – матеріал вулканічного походження, до складу якого входив кремнезем. А доменний шлак має схожі до пуцолани властивості і відмінно показав себе у якості в'язучого матеріалу.

Крім того, він має гарні гідравлічні властивості, підвищуючи міцність цементу та знижуючи його водопроникність.

Крім того, при додаванні шлаку до бетонного розчину він менше піддається негативному впливу агресивних середовищ, наприклад, морської води, різних хлоридів та кислот.

Шлакопортландцементи також зазвичай застосовуються у світі для дорожнього будівництва, але не так часто в Україні.

Обсяг переробки шлаку на вищевказаних підприємствах становить орієнтовно від 10 до 12% від обсягу виробництва цементу, в залежності від певної марки.

Головною проблемою, яка заважала збільшенню обсягів використання шлаків у виробництві цементу були недосконалі ДСТУ щодо цементу та бетонів, які використовуються для будівництва цементобетонних автомобільних доріг.

Новий прийнятий ДСТУ суттєво активізував процеси використання шлаку у будівництві доріг [5]. Накопичені в нашій країні понад 100 млн тонн шлаків доменного виробництва почали зменшуватись завдяки програмі великого будівництва, в рамках якої «Укравтодор» планував використовувати 0,75 млн куб. м шлаків щороку.

Розроблений стандарт встановив вимоги до шлаків та, залежно від їх властивостей, вони могли бути задіяними:

- для укріплення узбіч автодоріг;
- влаштування шарів дорожнього одягу та ін.

Завдяки цьому почала суттєво покращуватись екологічна ситуація у Запорізькій, Донецькій та Дніпропетровській областях, вивільнялись території земельного фонду, на яких розміщувались шлакові відвали.

Найбільш широко використовувались шлаки:

- ПАТ «Дніпровський меткомбінат»;
- ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»;
- ПрАТ «Азовсталь»;
- ПрАТ «ММК»;
- ПАТ «Запоріжсталь» тощо.

Враховано додатковий ефект від інвестицій у дорожнє будівництво, внаслідок підтримки дотичних галузей:

- транспорту;
- будівельного виробництва;
- туризму;
- розвиток експорту, транзиту тощо.

1.3 Реалізація державних заходів зі збільшення споживання гранульованого шлаку

За результатами досліджених у попередньому розділі планів та перспектив зі збільшення споживання гранульованого шлаку у майбутньому, було проаналізовано процеси їх реалізації.

Так, у 4-х областях України почали інтенсивно використовуватись технології вкладання шарів дорожнього покриття (рисунок 1.2) зі шлаків [6], а саме, у:

- Харківській;
- Донецькій;
- Дніпропетровській;
- Запорізькій областях.



Рисунок 1.2 – Будівництво автодороги з використанням гранульованого шлаку

Металургійні шлаки використовувались ще у 60-80-х роках минулого сторіччя, одним із найбільших останніх будівництв на початку 2000-х була траса Київ – Одеса. Потім активність роботи в цьому напрямку суттєво знизилась.

Створення стимулів для підрядних організацій надали сучасні лабораторії, які оцінюють можливість використання певних шлаків. При такій можливості економічний ефект сягати +10% [7]. При масовому будівництві доріг, яке було розпочате у 2021 році це була б значна економія коштів. Дуже важливим в цьому процесі стало удосконалення нормативної бази.

Споживання шлакової продукції цементними заводами залишається на високому рівні. Також отримано розвиток в напрямку співпраці з країнами ЄС.

Так, наша країна за підсумками минулого року наростила експортні обсяги до країн ЄС по гранульованому шлаку на 53 відсотки.

Цей обсяг постачання становив 367 тисяч тонн цих матеріалів, що дозволило Україні встати на четверту сходинку з цих постачань на ринку Євросоюзу при забезпеченні цього за підтримки іноземної компанії Recycling Solutions [8].

Найбільшими були постачання до Польщі та Словаччині. Не зважаючи на кризу у європейському будівельному секторі, в Євросоюзі зазвичай в даний період відчувається брак власної подібної сировини, чим і скористалась Україна.

Проте, ще є над чим працювати, оскільки перші три місця у рейтингу постачальників шлаку посіли:

- Японія (1,2 млн т);
- Китай (700 тис. т);
- Туреччина (700 тис. т).

Крім того, український шлак у обсязі 70000 тонн використовувався для облаштування доріг вздовж кордону ЄС [9], який пролягає вздовж Чернівецької області та на Закарпатті.

Будівництво прикордонної дорожньої мережі здійснилось через удосконалення законодавства у сфері надання земельних прикордонних ділянок Держприкордонслужбі.

Загалом плановий обсяг забудови становить понад 700 км даних автомобільних доріг.

Слід звернути увагу на знаходження більшості виробників та споживачів граншлаку на окупованих територіях, внаслідок чого відчувається негативний вплив на обсяги його перевезень.

1.4 Постановка задач основної частини дослідження з удосконалення перевезень гранульованого шлаку

В ході проведеного у даному розділі аналітичного дослідження технологій та перспектив у сфері використання гранульованого шлаку визначено основні фактори, які обумовлюють коливання обсягів його транспортування.

Законодавчий фактор:

- позитивно впливає на потенційне збільшення обсягів споживання граншлаку через прийняття відповідних ДСТУ, що розширили спектр його використання у дорожньому будівництві;
- через удосконалення законодавчої бази надало можливість зайняти четверте місце у обсягах постачання шлаку на експорт до країн ЄС;

- державні органи активно стимулюють використання шлаків, спираючись на принципи сталого розвитку та максимальне використання виробничих відходів [10,11].

Технологічний фактор:

- активне використання граншлаку у виробництві цементу на сучасних підприємствах із залученням іноземних компаній;
- розвиток технології виробництва та переробки шлаків на металургійних підприємствах сприяє підвищенню якості продукції та збільшенню попиту на нього.

Сезонний фактор обумовлює збільшення споживання шлаку у теплий період року порівняно з холодним, що підтверджується статистичними спостереженнями.

Транспортний фактор:

- комбінат Запоріжсталь ефективно використовував кільцеву схему перевезення руди зі станції Дніпрорудна та граншлаку у зворотному напрямку у довоєнний період, яка наразі є неможливою.

Встановлено, що за різні роки обсяги транспортування граншлаку можуть суттєво коливатись – в один-два рази збільшуватись, або, навпаки, зменшуватись через різні обставини.

Таким чином, з метою встановлення ефективного управління технологічними перевезеннями рідкого доменного шлаку в умовах можливих коливань обсягів його споживання постачальниками планується вирішення наступних задач:

- розробити модель імітації руху составів з рідким шлаком за допомогою сучасного інструментарію Енілоджік;
- виконати експерименти на моделі із різними схемами доставки – до гранбасейну, або за скороченою схемою – до гарячих відвалів на станції Шлакова;
- виконати економічні розрахунки за різними варіантами використання тягового та рухомого складу для визначення найбільш економічного.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

2.1.1 Формування структури моделі

За результатами попереднього розділу структура імітаційної моделі повинна мати управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття [12].

Розділимо дане завдання на етапи:

- створення ланцюгів просування шлаковозів зі шлаком від печей до колії накопичення (рисунок 2.1);
- створення ланцюгів просування составів шлаковозних поїздів від колії накопичення за маршрутами [13]:
 - Ковшева – Шлакова – Гранбасейн – Шлакова – Ковшева;
 - Ковшева – Шлакова – Ковшева.

Перший етап складається з операцій:

- наповнення шлаковозних ковшів рідким гарячим шлаком від доменних печей (кожна піч має дві колії наливу – основну та допоміжну, де налив виконується на час підтягування електроштовхачем составу по основній колії наливу);
- прибирання ковшів від печей із постановкою їх на колію накопичення, що показано на рисунку 2.1 праворуч на прикладі доменної печі №5 – ДП-5.

Для моделі, яку планується реалізувати, такий рівень деталізації є достатнім.



Рисунок 2.1 – Схема постановки шлаковозів на колію накопичення

На рисунку 2.2 показана схема руху шлаковозних поїздів.



Рисунок 2.2 – Схема руху шлаковозних поїздів

Другий етап складається з таких операцій, які потрібно реалізувати в моделі. Для «довгої» схеми із виробництвом гранульованого шлаку (показано синьою лінією на рисунку 2.2):

- рух від ст. Ковшева до ст. Шлакова;
- рух від ст. Шлакова до ст. Гранбасейн транзитом;
- злиття частини гарячого шлаку у Гранбасейн;
- рух від ст. Гранбасейн до ст. Шлакова;
- злиття та вибивання залишків гарячого шлаку на гарячому звалищі ст. Шлакова;
- рух від ст. Шлакова до ст. Ковшева;
- обробка та розставлення шлаковозів по коліях наливу доменних печей.

Для «короткої» схеми без виробництва гранульованого шлаку:

- рух від ст. Ковшева до ст. Шлакова;
- злиття та вибивання залишків гарячого шлаку на гарячому звалищі ст. Шлакова;
- рух від ст. Шлакова до ст. Ковшева;
- обробка та розставлення шлаковозів по коліях наливу доменних печей.

2.1.2 Реалізація першого етапу

На початку першого етапу створюємо ресурсне забезпечення програми. Будемо використовувати статичні ресурси, так імітувати роботу шлаковозів буде елемент `res_Sh1_V`, показаний на рисунку 2.3, а роботу тепловозів – елемент `res_Tpz`.

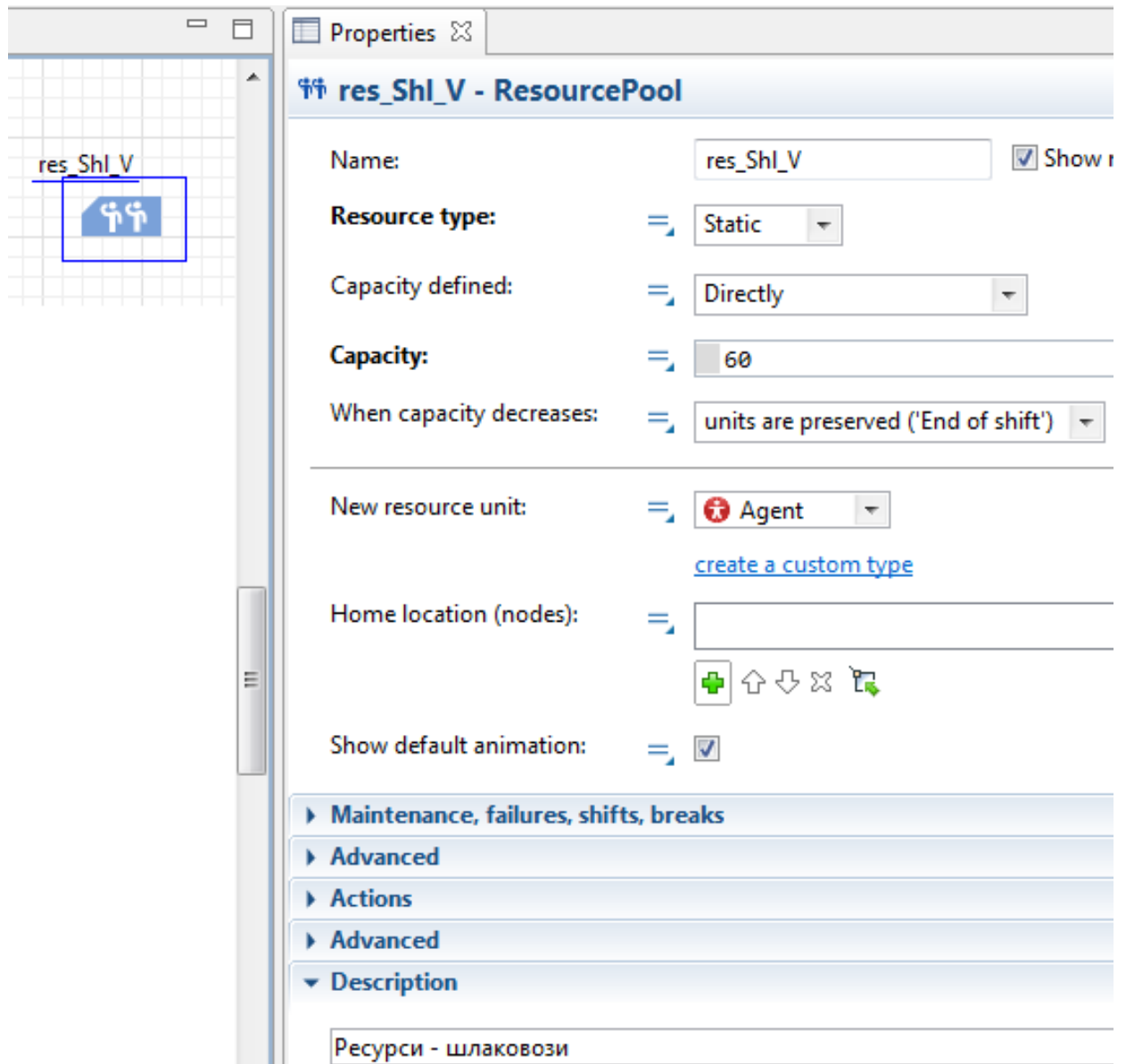


Рисунок 2.3 – Елемент res_Sh1_V

Елемент res_Trz показаний на рисунку 2.4.

Управління даними елементами передбачає зміну їх кількості, яка зазначається у полі Capacity.

В процесі роботи елемент відображає на екрані кількість зайнятих ресурсів, також у нього є функції, які дозволяють отримувати значення цих параметрів в ході роботи програми.

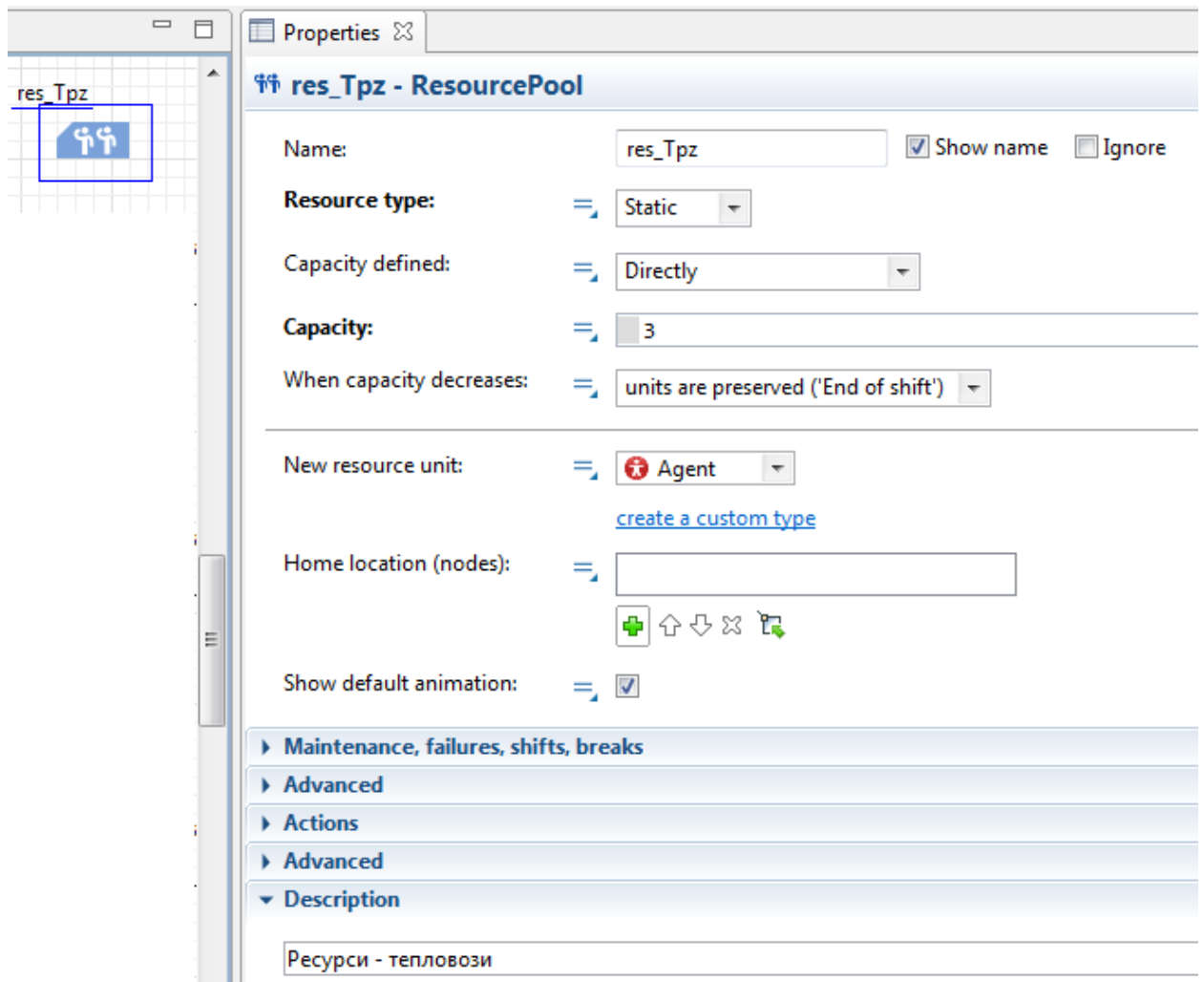


Рисунок 2.4 – Елемент res_Tpz

Для контролю адекватності роботи програми по її анімації розмістимо елемент ev_tie_on_day, який відраховує поточний час у годинах –рисунок 2.5.

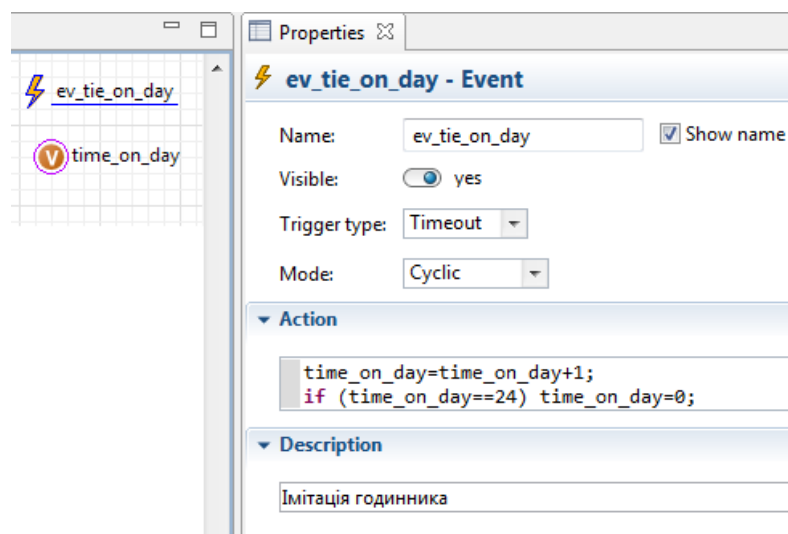


Рисунок 2.5 – Елемент ev_tie_on_day

Перший етап, що описує переміщення шлаковозів зі шлаком на колію накопичення, передбачає наявність 4-х ланцюгів, кожен яких призначений для імітації обслуговування окремої доменної печі. Оскільки результати роботи передбачається використовувати в освітньому процесі кафедри «Транспортні технології», враховано можливість роботи усіх наявних на комбінаті «Запоріжсталь» доменних печей (рисунок 2.6).

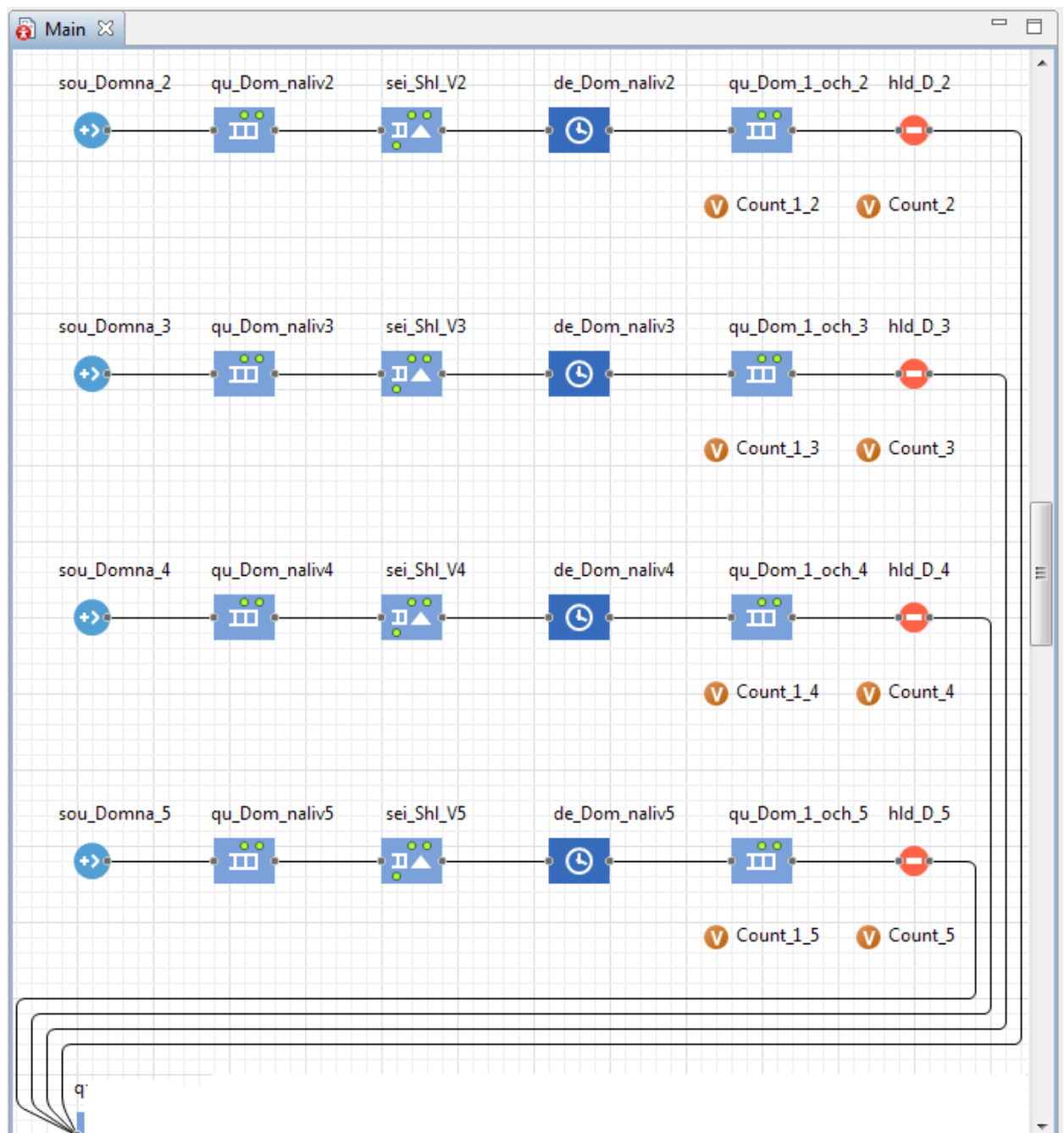


Рисунок 2.6 – Ланцюги обслуговування доменних печей

Першим елементом sou_Domna_2 через визначені періоди часу випуску шлаку, генеруються методом виклику відповідні групі замовлення (рисунок 2.7).

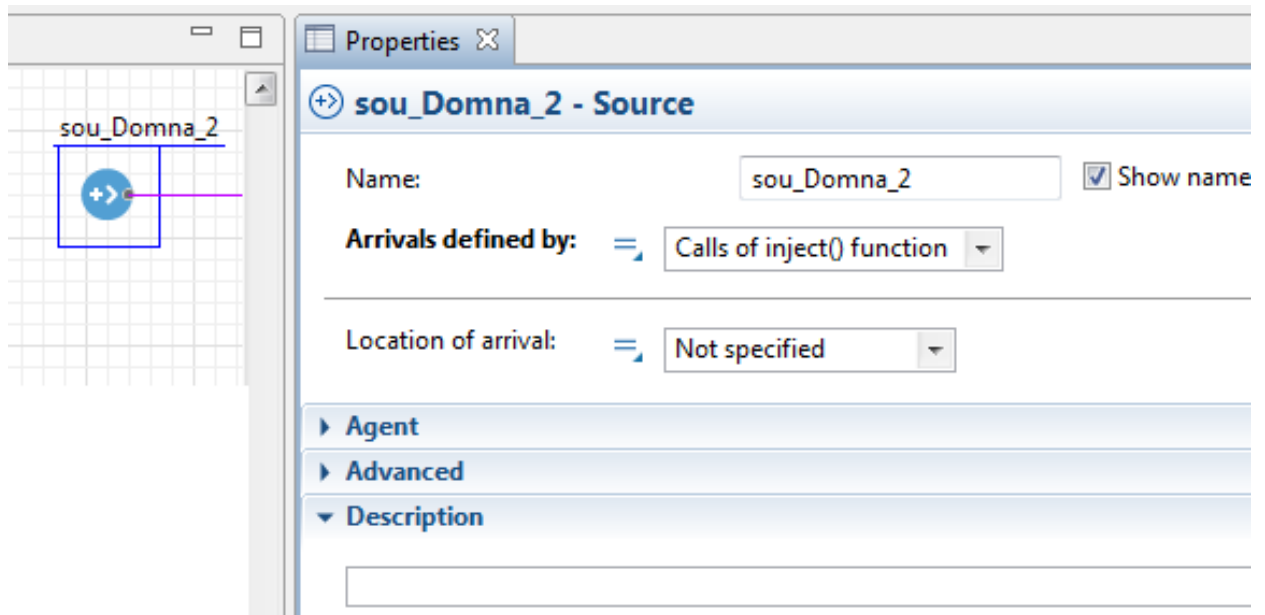


Рисунок 2.7 – Елемент sou_Domna_2

Управління елементом sou_Domna_2 здійснюється об'єктом-подією ev_shl_Domna_2 (рисунок 2.8), який використовує декілька змінних для свого функціонування.

Початковий час роботи елементу ev_shl_Domna_2 визначає змінна start_Domna_2. Періодичність спрацьовування елементу ev_shl_Domna_2 визначає змінна res_Domna_2.

При спрацьовуванні виконується наступний код:

```

vip_Domna_2 = uniform_discr(4,6);
sou_Domna_2.inject(vip_Domna_2);
Count_1_2=vip_Domna_2;
Count_2=vip_Domna_2;

```

за яким методом `inject()` викликається кількість замовлень, визначених змінною `vip_Domna_2`.

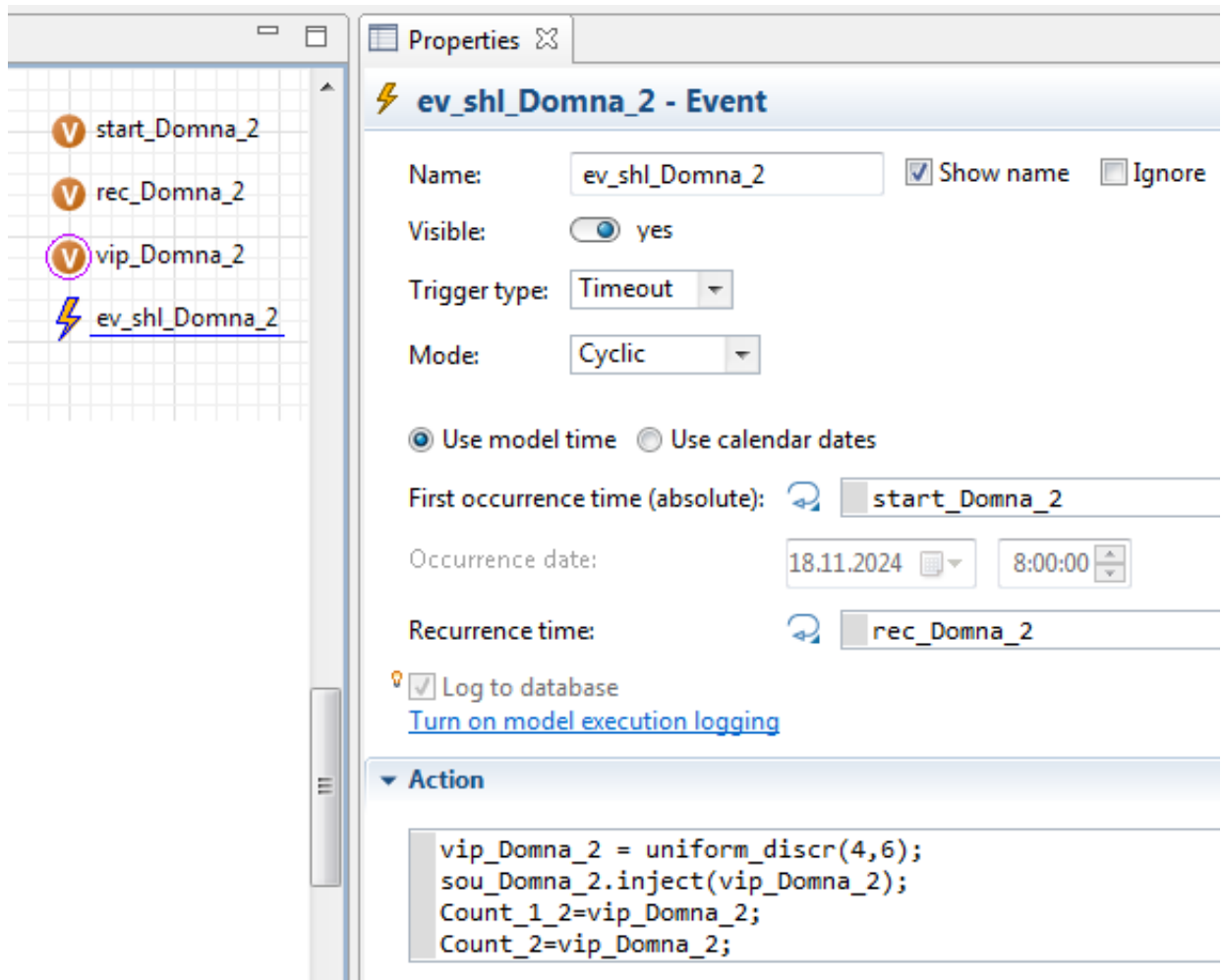


Рисунок 2.8 – Об'єкт `ev_shl_Domna_2`

Кількість замовлень відповідає кількості заповнених розпеченим шлаком ковшів.

Замовлення потрапляють до черги `qu_Dom_naliv2` (рисунок 2.9), де зберігаються в очікуванні приєднання ресурсів, які імітують шлаковозні ковші.

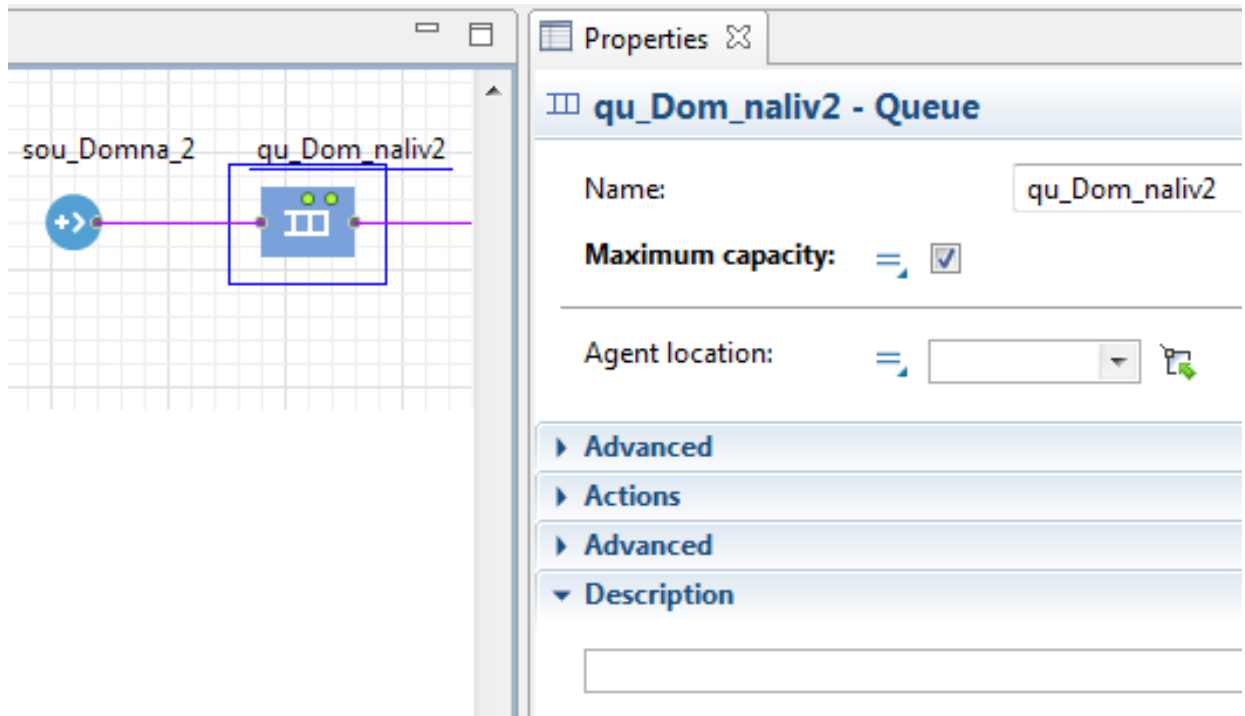


Рисунок 2.9 – Черга qu_Dom_naliv2

Дане приєднання забезпечує, при наявності вільних ресурсів, елемент sei_Sh1_V2 – рисунок 2.10.

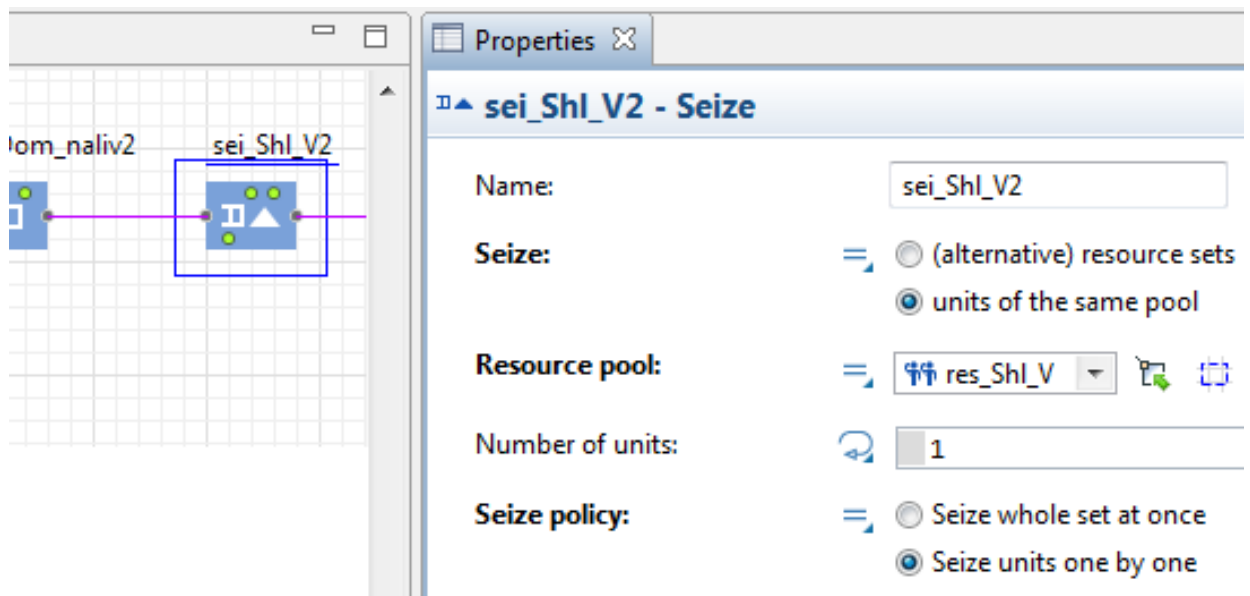


Рисунок 2.10 – Елемент sei_Sh1_V2

В цьому елементі обираємо відповідний тип ресурсів `res_ShI_V` – рисунок 2.11.

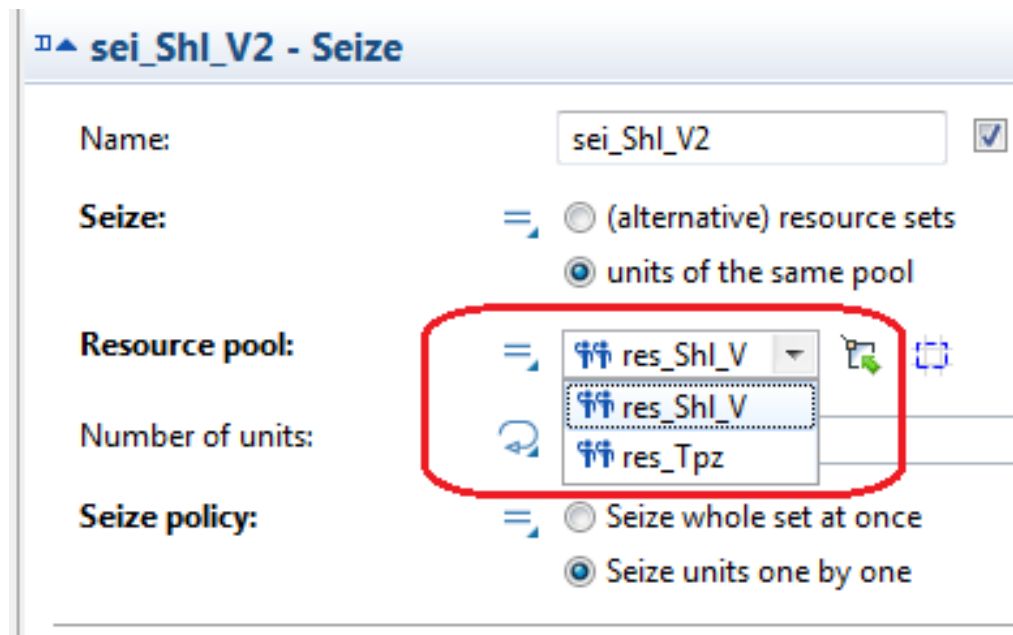


Рисунок 2.11 – Вибір типу ресурсів тип ресурсів в елементі `sei_ShI_V2`

Процес наповнення ковшів імітує елемент затримки `de_Dom_naliv2` – рисунок 2.12.

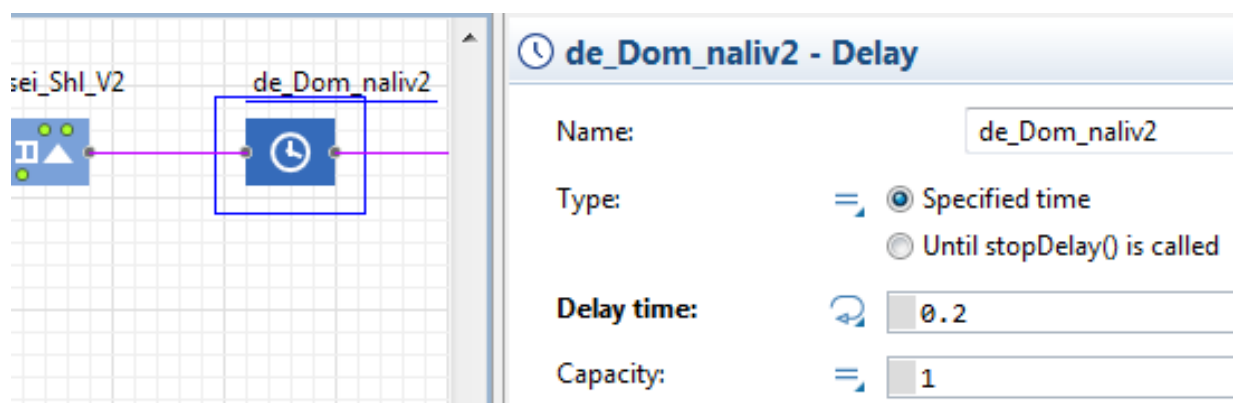


Рисунок 2.12 – Елемент `de_Dom_naliv2`

Надалі замовлення із ресурсом-шлаковозом потрапляє до черги qu_Dom_1_och_2 (рисунок 2.13), де виконується процедура виклику іншого ресурсу – локомотива, за умови, що всі замовлення потрапили до даного елементу qu_Dom_1_och_2:

```
Count_1_2=Count_1_2-1;
if (Count_1_2<1)
{
sou_Domna_2_1.inject(1);
}
```

для цього використовуються змінна Count_1_2.

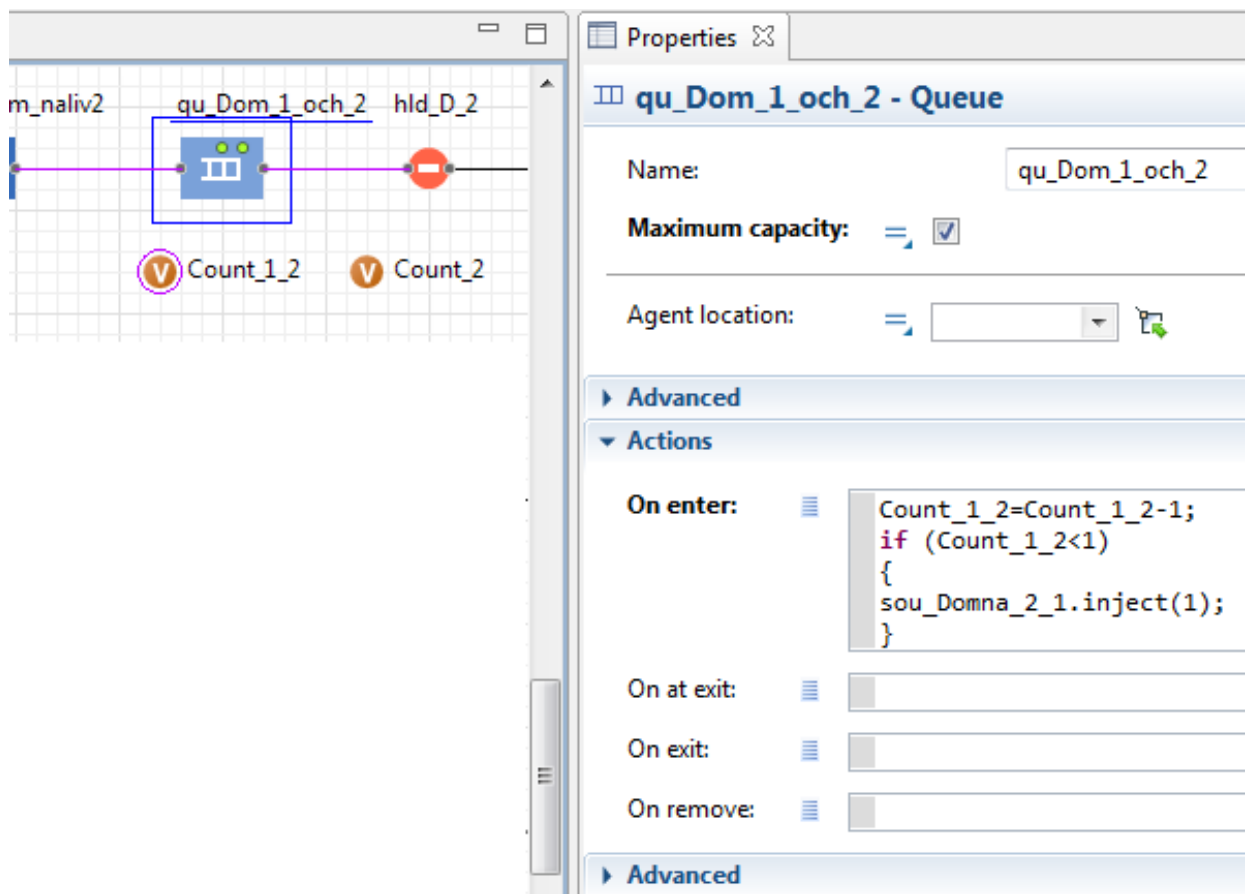


Рисунок 2.13 – Черга qu_Dom_1_och_2

Після того, як усі замовлення пройшли через наступний елемент блокування hld_D_2 – рисунок 2.14, він переходить в режим блокування знову:

```
Count_2=Count_2-1;
if (Count_2<1)
    hld_D_2.setBlocked(true);
```

утримуючи замовлення у черзі qu_Dom_1_och_2 по появи вільного локомотиву.

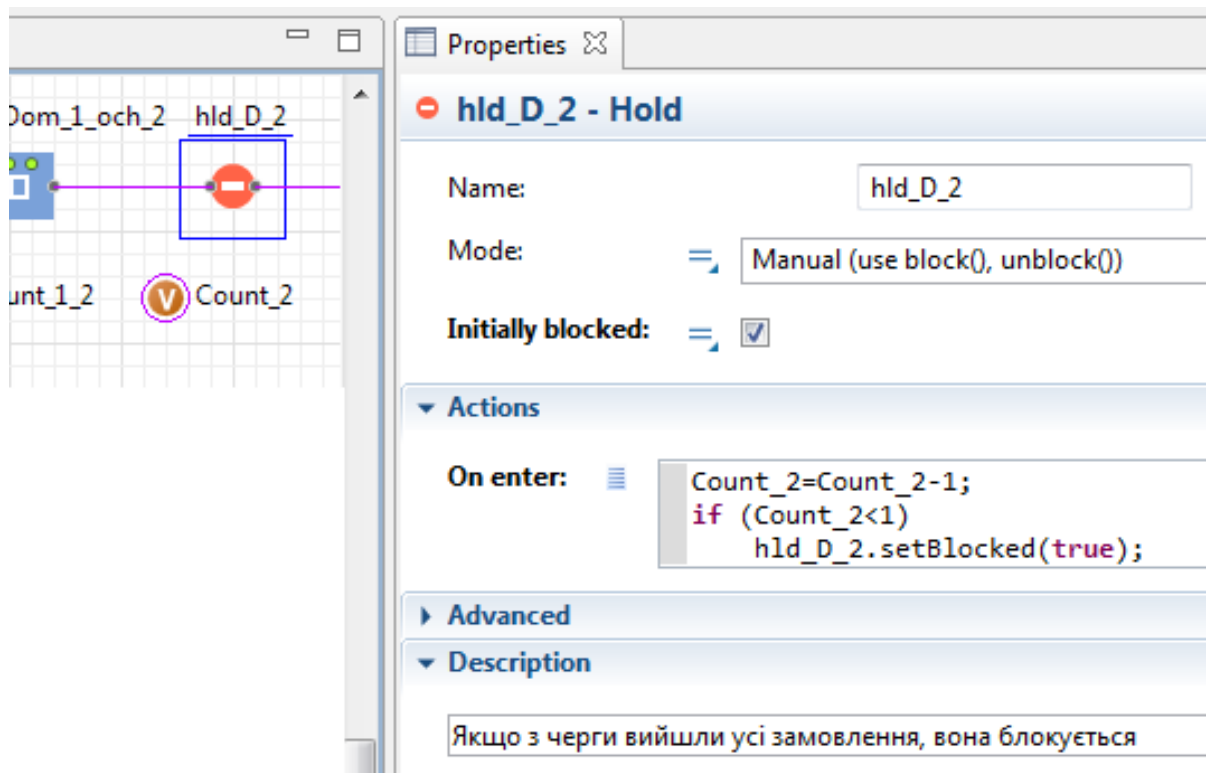


Рисунок 2.14 – Елемент блокування hld_D_2

Процесу розблокування передуює проходження викликаної елементом qu_Dom_1_och_2 заявки на приєднання ресурсу-локомотиву, тож розглянемо ланцюжок елементів, які працюють паралельно з попередньо розглянутим – рисунок 2.15.

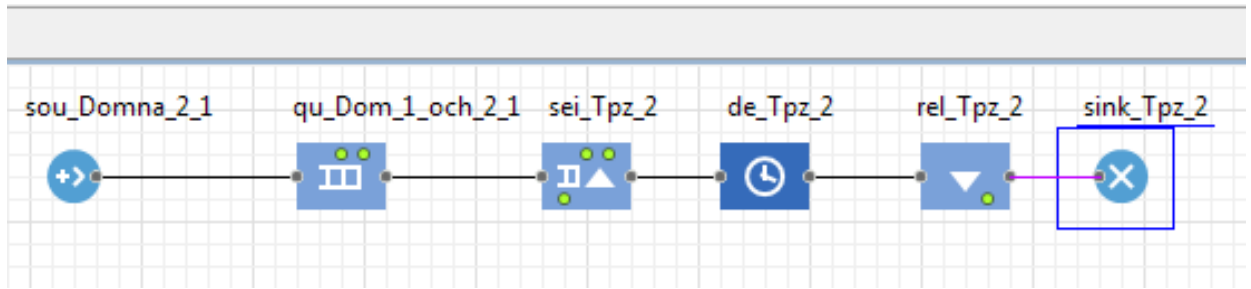


Рисунок 2.15 – Ланцюжок елементів, що імітують роботу тепловозу з переміщення ковшів на колію накопичення

Елемент `sou_Domna_2_1` (рисунок 2.16) згенеровані замовлення передає до елементу `qu_Dom_1_och_2_1` – черга, показана на рисунку 2.17.

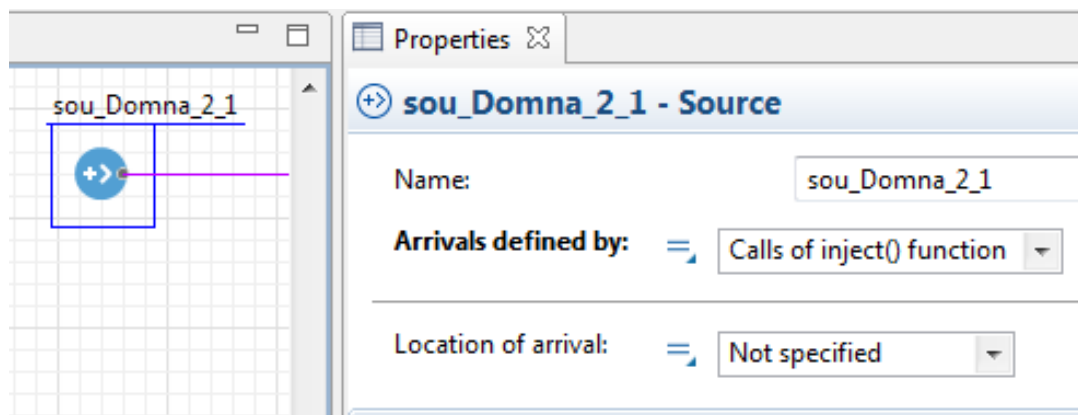


Рисунок 2.16 – Елемент `sou_Domna_2_1`

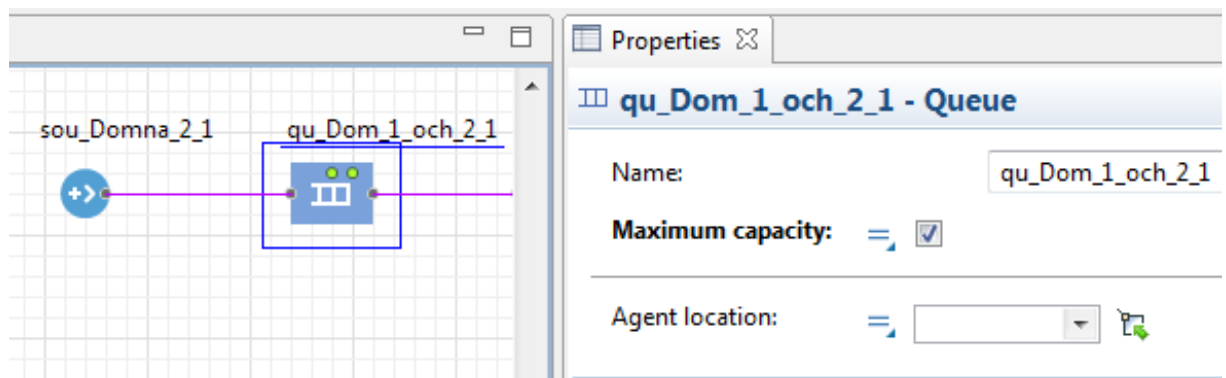


Рисунок 2.17 – Елемент `qu_Dom_1_och_2_1`

Надалі елементом sei_Tpz_2 приєднуються ресурси res_Tpz до даного замовлення, яке імітує состав шлаковозів – рисунок 2.18.

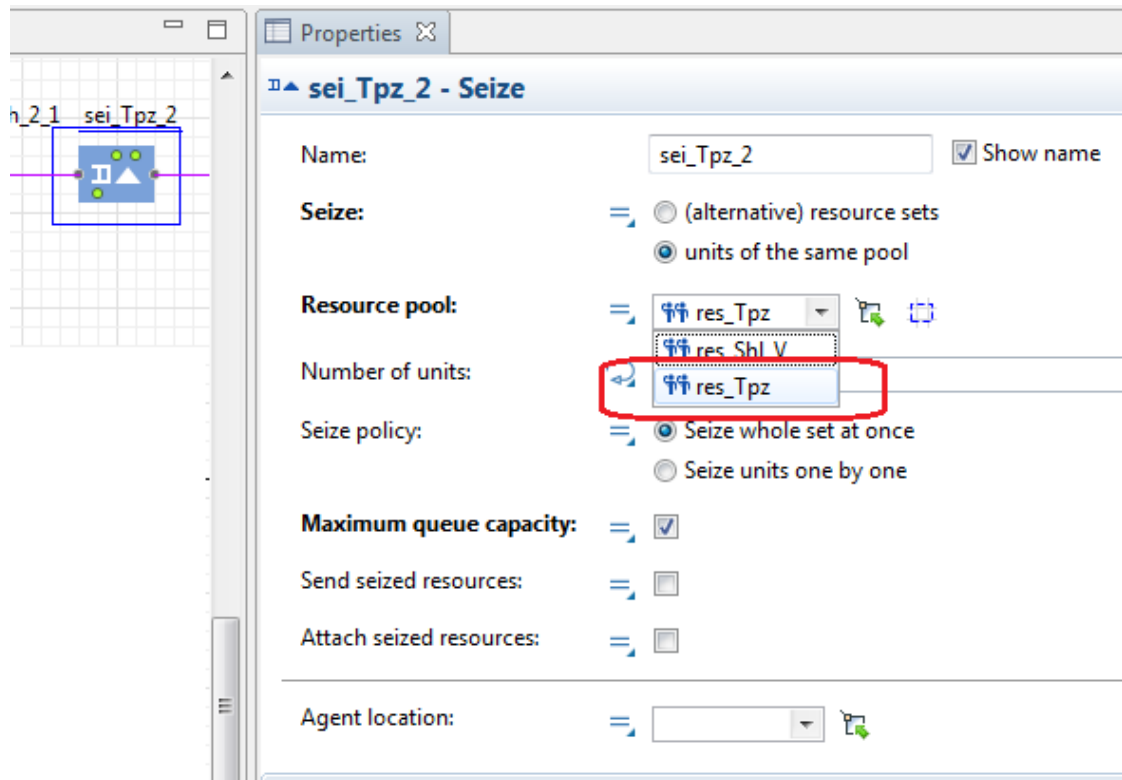


Рисунок 2.18 – Елемент sei_Tpz_2

Імітується затримка на час пересування составу, який залежить від відстані до доменної печі, що показано на рисунку 2.19 – елемент de_Tpz_2.

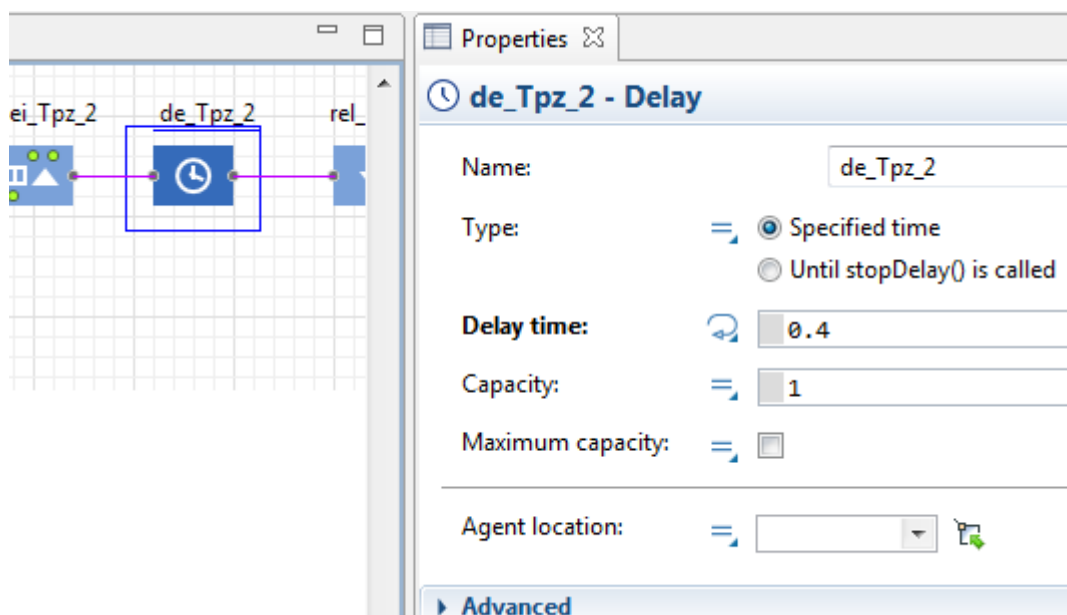


Рисунок 2.19 – Елемент de_Tpz_2

Після цього ресурс звільняється – рисунок 2.20, елемент rel_Tpz_2.

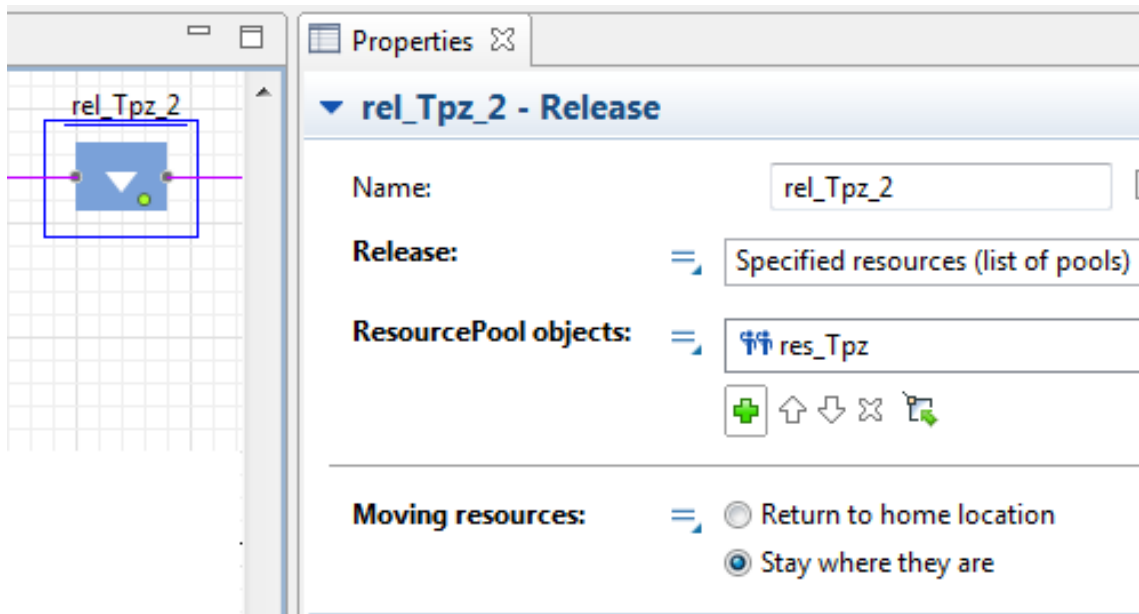


Рисунок 2.20 – Елемент rel_Tpz_2

Надалі замовлення знищується елементом sink_Tpz_2, який при його входженні розблоковує елемент hld_D_2 – перевезення виконано, партія вантажу вважається такою, що розміщена на колії накопичення, локомотив від'єднаний (рисунок 2.21).

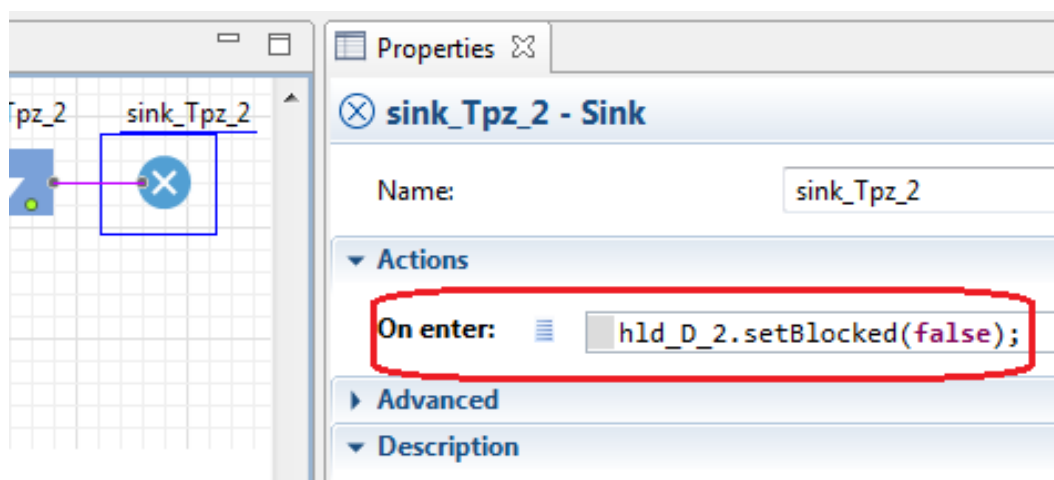


Рисунок 2.21 – Елемент sink_Tpz_2

На рисунку 2.22 показані червоним кольором блоки, які працюють в парі на першому етапі.

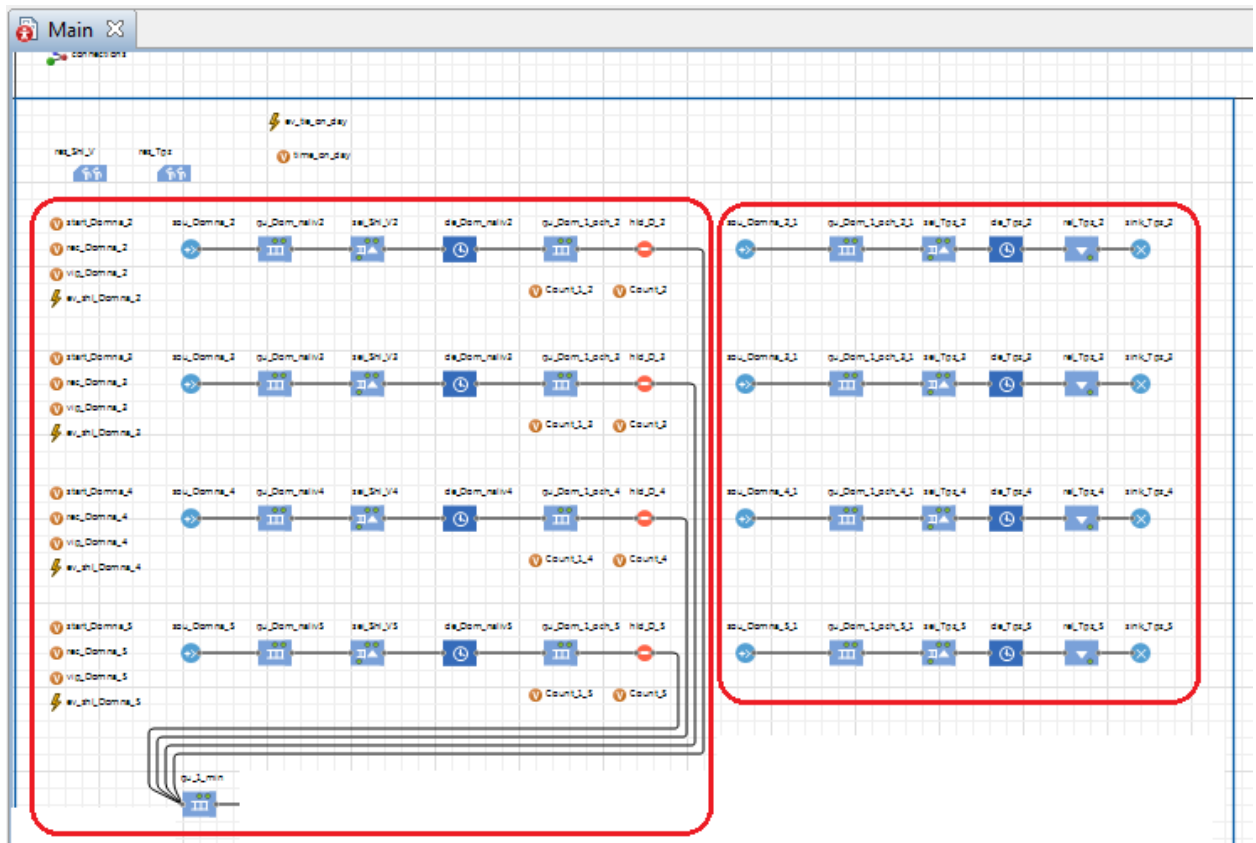


Рисунок 2.22 – Програмні блоки першого етапу

Блок, що розташований ліворуч, імітує рух шлаковозів, а праворуч – локомотивів з їх постановки на колію накопичення.

2.1.3 Реалізація другого етапу

Другий етап складається з двох частин програмного коду. Перша – описує процес формування складу на відправлення до пунктів вивантаження, показана на рисунку 2.23.

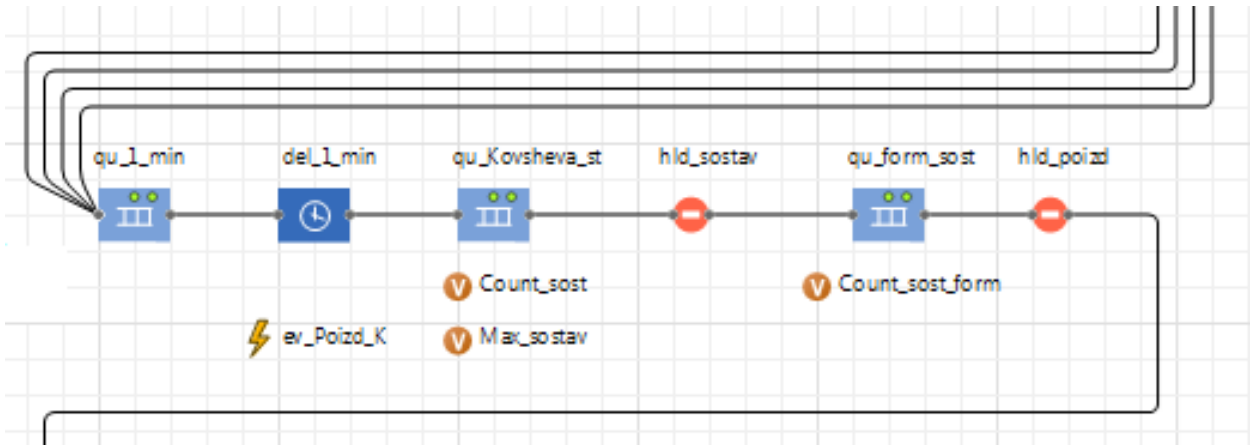


Рисунок 2.23 – Блок опису процес формування складу на відправлення до пунктів вивантаження гарячого шлаку

Перший елемент тут формує чергу із замовлень з ресурсами-шлаковозами, які надходять від чотирьох доменних печей, що показано на рисунку 2.24.

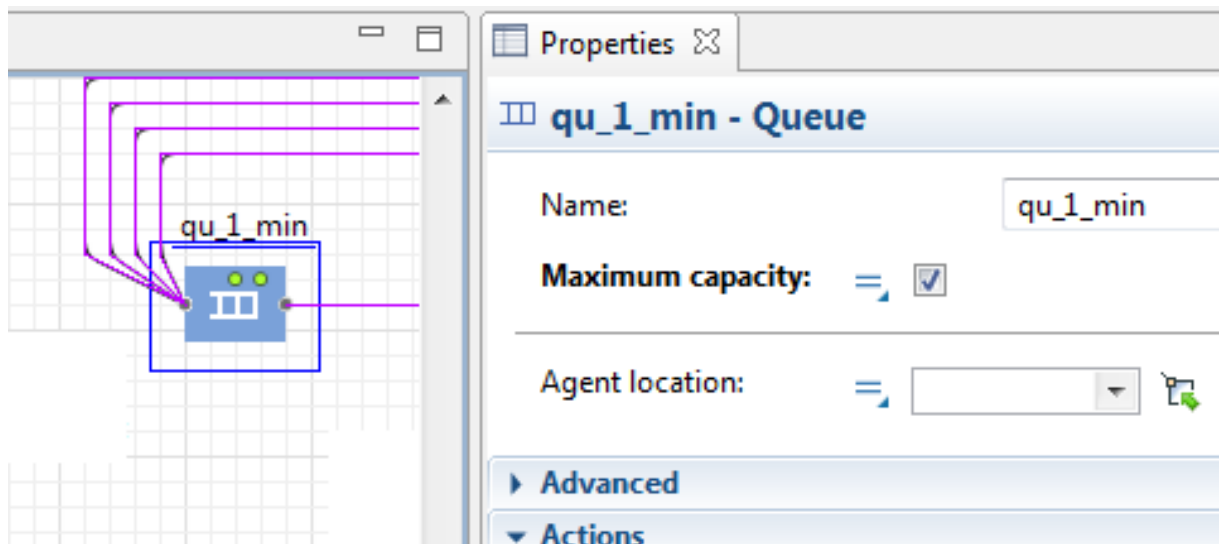


Рисунок 2.24 – Елемент qu_1_min

Елемент del_1_min імітує затримку замовлень в контексті формування складу – рисунок 2.25.

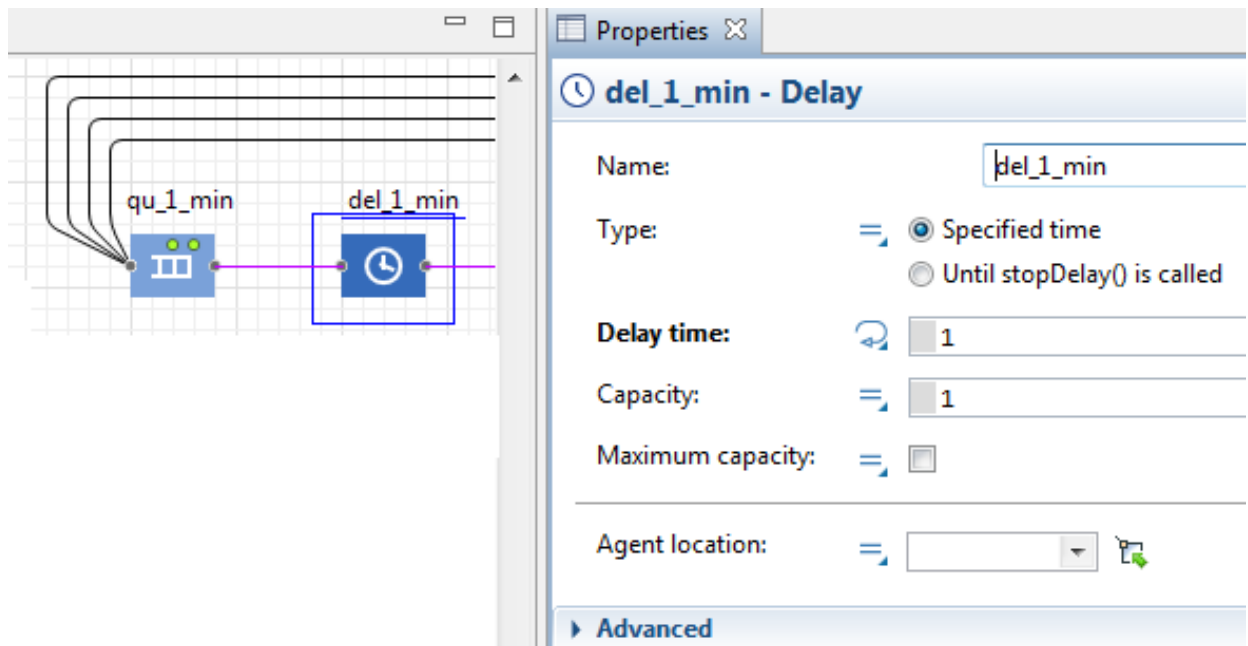


Рисунок 2.25 – Елемент del_1_min

Наступний за елементом del_1_min об'єкт qu_Kovsheva_st (рисунок 2.26) перевіряє виконання певних умов.

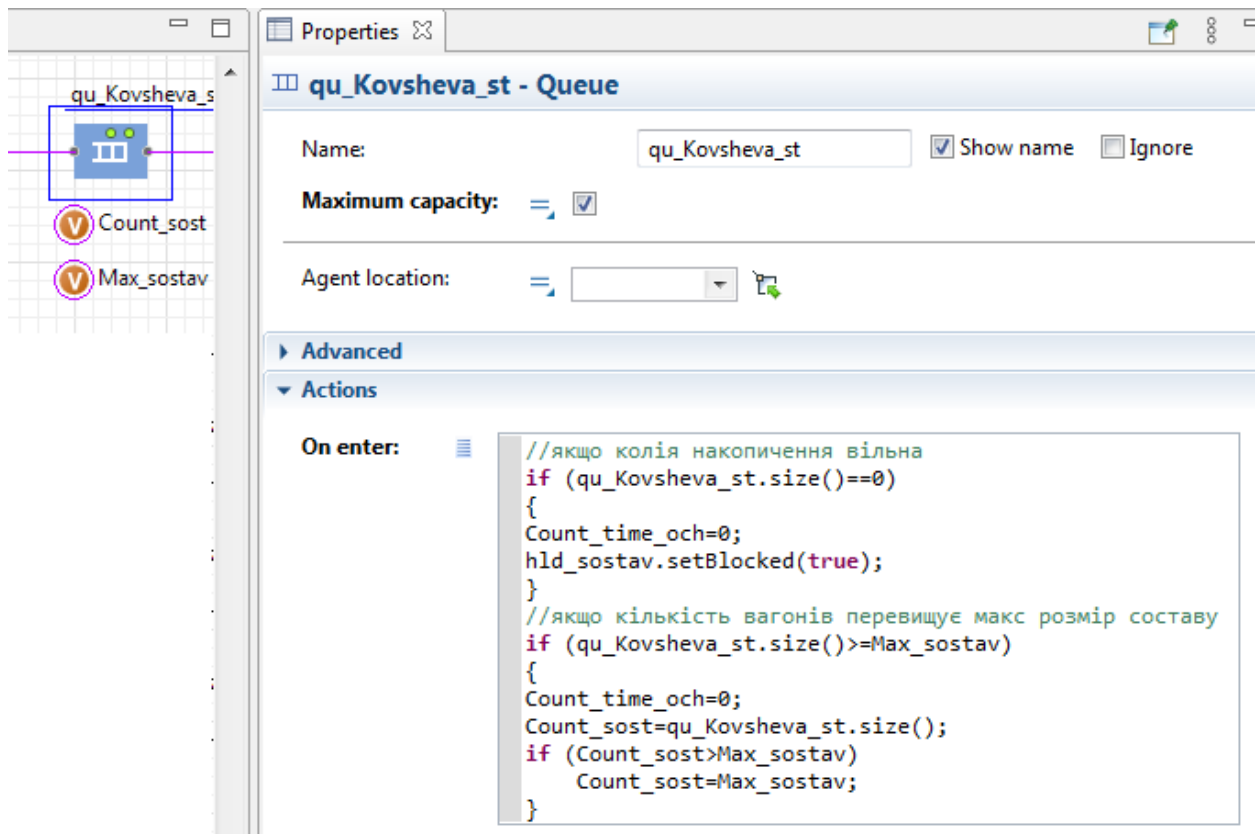


Рисунок 2.26 – Об'єкт qu_Kovsheva_st

Перша умова – вільність колії накопичення:

```
if (qu_Kovsheva_st.size()==0)
{
    Count_time_och=0;
    hld_sostav.setBlocked(true);
}
```

при її виконанні, розблоковується наступний елемент hld_sostav для переходу через нього замовлень – рисунок 2.27.

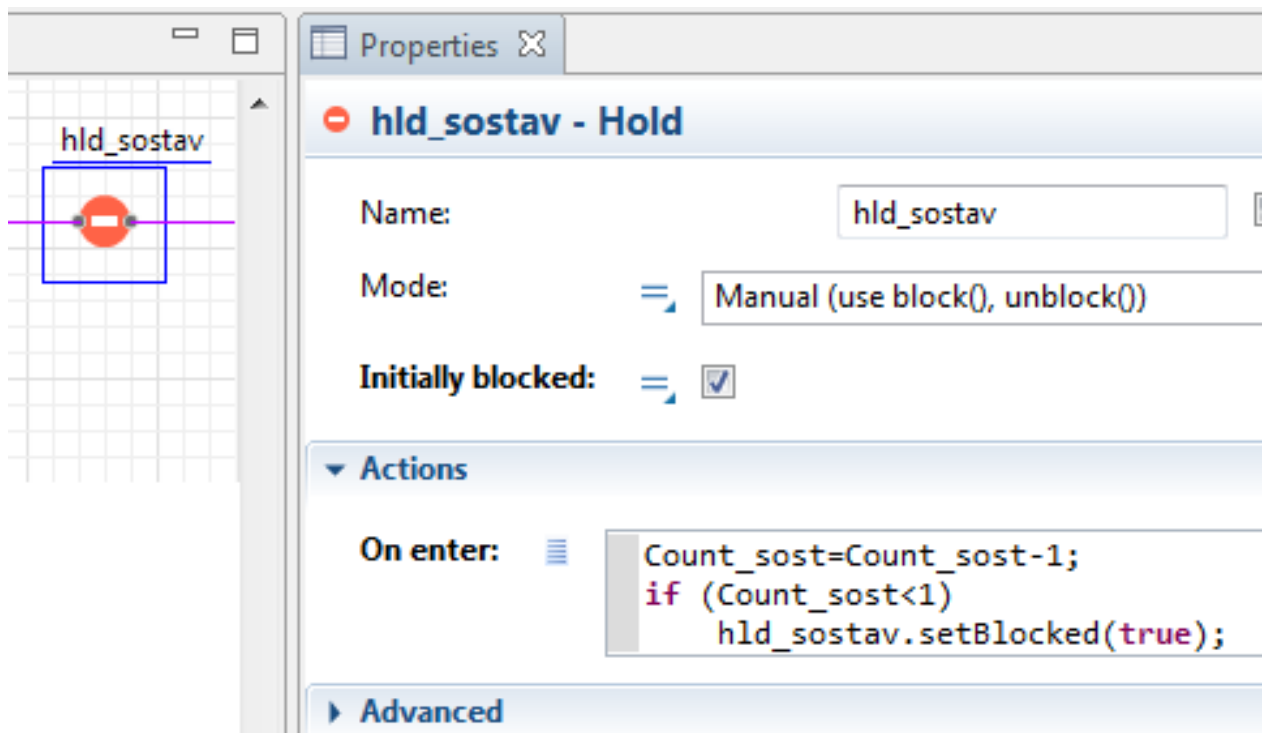


Рисунок 2.27 – Елемент hld_sostav

За виконання умови наявності ковпів у кількості, що перевищує максимально припустимий розмір составу поїзду на відправлення:

```
if (qu_Kovsheva_st.size()>=Max_sostav)
```

```

{
Count_time_och=0;
Count_sost=qu_Kovsheva_st.size();
if (Count_sost>Max_sostav)
    Count_sost=Max_sostav;
}

```

розмір составу обмежується цим максимальним значенням.

Елемент hld_sostav (рисунок 2.27) пропускає лише визначену цим обмеженням кількість шлаковозів:

```

Count_sost=Count_sost-1;
if (Count_sost<1)
    hld_sostav.setBlocked(true);

```

інакше він блокується.

Наступні елементи qu_form_sost – черга (рисунок 2.28) та hld_poizd – блокатор (рисунок 2.29) імітують відправлення составу поїзду.

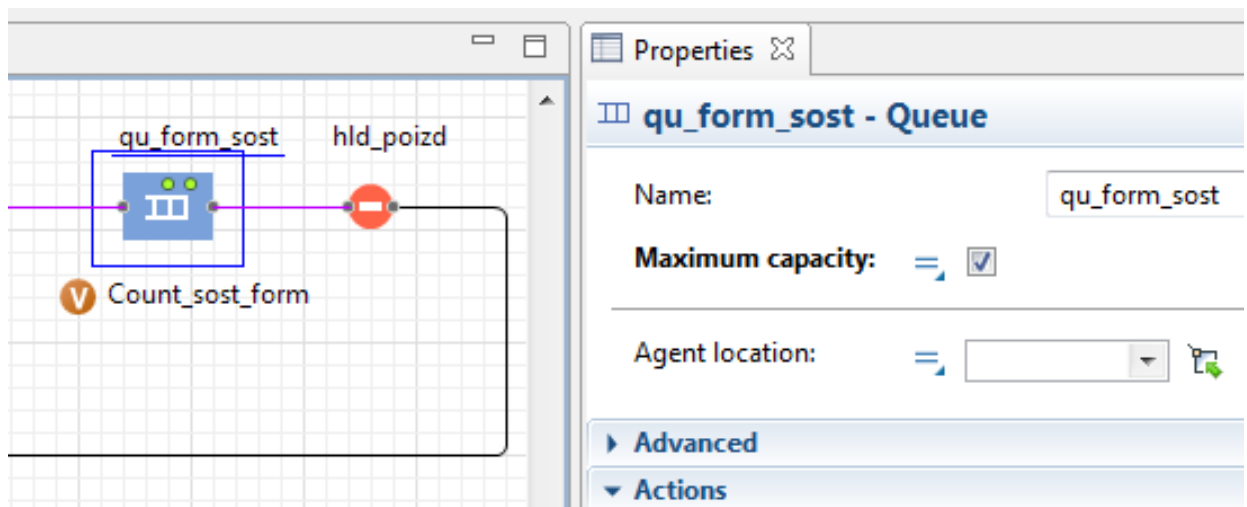


Рисунок 2.28 – Елемент qu_form_sost

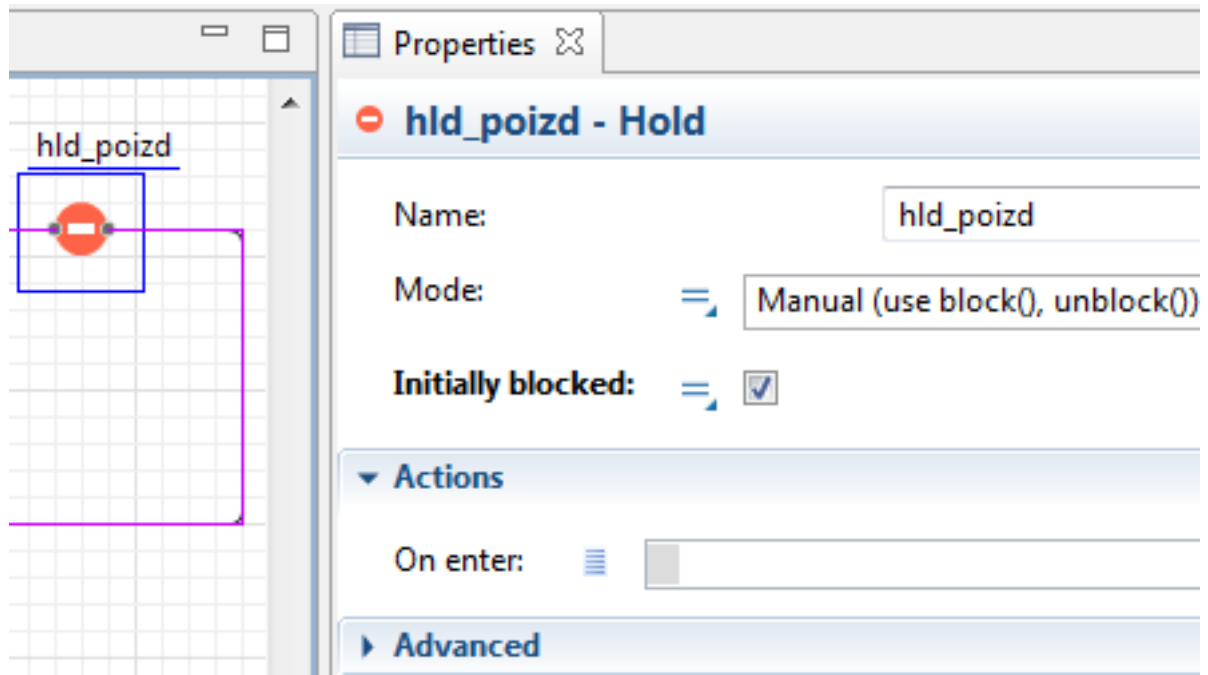


Рисунок 2.29 – Елемент hld_poizd

Керування ланцюжком описаних у підрозділі елементів (рисунок 2.30) здійснює об'єкт подійного типу ev_Poizd_K.

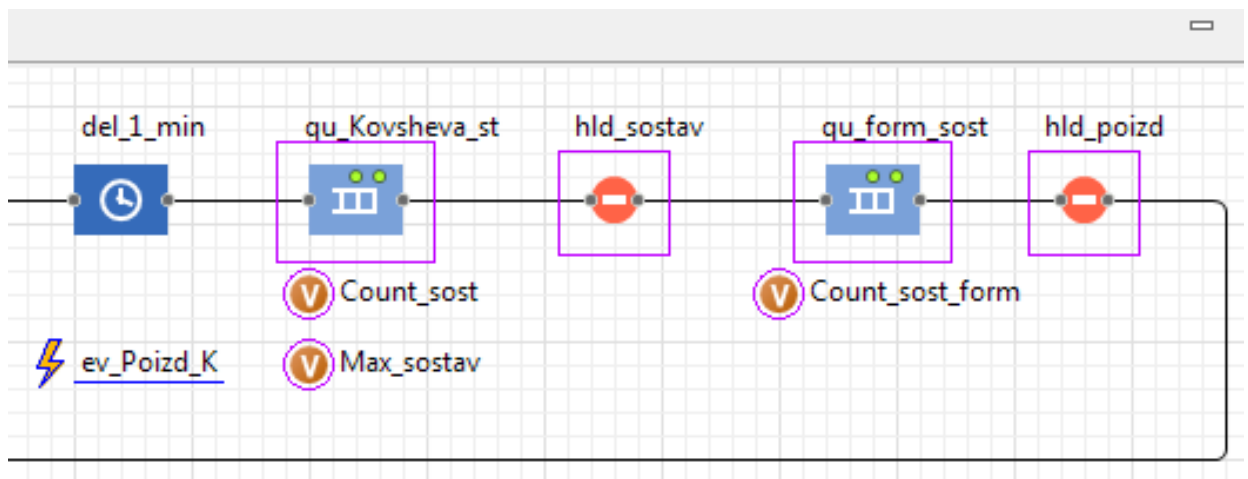


Рисунок 2.30 – Об'єкти управління елементом ev_Poizd_K

Цей елемент містить умови виклику тепловозу, аналізуючи ситуацію щохвилинно – рисунок 2.31.

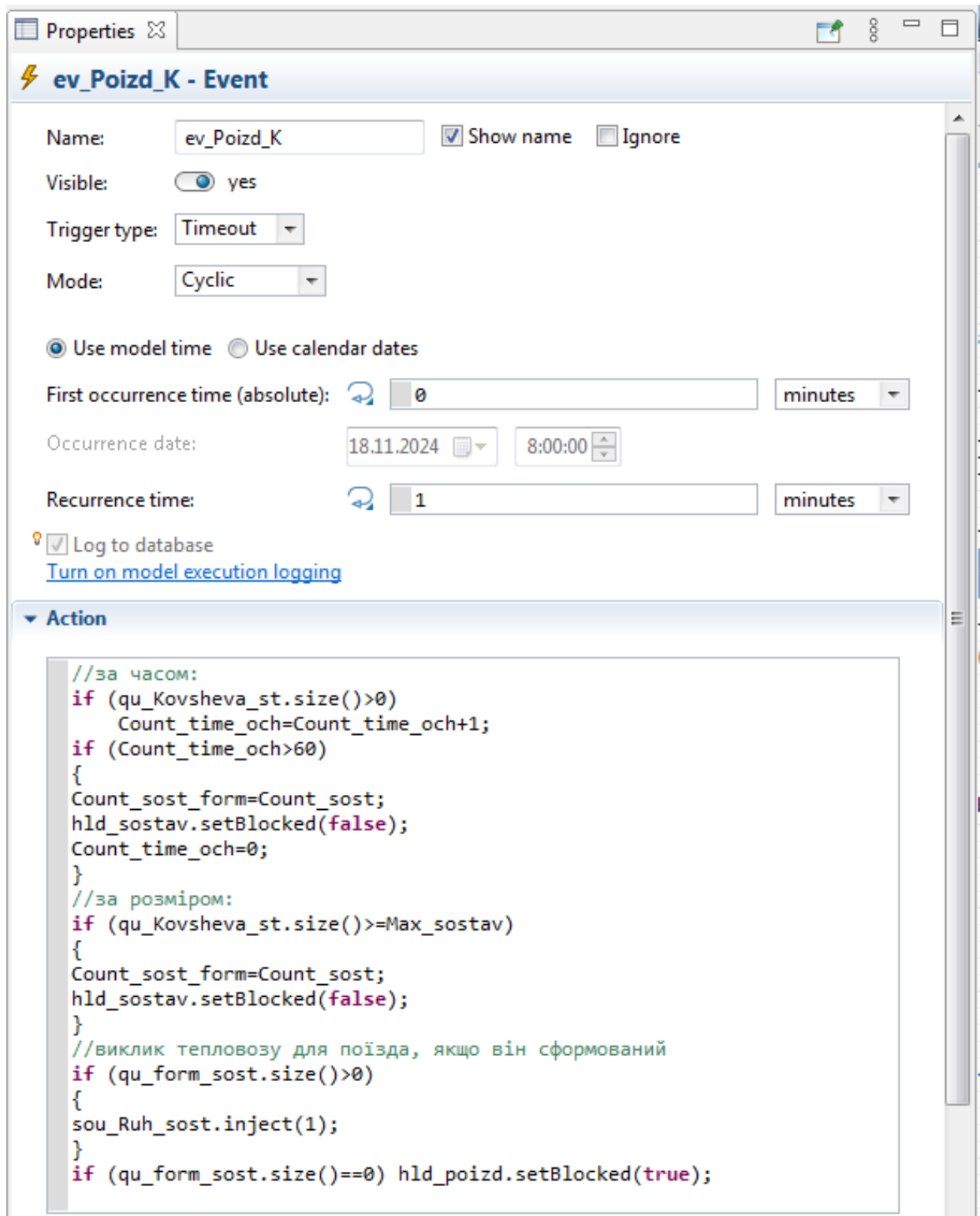


Рисунок 2.30 – Елемент ev_Poizd_K

Програмний код у ньому:

```

//за часом:
if (qu_Kovsheva_st.size()>0)
    Count_time_och=Count_time_och+1;
if (Count_time_och>60)
{
    Count_sost_form=Count_sost;
    hld_sostav.setBlocked(false);
    Count_time_och=0;
}
//за розміром:
if (qu_Kovsheva_st.size()>=Max_sostav)
{
    Count_sost_form=Count_sost;
    hld_sostav.setBlocked(false);
}
//виклик тепловозу для поїзда, якщо він сформований
if (qu_form_sost.size()>0)
{
    sou_Ruh_sost.inject(1);
}
if (qu_form_sost.size()==0) hld_poizd.setBlocked(true);

```

визначає умови відправлення составу поїзду через тривале знаходження шлаковозів на колії накопичення та зменшення температури шлаку, або за наявності максимально припустимої кількості шлаковозів у составі за технічними та безпековими параметрами.

Крім того, цей елемент запускає паралельний ланцюжок імітації роботи локомотивів з вивезення составів гарячого шлаку – рисунок 2.31.

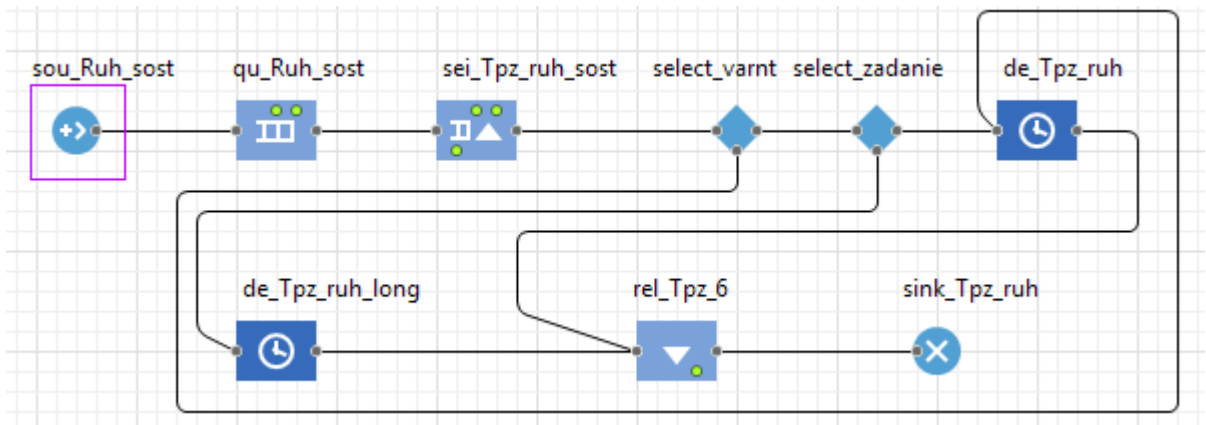


Рисунок 2.31 – Ланцюг імітації роботи локомотивів з вивезення составів гарячого шлаку.

Перший його елемент `ev_Poizd_K` показаний на рисунку 2.32.

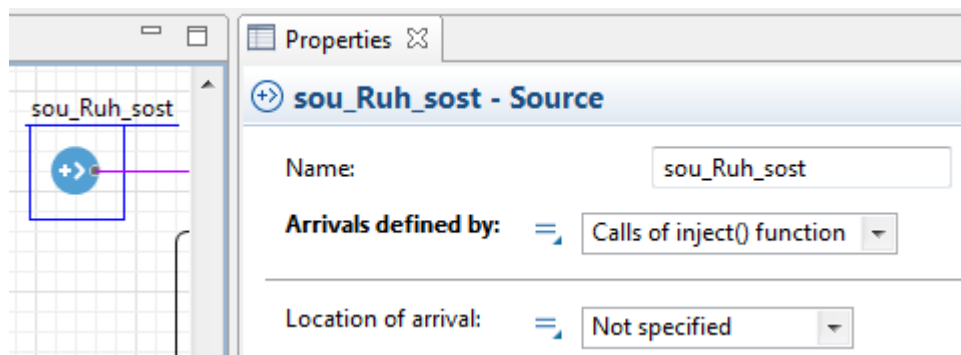


Рисунок 2.32 – Елемент `ev_Poizd_K`

З елементу `ev_Poizd_K` замовлення-состави поїздів потрапляють до черги `qu_Ruh_sost` – рисунок 2.33.

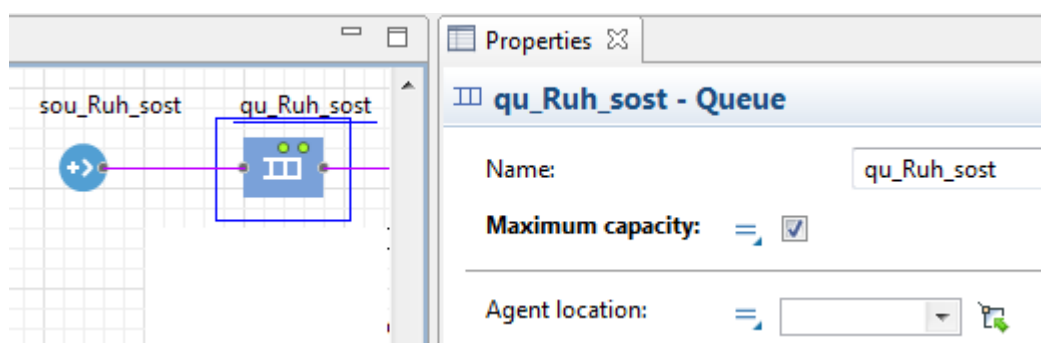


Рисунок 2.33 – Черга `qu_Ruh_sost`

Далі виконується операція приєднання локомотиву – рисунок 2.34 – елемент sei_Tpz_ruh_sost.

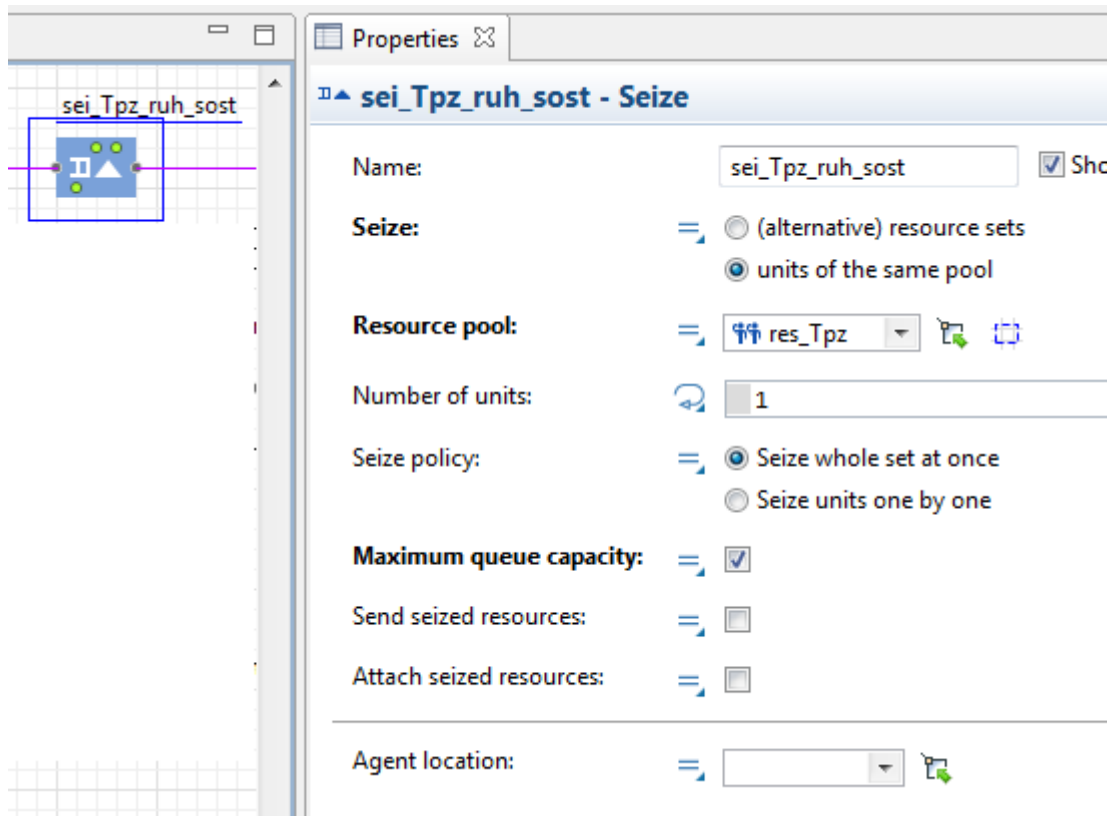


Рисунок 2.34 – Елемент sei_Tpz_ruh_sost

Наступний – елемент вибору шляху прямування select_varnt, показаний на рисунку 2.35.

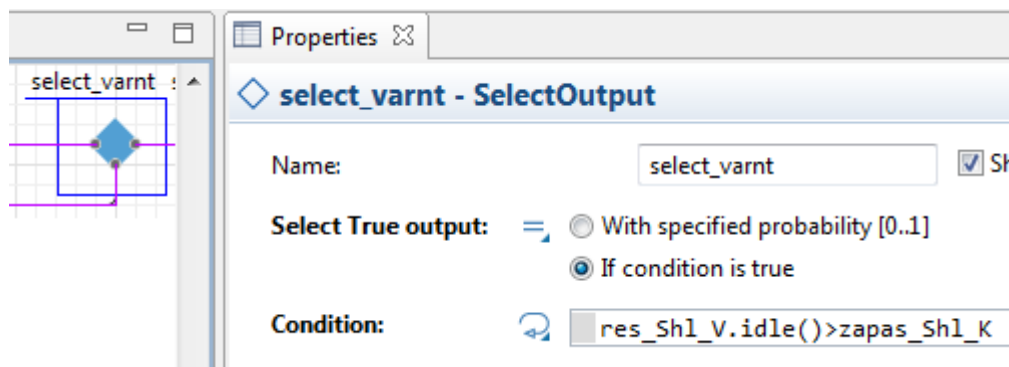


Рисунок 2.35 – Елемент select_varnt

За невиконання умови наявності порожніх шлаковозних ковшів у запасі у кількості 6 одиниць, состав обов'язково відправляється на гаряче звалище – по найшвидкому технологічному маршруту.

Після цього, якщо шлаковозів достатньо, перевіряється умова необхідності доставки шлаку на гранбасейн елементом `select_zadanie` – рисунок 2.36.

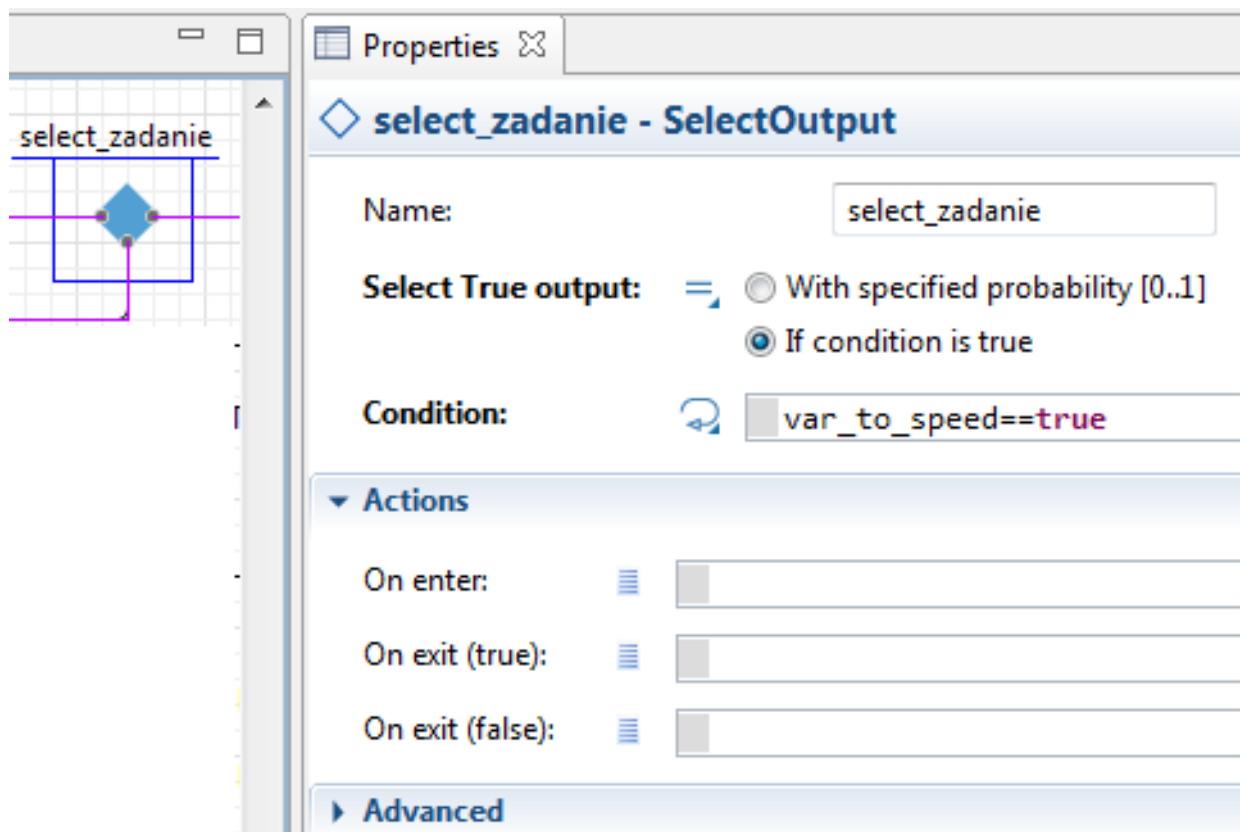


Рисунок 2.36 – Елемент `select_zadanie`

Умова:

`var_to_speed==true`

перевіряє значення відповідної змінної логічного типу.

Вона розраховується в елементі ev_tie_on_day1 – рисунок 2.37.

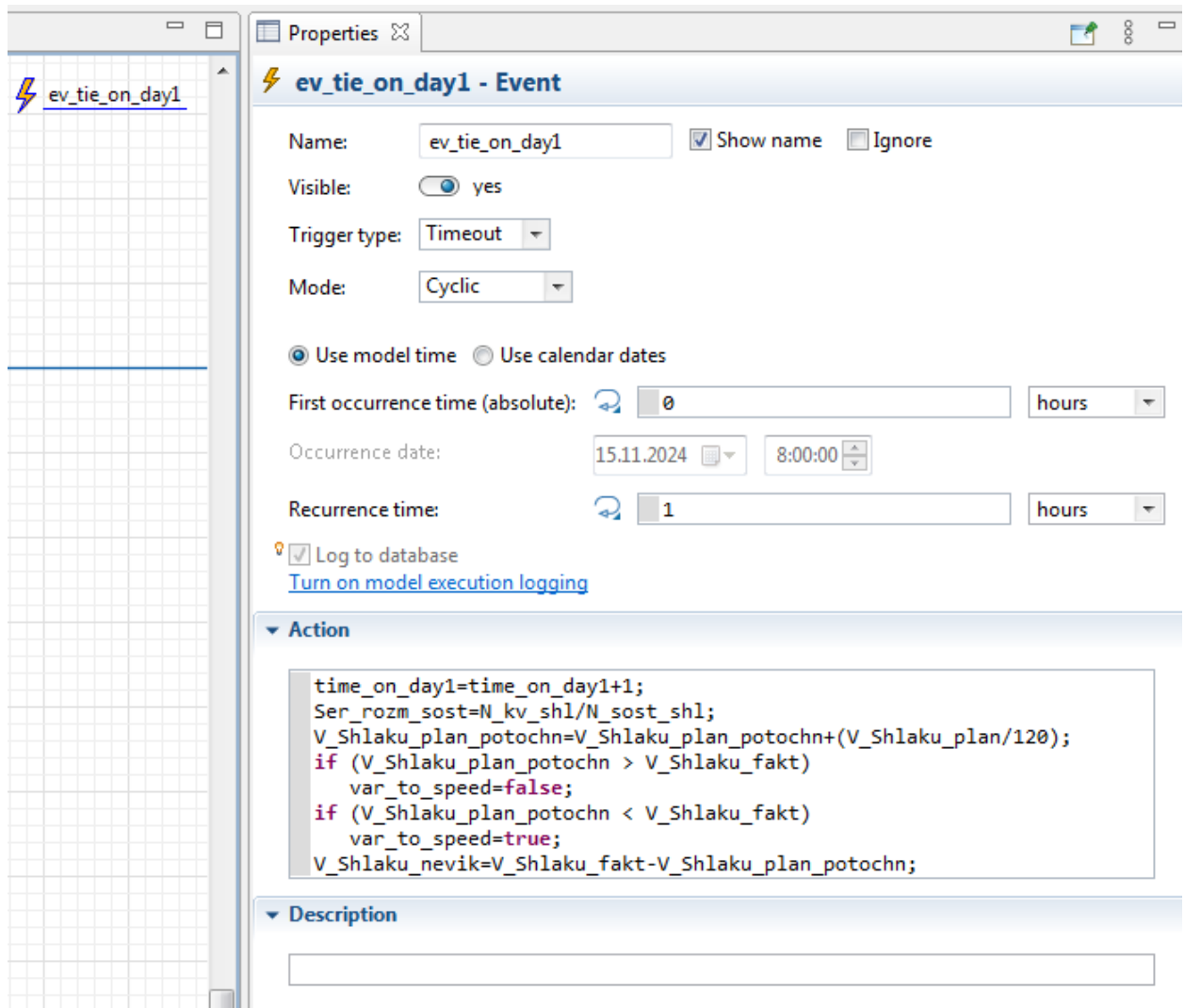


Рисунок 2.37 – Елемент ev_tie_on_day1

В даному елементі порівнюються поточні значення фактичного та планового показників доставки шлаку на гранбасейн у ковшах:

```
time_on_day1=time_on_day1+1;
Ser_rozm_sost=N_kv_shl/N_sost_shl;
V_Sh laku_plan_potochn=V_Sh laku_plan_potochn+(V_Sh laku_plan/120);
if (V_Sh laku_plan_potochn > V_Sh laku_fakt)
```

```

var_to_speed=false;
if (V_Sh laku_plan_potochn < V_Sh laku_fakt)
    var_to_speed=true;
V_Sh laku_nevik=V_Sh laku_fakt-V_Sh laku_plan_potochn;

```

ця процедура виконується кожної години.

Елемент de_Tpz_ruh виконує затримку составу при русі до станції Ковшева – рисунок 2.38.

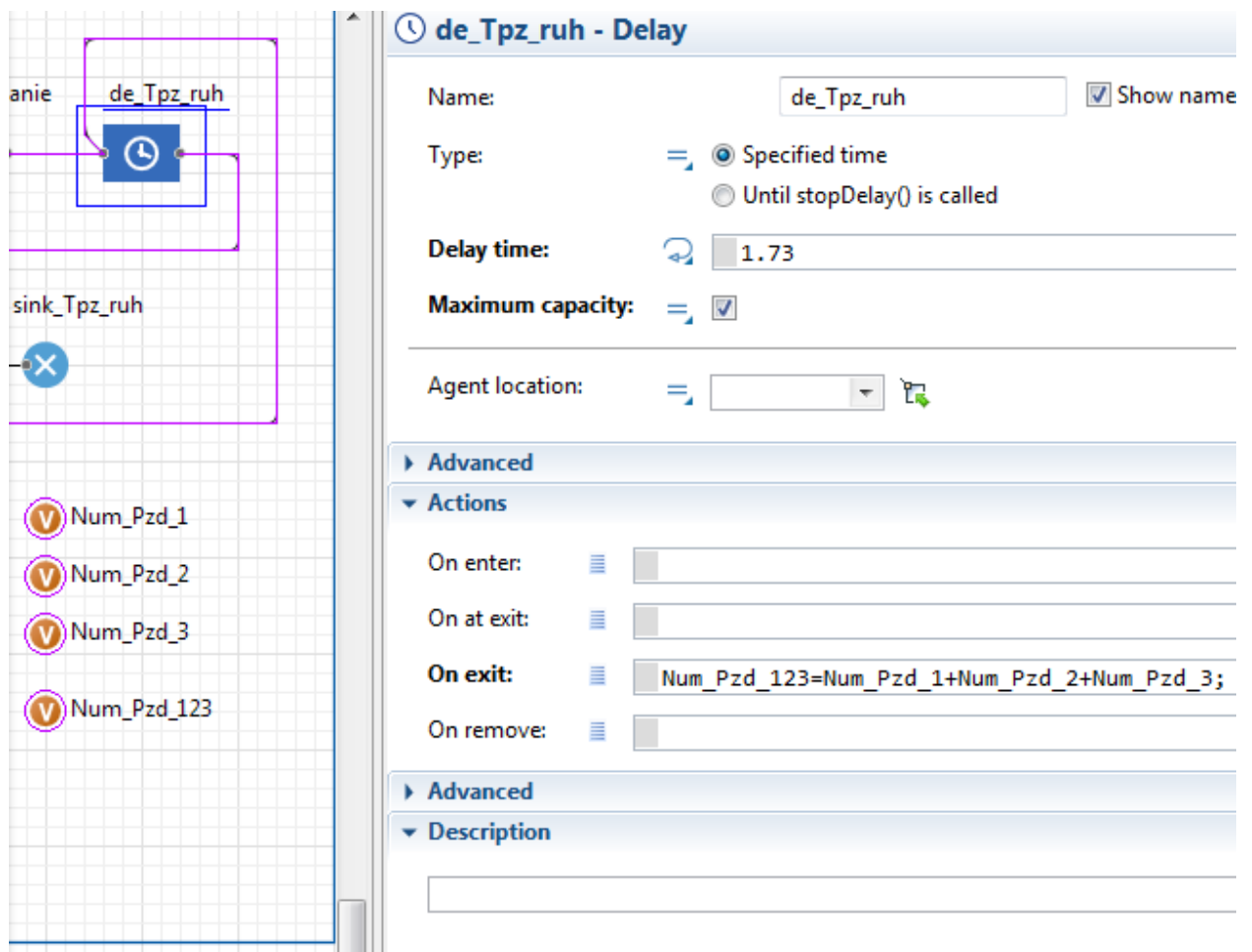


Рисунок 2.38 – Елемент de_Tpz_ruh

Додатково розраховується код составу, який був оброблений. Це потрібно для впорядкування дій у паралельному ланцюзі руху шлаковозів.

Елемент de_Tpz_ruh_long виконує затримку составу при русі до гранбасейну – рисунок 2.39.

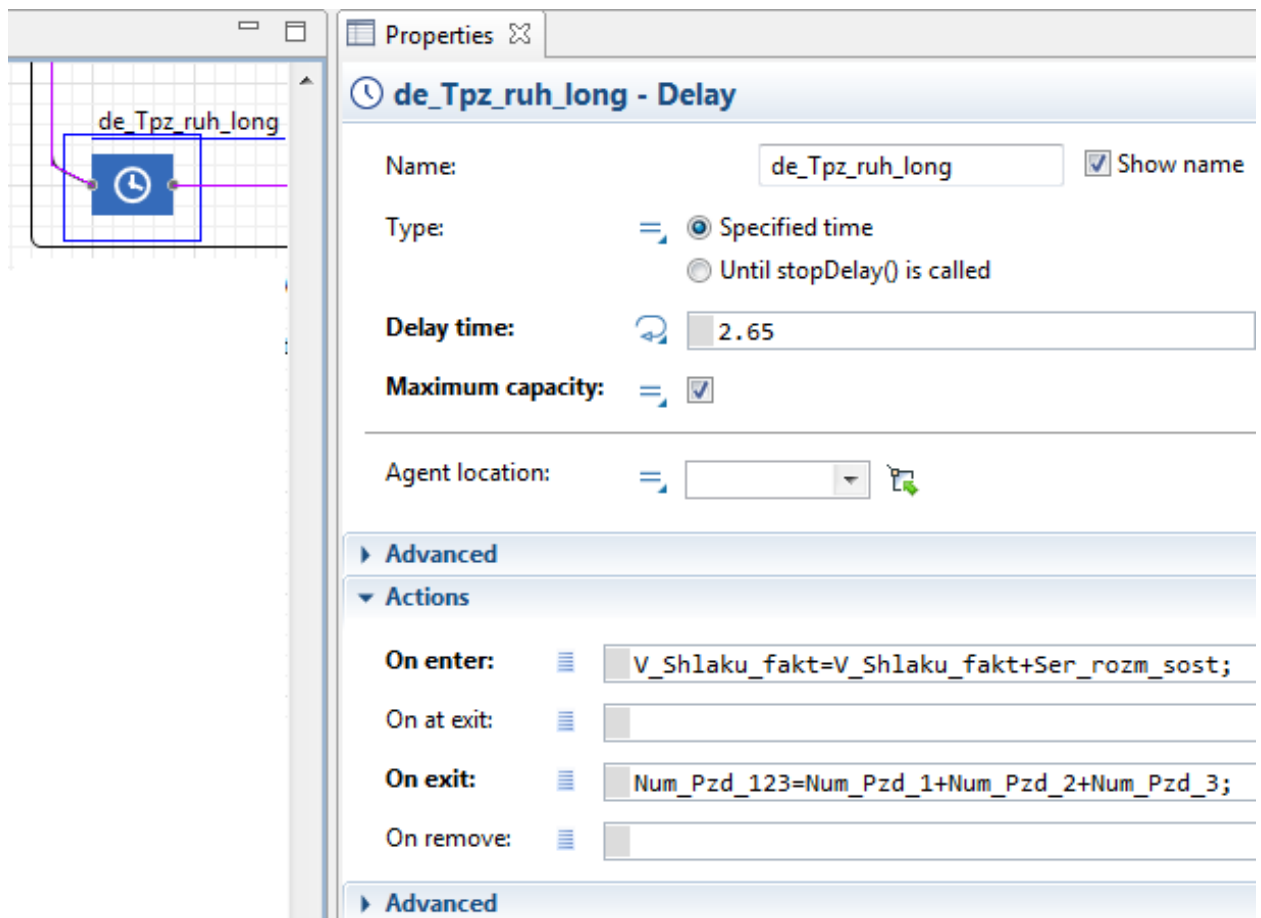


Рисунок 2.39 – Елемент de_Tpz_ruh_long

Тут додатково вираховується обсяг шлаку, який надійшов у гранбасейн:

$$V_Sh laku_fakt=V_Sh laku_fakt+Ser_rozm_sost;$$

для планування подальшої поїзної роботи.

Наступний за двома описаними вище елементами є елемент rel_Tpz_6, що звільняє ресурси – рисунок 2.40.

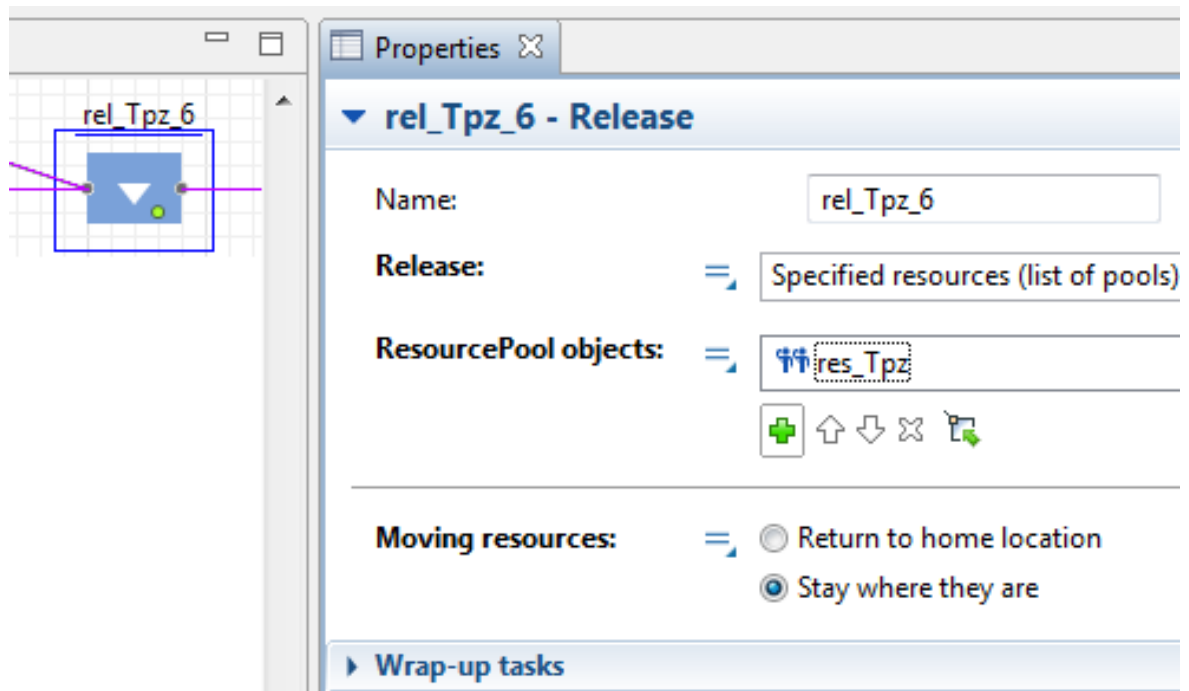


Рисунок 2.40 – Элемент rel_Tpz_6

Наступним етапом замовлення знищуються елементом sink_Tpz_ruh (рисунок 2.41) із виконанням умов:

```

N_sost_shl=N_sost_shl+1;
if (Num_Pzd_123>99)
    {hld_och_Tpz_1.setBlocked(false);
    Num_Pzd_123=Num_Pzd_123-100;
    Num_Pzd_1=0;
    }
else
{
    if (Num_Pzd_123>9)
        {hld_och_Tpz_2.setBlocked(false);
        Num_Pzd_123=Num_Pzd_123-10;
        Num_Pzd_2=0;
        }
    }

```

```

    }
else
    {hld_och_Tpz_3.setBlocked(false);
    Num_Pzd_123=Num_Pzd_123-1;
    Num_Pzd_3=0;
    }
}

```

що передбачають регулювання руху составів.

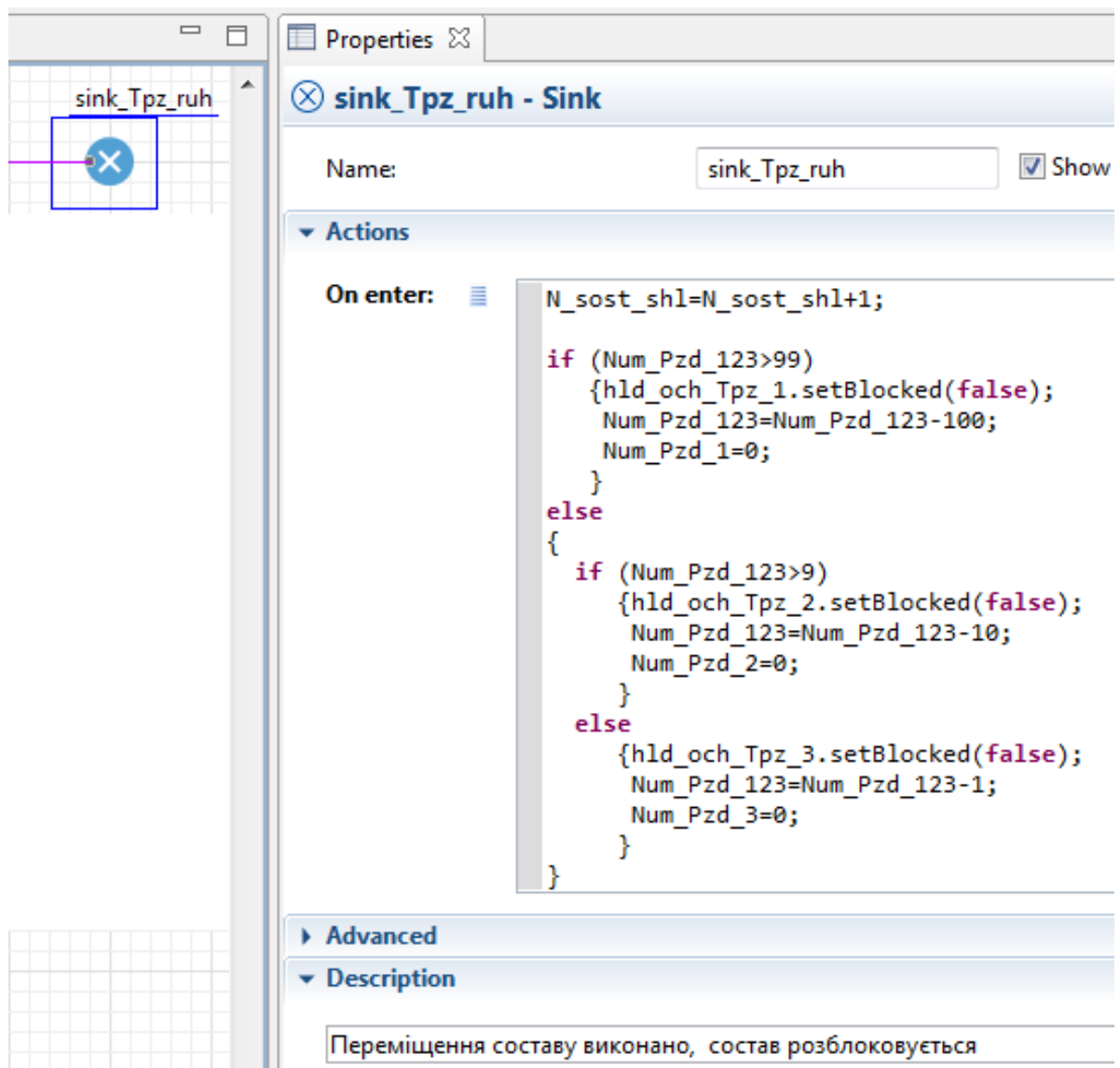


Рисунок 2.41 – Елемент sink_Tpz_ruh

В програмі руху составів враховано умову, що на кожній станції може знаходитись один состав, тобто, в стадії руху одночасно не перебуває більша їх кількість, це реалізовано наступним чином – рисунок 2.42.

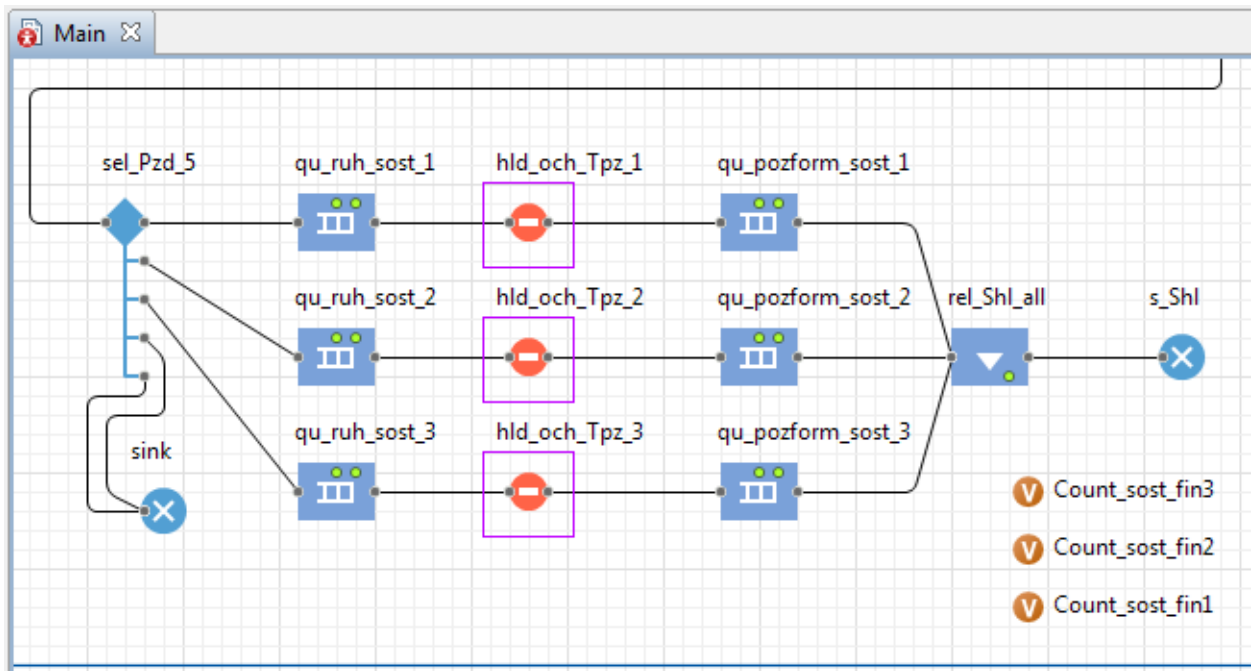


Рисунок 2.42 – Блок управління черговістю обробки сформованих составів

По проходженню даного ланцюга ресурси-шлаковози звільняються – рисунок 2.43 – елемент rel_Sh1_all.

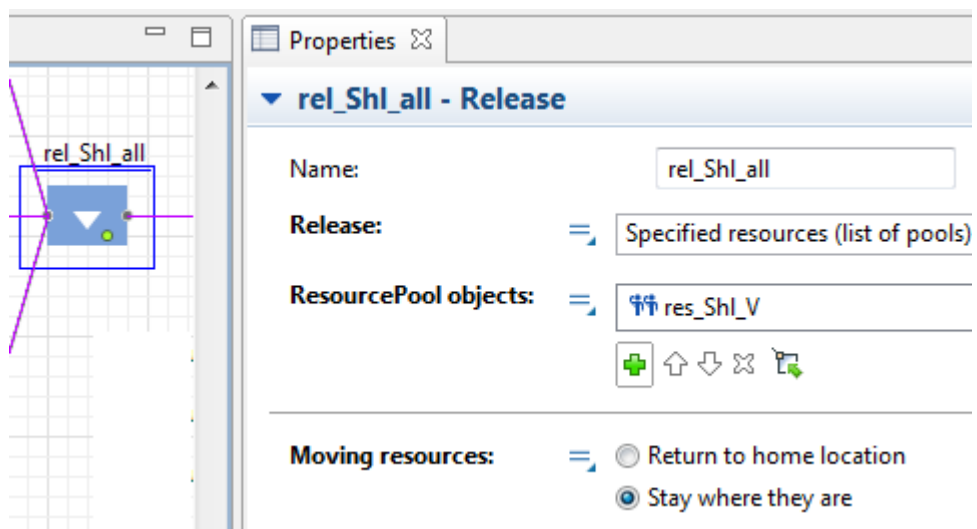


Рисунок 2.43 – Елемент rel_Sh1_all

Модель manag_shlak2024 показана на рисунку 2.44.

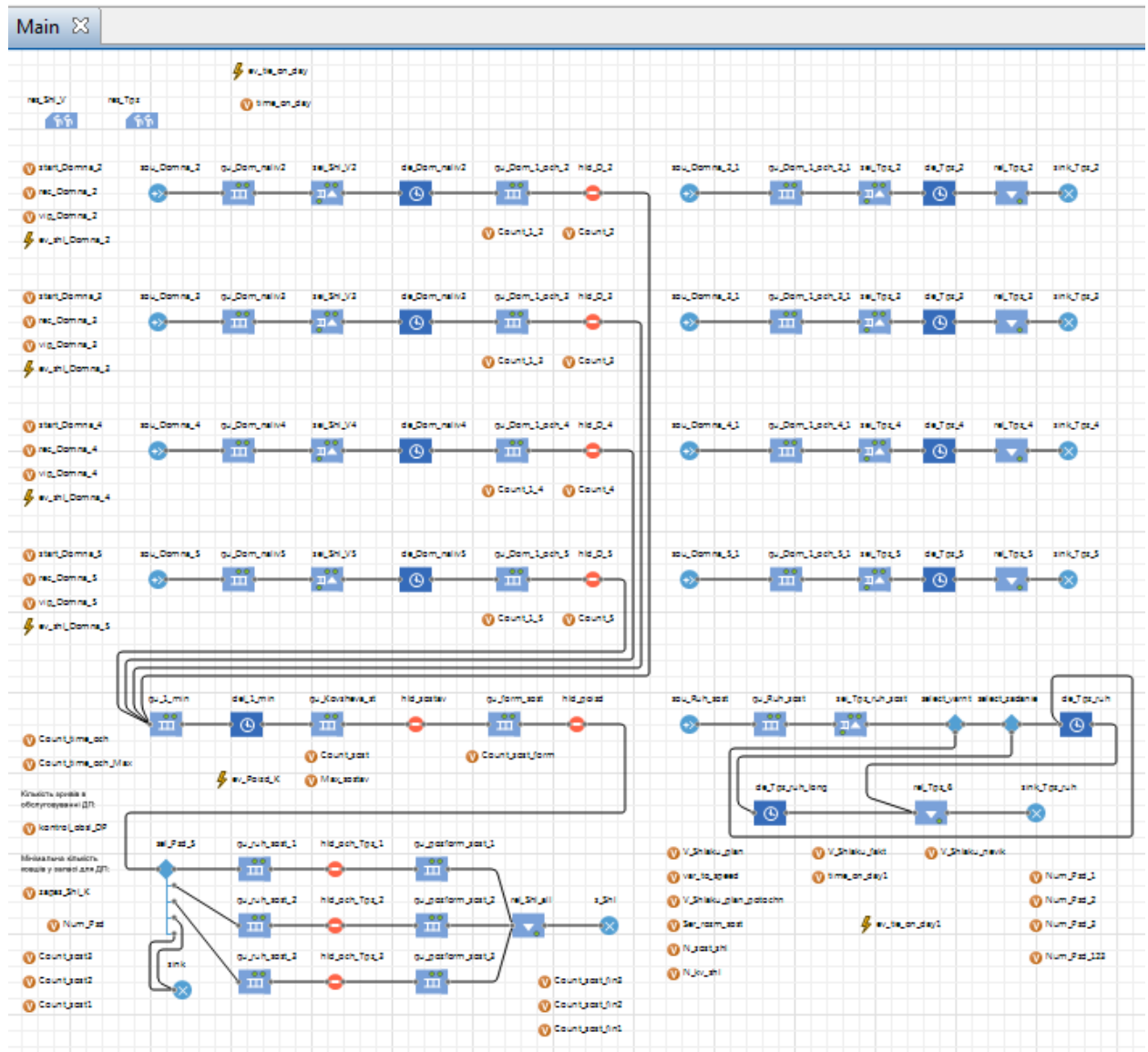


Рисунок 2.44 – Модель manag_shlak2024

Виконаємо експерименти на моделі manag_shlak2024 з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття.

2.2 Експерименти на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

В ході дослідження планується виконати наступну серію експериментів на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття, план яких представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – План експериментів на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

Номер експерименту	Параметри	
	Кількість тепловозів, од.	Кількість шлаковозів, од.
1	4	40
2	4	45
3	4	50
4	4	55
5	4	60
6	5	40
7	5	45
8	5	50
9	5	55
10	5	60

Через особливості програми, яка надається безкоштовно для навчальних цілей, період моделювання становить 5 діб.

За результатами роботи отримані наступні показники, представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати експериментів на моделі з управлінням розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

№ з/п	Кількість тепло-возів, од.	% використання тепло-возів	Кількість шлако-возів, од.	% використання шлако-возів	Критичне зменшення кількості порожніх шлако-возів, випадків	Відхилення від плану перевезень граншлаку, ковшів
1	4	67	40	83	69	-50
2	4	78	45	71	31	-11
3	4	77	50	71	16	0
4	4	76	55	57	7	0
5	4	76	60	55	0	0
6	5	60	40	78	68	-3
7	5	62	45	61	13	0
8	5	62	50	54	0	0
9	5	62	55	49	0	0
10	5	62	60	45	0	0

З аналізу даних таблиці обираємо два можливих варіанти перевезень:

- використання 4 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 60 одиниць;
- використання 5 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 50 одиниць.

Більшу кількість рухомого складу, ніж по цих варіантах використовувати недоцільно, оскільки потрібні показники отримано, інші варіанти – не дають можливість якісного обслуговування доменного цеху.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Узагальнення інформації для економічних розрахунків

Питанням організації ефективної доставки гарячого рідкого шлаку є важливим для комбінату «Запоріжсталь».

В складних сучасних умовах значна частка металургійної галузі знаходиться за межами контрольованої Україною території що вимагає вирішення нових задач.

Так, комбінат Запоріжсталь у довоєнний період мав можливість постачати гранульований шлак до близько розташованих на сході та півдні країни підприємств.

В існуючому становищі, коли обсяги виробництва комбінату в період військового вторгнення значним чином коливались, сягаючи історичного мінімуму за усі роки існування, зміни ринку збуту, важливою задачею є ефективне управління перевезеннями. Дане дослідження присвячене системі управління процесами перевезень рідкого шлаку в можливих умовах скорочення обсягів його виробництва.

За реально можливих умов зниження попиту на граншлак, доцільним є зменшення його виробництва та організації руху шлаковозних составів частково по маршруту без злиття шлаку на станції Гранбасейн.

В ході проведеного аналітичного аналізу перспектив у сфері використання гранульованого шлаку були визначено основні фактори, які обумовлюють коливання обсягів його транспортування.

Законодавчий фактор позитивно впливає на потенційне збільшення обсягів споживання граншлаку через прийняття відповідних ДСТУ, що розширили спектр його використання у дорожньому будівництві та через удосконалення законодавчої бази нашої країні вдалось зайняти четверте місце у обсягах постачання шлаку на експорт до країн ЄС.

Тенденції стимулювання використання шлаків державними органами, які у своїх рішеннях спираються на принципи сталого розвитку, одним з яких є максимальне використання виробничих відходів.

Технологічний фактор передбачає подальше активне використання граншлаку у виробництві цементу на сучасних підприємствах із залученням іноземних компаній.

Транспортний фактор свідчить про негативний момент - комбінат Запоріжсталь ефективно використовував кільцеву схему перевезення руди зі станції Дніпрорудна та граншлаку у зворотному напрямку у довоєнний період, яка наразі є неможливою.

Сезонний фактор обумовлює збільшення споживання шлаку у теплий період року порівняно з холодним, що підтверджується статистичними спостереженнями. Крім того, встановлено, що за різні роки обсяги транспортування граншлаку можуть суттєво коливатись – в один-два рази збільшуватись, або, навпаки, зменшуватись через різні обставини.

З метою організації ефективного управління технологічними перевезеннями рідкого доменного шлаку в умовах можливих коливань обсягів його споживання постачальниками в даній роботі вирішуються наступні задачі:

- розроблено модель імітації руху составів з рідким шлаком за допомогою сучасного інструментарію Енілоджік;
- виконано експерименти на моделі із різними схемами доставки – до гранбасейну, або за скороченою схемою – до гарячих відвалів на станції Шлакова;
- необхідно виконати економічні розрахунки за різними варіантами використання тягового та рухомого складу для визначення найбільш економічного.

В основній частині визначені два варіанти організації доставки рідкого шлаку при зменшеному його обсязі перевезень до гранбасейну:

- використання 4 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 60 одиниць;
- використання 5 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 50 одиниць.

У таблиці 3.1 представлені вартісні параметри для розрахунку показників варіантів управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття.

Таблиця 3.1 – Вартісні показники для розрахунку показників варіантів управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

№ з/п	Показник	Значення	Од. вимірювання
1	Собівартість лок.- години експлуатації тепловозів	1265	грн/год.
2	Собівартість ваг.-год. експлуатації шлаковозів	45	грн/год.
3	Заробітна плата пом.маш.-складача поїздів	22000	грн/міс.

3.2 Формулювання методики визначення економічних показників за варіантами

Загалом, витрати [14-16] будуть складатись з наступних складових елементів:

$$C_{i_вар} = C_{i_тепл} + C_{i_шлвз} + C_{i_зрпм}, \quad (3.1)$$

де $C_{i_тепл}$ – собівартість експлуатації тепловозів, грн/рік;
 $C_{i_шлвз}$ – собівартість утримання шлаковозів, грн/рік;
 $C_{i_зрпм}$ – витрати на роботу пом. маш. – складача поїздів, грн/рік;
 i – номер варіанту.

Формула для визначення $C_{i_тепл}$:

$$C_{i_тепл} = 8760 N_{i_тепл} V_{i_тепл}, \quad (3.2)$$

де 8760 – годин містить рік;
 $N_{i_тепл}$ – значення кількості тепловозів за варіантом, од.;
 $V_{i_тепл}$ – собівартість години експлуатації тепловозу, грн/год.

Формула для встановлення значення показника $C_{i_шлвз}$:

$$C_{i_шлвз} = 8760 N_{i_шлвз} V_{i_шлвз}, \quad (3.3)$$

де $N_{i_шлвз}$ – значення кількості шлаковозних ковшів за варіантом, од.;
 $V_{i_шлвз}$ – собівартість години експлуатації шлаковозу, грн/год.

Формула для встановлення значення показника $C_{i_зрпм}$:

$$C_{i_зрпм} = 12 N_{i_пм} V_{зрпм}, \quad (3.4)$$

де 12 – місяців у році;

$N_{i_пм}$ – кількість пом. маш. – складачів поїздів за варіантом, чол.;

$V_{зрпм}$ – зарплата за місяць одного пом. маш. – складача, грн/міс.

Перейдемо до розрахунків вищенаведених показників за кожним варіантом.

3.3 Перший варіант управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

За першим варіантом управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття виконаємо розрахунки витрат за формулами попереднього розділу:

- витрати $C_{1_тепл}$ за (3.2):

$$C_{1_тепл} = 8760 \cdot 4 \cdot 1265 = 44325600 \text{ грн} = 44,33 \text{ млн грн};$$

- витрати $C_{1_шлвз}$ за (3.3):

$$C_{1_шлвз} = 8760 \cdot 60 \cdot 45 = 23652000 = 23,65 \text{ млн грн};$$

- витрати $C_{1_зрпм}$ за (3.4):

$$C_{1_зрпм} = 12 \cdot 16 \cdot 22000 = 4224000 = 4,22 \text{ млн грн};$$

- загальні витрати $C_{1_вар}$ за (3.1):

$$C_{1_вар} = 44325600 + 23652000 + 4224000 = 72201600 = 72,2 \text{ млн грн.}$$

3.4 Другий варіант управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

За другим варіантом управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття виконаємо розрахунки витрат за формулами підрозділу 3.1:

- витрати $C_{2_тепл}$ за (3.2):

$$C_{2_тепл} = 8760 \cdot 5 \cdot 1265 = 55407000 = 55,41 \text{ млн грн};$$

- витрати $C_{2_шлвз}$ за (3.3):

$$C_{2_шлвз} = 8760 \cdot 50 \cdot 45 = 19710000 = 19,71 \text{ млн грн};$$

- витрати $C_{2_зрпм}$ за (3.4):

$$C_{2_зрпм} = 12 \cdot 20 \cdot 22000 = 5280000 = 5,28 \text{ млн грн};$$

- загальні витрати $C_{2_вар}$ за (3.1):

$$C_{2_вар} = 55407000 + 19710000 + 5280000 = 80397000 = 80,4 \text{ млн грн.}$$

3.5 Визначення ефективного варіанту управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття

Економічний ефект від використання першого варіанту у порівнянні з другим становить:

$$E_{1_2} = 80397000 - 72201600 = 8195400 = 8,2 \text{ млн грн.}$$

за рахунок реалізації організаційних рішень.

Результати розрахунків економічних показників економічних витрат за варіантами управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння варіантів економічних витрат за варіантами управління розподілом обсягів перевезень рідкого шлаку по пунктах злиття, гривень на рік

№ з/п	Економічний показник	Варіант 1	Варіант 2
1	Собівартість експлуатації тепловозів	44325600	55407000

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Економічний показник	Варіант 1	Варіант 2
2	Собівартість утримання тепловозів	23652000	19710000
3	Витрати на зарплату	4224000	5280000
4	Загальні експлуатаційні витрати за варіантами	72201600	80397000
5	Економія витрат – вар. 2 - вар. 1	8195400	-

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломного проєкту, який спрямований на підвищення ефективності технологічних перевезень в умовах зменшення обсягів виробництва граншлаку на прикладі ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника й робітників та розроблені заходи по їх усуненню [17-21].

В ході роботи встановлено, що законодавчий фактор позитивно впливає на потенційне збільшення обсягів споживання граншлаку через прийняття відповідних ДСТУ, що розширили спектр його використання у дорожньому будівництві; з'явилась можливість зайняти четверте місце у обсягах постачання шлаку на експорт до країн ЄС через активне стимулювання використання шлаків, спираючись на принципи сталого розвитку та максимальне використання виробничих відходів.

Технологічний фактор дозволяє активно використовувати граншлаку у виробництві цементу на сучасних підприємствах із залученням іноземних компаній.

Сезонний фактор обумовлює збільшення споживання шлаку у теплий період року порівняно з холодним.

Було проведено дослідження важкості та напруженості праці при роботі на комп'ютері. Які довели, що якщо параметри навколишнього середовища не відповідають нормативним значенням, то при розрахунках визначаються надбавки для робітників.

В аналізі показані основні потенційні небезпеки:

- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від головного поїзду;

- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітлені можливо порушення технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників;

- можливі випадки переохолодження працівників та дослідника в холодний період року.

Додаткові небезпеки розглянуті в додатку А.

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

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

В додатку Г розглянуті питання з цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Нові науково-практичні задачі у сфері транспортних технологій обумовлені складними умовами сьогодення, коли значна частка металургійної галузі знаходиться за межами контрольованої Україною території.

Так, комбінат Запоріжсталь у довоєнний період мав можливість постачати гранульований шлак до близько розташованих на сході та півдні країни підприємств. Тому, дане дослідження присвячене системі управління процесами перевезень рідкого шлаку в можливих умовах скорочення обсягів його виробництва. За реально можливих умов зниження попиту на граншлак, доцільним може бути зменшення його виробництва та організації руху шлаковозних составів частково по маршруту без злиття шлаку на станції Гранбасейн.

Для ефективного управління технологічними перевезеннями рідкого доменного шлаку в умовах можливих коливань обсягів його споживання постачальниками в роботі було поставлено питання вирішення наступних задач:

- розробити модель імітації руху составів з рідким гарячим шлаком за допомогою сучасного інструментарію Енілоджік;
- виконати експерименти на моделі із різними схемами доставки – до гранбасейну, або за скороченою схемою – до гарячих відвалів на станції Шлакова;
- виконати економічні розрахунки за різними варіантами використання тягового та рухомого складу для визначення найбільш економічного.

В основній частині визначені два варіанти організації доставки рідкого шлаку при зменшеному його обсязі перевезень до гранбасейну:

- перший – використання 4 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 60 одиниць;
- другий – використання 5 тепловозів при парку шлаковозних ковшів у кількості 50 одиниць.

За економічними показниками перший варіант виявився більш ефективним – економічний ефект склав понад 8 млн грн. на рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: «Про підприємство». URL : <https://zaporizhstal.com/> (дата звернення: 03.10.2024).
2. Кабмін рекомендує збільшити застосування шлаків у будівництві доріг. URL : <https://gmk.center/ua/news/kabmin-rekomenduie-zbilshiti-zastosuvannya-shlakiv-u-budivnictvi-dorig/> (дата звернення: 03.10.2024).
3. Бізнес закликає владу сприяти експорту металургійних шлаків. URL : <https://gmk.center/ua/news/biznes-zaklikaie-vladu-spriyati-eksportu-metalurgijnih-shlakiv/> (дата звернення: 04.10.2024).
4. Роман Науменко: «В цементній галузі застосовується до 40% всіх шлаків». URL : <https://gmk.center/ua/interview/roman-naumenko-v-cementnij-galuzi-zastosovuietsya-do-40-vsih-shlakiv/> (дата звернення: 04.10.2024).
5. «Укравтодор» планує за два роки використати 1,5 млн куб. м шлаків. URL : <https://gmk.center/ua/opinion/ukravtodor-planuie-za-dva-roki-vikoristati-1-5-mln-kub-m-shlakiv/> (дата звернення: 03.10.2024).
6. «Укравтодор» використав 30 тис. куб. м шлаків у будівництві доріг. URL : <https://gmk.center/ua/news/ukravtodor-vikoristav-30-tis-kub-m-shlakiv-u-budivnictvi-dorig/> (дата звернення: 04.10.2024).
7. Про активізацію застосування шлаків у будівництві автодоріг. URL : <https://gmk.center/ua/opinion/pro-aktivizaciju-zastosuvannya-shlakiv-u-budivnictvi-avtodorig/> (дата звернення: 08.10.2024).
8. Україна у 2023 році збільшила експорт гранульованого шлаку до ЄС на 53% р./р. URL : <https://gmk.center/ua/news/ukraina-u-2023-roci-zbilshila-eksport-granulovanogo-shlaku-do-ies-na-53-r-r/> (дата звернення: 05.10.2024).
9. АМКР надасть 70 тис. т шлаку для облаштування доріг вздовж кордону ЄС. URL : <https://gmk.center/ua/news/amkr-nadast-70-tis-t-shlaku-dlya-oblashtuvannya-dorig-vzdovzh-kordonu-ies/> (дата звернення: 08.10.2024).

10. Екологічна політика керівництва ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://www.zoda.gov.ua/news/24214/adm@zoda.gov.ua> (дата звернення: 10.10.2024).
11. Новини GMK CENTER. URL : <https://gmk.center/ua/news/> (дата звернення: 10.10.2024).
12. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
13. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ металургійний комбінат «Запоріжсталь». – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 180 с.
14. 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.
15. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Харченко Т. В. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 71 с.
16. Колосок В.М. Економіка транспортних підприємств [Текст]: підручник. ПДТУ, 2016. – 186с.
17. 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.

18. 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.

19. 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)

20. 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)

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

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ДОДАТКОВИХ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Додаткові потенційні небезпеки:

- при навантаженні граншлаку, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також приводить до захворювань легенів;
- при розвантаженні з хоперів вантажу, можливо обрушення сипучих матеріалів на робітників, що призведе до травм;
- при вантажно-розвантажувальних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;
- при постачанні молотого граншлаку у біг-бегах, при завантаженні та розвантаженні можливо обрив вантажу з-за несправних такелажних тросів, ненадійного кріплення траверси до гаку кран. Це може призвести до травмування робітників.
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі;
- 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 можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Під час розвантаження граншлаку з хоперів, необхідно, при відкритті люків, робітнику відійти на безпечну відстань щоб запобігти травмування.

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціального траверсного захвату, який дозволяє швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні.

Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів траверси та стропів, якими траверса кріпиться до гаку крана, відповідно вимогам 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.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.

Для забезпечення не попадання пилу від щебню в легені 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 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

РОЗРАХУНОК ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [17], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [17], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці В.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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, $t, ^\circ C$	29,1	6	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	70	3	500		3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{ор}$	-1	А	—			
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 [17]. 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, $K_{знач} = 1,0$

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

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

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

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

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

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 7.2 [17] – 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 [17] – 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 [17] – 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 [17]:

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

З таблиці 7.3 [17] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 2,3$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

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 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 – $X_{cm} = X_i = 4$;

- 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 [17]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 4}{8} = 1,5$$

- 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 [17]:

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

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 [17]. 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 - $21,0-24,4^{\circ}\text{C}$;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду здорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500 \text{ лк}$;
- 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 [17], у розмірі 20%

ДОДАТОК Г

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Інформування, оповіщення і дії робітників та службовців промислового об'єкта, при загрозі виникнення надзвичайної ситуації

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні інформації органам управління цивільного захисту, силам цивільного захисту, суб'єктам господарської діяльності і населенню.

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій забезпечується шляхом:

- функціонування загальнодержавної, територіальних, місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій, спеціальних, локальних і об'єктових систем оповіщення;

- централізованого використання телекомунікаційних мереж загального користування, в тому числі мобільного зв'язку, відомчих телекомунікаційних мереж і телекомунікаційних мереж об'єктів господарської діяльності, а також мереж загальнонаціонального, регіонального та місцевого радіомовлення, телебачення та інших технічних засобів передачі або відображення інформації;

- автоматизації процесу передачі сигналів і повідомлень про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій;

- функціонування на об'єктах підвищеної небезпеки автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

- організаційно-технічної інтеграції різних систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та

автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

- функціонування в населених пунктах та місцях масового перебування людей сигнально-гучномовних пристроїв, а також електронних інформаційних табло для передачі інформації цивільного захисту.

Інформацію щодо цивільного захисту становлять відомості про прогнозовані або сталися надзвичайні ситуації. Ці відомості повинні включати: класифікацію, межі розповсюдження і можливі наслідки НС, а також про способи і методи захисту від них.

Органи управління цивільного захисту зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативні та достовірні дані про ситуацію обстановці, а також інформувати про свою діяльність з питань цивільного захисту.

Керівники потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів підвищеної небезпеки, зобов'язані систематично і оперативно публікувати інформацію про ці об'єкти в офіційних друкованих виданнях, на офіційних веб-сайтах, інформаційних стендах, а також доводити будь-яким прийнятним способом.

Інформація повинна містити дані про об'єкт, сферу його діяльності, про природу можливих ризиків при аварії, включаючи вплив на людей і навколишнє середовище, а також про способи інформування населення у разі загрози або виникнення аварії та порядку дій при її виникненні.

Поширення інформації про наслідки надзвичайної ситуації здійснюється відповідно до законодавства про інформацію.