

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри )

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ  
МЕТАЛОПРОДУКЦІЇ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДО СПОЖИВАЧІВ НА  
СТАНЦІЇ НИЖНЬОДНІПРОВСЬК-ПРИСТАНЬ

Виконав: студент II курсу, групи T-813м

Спеціальності 275 «Транспортні технології  
(за видами)»

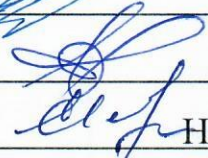
(код і найменування спеціальності)

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

 Данило СОКУР

(прізвище та ініціали)

Керівник

 Сергій ТУРПАК

(прізвище та ініціали)

Рецензент

 Наталія ЄВССЄВА

(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**

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

СОКУР Данило Андрійович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

керівник проєкту (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 проєкту (роботи) 16 грудня 2024 р.



3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча транспортна система доставки металопродукції, дані по споживачам, техніко-економічні показники існуючого технологічного процесу перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розробка імітаційної моделі доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, 2.1.1 Розробка блоку моделі з відвантаження металопродукції з ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, 2.1.2 Блок обробки маршрутних составів, які з ПАТ «Запоріжсталь» відправляються до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, 2.2 Результати експериментів на моделі Kominmet M smc, 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «01» листопада 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)

Данило СОКУР  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

  
(підпис)

Сергій ТУРПАК  
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 84 с., 52 рис., 4 табл., 19 джерел.

### ВАНТАЖОПІДЙОМНИЙ КРАН, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, МЕТАЛОПРОКАТ, СТАНЦІЯ

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки металопрокату металургійного комбінату «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

Мета роботи – визначення найбільш ефективного варіанту доставки металопрокату металургійного комбінату «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

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

В магістерській роботі розглядаються процеси доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань. Завдяки використаним сучасним методам дослідження встановлено доцільність накопичення крупних партій вантажу для відправлення. Рекомендується використання результатів даного дослідження в навчально-методичних виданнях кафедри «Транспортні технології».

## ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт .....	2
Реферат.....	4
Зміст .....	5
Вступ .....	7
1 Аналітична частина .....	8
1.1 Загальна характеристика підприємств-споживачів металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	8
1.1.1 Характеристика інфраструктури філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро .....	8
1.1.2 Характеристика інфраструктури ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ» .....	9
1.2 Характеристика металопродукції, що доставляється до ДМЗ КОМІНМЕТ та Метінвест-СМЦ комбінатом «Запоріжсталь» .....	17
1.3 Постановка завдань підвищення ефективності доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств- споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	27
2 Основна частина .....	25
2.1 Розробка імітаційної моделі доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	25
2.1.1 Розробка блоку моделі з відвантаження металопродукції з ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	25

2.1.2	Блок обробки маршрутних составів, які з ПАТ «Запоріжсталь» відправляються до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	38
2.1.3	Блок обробки вагонних відправлень прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	47
2.2	Результати експериментів на моделі Kominmet_M_smc .....	57
3	Економічна частина .....	59
3.1	Вихідні дані для розрахунків показників доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	60
3.2	Визначення методики розрахунку ефективності варіантів доставки прокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	61
3.3	Визначення ефективності існуючого варіанту доставки прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	63
3.4	Визначення ефективності проектного варіанту доставки прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань .....	64
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях .....	68
	Висновки .....	69
	Перелік посилань .....	71
	Додаток А. Аналіз потенційних небезпек .....	74
	Додаток Б. Заходи по забезпеченню безпеки .....	75
	Додаток В. Оцінка рівня умов, важкості та напруженості праці .....	77
	Додаток Г. Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях .....	83

## ВСТУП

В магістерській роботі розглядається доставка металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до крупних споживачів, яких обслуговує станція Нижньодніпровськ-Пристань.

В даний час підтримка економіки країни, як ніколи, є найважливішим питанням. Тому зменшення будь-яких витрат підприємств металургійної галузі, особливо логістичних, є одним з перспективних напрямків їх розвитку.

Необхідно провести аналітичний аналіз інфраструктури даних підприємств, особливості продукції та технічні можливості відправника, зокрема, в контексті можливості відправлення її у складі однорідних маршрутних составів.

Також, в умовах ймовірного характеру багатьох складових перевізного процесу, необхідно виконати статистичний аналіз випадкових параметрів доставки та доцільним є розробка імітаційної моделі з метою встановлення найбільш ефективних варіантів постачання металопродукції.

За критерій оптимальності, зазвичай приймається економічний, який враховує усі логістичні витрати.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Загальна характеристика підприємств-споживачів металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» на станції Нижньодніпровськ-Пристань

#### 1.1.1 Характеристика інфраструктури філії ТОВ «МЕТІНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро

Група Метінвест у минулому році зберегла гнучкість операційного підходу. Залишається зупиненою діяльність у містах Маріуполь та Авдіївка, а інші підприємства групи були завантажені замовленнями в різному обсязі, враховуючи проблеми логістики, економіки, безпекових чинників тощо [1].

До складу цієї міжнародної вертикально інтегрованої гірничо-металургійної групи входять видобувні та металургійні підприємства:

- України;
- Європи;
- США;

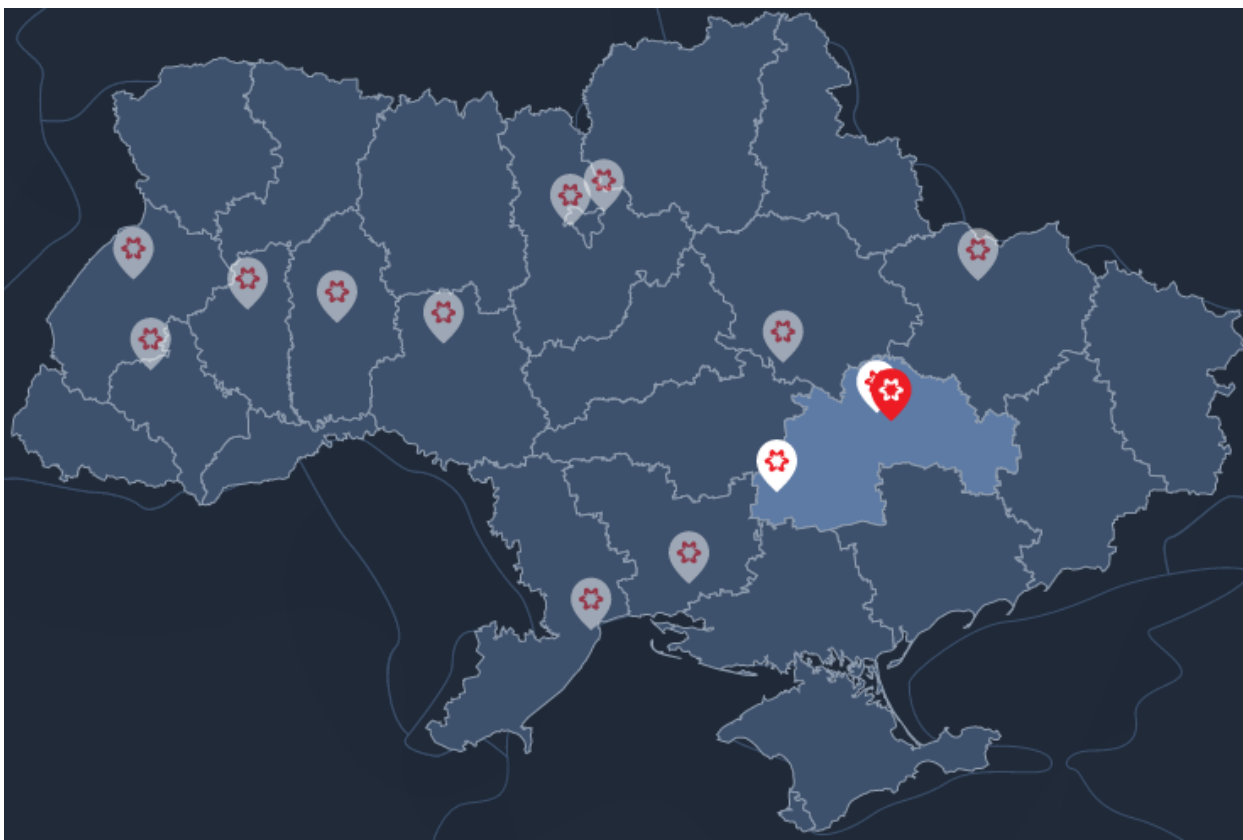
та мережа реалізації продукції у всіх основних регіонах світу.

Таким чином, Метінвест контролює повний виробничий ланцюг, починаючи з видобутку руди, палива та закінчуючи виробництвом напівфабрикатів та готової продукції.

Більшість підприємств розташовані безпосередньо біля основних залізничних станцій та річкових і морських портів забезпечує оперативність постачань сировини і металопродукції [2].

Реалізація продукції [3] забезпечується власною збутовою мережею:

- в Європі, Азії, Африці та Північній Америці реалізацією продукції займається Metinvest International;
- в Україні – підприємство Метінвест-СМЦ (рисунок 1.1 [4]).



#### Вінницька область

- Металоцентр в м. Вінниця

#### Дніпропетровська область

- Металоцентр в м. Кривий Ріг
- Металоцентр в с. Партизанське (Дніпропетровська обл.)
- Розподільчий центр продукції в м. Дніпро

#### Івано-Франківська область

- Металоцентр в смт. Брошнів-Осада (Івано-Франківська обл.)

#### Київська область

- Металоцентр в м. Бровари
- Металоцентр в с. Святопетрівське (Київська обл.)

#### Львівська область

- Металоцентр в м. Львів

#### Миколаївська область

- Металоцентр у м. Миколаїв

#### Одеська область

- Металоцентр в м. Одеса

#### Полтавська область

- Металоцентр в м. Кременчук

#### Тернопільська область

- Металоцентр в м. Тернопіль

#### Харківська область

- Металоцентр в смт. Васищево (Харківська обл.)

#### Хмельницька область

- Металоцентр у м. Хмельницький

Рисунок 1.1 – Металоцентри Метінвест-СМЦ

В металоцентрі Метінвесту – рисунок 1.2, розташованому в місті Дніпро, реалізовується [5]:

- гарячекатана, холоднокатана й оцинкована листова металопродукція;
- круг конструкційний;
- труби електрозварні;
- швелер і двотавр;
- дріт-катанка;
- арматура;
- кутник тощо.



Рисунок 1.2 – Розподільчий центр м. Дніпро

Металопродукція виробників групи компаній Метінвест характеризується відповідністю міжнародним стандартам та високою якістю.

Вантажні операції на розподільчому центрі здійснюються козловими електрокранами у кількості 4 одиниці – рисунок 1.3.



Рисунок 1.3 – Вантажопідйомні крани розподільчого центру

Відвантаження металопродукції з розподільчого центру в місті Дніпро є можливим, як з організацією доставки самим підприємством, так і самостійним вивозом замовником.

Для автомобільного транспорту на території центру передбачена велике за площею паркування, яке дозволяє розмістити понад 40 великовантажних автомобілів.

Більша частка продукції зберігається на ділянці в прольоті кранів, з організацією проїзду автотранспорту в її середині, з двостороннім рухом по одній полосі для кожного напрямку – рисунок 1.4.



Рисунок 1.4 – Розміщення вантажу на складі розподільчого центру

Частина сортового прокату розміщується під однією консольною частиною кранів, де також облаштовано автомобільний проїзд уздовж усього майданчику.

Продукція металургійного комбінату «Запоріжсталь» розміщується на основному міжпрольотному майданчику.

Під іншою частиною підконсольної області кранів облаштовано залізничну колію, яка призначена для здійснення вантажних операцій.

Обслуговується розподільчий центр станцією Нижньодніпровськ-Пристань. На рисунку 1.5 показаний виїзд локомотива серії ТГМ-4 з території центру до станції.



Рисунок 1.5 – Виїзд обслуговуючого локомотива з розподільчого центру

Металопрокат у рулонах зберігається, як правило, у один та два яруси; у пачках – до шести ярусів, що показано на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Прокат у пачках

### 1.1.2 Характеристика інфраструктури ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ»

ДМЗ КОМІНМЕТ [6] засноване братами Шодуар ще у 1899 році, як Бельгійське акціонерне товариство, що виробляло:

- покрівельний прокат;
- хвильовий прокат;
- посуд;
- лопатну сталь.

Сучасне підприємство ДМЗ КОМІНМЕТ має сучасне автоматизоване та механізоване технологічне обладнання, яке здатне:

- виробляти електрозварні труби;
- виконувати гаряче оцинкування;
- виробляти товари народного споживання.

Трубоелектрозварювальне виробництво характеризується наявністю такого обладнання:

- агрегатами поздовжнього розпуску рулонної сталі, товщина якої становить 1 ... 12,7 мм;
- трьома трубопрофілеелектрозварювальними агрегатами;
- допоміжним обладнанням – лініями торцювання, маркування, гідровипробувань.

Основна продукція:

- круглі труби діаметром 17 ... 244 мм;
- квадратні труби розмірами 15x15 ... 200x200 мм;
- труб прямокутного перетину 20x30 ... 200x160 мм;
- овальні труби 120x60 мм.

Цех кольорових покриттів включає також ділянку виробництва товарів народного споживання.

Вони мають наступне обладнання:

- агрегати поздовжнього і поперекового різання рулонної сталі;
- лінія гарячого цинкування труб з максимальною довжиною до 8,1 м та металоконструкцій, ширина яких не перевищує 1 метра, висота – 2 метрів, довжина – 8,5 метрів та маса одиниці – 2 тонни;
- лінії з виробництва посуду (оцинковані тази та баки, відра тощо) і сталевих лопат.

Характеристика обсягів виробництва [7] основної продукції – труб ДМЗ КОМІНМЕТ довоєнного періоду показана на рисунку 1.7

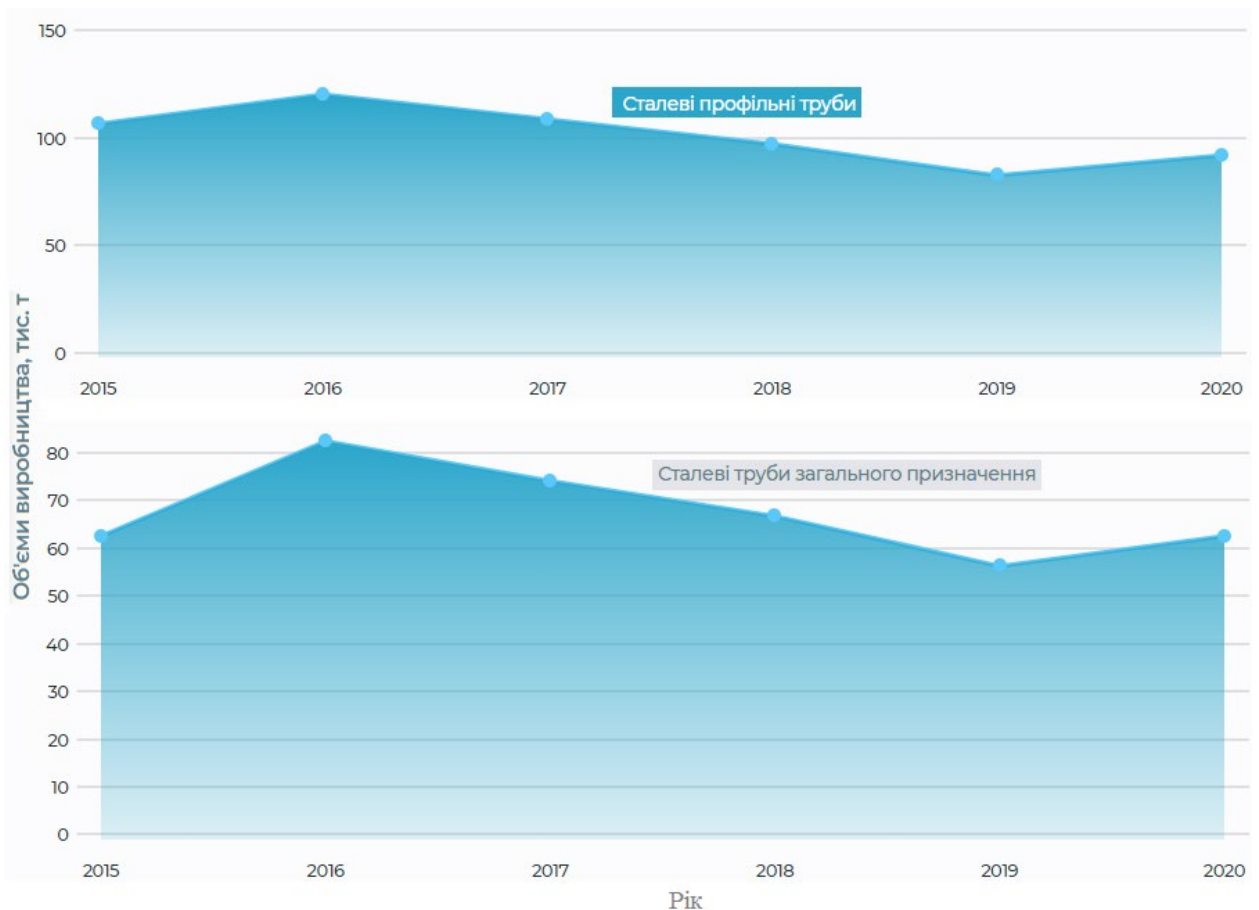


Рисунок 1.7 – Характеристика обсягів виробництва основної продукції – труб ДМЗ КОМІНМЕТ довоєнного періоду

ДМЗ КОМІНМЕТ отримує металопрокат Запоріжсталі у вигляді рулонів.

Після вивантаження мостовими кранами, він зберігається у закритих складах – рисунок 1.8 [8].



Рисунок 1.8 – Рулонний прокат на складі ДМЗ КОМІНМЕТ

Обслуговується підприємство при доставці прокату залізничним транспортом станцією Нижньодніпровськ-Пристань Придніпровської залізниці.

Вона є вантажною станцією другого класу та знаходиться на електрифікованій лінії між станціями Запоріжжя-Кам'янське та Нижньодніпровськ-Вузол. Місце розташування – лівий берег р. Дніпро. Межує зі станціями Дніпро та Нижньодніпровськ-Вузол, на відстані п'ять кілометрів від кожної.

Схема розміщення станції Нижньодніпровськ-Пристань, ДМЗ КОМІНМЕТ та Метінвест-СМЦ показана на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Схема розміщення станції Нижньодніпровськ-Пристань, ДМЗ КОМІНМЕТ та Метінвест-СМЦ

## 1.2 Характеристика металопродукції, що доставляється до ДМЗ КОМІНМЕТ та Метінвест-СМЦ комбінатом «Запоріжсталь»

Металопродукція, яку споживали ДМЗ КОМІНМЕТ та Метінвест-СМЦ в довоєнний період, вироблялась трьома підрозділами «Запоріжсталі» в обсязі:

- ЦГПТЛ – 90,3%;
- ЦХП-1 – 5,4%;
- ЦХП-3 – 4,3%.

ДМЗ КОМІНМЕТ споживав продукцію ЦХП-1 та ЦГПТЛ у рулонах, а Метінвест-СМЦ – продукцію ЦХП-1, ЦХП-3 та ЦГПТЛ у пачках.

Виробництво продукції ЦГПТЛ передусє виробничому процесу ЦХП-1 та ЦХП-3. Саме в цьому цеху з розпечених злитків металу прокатується тонкий лист, який ще потребує часу на охолодження – рисунок 1.10 [9].



Рисунок 1.10 – Продукція ЦГПТЛ на транспортере

Частина продукції буде забезпечена пакуванням та відвантажиться з ЦГПТЛ, а частина – буде доставлена транспортером до ЦХП-1 для подальшої обробки та удосконалення якості поверхні металу.

Продукція як ЦГПТЛ, так і ЦХП-1 може бути відправлена споживачам у рулонах (рисунок 1.11) або пачках (рисунок 1.12) [10].

Продукція ЦХП-3 виготовляється та відвантажується лише у вигляді пачок прокату.



Рисунок 1.11 – Продукція ЦХП-1 у рулонах



Рисунок 1.12 – Продукція ЦХП-1 у пачках

Продукція, яка постачається з ЦХП-1 до ДМЗ КОМІНМЕТ, представлена рулонами, кількість яких у вагонах характеризується такими статистичними показниками:

- мінімальна кількість рулонів: 4 од.;
- максимальна кількість рулонів: 10 од.;
- середня кількість рулонів: 6,2 од.;
- станд. відхилення кількості: 2,28.

Щільність ймовірності розподілу кількості рулонів ЦХП-1 у вагонах для ДМЗ КОМІНМЕТ показана на рисунку 1.13.

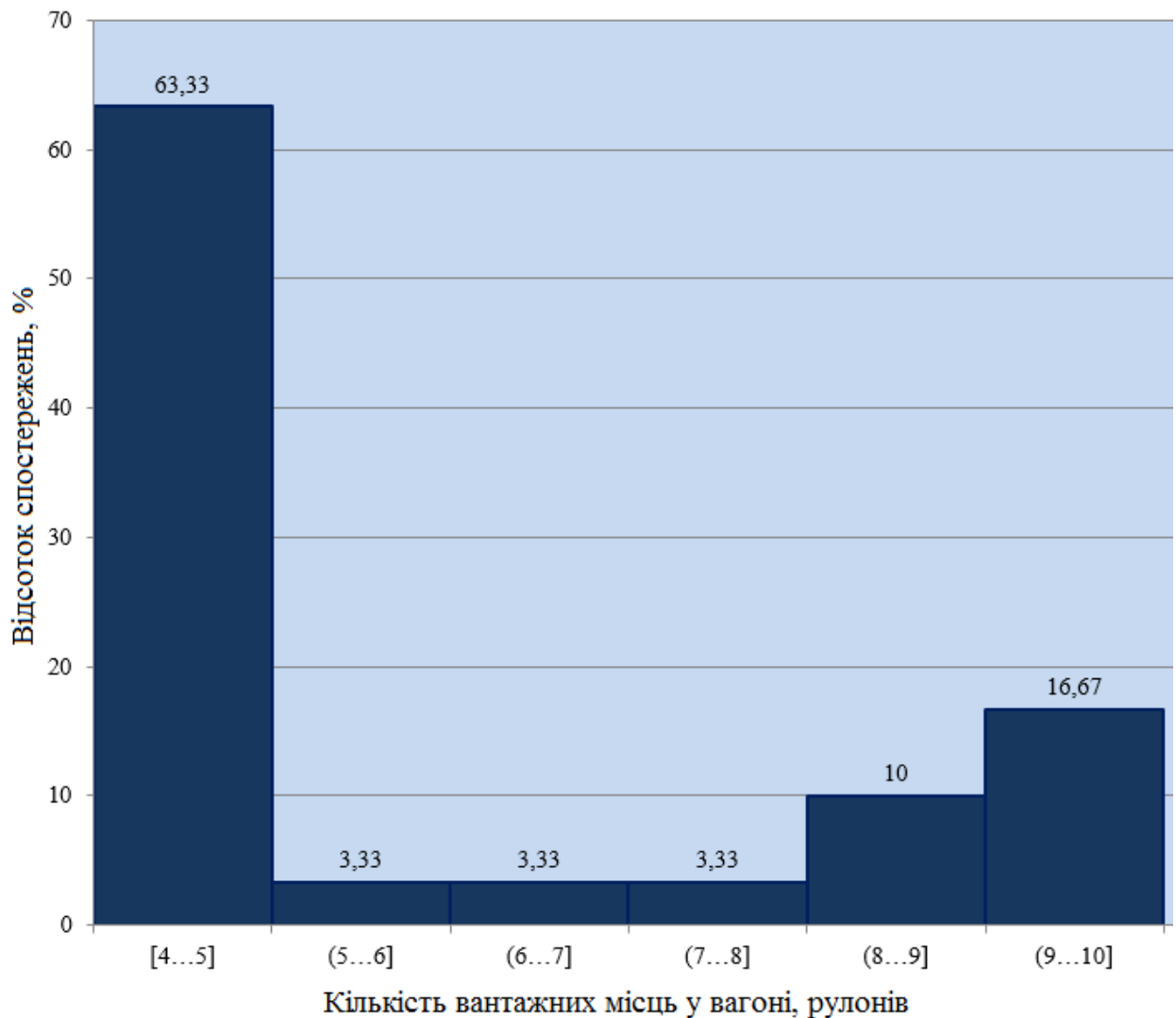


Рисунок 1.13 – Щільність ймовірності розподілу кількості рулонів ЦХП-1 у вагонах для ДМЗ КОМІНМЕТ

Продукція, яка постачається з ЦГПТЛ до ДМЗ КОМІНМЕТ, представлена рулонами, кількість яких у вагонах характеризується такими статистичними показниками:

- мінімальна кількість рулонів: 4 од.;
- максимальна кількість рулонів: 5 од.;
- середня кількість рулонів: 4,86 од.;
- станд. відхилення кількості: 0,35.

Щільність ймовірності розподілу кількості рулонів ЦГПТЛ у вагонах для ДМЗ КОМІНМЕТ показана на рисунку 1.14.

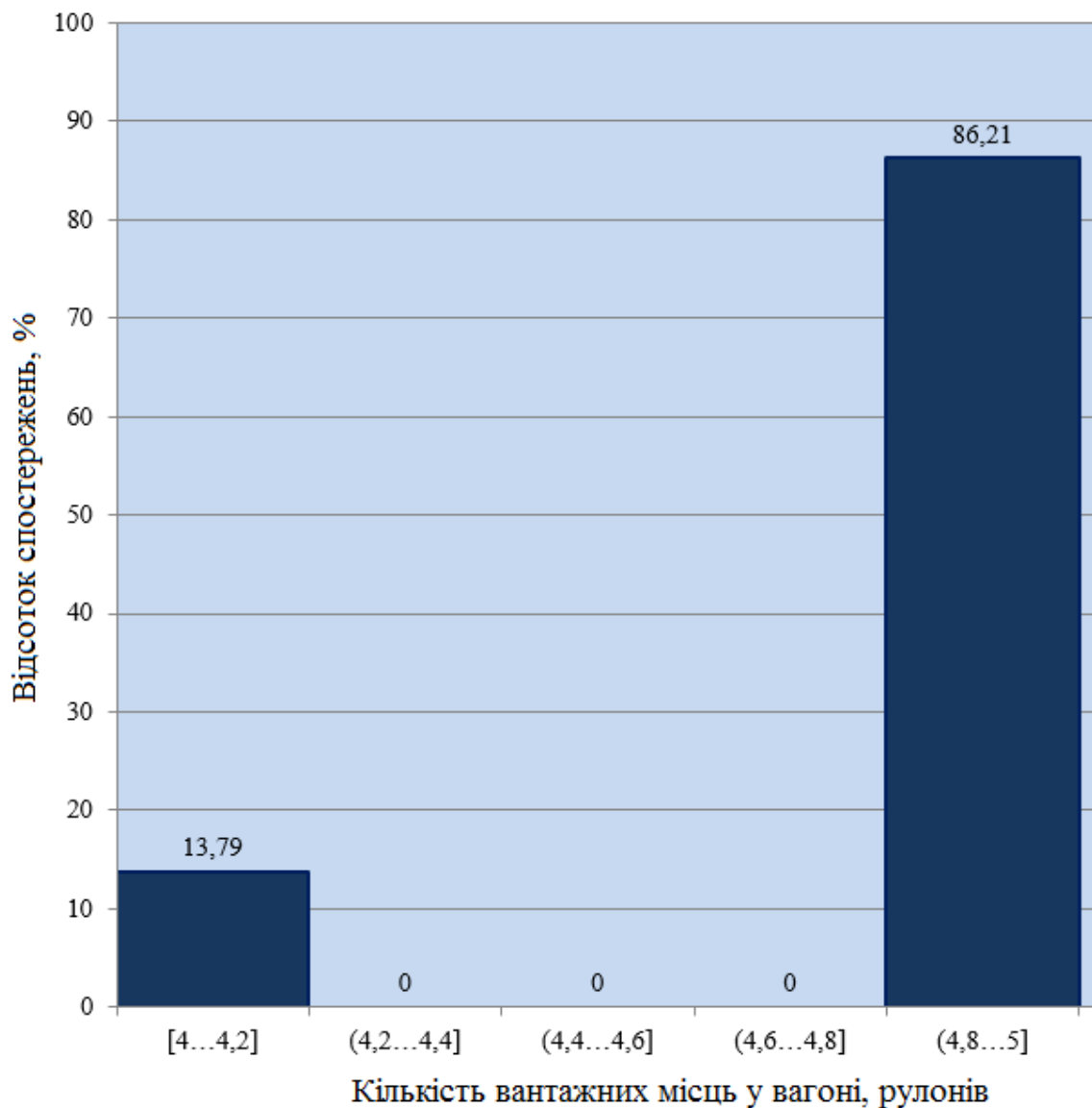


Рисунок 1.14 – Щільність ймовірності розподілу кількості рулонів ЦГПТЛ у вагонах для ДМЗ КОМІНМЕТ

Продукція, яка постачається з ЦХП-1, ЦГПТЛ, ЦХП-3 до Метінвест-СМЦ, представлена пачками металопрокату, кількість яких у вагонах характеризується такими статистичними показниками:

- мінімальна кількість пачок: 8 од.;
- максимальна кількість пачок: 14 од.;
- середня кількість пачок: 10,2 од.;
- станд. відхилення кількості: 0,81.

Щільність ймовірності розподілу кількості пачок ЦХП-1, ЦГПТЛ, ЦХП-3 у вагонах для Метінвест-СМЦ показана на рисунку 1.15.

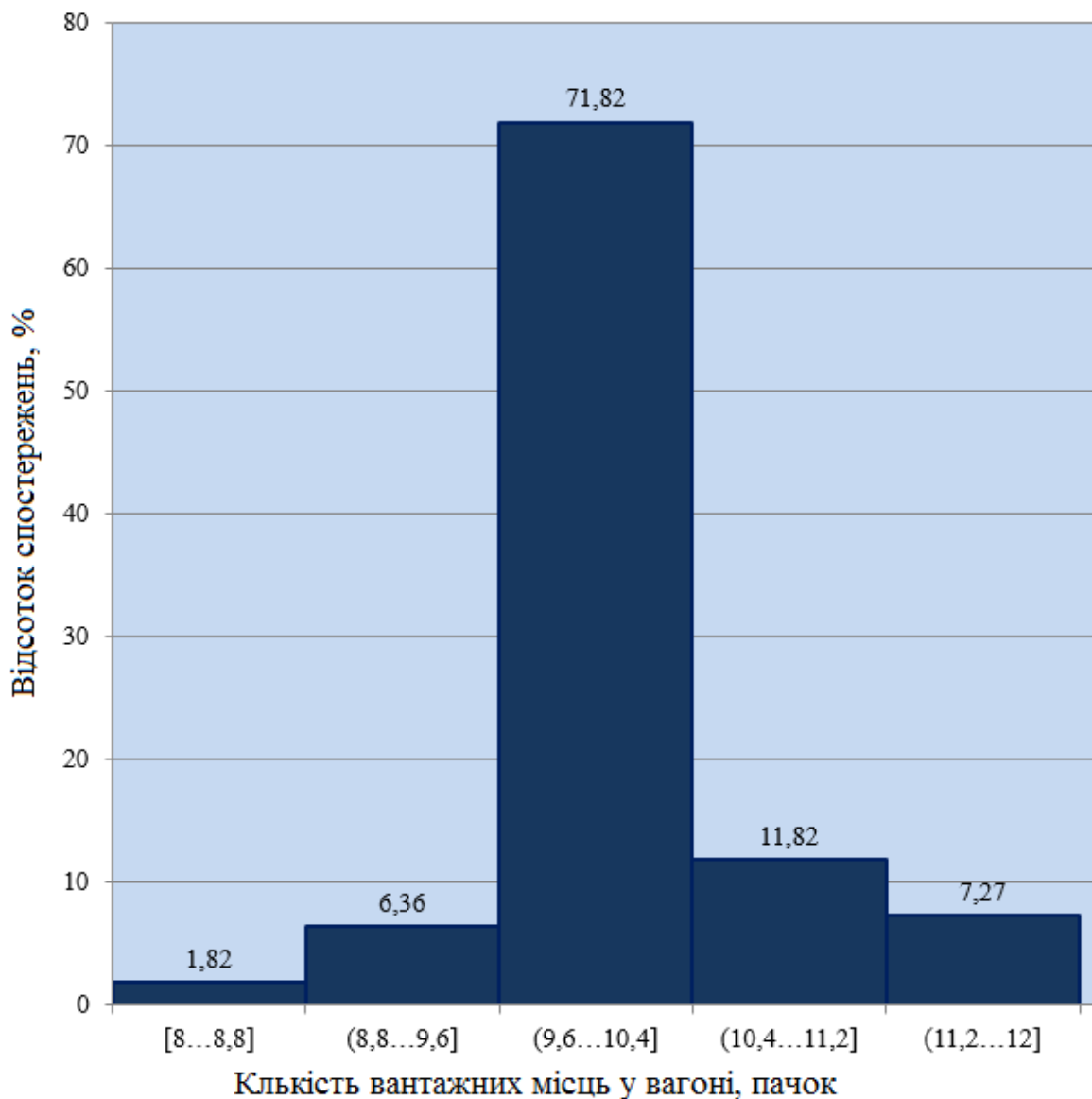


Рисунок 1.15 – Щільність ймовірності розподілу кількості пачок ЦХП-1, ЦГПТЛ, ЦХП-3 у вагонах для Метінвест-СМЦ

Враховуючи високе питоме навантаження на площу складу даних вантажів, констатуємо можливість накопичення значної партії вантажу для відправлення на складах прокатних цехів.

А з урахуванням наявності в цехах навантаження 6 колій, на яких можуть виконуватись вантажні операції декількома вантажопідйомними кранами одночасно [11,12], можна зробити висновок щодо можливості відвантаження крупних партій вантажу за короткий період часу.

### **1.3 Постановка завдань підвищення ефективності доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань**

За результатами аналітичного аналізу доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, встановлено наступне:

- основні споживачі – філія ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», розташовані поруч підприємства;
- продукція, яка споживається, виготовляється цехами ПАТ «Запоріжсталь» ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3;
- металопрокат характеризується високим питомим навантаженням на площу складів ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, що свідчить про можливість накопичення значної партії вантажу для відправлення крупною партією споживачам;
- прокатні цехи мають високий ступінь механізації процесів навантаження, що також сприяє навантаженню крупних партій металопрокату.

В роботі планується розробити імітаційну модель доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, яка враховує ймовірнісний характер тривалості транспортних операцій та можливість організації відправлення вагонів як невеликими, так і крупними партіями – маршрутними составами.

На основі отриманих в ході експериментів на цій програмі результатах необхідно виконати економічні розрахунки, які визначать найбільш ефективний варіант доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань – ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ».

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### **2.1 Розробка імітаційної моделі доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань**

#### **2.1.1 Розробка блоку моделі з відвантаження металопродукції з ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань**

На початку розробки даного блоку встановимо інтенсивність відвантаження вагонів за існуючою системою доставки.

Проаналізуємо інтервали навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ [13,14].

Статистичні характеристики вибірки інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ, сформованої на основі даних довоєнного періоду роботи комбінату, наступні:

- мінімальний інтервал: 1,8 год.;
- максимальний інтервал: 24,2 год.;
- середній інтервал: 7,13 год.;
- стандартне відхилення: 4,5 год.

На рисунку 2.1 показана діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ.

За формою даний розподіл інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ відповідає експоненціальному.

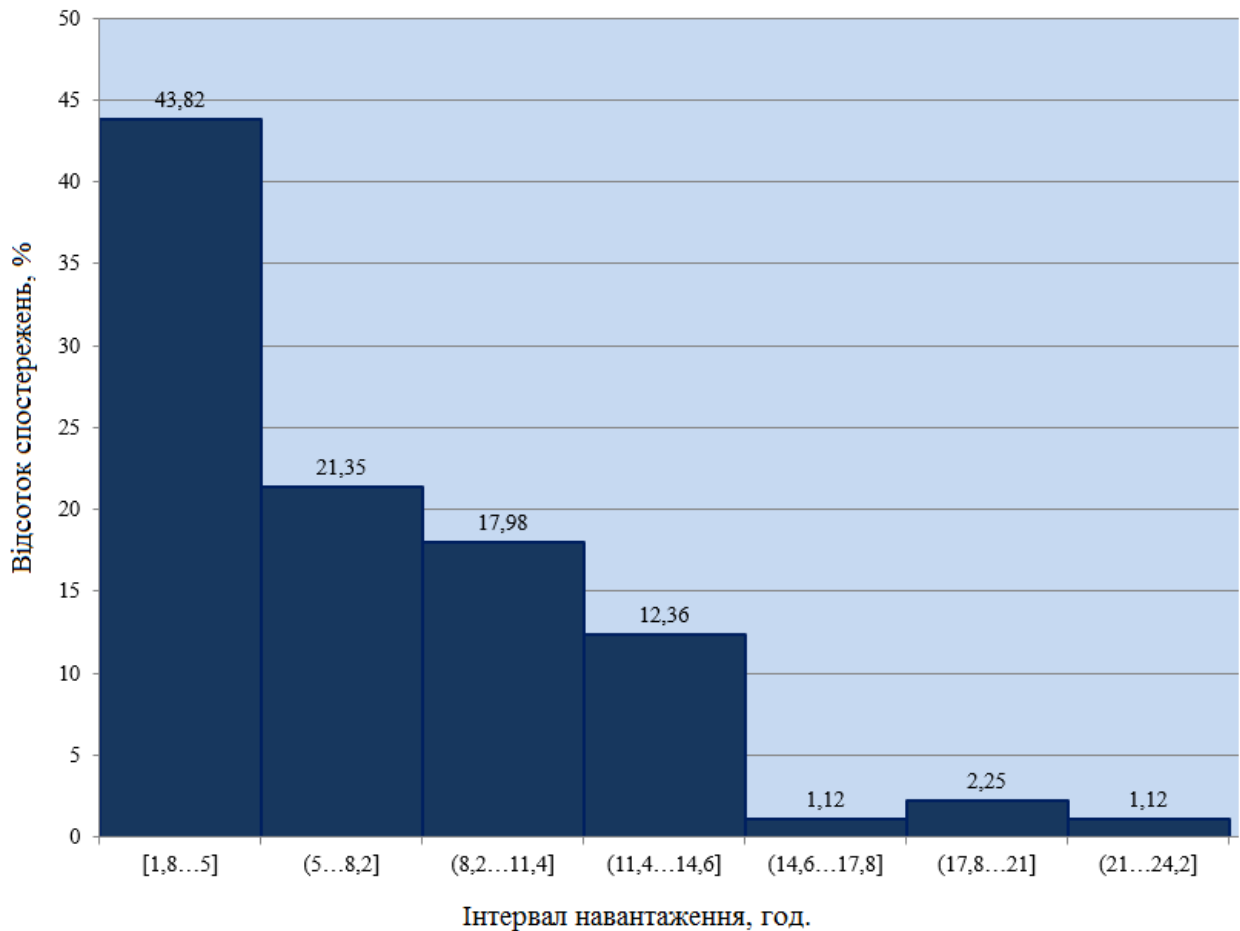


Рисунок 2.1 – Діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ

За даними спостереженнями також проаналізовано кількість вагонів, які навантажувались на даних інтервалах.

Статистичні характеристики вибірки кількості вагонів в групах, навантажених до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ, наступні:

- мінімальна кількість: 1 ваг.;
- максимальна кількість: 9 ваг.;
- середня кількість: 2,44 ваг.;
- стандартне відхилення: 1,72 ваг.

На рисунку 2.2 показана діаграма щільності ймовірності розподілу кількості вагонів в навантажених групах до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ.

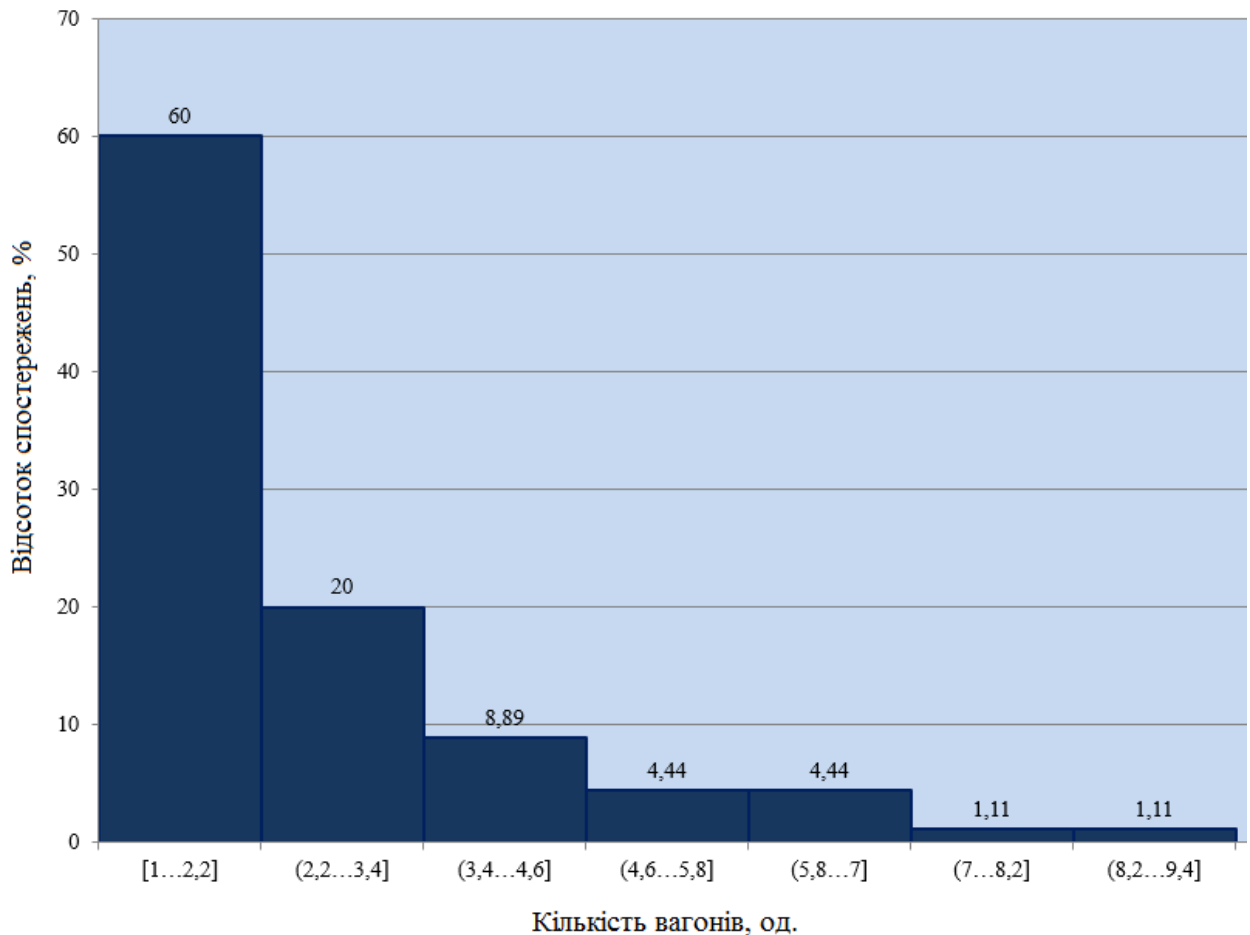


Рисунок 2.2 – Діаграма щільності ймовірності розподілу кількості вагонів в навантажених групах до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ

За формою даних розподіл кількості вагонів в навантажених групах до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦГПТЛ відповідає експоненціальному закону.

Проаналізуємо дані відвантаження продукції ЦХП-1 та ЦХП-3.

На рисунку 2.3 показана діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3.

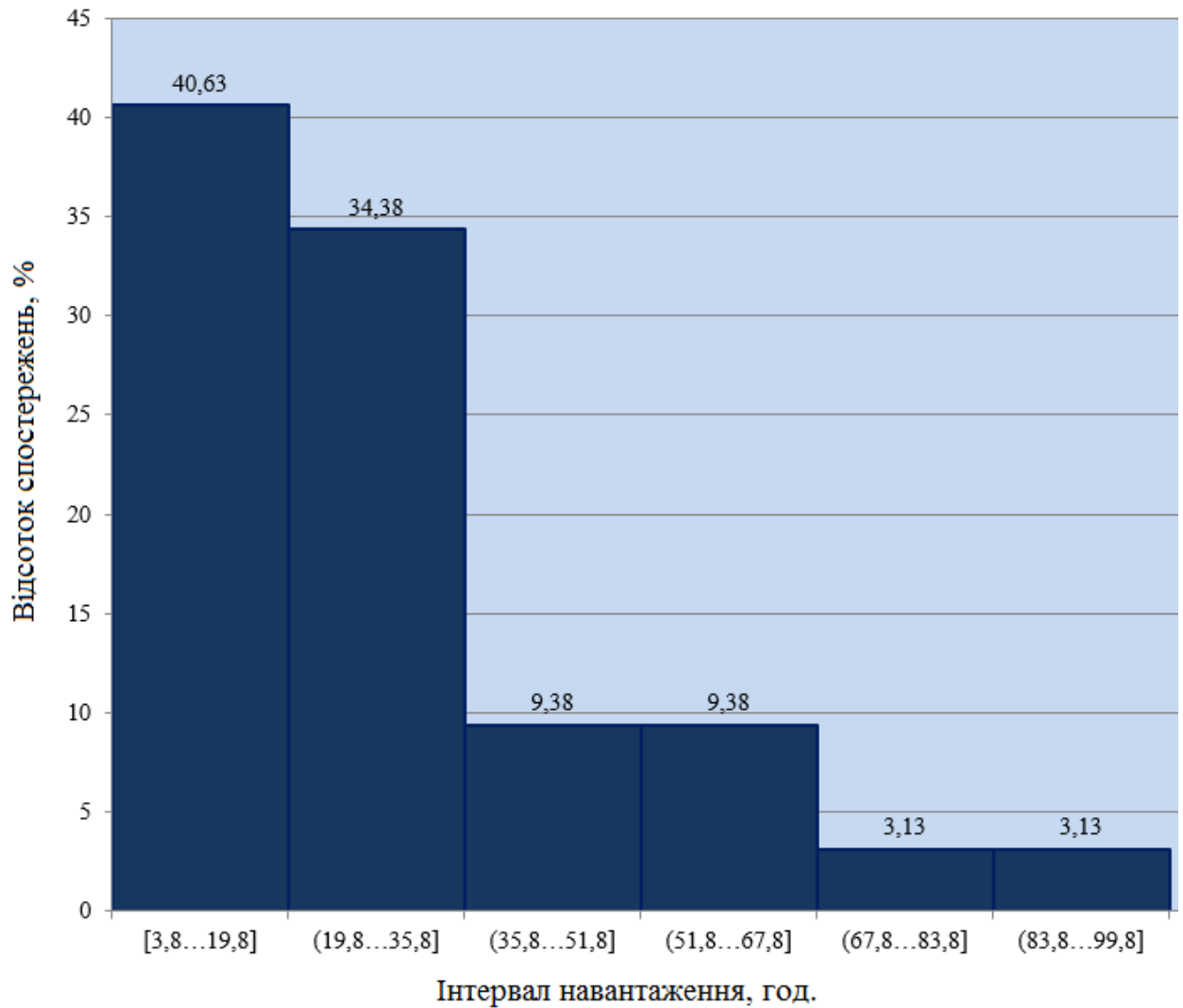


Рисунок 2.3 – Діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3

За формою даних розподіл інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3 відповідає експоненціальному.

Статистичні характеристики вибірки інтервалів навантаження партій вагонів до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3:

- мінімальний інтервал: 3,8 год.;
- максимальний інтервал: 99,8 год.;
- середній інтервал: 29,72 год.;
- стандартне відхилення: 21,8 год.

На рисунку 2.4 показана діаграма щільності ймовірності розподілу кількості вагонів в навантажених групах до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3.

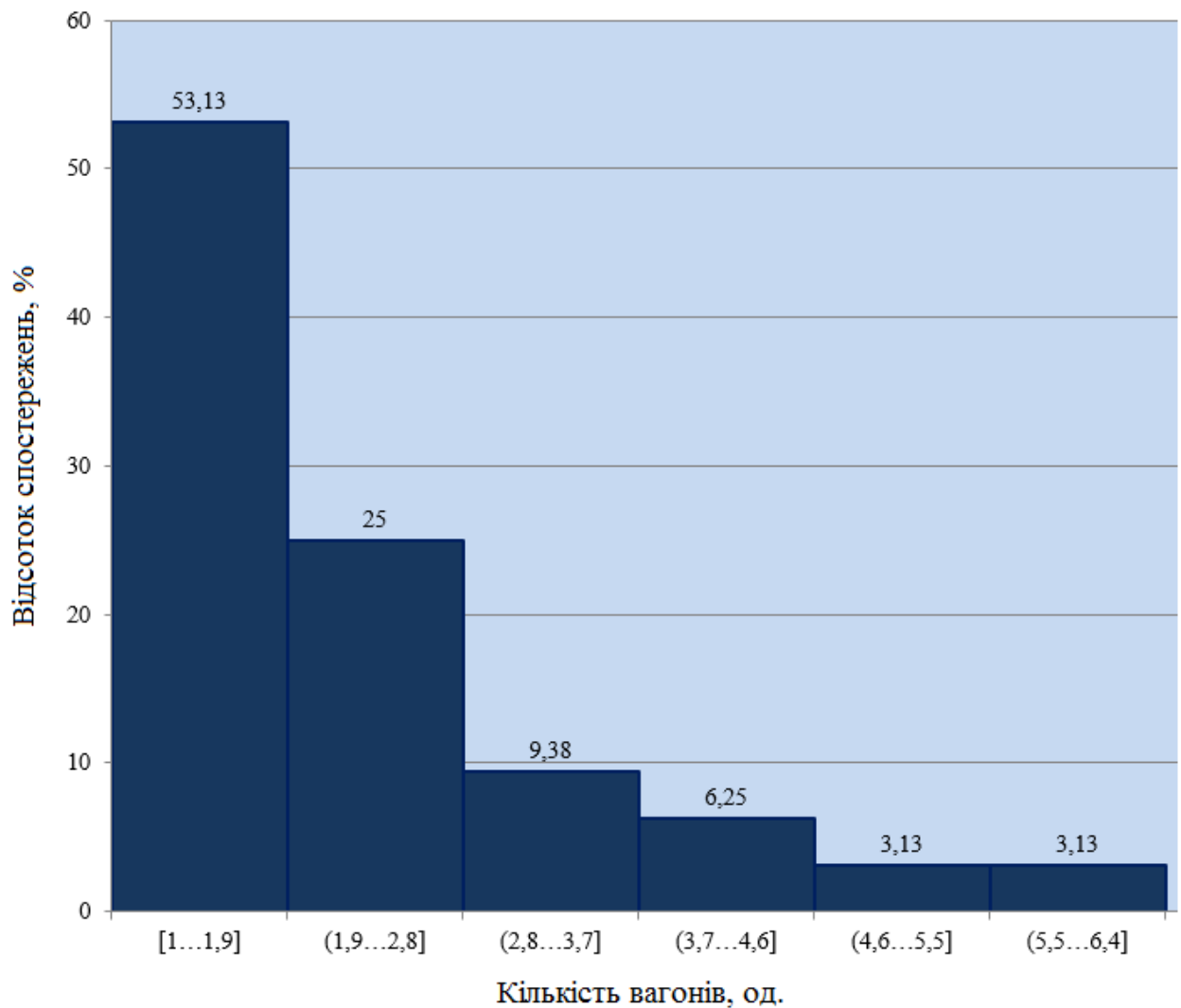


Рисунок 2.4 – Діаграма щільності ймовірності розподілу кількості вагонів в навантажених групах в ЦХП-1 та ЦХП-3

Статистичні характеристики вибірки кількості вагонів в групах, навантажених до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань в ЦХП-1 та ЦХП-3, наступні:

- мінімальна кількість: 1 ваг.;
- максимальна кількість: 6 ваг.;
- середня кількість: 1,91 ваг.;
- стандартне відхилення: 1,3 ваг.

Використаємо отримані характеристики в імітаційній моделі *Kominmet\_M\_smc*. Блок моделі з відвантаження металопродукції з ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань показаний на рисунку 2.5.

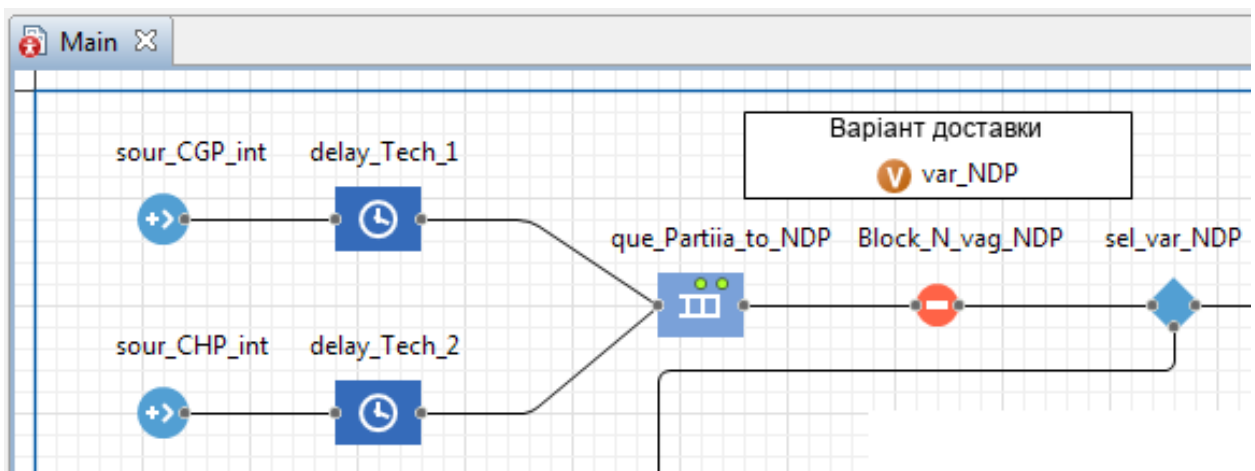
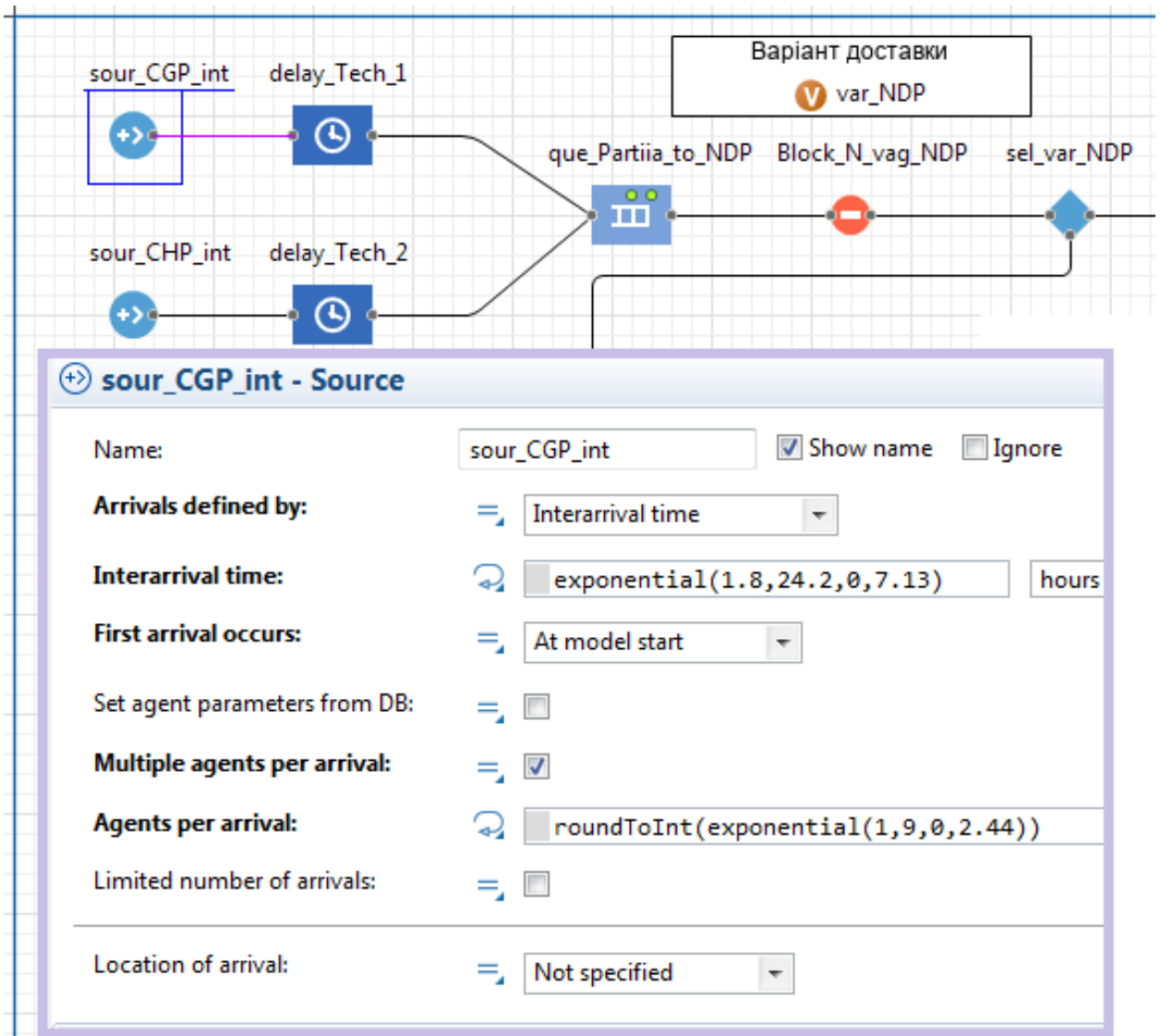


Рисунок 2.5 – Блок моделі з відвантаження металопродукції з ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Елемент *sour\_CGP\_int* генерує за встановленими законами розподілу кількість вагонів та інтервали їх появи в ЦГПТЛ металургійного комбінату «Запоріжсталь» – рисунок 2.6.

Рисунок 2.6 – Елемент `sour_CGP_int`

Інтервали генерації згідно коду:

`exponential(1.8,24.2,0,7.13),`

забезпечують появу замовлень у кількості:

`roundToInt(exponential(1,9,0,2.44))`

встановленої також експоненціальним законом.

Елемент `sour_CHP_int` генерує за встановленими законами розподілу кількість вагонів та інтервали їх появи в ЦХП-1 та ЦХП-3 – рисунок 2.7.

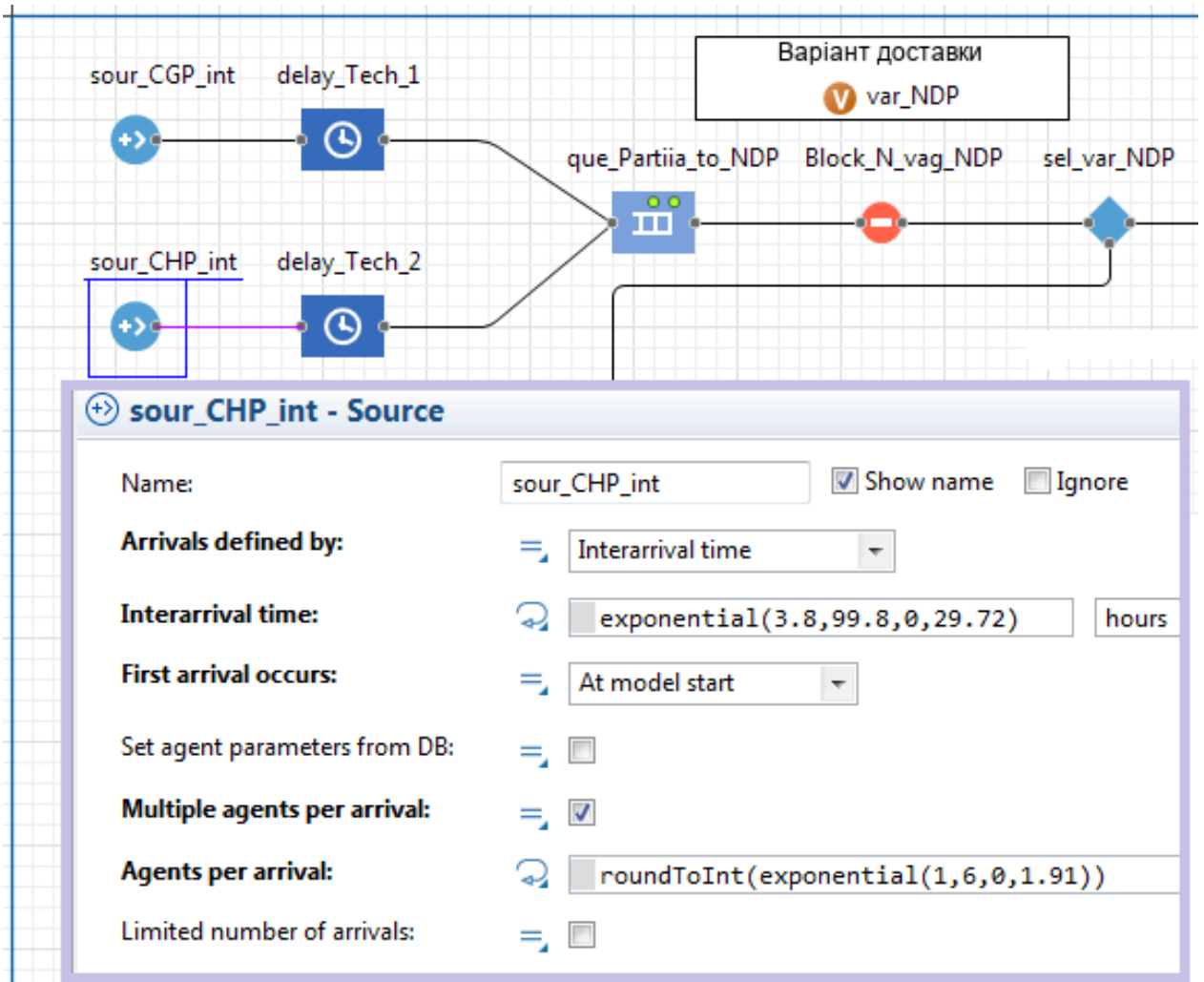


Рисунок 2.7 – Елемент `sour_CHP_int`

Інтервали генерації згідно коду:

`exponential(3.8, 99.8, 0, 29.72),`

забезпечують появу замовлень у кількості:

`roundToInt(exponential(1, 6, 0, 1.91)),`

за експоненціальним законом.

Елементи `delay_Tech_1` та `delay_Tech_2` забезпечують технологічне відділення часом рух замовлень у даному блоці для адекватної роботи програми.

Елемент `delay_Tech_1` показаний на рисунку 2.8.

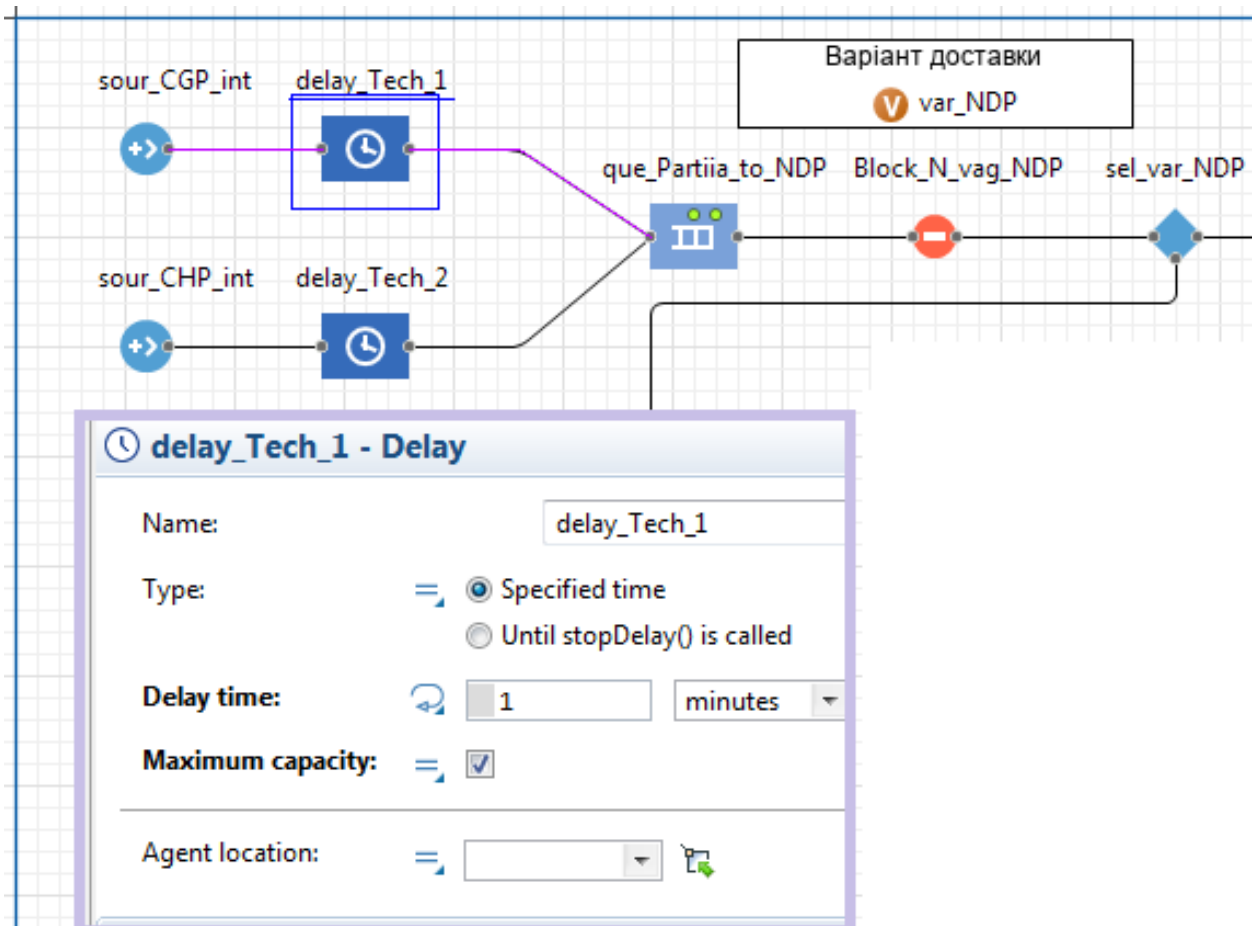


Рисунок 2.8 – Елемент `delay_Tech_1`

Елемент `delay_Tech_2` має аналогічні характеристики та функцію.

Обидва потоки вагонів об'єднуються в елементі `que_Partiaa_to_NDP`, який показаний на рисунку 2.9.

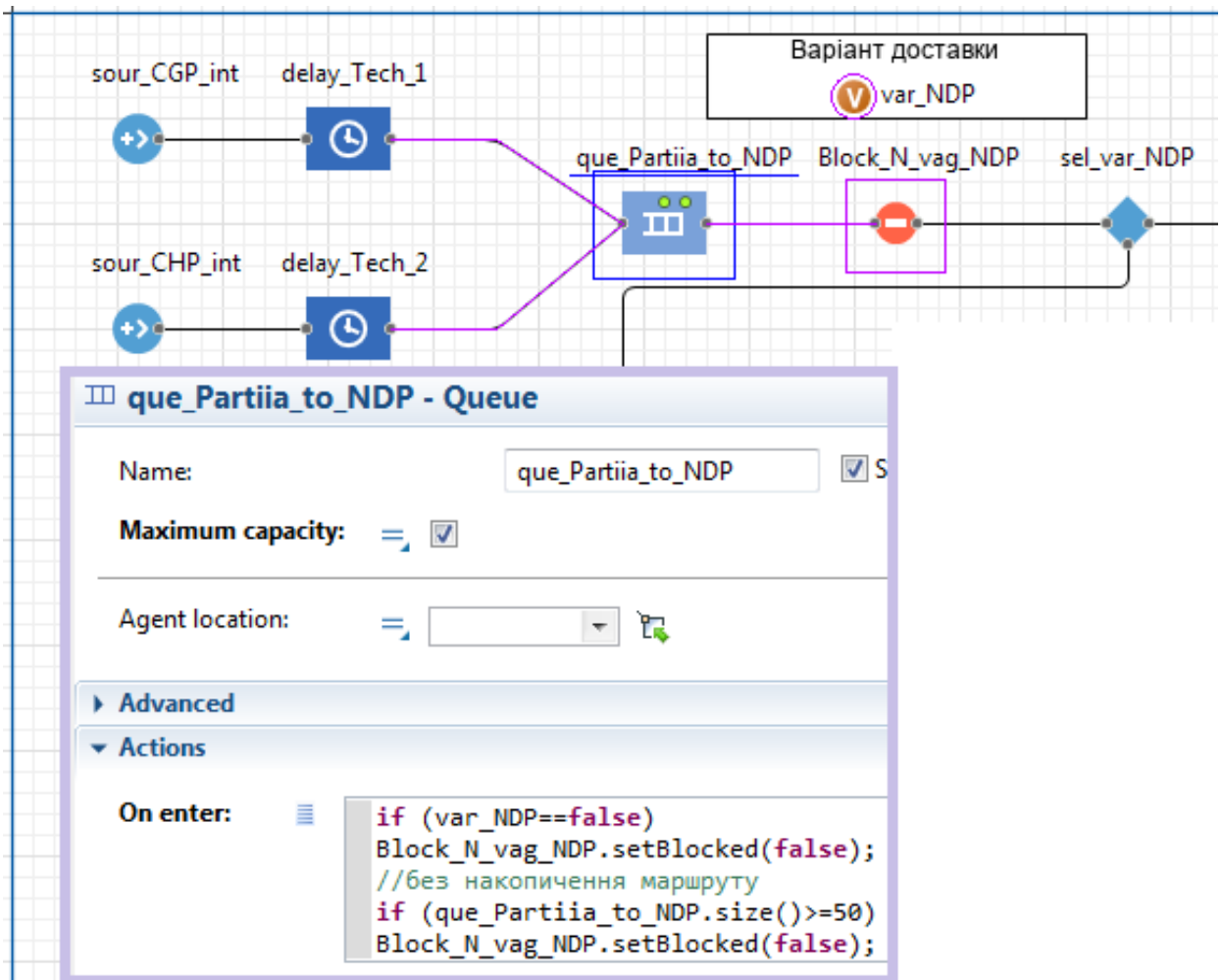
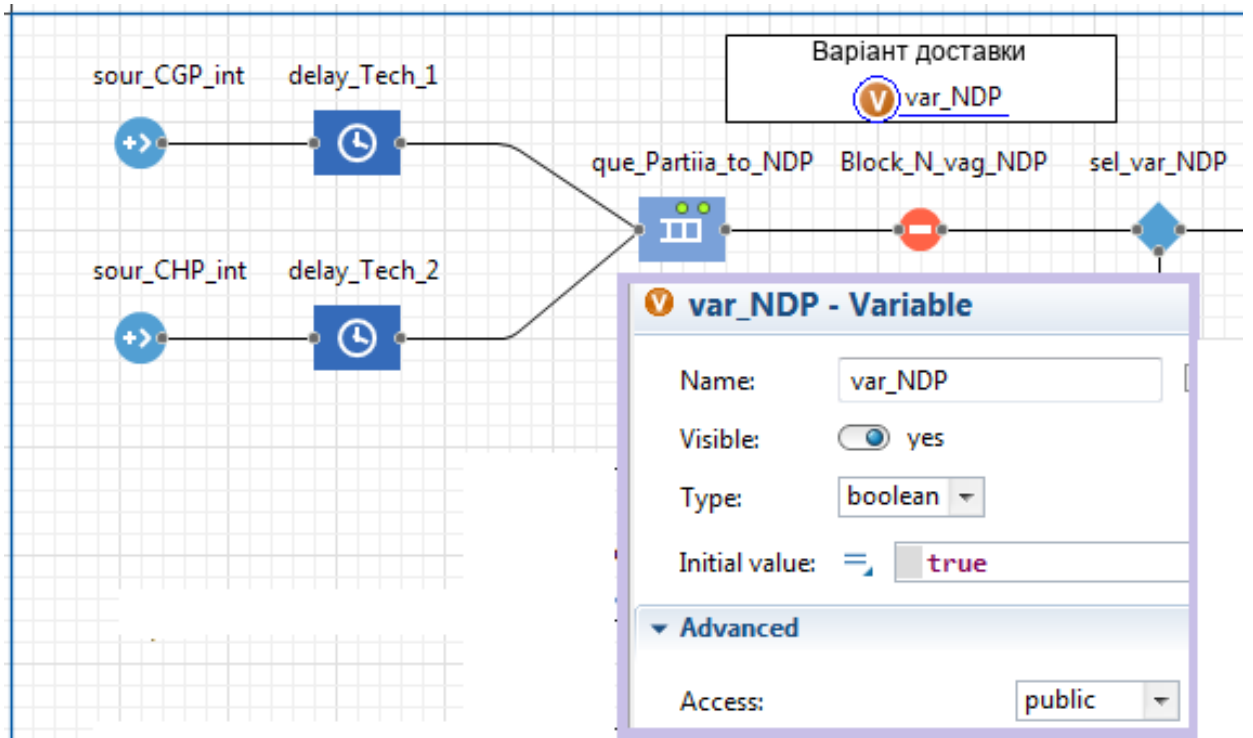


Рисунок 2.9 – Елемент que\_Partiiia\_to\_NDP

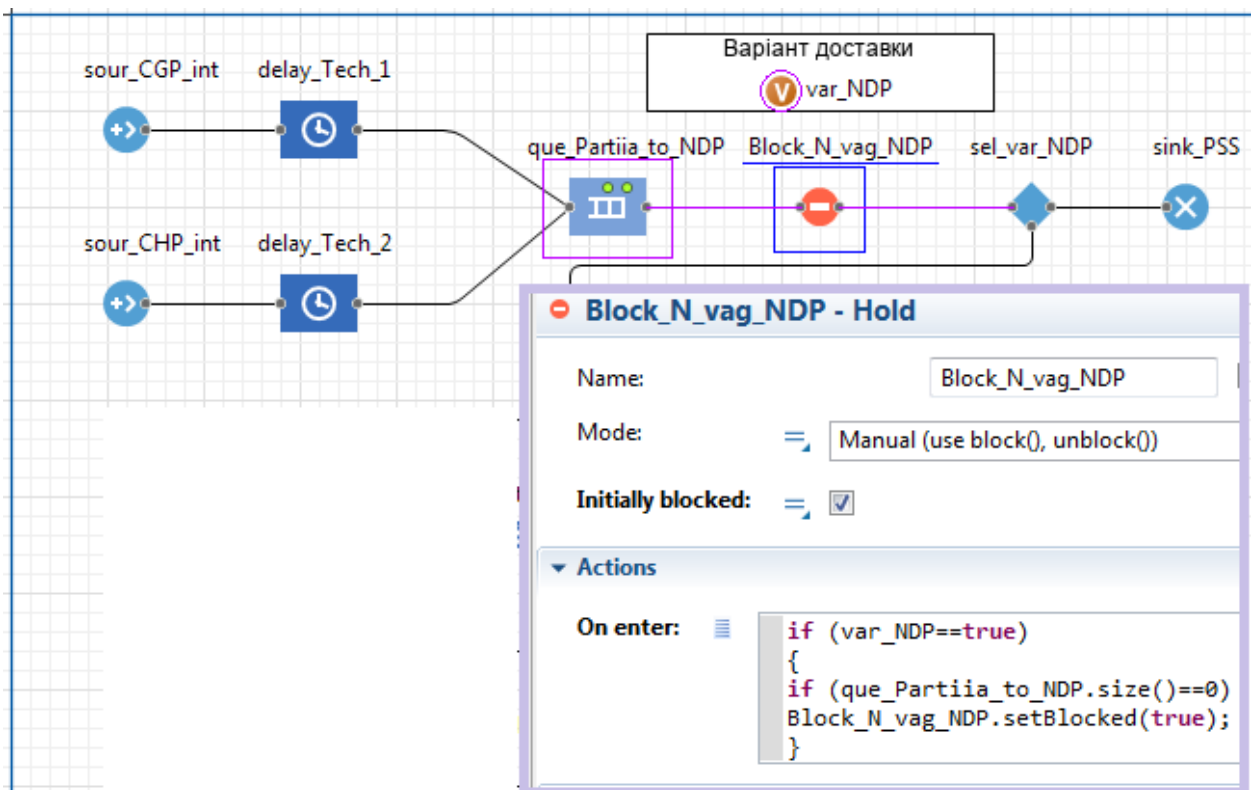
Елемент que\_Partiiia\_to\_NDP містить код:

```
if (var_NDP==false)
Block_N_vag_NDP.setBlocked(false);
//без накопичення маршруту
if (que_Partiiia_to_NDP.size()>=50)
Block_N_vag_NDP.setBlocked(false);
```

який накопичує замовлення в даній черзі в разі формування маршрутних відправлень, що визначає змінна var\_NDP – рисунок 2.10.

Рисунок 2.10 – Змінна `var_NDP`

Наступний елемент `Block_N_vag_NDP` – рисунок 2.11.

Рисунок 2.11 – Наступний елемент `Block_N_vag_NDP`

Він блокує замовлення в черзі `que_Partiiia_to_NDP` при накопиченні маршрутних составів та містить код:

```
if (var_NDP==true)
{
if (que_Partiiia_to_NDP.size()==0)
Block_N_vag_NDP.setBlocked(true);
}
```

який блокує елемент `Block_N_vag_NDP` при проходженні через нього кількість вагонів маршрутного составу – 50 та більше вагонів, тобто при відсутності замовлень, після їх виходу, у елементі `que_Partiiia_to_NDP`.

Наступний елемент `sel_var_NDP` (рисунок 2.12) визначає наступний шлях прямування замовлень відповідно до значення змінної `var_NDP`:

- якщо `var_NDP=true`, замовлення обробляються за принципом формування маршрутних составів;
- якщо `var_NDP=false`, замовлення обробляються за принципом формування одиночних та малих відправлень.

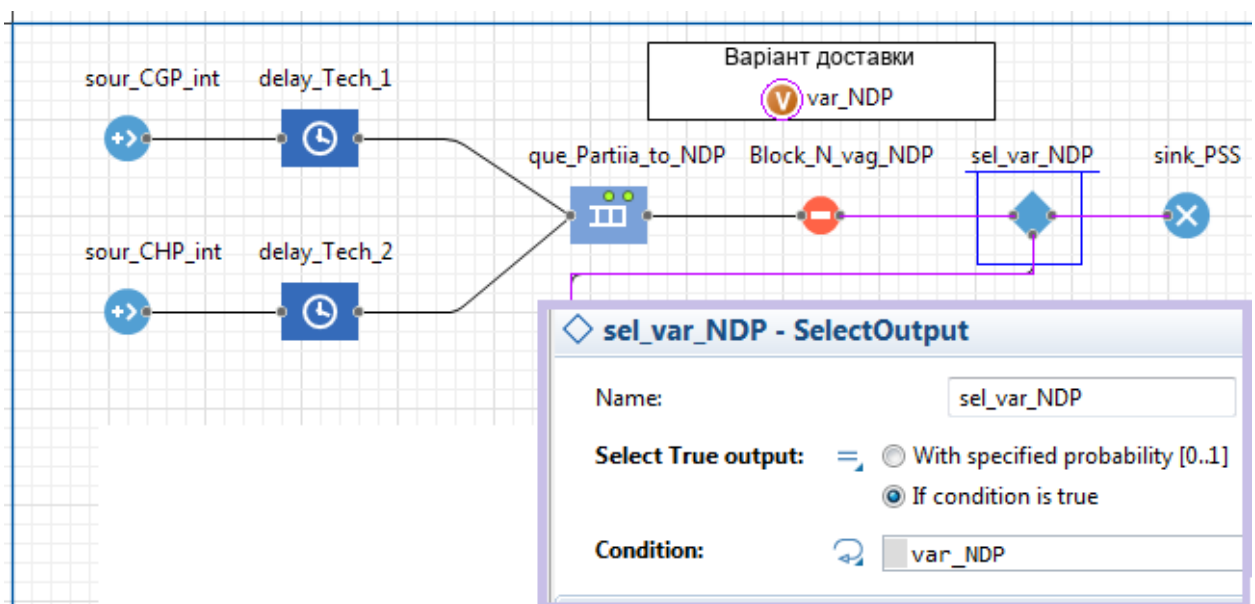


Рисунок 2.12 – Елемент `sel_var_NDP`

Якщо формуються маршрутні состави, елемент sink\_PSS виконує програмний код:

```
N_vag_NDP_M=N_vag_NDP_M+1;
if (que_Partiaa_to_NDP.size()==0)
sour_To_NDP.inject(1);
```

який виконує підрахунок вагонів, які відправляються, при проходженні маршрутної кількості вагонів.

Крім того, він викликає появу замовлення в блоці обробки маршрутних составів, які з ПАТ «Запоріжсталь» відправляються до підприємств-споживачів ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ» на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

Елемент sink\_PSS показаний на рисунку 2.13.

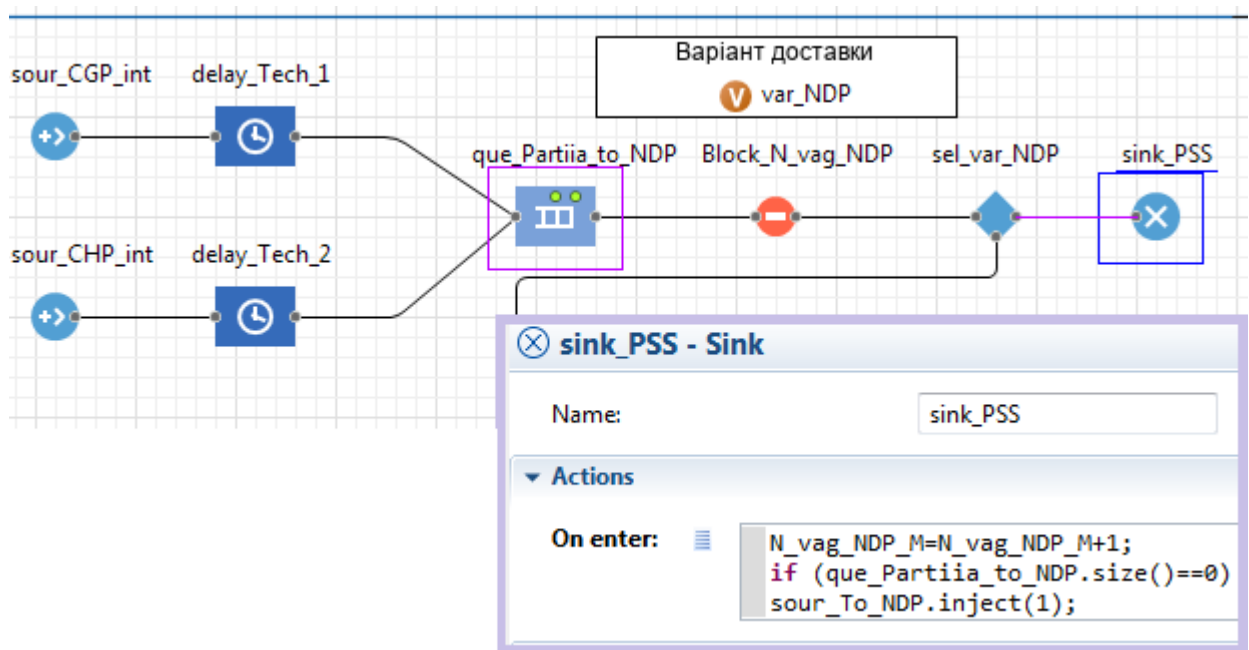


Рисунок 2.13 – Елемент sink\_PSS

### 2.1.2 Блок обробки маршрутних составів, які з ПАТ «Запоріжсталь» відправляються до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Блок обробки маршрутних составів, які з ПАТ «Запоріжсталь» відправляються до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань показаний на рисунку 2.14.

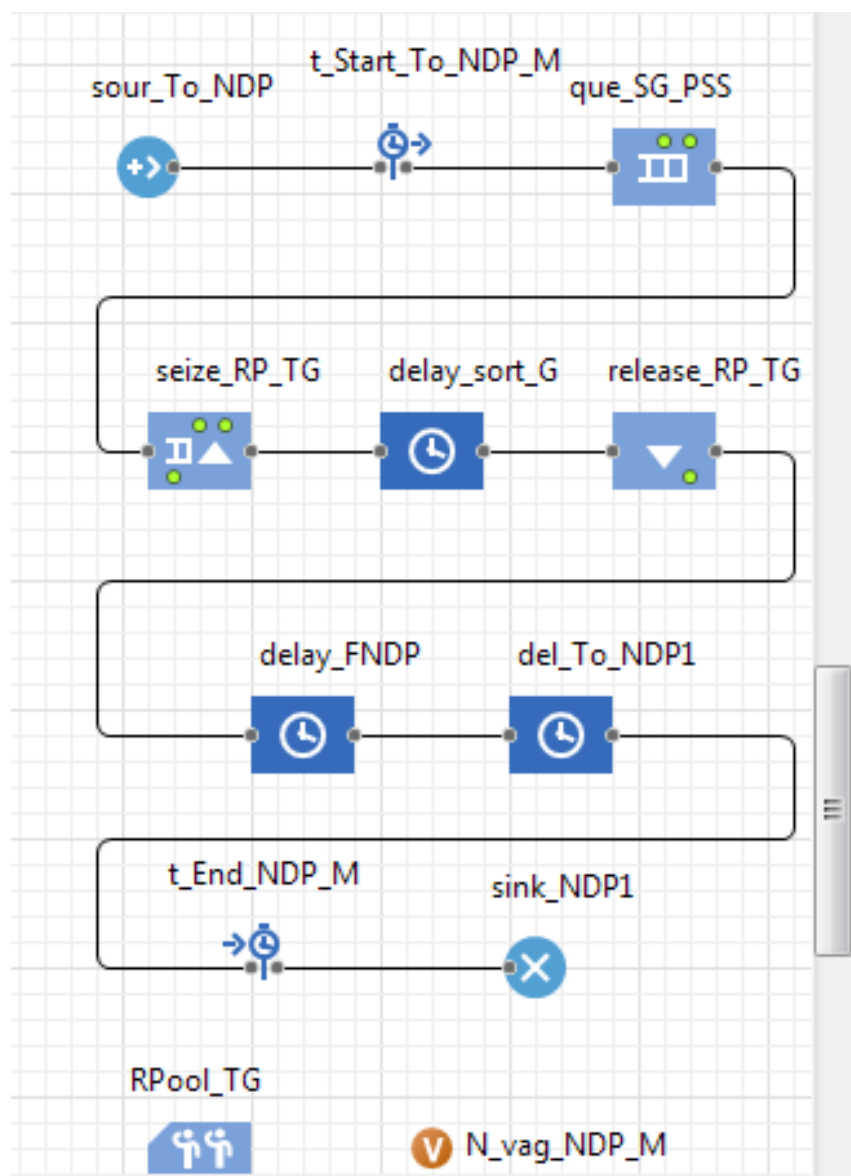


Рисунок 2.14 – Блок обробки маршрутних составів, які відправляються до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Елемент `sour_To_NDP` після виклику утворює замовлення-маршрутні состави з прокатом – рисунок 2.15, час входу яких фіксує елемент `t_Start_To_NDP_M` – рисунок 2.16.

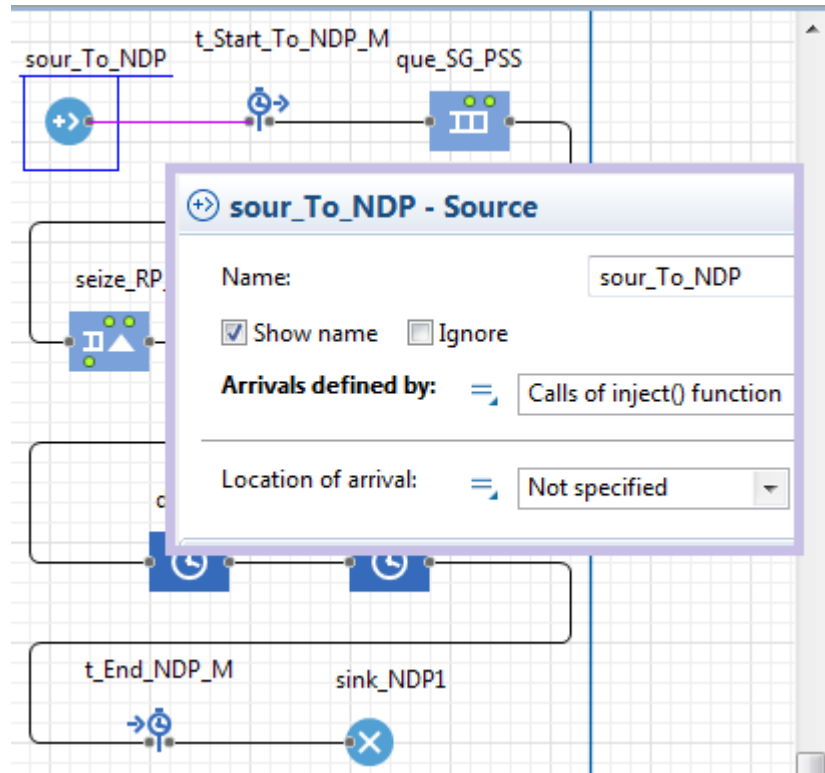


Рисунок 2.15 – Елемент `sour_To_NDP`

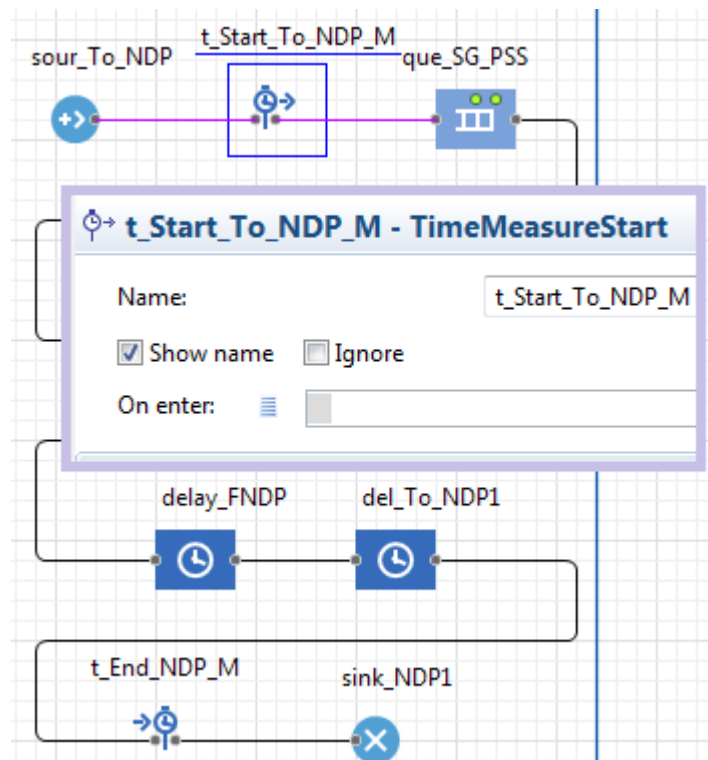


Рисунок 2.16 – Елемент `t_Start_To_NDP_M`

Елемент que\_SG\_PSS зберігає замовлення у послідовній черзі доти, поки до них не буде приєднаний ресурс – гірковий тепловоз, елементом seize\_RP\_TG, що показано на рисунках 2.17 та 2.18.

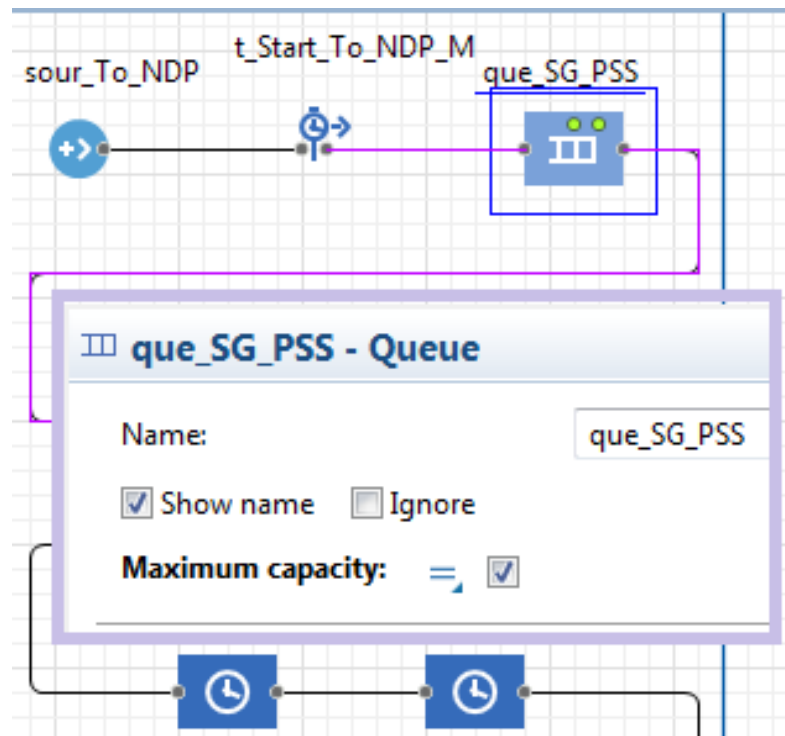


Рисунок 2.17 – Елемент que\_SG\_PSS

Елемент seize\_RP\_TG має наступні параметри:

- приєднання ресурсів до замовлень здійснюється в режимі один до одного;
- місткість ресурсів, що приєднуються – один;
- місткість елемента – одне замовлення.

Цей елемент seize\_RP\_TG може використовувати ресурс, якщо він вільний. Даний алгоритм забезпечує елемент RPool\_TG, де зберігаються вільні ресурси.

В нашому випадку гірковий тепловоз імітується одним ресурсом, що показано на рисунку 2.19.

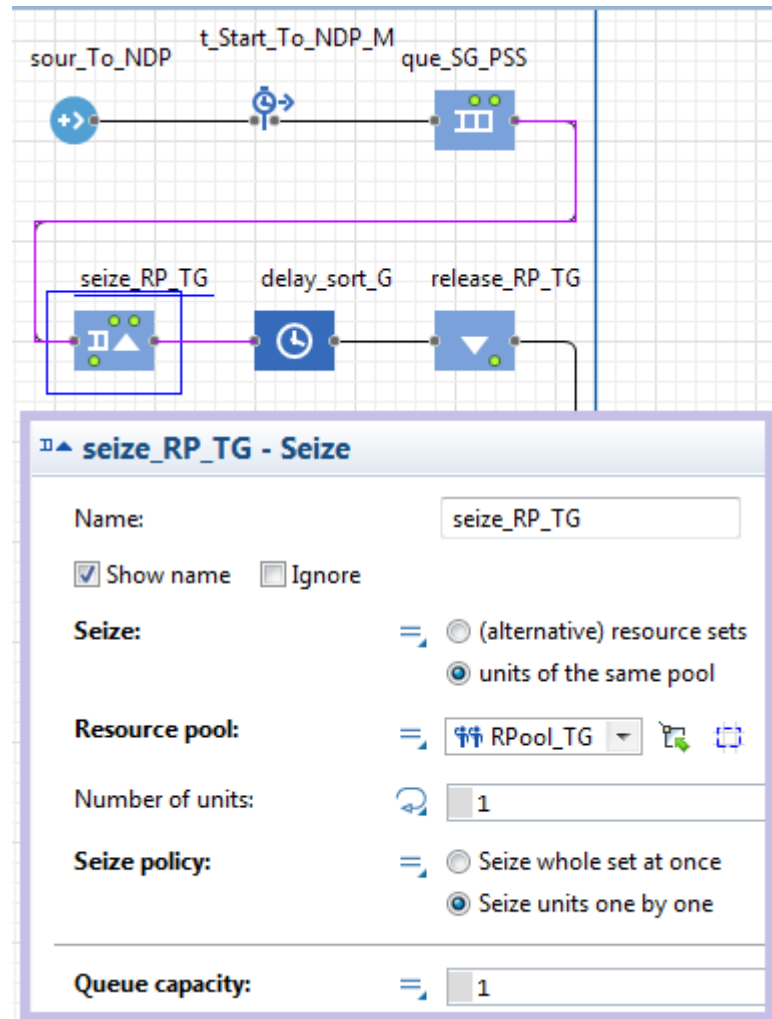


Рисунок 2.18 – Элемент seize\_RP\_TG

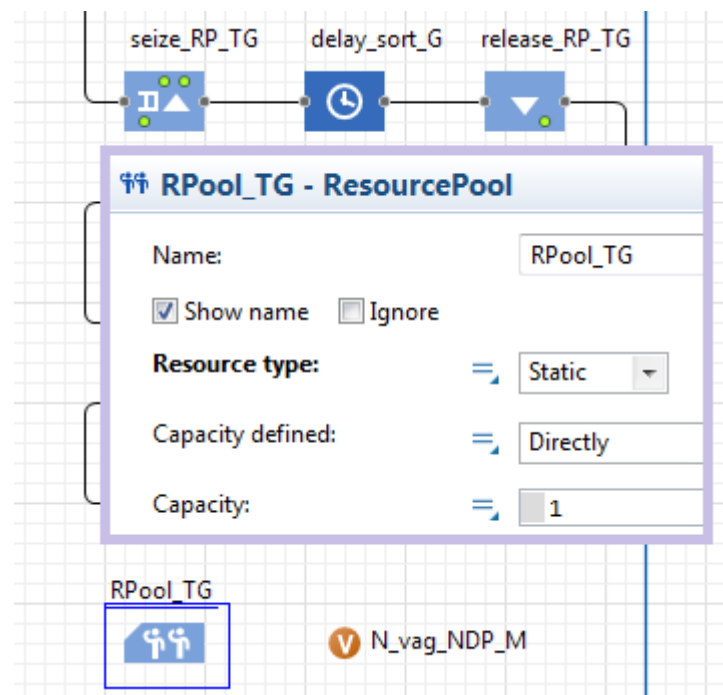


Рисунок 2.19 – Элемент RPool\_TG

Елемент `delay_sort_G` (рисунок 2.20) виконує затримку, яка пов'язана з необхідністю переробки на гірці накопичених вагонів: на одну колію – вагони для МЕТИНВЕСТ-СМЦ, на іншу – ДМЗ КОМІНМЕТ. Потім ці партії об'єднуються у один состав для відправлення.

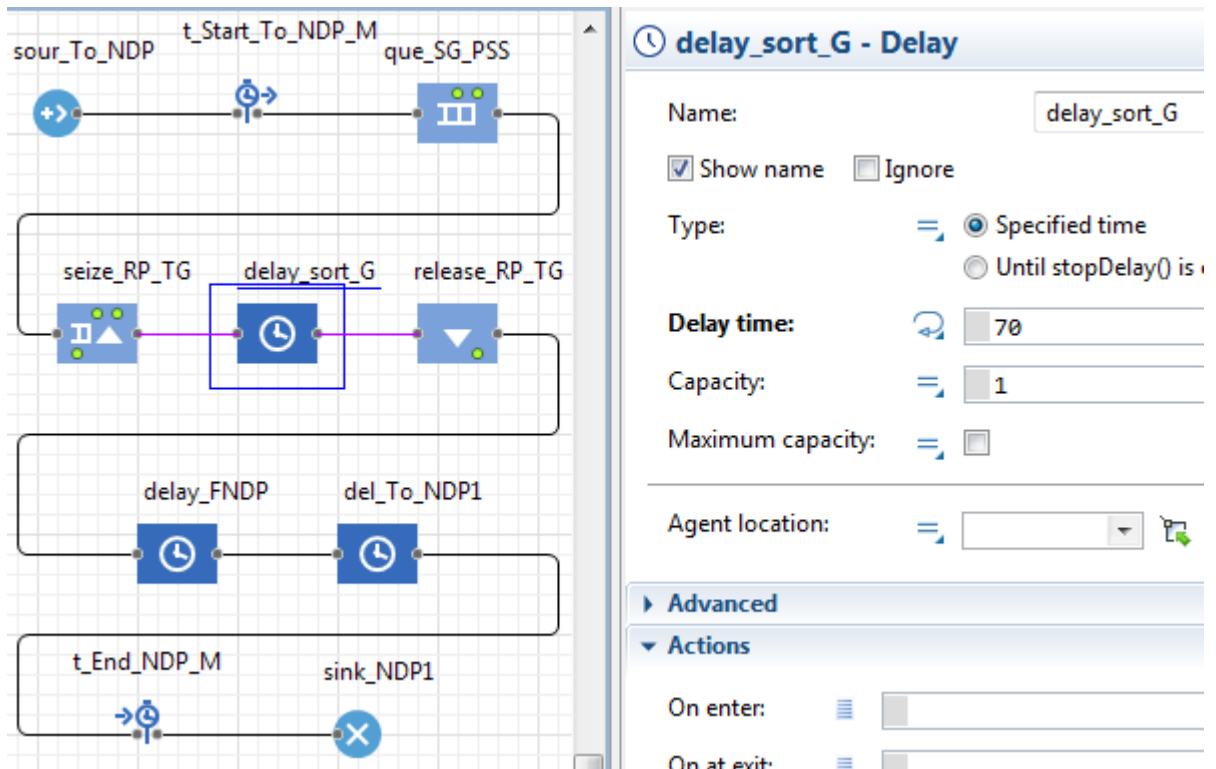


Рисунок 2.20 – Елемент `delay_sort_G`

Після затримки, ресурс звільняється від замовлення елементом `release_RP_TG` – рисунок 2.21.

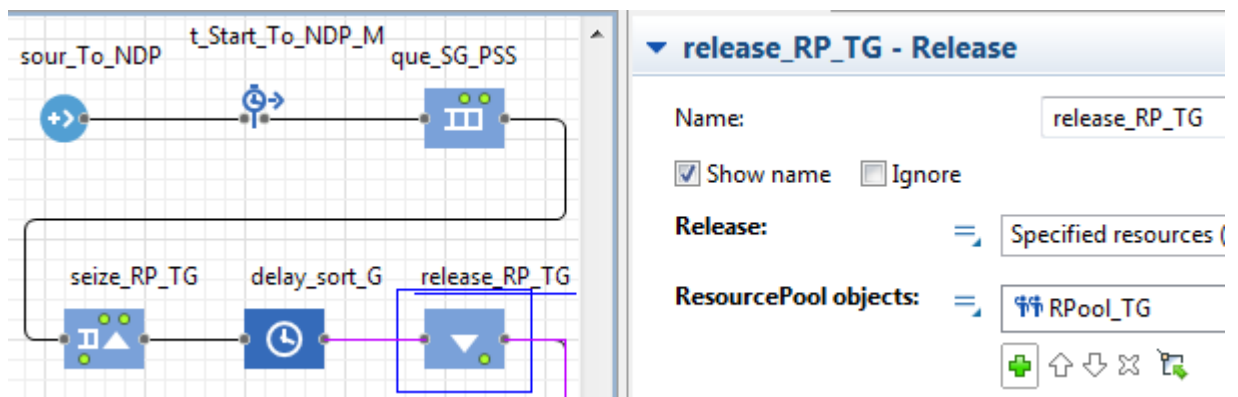


Рисунок 2.21 – Елемент `release_RP_TG`

Тривалість затримки з обробки поїзду по відправленню на станцію примикання здійснює елемент `delay_FNDP`, показаний на рисунку 2.22.

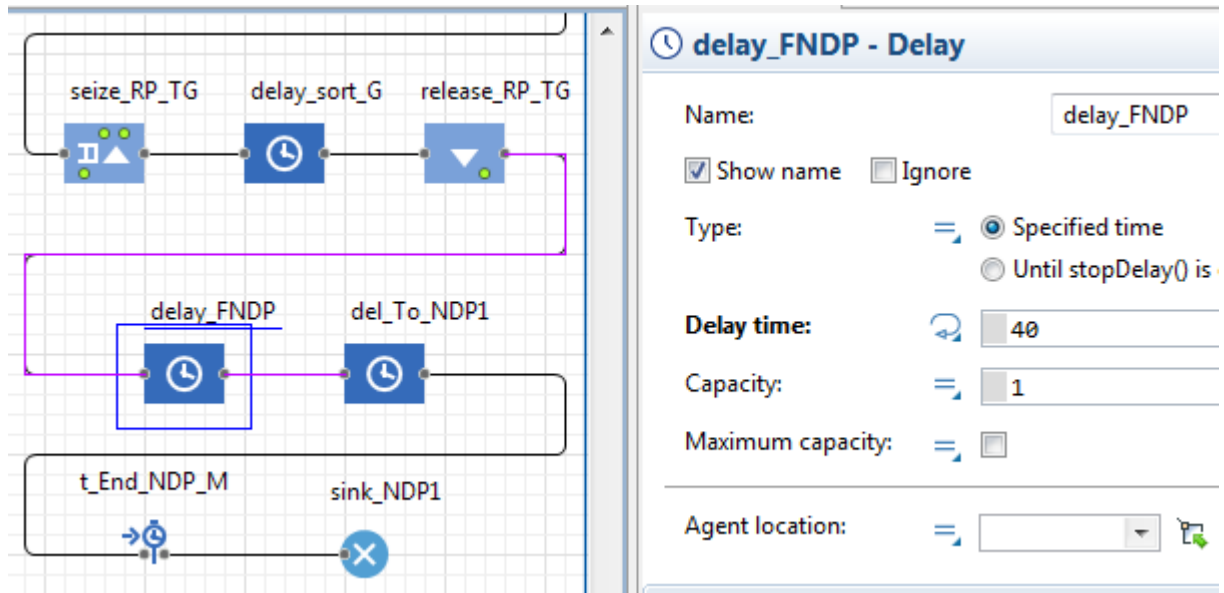


Рисунок 2.22 – Елемент `delay_FNDP`

Після цього елемент `del_To_NDP1` генерує випадковий параметр – час затримки, пов'язаний із доставкою составу до станції Нижнодніпровск-Пристань – рисунок 2.23.

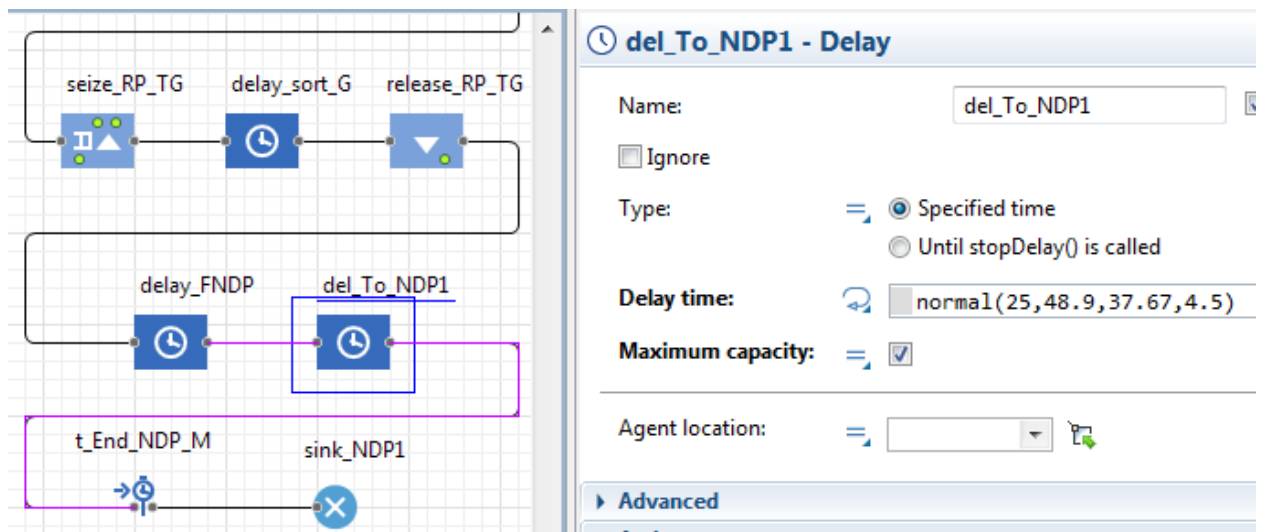


Рисунок 2.23 – Елемент `del_To_NDP1`

Це забезпечує функція:

$\text{normal}(25,48.9,37.67,4.5)$

параметри якої визначені на підставі аналізу діаграми щільності ймовірності часу доставки вагонів у маршрутних составах на існуючому прикладі доставки до іншого підприємства з аналогічною відстанню перевезень – рисунок 2.24.

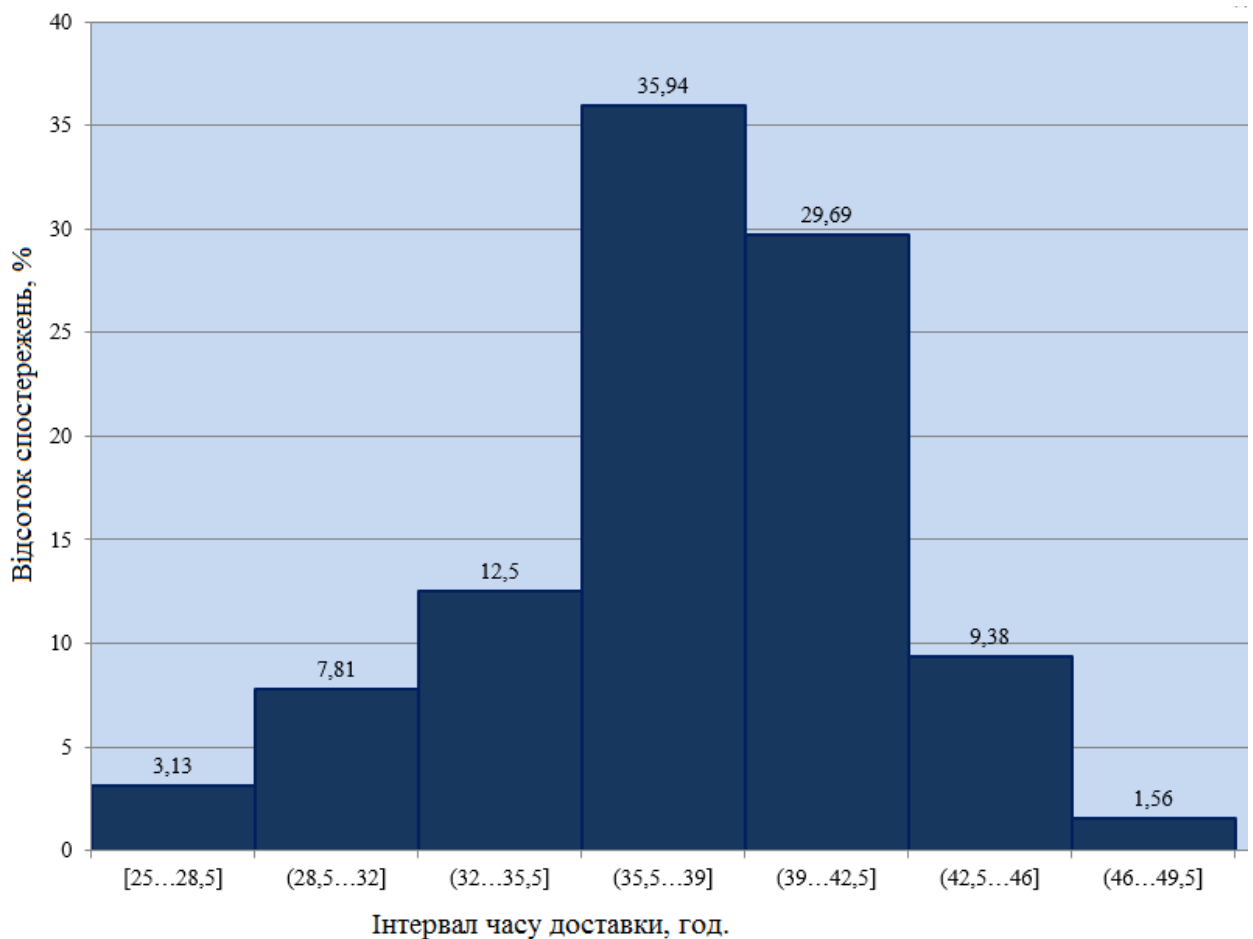


Рисунок 2.24 – Діаграма щільності ймовірності часу доставки вагонів маршрутних составів

Статистичні показники вибірки:

- мінімальний час: 25 год.;
- максимальний час: 48,9 год.;
- середній час: 37,67 год.;
- станд. відхилення: 4,5 год.;

використані в якості параметрів функції генерації часу.

Елемент `t_End_NDP_M` фіксує час закінчення даних операцій та визначає інтервал часу між входом замовлення в елемент `t_Start_To_NDP_M` та `t_End_NDP_M`, що показано на рисунку 2.25.

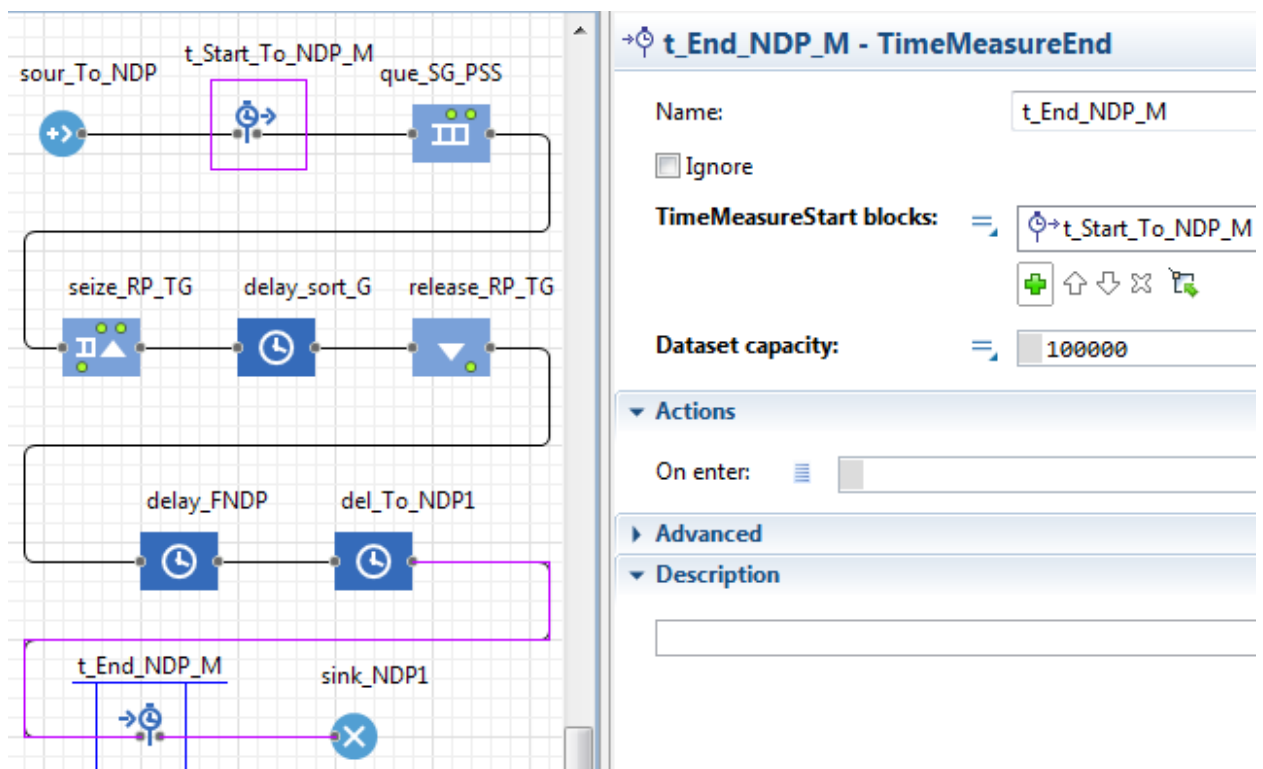


Рисунок 2.25 – Елемент `t_End_NDP_M`

Останній елемент `sink_NDP1` знищує замовлення – рисунок 2.26.

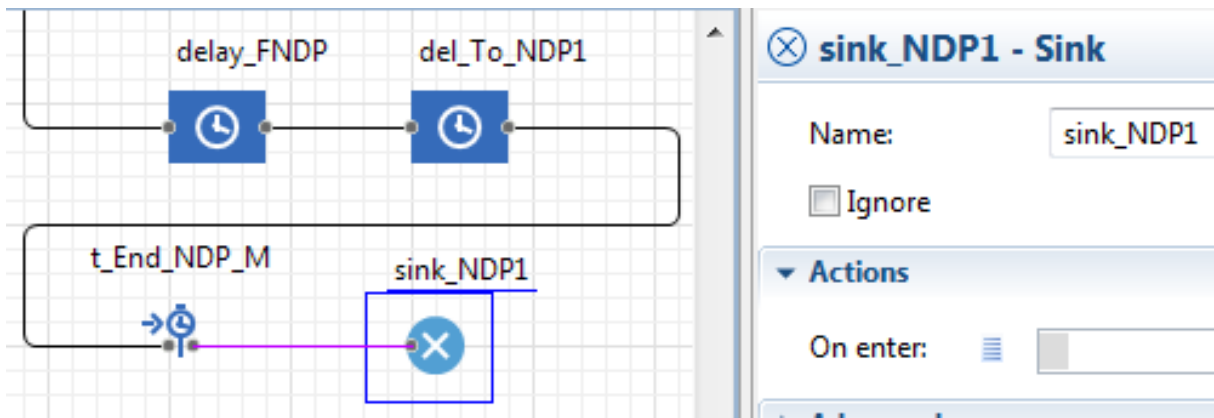


Рисунок 2.26 – Елемент sink\_NDP1

Слід описати елемент SKL\_to\_NDP, який спрацьовує кожну добу та фіксує кількість прокату, що зберігається на складі – рисунок 2.27.

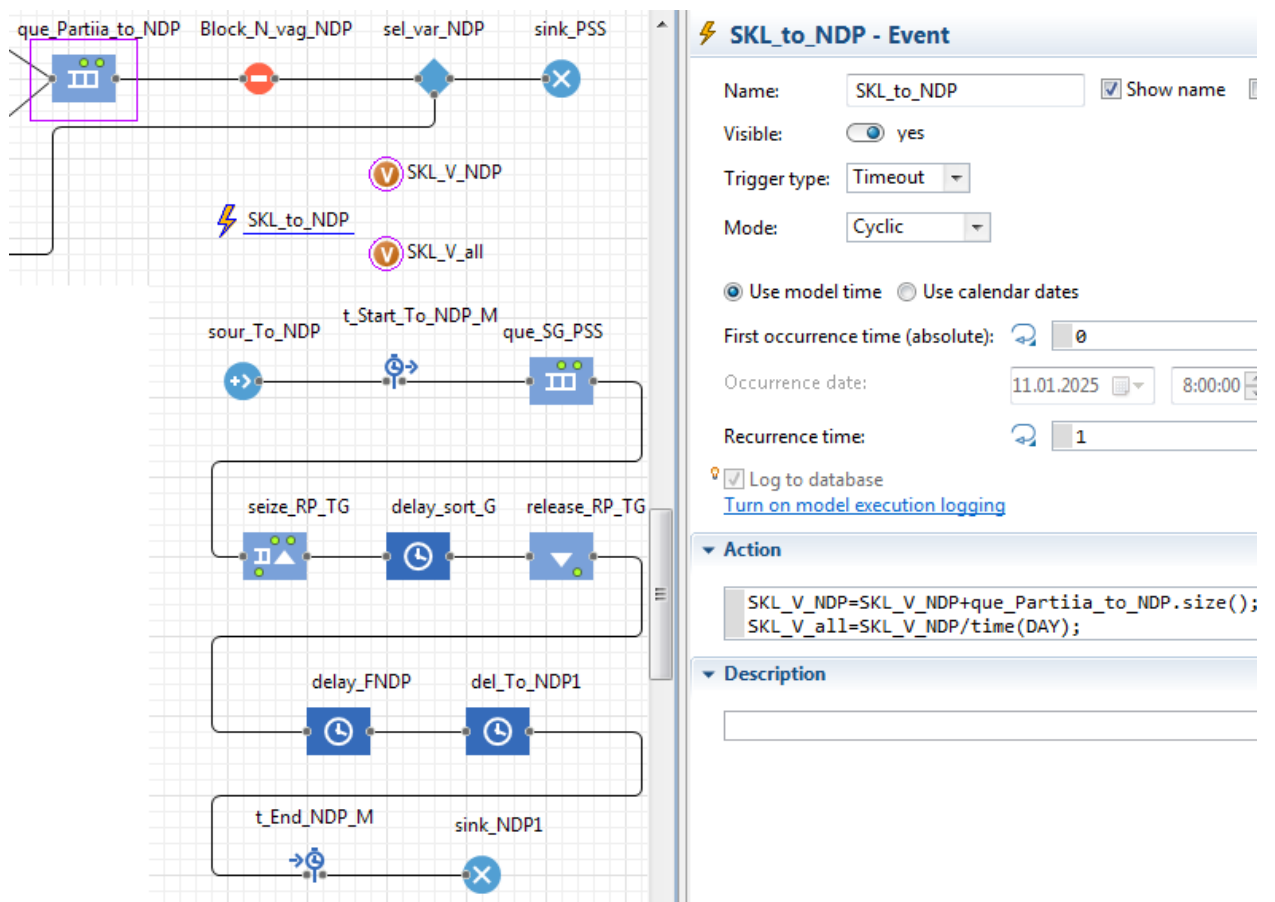


Рисунок 2.27 – елемент SKL\_to\_NDP

Для цього використовується код:

```
SKL_V_NDP=SKL_V_NDP+que_Partiaa_to_NDP.size();
```

```
SKL_V_all=SKL_V_NDP/time(DAY);
```

який також вираховує середньодобовий залишок вантажу за весь період моделювання – змінна SKL\_V\_all.

### 2.1.3 Блок обробки вагонних відправлень прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Блок обробки вагонних відправлень прокату до споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань показаний на рисунку 2.28.

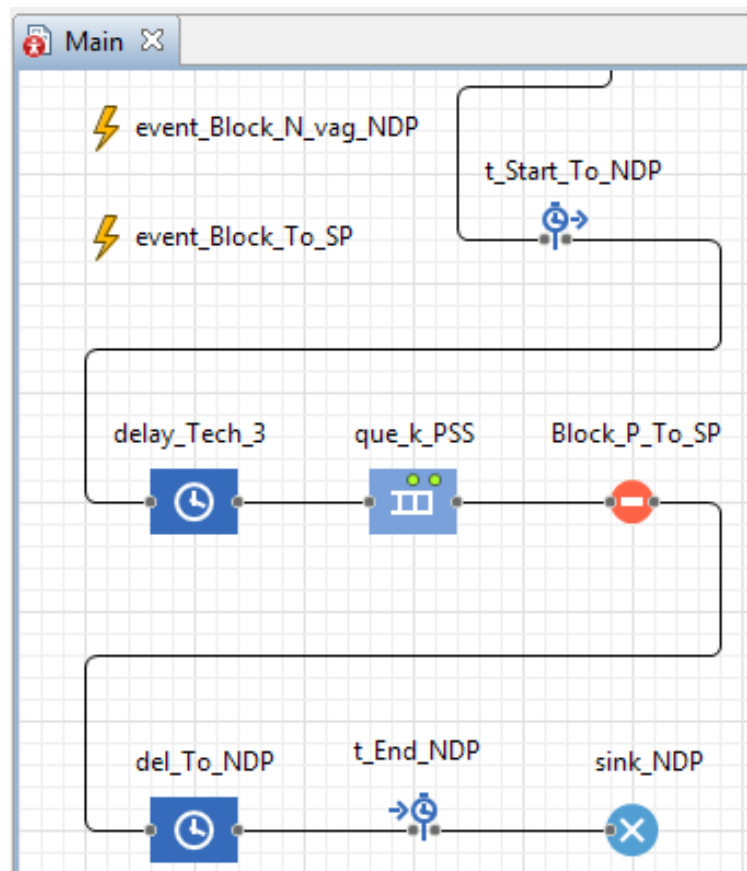


Рисунок 2.28 – Блок обробки вагонних відправлень прокату до споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Елемент `t_Start_To_NDP` виконує наступні функції:

- фіксує час входження вагонів;
- якщо усі замовлення покинули попередні елементи, включаючи чергу накопичення партій вагонів, ця черга блокується, оскільки виконується відповідний код:

```
if (que_Partiaa_to_NDP.size()==0)
Block_N_vag_NDP.setBlocked(true);
```

Елемент `t_Start_To_NDP` показаний на рисунку 2.29.

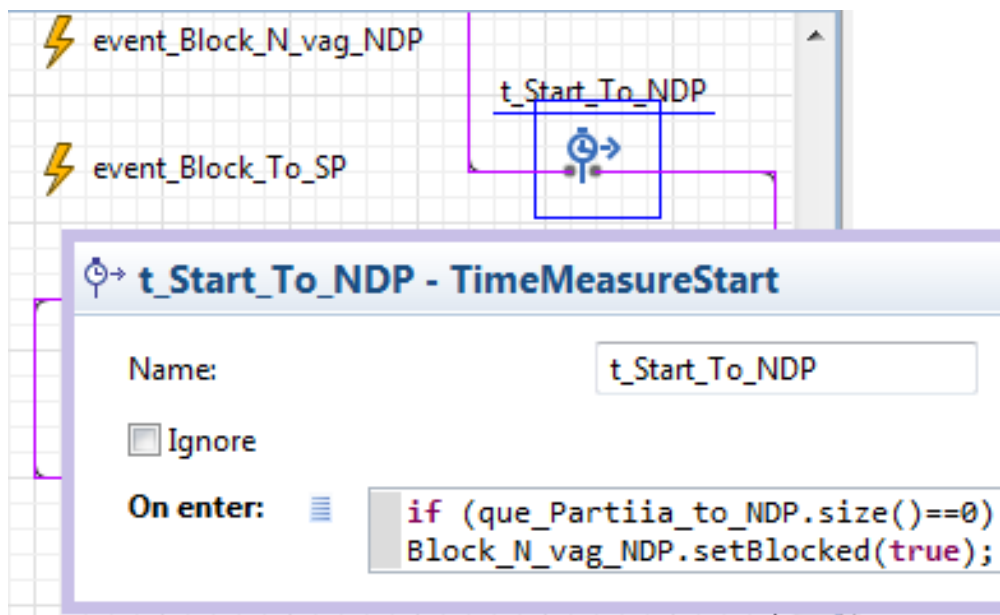


Рисунок 2.29 – Елемент `t_Start_To_NDP`

Елемент `event_Block_N_vag_NDP` через періоди часу, визначені функцією `uniform(3,8)` виконує код:

```
if (var_NDP==false)
Block_N_vag_NDP.setBlocked(false);
```

що розблоковує рух вагонів з цехів – показано на рисунку 2.30.

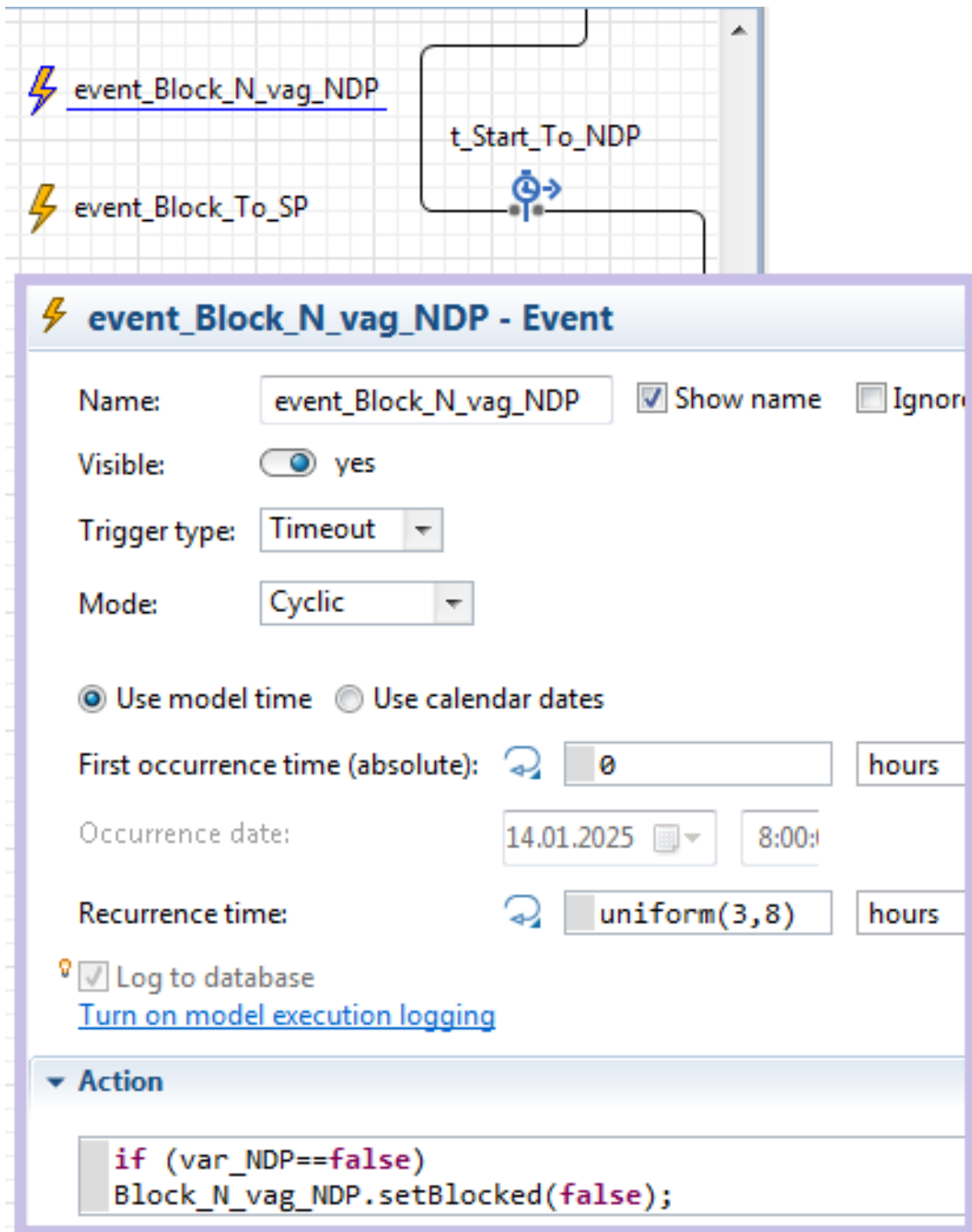


Рисунок 2.30 – Елемент event\_Block\_N\_vag\_NDP

Елемент delay\_Tech\_3 виконує необхідну для стабільної роботи програми однохвилинну затримку, після цього замовлення потрапляють до черги que\_k\_PSS – рисунок 2.31.

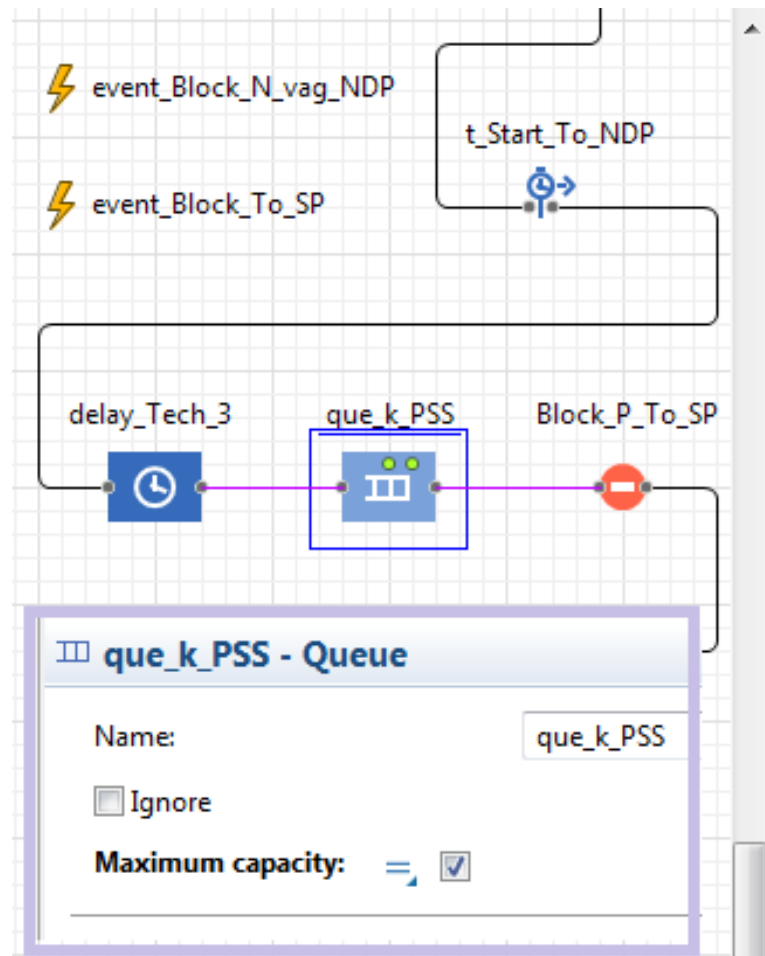


Рисунок 2.31 – Черга que\_k\_PSS

В цій черзі вагони блокуються елементом Block\_P\_To\_SP доти, доки не наступить інтервал відправлення поїздів на станцію примикання, тобто разом з цими вагонами на колії накопляться інші, до розміру повноцінного складу для відправки.

При розблокуванні елемента Block\_P\_To\_SP та проходженні через нього усіх замовлень з черги que\_k\_PSS, що перевіряє код:

```
if (que_k_PSS.size() == 0)
    Block_P_To_SP.setBlocked(true);
```

елемент Block\_P\_To\_SP знову блокується – рисунок 2.32.

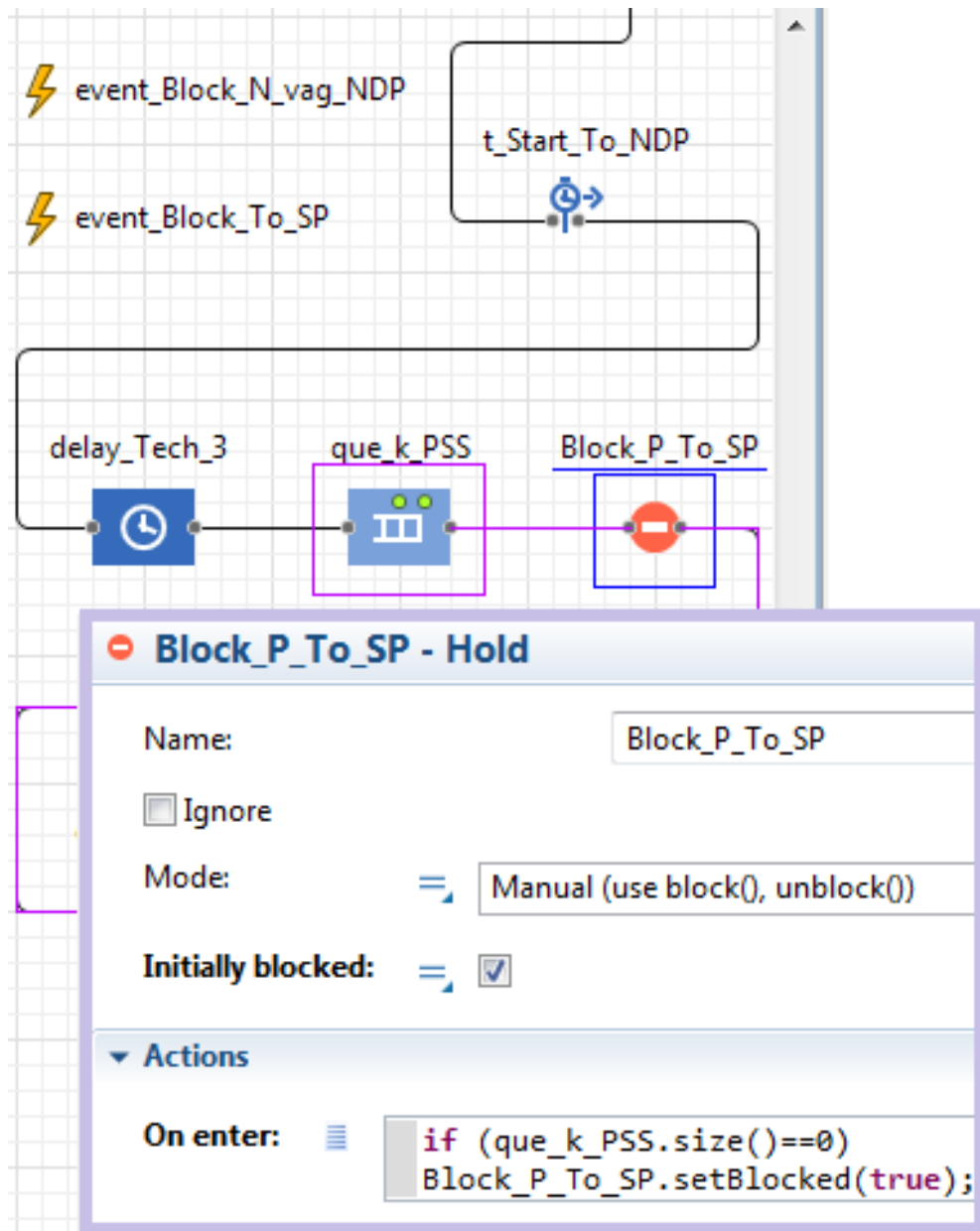


Рисунок 2.32 – Елемент Block\_P\_To\_SP

Елемент `Block_P_To_SP` розблоковує подія `event_Block_To_SP`, завдяки коду:

```
Block_P_To_SP.setBlocked(false);
```

який виконується кожні чотири години – рисунок 2.33.

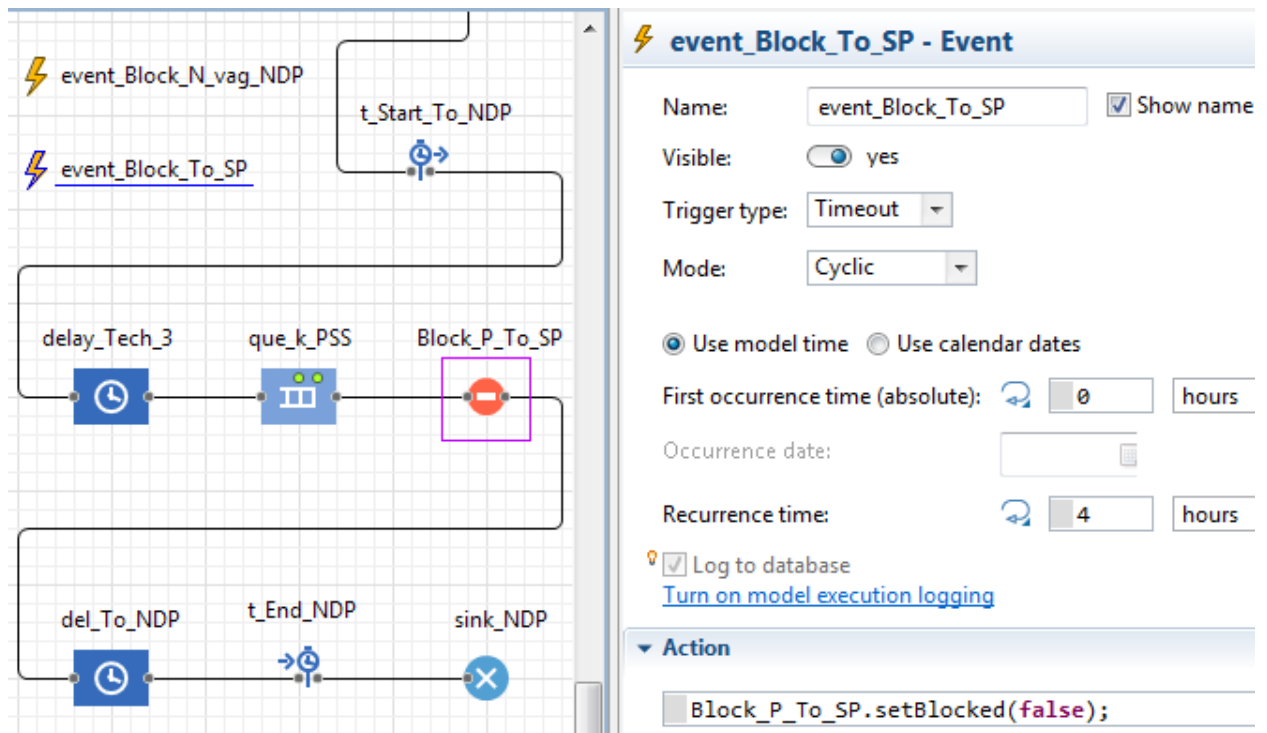


Рисунок 2.33 – Подія event\_Block\_To\_SP

Перед встановленням часу перебування вагонів в системі елементом `t_End_NDP` та знищенням замовлень елементом `sink_NDP`, які не виконують додаткових функцій, елемент `del_To_NDP` виконує затримку составів, імітуючи їх доставку до станції Нижньодніпровськ-Пристань.

Для цього в ньому, в якості параметрів зазначена максимальна місткість та час затримки визначається за експоненціальним розподілом:

$$\text{exponential}(59,108,0,71.42),$$

що показано на рисунку 2.34.

Параметри розподілу визначені статистичним аналізом:

- мінімальний час: 59 год.;
- максимальний час: 108 год.;

- середній час: 71,42 год.;
- станд. відхилення: 11,62 год.

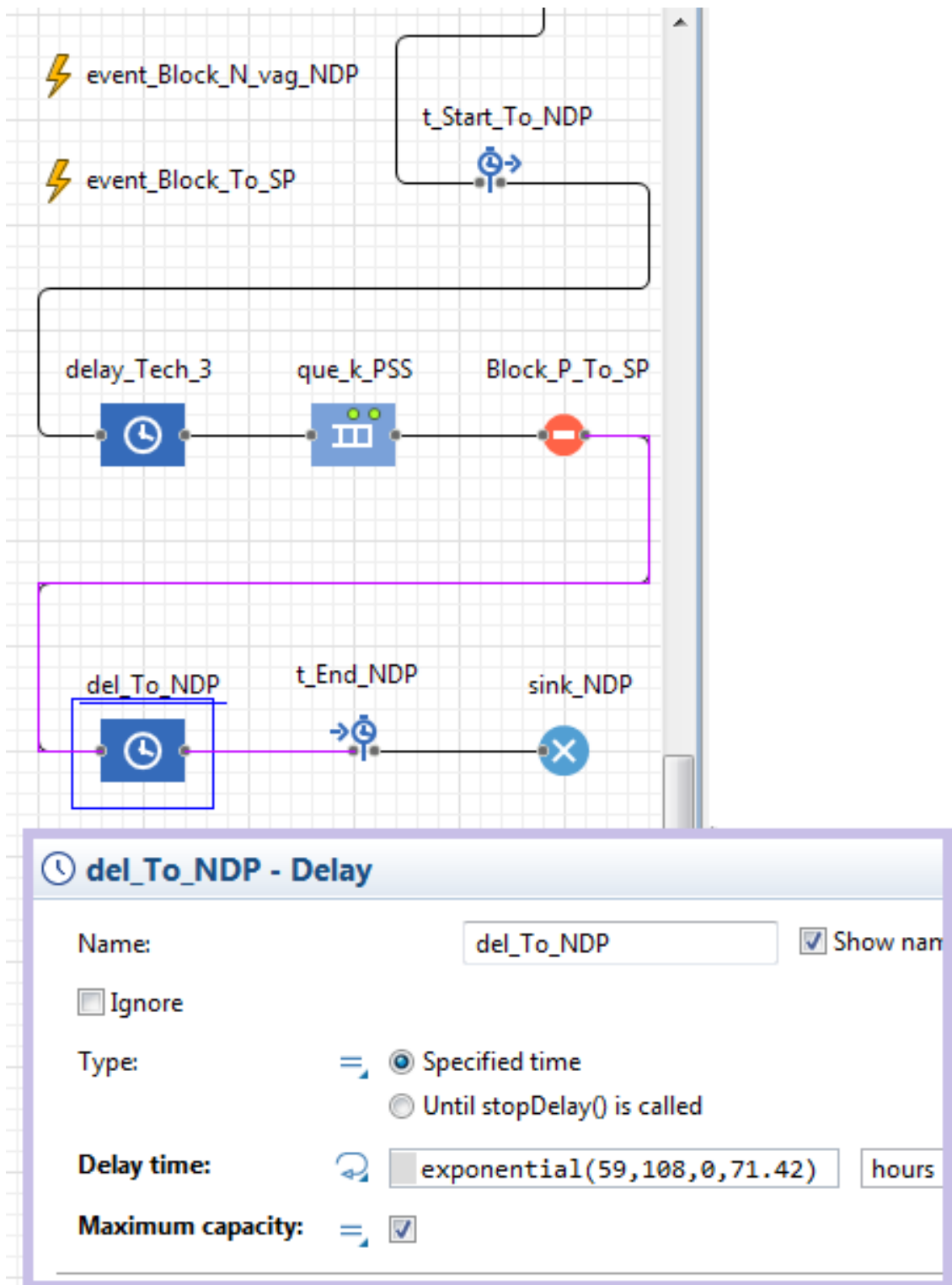


Рисунок 2.34 – Елемент del\_To\_NDP

Діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів часу доставки прокату вагонними відправленнями до станції Нижньодніпровськ-Пристань показана на рисунку 2.35.

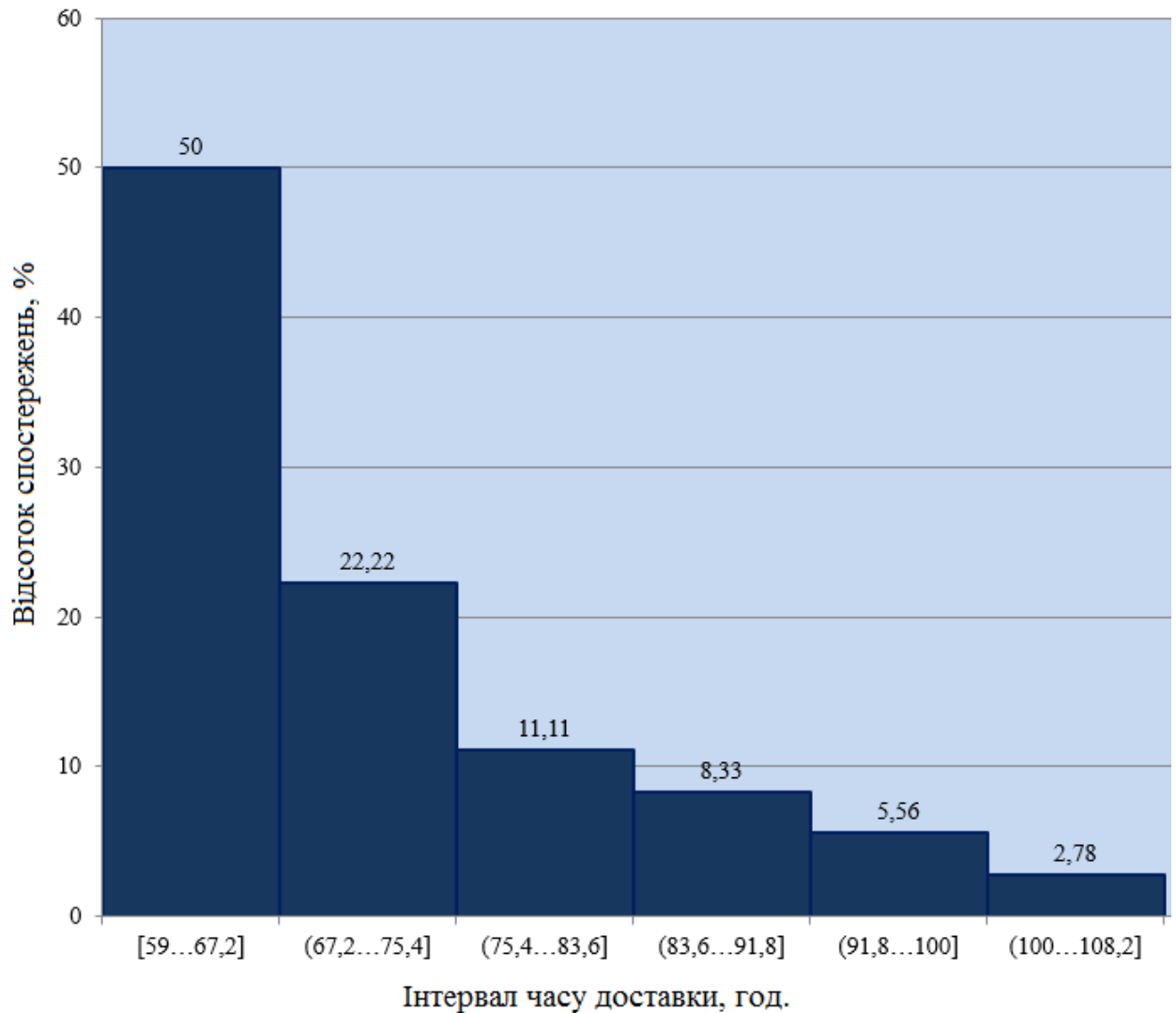


Рисунок 2.35 – Діаграма щільності ймовірності розподілу інтервалів часу доставки прокату вагонними відправленнями до станції Нижньодніпровськ-Пристань

У загальному вигляді програма для моделювання Kominmet\_M\_smc показана на рисунку 2.36.

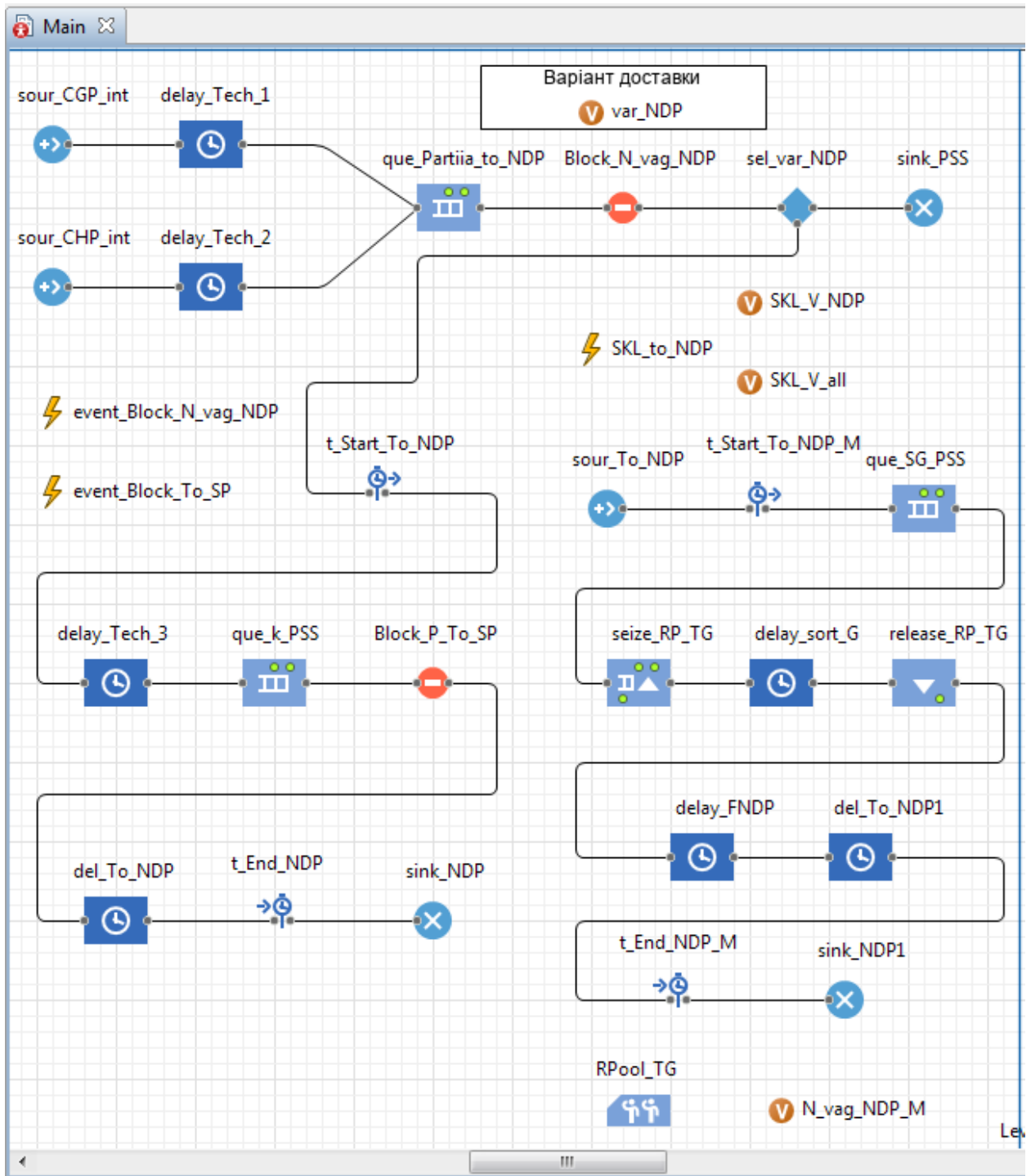


Рисунок 2.36 – Програма Kominmet\_M\_smc

Параметром управління є змінна `var_NDP`. Присвоюючи їй значення, яке відповідає варіанту організації робіт із вагонними або маршрутними відправленнями з Запоріжсталі до станції Нижньодніпровськ-Пристань, виконуємо прогони моделі `Kominmet_M_smc`.

На екранному полі моделі отримуємо потрібні показники на певних елементах програми Kominmet\_M\_smc – рисунок 2.37.

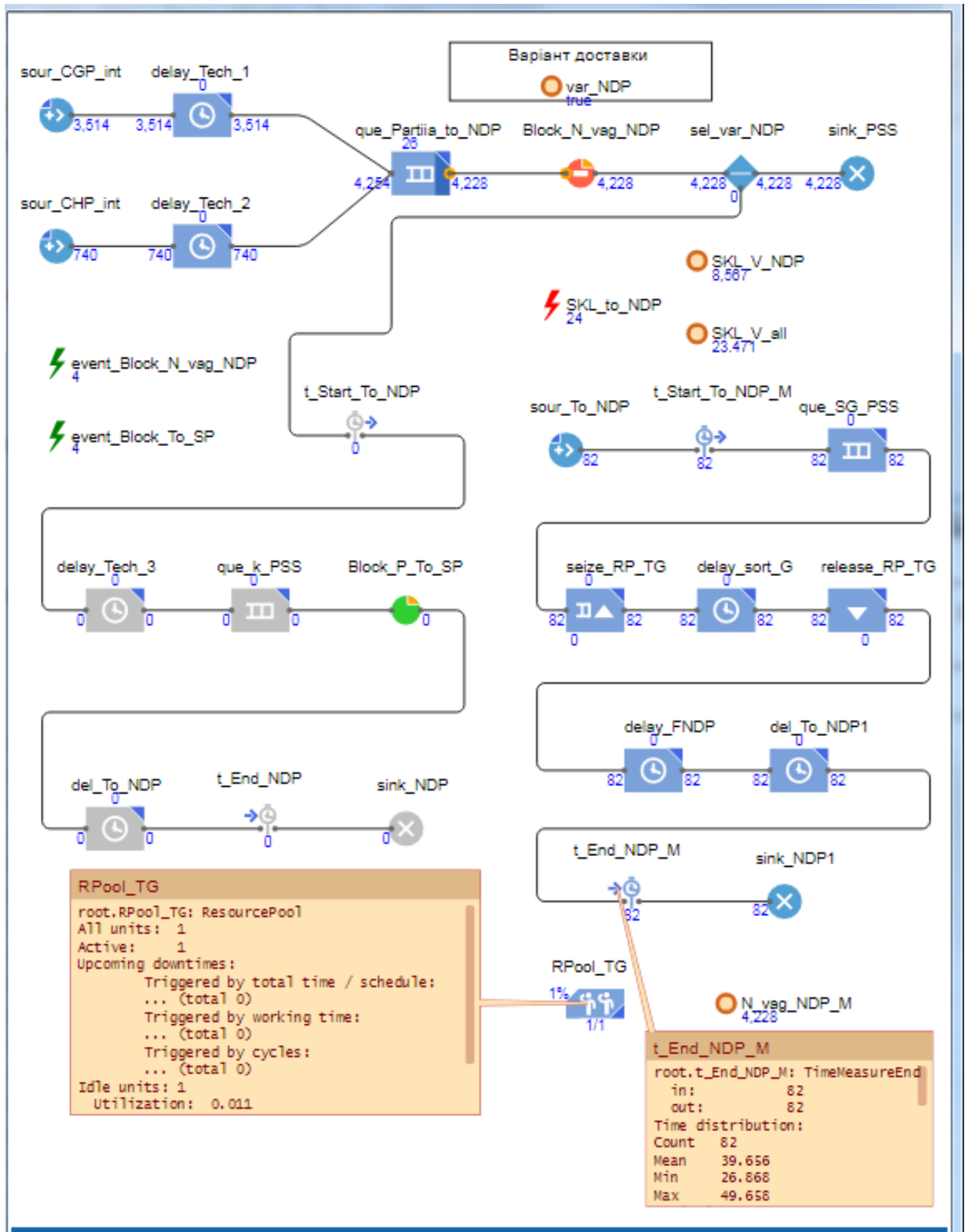


Рисунок 2.37 – Отримання показників роботи програми Kominmet\_M\_smc

## 2.2 Результати експериментів на моделі Kominmet\_M\_smc

За результатами експериментів на моделі Kominmet\_M\_smc були отримані результати, які представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати роботи моделі Kominmet\_M\_smc (за рік)

Показник	Існуючий варіант з доставкою вагонними відправленнями	Проектний варіант з доставкою маршрутними складами
Кількість завантажених вагонів, од.	4254	4254
Кількість доставлених вагонів, од.	4166	4228
Прийняте значення кількості оброблених вагонів для подальшого порівняння варіантів, од	4228	4228
Середній час користування вагоном, год.	80,8	39,7
Кількість доставлених маршрутних складів, од.	0	82
Середній розмір маршрутного складу, ваг.	-	52

Кінець таблиці 2.1

Показник	Існуючий варіант з доставкою вагонними відправленнями	Проектний варіант з доставкою маршрутними составами
Додатковий час використання гіркового локомотиву, лок.-год.	0	96
Середній обсяг зберігання вантажу на складах металургійного комбінату на кінець доби, у вагонних відправленнях	3	23

Розрахуємо економічні показники доставки металопрокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

### 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В роботі розглядаються процеси доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань. Завдяки аналітичному аналізу встановлено:

- основні споживачі – філія ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ» є розташованими поруч підприємствами, які мають потужну складську інфраструктуру – значні складські площі, мостові та козлові крани;
- продукція, яка споживається, виготовляється цехами ПАТ «Запоріжсталь» ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, які також обслуговуються мостовими кранами та мають закриті складські території для зберігання металопродукції;
- металопродукція характеризується високим питомим навантаженням на площу складів ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, що дозволяє виконувати накопичення значної партії вантажу для відправлення крупною партією споживачам на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

В проєктній частині розроблено імітаційну модель *Kominmet\_M\_smc* доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів – філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», яка враховує ймовірнісний характер тривалості транспортних операцій та можливість організації відправлення вагонів, як вагонними відправленнями, так і маршрутними складами.

На основі експериментів на модель *Kominmet\_M\_smc* отримані результати, з яких сформовані вихідні показники для економічного аналізу, які враховують час користування вагонами, обсяг вантажу на складах, додаткове використання гіркового локомотиву для формування маршрутів.

### 3.1 Вихідні дані для розрахунків показників доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Вихідні дані для розрахунків показників доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків показників доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань (за рік)

Показник	Існуючий варіант з доставкою вагонними відправленнями	Проектний варіант з доставкою маршрутними складами
Кількість оброблених вагонів, од.	4228	4228
Середній час користування вагоном, год.	80,8	39,7
Кількість доставлених маршрутних складів, од.	0	82
Середній розмір маршрутного складу, ваг.	-	52

Кінець таблиці 3.1

Показник	Існуючий варіант з доставкою вагонними відправленнями	Проектний варіант з доставкою маршрутними составами
Додатковий час використання гіркового локомотиву, лок.-год.	0	96
Середній обсяг зберігання вантажу на складах металургійного комбінату на кінець доби, у вагонних відправленнях	23	3

### 3.2 Визначення методики розрахунку ефективності варіантів доставки прокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань

Загальні витрати для порівняння за варіантами доставки прокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань встановимо за формулою [15,16]:

$$B_{\text{заг\_ндп\_i}} = B_{\text{ваг\_ндп\_i}} + B_{\text{тепл\_ндп\_i}} + B_{\text{скл\_ндп\_i}}, \quad (3.1)$$

де  $V_{\text{ваг\_ндп}_i}$  – витрати за користування вагонами при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, грн;

$V_{\text{гтепл\_ндп}_i}$  – витрати на використання гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутного складу з окремими групами для філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у місті Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», грн;

$V_{\text{скл\_ндп}_i}$  – витрати на зберігання прокату на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, грн.

Витрати  $V_{\text{ваг\_ндп}_i}$  за користування вагонами при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, встановимо за формулою:

$$V_{\text{ваг\_ндп}_i} = N_{\text{ваг\_ндп}} T_{\text{ваг\_ндп}_i} C_{\text{ваг\_ндп}}, \quad (3.2)$$

де  $N_{\text{ваг\_ндп}_i}$  – кількість оброблених вагонів, од.;

$T_{\text{ваг\_ндп}_i}$  – середня тривалість користування на один вагон при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань за варіантами, год.;

$C_{\text{ваг\_ндп}}$  – ставка плати за користування вагонами, грн/год.

Витрати  $V_{\text{гтепл\_ндп}_i}$  на використання гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутних складів з окремими групами для філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у місті Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», встановимо за виразом:

$$V_{\text{гтепл\_ндп}_i} = T_{\text{гтепл\_ндп}_i} C_{\text{гтепл\_ндп}}, \quad (3.3)$$

де  $T_{\text{гтепл\_ндп}_i}$  – час роботи гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутних составів з окремими групами для філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у місті Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», локомотиво-годин;

$C_{\text{гтепл\_ндп}}$  – собівартість використання гіркового локомотиву, грн за локомотиво-годину.

Витрати  $V_{\text{скл\_ндп}_i}$  на зберігання прокату на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, встановимо за виразом:

$$V_{\text{скл\_ндп}_i} = 365 N_{\text{скл\_ндп}_i} C_{\text{скл\_ндп}}, \quad (3.4)$$

де  $N_{\text{скл\_ндп}_i}$  – середньодобова кількість вантажу у вагонних партіях, яка зберігається на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, ваг.;

$C_{\text{скл\_ндп}}$  – вартість зберігання вагонної партії вантажу на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, грн за вагон.

### **3.3 Визначення ефективності існуючого варіанту доставки прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань**

Витрати  $V_{\text{ваг\_ндп}_1}$  за користування вагонами при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, встановимо за формулою (3.2):

$$V_{\text{ваг\_ндп}_1} = 4228 \cdot 80,8 \cdot 58,33 = 19926811 \text{ грн} = 19,93 \text{ млн грн.}$$

Витрати  $V_{\text{гтепл\_ндп\_1}}$  на використання гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутних составів з окремими групами для філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у місті Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», встановимо за (3.3):

$$V_{\text{гтепл\_ндп\_1}} = 0 \cdot 1265 = 0 \text{ грн.}$$

Витрати  $V_{\text{скл\_ндп\_1}}$  на зберігання прокату на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, встановимо за (3.4):

$$V_{\text{скл\_ндп\_1}} = 365 \cdot 3 \cdot 105 = 114975 \text{ грн} = 0,11 \text{ млн грн.}$$

Загальні витрати  $V_{\text{заг\_ндп\_1}}$  з доставки прокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань за існуючим варіантом встановимо за формулою (3.1):

$$V_{\text{заг\_ндп\_1}} = 19926811 + 0 + 114975 = 20041786 \text{ грн} = 20,04 \text{ млн грн.}$$

### **3.4 Визначення ефективності проєктного варіанту доставки прокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань**

Витрати  $V_{\text{ваг\_ндп\_2}}$  за користування вагонами при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, встановимо за формулою (3.2):

$$V_{\text{ваг\_ндп\_2}} = 4228 \cdot 39,7 \cdot 58,33 = 9790807 \text{ грн} = 9,79 \text{ млн грн.}$$

Витрати  $V_{\text{тепл\_ндп\_2}}$  на використання гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутних составів з окремими групами для філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у місті Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», встановимо за (3.3):

$$V_{\text{тепл\_ндп\_2}} = 96 \cdot 1265 = 121440 \text{ грн} = 0,12 \text{ млн грн.}$$

Витрати  $V_{\text{скл\_ндп\_2}}$  на зберігання прокату на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, встановимо за (3.4):

$$V_{\text{скл\_ндп\_2}} = 365 \cdot 23 \cdot 105 = 881475 \text{ грн} = 0,88 \text{ млн грн.}$$

Загальні витрати  $V_{\text{заг\_ндп\_2}}$  з доставки прокату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань за проєктним варіантом встановимо за формулою (3.1):

$$V_{\text{заг\_ндп\_2}} = 9790807 + 121440 + 881475 = 10793722 \text{ грн} = 10,79 \text{ млн грн.}$$

Економія експлуатаційних витрат при використанні способу доставки металопрокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань маршрутними партіями:

$$E_{\text{заг\_ндп\_2}} = V_{\text{заг\_ндп\_1}} - V_{\text{заг\_ндп\_2}} = 20041786 - 10793722 = 9248064 \text{ грн} = 9,25 \text{ млн грн.}$$

Результати порівняння варіантів доставки металопрокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати порівняння варіантів доставки металопрокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, млн грн/рік

Номер з/п	Показник	Існуючий варіант 1 (вагонні відправл.)	Проектний варіант 2 (маршрутні відправл.)	Відхилення (в.1) - (в.2), млн грн
1	Витрати за користування вагонами при їх доставці до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань	19,93	9,79	10,14
2	Витрати на використання гіркового локомотиву Запоріжсталі при формуванні маршрутного составу з окремими групами для «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ»	0	0,12	- 0,12

Кінець таблиці 3.2

Номер з/п	Показник	Існуючий варіант 1 (вагонні відправл.)	Проектний варіант 2 (маршрутні відправл.)	Відхилення (в.1) - (в.2), млн грн
3	Витрати на зберігання прокату на складах ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3	0,11	0,88	0,77
4	Загальні витрати	20,04	10,79	9,25
5	Економія витрат	-	9,25	-

Проектний варіант доставки металопродукату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань має економічну ефективність 9,25 млн грн на рік.

#### 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту, спрямованого на підвищення ефективності доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника й робітників [17-19]. Розроблені заходи по їх усуненню.

Найбільші небезпеки проявляються при навантаженні металопродукції на залізничний транспорт та перевезення вантажу до станції:

- при навантаженні вагонів металопродукцією можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при навантажувальних роботах можливо падіння вантажу з-за не надійності кріплення останнього стропальниками, не виконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
- інші небезпеки, які 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 факторів по виявленню класів небезпек виробничого середовища, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника з ПК.

В додатку Г розглянуті питання з цивільного захисту.

## ВИСНОВКИ

В роботі були розглянуті та удосконалені процеси доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань, а саме – філії ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» у м. Дніпро та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ».

В ході аналітичного аналізу було встановлено, що дані підприємства розташовані поруч, мають потужну складську інфраструктуру, зокрема, значні складські площі, використовують мостові та козлові крани для виконання вантажних робіт.

Продукція, перевезення якої розглядається, виготовляється цехами ПАТ «Запоріжсталь» ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, які також обслуговуються мостовими кранами та мають закриті складські території для зберігання металопрокату.

Дана металопродукція характеризується високим питомим навантаженням на площу складів ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, що дозволяє виконувати накопичення значних партій вантажу для відправлення, у тому числі, маршрутним відправленням споживачам на станції Нижньодніпровськ-Пристань.

В проєктній частині було проведено статистичний аналіз випадкових параметрів доставки та розроблено імітаційну модель *Kominmet\_M\_smc* доставки металопродукції ПАТ «Запоріжсталь» до підприємств-споживачів – ТОВ «МЕТИНВЕСТ-СМЦ» та ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ», яка враховує ймовірнісний характер тривалості транспортних операцій та можливість організації відправлення вагонів, як вагонними відправленнями, так і маршрутними складами.

На основі експериментів на модель *Kominmet\_M\_smc* отримані результати, з яких сформовані вихідні показники для економічного аналізу,

які враховують час користування вагонами, обсяг вантажу на складах, додаткове використання гіркового локомотиву для формування маршрутів.

За результатами економічних розрахунків, проєктний варіант доставки металопрокату до підприємств-споживачів на станції Нижньодніпровськ-Пристань маршрутними складами має економічну ефективність близько 9,25 млн грн на рік.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Операційні результати групи компаній Метінвест у 2023 році. URL : [https://metinvestholding.com/ua/ar2023/pdf/ua/07%20Operational%20Review\\_UA.pdf](https://metinvestholding.com/ua/ar2023/pdf/ua/07%20Operational%20Review_UA.pdf) (дата звернення: 10.09.2024).
2. Про компанію. URL : <https://metinvestholding.com/ua/about> (дата звернення: 10.09.2024).
3. Продаж. Метінвест. URL : <https://metinvestholding.com/ua/about/sales> (дата звернення: 11.09.2024).
4. Найбільший виробник металу в Україні. URL : [https://metinvest-smc.com/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiA7Y28BhAnEiwAAdOJUGyd7pSbm7Zh3GALOr58умH7HmOAV3j38YwGn7--fGg3HmjDhTkTDhoCeNMQAvD\\_BwE](https://metinvest-smc.com/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA7Y28BhAnEiwAAdOJUGyd7pSbm7Zh3GALOr58умH7HmOAV3j38YwGn7--fGg3HmjDhTkTDhoCeNMQAvD_BwE) (дата звернення: 11.09.2024).
5. Розподільчий центр продукції в м. Дніпро. URL : [https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwiYk4P4rvCKAxU5GaIDHROS K04YABAAGgJsZQ&ae=2&aspm=1&co=1&ase=5&gclid=CjwKCAiA7Y28BhAnEiwAAdOJULgdUtMvYttPbo-\\_ge7mwEVrbaEbOHN\\_B130Cf1\\_3syD3zaFM\\_1G-BoCk8wQAvD\\_BwE&sig=AOD64\\_0I1SDZMhQLNzQF47IvWaBmwH2deA&q&adurl&ved=2ahUKEwj97fz3rvCKAxUVEhAIHSpzCeEQ0Qx6BAgKEAM](https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwiYk4P4rvCKAxU5GaIDHROS K04YABAAGgJsZQ&ae=2&aspm=1&co=1&ase=5&gclid=CjwKCAiA7Y28BhAnEiwAAdOJULgdUtMvYttPbo-_ge7mwEVrbaEbOHN_B130Cf1_3syD3zaFM_1G-BoCk8wQAvD_BwE&sig=AOD64_0I1SDZMhQLNzQF47IvWaBmwH2deA&q&adurl&ved=2ahUKEwj97fz3rvCKAxUVEhAIHSpzCeEQ0Qx6BAgKEAM) (дата звернення: 11.09.2024).
6. ТОВ «ДМЗ КОМІНМЕТ». URL : [http://dmzkomинmet.com.ua/?page\\_id=271&lang=uk](http://dmzkomинmet.com.ua/?page_id=271&lang=uk) (дата звернення: 15.09.2024).
7. ДМЗ Комінмет. <https://gmk.center/ua/manufacturer/dnipropetrovskij-metalurgijnij-zavod-im-kominterna-dmz-kominmet/> URL : (дата звернення: 15.09.2024).
8. Дніпропетровська область: фахівці ГУ Держпраці взяли участь у підбитті підсумків роботи ТОВ «ДМЗ Комінмет» за 9 місяців. URL :

<https://dsp.gov.ua/dnipropetrovska-oblast-fakhivtsi-hu/> (дата звернення: 17.09.2024).

9. Software and hardware conveyor control complex. URL : <https://www.etm.io/portfolio/software-and-hardware-conveyor-control-complex/> (дата звернення: 18.09.2024).

10. Cold-rolled products. ПАТ «Запоріжсталь». URL : <https://zaporizhstal.com/en/activities/production/main/holodnokatanyj-prokat/> (дата звернення: 18.09.2024).

11. Єдиний технологічного процесу роботи під'їзної колії ЗМК «Запоріжсталь» і станції примикання Запоріжжя-Ліве. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – 196с.

12. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 54с.

13. 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.

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

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 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.

17. 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,

18. 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)

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

## ДОДАТОК А

### АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Основні та додаткові потенційні небезпеки:

- можливо падіння вантажу з-за переміщення вантажу понад норми від номіналу ваги упаковки металу;
- при недостатньому освітлені можливо не дотримування технології складування вантажу, 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 зчеплені 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

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. 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/z012415>. (Нормативно-правовий акт охорони праці).

Стропальники, під час роботи, користуються захисними касками, дослідник також повинен працювати в касці.

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).

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

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.

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.

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».

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».

## ДОДАТОК В

### ОЦІНКА РІВНЯ УМОВ, ВАЖКОСТІ ТА НАПРУЖЕНОСТІ ПРАЦІ

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

У відповідності до вихідних даних, які замірялися в лабораторії, вносимо їх до 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, $t, ^\circ C$	26,5	10	22,0-25,1	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	30	0	500		3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{ор}$	-1		—			
Рівень шуму $L, дБА$	108	6	65		3.4	3
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	350	8	290	,21	4	4
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61500	8	40000	1,54		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	78	8	75	1,04		
Тривалість робочого дня, $год.$	10	0	8	,23		

Відповідно до додатків методичних вказівок [17], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 230 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [17], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК

(ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

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

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

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

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{350 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 1,21;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{61000 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,54;$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{P_{\text{вим}} \cdot T \cdot K_{\text{знач}}}{8 \cdot P_{\text{дон}}} = \frac{78 \cdot 8 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,04;$$

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

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

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

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта  $X_{\text{визн}} = 3$ , з таблиці 7.2 [17] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до  $P_{\text{вим}} = 430$  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  $P_{\text{вим}} = 108$  дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [17] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників  $X_{\text{визн}}$  за формулою 7.3 [17]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,21 + 1,54 + 1,04 + 0,23 = 4,02$$

З таблиці 7.3 [17] за значенням суми розрахованих балів показників  $X_{\text{сум}} = 4,02$  – 4 клас, 4 ступінь (4.4);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 4 класу, 4 ступеню.

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

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 10 годин, тому коректування не потрібно –  $X_{cm} = X_i = 1$ ;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення  $X_i$  визначаємо за формулою 7.4 [17]:

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

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому –  $X_{cm} = X_i = 4$ ;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень  $X_i$ , за формулою 7.5 [17]:

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

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану –  $X_{\text{факт}} = 11$ , на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [17]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

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

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, 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 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

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

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах –  $E = 500$  лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 65 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

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

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

- тривалість робочого дня 8 год.

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 робочий 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 8 год

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

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

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 24%.

## ДОДАТОК Г

### ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Перевезення підрозділів оперативно-рятувальних служб (ОРС) ЦЗ здійснюється залізницею, морським (річковим), повітряним транспортом або комбінованим способом. Організовує перевезення керівник органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ.

Підрозділи перед завантаженням розташовуються з урахуванням розподілу їх по залізничних ешелонах (суднах, літаках) та з необхідності їх прибуття до місць призначення.

Перед завантаженням підрозділи, що перевозяться одним залізничним ешелоном (судном, літаком), виходять у район очікування, а після вивантаження - у район збору, які призначаються за 3-5 км (під час перевезення повітряним транспортом – 10-15 км) від місць завантаження (вивантаження).

Для комбінованого пересування керівник органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ визначає склад підрозділів, що перевозяться залізничним (морським, річковим, повітряним) транспортом, та тих, що здійснюють марш своїм ходом. При цьому залізничний (морський, річковий) транспорт планується насамперед для перевезення тягачів, гусеничних і важких інженерних машин, а також техніки з малим запасом ходу і низькими швидкостями руху.

Розрахунки на перевезення підрозділів комбінованим способом мають бути проведені так, щоб підрозділи ОРС ЦЗ, які здійснюють марш штатними транспортними засобами, і ті, які перевозяться (залізницею, морським, річковим або повітряним транспортом), прибули в район зосередження одночасно, а в разі припинення перевезення - мали можливість швидко об'єднатися.

Перевезення підрозділів ОРС ЦЗ, посадка (висадка) особового складу, завантаження (розвантаження) техніки, оснащення і матеріально-технічних засобів проводяться відповідно до організаційно-розпорядчих документів, які регламентують порядок виконання зазначених заходів на залізничному, морському (річковому) або повітряному транспорті, та із суворим дотриманням установлених вимог безпеки.

Особовий склад підрозділів ОРС ЦЗ на весь строк перевезення забезпечується харчуванням і мінімально необхідними побутовими умовами з дотриманням санітарно-гігієнічних норм. Медичне забезпечення особового складу здійснюють працівники штатних пунктів охорони здоров'я підрозділів.

Заходи з пожежної безпеки.

Одним з важливих елементів загальної безпеки залізничних транспортних засобів є пожежна безпека. Загоряння, яке виникає по тим чи іншим причинам, належать до надзвичайних ситуацій техногенного характеру, яке супроводжується неможливістю експлуатації транспортних засобів й доволі часто призводить до загибелі людей і значним матеріальним втратам. Тому проблема забезпечення протипожежного захисту на залізничному транспорті залишається дуже актуальною.

Усі транспортні засоби, виробничі та допоміжні приміщення повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. Вимоги пожежної безпеки на залізничному транспорті повинні виконуватися відповідно Закону № 1322 від 21.12.2009 р. «Про пожежну безпеку на залізничному транспорті».