

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 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСТАЧАНЬ
КОМПЛЕКТУЮЧИХ ДО ЗАПОРІЗЬКОГО АВТОМОБІЛЕБУДІВНОГО
ЗАВОДУ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ЗАПОРІЖЖЯ-
ПРИСТАНЬ

Виконав: студент II курсу, групи T-812м

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

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


Олександр ЛУКЬЯНЧИКОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник  Сергій ТУРПАК
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Ольга ДУДАРЕНКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний
Кафедра _____ «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти _____ магістр
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.02 «Транспортні технології (на
залізничному транспорті)»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

ЛУКЬЯНЧИКОВА Олександра Миколайовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження ефективності організації постачань комплектуючих до Запорізького автомобілебудівного заводу при відновленні роботи станції Запоріжжя-Пристань

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф. ТУРПАК Сергій Миколайович

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

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

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Плани післявоєнного відновлення ЗАТ «ЗАЗ», 1.2 Складський комплекс підприємства, 1.3 Аналіз шляхів доставки вантажів до підприємства, 1.4 Загальна характеристика транспорту автомобілебудівного заводу, 1.5 Постановка задач дослідження, 2. Основна частина, 2.1 Аналіз вхідних вантажопотоків, 2.2 Моделювання процесу доставки контейнерів на автомобілебудівний завод, 2.3 Результати моделювання, 3 Економічна частина, 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТУРПАК С.М., зав. каф.		
2	ТУРПАК С.М., зав. каф.		
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)

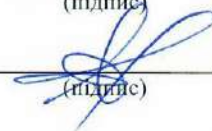


(підпис)

Олександр ЛУКЬЯНЧИКОВ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)



(підпис)

Сергій ТУРПАК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 84 с., 49 рис., 4 табл., 21 джерело.

МАШИНОКОМПЛЕКТИ, АВТОМОБІЛЕБУДІВНИЙ ЗАВОД, НАВАНТАЖЕННЯ, ПОРТ, ПРОМИСЛОВИЙ ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки машинокомплектів на автомобілебудівний завод.

Мета роботи – аналіз та вибір найбільш економічного та екологічного варіанту доставки машинокомплектів на автомобілебудівний завод.

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

Дослідження проводились у сфері післявоєнного відновлення Запорізького регіону, об'єктом дослідження є Запорізький автомобілебудівний завод. Поставлені задачі вирішувались в умовах невизначеності, спираючись на дані минулих періодів та ґрунтуючись на використанні географічних сприятливих особливостей обраних об'єктів дослідження із прогнозуванням сприятливого подальшого стану, наявності належної фінансової підтримки. Визначені економічні та екологічні показники за трьома варіантами доставки, один з яких передбачає відновлення судноплавства на Дніпрі, встановлено найбільш ефективний з них.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Плани післявоєнного відновлення ЗАТ «ЗАЗ»	9
1.1.1 Передвоєнні плани підприємства	9
1.1.2 Існуючі переваги транспортної географії підприємства	12
1.2 Складський комплекс підприємства	14
1.3 Аналіз шляхів доставки вантажів до підприємства	19
1.3.1 Доставка водним транспортом	19
1.3.2 Доставка автомобільним транспортом	21
1.3.3 Доставка залізничним транспортом	22
1.4 Загальна характеристика транспорту автомобілебудівного заводу	23
1.5 Постановка задач дослідження	25
2 Основна частина	27
2.1 Аналіз вхідних вантажопотоків	27
2.2 Моделювання процесу доставки контейнерів на автомобілебудівний завод	29
2.2.1 Задання потоку контейнерів	29
2.2.2 Обробка замовлень в системі	31
2.2.3 Показники роботи системи	51
2.3 Результати моделювання	54

3 Економічна частина	56
3.1 Формування підходу до економічних розрахунків та обґрунтування обраного дослідження	56
3.2 Вартість доставки контейнерів до підприємства	58
3.3 Доставка контейнерів за 1 варіантом	61
3.4 Доставка контейнерів за 2 варіантом	62
3.5 Доставка контейнерів за 3 варіантом	63
3.6 Результати економічного аналізу	64
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	66
4.1 Аналіз потенційних небезпек	66
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	67
Висновки	69
Перелік посилань	71
ДОДАТОК А. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК	74
ДОДАТОК Б. ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ	76
ДОДАТОК В. РОЗРАХУНОК ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, НАПРУЖЕНОСТІ ПРАЦІ	78

ВСТУП

Запорізький автомобілебудівний завод має певні переваги розвитку в умовах післявоєнного відновлення транспортної системи Запорізького регіону, обумовлені географічним положенням та існуючими технологічними здобутками минулих періодів.

Дане підприємство ще декілька років тому було одним з найперспективніших в нашій країні, але наразі через негативний фінансовий стан перебуває у недіючому стані, так само, як розташована поруч нього станція Запоріжжя-Пристань.

Дана станція свого часу призначалась для обслуговування другого району Запорізького річкового порту, транспортні потужності якого наразі обмежені через відсутність судноплавства у нижній частині Дніпра через руйнування греблі Каховської ГЕС.

Аналізуючи ситуацію в умовах невизначеності, є можливість спиратись лише на дані минулих періодів та на плани щодо відновлення греблі Каховської ГЕС.

Пунктом відправлення вантажів – машинокомплектів – був у минулому Чорноморський морський порт з доставкою у 40-футових стандартних контейнерах.

У проєкті планується розглянути різні варіанти доставки:

- водними шляхами з Чорноморського порту через Чорне море та річку Дніпро до причалів другого району Запорізького порту, а звідти – власним залізничним транспортом підприємства;
- залізничним транспортом, спираючись на минулий досвід підприємства;
- автомобільним транспортом.

В умовах невизначеності доцільним буде використання імітаційного моделювання, використовуючи безкоштовну версію програмного середовища Енілоджік.

Крім того, для визначення параметрів моделювання, корисним буде використання методів статистичного аналізу.

Проведення досліджень може бути корисним у післявоєнному відновленні транспортної системи Запорізької області.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Плани післявоєнного відновлення ЗАТ «ЗАЗ»

1.1.1 Передвоєнні плани підприємства

Перед початком військових дій на 2022 рік підприємство планувало продовження випуску автомобілів наступних моделей [1-3]:

- KIA RIO sedan (рисунок 1.1);
- KIA RIO X;
- Renault ARKANA;
- автобус ЗАЗ-A08;
- автобус ЗАЗ-A10.



Рисунок 1.1 – KIA RIO sedan

ЗАЗ А08 (рисунок 1.2) передбачав використання кузова власної конструкторської розробки. Дизельний двигун Weichai обсягом 3 літра мав повною мірою відповідати стандартам EURO-6.



Рисунок 1.2 – Автобус ЗАЗ А08

В нашій країні тільки дане підприємство здійснювало повний цикл виробничого процесу виготовлення автомобілів, при цьому мало можливість проводити такі процеси:

- штампування;
- зварювання;
- фарбування;
- безпосередньо збирання автомобіля.

На підприємстві створено і постійно удосконалюється якісно нове сучасне високотехнологічне виробництво. Пріоритетами «ЗАЗ» є постійне прагнення удосконалювати власну продукцію, робота над впровадженням нових ідей і розширення модельного ряду автомобілів:

Виробничі лінії за своєю потужністю могли здійснювати виготовлення понад 150 000 автомобілів на рік.

Використовувались автоматизовані та роботизовані лінії з контролем якості на етапах виробництва (рисунки 1.3, 1.4).



Рисунок 1.3 – Роботизована кузовна лінія підприємства



Рисунок 1.4 – Технологічна автоматизована стадія фарбування

1.1.2 Існуючі переваги транспортної географії підприємства

Одним із можливих факторів перспективного розвитку та післявоєнного відновлення ЗАТ «ЗАЗ» є сприятливі особливості розташування підприємства. Слід особливо відмітити наступні:

- підприємство розташоване безпосередньо на початку головної транспортної артерії пасажирського сполучення міста – проспекту Соборного. Крім того, до підприємства примикають наймасштабніші житлові спальні райони лівобережжя, що свідчить про зручність доставки працівників та велику перевагу привабливості підприємства в цьому контексті;
- з іншого боку від підприємства проходить найпотужніша автодорога міста – Прибережна магістраль, яка має по три полоси руху в обох напрямках. Доставка вантажів автотранспортом до або від підприємства не має вузьких місць та очевидним ще є наявність великого резерву пропускної спроможності;
- поруч розташована залізнична станція Запоріжжя 1;
- залізнична лінія від станції Запоріжжя 1 пролягає до підприємства та проходить скрізь нього, перетинаючи Набережну магістраль, з'єднуючись зі станцією Запоріжжя-Пристань, що переходить у причальні лінії другого вантажного району Запорізького річкового порту. Певним недоліком є занепад даної станції в дійсний час через її тривале невикористання. Це свідчить про неправильну транспортну політику.

На рисунку 1.5 показана схем розташування вищеописаних об'єктів:

- Прибережної магістралі;
- залізничної станції Запоріжжя-Пристань;
- річкового порту.

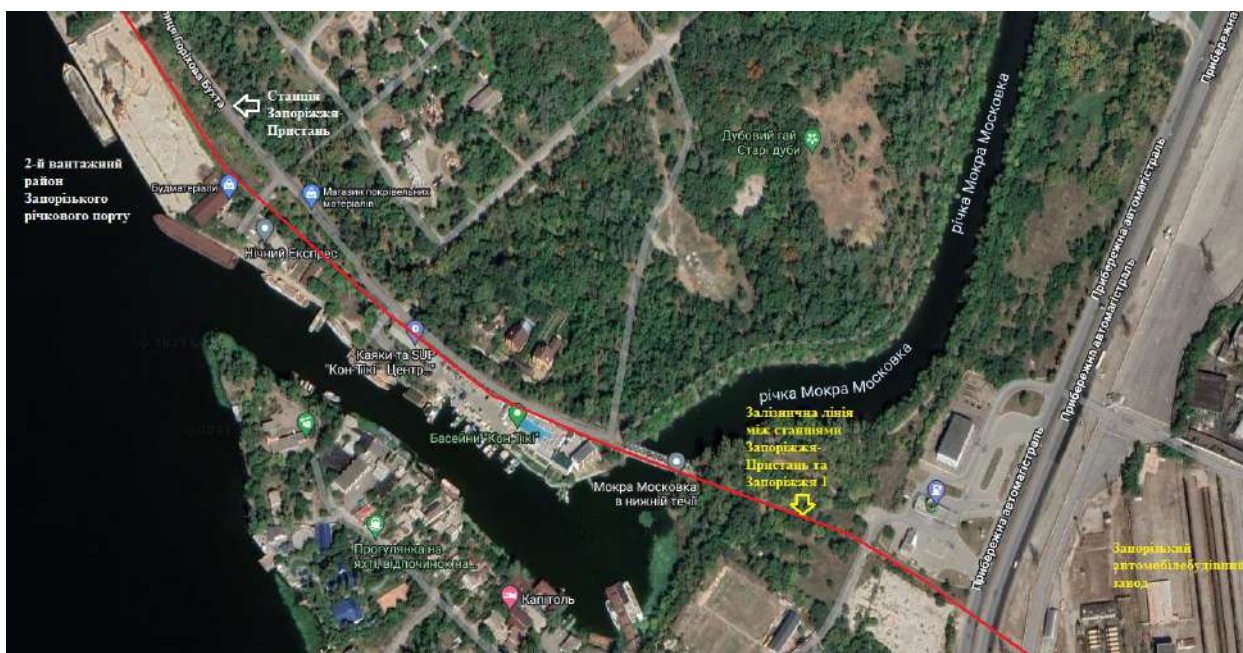


Рисунок 1.5 – Залізничне сполучення Запорізького автомобілебудівного заводу зі станцією Запоріжжя-Пристань

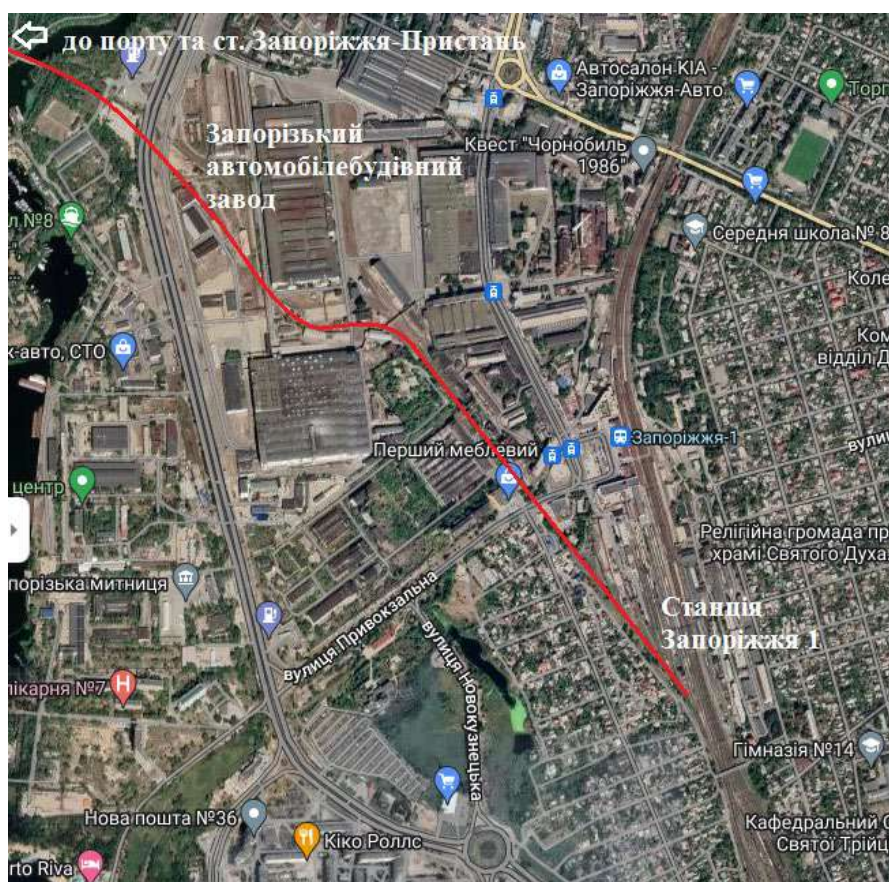


Рисунок 1.6 – Залізничне сполучення Запорізького автомобілебудівного заводу зі станцією Запоріжжя 1

1.2 Складський комплекс підприємства

В центрі підприємства розташований складський комплекс СК 1, саме туди надходять вантажі (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Шлюзи складського комплексу СК-1

Передавання вантажів до СК 1 здійснюється через сім шлюзів – спеціальних воріт, які ведуть до складських приміщень.

Ворота пристосовані для вивантаження автотранспорту фронтальними навантажувачами, підлога складу знаходиться на одному рівні з підлогою вантажівок.

Для розвантаження контейнерів, що доставляються залізничним транспортом, необхідним є використання спеціальних підставок, які показані на рисунку 1.7.

Контейнерна площадка показана на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Контейнерна площадка СК 1

В середині СК 1 має наступні елементи (рисунок 1.9):

- зону розвантаження, де також здійснюється приймання вантажів перед доставки на місце складування;
- за зоною розвантаження одразу розташовані вантажні ліфти, як дозволяють використовувати складські площі другого поверху;
- поруч із зоною розвантаження є зона митного оформлення;
- передбачена також ділянка накопичення тари – переважно дерев'яних європіддонів.

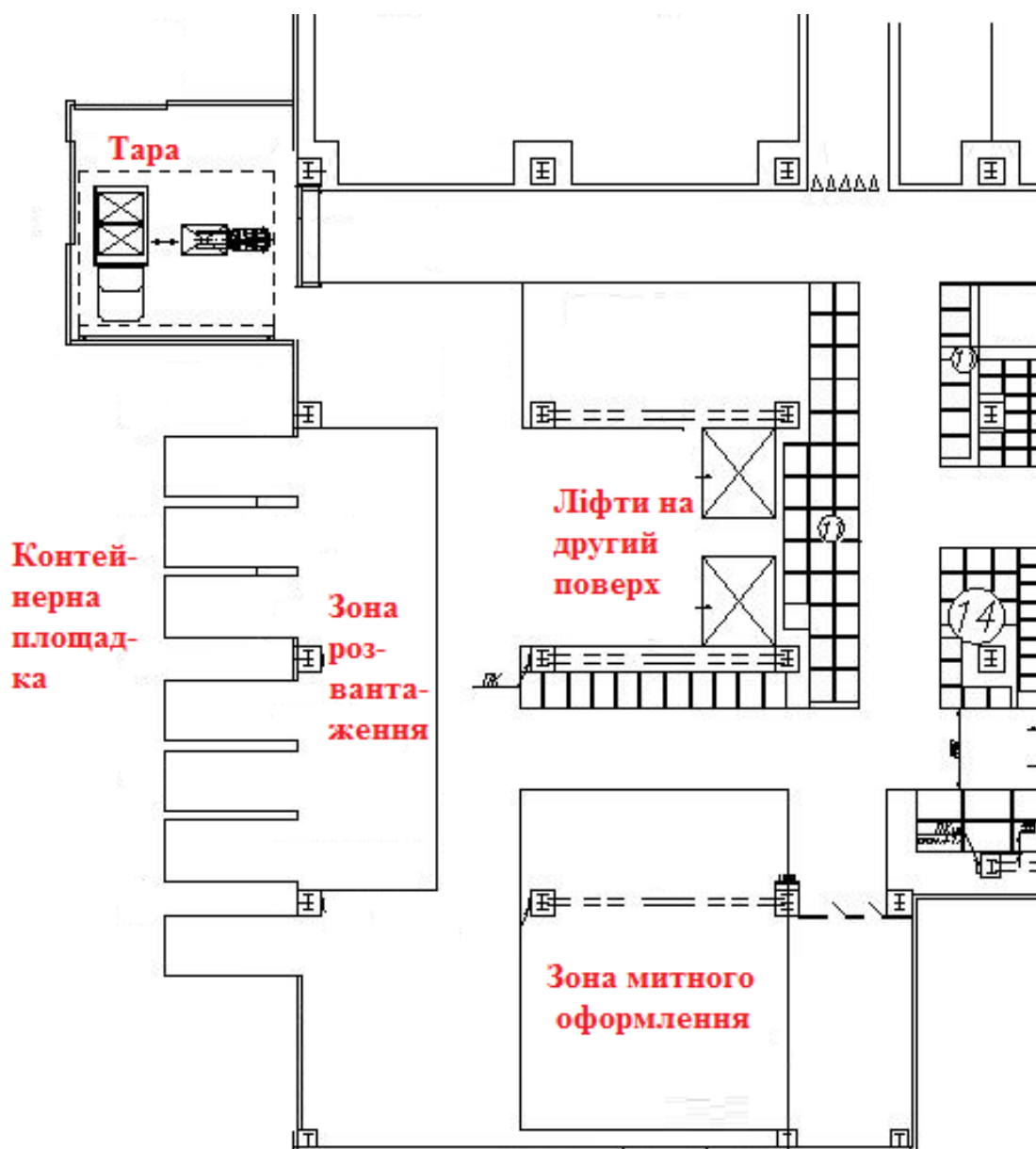


Рисунок 1.9 – Структура СК 1

Підприємство також має можливість розміщувати контейнери на інших ділянках, не обладнаних стаціонарними вантажопідйомними кранами, для переміщення інтермодальних транспортних одиниць використовуються спеціальні навантажувачі – річстакери (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Вантажні операції з контейнерами, що виконуються річстакерами

На рисунку 1.11 показане місце розташування відкритої ділянки для зберігання контейнерів, яка обслуговується даними спеціалізованими навантажувачами.



Рисунок 1.11 – Відкрита ділянки для зберігання контейнерів

З огляду на розташування СК 1 можна зробити висновки, щодо можливості обслуговування його як залізничним, так і автомобільним транспортом та відмітити незначну відстань від залізничних станції Запоріжжя 1, Запоріжжя-Пристань.

Слід відзначити, що станція Запоріжжя-Пристань є не працюючою останні роки, шляхи сполучення занедбані та потребують витрат на відновлення.

1.3 Аналіз шляхів доставки вантажів до підприємства

1.3.1 Доставка водним транспортом

Завдяки сервісу [4] встановимо відстань доставки морським шляхом від порту Чорноморськ до Херсонського порту (рисунок 1.12).

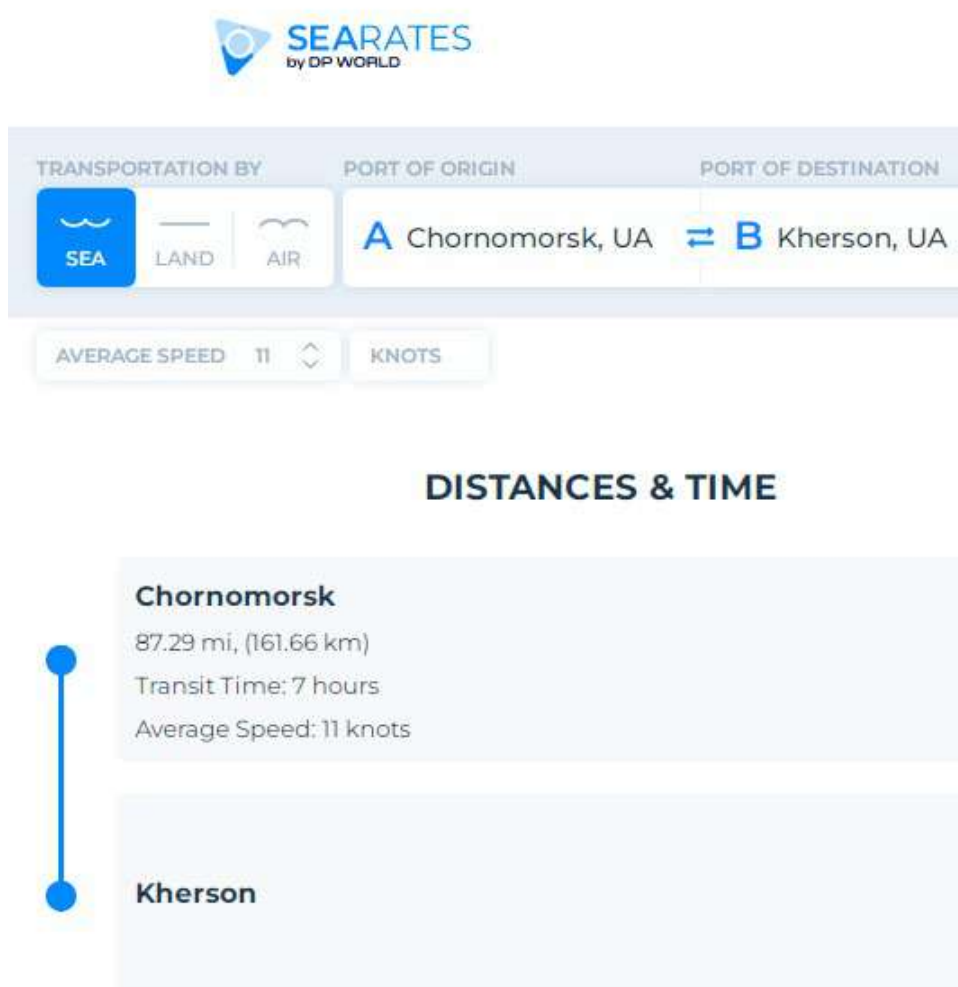


Рисунок 1.12 – Відстань доставки морським шляхом від порту Чорноморськ до Херсонського порту

Відстань доставки річкою Дніпро встановлюємо за інформацією, яка була актуальною до руйнування греблі Каховської ГЕС [5-8] – рисунок 1.13.

Пункти	р. Дніпро										
	Устя р. При-п'ять	Київ	Черкаси	Кременчук (порт)	Кам'янське	Дніпро	Запорізький річковий порт	Запоріжжя	Запоріжжя	Нова Каховка	Херсон
Устя р. Прип'ять	-	85	293	412	520	558	645	655	740	865	929
Київ	85	-	208	327	435	473	560	570	655	780	844
Черкаси	293	208	-	118	226	264	351	361	446	571	635
Кременчук (порт)	412	327	118	-	112	150	237	247	332	457	521
Кам'янське	520	435	226	112	-	38	125	135	220	345	409
Дніпро	558	473	264	150	38	-	87	97	182	307	371
Запорізький річковий порт	645	560	351	237	125	87	-	10	95	220	284
Запоріжжя	655	570	361	247	135	97	10	-	85	210	274
Нікополь	740	655	446	332	220	182	95	85	-	125	189
Нова Каховка	865	780	571	457	345	307	220	210	125	-	64
Херсон	929	844	635	521	409	371	284	274	189	64	-
Чорнобиль	30	115	323	442	550	588	675	685	770	895	959
Чернігів	279	216	424	543	651	689	776	786	871	996	1060
Миколаїв - новий порт	1052	967	758	644	532	494	407	397	318	187	123

Рисунок 1.13 – Відстань доставки морським шляхом від Херсонського до Запорізького річпорту

Таким чином, загальна відстань доставки від порту Чорноморська до другого району Запорізького порту становить:

$$162 + 284 = 446 \text{ км.}$$

Тривалість руху суден, враховуючи середню швидкість 11 вузлів = 20,37 км/год. становитиме близько:

$$446 / 20,37 = 22 \text{ години.}$$

1.3.2 Доставка автомобільним транспортом

Можливі маршрути руху автопоїздів показані на рисунку 1.14.

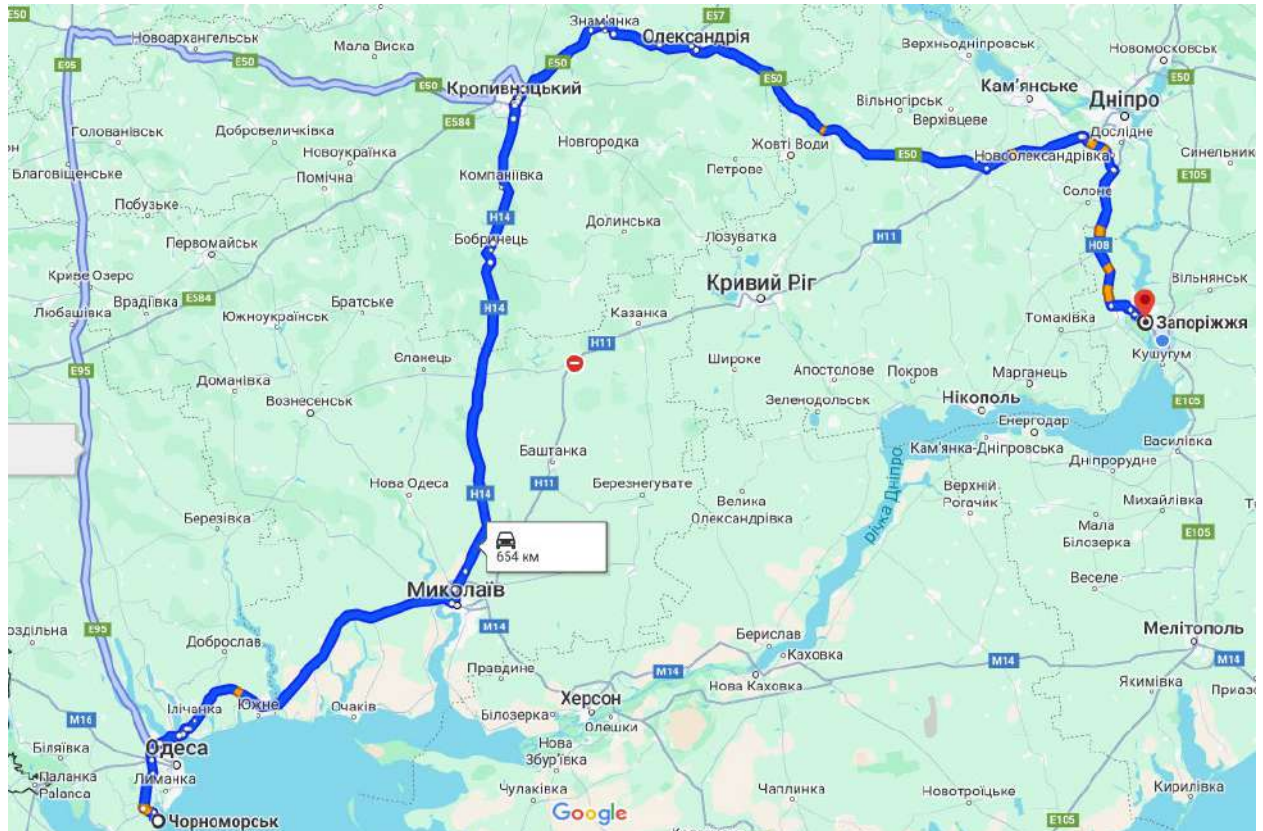


Рисунок 1.14 – Маршрути руху автопоїздів

Відстань перевезень становить 654 км, при середній швидкості руху 60 км/год.:

$$654 / 60 = 11 \text{ годин.}$$

Врахуємо це в розрахунках основної частини.

1.3.3 Доставка залізничним транспортом

Маршрут доставки залізницями України показаний на рисунку 1.15.



Рисунок 1.15 – Маршрут доставки залізницями України

Згідно позначеного маршруту доставки відстань становить 909 км.

1.4 Загальна характеристика транспорту автомобілебудівного заводу

Доставка з зовнішньої мережі до автомобілебудівного заводу забезпечувалась залізничним і автомобільним транспортом.

Транспортування вантажів у межах підприємства, зокрема, зі складів до виробничих цехів забезпечується електрокарами, вантажним автотранспортом та тракторами з причіпними візками. Так само цими ж транспортними засобами здійснюються внутрішньоцехові перевезення.

Також використовуються застосовуються легкові автомобілі-пікапи власного виробництва.

Для виконання вантажно-розвантажувальних операцій використовуються електронавантажувачі, автонавантажувачі, електричні козлові та мостові крани та ін. підйомно-транспортні машини.

Залізничний транспорт здебільшого задіяний для перевезення контейнерів на платформах із зовнішньої мережі до складів заводу та для відправлення готової продукції споживачам у спеціальному рухомому складі.

Загальна потужність технічних засобів залізничного підрозділу:

- п'ять локомотивів (ТГМ-2В та ТГМ-4);
- три крани на залізничному ході;
- 12 вагонів власного парку (переважно – платформи та криті, дві цистерни та два думпкари).

Автомобілотransпорт, так само забезпечує зовнішні та внутрішні перевезення. Цехом автомобільного транспорту (ЦАТ) забезпечує технічне обслуговування наявного власного транспорту, а саме:

- 89 вантажних автомобілів;
- 25 автонавантажувачів;
- 17 легкових автомобілів;

- 9 автобусів;
- 46 тракторів.

До складу ЦАТ входять об'єкти:

- виробничий корпус;
- автомийка;
- адміністративно-побутовий корпус;
- очисні спорудження.

Цех електротранспорту (ЦЕТ) призначений для обслуговування лише внутрішньозаводські перевезення.

Електронавантажувачі виконують внутрішньо- та міжцехові перевезення.

У ЦЕТ наявні:

- 83 електрокари;
- 104 електронавантажувачі.

Більше половини з них закріплюється за певними виробничими підрозділами.

40-футові контейнери перевозяться на фітингових платформах місткістю – один контейнер. Максимальна вага контейнеру з машинокомплектами усередині становить до 20 тонн.

Стандартне наповнення одного 40-футового контейнера тарою:

- 12 розібраних металевих піддонів і 12 одиниць тари;
- 12 одиниць порожньої тари для силових агрегатів.

Засоби механізації для вантажних операцій з контейнерами на платформах – козловий (мостовий) кран, або залізничний кран зі спеціальним захоплювачем вантажопідйомністю не менш 25 тонн, навантажувач типу «Кальмар».

Переміщення палети з двома машинокомплектами при розвантаженні контейнера на СК 1 виконується навантажувачем (5 тонн).

1.5 Постановка задач дослідження

Оскільки в якості об'єкта дослідження обрано Запорізький автомобілебудівний завод, який ще декілька років потому був одним з перспективних підприємств в Україні, а наразі перебуває у складному становищі, в магістерській роботі будемо сподіватись на його післявоєнне відновлення.

Привертає увагу наявність поруч із підприємством зручно розташованої залізничної інфраструктури – станції Запоріжжя-Пристань, яка вже тривалий час не використовується.

Слід розглянути та проаналізувати можливість відновлення підприємства та даної станції у мирний час.

Це є актуальним у разі відновлення постраждалої через військові дії греблі Каховської ГЕС та, відповідно, судноплавства у нижній частині річки Дніпро, оскільки станція Запоріжжя-Пристань обслуговувала другий район Запорізького річкового порту.

Тож поставлені задачі плануємо розв'язати, знаходячись в умовах невизначеності. При цьому будемо спиратись на дані минулих періодів.

В якості пункту відправлення обираємо Чорноморський порт, який раніше використовувався як базовий пункт постачання машинокомплектів та елементів автотранспортних засобів.

Доставка вантажів здійснювалась у стандартних 40-футових контейнерах.

Розглянемо наступні варіанти доставки контейнерів до автомобілебудівного заводу:

- водним транспортом з порту Чорноморська через Чорне море та річку Дніпро до причалів другого району Запорізького порту, а

звідти – через колії станції Запоріжжя-Пристань власним залізничним транспортом підприємства;

- перевезення залізницями України составами, орієнтуючись на минулий досвід;
- доставка автомобільним транспортом.

Найбільш доцільним у цьому випадку (в умовах невизначеності) є використання методу імітаційного моделювання.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз вхідних вантажопотоків

В довоєнний період стабільної роботи підприємства контейнери з комплектуючими доставлялись автомобільним та залізничним транспортом у 40-футових контейнерах. Доставка залізницею відбувалась составами розміром від 26 до 30 контейнерів у кожному.

На рисунку 2.1 наведено результати аналізу кількості контейнерів у составах на основі рекомендацій [9,10].

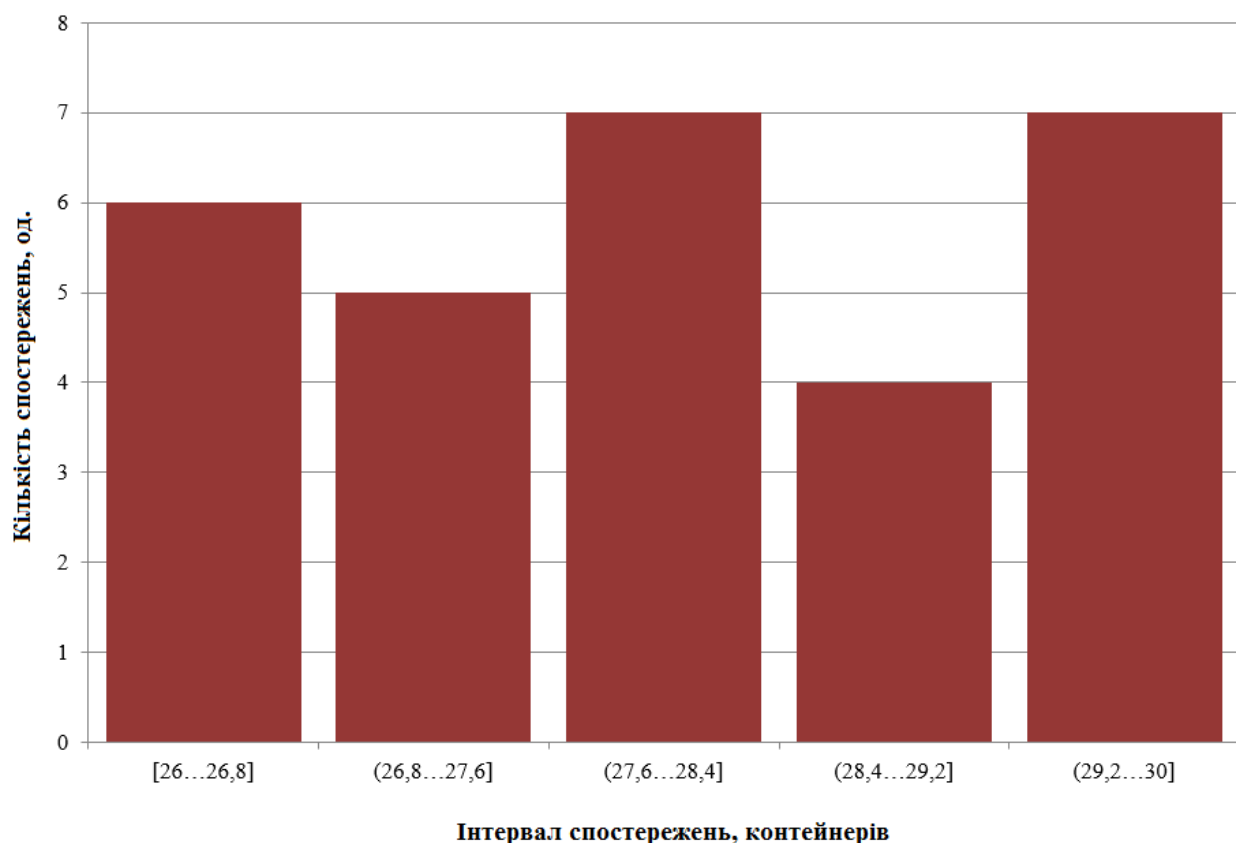


Рисунок 2.1 – Аналіз кількості контейнерів у составах

Основні параметри аналізованої вибірки:

- максимальна кількість контейнерів 30;

- мінімальна кількість контейнерів 26;
- середня кількість контейнерів 28;
- стандартне відхилення, конт. 1,48.

Отримана діаграма свідчить про відповідність розподілу рівномірному закону.

Інтервали часу прибуття составів характеризуються діаграмою, наведеною на рисунку 2.2.

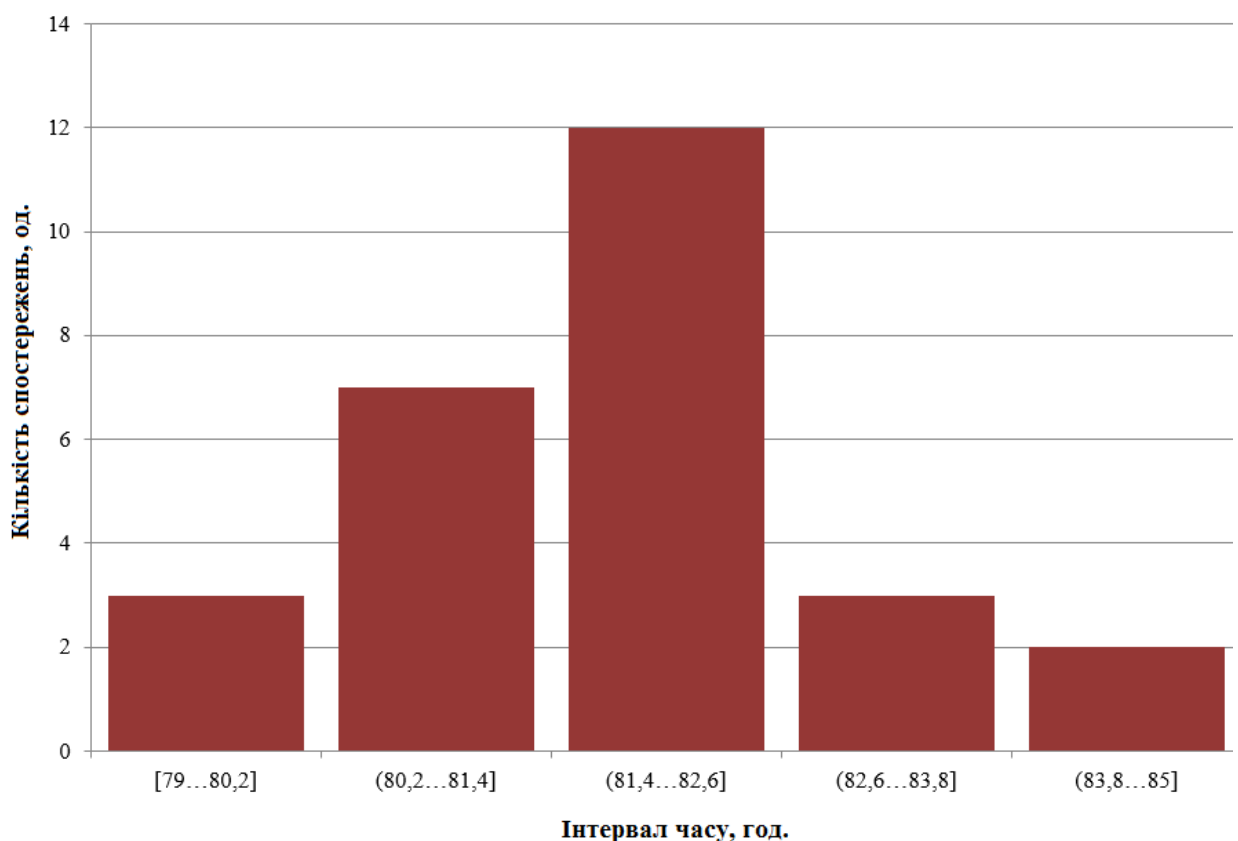


Рисунок 2.2 – Аналіз інтервалів часу прибуття составів з контейнерами

Характеристики ряду:

- максимальний інтервал, год. 85;
- мінімальний інтервал, год. 79;
- середній час, год. 81,7;
- стандартне відхилення, год. 1,27.

Розподіл на діаграмі більшою мірою відповідає нормальному закону.

2.2 Моделювання процесу доставки контейнерів на автомобілебудівний завод

2.2.1 Задання потоку контейнерів

Відповідно до проаналізованих вище даних, задаємо вхідний вантажопотік контейнерів у об'єкті `s_BlackSea` типу `Source`, що показано на рисунку 2.3.

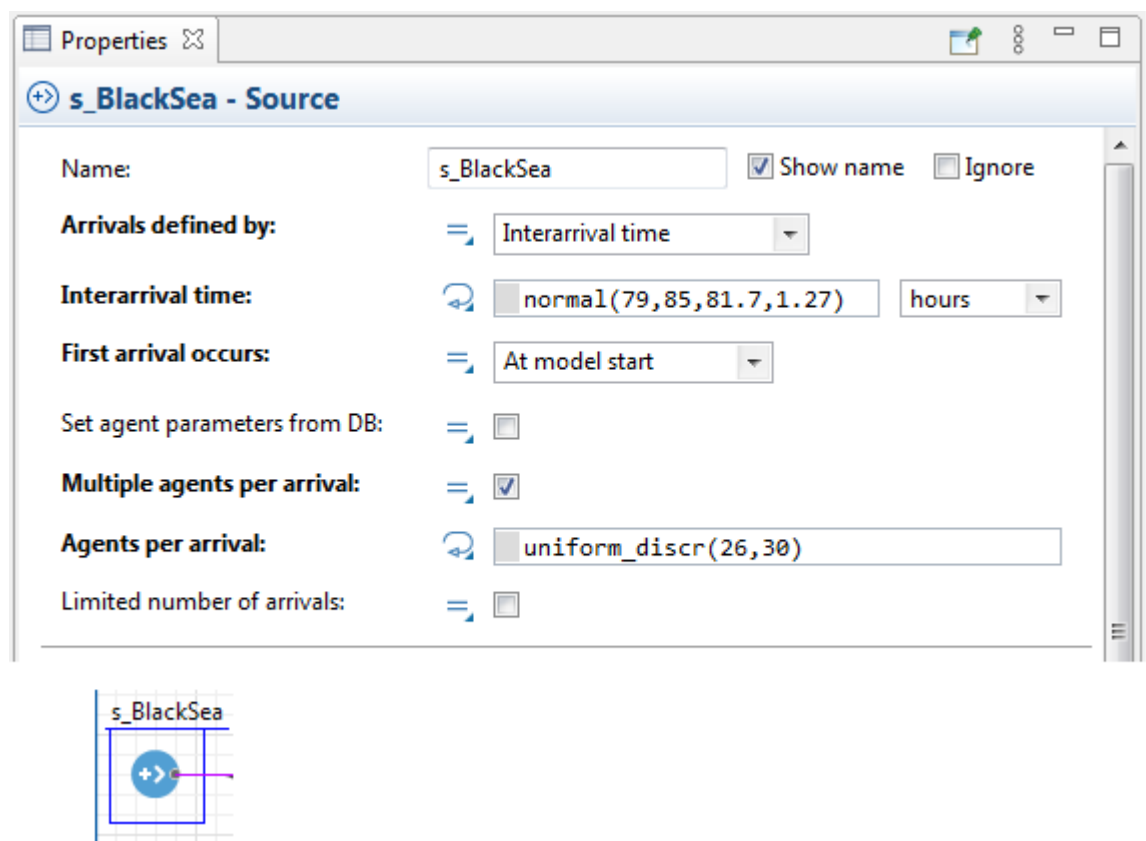


Рисунок 2.3 – Об'єкт `s_BlackSea`

Серед переліку різних варіантів задання вхідного потоку, що показані на рисунку 2.4, обираємо інтервали часу.

Закон розподілу інтервалів – нормальний усічений з параметрами:

$\text{normal}(79,85,81.7,1.27),$

де перші два числа – мінімальне та максимальне значення, останні два – середнє значення та стандартне відхилення, відповідно.

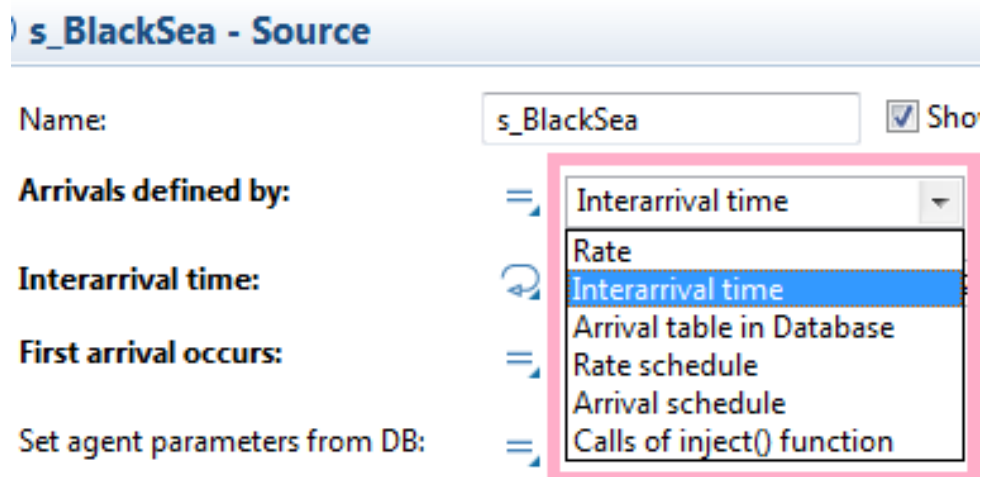


Рисунок 2.4 – Вибір способу задання вхідного потоку контейнерів

Також обираємо кількість контейнерів за одну генерацію події:

$\text{uniform_discr}(26,30),$

що є рівномірно розподіленою величиною (uniform) з дискретними цілими значеннями (discr).

Надалі формуємо блок, що припиняє проходження замовленнями-контейнерами подальших ланцюгів програми по завершенню встановленого періоду моделювання – один календарний місяць.

2.2.2 Обробка замовлень в системі

Це реалізовано на основі використання елементу вибору шляху замовлення Month_End типу SelectOutput – рисунок 2.5.

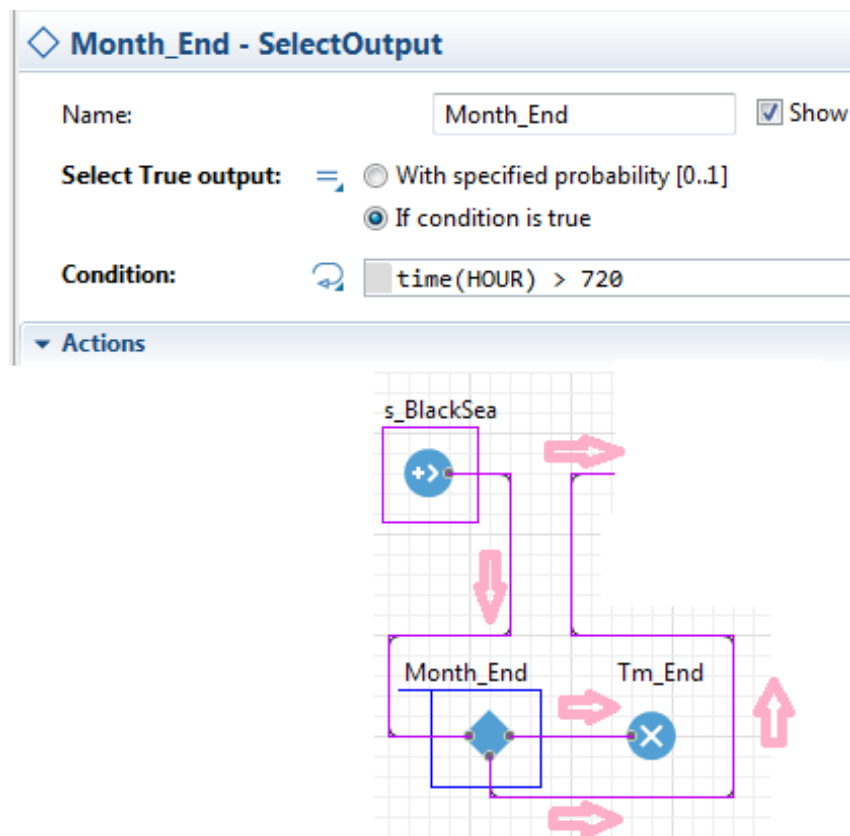


Рисунок 2.5 – Об'єкт Month_End

Цей об'єкт має вхід, до якого заходять згенеровані замовлення-контейнери, та два виходи.

За виконання умови `time(HOUR) > 720` – перевищення показником поточного модельного часу, що перевіряється при кожному входженні замовлення, тривалості одного місяця – 720 годин, замовлення знищуються об'єктом `Tm_End`.

При цьому проходження іншими замовленнями елементів програми не зупиняється, даючи змогу знівелювати ефект старту програми, за якого усі елементи ще є вільними, що не відповідає реальним умовам, оскільки за роботи підприємства процес вантажних та виробничих процесів не зупиняється, тож по більшості об'єктів проводяться роботи.

Надалі замовлення розподіляються ще одним аналогічним об'єктом – Sea_or_earth (рисунок 2.6).

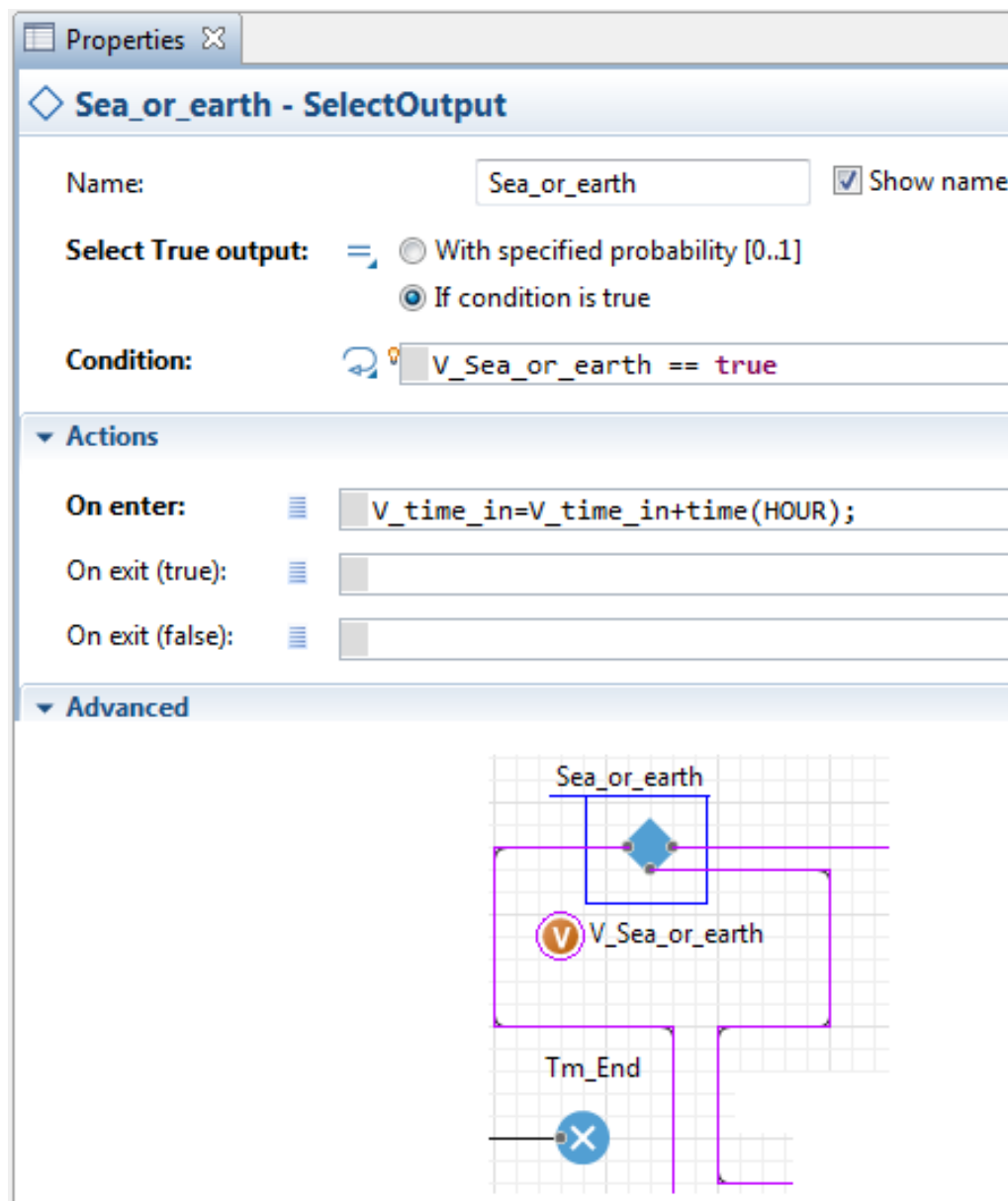


Рисунок 2.6 – Об'єкт Sea_or_earth

У відповідності до значення змінної `V_Sea_or_earth` типу `Boolean` – `true` або `false`, здійснюється вибір шляху подальшої обробки замовлень – за технологією доставки водним транспортом, або наземними видами.

На рисунку показаний варіант використання водного транспорту – у полі `Condition` зазначено:

```
V_Sea_or_earth == true.
```

При вході замовлень в цьому об'єкті також фіксується цей момент часу:

```
V_time_in=V_time_in+time(HOUR);,
```

для цього використовується змінна `V_time_in` типу `double`.

Черговим об'єктом є елемент вибору наземного виду транспорту `Rail_or_auto` – рисунок 2.7.

У цьому об'єкті перевіряються умова:

```
V_Rail_or_auto == true,
```

за що відповідає змінна `V_Rail_or_auto` типу `Boolean`.

Завдяки змінним `V_Sea_or_earth` та `V_Rail_or_auto` дослідник має можливість управління процесом моделювання відповідно до обраного типу транспорту.

Надалі в програмі реалізуються транспортно-технологічні процеси обробки замовлень-контейнерів.

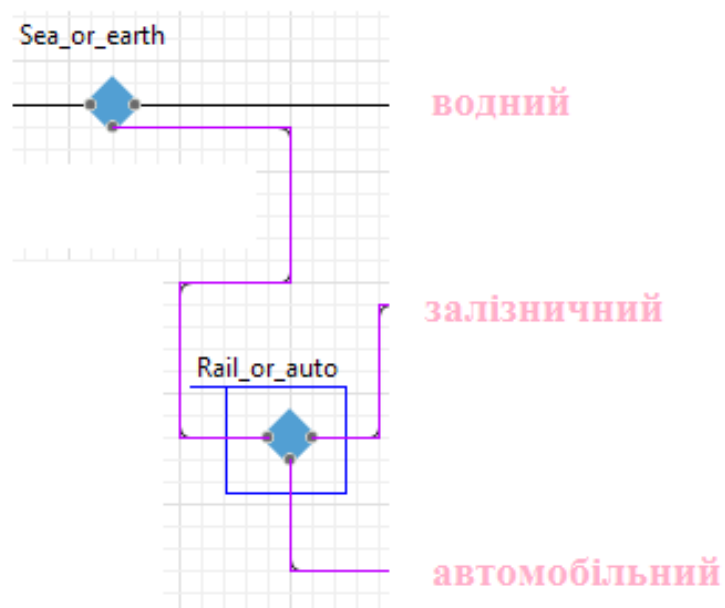
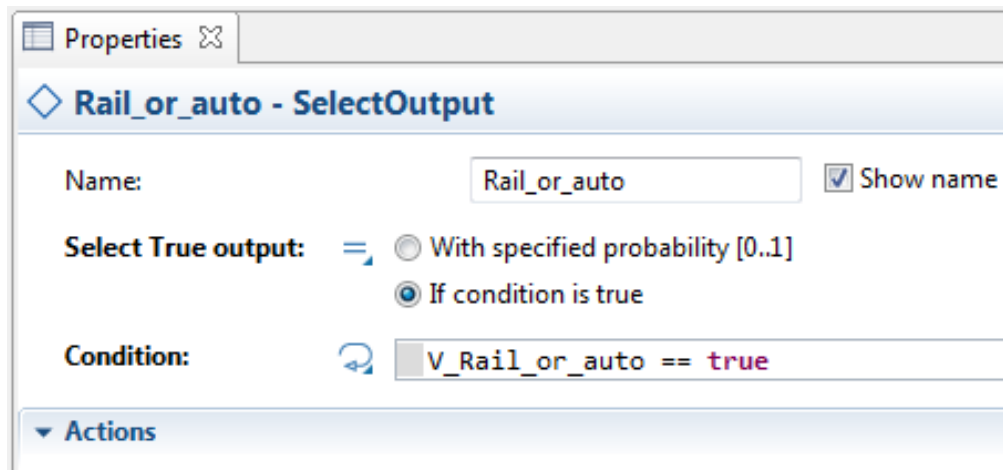


Рисунок 2.7 – Об'єкт Rail_or_auto

Початковий ланцюг використання водного виду транспорту наведений на наступному рисунку 2.8.

Там показані об'єкти:

- que_Sea типу черга;
- d_Sea типу «затримка»;
- btch_Sea типу «група».

Об'єкт `que_Sea` імітує процес знаходження контейнерів на складі в пункті відправлення, якщо в програмі не буде передбачено черги, замовлення не зможуть зберігатись в багатьох інших об'єктах, що може викликати помилку при роботі моделі.

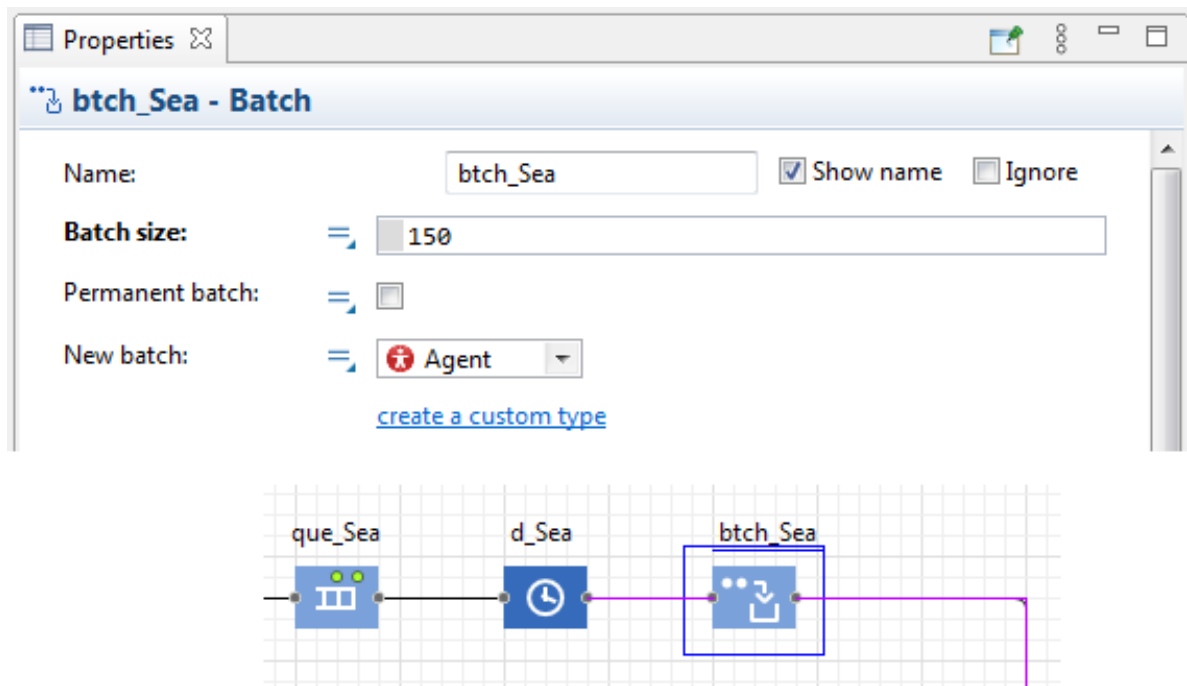


Рисунок 2.8 – Об'єкт `btch_Sea`

Об'єкт `btch_Sea` групує контейнери у партію, що відповідає місткості судна. Судноплавство у мирні часи обмежувалось вантажністю суден у 3000-3500 тонн через рівень річки близько 4 метрів.

Тож встановлюємо місткість судна – 150 контейнерів, за даними аналізу, виконаному у першому розділі, вага контейнеру не перевищує 20 тонн. Аналогічним чином працює ланцюг з об'єктів роботи залізничного транспорту:

- `que_Rail` типу черга;
- `d_Rail` типу «затримка»;
- `btch_Rail` типу «група»,

які показні на рисунку 2.9.

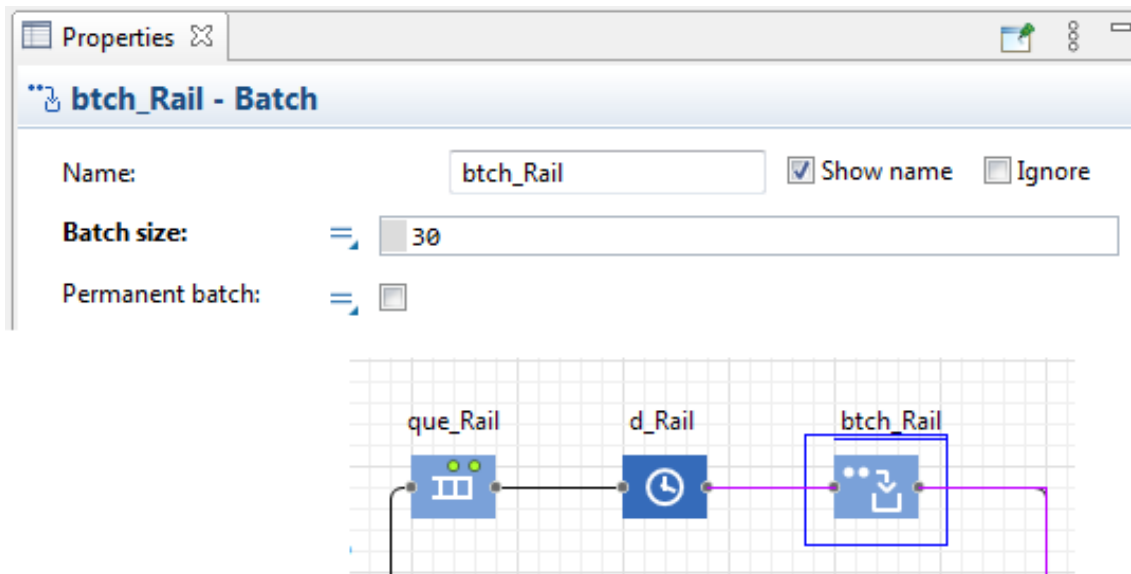


Рисунок 2.9 – Об'єкт btch_Rail

Об'єкт btch_Rail здійснює групування вагонів с контейнерами, розмір составів становить 30 одиниць.

Обробка автомобільного транспорту не передбачає групування – рисунок 2.10.

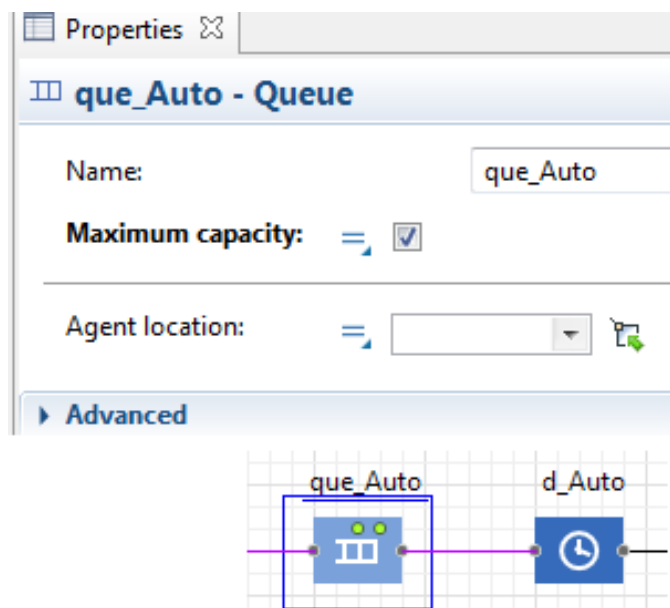


Рисунок 2.10 – Об'єкт que_Auto

Обробка контейнерів за умови використання водного транспорту для доставки передбачає наступні елементи – рисунок 2.11.

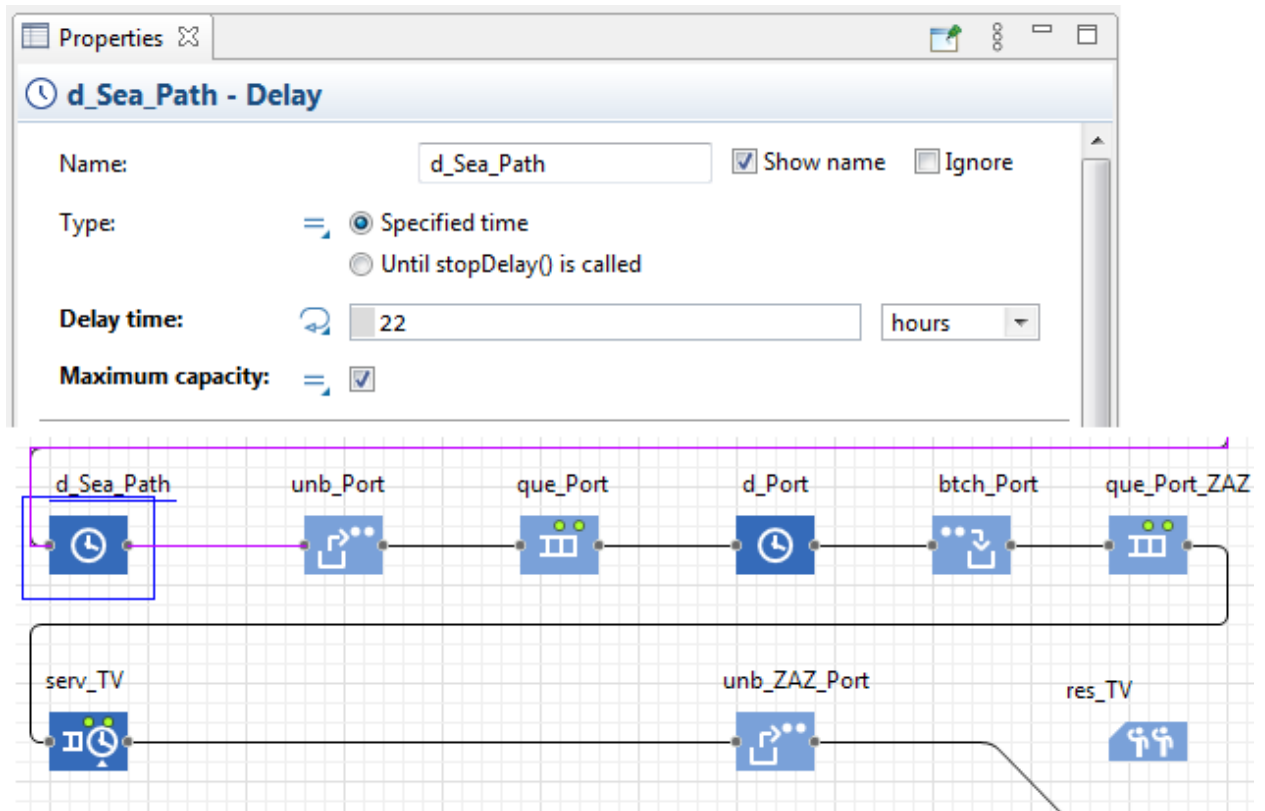


Рисунок 2.11 – Обробка контейнерів за умови використання водного транспорту для доставки контейнерів

Кожен елемент виконує наступні функції:

- d_Sea_Path – виконує функцію затримки на час доставки судна з контейнерами до Запоріжжя;
- unb_Port розгрупує елементи для подальшої обробки з перевантаження на власний залізничний транспорт;
- que_Port імітує склад контейнерів на другому районі Запорізького порту;
- d_Port імітує (шляхом затримки) перевантаження контейнерів на власний залізничний рухомий склад;
- btch_Port групує партії вагонів з контейнерами – рисунок 2.12.

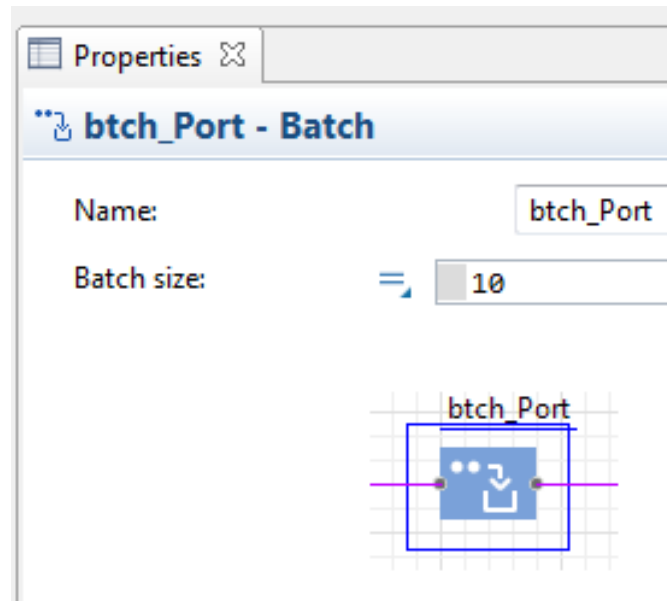


Рисунок 2.12 – Об'єкт btch_Port

Черга que_Port_ZAZ формує чергу очікування доставки вагонів до підприємства з порту, імітація доставки потребує використання ресурсів – власних локомотивів (рисунок 2.13).

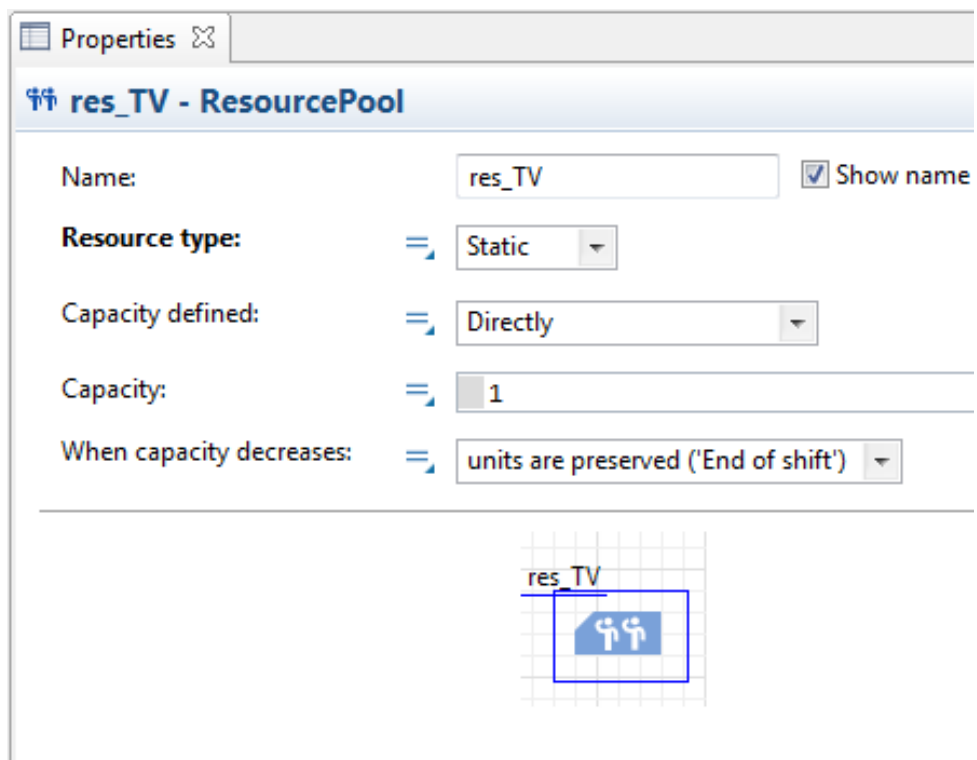


Рисунок 2.13 – Ресурс – локомотив

Імітація використання локомотиві здійснюється об'єктом `serv_TV` – рисунок 2.14.

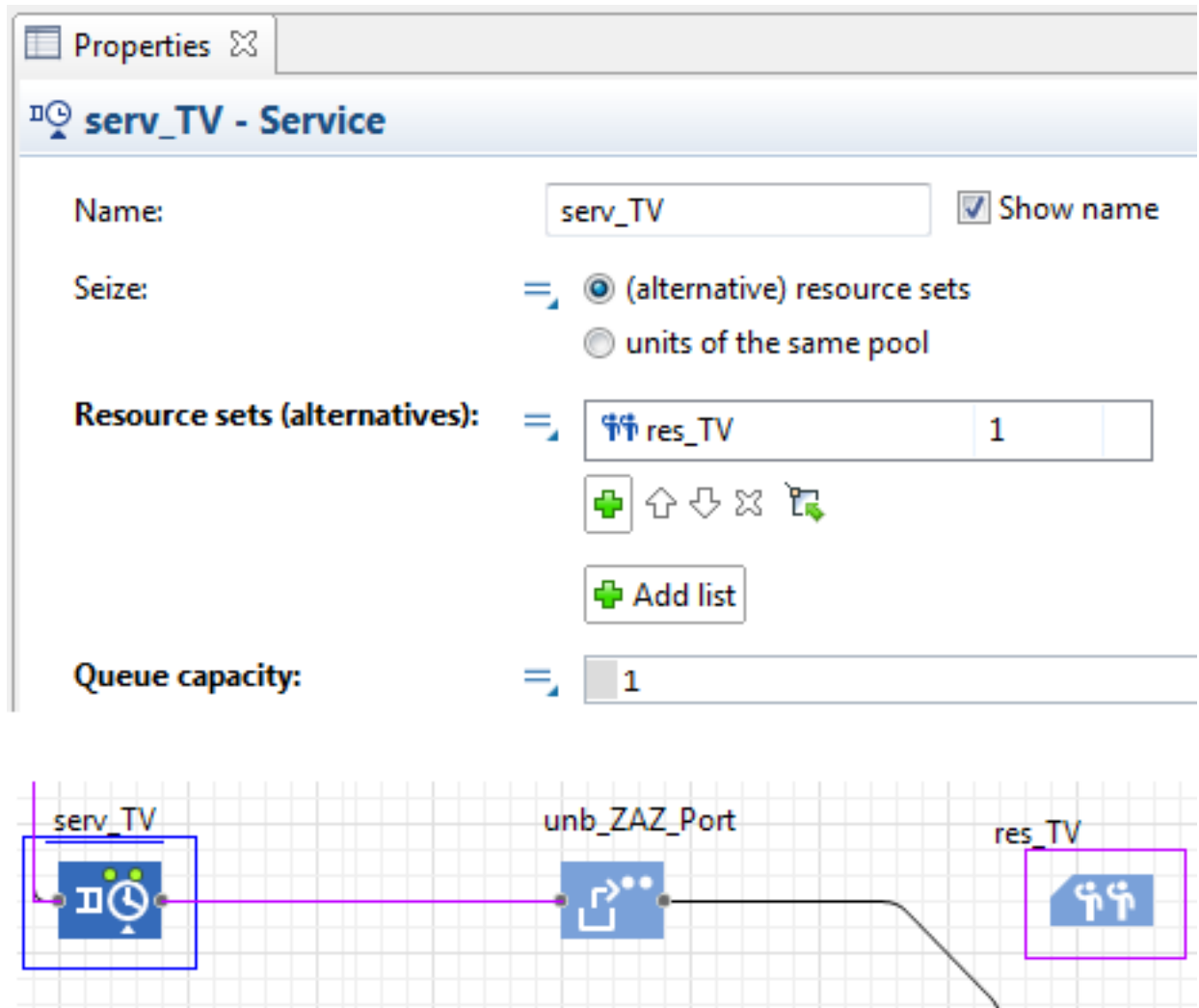


Рисунок 2.14 – Об'єкт `serv_TV`

Наступним етапом після доставки составів з порту локомотивом є розгрупування контейнерів до процесу розвантаження.

Процес доставки контейнерів залізничним транспортом показаний на рисунку 2.15.

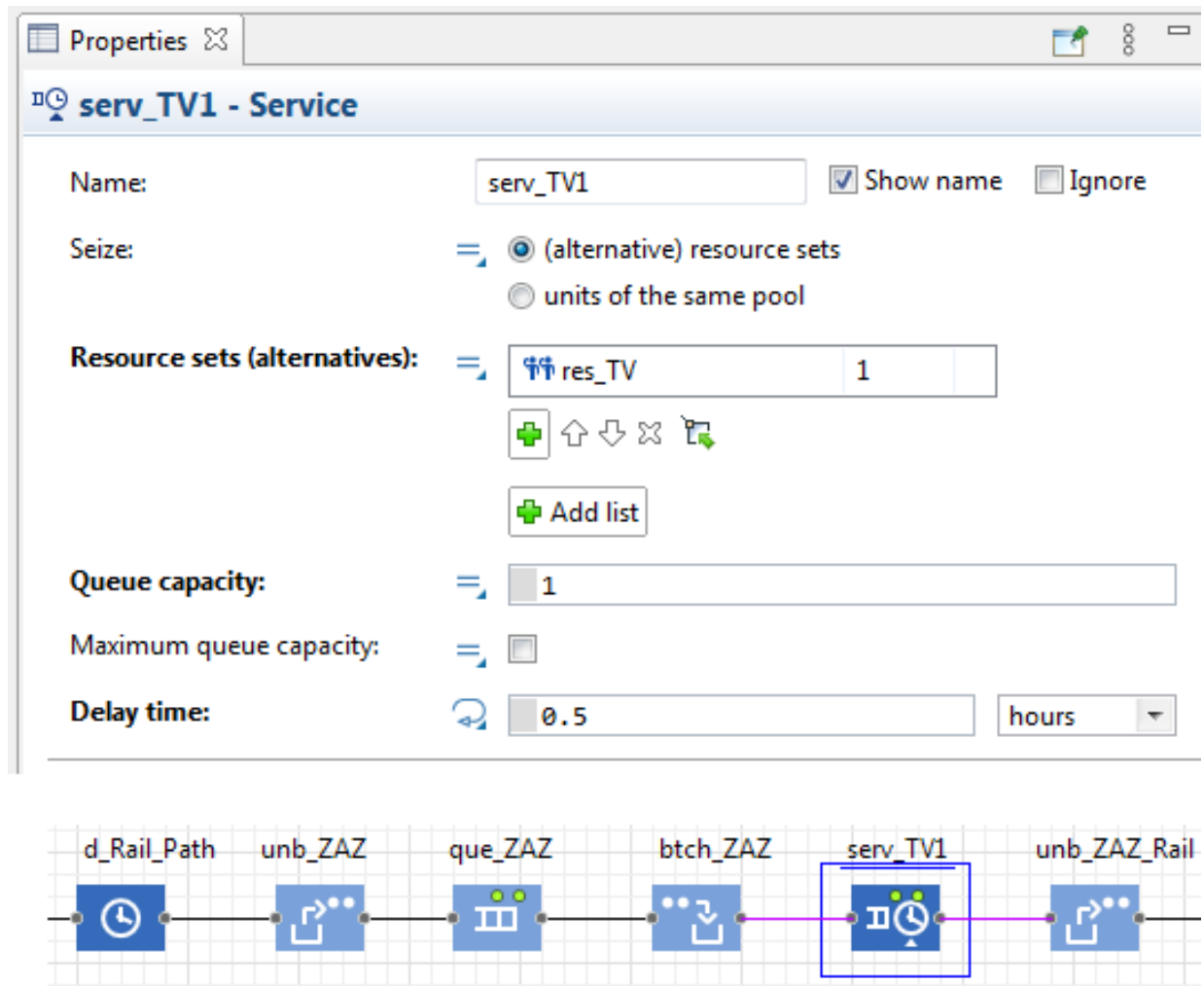


Рисунок 2.15 – Процес доставки контейнерів залізничним транспортом

Об’єкт `d_Rail_Path` забезпечує імітацію доставки контейнерів залізницею до підприємства відповідно встановленого терміну доставки.

Об’єкт `unb_ZAZ` здійснює розгрупування составів, які потрапляють до черги `que_ZAZ`, з якої здійснюється групування місцевих составів об’єктом `btch_ZAZ`. Тобто состави з 30 одиниць контейнерів, групуються у состави місткістю 10 одиниць.

Об’єкт `serv_TV1` здійснює імітацію ресурсу – локомотиву підприємства – на час, необхідний для доставки составів місцевих вагонів до фронту вивантаження – СК 1.

Об'єкт unb_ZAZ_Rail розгрупує контейнери для подальшого їх розвантаження.

Наступний елемент імітує розвантаження контейнерів із платформ до складського комплексу СК 1. Імітацію використання крану здійснює об'єкт serv_KK – рисунок 2.16.

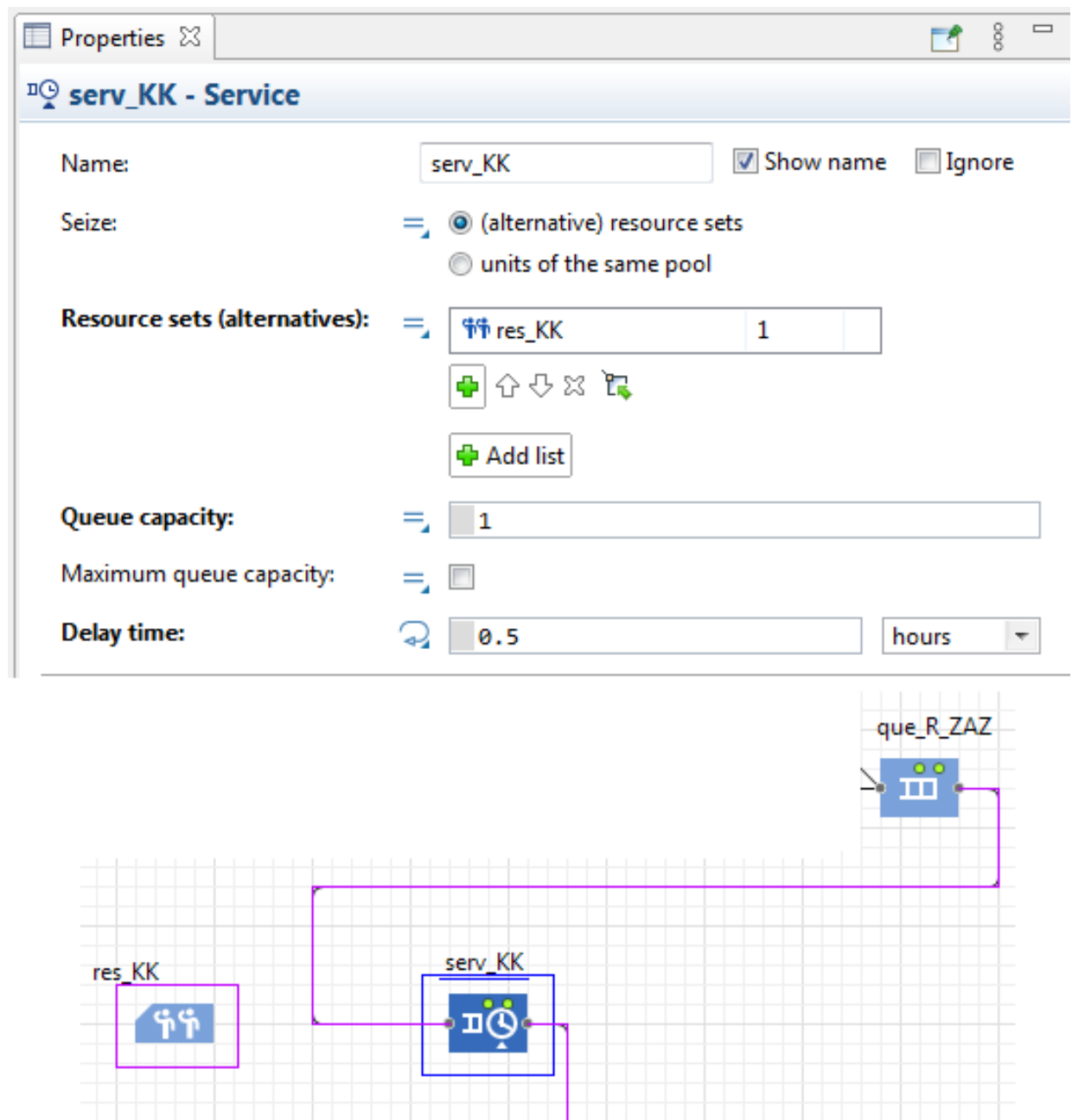


Рисунок 2.16 – Об'єкт serv_KK

Елемент s_kont_ZAZ – рисунок 2.17 – здійснює фіксування тривалості простою контейнерів у системі:

```

if (V_Rail_or_auto == false)
{
V_time_all_kont=V_time_all_kont+time(HOUR);
V_time_one_kont=V_time_all_kont-V_time_in;
V_time_one_kont=V_time_one_kont/s_kont_ZAZ.count();
}
if (V_Rail_or_auto == true) s_platf.inject(1);

```

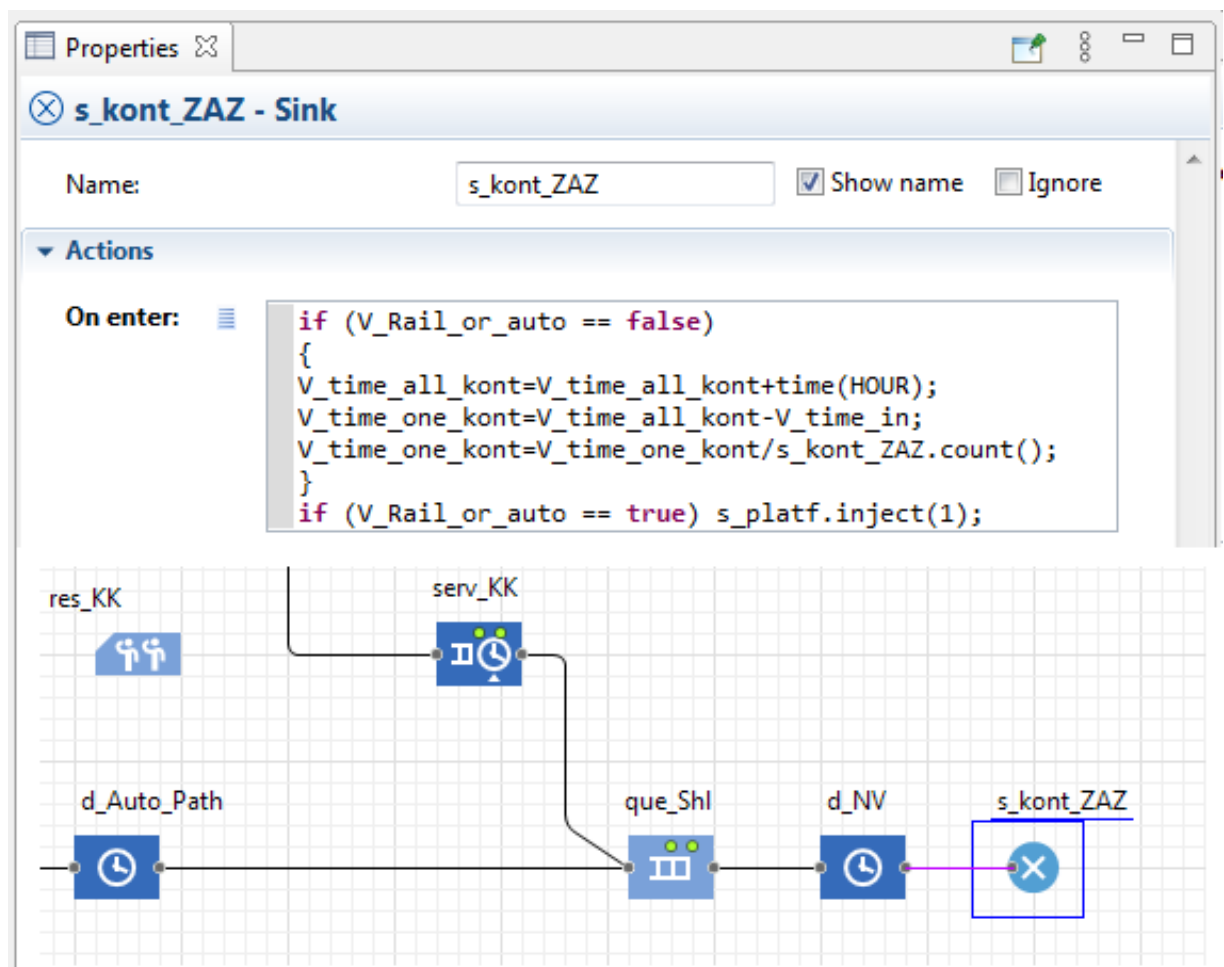


Рисунок 2.17 – Елемент s_kont_ZAZ

У випадку використання залізничного транспорту завдяки функції inject(1) здійснюється реалізація додаткової ланки процесів руху порожніх платформ із контейнерами – рисунок 2.18.

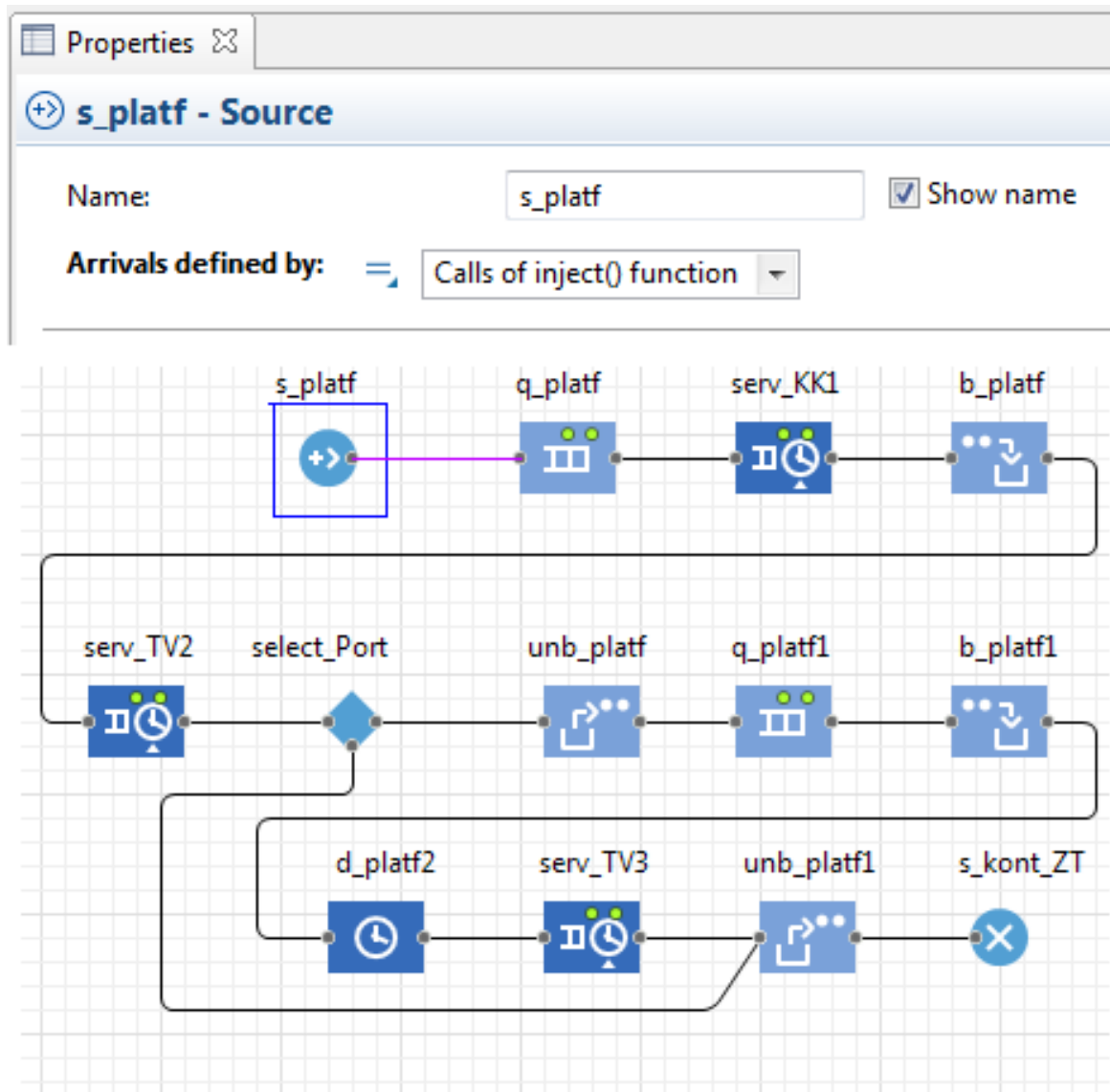


Рисунок 2.18 – Процес руху порожніх платформ із контейнерами

Даний процес передбачає, по-перше, генерацію замовлення-порожньої платформи, які потрапляють до черги накопичення `q_platf`.

На платформи розміщуються контейнери, що потребує залучення ресурсів типу кран – `serv_KK1` (рисунок 2.19).

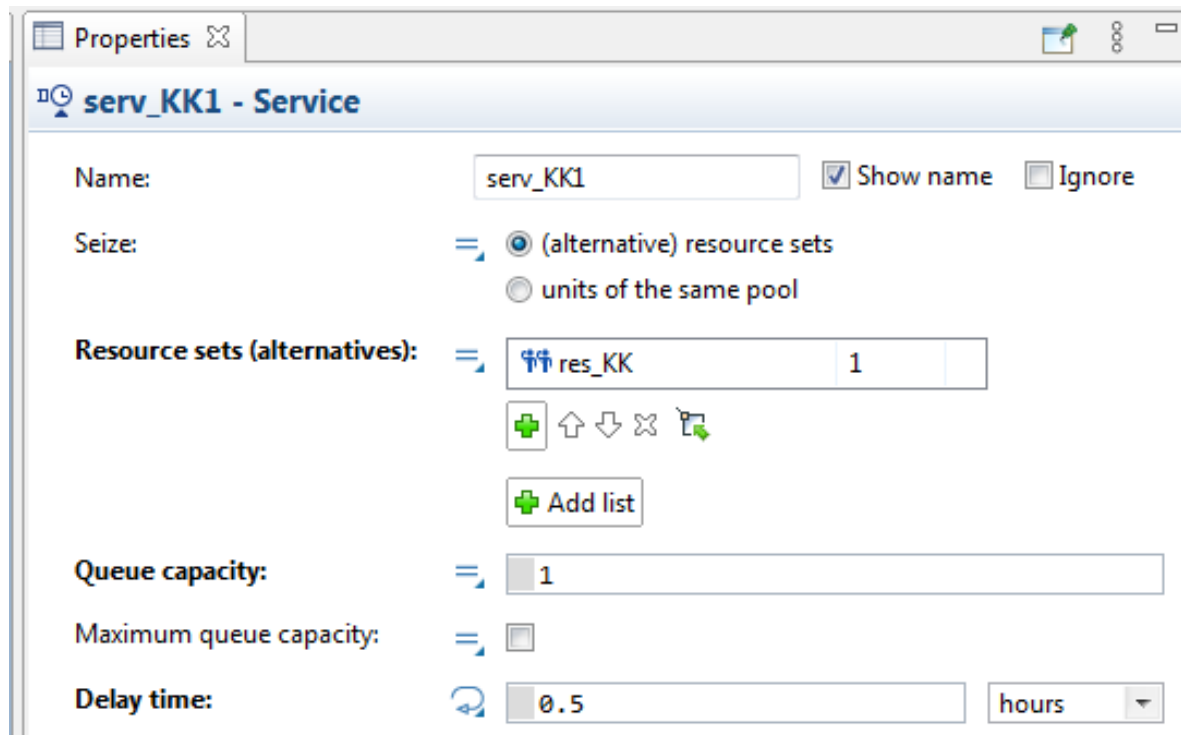


Рисунок 2.19 – Залучення ресурсів serv_KK1

Надалі контейнери групуються у состави місткістю 10 одиниць – рисунок 2.20.

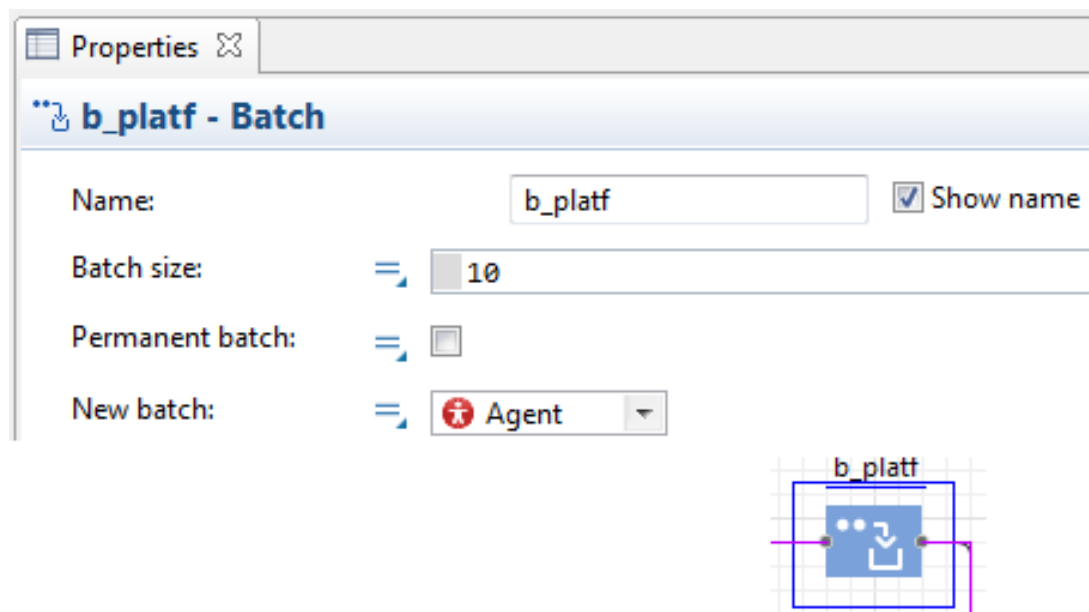


Рисунок 2.20 – Групування контейнерів у состави місткістю 10 одиниць

Групи платформ із контейнерами потребують локомотива для переміщення – рисунок 2.21.

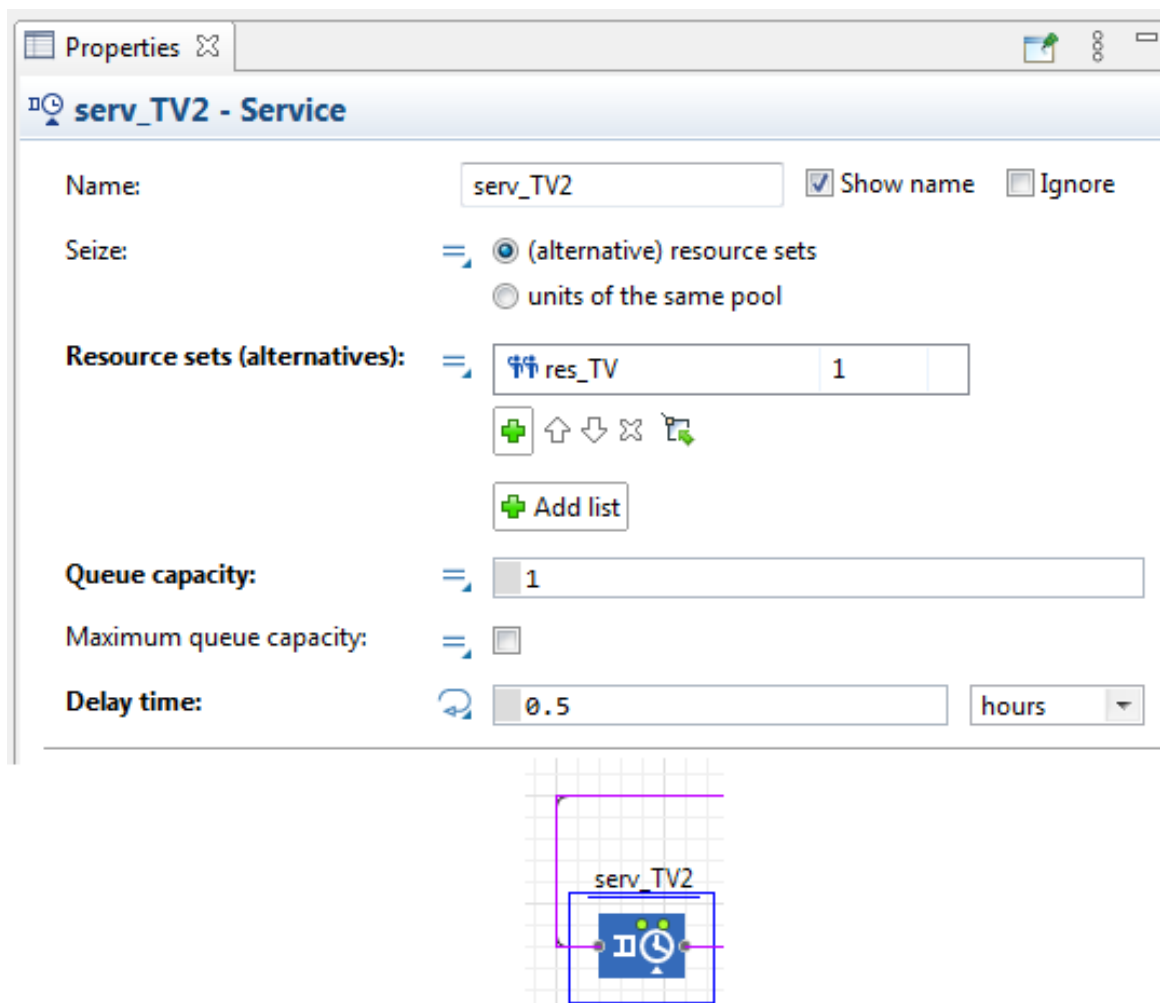


Рисунок 2.21 – Використання локомотиву для переміщення платформ із контейнерами

Надалі виконується вибір шляху – або вагони переміщуються до станції Запоріжжя 1, або до станції Запоріжжя-Пристань рисунок 2.22.

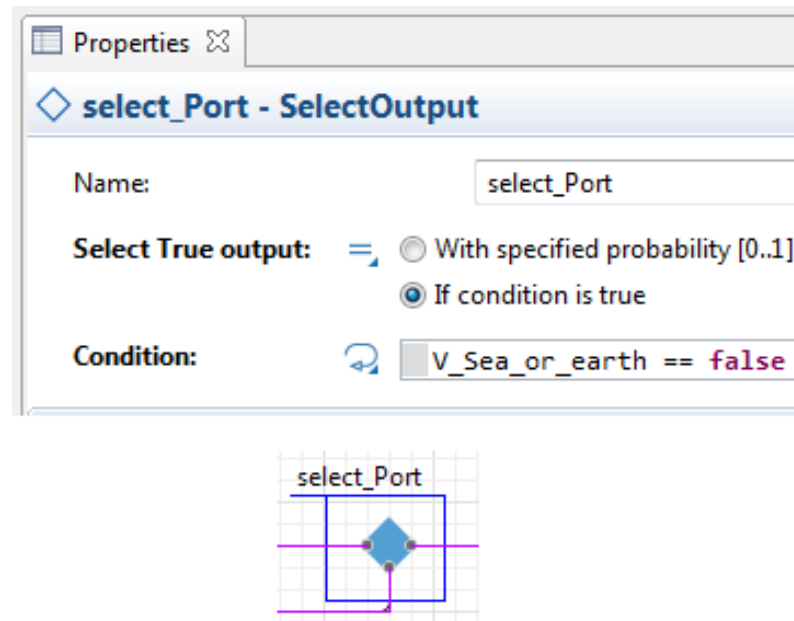


Рисунок 2.22 – Вибір алгоритму обробки залізничних составів із порожніми контейнерами

У разі доставки до Запоріжжя 1 платформи розгруповуються – рисунок 2.23.

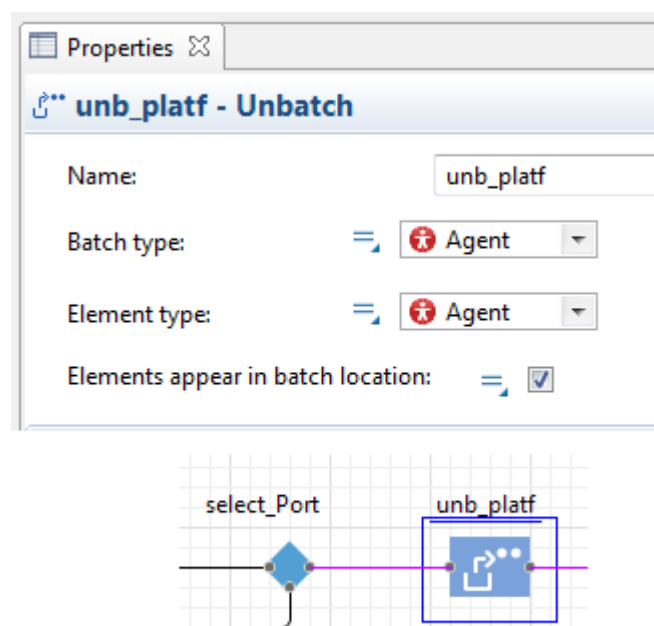


Рисунок 2.23 –Розгруповування платформ

Платформи потрапляють до черги – рисунок 2.24.

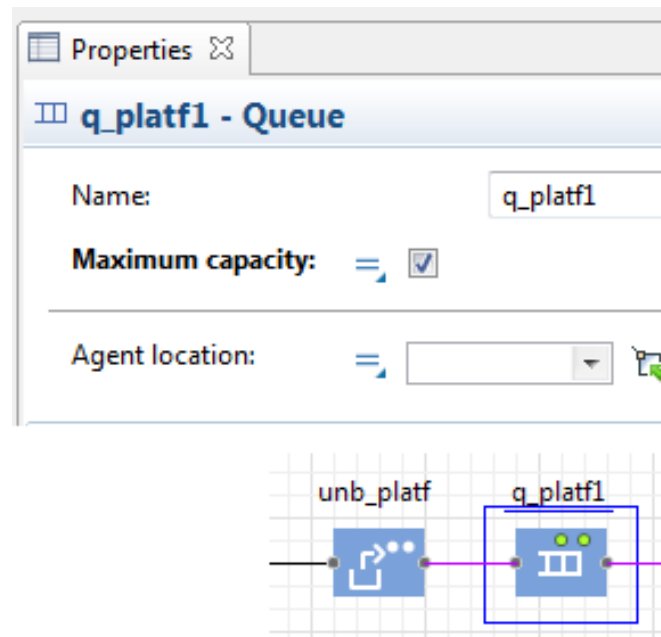


Рисунок 2.24 – Накопичення порожніх платформ у черзі

Надалі платформи формуються у состави – рисунок 2.25.

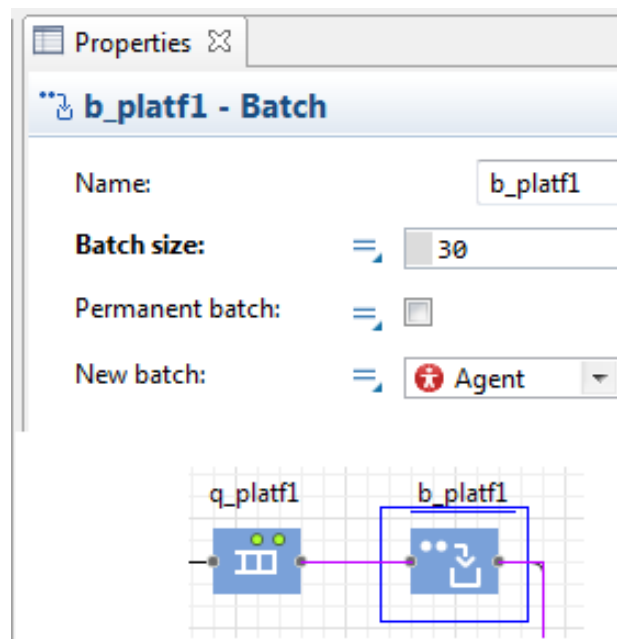


Рисунок 2.25 – Формування платформ у состави

На це витрачається певний час, що імітується об'єктом `d_platf2` – рисунок 2.26.

Тривалість затримки становить 0,5 години.

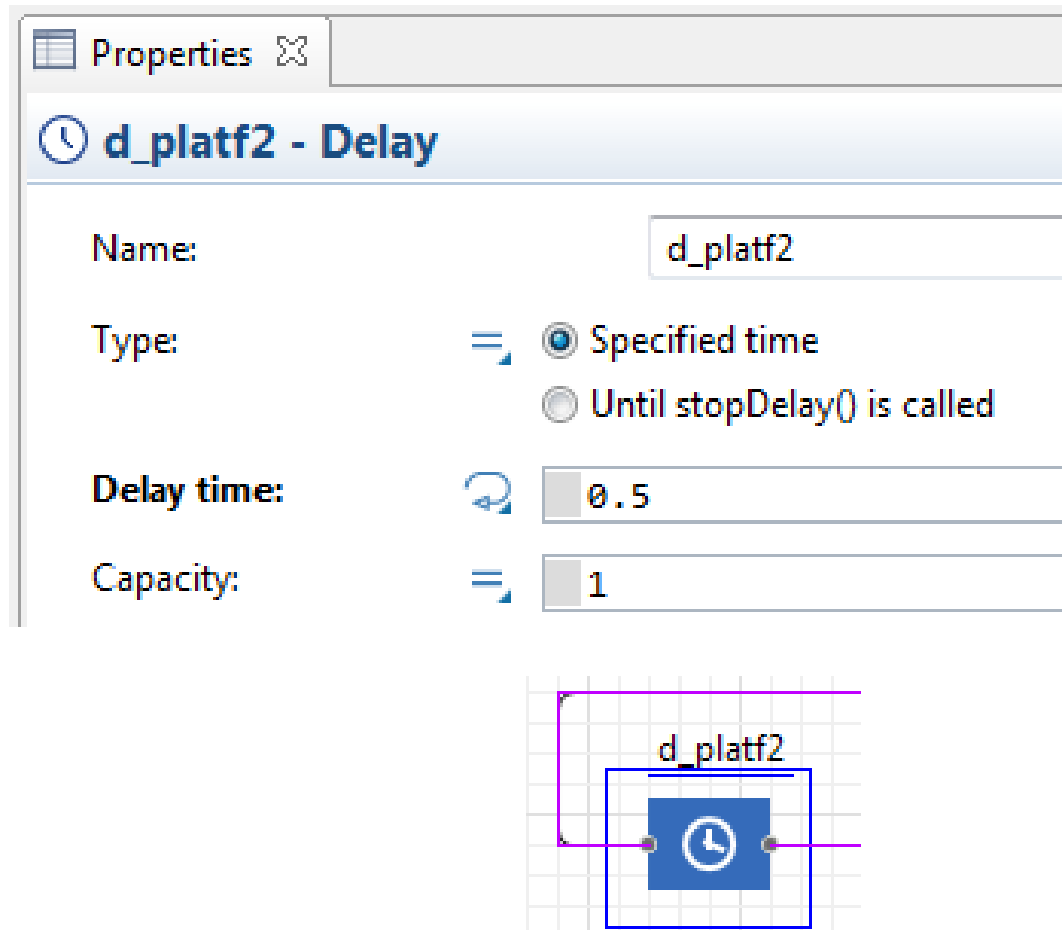


Рисунок 2.26 – Об'єкт `d_platf2`

Знову потрібне використання ресурсу – локомотиву для переміщення составу до колій передавання – рисунок 2.27.

Для гілки проходження составів до станції Запоріжжя-пристань вищевказані операції не потрібні.

Перед фіксацією показників часу використання контейнерів та знищенням замовлень у системі, обидві гілки сходяться до об'єкту `unb_platf1` (рисунок 2.28).

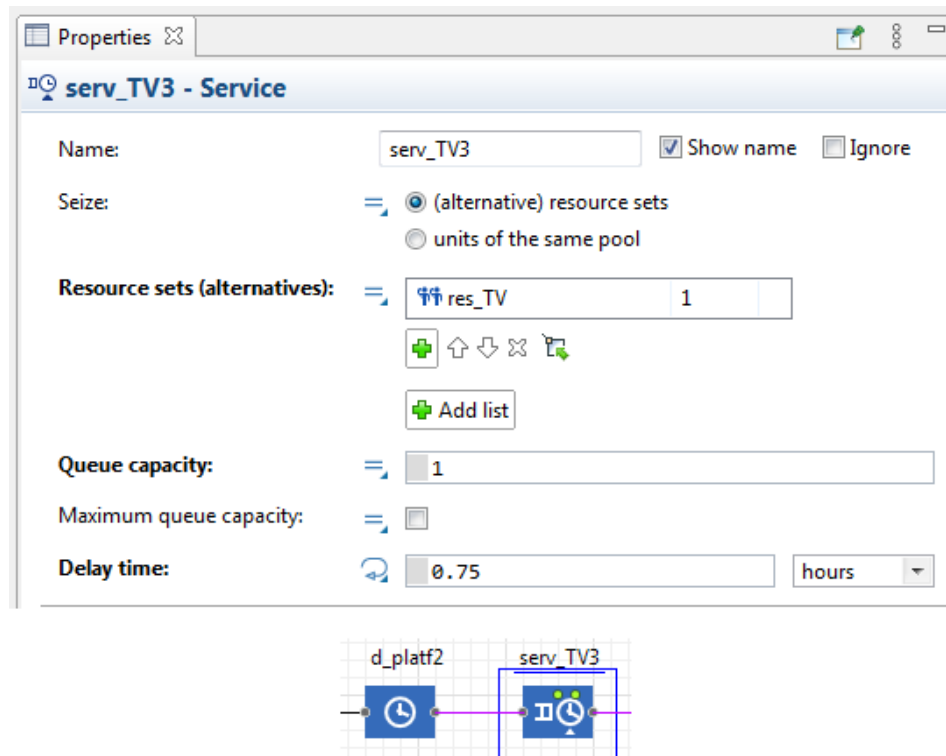


Рисунок 2.27 – Використання ресурсу – локомотиву – імітація переміщення
составу до колій передавання

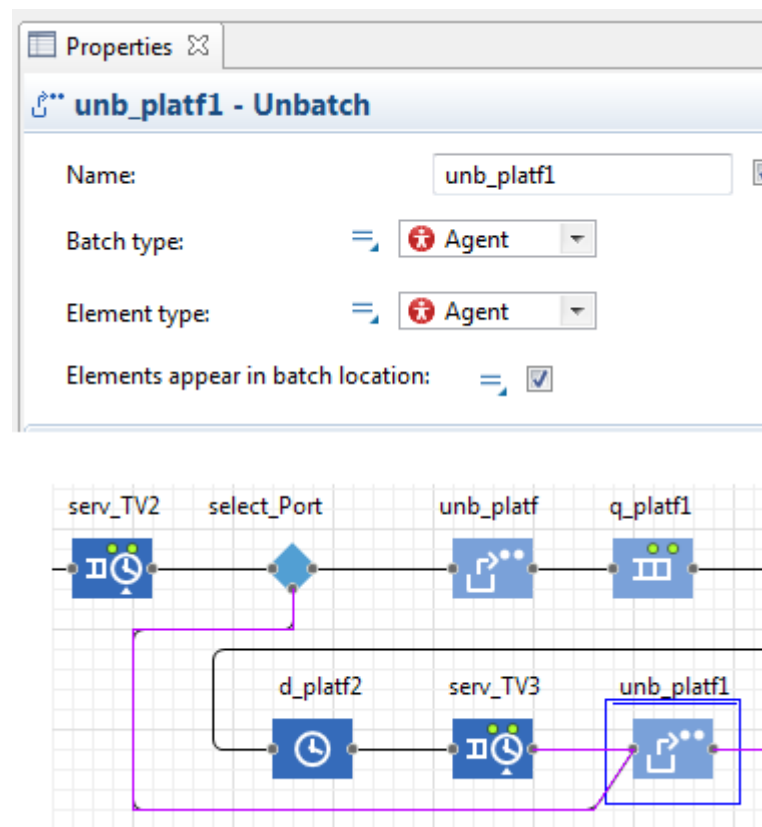


Рисунок 2.28 – Об'єкт unb_platf1

Об'єкт s_kont_ZT (рисунок 2.29) передбачає виконання операцій обліку:

```
V_time_all_kont=V_time_all_kont+time(HOUR);
V_time_one_kont=V_time_all_kont-V_time_in;
V_time_one_kont=V_time_one_kont/s_kont_ZAZ.count();,
```

фіксуючи час перебування контейнерів у системі.

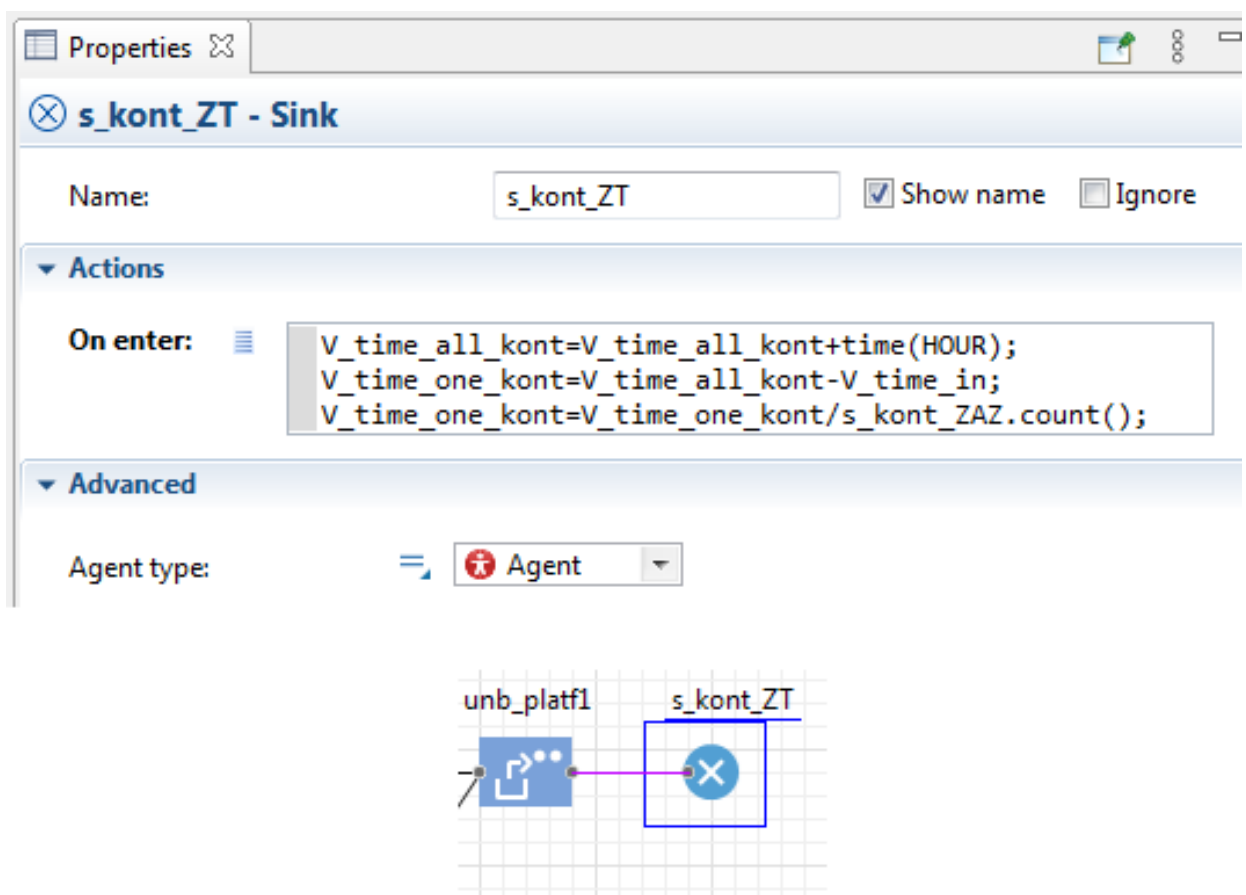


Рисунок 2.29 – Об'єкт s_kont_ZT

2.2.3 Показники роботи системи

Змінні, які використовуються для фіксації показників використання контейнерів, також представлені на полі елементів програми – рисунок 2.30.



Рисунок 2.30 – Змінні, які використовуються для фіксації показників використання контейнерів

Показники використання ресурсів – рисунок 2.31 – обчислюються методом «подія» - рисунок 2.32.

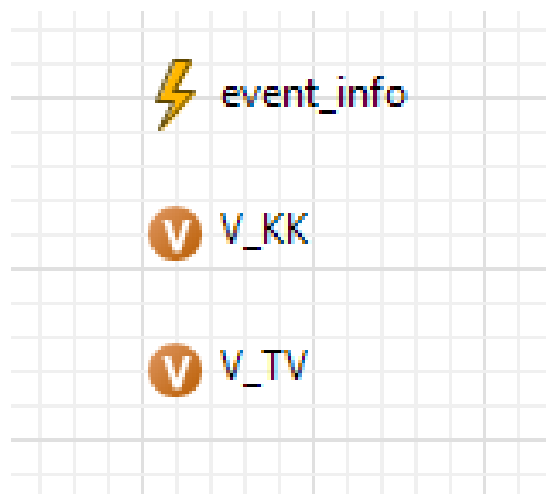


Рисунок 2.31 – Показники використання ресурсів

Рисунок 2.32 – Використання методу «подія» для аналізу використання ресурсів моделі

За результатами моделювання показники використання ресурсів відображаються на загальному полі модулі у вигляді тривалості часу їх використання за період моделювання – один місяць (рисунок 2.33).

V_KK
362.903

V_TV
54.435

Рисунок 2.33 – Показники використання ресурсів моделі

Загальний вигляд моделі показаний на рисунку 2.34.

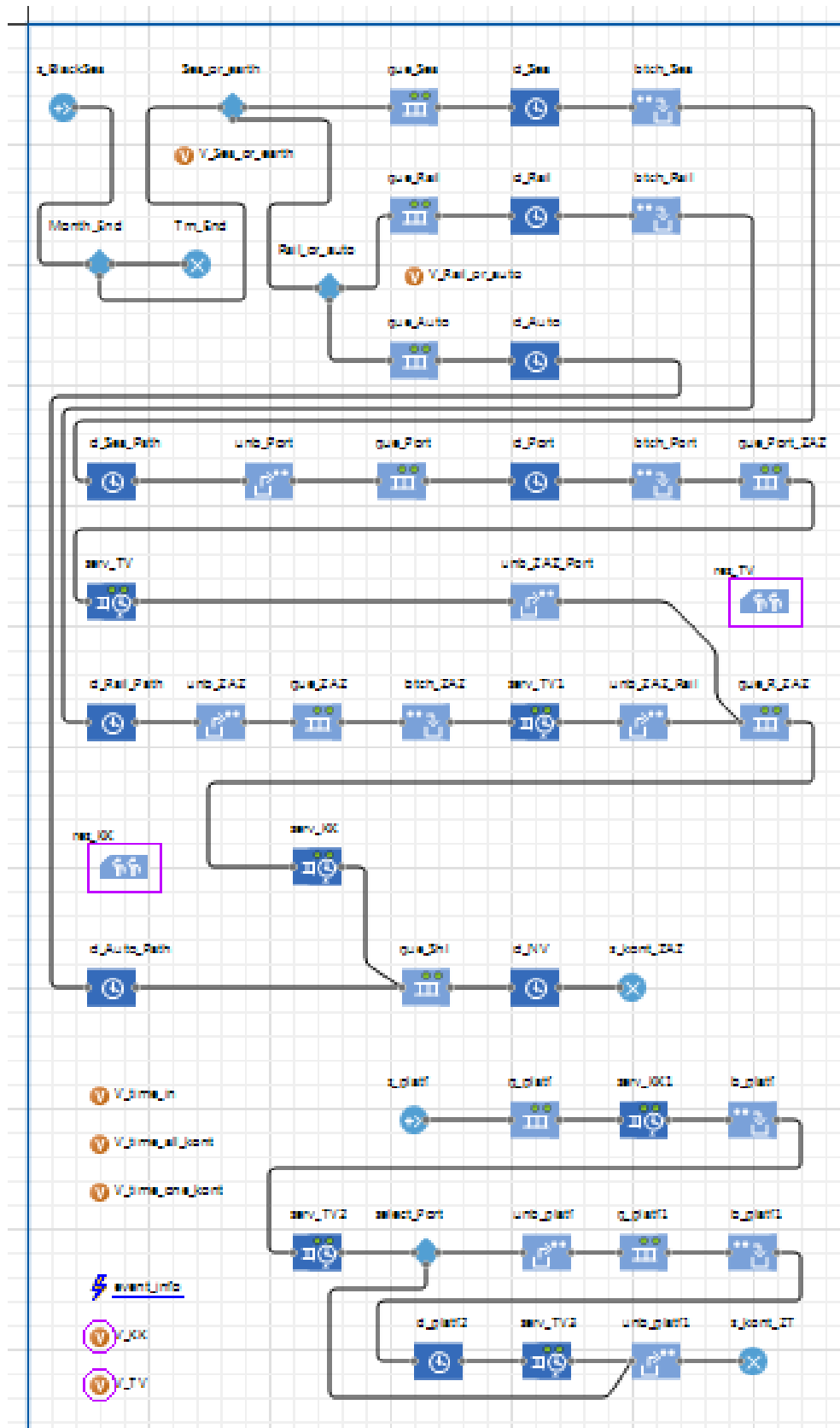


Рисунок 2.34 – Модель обробки контейнів

2.3 Результати моделювання

За результатами моделювання отримані показники, представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні показники для економічних розрахунків, період – один місяць

Варіант доставки	Контейнерів	Кількість рейсів суден, од.	Простій одного контейнера у середньому	Робота в/п кранів, годин	Робота локомотива, годин	Використано вагонів, од.
З використанням водного транспорту та промислового залізничного транспорту	750	5	98,8	1113	55	20 (власний парк, що використовується постійно)
Залізницею	750	0	126,7	489	61	750 (перевезено за місяць)
Автомобільним транспортом	750	0	18,3	0	0	0

В ході подальших досліджень необхідно перевести отримані результати до річної шкали та виконати економічні розрахунки ефективності кожного з них задля визначення найбільш ефективного.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Формування підходу до економічних розрахунків та обґрунтування обраного дослідження

Магістерська робота за своєю тематикою спрямована на дослідження в сфері післявоєнного відновлення транспортної системи Запорізького регіону, в якості об'єкта дослідження обрано Запорізький автомобілебудівний завод.

Дане підприємство, яка ще декілька років потому було одним з найвідоміших в Україні, перебуває у практично недіючому стані, як і частка розташованої неподалік залізничної інфраструктури – станція Запоріжжя-Пристань.

З огляду на дані об'єкти постає логічне питання – яким чином вони могли отримати можливість на нове життя, при відновленні та розбудові нашої країни у мирний час.

Слід відмітити, що станція Запоріжжя-Пристань обслуговувала другий район Запорізького річкового порту, транспортні потужності якого обмежені лише верхньою частиною річки Дніпро, через відсутності судноплавства у нижній через руйнування дамби Каховської ГЕС.

Тож поставлені задачі треба вирішувати в умовах невизначеності, спираючись на дані минулих періодів та ґрунтуючись на використанні географічних сприятливих особливостей обраного об'єкту дослідження із сподіванням на сприятливий стан речей та наявність фінансової підтримки для розвитку у майбутньому (зокрема, враховується відновлення греблі Каховської ГЕС).

У першому розділі були проаналізовані різні варіанти обслуговування Запорізького автомобілебудівного заводу при доставці комплектуючих для збирання автомобілів.

В якості пункту відправлення обрано Чорноморський порт, який використовувався для цих цілей у минулому. Передбачається також доставка 40-футовими контейнерами.

Були виділені наступні варіанти:

- доставка водними шляхами з Чорноморського порту через Чорне море та річку Дніпро до причалів другого району Запорізького порту, а звідти – власним залізничним транспортом підприємства;
- доставка залізничним транспортом составами місткістю 30 контейнерів, спираючись на минулий досвід підприємства;
- доставка автомобільним транспортом.

У другому розділі на збудованій моделі були проаналізовані показники усіх вказаних варіантів, значення яких наведені у таблиці 3.1. Період моделювання – один місяць, результати перераховані на період – один рік.

Таблиця 3.1 – Технічні показники для економічних розрахунків, рік

Варіант доставки	Контейнерів	Кількість рейсів суден, од.	Простий контейнерів, годин	Робота в/п кранів, годин	Робота локомотива, годин	Використано вагонів, од.
З використанням водного транспорту та промислового залізничного транспорту	9000	60	889200	13356	660	20 (власний парк, що використовується постійно)
Залізницею	9000	0	1140300	5868	732	9000 (перевезено за місяць)
Автомобільним транспортом	9000	0	164700	0	0	0

Оскільки перевезення планується здійснювати у контейнерах, вартість перевезення їх у порожньому стані не розглядається, питання раціонального використання та завантаження є окремою інженерною задачею.

Крім того, оскільки використання контейнерів передбачене за всіма варіантами, вартість користування ними для порівняння та вибору найбільш економічно доцільного, не потрібне.

3.2 Вартість доставки контейнерів до підприємства

Вартість доставки контейнерів $C_{p_кнт}$ за рік встановимо на основі загальновизначених підходів [11-17], за виразом:

$$C_{p_кнт} = C_{p_вт} + C_{p_зт} + C_{p_ав} + C_{p_кр} + C_{p_кн} + C_{p_кв}, \quad (3.1)$$

де $C_{p_вт}$ – вартість доставки водним транспортом, грн/рік;
 $C_{p_зт}$ – вартість доставки залізничним транспортом, грн/рік;
 $C_{p_ав}$ – вартість доставки автотранспортом, грн/рік;
 $C_{p_кр}$ – вартість роботи кранів, грн/рік;
 $C_{p_кн}$ – вартість використання контейнерів, грн/рік;
 $C_{p_кв}$ – можлива вартість квот на викиди CO_2 , грн/рік.

Доставка водним транспортом може бути обчислена за виразом:

$$C_{p_вт} = M_{ск} C_{ск}, \quad (3.2)$$

де $M_{ск}$ – кількість рейсів суден з контейнерами у кількості 150 од., $M_{ск} = 60$ рейсів;

$C_{ск}$ – вартість вантажного рейсу судна з контейнерами,
 $C_{ск} = 6850000$ грн.

Вартість доставки контейнерних составів залізницею $C_{р_зт}$ розрахуємо за формулою:

$$C_{р_зт} = M_{сзт} C_{тск}, \quad (3.3)$$

де $M_{сзт}$ – кількість перевезених платформ із контейнерами, $M_{сзт} = 9000$ од.;
 $C_{тск}$ – тариф за одну платформу з контейнером, $C_{тск} = 35000$ грн.

У разі використання власного промислового залізничного транспорту вартість витрат повинна розраховуватись за формулою:

$$C_{р_зт} = M_{сзт} Q_{тск} C_{т} + N_{тск} C_{п}, \quad (3.4)$$

де $Q_{тск}$ – обсяг перевезеного вантажу однією платформою, $Q_{тск} = 20$ т;
 $C_{т}$ – собівартість перевезення тони вантажу власним транспортом,
 $C_{т} = 24,93$ грн/т;
 $N_{тск}$ – кількість платформ, що забезпечують перевезення, $N_{тск} = 20$ од.;
 $C_{п}$ – вартість утримання платформи на рік, $C_{п} = 10892$ грн;

Для розрахунку вартості доставки контейнерів автотранспортом, скористаємось формулою:

$$C_{р_ав} = M_{ав} H_{ав} L_{ав} C_{ав}, \quad (3.5)$$

де $M_{ав}$ – кількість рейсів автомобілів з контейнерами, $M_{ав} = 9000$ од.;
 $H_{ав}$ – середня вага вантажу з контейнером, т;

$L_{ав}$ – відстань перевезення, $L_{ав} = 654$ км;

$C_{ав}$ – вартість тонно-кілометра перевезення, $C_{ав} = 51,2$ грн/ткм.

Вартість роботи вантажопідйомних кранів:

$$C_{р_кр} = T_{р_кр} C_{кр}, \quad (3.6)$$

де $T_{р_кр}$ – час роботи вантажопідйомних кранів протягом року (при доставці водним транспортом враховується також вартість роботи крана в порту), год.;

$C_{кр}$ – вартість краногодини, грн/год.

Вартість використання контейнерів:

$$C_{р_кн} = T_{р_кн} C_{кн}, \quad (3.7)$$

де $T_{р_кн}$ – час користування контейнерами, год.;

$C_{кн}$ – вартість години користування контейнером, грн/год.

Вартість квот на викиди визначимо за виразом:

$$C_{р_кв} = C_{со2} V_{ткм_i} L_{пер_i} Q_{пер_i} / 10^6, \quad (3.8)$$

де $C_{со2}$ – вартість квот на CO_2 , грн/т;

$V_{ткм_i}$ – викиди CO_2 на тонно-кілометр транспортної роботи i -м видом транспорту, г/ткм;

$L_{пер_i}$ – відстань перевезення i -м видом транспорту, км;

$Q_{пер_i}$ – обсяг перевезення, т;

10^6 – перевідний коефіцієнт грамів у тони.

3.3 Доставка контейнерів за 1 варіантом

Вартість доставки за першим варіантом визначається за (3.1) із врахуванням водного та промислового залізничного транспорту.

Водний транспорт потребує витрат згідно (3.2):

$$C_{p_вт1} = 60 \cdot 6850000 = 411000000 \text{ грн.}$$

Витрати власного промислового залізничного транспорту за (3.4):

$$C_{p_зт1} = 9000 \cdot 20 \cdot 24,93 + 20 \cdot 10892 = 4705240 \text{ грн.}$$

Вартість роботи вантажопідйомних кранів за (3.6):

$$C_{p_кр1} = 13356 \cdot 937,95 = 12527260,2 \text{ грн.}$$

Вартість використання контейнерів за (3.7):

$$C_{p_кн1} = 889200 \cdot 45 = 40014000 \text{ грн.}$$

Вартість квот за (3.8), враховуючи водний та промисловий залізничний транспорт:

$$C_{p_кв1} = 3600 \cdot 30 \cdot 446 \cdot 180000 / 1000000 + 3600 \cdot 35 \cdot 2 \cdot 180000 / 1000000 = 8715600 \text{ грн.}$$

Витрати по першому варіанту доставки контейнерів за (3.1):

$$C_{p_кнт1} = 411000000 + 4705240 + 12527260,2 + 40014000 + 8715600 = \\ = 476962100,2 = 477 \text{ млн грн.}$$

3.4 Доставка контейнерів за 2 варіантом

Вартість доставки за другим варіантом враховує доставку залізничним транспортом та вартість квот.

Витрати на залізничний транспорт за (3.4):

$$C_{p_зт2} = 9000 \cdot 35000 = 315000000 \text{ грн.}$$

Вартість роботи вантажопідйомних кранів за (3.6):

$$C_{p_кр2} = 5868 \cdot 937,95 = 5503890,6 \text{ грн.}$$

Вартість використання контейнерів за (3.7):

$$C_{p_кн2} = 1140300 \cdot 45 = 51313500 \text{ грн.}$$

Вартість квот за (3.8):

$$C_{p_кв2} = 3600 \cdot 15 \cdot 909 \cdot 180000 / 1000000 = 8835480 \text{ грн.}$$

Витрати по другому варіанту доставки контейнерів за (3.1):

$$C_{p_кнт2} = 315000000 + 5503890,6 + 51313500 + 8835480 = 380652870,6 = \\ = 381 \text{ млн грн.}$$

3.5 Доставка контейнерів за 3 варіантом

Вартість доставки за третім варіантом враховує доставку автомобільним транспортом та вартість квот.

Витрати на автомобільний транспорт за (3.5):

$$C_{p_ав3} = 9000 \cdot 20 \cdot 654 \cdot 51,2 = 6027264000 \text{ грн.}$$

Вартість використання контейнерів за (3.7):

$$C_{p_кнт3} = 164700 \cdot 45 = 7411500 \text{ грн.}$$

Вартість квот за (3.8):

$$C_{p_кв3} = 3600 \cdot 220 \cdot 654 \cdot 180000 / 1000000 = 93234240 \text{ грн.}$$

Витрати по третьому варіанту доставки контейнерів за (3.1):

$$C_{p_кнт3} = 6027264000 + 7411500 + 93234240 = 6127909740 \text{ грн} = \\ = 6 \text{ 127 млн грн.}$$

3.6 Результати економічного аналізу

Проаналізуємо отримані результати - таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати економічного аналізу

Показник	Варіанти		
	1	2	3
Вартість доставки водним транспортом, млн грн/рік;	411	-	-
Вартість доставки залізничним транспортом, млн грн/рік;	4,7	315	-
Вартість доставки автотранспортом, млн грн/рік;	-	-	6027
Вартість роботи кранів, млн грн/рік;	12,5	5,5	-
Вартість використання контейнерів, млн грн/рік;	40	51,3	7,4
Можлива вартість квот на викиди CO ₂ , млн грн/рік.	8,7	8,8	93,2
Разом	477	381	6127

Відповідно до виконаних техніко-економічних розрахунків, економічна ефективність доставки водним транспортом при післявоєнному відновленні судноплавства по Дніпру є нижчою, ніж доставка залізничним транспортом. Але можна порекомендувати додаткові розрахунки на момент прийняття рішення з урахування транспортної політики в сфері водного та залізничного транспорту України.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В дипломному проєкті досліджується організація постачань до Запорізького автомобілебудівного заводу при відновленні роботи станції Запоріжжя-Пристань.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Проведення навантажувально-розвантажувальних, транспортно-складських робіт може викликати наступні небезпеки для працівника:

- падіння вантажу з мостового крана при вивантаженні рухомого складу внаслідок обриву строп, гаків та захватуючих механізмів;
- при вантажних операціях з автомобільним та залізничним транспортом, який не надійно загальмований, виникає можливість наїзду на працівників складу;
- падання вантажу з тари при транспортуванні перезавантаженої тари;
- аварії та травми при підйомі вантажу понад дозволenu висоту;
- можливість різкого мимовільного опускання вантажу при піднятті вантажу;
- перекидання автонавантажувача через нерівномірне його навантаження;
- отримання травм при переміщенні вантажів через необережне поводження з ними;
- можливість створення аварійної ситуації при помилкових діях кранового машиніста внаслідок неправильно або нечітко поданих стропальником команд;

- нанесення травми вантажнику в умовах відкривання/закривання бортів автотранспорту;
- можливість зіткнення автотранспорту із залізничним роухом складом на переїздах;
- підвищена запиленість і загазованість повітря на складі;
- підвищений або негативний температурний режим на території складського приміщення;
- занадто підвищений рівень шумового впливу на складі через роботу автонавантажувачів;
- підвищення рівню вібрації на робочому місці;
- недостатня освітленість приміщення складу, яка може призвести до помилкового напрямку руху навантажувачів.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для забезпечення безпеки в умовах організації вантажних операцій та транспортних робіт необхідним є дотримання наступних вимог [18-21]:

- подання і зняття вантажу з робочого органу машини повинні робитися за допомогою спеціальних подавальних і приймальних пристроїв;
- автотранспорт та залізничні вагони, подані під вантажні операції, мають бути надійно загальмованими гальмами;
- транспортування вантажів на палетах здійснювати з неперевищенням встановленої вантажопідйомності;
- підйом вантажів або тари потрібно виконувати у межах припустимої максимальної висоти відповідно до технічних характеристик навантажувача;

- надійно фіксувати вантаж робочим органом ПТМ;
- укладати вантажі із рівномірним завантаженням робочого органу навантажувача;
- транспортувати вантажі по території складу у відповідності до норм та правил переміщення на території підприємства;
- дотримуватись періодичного проходження спецнавчання повторного підготування кранового машиніста та стропальника;
- здійснювати відкриття/закриття бортів автотранспорту (причепи, напівпричепи) вдвох, знаходячись обабіч від бортів;
- при перетині залізничних переїздів, здійснювати керування вказівкою та сигналами чергового по переїзду, положенням шлагбауму, світловою та звуковою сигналізацією, дорожніми знаками та розміткою, бути переконаним у тому, що немає наближення поїзду.

Додатковий аналіз потенційних небезпек та заходи щодо забезпечення безпеки представлені у додатках.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена дослідженням у сфері післявоєнного відновлення Запорізького регіону, об'єктом дослідження є Запорізький автомобілебудівний завод.

Даний завод ще декілька років потому був одним з найвідоміших в Україні, але наразі перебуває у практично недіючому стані, як і частка розташованої неподалік залізничної інфраструктури – станції Запоріжжя-Пристань.

Станція Запоріжжя-Пристань обслуговувала другий район Запорізького річкового порту, транспортні потужності якого зараз обмежені лише верхньою частиною річки Дніпро, через відсутності судноплавства у нижній через руйнування дамби Каховської ГЕС.

Поставлені задачі вирішувались в умовах невизначеності, спираючись на дані минулих періодів та ґрунтуючись на використанні географічних сприятливих особливостей обраних об'єктів дослідження із прогнозуванням сприятливого подальшого стану та наявності належної фінансової підтримки у майбутньому розвитку (зокрема, враховується відновлення греблі Каховської ГЕС).

У першому розділі були проаналізовані різні варіанти обслуговування Запорізького автомобілебудівного заводу при доставці комплектуючих для збирання автомобілів.

В якості пункту відправлення обрано Чорноморський порт, який використовувався для цих цілей у минулому. Передбачається також доставка 40-футовими контейнерами.

Були виділені наступні варіанти:

- доставка водними шляхами з Чорноморського порту через Чорне море та річку Дніпро до причалів другого району Запорізького порту, а звідти – власним залізничним транспортом підприємства;
- доставка залізничним транспортом составами місткістю 30 контейнерів, спираючись на минулий досвід підприємства;
- доставка автомобільним транспортом.

У другому розділі на збудованій моделі були проаналізовані показники усіх вказаних варіантів.

На основі результатів моделювання були виконані економічні розрахунки.

Відповідно до виконаних техніко-економічних розрахунків, було встановлено, що ефективність доставки водним транспортом при післявоєнному відновленні судноплавства по Дніпру є нижчою, ніж доставка залізничним транспортом.

Але дослідження є корисними та може бути використаним за умов виконання додаткових розрахунків на момент прийняття рішення з урахування транспортної політики в сфері водного та залізничного транспорту України.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Які моделі автобусів та автомобілів випустить ЗАЗ у 2022 році. URL : <https://akzent.zp.ua/kakie-modeli-avtobusov-i-legkovushek-vypustit-zaz-v-2022-godu/> (дата звернення: 10.09.2023).
2. Каталог Kia Rio. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Kia_Rio#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:01-02_Kia_Rio_sedan.jpg (дата звернення: 10.09.2023).
3. Автобус ЗАЗ А08. URL : <https://ukravto.ua/cars/a08> (дата звернення: 10.09.2023).
4. Searates. <https://www.searates.com/ru/services/distances-time/> URL : (дата звернення 10.11.2023).
5. Річкова інформаційна служба. URL : <https://ukrris.com.ua/services/distance/> (дата звернення 10.11.2023).
6. Про реалізацію експериментального проекту «Будівництво Каховського гідровузла на р. Дніпро. Відбудова після руйнування Каховської ГЕС та забезпечення сталої роботи Дніпровської ГЕС у період відбудови». URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/730-2023-%D0%BF#Text> (дата звернення 15.10.2023).
7. Бюро корабельних інженерів. URL : <https://nab-marine.com/ru/nashi-proyekty/127-damage-control-plan> (дата звернення 10.10.2023).
8. Від Горішніх Плавнів і далі. Стан річкового транспорту в Україні. ІНФОГРАФІКА. URL : https://texty.org.ua/articles/68935/Vid_Gorishnih_Plavniv_i_dali_Stan_richkovogo-68935/ (дата звернення 12.10.2023).
9. Лащених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А.Лащених, О.Ф.Кузькін, С.В.Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.

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

11. Зміни до збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України. Офіційний сайт Укрзалізниці. URL : https://www.uz.gov.ua/files/file/cargo_transportation/legal_documents/%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20%E2%84%96161%20%D0%B2%D1%96%D0%B4%2026.04.2016.pdf (дата звернення 10.11.2023).

12. Ставки плати за використання власних вагонів перевізника АТ "Укрзалізниця". URL : https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/stavky23/ (дата звернення 10.11.2023).

13. Ставки фрахту в регіоні Чорного моря та поточні тенденції експорту. Журнал «Судноплавство». URL : <https://ua.sudohodstvo.org/stavky-frahtu-v-regioni-chornogo-morya-ta-potochni-tendencziyi-eksportu/> (дата звернення 15.11.2023).

14. Огляд річкових портів і терміналів України станом на 2021 рік. Міністерство інфраструктури України. URL : <https://mtu.gov.ua/files/Vodnyi/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%B8.docx> (дата звернення 15.11.2023).

15. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

16. 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.

17. Економіка залізничного транспорту: Навч. посібник / Л.О. Позднякова, О.Г. Дейнека, М.Д. Жердев та ін.; за заг. ред. Л.О. Позднякової, О.Г. Дейнеки. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 243 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: НУ «Запорізька політехніка». 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. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

21. Шоботов В. М. Цивільна оборона: Навчальний посібник: Вид. 2-ге, перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Найбільші небезпеки проявляються при навантаженні вантажу в контейнерах на залізничний транспорт та перевезення вантажу:

- при встановленні контейнерів на вагони, можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при завантажувальних роботах можливо падіння вантажу з-за не надійності кріплення останнього стропальниками, не виконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
- можливо падіння контейнерів з-за переміщення вантажу понад норми від номіналу ваги упаковки металу;
- можливе падіння стрілових та козлових кранів з-за сильного вітру на навантажувальному майданчику;
- ураження електричним струмом козлових та стрілових кранів при роботі їх біля мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою що призводить до загибелі людей;
- при недостатньому освітленні можливо не дотримування технології складування контейнерів, що призведе до травмування робітників;
- багато травм відбуваються при виконанні робіт на полотні під час переходу через колії, під час перетинання колії перед наближенням рухомого складу, під час перетинання колії на якій стоять вагони;
- при не відповідних діях при зчепленні вагонів, не застосуванні башмаків, можливе відділення вагонів від головного поїзду, що призведе до аварій;
- при несправності електрообладнання та не герметичності системи живлення локомотива може виникнути пожежа;

- при застосуванні легкозаймистих й горючих речовин для очищення й миття двигунів може статися пожежа;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інше.

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

На основі [18-20] були розроблені заходи по забезпеченню безпеки. Перед вантажно-розвантажувальними роботами необхідно візуально перевіряти такелажні пристрої та періодично відправляти їх на перевірку. Відповідно «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» НПАОП 0.00-1.80-18. – К. : Мінсоцполітики України, 2018. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці)

Не дозволяється піднімати вантаж без перевірки надійності стропування та підтягувати вантаж косим натягом троса.

За кранами та іншими вантажопідіймальними механізмами закріплюються стропальники, які пройшли навчання, перевірку знань і мають відповідне посвідчення.

Стропальники, під час роботи, користуються захисними касками, дослідник також.

Стропальники, повинні знати та точно виконувати встановлену систему знакової та звукової сигналізації.

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

Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт НПАОП 0.00-1.75-15. К. Міненерговугілля України, 2015. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0124-15>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

При роботі козлових і стрілових кранів біля контактної мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою, має відповідати вимогам

«Правил охорони електричних мереж» НПАОП 60.1-1.48-00 .Для запобігання ураження електричним струмом, установка та робота крана ближче 40 м від крайнього проводу повітряної лінії електропередачі напругою більше 42 В допускаються при наявності наряду-допуску на кран та письмового дозволу організації, що експлуатує цю лінію.

Під час виконання робіт краном на залізничному ходу мають бути чітко визначені умови переміщення стріли під контактною мережею.

Для запобігання падіння стрілових та козлових кранів, не дозволяється робота при швидкості вітру 12 м/хв, що викликає відхилення на небезпечну відстань вільних (без вантажу) тросів і канатів, за допомогою яких піднімається вантаж.

Забороняється перебігання колії перед рухомим складом, який наближається, а під час обходу вагонів, які стоять на колії, не дозволяється перетинання колії ближче 5 м від крайнього вагона, прохід між вагонами дозволяється при відстані між ними не менше 10 м.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці. У темний час доби завантаження металопродукції дозволяються при освітленості місця робіт не менше 20 лк, заміряної в горизонтальній площині на рівні землі працівниками санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України на залізничному транспорті. Освітлення облаштовується прожекторне, які розташовані на щоглах. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення»

Для запобігання переохолодження робітників в холодну погоду не обхідно виділення теплого одягу відповідно Наказу № 62 від 12.05.2009 «Норми спец одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту».

ДОДАТОК В

РОЗРАХУНОК ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, НАПРУЖЕНОСТІ ПРАЦІ

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

У відповідності до вихідних даних, які заміряються в лабораторії, вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [18], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [18], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «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 $P_{дон}$	$X_{визн.}$ бали	Клас умов праці	X_i бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	28,3	8	22,9-25,8	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	250	8	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-1	—	—	—	—	—

Кінець таблиці В.1

Фактор (показник)	Виміряні показники Пвим	Час дії год.(хв.)	ГДК, ГДР, показники, Рдоп	Хвизн, бали	Клас умов праці	Хі, бали
Рівень шуму L , дБА	102	5	60	—	3.3	1,88
Загальні енергозатрати організму, Bm	240	8	290	0,83	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	55000	8	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	83	8	75	1,11		
Тривалість робочого дня, год.	8	8	8	0,15		

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

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

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

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,83;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{55000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{84 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,11;$$

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

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

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 $X_{вим} = 4$, з таблиці 7.2 [18] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 250$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [18] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 102$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [18] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [18]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,83 + 1,38 + 1,11 + 0,15 = 3,46$$

З таблиці 7.3 за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,46$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

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 – $X_{\text{см}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{см}} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [18]:

$$X_i = X_{\text{см}} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 5}{8} = 1,88$$

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [18]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,88 + 3 = 9,88$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану $X_{факт} = 9,88$, 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 [18]. 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 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;

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

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 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 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 [18], у розмірі 20%.