

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний  
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістра  
(ступінь вищої освіти)


на тему **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЧЕРЕЗ ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ НА ПРИКЛАДІ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»**


Виконав: студент(ка) II курсу, групи T-319м


Спеціальності 275 Транспортні технології (на  
автомобільному транспорті)  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на автомобільному  
транспорті)

  
\_\_\_\_\_ А.Є. Троян  
(прізвище та ініціали)

Керівник   
\_\_\_\_\_ С.М. Турпак  
(прізвище та ініціали)

Рецензент   
\_\_\_\_\_ А.Ю. Сосик  
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»  
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний  
Кафедра «Транспортні технології»  
Ступінь вищої освіти магістр  
Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
(код і найменування)  
Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

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

Трояна Антона Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення технології відвантаження холодного прокату ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович, д-р техн. наук, професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 354

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних машин; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

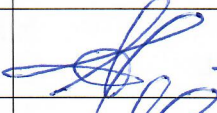
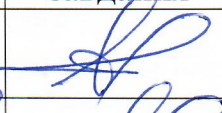


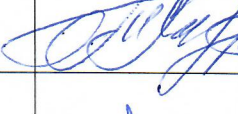
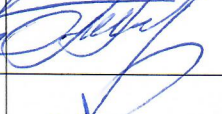


4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Аналіз транспортних зав'язків підприємств; 2.2 Дослідження процесу надходження рулонів на склад ЦХП-1; 2.3 Дослідження процесу перевезень ПП Дарьял на моделі; 2.4 Аналіз результатів функціонування моделі.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація



## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Турпак С.М., зав. каф.		
Основна частина	Турпак С.М., зав. каф.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викладач		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

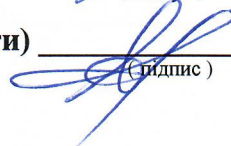
## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)

  
(підпис)А.Є. Троян  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

  
(підпис)С.М. Турпак  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

ПЗ : 74 с., 26 рис., 7 табл., 16 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки металопродукту ПАТ Запоріжсталь з урахуванням технологічних зв'язків з іншими підприємствами.

Метою роботи є дослідження процесів перевезень, обумовлених технологічними зв'язками підприємств та розробка раціональних маршрутів руху.

Методи дослідження – статистичного аналізу, аналітичний, графоаналітичний.

Результати дослідження – розроблено модель та маршрут руху автотранспорту з урахуванням технологічних зв'язків підприємств, досліджено залежність коефіцієнту використання вантажопідйомності по різних марках автомобілів, за рахунок економії експлуатаційних витрат підвищено ефективність перевезень.

ЦЕХ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ, МЕТАЛОПРОКАТ, МАРШРУТ, АВТОМОБІЛЬ, ГРАФІК РУХУ.

## ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ .....	7
1 Аналітична частина .....	8
1.1 Коротка характеристика ПАТ «Запоріжсталь» .....	8
1.2 Характеристика технологій вантажних робіт в ЦХП-1.....	9
1.3 Коротка характеристика ПП «Дарьял» .....	14
1.4 Характеристика Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча .....	17
1.5 Характеристика ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь».....	20
1.6 Характеристика ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДІНГ».....	23
1.7 Недоліки існуючого положення та постановка задач у магістерській роботі.....	24
2 Основна частина.....	26
2.1 Аналіз транспортних зав'язків підприємств .....	26
2.2 Дослідження процесу надходження рулонів на склад ЦХП-1.....	30
2.3 Дослідження процесу перевезень ПП Дарьял на моделі.....	34
2.4 Аналіз результатів функціонування моделі.....	48
3 Економічна частина.....	51
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по першому проектному варіанту .....	52
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по другому проектному варіанту .....	58
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат по третьому проектному варіанту .....	61
3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по базовому варіанту .....	63

3.5 Економічна ефективність проєктних варіантів .....	65
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	68
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	68
Висновки.....	70
Перелік посилань.....	72

## ВСТУП

В умовах впровадження карантинних заходів в Україні особливо важливим є підтримка не тільки крупних підприємств, а також невеликих, наприклад, до таких відноситься, наприклад, ПП Дарьял, де працює близько 100 чоловік.

Це підприємство має вже тривалу історію (понад чверть століття) та досвід роботи з виробництва порошкової проволочки. Для її виробництва використовується, зокрема, металопродукція ПАТ «Запоріжсталь».

В свою чергу, ПП Дарьял здійснює поставки своєї продукції до інших підприємств металургійної галузі, зокрема, металургійних комбінатів ПАТ Азовсталь та ПАТ Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча. Звідти є можливість перевезення продукції, яка не виробляється в Запоріжжі. Таким чином, можливий певний транспортний симбіоз підприємств, який цікавий як з теоретичної, так і практичної точки зору.

В магістерській роботі на прикладі даної ситуації виконано дослідження транспортних процесів та представлено вирішення задачі ефективної організації перевезень.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Коротка характеристика ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» (далі по тексту - Запоріжсталь) – підприємство з повним металургійним циклом, яке займає лідируюче місце з виробництва сталі в Україні, обсягами експорту. Показники Запоріжсталі:

- третій комбінат за об'ємами виробництва в Україні;
- кожна п'ята тонна українського металу вироблена саме тут;
- 15% виручки в іноземній валюті в Україні;
- більше, ніж 250 млн тон чавуну виплавлено Запоріжсталлю за 87-річну історію;
- більше 60 європейських країн-споживачів прокату;
- площа комбінату – понад 550 гектар;
- колектив – понад 11 000 співробітників;
- удвічі знижена енерговитратність виробництва – споживання природного газу за останні роки знижено з 330 млн кубометрів на рік до 163 млн кубометрів;
- 70% продукції комбінату відправляється на експорт;
- щорічне виробництво становить 4,3 млн тон чавуну, 4,1 млн тон сталі, 3,5 млн тон прокату;
- понад 100 млн гривень направлено на розвиток інфраструктури міста Запоріжжя [1].

Комбінат системно модернізує виробничі потужності, приділяючи особливу увагу питанням екології. З 2012 року направлено на екологічну модернізацію і реконструкцію комбінату порядку 10,6 мільярда гривень. Головними екологічними проектами останніх років стала модернізація газоочисних систем всіх шести агломашин комбінату, масштабна реконструкція доменної печі № 3, капітальні ремонти на 4 і 5 доменних печах, будівництво нової градирні. За підсумками екологічної модернізації



Запоріжсталь визнаний переможцем у номінації «Лідер комплексної зеленої модернізації» в рамках конкурсу «EKOTRANSFORMATION-2018».

У 2019 року в рамках екологічної модернізації вже запущений сучасний комплекс очищення промислово-злизових стоків. Він дозволяє скоротити скидання промислових вод до річки Дніпро на 5 млн м<sup>3</sup> на рік. Інвестицій витрати в проєкт склали понад 50 млн грн [1].

Також Запоріжсталь продовжує програму по ремоторизації локомотивного парку. На ці цілі комбінат направив 50 млн гривень. Комбінат отримав атестат виробництва, що підтверджує високу кваліфікацію персоналу локомотивного депо і високу якість ремонту тепловозів [1].

## 1.2 Характеристика технологій вантажних робіт в ЦХП-1

Організація вантажних робіт в ЦХП-1 при відправленні продукції автомобільним транспортом регулюється «Технологічною картою на навантажувально-розвантажувальні роботи та складування вантажів вантажопідійомними кранами і машинами», надалі наведено її аналіз [2].

Характерною рисою прокатних цехів Запоріжсталі є історично сформована технологія відвантаження продукції залізничним транспортом. За техніко-економічними умовами сучасних процесів господарювання, автомобільний транспорт займає все більшу частку в загальному обсязі перевезень, тому в ЦХП-1, ЦГПТЛ, ЦХП-3 з'явилися ділянки, пристосовані для навантаження автомобілів.

На рисунку 1.1 показаний проліт Н-С цеху [2], де передбачене навантаження автомобільного транспорту.

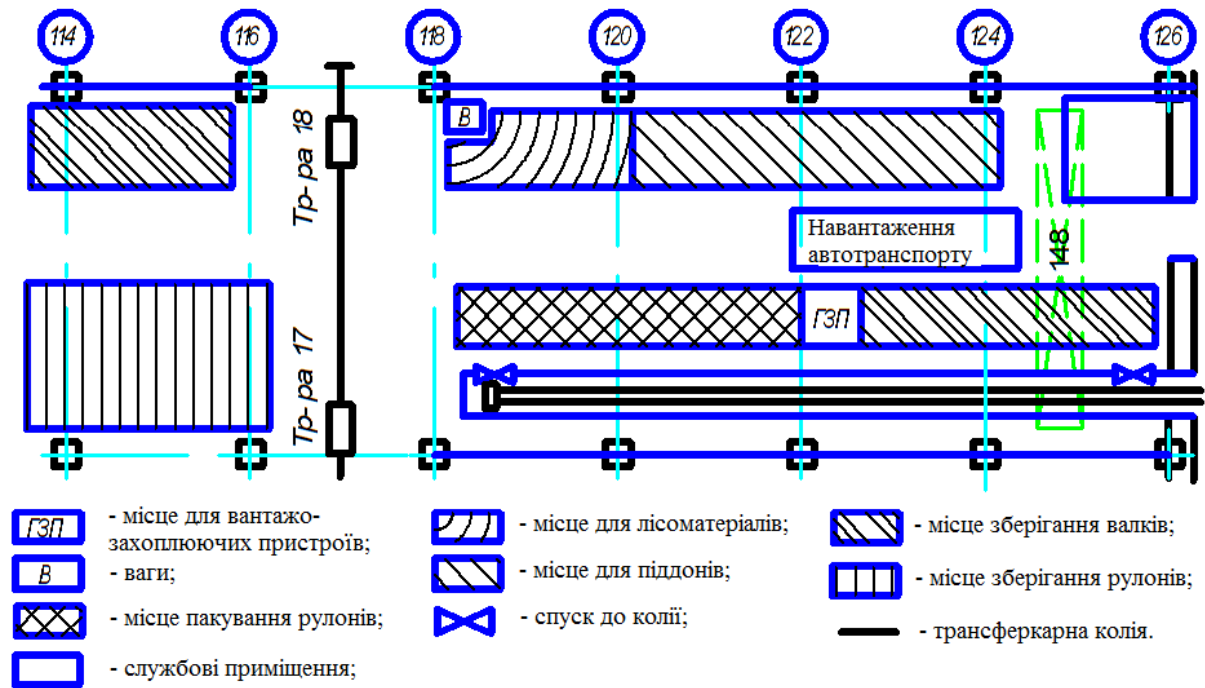


Рисунок 1.1 - Схема прольоту Н-С

В прольоті відвантажуються рулони на залізничний та автомобільний транспорт, як за допомогою розкріплення схеми навантаження піломатеріалами, так і на металевих багатооборотних піддонах.

Навантаження автотранспорту проводиться мостовими кранами за допомогою скоби або строп.

Установку і зняття автоматичних кліщів, скоб, гаки яких не обладнані запобіжними замками, машиніст крана здійснює самостійно, без участі стропальника.

Під час навантаження металопродукту в автотранспорт, стропальнику забороняється перебувати в кузові автомобіля, також не дозволяється перебування водія в кабіні.

Операції зі складування та транспортування рулонів в прольоті виконуються машиністами кранів без участі стропальника.

На рисунку 1.2 показаний проліт С-Х цеху [2], де передбачене навантаження автомобільного транспорту.

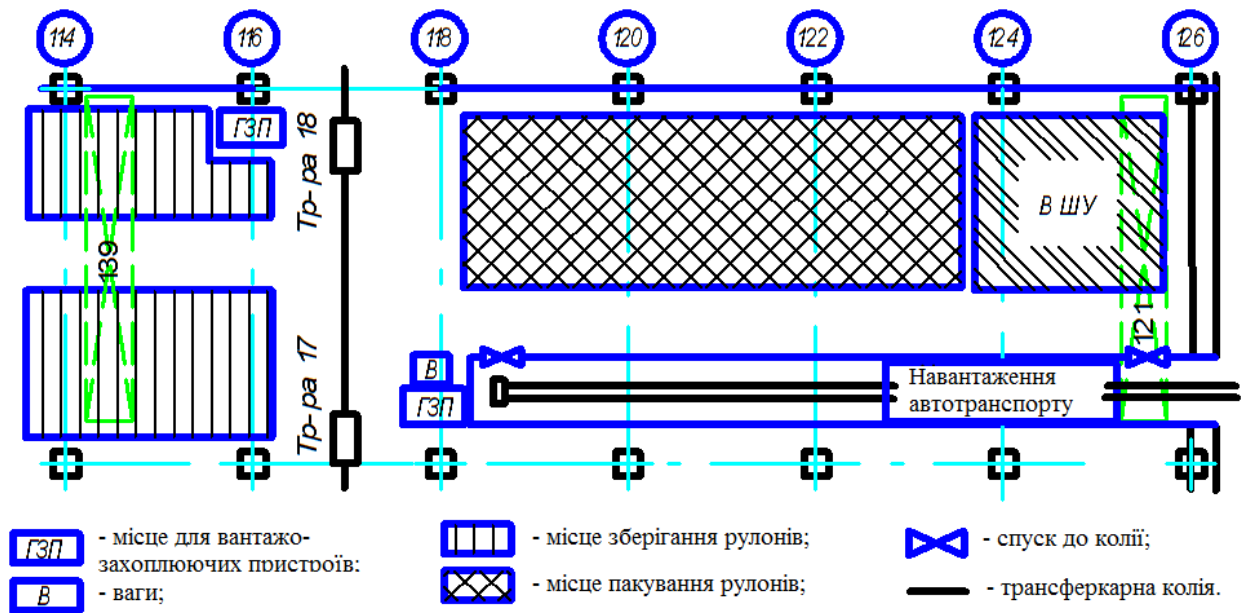


Рисунок 1.2 - Схема прольоту С-Х

В прольоті відвантажуються рулони на залізничний та автомобільний транспорт, як за допомогою розкріплення схеми навантаження лісоматеріалами, так і на металевих багатооборотних піддонах. На відміну від прольоту Н-С, навантаження автотранспорту здійснюється безпосередньо на залізничній колії.

Навантаження автотранспорту проводиться мостовими кранами за допомогою скоби.

Установку і зняття автоматичних скоб, гаки яких не обладнані запобіжними замками, машиніст крана також здійснює самостійно, без участі стропальника.

Під час навантаження металопрокату в автотранспорт, стропальнику забороняється перебувати в кузові автомобіля, також не дозволяється перебування водія в кабіні.

Операції зі складування та транспортування рулонів в прольоті виконуються машиністами кранів без участі стропальника.

На рисунку 1.3 показаний проліт Х-Ы цеху [2], де також передбачене навантаження автомобільного транспорту.

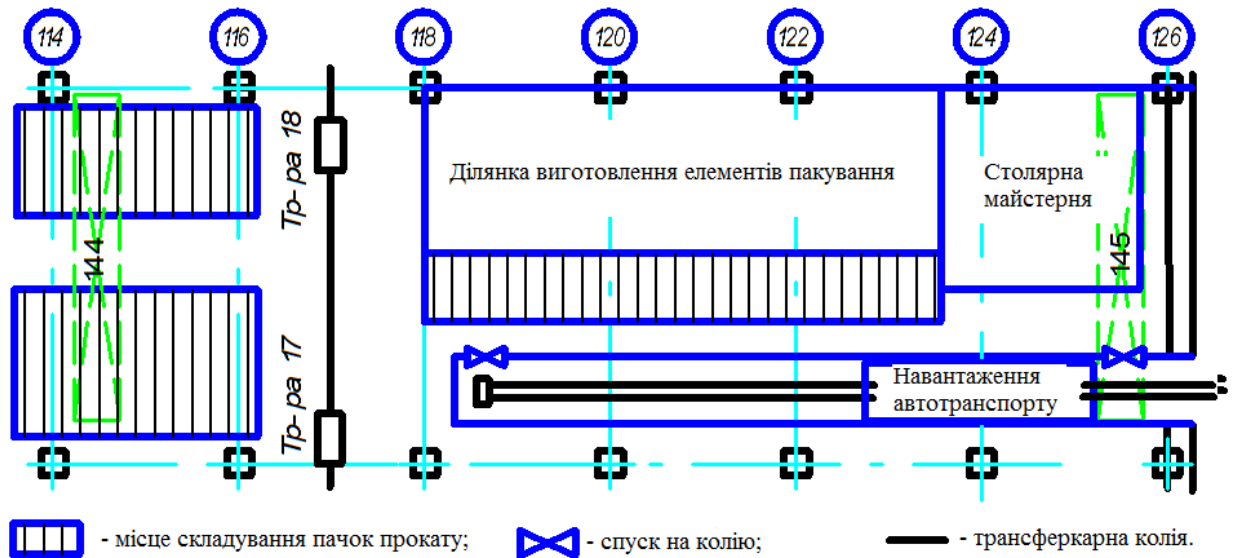


Рисунок 1.3 - Схема прольоту Х-Ы

В прольоті відвантажуються не тільки рулони, а й пачки прокату на залізничний та автомобільний транспорт, як за допомогою розкріплення схеми навантаження лісоматеріалами, так і на металевих багатооборотних піддонах.

Навантаження автотранспорту проводиться мостовими кранами за допомогою скоби, строп, механічної та автоматичної траверс.

Установку і зняття скоб, механічної траверси, гаки яких не обладнані запобіжними замками, машиніст крана здійснює самостійно, без участі стропальника.

Під час навантаження металопрокату в автотранспорт, стропальнику забороняється перебувати в кузові автомобіля, також не дозволяється перебування водія в кабіні.

Операції зі складування та транспортування рулонів та пачок в прольоті виконуються машиністами кранів без участі стропальника.

Аналогічно [2] виконується навантаження прокату в рулонах та пачках в прольоті Ы-Я.

Вантажні роботи з участю автотранспортних засобів проводяться під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів кранами або бригадира [2].

Стропування вантажів проводити відповідно до схем стропування, при їх відсутності, тільки в присутності особи відповідальної за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів кранами.

Дозвіл на в'їзд в цех і постановку автотранспорту під завантаження-вивантаження видає майстер або бригадир ділянки, де будуть проводитися роботи. Заїжджати в цех передом дозволяється тільки в тому випадку, якщо в місцях навантаження (вивантаження) можна розвернутися. При заїзді в цех задом, попереду рухомої автомашини (автотранспорту) повинен йти супроводжуючий [2].

Навантаження (вивантаження) автотранспортних засобів електромостовим краном проводиться тільки після повної зупинки автотранспортних засобів (постановки на гальмо стоянки і установці під колеса черевиків, що запобігають можливе переміщення автотранспортного засобу в процесі навантаження, вивантаження) і догляду водія із зони навантаження. При необхідності, для запобігання потрапляння в зону навантаження - відвантаження людей, необхідно попередньо захистити цю зону або виставити спостерігача [2].

Якщо навантаження автотранспорту необхідно проводити на залізничних коліях, то необхідно виставляти огорожувальні сигнали або включати світловий сигнал в'їзної сигналізації на забороняюче показання і закривати ворота залізничного тупика, попередньо попередивши диспетчера вантажної служби (начальника зміни Управління залізничного транспорту) виставивши за 5 метрів від в'їзних воріт цеху спарені гальмівні башмаки [2].

Навантаження (вивантаження) автотранспорту необхідно виконувати без порушення їх рівноваги. Не дозволяється опускати вантаж на автотранспортний засіб при знаходженні в його кузові або кабіні людей (в тому числі водія) [2].



### 1.3 Коротка характеристика ПП «Дарьял»

Основна продукція фірми «Дарьял» (далі по тексту – Дарьял) - порошкові дроти з різними наповнювачами, що застосовуються в сучасному та перспективному технологічному процесі позапічної обробки сталі і чавуну. Застосування порошкових дротів дає можливість скоротити споживання матеріалів для легування, десульфурації, модифікації і розкислення сталі і чавуну, а також підвищити ефективність їх введення в розплав і екологічну безпеку виробництва [3].

В якості наповнювача порошкового дроту Дарьял може запропонувати практично будь-який матеріал, який застосовується для позапічної обробки в залежності від вимог споживача. Вихідна сировина для виробництва порошкових дротів - металопродукція українських меткомбінатів (нині це Запоріжсталь) і порошкові матеріали різних виробників (Німеччина, Канада, Бразилія, Франція, Китай, Україна) [3].

Гнучка цінова політика, можливості використання порошкових матеріалів будь-якої якості, заходи щодо забезпечення постійної відповідності мінливим вимогам ринку дають підприємству значні конкурентні переваги перед виробниками аналогічної продукції [3].

Серед постійних споживачів продукції - українських сталеливарні підприємства, зокрема, такі великі металургійні комбінати, як ПАТ «Азовсталь», Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча, ПАТ «Нижньодніпровський трубопрокатний завод». Фірма постійно проводить активну роботу на зовнішньому ринку і вже закріпила за собою репутацію надійного і стабільного постачальника [3].

Підприємство Дарьял динамічно розвивається і вдосконалюється, модернізує виробництво, проводить навчальні семінари, консультації, зустрічі на базі українських металургійних комбінатів, із залученням провідних зарубіжних фахівців в області технологій і нових матеріалів для позапічної обробки металургійних розплавів і десульфурзації чавуну [3].

Висока якість продукції, що випускається фірмою Дарьял, і ефективність системи управління якістю були підтверджені міжнародним сертифікатом ISO 9001-2000 «Система управління якістю» № 197080 [3].

Дарьял вже протягом 22 років займається виробництвом товарів і послуг в металургійній галузі. У 2016 році на підприємстві в Заводському районі міста Запоріжжя відкрилася нова лінія виробництва порошкового дроту, яку застосовують в сучасному технологічному процесі позапічної обробки сталі і чавуну. Участь в урочистому пуску нової виробничої лінії прийняв міський голова Запоріжжя Володимир Буряк [4].

У цю лінію було закладено як найновітніші технології, так і власні розробки і винаходи, що дозволяє не тільки збільшити кількість виробленої продукції, а й задовольнити запити найвимогливіших споживачів [4].

Крім того, завдяки розвитку підприємства, з'являються нові робочі місця. На старій лінії було вироблено близько 15 тис. тонн дроту, довжина якого склала близько 40 тис. км. Запуск нової лінії - це результат праці всього колективу підприємства. І у колективу цього підприємства є впевненість, що у них є майбутнє [4].

Крім того, підприємство має власне АТП, яке може здійснювати як власні вантажоперевезення, так і надавати послуги іншим компаніям. Вантажні місця формуються у вигляді бухт проволоки, розміщених на стандартному дерев'яному піддоні (рисунок 1.4).

Порошковий дріт - це безперервний електрод, що складається з металевої оболонки і порошкоподібного наповнювача (сердечника). Останній являє собою суміш газоподібних і шлакоутворюючих матеріалів, феросплавів і металевих порошків [5].



Рисунок 1.4 – Вантажні місця з порошковим дротом

Порошковий дріт має вигляд згорнутої зі сталеві стрічки (20 x 0,2 мм) трубки (для цього використовують стрічку з низьковуглецевої сталі марки 08 КП холодного прокату (м'яка або особливо м'яка), в яку засипана шихта (порошок) з газо- і шлакоутворюючих компонентів, завдяки яким значно поліпшуються зварювальний процес і його результат [5].

Саме ця марка сталі надходить з ЦХП-1 Запоріжсталі до підприємства Дарьял.

Шихта може мати різний склад, але при цьому вона повинна бути такою, щоб сплав, який вийде після розплавлення оболонки дроту і порошку, та їх затвердіння, мав би хімічний склад і характеристики, що вимагаються від металу шва. Порошковий дріт застосовується для зварювання відкритою дугою; для зварювання під флюсом; для зварювання в захисних газах; для наплавлення з метою створення твердосплавного шару [5].

Для виконання вантажних робіт на підприємстві використовують електричні мостові крани вантажопідйомністю 10 т.

#### 1.4 Характеристика Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча

ПАТ Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча (далі - ММК ім. Ілліча) - одне з найбільших підприємств країни з повним металургійним циклом. Продукція комбінату іде на експорт до більш ніж 80 країн світу. Підприємство входить до складу групи Метінвест і стабільно працює, використовуючи високотехнологічні процеси. До складу комбінату входять такі підрозділи: аглофабрика, що має дванадцять агломераційних машин, доменний цех із чотирьох доменних печей, вапняно-випалювальний цех, конвертерний цех, листопрокатний цех – 1700, цех холодної прокатки, ЛПЦ-3000, трубоелектрозварювальний цех. Виробничі потужності підприємства дозволяють виробляти до 4 млн тонн сталі, 12 млн тонн агломерату, понад 4,3 млн тонн чавуну та понад 5 млн тонн готового прокату на рік [6].

ММК імені Ілліча спеціалізується на виробництві агломерату, вапна, чавуну та чавунних виробів, сталевих злитків, катаної і литої заготовки, високоякісного сталевого листа для відповідальних металоконструкцій, суднобудування, нафтопровідних, газо- й водопровідних труб. Основною продукцією комбінату [6] є плоский прокат з вуглецевих, низьколегованих і легованих сталей різного призначення, в тому числі:

- товсті аркуші, які використовуються при виготовленні труб магістральних трубопроводів, для побудови морських та річкових суден, резервуарів, що працюють під високим тиском, конструкцій мостів, різних металоконструкцій;

- гарячекатані товсті й тонкі аркуші та смуги;

- холоднокатані, у тому числі оцинковані стрічки, аркуші та смуги, які використовуються для холодного штампування та виготовлення профнастилу й ін.;

- труби газо- й водопровідні електрозварювальні тонкостінні з круглим перетином й профілі квадратного та прямокутного перетину.

Комбінат також може виробляти такі напівфабрикати:

- агломерат, що виробляється із залізорудної сировини – шихти для виробництва чавуну;

- заготовки лиття й сляби.

ПАТ ММК ім. Ілліча – єдине в нашій країні підприємство, яке виробляє оцинкований холоднокатаний лист [6].

Висока якість продукції комбінату підтверджується багатьма сертифікатами якості, які отримані від дев'яти провідних зарубіжних сертифікаційних центрів на металопродукцію, перелік якої складається з понад 200 марок сталі, а крім того, й від вітчизняних сертифікаційних центрів. Постійне розширення сортаменту й покращення споживчих властивостей продукції є безперервним процесом, який дозволяє компанії складати конкуренцію на світовому ринку. Заснований ММК ім. Ілліча ще у 1897 році [6].

До складу ММК ім. Ілліча входять чотири основних виробничих комплекси: аглодоменний виробництво, хіміко-металургійний комплекс, сталеплавильний та прокатний комплекси [7].

Хіміко-металургійне компдекс представлений хіміко-металургійною фабрикою ПАТ ММК ім. Ілліча, на якій створені та введені в експлуатацію ділянки з виробництва:

- керамічного флюсу;
- зварювальних електродів;
- цинку, який одержується з відходів гарячого цинкування;
- порошкового дроту, дроту сталевого зварювального та загального призначення;
- пасти вапняної, емалі ПФ-115;
- акрилових фарб і ґрунтовки [7].



Аглодоменне виробництво представлене аглофабрикою комбінату, яка є найбільшою в Європі. Загальна потужність 12 агломашин площею спікання кожної становить 85 м<sup>2</sup>, повністю забезпечує підготовленою сировиною доменний цех комбінату, а також дозволяє відправляти цю продукцію іншим металургійним підприємствам [7].

В доменному цеху є п'ять печей загальним обсягом близько 9000 м<sup>3</sup>, крім того, він представлений чотирма розливними машинами та відділенням десульфурації чавуну у ковшах. Передільний чавун після виплавки спрямовується в сталеплавильні цехи, а частково також здійснюється його зливання на розливних машинах [7].

Цех переробки шлаків та відходів виробництва піддає рідкий доменний шлак переробці. Гранульований шлак направляється до цементних заводів, а щебінь різних фракцій, який виробляється на дробильно-сортувальних установках, застосовується для виробництва будівельних матеріалів і в дорожньому будівництві [7].

Сталеплавильний комплекс складеться з конвертерного та мартенівського цехів. Конвертерний цех має у своєму складі три конвертери по 160 т, там здійснюється виплавка вуглецевих, а також, і низьколегованих сталей. Вся вироблена сталь, яка має відповідальне призначення, розливається на трьох машинах безперервного лиття слябових заготівель. До складу мартенівського цеху відноситься одна піч місткістю 650 тон і дві печі по 900 тон кожна. Цех виготовляє як вуглецеві, так і низьколеговані марки сталі [7].

Вапняно-випалювальний цех [7], початок експлуатації якого відбувся у 2000 році, включає до свого складу кілька об'єктів з двома шахтними печами. Річна продуктивність складає до 400 тисяч тон вапна.

Прокатний комплекс [7]. До нього входять товстолистовий цех, який в якості вихідного матеріалу використовує литі сляби обжимного відділення ЛПЦ та конвертерного цеху.

Листопрокатний цех 1700. В цьому цеху основною заготовкою для виробництва тонких листів слугують катані сляби, що виробляються обтискним відділенням, та литі сляби, що надходять з ККЦ [7].

Цех холодної прокатки – виконує прокатку гарячекатаних рулонів, що подаються з цеху 1700 на конвеєрі [7].

Гарячекатані рулони, виробництво яких здійснює ЛПЦ 1700 використовуються також в трубоелектрозварювальному цеху при виготовленні труб [7].

На комбінаті також широко впроваджувався автомобільний транспорт для перевезення власної продукції, але останнім часом, здійснюється часткове повернення на залізничний транспорт через знищення у місті Маріуполь дорожнього покриття.

### 1.5 Характеристика ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь»

ПАТ «Металургійний комбінат «Азовсталь» (далі – МК Азовсталь) також входить до складу металургійного дивізіону групи Метінвест і є одним з найбільших металургійних підприємств України, висока якість продукції підприємства визнана більш ніж в 70 країнах світу [8].

До складу металургійного комбінату МК Азовсталь входять: коксохімічне виробництво, доменний і конвертерний цехи, прокатний комплекс у складі обтискного, товстолистого, рейкобалкового й великосортного прокатного цехів і цеху рейкових скріплень. Виробничі потужності підприємства дозволяють виробляти до 5,7 млн тонн чавуну на рік, 5,3 млн тонн конвертерної сталі й 4,7 млн тонн готового прокату на рік [8].

МК Азовсталь є провідним в Україні виробником високоякісного товстолистого прокату товщиною від 6 до 200 мм і шириною 1500-3300 мм для суднобудування, енергетичного й спеціального машинобудування, мостобудування, виготовлення труб великого діаметру для магістральних газо- й нафтопроводів у північному виконанні, глибоководних споруд. Весь обсяг виробленого товстолистого прокату проходить 100% ультразвуковий контроль. Саме на «Азовсталі» освоєно промислове виробництво товстолистого прокату зі сталей категорії міцності X70 і X80 [8].

МК Азовсталь – єдиний в Україні виробник залізничних рейок широкої колії і рейкових скріплень до них. Якість продукції комбінату підтверджено 27 сертифікатами й атестатами, що поширюються на всю продукцію. Засноване підприємство у 1933 році [8].

До складу металургійного комбінату входять чотири основні виробничі комплекси: коксохімічне виробництво, доменне і конвертерне виробництво, прокатний комплекс [9].

Коксохімічне виробництво складається з трьох коксових батарей проектною потужністю 1820,0 тис. тонн валового коксу. Доменний цех у складі п'яти доменних печей загальним корисним об'ємом 8753 м<sup>3</sup> і проектною потужністю 5550 тис. тонн чавуну на рік забезпечує потребу конвертерного виробництва в переробному чавуні. У 2006 році в цеху було введено в експлуатацію сучасну доменну піч (ДП-2), що має більш високу продуктивність і оснащена високотехнологічною системою аспірації. Усі основні технологічні процеси виробництва чавуну механізовані і оснащені автоматизованими системами управління [9]. Для складування і подальшої переробки доменних і сталеплавильних шлаків на комбінаті функціонує цех переробки металургійних шлаків. ЦПМШ виробляє щебінь і гранульований шлак. При дробленні з шлаків видобувається металевий скрап, який використовується частково замість металобрухту. До складу конвертерного цеху входять два конвертери з верхнім дуттям місткістю 350 тонн кожен, сучасні установки позапічної обробки сталі: дві двопозиційні установки

"ківш-піч" і двопозиційна установка вакуумування сталі, відділення безперервного лиття заготовок з чотирма дворівчачковими МБЛЗ криволінійного типу, а також відділення розливання сталі у виливниці, введене в експлуатацію після закриття мартенівського цеху в 2011р. У 2008 році введено в експлуатацію комплекс МБЛЗ-6 з сучасними установками позапічної обробки сталі (дві двопозиційні установки ківш-піч і двопозиційна установка ковшового вакуумування) [9].

У 2011 році проєктна потужність конвертерного цеху з виплавки була перекрита майже в 1,5 рази – було виплавлено 5293,06 тис. тонн конвертерної сталі. До прокатного комплексу входять п'ять виробничих підрозділів: обтискний, товстолистовий, рейкобалочний і великосортний прокатний цехи, цех рейкових скріплень. Обтискний цех у своєму складі має обтискний стан блюмінг 1200, що виробляє із зливків конвертерного виробництва заготовки (блюми) для виробництва рейкобалочної і великосортної продукції. Товстолистовий цех у своєму складі має товстолистовий стан 3600 проєктною потужністю 1950 тис. тонн на рік. Сортамент товстолистого цеху – товстолистовий прокат товщиною 6-200 мм і шириною 1500-3300 мм. Рейкобалочний цех має у своєму складі рейкобалочний стан 1000/800 проєктною потужністю 1422 тис. тонн прокату на рік. Сортамент рейкобалочного цеху – сортовий і фасонний прокат, рейки різних типів і призначення. Великосортний цех має у своєму складі великосортний стан 800/650 проєктною потужністю 950 тис. тонн прокату на рік. Сортамент великосортного цеху – сортовий прокат різного призначення. У цеху рейкових скріплень здійснюється виробництво рейкових скріплень (накладки і підкладки) до рейок різних типів. Проєктна потужність – 228 тис. тонн рейкових скріплень на рік. Шаропрокатне відділення цеху рейкових скріплень виробляє сталеві помольні кулі діаметром від 40 до 120 мм різних груп твердості, які використовуються в гірничодобувній та інших галузях промисловості для помелу при підготовці рудних і нерудних матеріалів. Проєктна потужність 170.0 тис. тон на рік [9].

На комбінаті багато уваги приділяється питанням логістики, постійно ведеться пошук найбільш оптимальних транспортних технологій.

## 1.6 Характеристика ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДИНГ»

ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДИНГ» (надалі - ТОНМЕТ) - підприємство міста Запоріжжя, основним напрямком діяльності якого є оптова та роздрібна торгівля продукцією металургійного виробництва, продаж листового металу в Україні. Один зі складів товариства розташований за адресою вул. Скворцова, 232 – неподалік від підприємства Дарьял [10].

Підприємство займається закупівлею і реалізацією металопрокату і його відходів з 2005 року у Запоріжжі. Асортиментний ряд продукції з металу включає в себе товарні позиції від провідних металургійних комбінатів України та світу (ПАТ «Запоріжсталь», ММК ім.Ілліча, «АрселорМіттал», МК Азовсталь, оцинковка «Тіммер Тау», «Вупперман», турецька, словацька; 65Г – Франція і Китай) і відрізняється оптимальним співвідношенням ціни і якості [10].

Протягом своєї історії ТОНМЕТ динамічно розвивається, набуваючи і вдосконалюючи навички ведення комерційної діяльності в сфері металопрокату на території України [10].

Для обслуговування клієнтів передбачається [10]:

- підготовка металопрокату, своєчасне проведення відвантаження, супровід автомобілів клієнта в точку завантаження;
- реалізація листового металу та іншої продукції з декількох складів, тим самим заощаджуючи час і витрати на транспорт;
- перелік продукції, що реалізовується, постійно зростає.

Власне виробництво включає [10]:



- виробництво смуги, гнучий куточок металевого і швелера довжиною до 12 метрів;
- різку смуги або картки під заданий розмір;
- прокатку металу на вальцях;
- прийом прокат на зберігання (критий склад);
- сортування листового металу;
- прийом металобрухту.

### 1.7 Недоліки існуючого положення та постановка задач у магістерській роботі

Завдяки виконаним аналітичним дослідженням, які через аналіз технологій виробництва підприємств Запоріжсталь, Дарьял, ММК ім. Ілліча, МК Азовсталь, ТОНМЕТ встановлені ланки логістичного процесу руху вантажопотоків:

- металопрокат ЦХП-1 Запоріжсталі використовується при виробництві порошкового дроту підприємства Дарьял, обидва підприємства розташовані в Заводському районі міста Запоріжжя;
- продукція Дарьял користується попитом на ММК ім. Ілліча та МК «Азовсталь». Обидва ці металургійні комбінати розташовані в місті Маріуполь;
- підприємство ТОНМЕТ, яке має склади в Заводському районі м. Запоріжжя, та спеціалізується, зокрема, на реалізації оцинкованого металопрокату ММК ім. Ілліча.

Таким чином, маємо закінчений цикл руху вантажів Запоріжсталь - Дарьял - МК «Азовсталь» - ММК ім. Ілліча - ТОНМЕТ.

На відміну від існуючої системи організації перевезень через замовлення окремих перевізників для кожної ланки руху вантажу, не

потребується витрати ресурсів на пошук завантаження у зворотному напрямку, що може зменшити економічні витрати всіх підприємств.

В основній частині необхідно виконати дослідження інтенсивності вантажопотоків, розробити маршрути руху та визначити потрібну кількість та марку рухомого складу автотранспорту.

В економічній частині потрібно виконати економічний аналіз та встановити найбільш ефективний варіант організації перевезень.

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз транспортних зав'язків підприємств

Виконання досліджень розпочнемо з аналізу взаємного транспортного розташування вантажних пунктів. Три підприємства розташовані в Заводському районі міста Запоріжжя (два з них – поруч), інші два підприємства – розташовані неподалік одне від одного в місті Маріуполь.

На рисунку 2.1 наведено мережу транспортних зав'язків між усіма підприємствами.

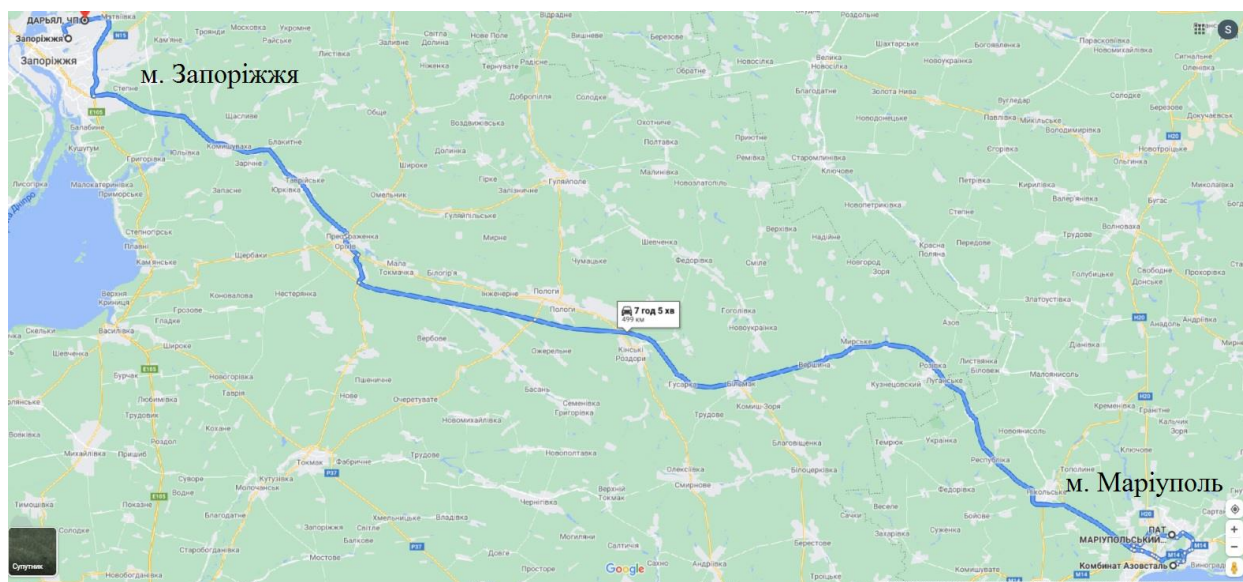


Рисунок 2.1 - Мережа транспортних зав'язків між усіма підприємствами

Збільшимо деталізацію карти (рисунки 2.2, 2.3).

Склади підприємств Дарьял та Тонмет знаходяться поруч на вул. Скворцова в Заводському районі. ЦХП-1 розташоване неподалік від обох підприємств.

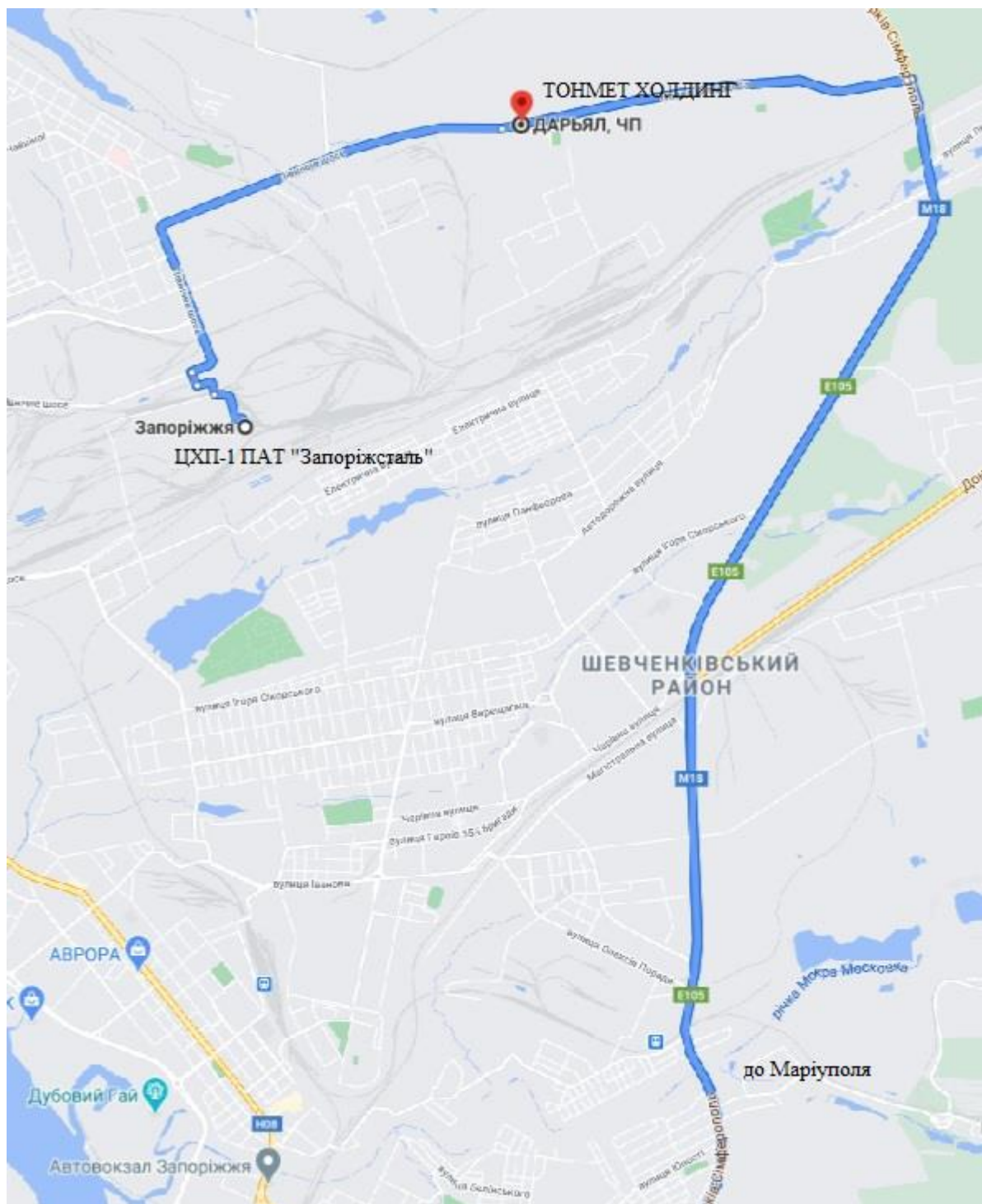


Рисунок 2.2 – Підприємства міста Запоріжжя (Дарьял та Тонмет)

На рисунку 2.3 показано місцезнаходження металургійних підприємств міста Маріуполь: Азовсталь та МК ім. Ілліча.

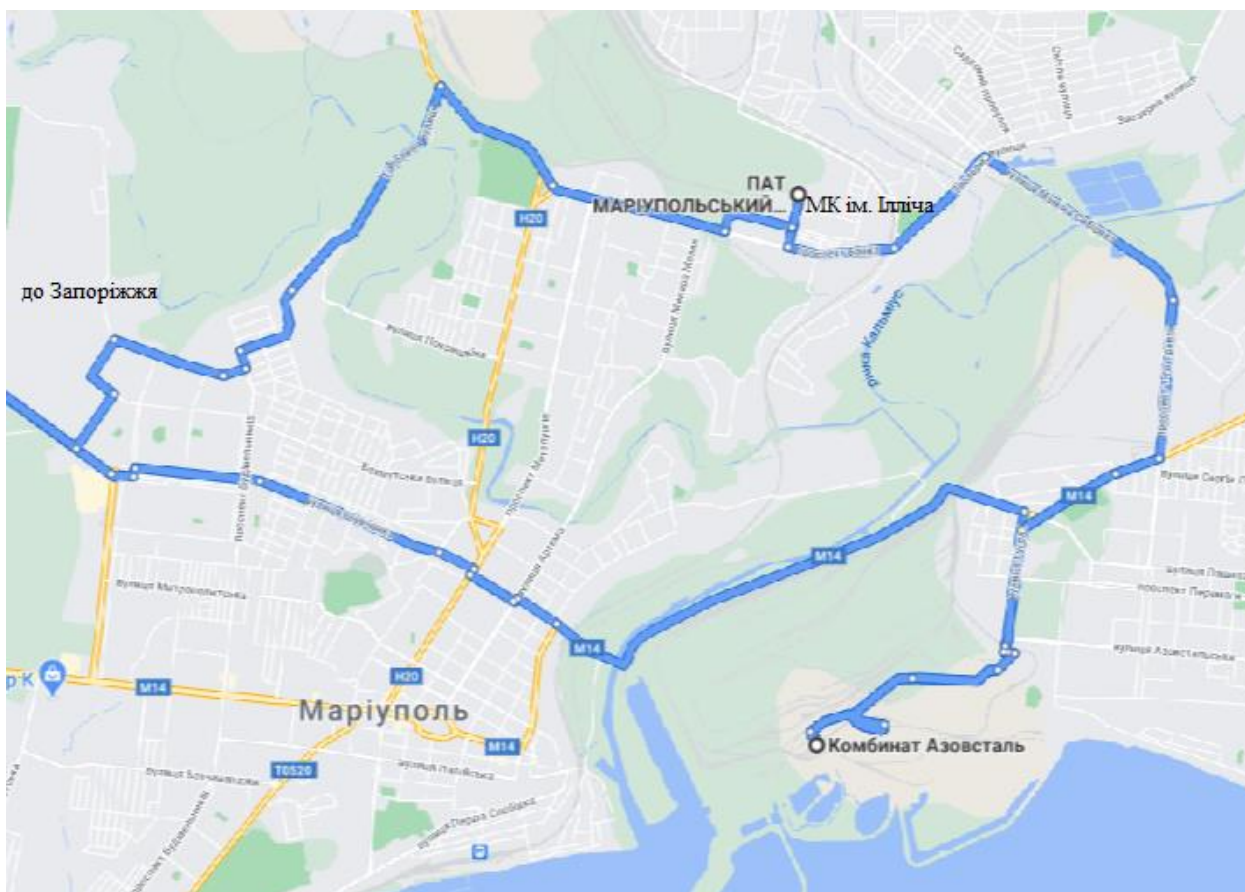


Рисунок 2.2 – Підприємства міста Маріуполь (Азовсталь та МК ім. Ілліча)

Дані щодо відстані між вантажними пунктами наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Матриця відстаней між вантажними пунктами

	ЦХП-1	Дарьял	Азовсталь	МКІ	Тонмет
ЦХП-1		6	241	244	7
Дарьял	6		235	238	1
Азовсталь	241	235		7	234
МКІ	244	238	7		236
Тонмет	7	1	234	236	

При визначення тривалості руху між вантажними пунктами слід врахувати встановлені обмеження швидкості руху (у містах, та за містами), технічні параметри автотранспорту. В роботі прийнято середню технічну швидкість руху у межах міст – 20 км/год., за містом – 65 км/год.

Отримуємо матрицю часу руху між вантажними пунктами.

Таблиця 2.2 – Матриця часу руху між вантажними пунктами, год.

	ЦХП-1	Дарьял	Азовсталь	МКІ	Тонмет
ЦХП-1		0,3	3,8	3,8	0,4
Дарьял	0,3		3,7	3,7	0,1
Азовсталь	3,8	3,7		0,2	3,6
МКІ	3,8	3,7	0,2		3,7
Тонмет	0,4	0,1	3,6	3,7	

Згідно таблиці 2.2 часу обороту на маршруті ПАТ «Запоріжсталь» - ПП «Дарьял» - ПАТ МК «Азовсталь» - ММК ім. Ілліча - ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДИНГ» становить:

- рух з АТП до ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» - 0,1 год.;
- навантаження в ЦХП-1 – 0,33 год.;
- рух з ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» до ПП «Дарьял» – 0,3 год.;
- вивантаження металопрокату та навантаження порошкового дроту в ПП «Дарьял» - 0,7 год.;
- рух з ПП «Дарьял» до ПАТ МК «Азовсталь» (з урахуванням обідньої перерви) – 4,7 год.;
- вивантаження (часткове) на ПАТ МК «Азовсталь» – 0,3 год.;
- рух з ПАТ МК «Азовсталь» до ММК ім. Ілліча – 0,2 год.;

- вивантаження (повне) на ММК ім. Ілліча та навантаження оцинкованого металопрокату на ММК ім. Ілліча – 0,5 год.;
- рух з ММК ім. Ілліча до ТОНМЕТ – 3,7 год.;
- вивантаження на ТОНМЕТ – 0,33 год.;
- рух з ТОНМЕТ до АТП – 0,5 год.

Розрахуємо загальний час обороту  $T_{об}$  автомобіля на маршруті:

$$T_{об} = 0,1 + 0,33 + 0,3 + 0,7 + 4,7 + 0,3 + 0,2 + 0,5 + 3,7 + 0,33 + 0,5 = \\ = 11,66 \text{ год.}$$

## 2.2 Дослідження процесу надходження рулонів на склад ЦХП-1

Будуємо статистичний ряд вантажопотоку рулонів на склад ЦХП-1 для підприємства Дарьял (у тонах):

3,5; 5; 4,6; 4,9; 4; 7; 3,8; 4,4; 5,2; 4,9; 5,5; 4,6; 5,9; 3,1; 5,3; 5,7; 5,6; 5,5;  
 5,6; 4,3; 5; 5,5; 6,1; 6,1; 6,3; 6,1; 6,6; 6; 5,5; 4,1; 5,9; 4,6; 4,5; 6,2; 4,1; 6,1; 6; 5,3;  
 5,8; 6,1; 5,7; 5,7; 5,3; 6; 7,5; 7,5; 5,8; 5,4; 5,7; 4,8; 4,4; 5; 5,7; 6,4; 6,2; 6,6; 5,7;  
 6,8; 6,3; 7,2; 5; 5,7; 5,5; 5,3; 5,3; 5,4; 5,3; 4,9; 5,8; 4,4; 4,7; 4,9; 5,3; 3,3; 5,2; 5,3;  
 5,2; 4,2; 5,2; 6,1; 5,9; 5,4; 5,6; 5,2; 6,3; 6,9; 6,2; 6,8; 5,4; 5,4; 6,6; 6,7; 6,5; 6; 3,8;  
 4,1; 5,9; 6,6; 6,8; 5,2; 5,1; 5; 5,3; 6,7; 6,5; 6,8; 7,3; 5,4; 5,3; 5,2; 5,3; 5,4; 5,4; 5,6;  
 5,6; 4,3; 5,7; 7,2; 6,8; 5,3; 5,1; 3,5; 6,4; 5,6; 7,2; 6,9; 6,3; 7; 6,7; 5,6; 6,3; 5,7; 6,8;  
 3,1; 3,5; 3,5; 4,8; 5,4; 5; 4,1; 7,7; 6,1; 6,8; 5; 5,4; 6,7; 5,9.

Обробляємо статистичні дані, будуючи варіаційний ряд:

3,1; 3,1; 3,3; 3,5; 3,5; 3,5; 3,5; 3,8; 3,8; 4; 4,1; 4,1; 4,1; 4,1; 4,2; 4,3; 4,3;  
 4,4; 4,4; 4,4; 4,5; 4,6; 4,6; 4,6; 4,7; 4,8; 4,8; 4,9; 4,9; 4,9; 4,9; 5; 5; 5; 5; 5; 5; 5;





Подальша обробка виконана в Statistica10 та представлена у таблиці 2.3 та на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Аналіз вантажопотоку рулонів на склад ЦХП-1

Інтервал, тон		Кількість спостережень	Кількість спостережень з накопиченням	Відсоток спостережень, %	Відсоток спостережень з накопиченням %
до	3,625	7	7	4,76190	4,7619
3,625	4,25	8	15	5,44218	10,2041
4,25	4,875	12	27	8,16327	18,3673
4,875	5,5	47	74	31,97279	50,3401
5,5	6,125	35	109	23,80952	74,1497
6,125	6,75	20	129	13,60544	87,7551
6,75	7,375	15	144	10,20408	97,9592
4,725	понад	3	147	2,04082	100,0000

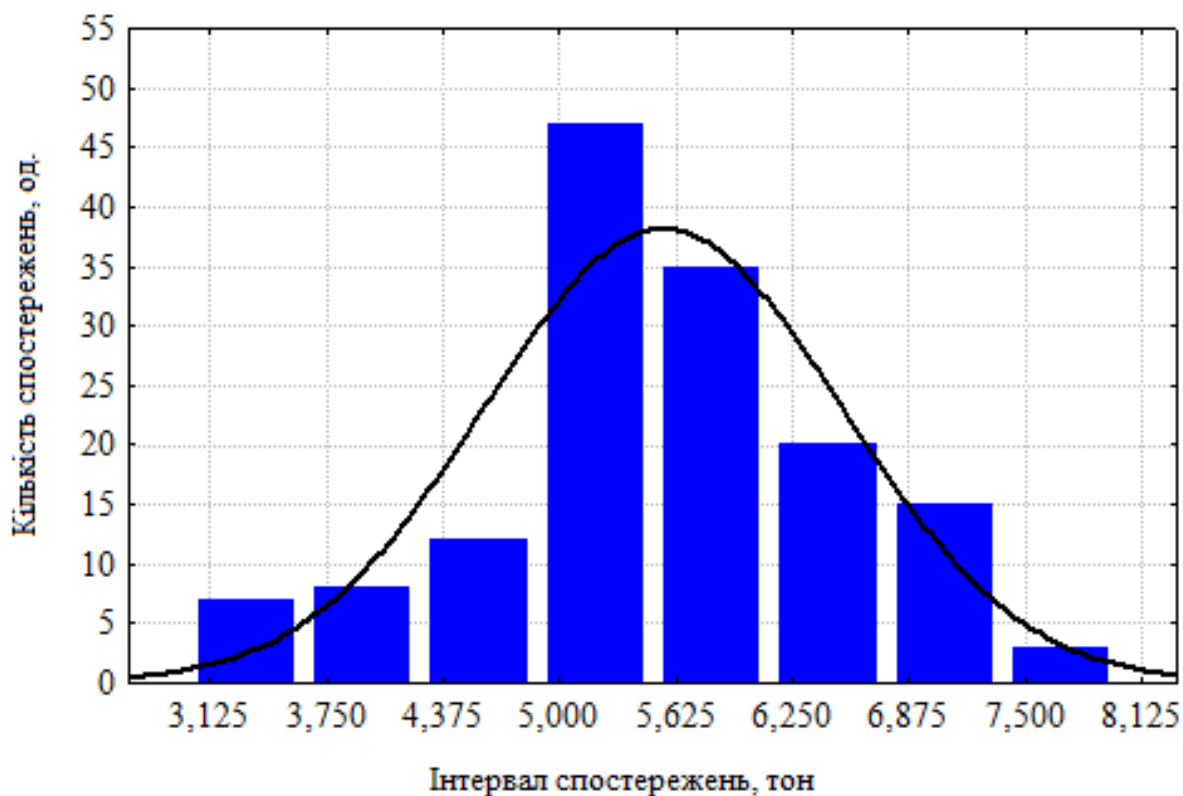


Рисунок 2.3 – Розподіл випадкової величини вантажопотоку рулонів на склад ЦХП-1 (стовбці) та нормальний розподіл (лінія)

Встановлюємо коефіцієнт варіації [11]:

$$v = \frac{\sqrt{D}}{\bar{M}}, \quad (2.3)$$

де  $D$  – дисперсія випадкової величини,  $D = 0,922$ ;

$\bar{M}$  - середнє значення ваги,  $\bar{M} = 5,56$ .

Проводимо розрахунки за (2.3):

$$v = 0,96/5,56 = 0,17.$$

Встановлюємо коефіцієнт нерівномірності [11]:

$$\kappa_H = I + v. \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунки відповідно до (2.4):

$$\kappa_H = 1 + 0,17 = 1,17.$$

Розрахункова вага:

$$N_{\text{ваг}} = \bar{M} \kappa_H = 5,56 \cdot 1,17 = 6,5 \text{ тон.}$$

Загальний обсяг перевезень визначається планом виробництва Дарьял. Обсяги перевезень інших вантажів більші за ці обсяги, таким чином, на них забезпечується повне використання автотранспорту. При перевезенні рулонів прокату використання вантажопідйомності автотранспорту виконується не повним чином.

Звісно, чим більше вантажопідйомність автомобілів, тим вище буде коефіцієнт її використання. Але необхідно врахувати ймовірнісний характер ваги рулонів та факт незначних добових обсягів перевезень.

### 2.3 Дослідження процесу перевезень ПП Дарьял на моделі

З метою вибору найбільш ефективного транспортного засобу для перевезень, побудуємо імітаційну модель [12,13] в середовищі Енілоджик. На рисунку 2.4 представлений загальний вигляд моделі, на рисунку 2.5 – позначено функціональні групи елементів моделі.

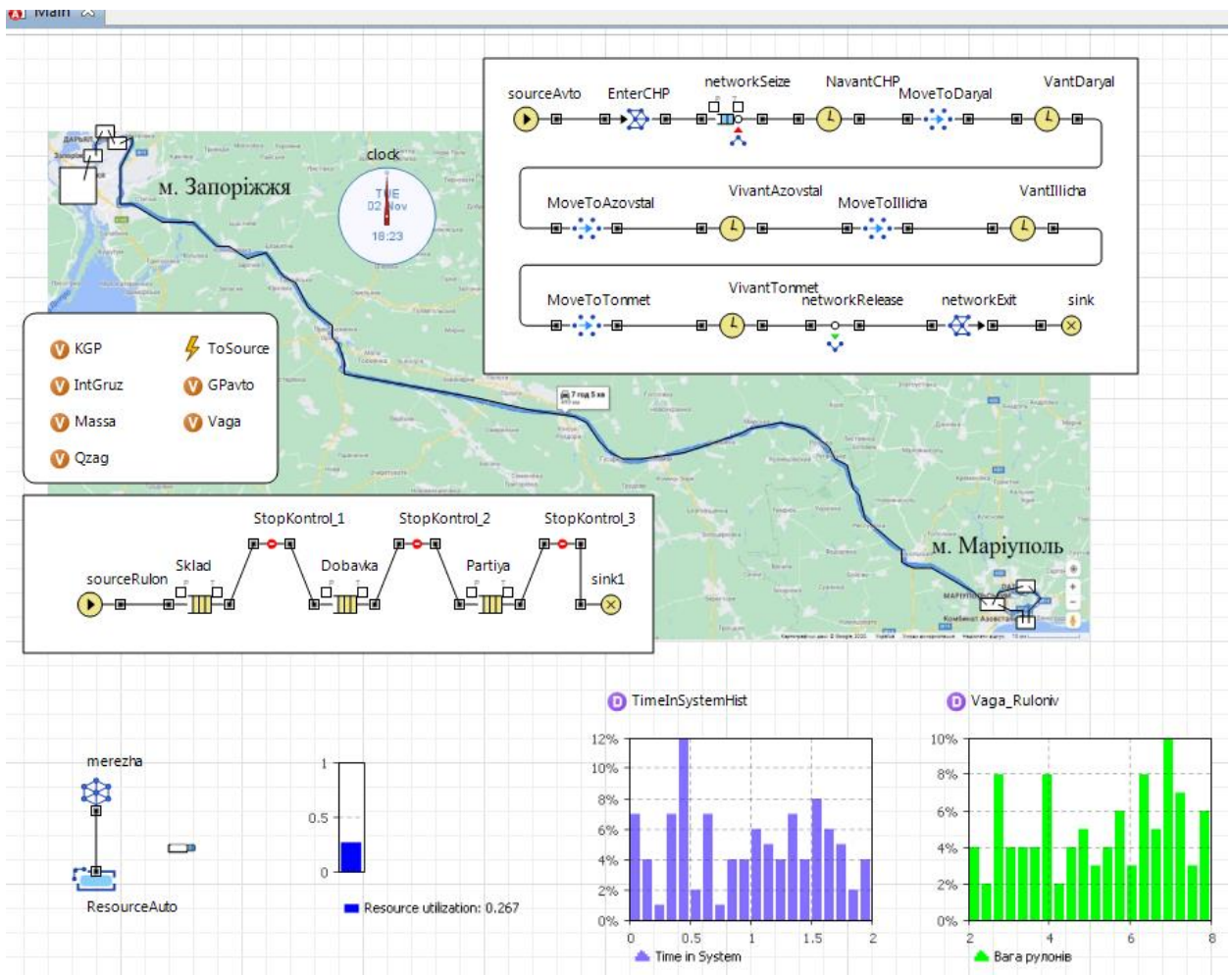


Рисунок 2.4 – Загальний вигляд моделі

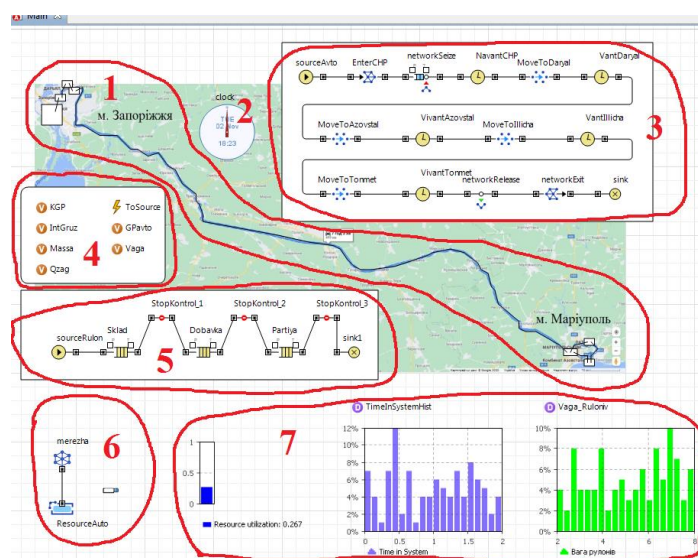


Рисунок 2.5 – Функціональні групи елементів моделі

Група 1.

Група складається з елементів панелі Палітра – вкладка Презентація (рисунок 2.6).

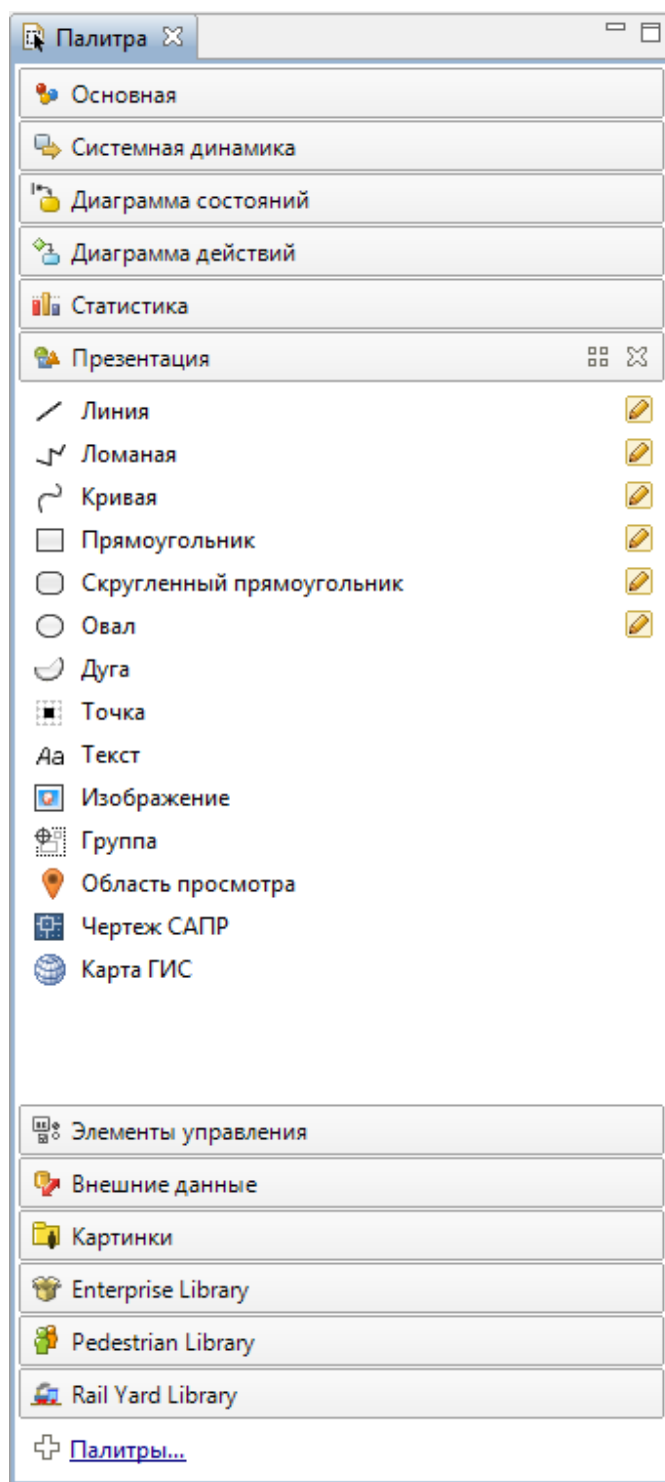


Рисунок 2.6 - Элементы панелі Палітра – вкладка Презентація

Група транспортної мережі сформована на підкладці фрагменту гугл-карти з елементів прямокутник та ламана лінія. На рисунку 2.7 червоними лініями позначені всі прямокутники, які прив'язуються к вантажним пунктам. Лише прямокутник Peretin створений через необхідність з'єднання двох гілок транспортної мережі.

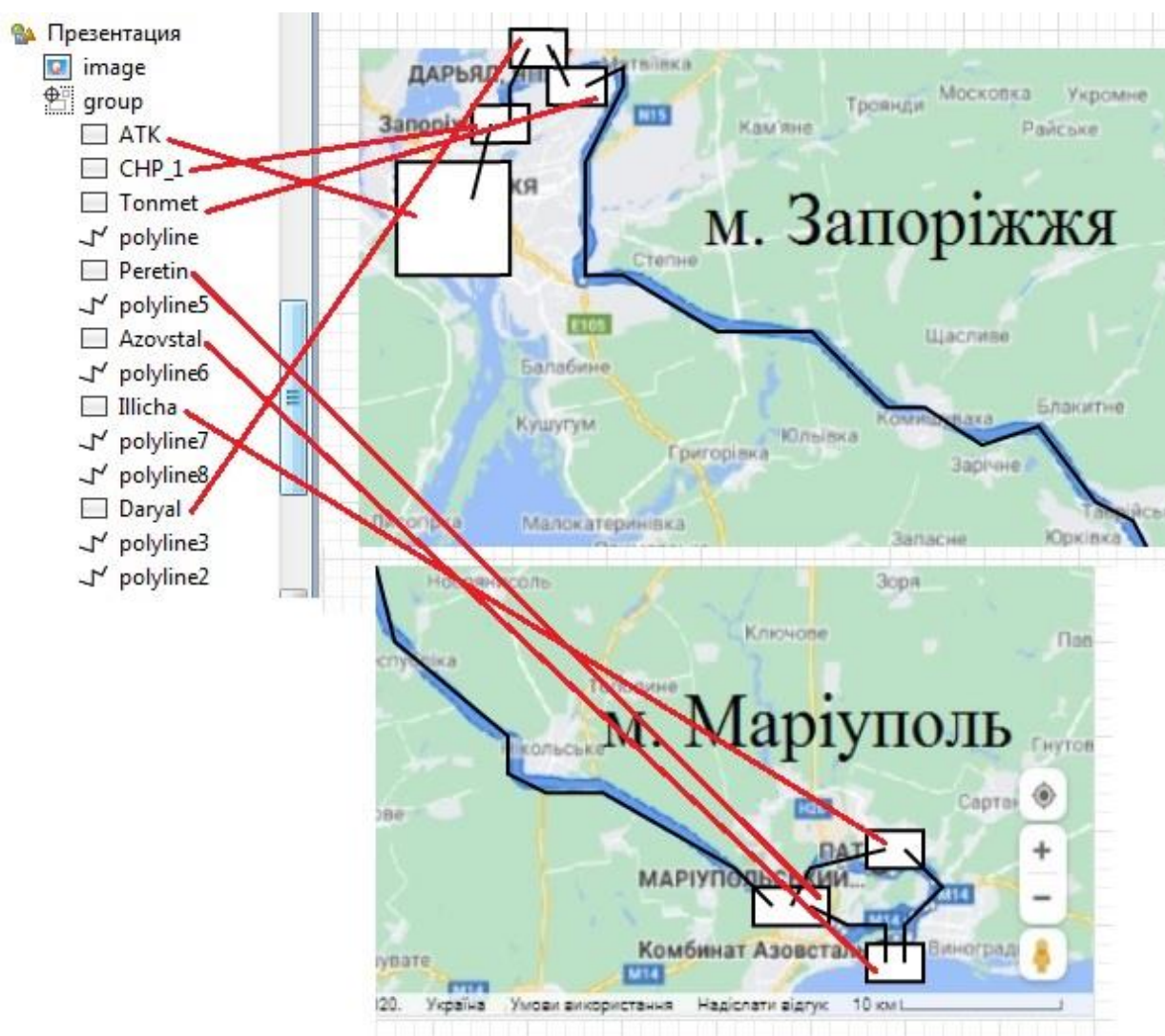


Рисунок 2.7 – Елементи транспортної мережі

Лінії повинні входити до прямокутника, за таких умов заявки та ресурси будуть мати можливість рухатись по цій мережі.

До групи 2 входить елемент – Годинник, який необхідний на етапі налагодження роботи програми та перевірки її адекватності через аналіз

анімаційних процесів, співпадіння їх з реальними процесами, у тому числі, за часом.

### Група 3.

Описує логіку руху транспортних засобів (рисунок 2.8). Група починає роботу по виклику, якій надходить від групи 5 (пояснення будуть надані далі).

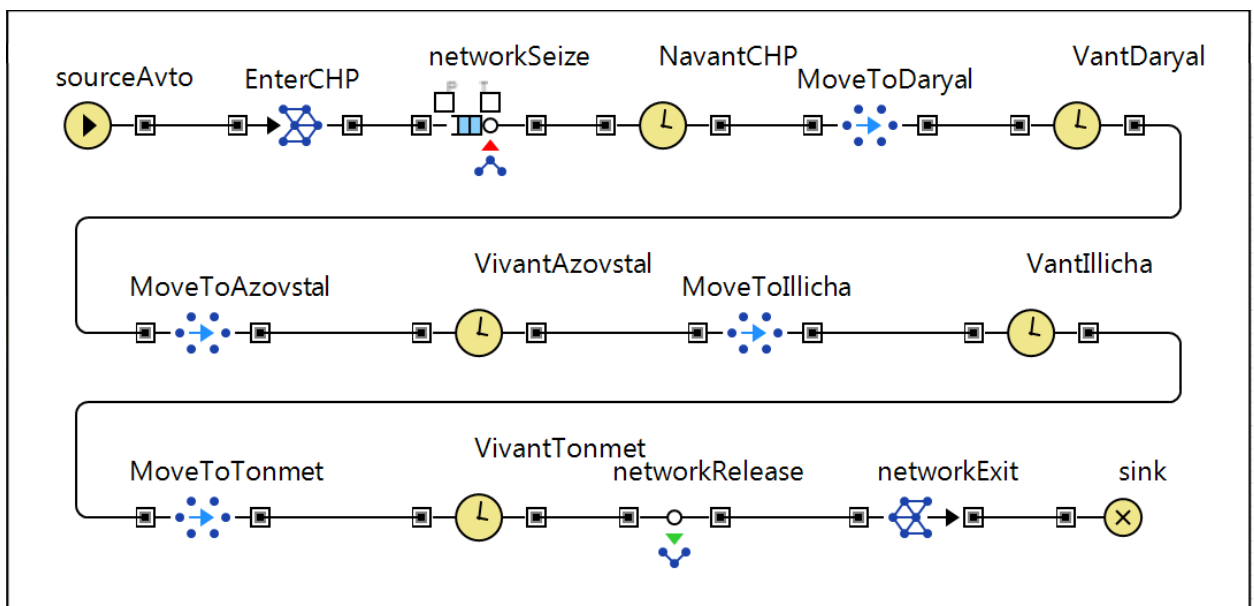


Рисунок 2.8 – Група реалізації логіки руху транспортних засобів

Перший елемент `sourceAvto` генерує замовлення, які є партією вантажу, яка може бути розміщена в автомобілі при умові не перевищення його вантажопідйомності.

Елемент `EnterCHP` вводить заявки у мережу, до елемента презентації `CHP_1` та встановлює швидкість її переміщення (рисунок 2.9).

При налагоджуванні роботи програми швидкість регулюються за показами елемента `Годинник` до отримання співпадіння з встановленими термінами пересування автотранспорту.



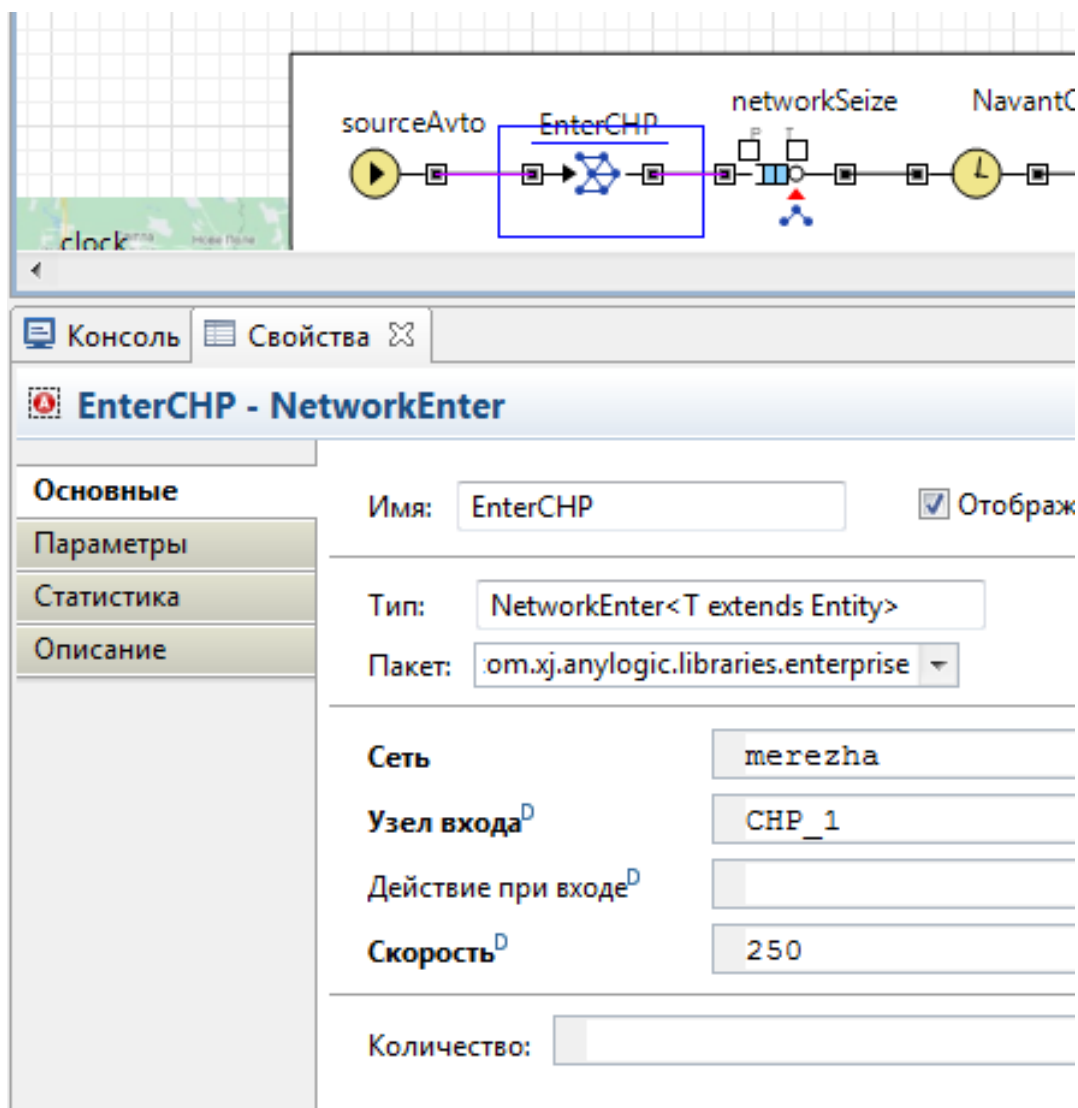


Рисунок 2.9 – Элемент EnterCHP

Наступний елемент networkSeize (рисунок 2.10) виконує функції захоплення заявкою вільного ресурсу – автомобіля та спрямування їх у відповідності з заданим маршрутом руху заявки.

Але спочатку здійснюється навантаження, затримка заявки, тобто імітація цього процесу виконується елементом NavantCHP. Аналогічно, такими ж елементами VantDaryal, VivantAzovstal, VantIllicha, VivantNonmet (рисунок 2.11) виконується затримка під вантажними операціями в інших вантажних пунктах (відповідно – Дарьял, Азовсталь, МК ім. Ілліча, Тонмет).



The screenshot displays a simulation environment. At the top, a process flow diagram shows a sequence of elements: sourceAvto, EnterCHP, networkSeize (highlighted with a blue box), NavantCHP, MoveToDaryal, and VantDaryal. Below the diagram is a configuration panel for the 'networkSeize' element.

**networkSeize - NetworkSeize**

Основные

Имя:   Отображать имя  Исключить

Тип:  Класс заявки:

Пакет:

Список ресурсов { pool1, ... }<sup>D</sup>

Действие при входе<sup>D</sup>

Действие при выходе<sup>D</sup>

Максимальная вместимость очереди

Разрешить уход по таймауту

Разрешить вытеснение

Отсылать захваченные ресурсы

Место назначения  Заданный узел  Заявка

Присоединять захваченные ресурсы

Рисунок 2.10 - Элемент networkSeize

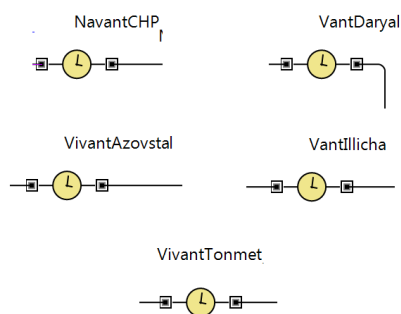


Рисунок 2.11 – Элементы задержки

Елементи типу NetworkMoveTo (рисунок 2.12) спрямовують заявку з приєднаним ресурсом до відповідних прямокутників – вантажних пунктів.

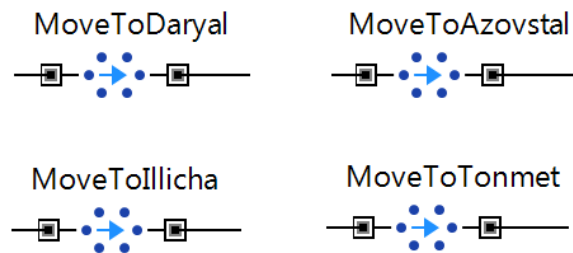


Рисунок 2.12 - Елементи типу NetworkMoveTo

Після проходження заявкою всіх пунктів на маршруті прямування елемент networkRelease від’єднує ресурс та він спрямовується до пункту базового місцезнаходження.

Елемент networkExit виводить заявку з мережі, а об’єкт sink знищує її разом із фіксацією показників функціонування системи (рисунок 2.13).

В роботі це – розрахунок часу перебування заявки в системі:

`TimeInSystemHist.add( time() - entity.ArrivalTime );`

та розрахунок коефіцієнту використання вантажопідйомності автотранспорту:

`if (sink.count()>0) KGP = ((sink1.count()/10)/sink.count())/(GPavto/10).`

Рисунок 2.13 – Елемент sink

Група 4 представлена елементом Подія та змінними (рисунок 2.14).

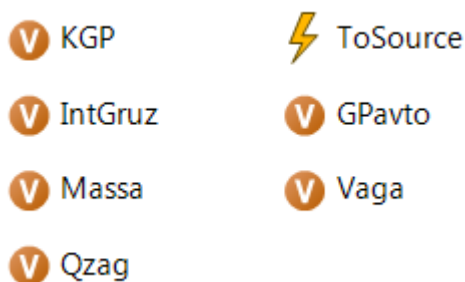


Рисунок 2.14 – Елементи групи 4

Елемент Подія здійснює управління генератором заявок групи елементів 5 (рисунок 2.15).

The screenshot shows the configuration interface for the 'ToSource' event element. The interface includes a header with the element name 'ToSource' and a map showing a route. Below the header, there are several configuration options:

- Имя:** ToSource
- Отображать имя
- Исключить
- На верхнем уровне
- На презентации

**Тип события:** По таймауту

**Режим:** Циклический

**Время первого срабатывания (абсолютное):** 0

**Период:** IntGruz

**Действие:**

```

IntGruz = 1;
//if (getHourOfDay(date())>6.9&&getHourOfDay(date())<8.1&&ResourceAuto.idle()>0&&getDayOfWeek(date())!=SATURDAY)
if (getHourOfDay(date())>6.9&&getHourOfDay(date())<8.1&&ResourceAuto.idle()>0&&Qzag>sink1.count())
{
IntGruz = 0.01;
Massa = normal(3,8,5.56,0.96);
if (Massa<3) Massa=3;
Vaga = (int)(Massa*10);
sourceRulon.inject(Vaga);
StopKontrol_1.setBlocked(false);
if (Partiya.size()+Dobavka.size()<= GPavto) StopKontrol_2.setBlocked(false);
}
  
```

Рисунок 2.15 - Элемент Подія

Період створення замовлень задається змінною IntGruz. Початкове значення – 1 година. За умови виконання заданих умов, IntGruz зменшується до значення 0.01 протягом часу с 7 до 8 ранку (перші дві умови виразу, що наведений нижче), забезпечуючи імітацію надходження рулонів на склад ЦХП-1 до моменту виїзду автомобіля на лінію (це не заперечує фактичної можливості завчасного надходження рулонів, наприклад, у нічну зміну). Ця умова встановлюється виразом:

```
if (getHourOfDay(date())>6.9&&getHourOfDay(date())<8.1&
&ResourceAuto.idle(>0&&Qzag>sink1.count()).
```

Крім того, цим виразом перевіряється вільність ресурсу (ResourceAuto.idle(>0), генерація заявок закінчується у разі невиконання умови:

```
Qzag>sink1.count()).
```

Ця умова перевіряє, чи кількість заявок, які пройшли обробку групою 5 (обсяг надходження вантажу на ділянку відвантаження ЦХП-1), більше, ніж змінна Qzag – задана планова кількість вантажу, яку потрібно доставити.

Змінна Massa визначає масу рулону, який надійшов на склад за нормальним законом випадкової величини, усіченим мінімальним значенням 3 тони та максимальним – 8 за даними виконаного статистичного аналізу:

```
Massa = normal(3,8,5.56,0.96);.
```

Через програмні особливості обмеження мінімальної ваги необхідно було продублювати:

```
if (Massa<3) Massa=3;.
```

Оскільки масу ваги рулону потрібно визначити кількістю заявок, які надходять одночасно, це повинно бути ціле число, тому використовується змінна `Vaga`, яка збільшує значення змінної `Massa` у десять разів та округлює його до цілого значення:

```
Vaga = (int)(Massa*10);
```

Таким чином, кількість заявок, які надійшли одночасно, відображає масу рулону у центнерах.

Саме це значення генерується у джерелі замовлень `sourceRulon` групи 5:

```
sourceRulon.inject(Vaga);
```

Умови:

```
StopKontrol_1.setBlocked(false);
```

```
if (Partiya.size()+Dobavka.size()<= GPavto) StopKontrol_2.setBlocked(false);
```

забезпечують функціонування наступної групи 5 (рисунок 2.16).

Змінна `KGP` – фіксує розраховане значення коефіцієнту використання вантажопідйомності, змінна `GPavto` задає вантажопідйомність автомобіля.

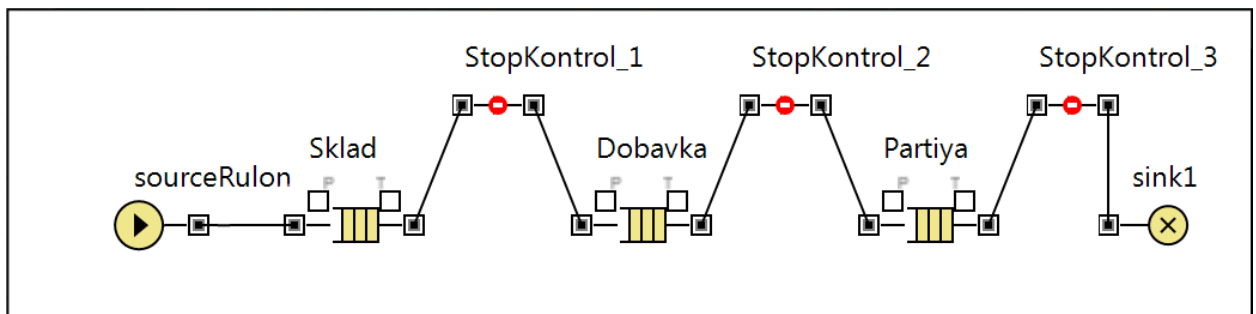


Рисунок 2.16 – Група елементів 5

Як вже було відміченим, елементом sourceRulon керує елемент Подія.

Основними елементами групи 5 є черги та блокатори руху заявок. Після генерації, заявки потрапляють до черги Sklad, єдине її призначення – буфер накопичення.

Блокатор StopKontrol\_1 (рисунок 2.17) відсікає заявки, які потрапляють до черги Dobavka (рисунок 2.18), яка накопичує партію заявок, які потрапляють у чергу Partiya лише за умови не перевищення значення GPravto (вантажопідйомності автомобіля). Ці вимоги прописані в елементі Dobavka.

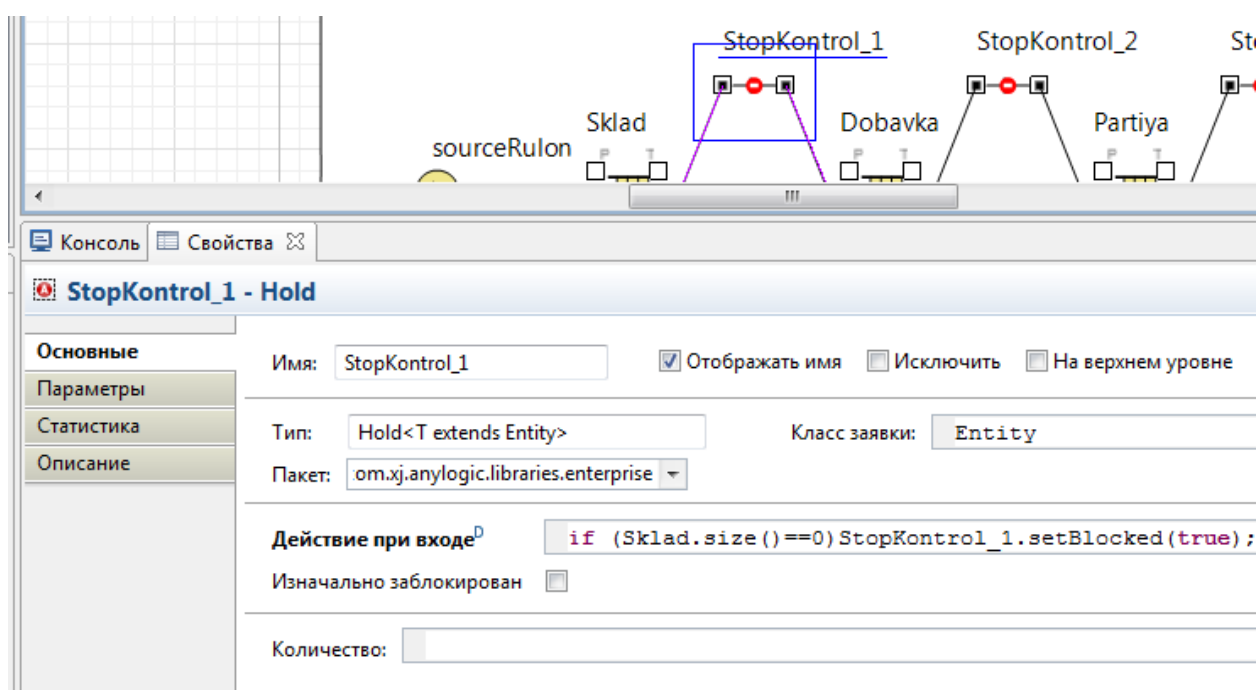


Рисунок 2.17 - Блокатор StopKontrol\_1

В блокаторі StopKontrol\_3 прописані умови виклику заявки (партії вантажу, яку доставляє автомобіль) у групі 3 (рисунок 2.19):

```
if (Partiya.size()==0) StopKontrol_3.setBlocked(true);
if (Partiya.size()==0) sourceAvto.inject(1);
```

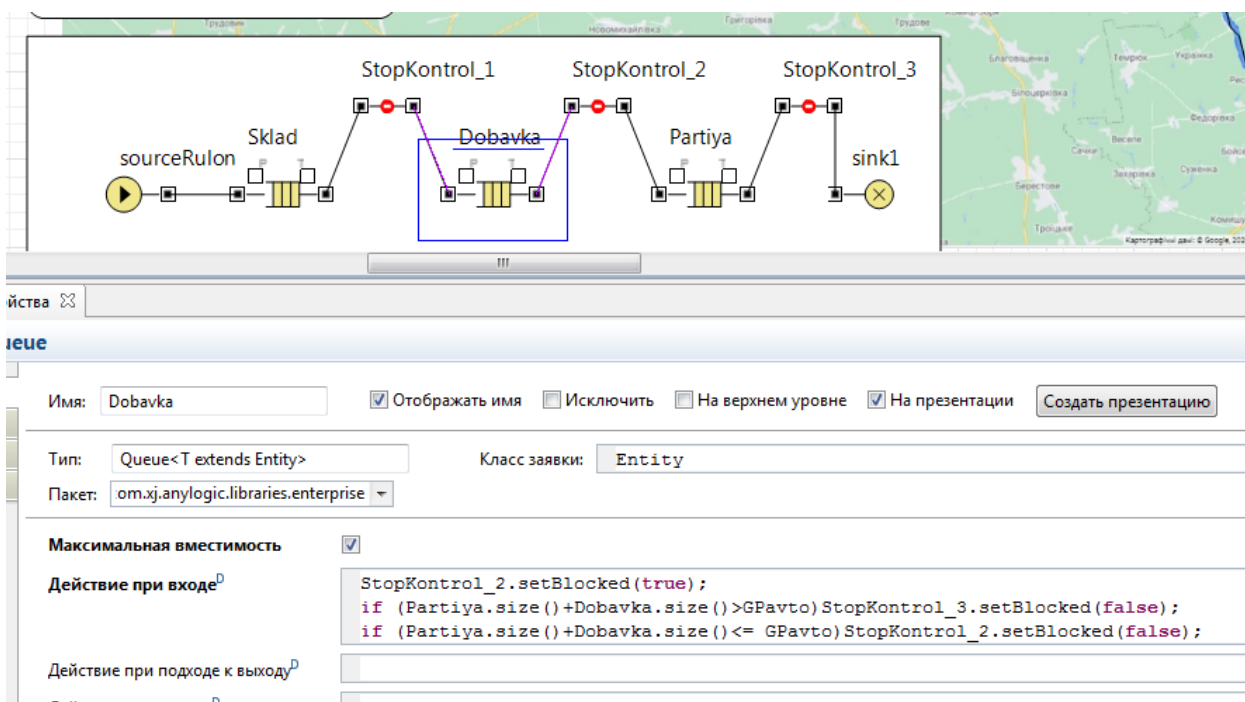


Рисунок 2.18 – Элемент очереди Dobavka

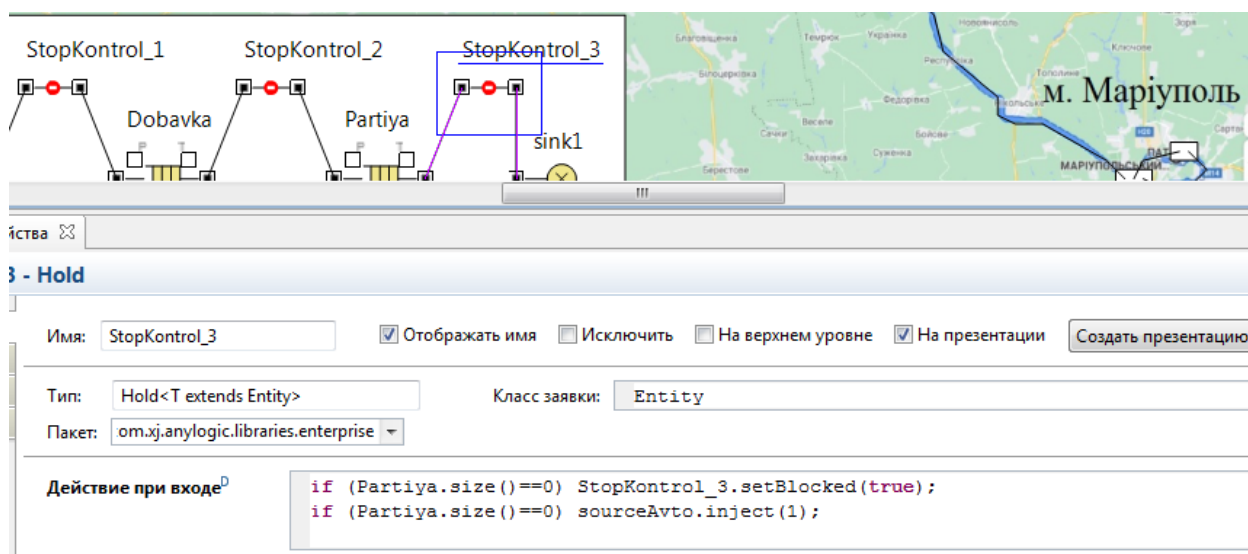


Рисунок 2.19 - Блокатор StopKontrol\_3

Група 6 забезпечує приєднання ресурсів (автомобілів) до мережі – групи 1.

Елементи групи 7 забезпечують фіксацію показників роботи програми (рисунок 2.20):

- використання ресурсів (діаграма на рисунку ліворуч);
- час обороту партій вантажу у автомобілі (середня діаграма);
- масу рулонів, генерованих системою (діаграма на рисунку праворуч).

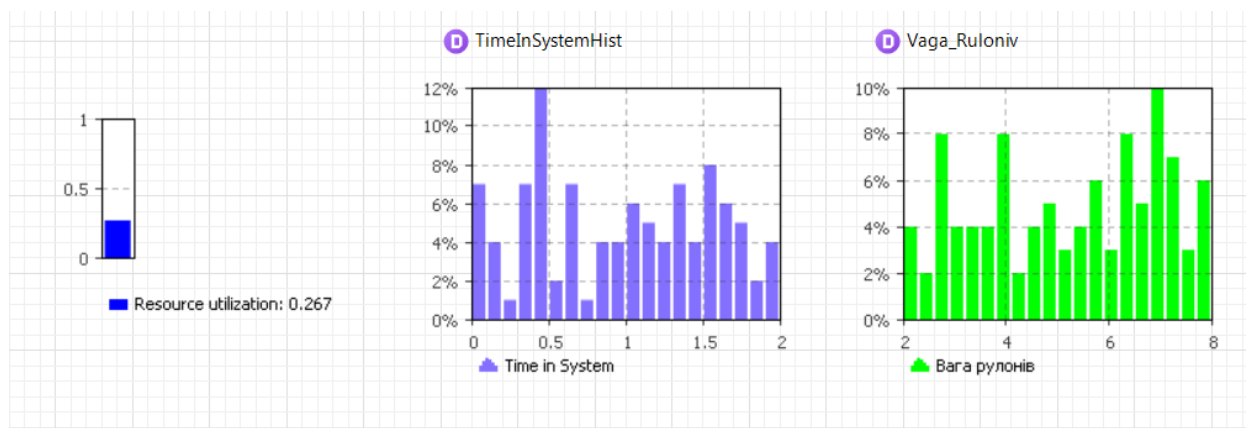


Рисунок 2.20 - Елементи групи 7

При моделюванні розподіл ваги рулонів візуально відповідає нормальному розподілу, що підтверджує адекватність роботи моделі (рисунок 2.21).

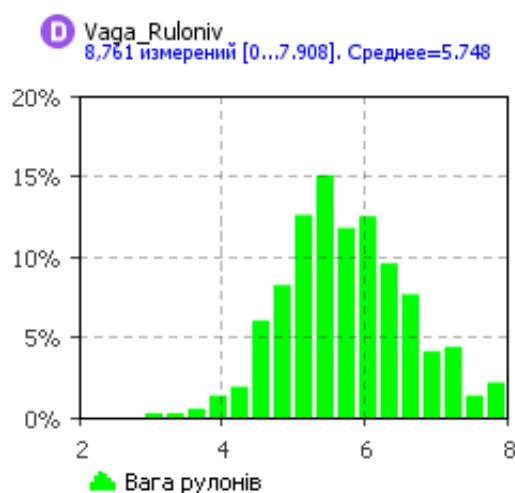


Рисунок 2.21 – Моделювання ваги рулонів прокату



## 2.4 Аналіз результатів функціонування моделі

Вихідні параметри для моделювання:

- плановий обсяг перевезень прокату у рулонах до ПП Дарьял – 2500 т/рік;
- вантажопідйомність автотранспорту приймається для 15 експериментів за таблицею 2.4.

Однією з вимог підприємства є максимально рівномірне по робочих днях доби відвантаження продукції. Тобто, бажаним є кількість оборотів, наближене до 251 – кількості робочих днів у році.

Таблиця 2.4 – Результати експерименту на моделі

№ експе- рименту	Вантажо- підйомність автомобіля, т	Кількість оборотів, од.	Коефіцієнт використання вантажо- підйомності	Обсяг перевезеного вантажу, т
1	10,2	365	0,588	2466,4
2	11	319	0,636	2507,4
3	11,8	272	0,763	2507,8
4	12	265	0,768	2502,7
<b>5</b>	<b>12,3</b>	<b>248</b>	<b>0,813</b>	<b>2503,8</b>
<b>6</b>	<b>12,6</b>	<b>241</b>	<b>0,794</b>	<b>2507,1</b>
<b>7</b>	<b>12,7</b>	<b>239</b>	<b>0,787</b>	<b>2508,8</b>
8	13,1	234	0,763	2507,8
9	13,3	231	0,752	2502,1
10	14	224	0,786	2502,0
11	15,4	202	0,779	2504,5

## Продовження таблиці 2.4

№ експе- рименту	Вантажо- підйомність автомобіля, т	Кількість оборотів, од.	Коефіцієнт використання вантажо- підйомності	Обсяг перевезеного вантажу, т
12	16	190	0,812	2504,7
13	17,1	175	0,819	2509,5
14	18	162	0,833	2513,8
15	20	146	0,85	2511,9

На рисунку 2.22 наведено графік залежності коефіцієнту використання вантажопідйомності від вантажопідйомності автомобіля.

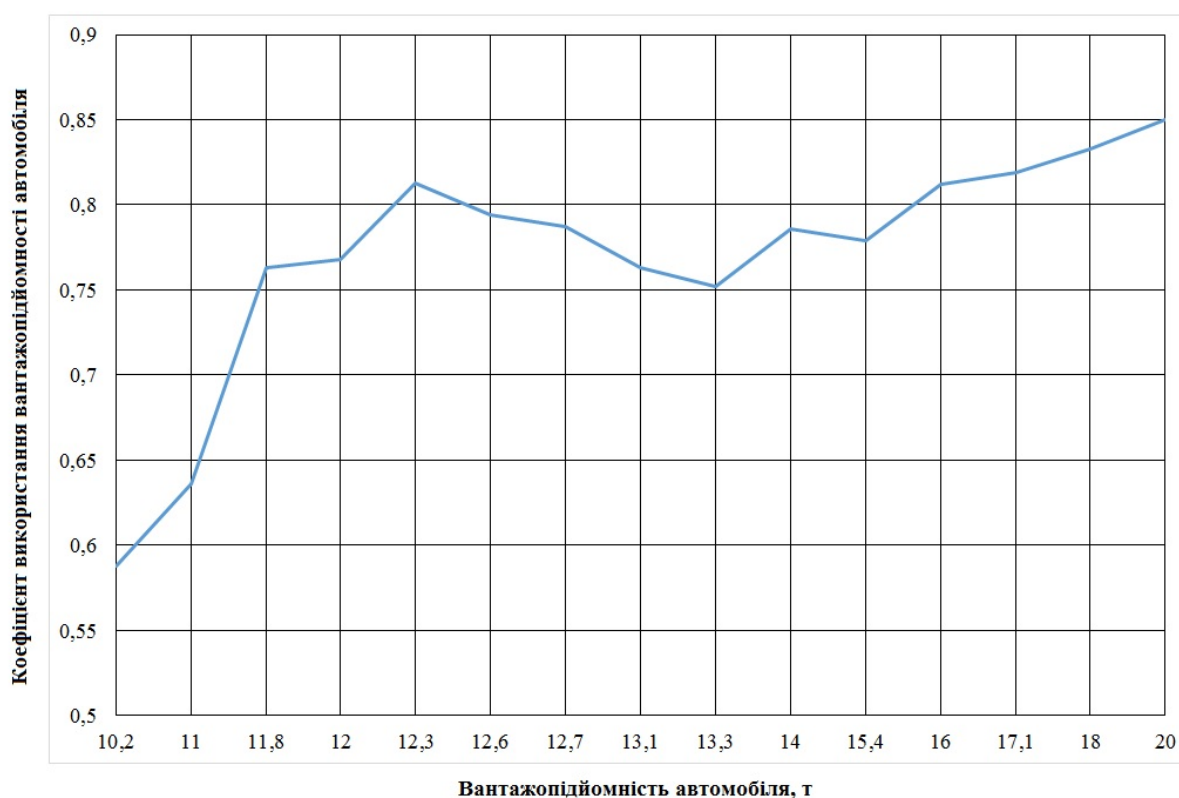


Рисунок 2.22 – Графік залежності коефіцієнту використання вантажопідйомності від вантажопідйомності автомобіля

Як бачимо, підвищення цього коефіцієнту зростає від 10,2 т та досягає піку в області від 12 до 12,7 т, та від 13,3 т знову починає зростати. Тобто зростання спостерігається в областях, де вантажопідйомність є трохи більшою за дво- та трикратну середню вагу рулонів (11,12 т та 16,68 т).

Найбільш близькими параметрами до вимог підприємства щодо рівномірності постачань (251 оборотів автомобіля за рік) є результати експериментів №5,6,7.

Найбільш високий коефіцієнт використання вантажопідйомності спостерігається в експерименті 5, але найбільш низька кількість оборотів спостерігається в експерименті 7.

Надалі в економічному аналізі виконаємо порівняння вартісних показників зв цими трьома варіантами [14].

## 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В основній частині магістерської роботи були виконані дослідження та визначено три проєктні варіанти організації перевезень рулонів з ЦХП-1 до підприємства Дарьял (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Варіанти організації перевезень

№ експерименту	Автомобіль	Вантажо-підйомність автомобіля, т	Кількість 12-год. змін, од./рік	Коефіцієнт використання вантажо-підйомності
1	МАЗ 6303 022	12,3	248	0,813
2	МАЗ 630308 021	12,6	241	0,794
3	МАЗ 630300 2121	12,7	239	0,787

Технічні характеристики автомобілів, які потрібні для виконання економічних розрахунків, наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики автомобілів

Характеристика	МАЗ 6303 022	МАЗ 630308 021	МАЗ 630300 2121
Норма витрат палива автомобіля у спорядженому стані без вантажу, л/100км	24,3	23,2	24,3
Норма витрати палива на транспортну роботу, л/100т·км	0,6	0,6	0,6
Кількість шин	10	10	10

### 3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по першому проектному варіанту

Експлуатаційні витрати по першому проектному варіанту доставки визначаються за формулою [14]:

$$Z_{\text{екс}}^{np} = Z_3^{np} + Z_c^{np} + Z_n^{np} + Z_{\text{авт}}^{np}, \quad (3.1)$$

де  $Z_3^{np}$  - зарплата за проектним варіантом, грн;

$Z_c^{np}$  - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_n^{np}$  - накладні витрати, грн;

$Z_{\text{авт}}^{np}$  - витрати на перевезення металопродукції автомобільним транспортом, грн;

Амортизаційні відрахування не враховуються, оскільки всі автомобілі мають однакову вартість.

Зарплата водіям автомобілів при перевезенні нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [14]:

$$Z_3^{np} = N \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [ \Phi_p (k_k + k_{\text{ш}}) + \Phi_{\text{св}} ], \quad (3.2)$$

де  $N$  – кількість працівників,  $N = 2$ ;

$k_{\text{пр}}$  – коефіцієнт, який враховує премію,  $k_{\text{пр}} = 1,3$ ;

$C_{\text{год}}$  – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього показника), грн/год.;

$\Phi_p$  – фонд робочого часу за рік, за даними 2020 року  $\Phi_p = 12 \cdot 248 / 2 = 1488$  год.;

$k_k$  – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам

тепловозів за класність, приймається середній показник  $k_{кл} = 0,1$ ;

$k_{ш}$  – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для професій: машиніст  $k_{ш} = 0,14$ ; вантажник  $k_{ш} = 0,11$ ; помічник машиніста-складач поїздів та інші робочі професії  $k_{ш} = 0,1$ ; інженерно-технічний працівник та службовці  $k_{ш} = 0,04$ .

$\Phi_{св}$  – час роботи на протязі року у свята та на день робітника металургійної галузі, який на Запоріжсталі є святом.  $\Phi_{св} = 0$  год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Виконаємо розрахунки за (3.2):

$$Z_3^{np1} = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [ 1488(1 + 0,1 + 0,1) + 0 ] = 261097,57 \text{ грн.}$$

Витрати на соціальне страхування становлять 22 %:

$$Z_c^{np1} = 0,22 \cdot 261097,57 = 57441,47 \text{ грн.}$$

Накладні витрати – 34% від фонду оплати праці і визначаються за виразом [14]:

$$Z_n^{np} = Z_3^{np} \cdot 0,34. \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за (3.3):

$$Z_n^{np1} = 0,34 \cdot 261097,57 = 88773,17 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення металопродукції визначаються з урахуванням наступних складових [14]:

$$Z_{авт}^{np} = Z_{зп} + Z_{рем} + Z_{ш}, \quad (3.4)$$

$Z_{зп}$  – відрахування на паливо, грн;

$Z_{рем}$  – відрахування на ремонт, грн;

$Z_{ш}$  – відрахування на заміну шин, грн.

Відрахування на паливо проводиться за встановленими нормативами показників витрат палива на кожні 100 км пробігу [14].

Потреба в паливі розраховується за [15]:

$$P_{пал} = 0,01(n_p \cdot L_{пр} + n_w \cdot W), \quad (3.5)$$

де  $n_p$  - норма витрати палива автомобіля у спорядженому стані без урахування вантажу, літрів на 100 км пробігу;

$L_{пр}$  - пробіг автомобіля за один оборот, км;

$n_w$  - норма витрати палива на транспортну роботу, л/100т·км; при виконанні магістральних перевезень для сучасних автомобілів приймаємо  $n_w = 0,55 \dots 0,7$  л/100т·км;

$W$  - обсяг транспортної роботи, т·км.

Осяг виконаної транспортної роботи при перевезенні металопродукції визначається за формулою [15]:

$$W = q_{вант} \cdot L_{вант}, \quad (3.6)$$

де  $q_{вант}$  - маса перевезеної металопродукції, т;

$L_{вант}$  - пробіг транспортного засобу з вантажем, км.

Таким чином, враховуючи (3.1) та (3.2) витрати палива розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{пал}} = 0,01(n_p \cdot L_{\text{пр}} + n_w \cdot q_{\text{вант}} \cdot L_{\text{вант}}). \quad (3.7)$$

З урахуванням особливостей дослідження та враховуючи, що  $L_{\text{пр}} = 493$  км,  $n_w = 0,6$  для всіх варіантів, вираз (3.7) для річних розрахунків запишемо у вигляді:

$$P_{\text{пал}} = 0,01N_{\text{рік}} (493n_p + 0,6q_{\text{авт}} (k_{\text{вп1}}L_{\text{вант1}} + k_{\text{вп2}}L_{\text{вант2}} + k_{\text{вп3}}L_{\text{вант3}} + k_{\text{вп4}}L_{\text{вант4}})), \quad (3.8)$$

де  $N_{\text{рік}}$  – кількість оборотів автомобіля за рік, од.;

$q_{\text{авт}}$  – вантажопідйомність автомобіля, т;

$k_{\text{вп}}$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності на всіх ділянках руху між вантажними пунктами.

Результат розрахунків за (3.8):

$$P_{\text{пал1}} = 0,01 \cdot 248(493 \cdot 24,3 + 0,6 \cdot 12,3 \cdot (0,813 \cdot 6 + 0,9 \cdot 235 + 0,5 \cdot 7 + 0,9 \cdot 236)) = 37622 \text{ л.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [14]:

$$Z_{\text{п}} = P_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}}, \text{ грн.} \quad (3.9)$$

де  $C_{\text{п}}$  – вартість 1 літра дизельного палива,  $C_{\text{п}} = 23,5$  грн/л.

Результат розрахунків за (3.9):



$$Z_{\Pi} = 37622 \cdot 23,5 = 884117 \text{ грн.}$$

На гаражні потреби приймаємо відрахування у розмірі 7% від загальної вартості палива:

$$Z_{zn} = 884117 \cdot 0,07 = 61888,19 \text{ грн.};$$

Вартість мастильних матеріалів приймаємо 30% від загальної вартості палива:

$$Z_{mm} = 884117 \cdot 0,3 = 265235,1 \text{ грн.};$$

Вартість експлуатаційних матеріалів становить 1% від загальної вартості палива:

$$Z_{em} = 884117 \cdot 0,01 = 8841,17 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливні та мастильні матеріали складають:

$$Z_{зп} = 884117 + 61888,19 + 265235,1 + 8841,17 = 1220081,46 \text{ грн.}$$

Вартість ремонту рухомого складу – вантажних автомобілів – розраховуємо з урахуванням потреби в паливі та визначаємо за наступною формулою [14]:

$$Z_{рем} = P_{\Pi} \cdot 2,5, \quad (3.10)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$Z_{рем} = 37622 \cdot 2,5 = 94055 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну автошин проводиться на основі врахування норм пробігу автотранспорту за формулою [14]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.11)$$

де  $K_{ш}$  - число замін комплектів автошин;

$L_{річ}$  - річний пробіг автотранспорту, км;

$$L_{річ} = 248 \cdot 493 = 122264 \text{ км};$$

$L_{норм}$  - нормативний пробіг автотранспорту до заміни шин.

$$L_{норм} = 60\,000 \text{ км.}$$

Згідно (3.11) необхідно:

$$K_{ш} = 122264/60000 = 2,04 \text{ комплекти на рік.}$$

Річну вартість відрахувань на автошини розрахуємо за формулою [14]:

$$Z_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.12)$$

де  $Ц_{к}$  - вартість одного комплекту автошин.  $Ц_{к} = 40000$  грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.12):

$$Z_{ш} = 40000 \cdot 2,04 = 81600 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки відповідно до (3.4):

$$Z_{авт}^{np1} = 1220081,46 + 94055 + 81600 = 1395736,46 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальна вартість експлуатації автотранспорту, визначена за (3.1), складає:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np1} &= 261097,57 + 57441,47 + 88773,17 + 1395736,46 = \\ &= 1803048,67 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по другому проектному варіанту

Витрати на зарплату 2 водіїв відповідно (3.2), з урахуванням фонду робочого часу за рік  $\Phi_p = 12 \cdot 241/2 = 1446$  год. становлять:

$$Z_3^{np2} = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [ 1446(1 + 0,1 + 0,1) + 0 ] = 253727,88 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок (22%):

$$Z_c^{np2} = 0,22 \cdot 253727,88 = 55820,13 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (34%):

$$Z_n^{np2} = 0,34 \cdot 253727,88 = 86267,48 \text{ грн.}$$

Витрати палива за (3.8):

$$P_{\text{пал2}} = 0,01 \cdot 241(493 \cdot 23,2 + 0,6 \cdot 12,6 \cdot (0,794 \cdot 6 + 0,9 \cdot 235 + 0,5 \cdot 7 + 0,9 \cdot 236)) = 36468 \text{ л.}$$

Вартість дизпалива (3.9):

$$З_{\text{п}} = 36468 \cdot 23,5 = 856998 \text{ грн.}$$

Вартість гаражних витрат (7%):

$$З_{\text{гн}} = 856998 \cdot 0,07 = 59989,86 \text{ грн.}$$

Вартість мастильних матеріалів (30%):

$$З_{\text{мм}} = 856998 \cdot 0,3 = 257099,4 \text{ грн.}$$

Вартість експлуатаційних матеріалів (1%):

$$З_{\text{ем}} = 856998 \cdot 0,01 = 8569,98 \text{ грн.}$$

Загальна вартість палива та мастильних матеріалів:

$$З_{\text{зп}} = 856998 + 59989,86 + 257099,4 + 8569,98 = 1182657,24 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт (3.10):

$$З_{\text{рем}} = 36468 \cdot 2,5 = 91170 \text{ грн.}$$

Потреба у автошинах (3.11):

$$K_{ш} = (241 \cdot 493)/60000 = 1,98 \text{ компл.}$$

Витрати на автошини (3.12):

$$З_{ш} = 40000 \cdot 1,98 = 79200 \text{ грн.}$$

Витрати на автотранспорт МАЗ за (3.4):

$$З_{авт}^{np2} = 1182657,24 + 91170 + 79200 = 1353027,24 \text{ грн.}$$

Загальна вартість експлуатації автотранспорту (3.1):

$$\begin{aligned} З_{екс}^{np2} &= 253727,88 + 55820,13 + 86267,48 + 1353027,24 = \\ &= 1748842,73 \text{ грн.} \end{aligned}$$

### 3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат по третьому проектному варіанту

Витрати на зарплату 2 водіїв відповідно (3.2), з урахуванням фонду робочого часу за рік  $\Phi_p = 12 \cdot 239/2 = 1434$  год. становлять:

$$З_3^{np3} = 2 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [ 1434(1 + 0,1 + 0,1) + 0 ] = 251622,26 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок (22%):

$$Z_c^{np3} = 0,22 \cdot 251622,26 = 55356,9 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (34%):

$$Z_n^{np3} = 0,34 \cdot 251622,26 = 85551,57 \text{ грн.}$$

Витрати палива за (3.8):

$$P_{\text{пал3}} = 0,01 \cdot 239(493 \cdot 24,3 + 0,6 \cdot 12,7 \cdot (0,787 \cdot 6 + 0,9 \cdot 235 + 0,5 \cdot 7 + 0,9 \cdot 236)) = 37876 \text{ л.}$$

Вартість палива (3.9):

$$Z_{\text{п}} = 37876 \cdot 23,5 = 890086 \text{ грн.}$$

Вартість гаражних потреб (7%):

$$Z_{\text{гп}} = 890086 \cdot 0,07 = 62306,02 \text{ грн.}$$

Вартість мастильних матеріалів (30%):

$$Z_{\text{мм}} = 890086 \cdot 0,3 = 267025,8 \text{ грн.}$$

Вартість експлуатаційних матеріалів (1%):

$$Z_{\text{ем}} = 890086 \cdot 0,01 = 8900,86 \text{ грн.}$$

Загальна вартість палива та мастильних матеріалів:

$$Z_{зп} = 890086 + 62306,02 + 267025,8 + 8900,86 = 1228318,68 \text{ грн.}$$

Вартість ремонтів (3.10):

$$Z_{рем} = 37876 \cdot 2,5 = 94690 \text{ грн.}$$

Потреба у автошинах (3.11):

$$K_{ш} = (239 \cdot 493)/60000 = 1,96 \text{ комплектів.}$$

Витрати на автошини (3.12):

$$Z_{ш} = 40000 \cdot 1,96 = 78400 \text{ грн.}$$

Витрати на автотранспорт за (3.4):

$$Z_{авт}^{прз} = 1228318,68 + 94690 + 78400 = 1401408,68 \text{ грн.}$$

Загальна вартість експлуатації автотранспорту (3.1):

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{прз} &= 251622,26 + 55356,9 + 85551,57 + 1401408,68 = \\ &= 1793939,41 \text{ грн.} \end{aligned}$$

### 3.4 Розрахунок експлуатаційних витрат на доставку по базовому варіанту

За базовим варіантом використовується автомобіль КамАЗ-53215 вантажопідйомністю 11 тон.

Витрати на зарплату 3 водіїв (319 робочих змін на рік) відповідно (3.2), з урахуванням фонду робочого часу за рік  $\Phi_p = 12 \cdot 319 / 3 = 1276$  год. становлять:

$$Z_3^{\bar{o}} = 3 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [ 1276(1 + 0,1 + 0,1) + 0 ] = 335847,28 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок (22%):

$$Z_c^{\bar{o}} = 0,22 \cdot 335847,28 = 73886,4 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (34%):

$$Z_n^{\bar{o}} = 0,34 \cdot 335847,28 = 114188,08 \text{ грн.}$$

Обсяг потрібного палива за (3.8):

$$P_{\text{пал}} = 0,01 \cdot 319 (493 \cdot 24,5 + 0,6 \cdot 11 \cdot (0,636 \cdot 6 + 0,9 \cdot 235 + 0,5 \cdot 7 + 0,9 \cdot 236)) = 37013 \text{ л.}$$

Вартість палива (3.9):

$$Z_{\text{п}} = 37013 \cdot 23,5 = 869805,5 \text{ грн.}$$



Вартість гаражних потреб (7%):

$$Z_{gn} = 869805,5 \cdot 0,07 = 60886,39 \text{ грн.}$$

Вартість мастильних матеріалів (30%):

$$Z_{mm} = 869805,5 \cdot 0,3 = 260941,65 \text{ грн.}$$

Вартість експлуатаційних матеріалів (1%):

$$Z_{em} = 869805,5 \cdot 0,01 = 8698,06 \text{ грн.}$$

Загальна вартість палива та мастильних матеріалів:

$$Z_{зп} = 869805,5 + 60886,39 + 260941,65 + 8698,06 = 1200331,6 \text{ грн.}$$

Вартість ремонту (3.10):

$$Z_{рем} = 37013 \cdot 2,5 = 92532,5 \text{ грн.}$$

Потреба у автошинах (3.11):

$$K_{ш} = (319 \cdot 493)/60000 = 3 \text{ комплекти.}$$

Витрати на автошини (3.12):

$$Z_{ш} = 40000 \cdot 3 = 120000 \text{ грн.}$$

Витрати на автотранспорт за (3.4):

$$Z_{авт}^{\sigma} = 1200331,6 + 92532,5 + 120000 = 1412864,1 \text{ грн.}$$

Загальна вартість експлуатації автотранспорту (3.1):

$$Z_{екс}^{\sigma} = 335847,28 + 73886,4 + 114188,08 + 1412864,1 = 1936785,86 \text{ грн.}$$

### 3.5 Економічна ефективність проєктних варіантів

Економія річних експлуатаційних витрат визначається за формулою:

$$E_{екс} = Z_{екс}^{\sigma} - Z_{екс}^{np} . \quad (3.13)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.13) для трьох проєктних варіантів:

$$E_{екс1} = 1936785,86 - 1803048,67 = 133737,19 \text{ грн.}$$

$$E_{екс2} = 1936785,86 - 1748842,73 = 187943,13 \text{ грн.}$$

$$E_{екс3} = 1936785,86 - 1793939,41 = 142846,45 \text{ грн.}$$

Результати проведених техніко-економічних розрахунків представимо у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Техніко-економічні розрахунки

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант 1	Проектний варіант 2	Проектний варіант 3
1	Витрати на зарплату, гривень	335847,28	261097,57	253727,88	251622,26
2	Відрахування на соціальне страхування, гривень	73886,4	57441,47	55820,13	55356,9
3	Накладні витрати, гривень	114188,08	88773,17	86267,48	85551,57
4	Витрати на паливо, мастильні матеріали та ін., гривень	1200331,6	1220081,46	1182657,24	1228318,68
5	Витрати на ремонт, гривень	92532,5	94055	91170	94690
6	Витрати на автошини, гривень	120000	81600	79200	78400
7	Витрати на перевезення автотранспортом, гривень	1412864,1	1395736,46	1353027,24	1401408,68

## Продовження таблиці 3.3

№	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант 1	Проектний варіант 2	Проектний варіант 3
8	Річні експлуатаційні витрати, гривень	1936785,86	1803048,67	1748842,73	1793939,41
9	Економія експлуатаційних витрат, гривень на рік	-	133737,19	<b>187943,13</b>	142846,45

Найбільш ефективним є обраний варіант із використанням автомобіля марки МАЗ 630308 021 вантажопідйомністю 12,6 т. Економія експлуатаційних витрат від запропонованих організаційних рішень становить близько 188 тис. грн на рік.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі магістерської роботи, темою якої передбачається підвищення ефективності перевезень металургійних підприємств через дослідження їх технологічних зв'язків розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені відповідні заходи по їх усуненню.

### 4.1. Аналіз потенційних небезпек

В ході досліджень встановлені наступні небезпеки [16]:

- при завантаженні автотранспортних засобів металопродукцією можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмуванню робітників;
- при навантажувальних роботах при переміщенні металопродукату, можливо падіння металу з-за різних причин, що може призвести до травмування робітників:
  - а) не надійності кріплення вантажу стропальниками;
  - б) не виконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
  - в) переміщення вантажу понад встановленої норми по номіналу ваги;
  - г) перенесення вантажу над персоналом;
- при завантаженні транспортних засобів металопродукатом можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмуванню робітників;
- 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 роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітлені можливо не дотримування технології складування вантажу, що призведе до травмування робітників;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання.
- при подачі вантажного автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до їх травмування;
- травмування водія транспорту під час навантаження металевої продукції, що може обрушитися на кабінку;
- при перевезенні металопродукції до споживачів можливим є ДТП, що призведе до падіння вантажу з кузова і - до травмування людей;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру, наприклад такі, як не задовільнене освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

Розроблені в роботі заходи по забезпеченню безпеки дослідника та працівників ґрунтуються на нормативних матеріалах з охорони праці та представлені в матеріалах презентації магістерської роботи.

## ВИСНОВКИ

В умовах карантинних заходів в нашій країні особливо важливим є підтримка невеликих підприємств. Одним з таких підприємств в дослідженні обрано ПП Дарьял (Запоріжжя), яке є споживачем продукції Запоріжсталі та здійснює поставки власної продукції до підприємств металургійної галузі - металургійних комбінатів ПАТ Азовсталь та ПАТ Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча. Звідти є можливість перевезення продукції, яка не виробляється в Запоріжжі, у зворотному напрямку. Це забезпечує транспортний симбіоз підприємств, який цікавий як з теоретичної, так і практичної точки зору.

Завдяки виконаним аналітичним дослідженням, які через аналіз технологій виробництва вищевказаних підприємств встановлені ланки логістичного процесу руху вантажопотоків:

- металопрокат ЦХП-1 Запоріжсталі використовується при виробництві порошкового дроту підприємства Дарьял, обидва підприємства розташовані в одному районі нашого міста;

- продукція Дарьял постачається на ММК ім. Ілліча та МК «Азовсталь». Обидва комбінати розташовані в місті Маріуполь;

- підприємство ТОНМЕТ, яке має склади в районі розташування ПП Дарьял і спеціалізується, зокрема, на реалізації оцинкованого металопрокату ММК ім. Ілліча.

Таким чином, шляхом дослідження технологічних зв'язків підприємств, визначено закінчений цикл руху вантажів Запоріжсталь - Дарьял - МК «Азовсталь» - ММК ім. Ілліча - ТОНМЕТ.

На відміну від існуючої системи організації перевезень через замовлення окремих перевізників для кожної ланки руху вантажу, не потребується витрати ресурсів на пошук завантаження у зворотному напрямку.

В основній частині було виконано дослідження інтенсивності вантажопотоків, розроблено маршрути руху та визначено потрібну кількість й обрано марку рухомого складу автотранспорту.

Розроблена імітаційна модель дозволила встановити підвищення коефіцієнту використання вантажопідйомності автомобілів при їх вантажопідйомності від 10,2 т та досяганні піку в області від 12 до 12,7 т, та потім, вже від 13,3 т та понад нове зростання. Визначено, що зростання показника здійснюється в областях, де вантажопідйомність є незначно більшою за дво- та трикратну середню вагу рулонів (11,12 т та 16,68 т).

Найбільш близькими параметрами до вимог підприємства щодо рівномірності постачань (251 оборотів автомобіля за рік) є результати експериментів №5,6,7.

Найбільш високий коефіцієнт використання вантажопідйомності спостерігається в експерименті 5, але найбільш низька кількість оборотів спостерігається в експерименті 7.

Були виконані економічні розрахунки, які показали, що найбільш ефективним є варіант із використанням автомобіля марки МАЗ 630308 021 вантажопідйомністю 12,6 т. Економія експлуатаційних витрат від запропонованих організаційних рішень становить близько 188 тис. грн на рік.

Були проаналізовані потенційні небезпеки, та розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуацій, які відображені у четвертому розділі та у презентації.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – Режим доступу: <http://zaporizhstal.com/uk/pidpriyemstvo/zaporizhstal-sogodni/> (дата звернення 30.09.2017) – «Запоріжсталь сьогодні».
2. «Технологічна карта на навантажувально-розвантажувальні роботи та складування вантажів вантажопідйомними кранами і машинами». – Запоріжжя : ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 126 с.
3. О компанії [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : Allbiz, 2020. – Режим доступу: <https://32916-ua.all.biz/#ms-map-rorur/> (дата звернення 24.10.2020) – «О компанії Дарьял, ЧП Фирма».
4. В Запорожье развиваются предприятия и появляются новые рабочие места [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : IZ, 2020. – Режим доступу: <http://iz.com.ua/zaporoje/110221-v-zaporozhe-razvivayutsya-predpriyatiya-i-poyavlyayutsya-novye-rabochie-mesta> (дата звернення 24.10.2020) – «Сегодня на запорожском предприятии ЧП-фирма «Дарьял» в торжественной обстановке запустили вторую линию по производству порошковой проволоки».
5. Офіційний сайт «Патон» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ДЗЗУ ім. Є.О. Патона, 2020. – Режим доступу: [https://paton.ua/ua/news/publikacii/poroshkovye\\_provoloqi\\_dlja\\_svarki\\_i\\_naplavki.html#:~:text=Порошковий%20дріт%20-%20це%20безперервний%20електрод,матеріалів%20С%20феросплавів%20і%20металевих%20порошків.](https://paton.ua/ua/news/publikacii/poroshkovye_provoloqi_dlja_svarki_i_naplavki.html#:~:text=Порошковий%20дріт%20-%20це%20безперервний%20електрод,матеріалів%20С%20феросплавів%20і%20металевих%20порошків.) (дата звернення 26.10.2020) – «Порошкові дроти для зварювання та наплавлення».
6. Офіційний сайт Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Маріуполь : ММК ім Ільча, 2020. – Режим доступу:

<https://ilyichsteel.metinvestholding.com/ua/about/common> (дата звернення 26.10.2020) – «Комбінат сьогодні».

7. Офіційний сайт Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Маріуполь : ММК ім Ільіча, 2020. – Режим доступу: <https://ilyichsteel.metinvestholding.com/ua/about/structure> (дата звернення 26.10.2020) – «Структура».

8. Офіційний сайт ПАТ «Металургійного комбінату Азовсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Маріуполь : Азовсталь, 2020. – Режим доступу: <https://azovstal.metinvestholding.com/ua/about/common> (дата звернення 26.10.2020) – «Азовсталь сьогодні».

9. Офіційний сайт ПАТ «Металургійного комбінату Азовсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Маріуполь : Азовсталь, 2020. – Режим доступу: <https://azovstal.metinvestholding.com/ua/about/structure> (дата звернення 26.10.2020) – «Структура».

10. Офіційний сайт ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДИНГ» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ТОВ «ТОНМЕТ ХОЛДИНГ», 2020. – Режим доступу: <https://tonmetholding.com.ua/uk/> (дата звернення 26.10.2020) – «Оптова торгівля металопрокатом».

11. Лащених О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навчальний посібник / О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 419 с.

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

13. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Вышш.шк., 1989. – 347 с.

14. 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, 2018. – 36 с.

15. Офіційний сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: ВРУ, 2020. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98#Text> (дата звернення 26.10.2020) – «Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті».

16. Лазуткін М. І. 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 / М.І. Лазуткін, М.О. Журавель. - Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. - 44 с.