

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 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ДОСТАВКИ ГРАНУЛЬОВАНОГО ПЕКУ ПРАТ «ЗАПОРІЖКОКС»

Виконав: студент II курсу, групи T-810м

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

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на залізничному транспорті)

		Роман СИВАШ (прізвище та ініціали)
Керівник		Роман СУЩЕНКО (прізвище та ініціали)
Рецензент		Андрій 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 залізничному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на залізничному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 01 » 10 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Сиваша Романа Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення технології доставки гранульованого пеку ПрАТ «Запоріжжкокс»

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №425

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуюча ТТС вантажопереробки та перевезення гранульованого пеку, генеральний план підприємства, існуючі обсяги перевезень, існуюча мережа транспортних зв'язків підприємства

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Аналіз вихідних даних перевезення гранульованого пеку. 2.2 Створення моделі перевезення гранульованого пеку. 2.3 Аналіз показників роботи моделі перевезення гранульованого пеку. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «01» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)


(підпис)

Роман СИВАШ
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Роман СУЩЕНКО
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 69 с., 9 табл., 31 рис., 17 джерел.

АВТОТРАНСПОРТ, ГРАНУЛЬОВАНИЙ ПЕК, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, РІЧКОВИЙ ПОРТ, ТРИВАЛІСТЬ ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ

Об'єкт дослідження – транспортна система доставки гранпеку ПрАТ «Запоріжжкокс».

Мета роботи – удосконалення технології організації доставки гранульованого пеку до річпорту за рахунок використання автомобільного транспорту.

Методи дослідження – аналітичний аналіз тривалості транспортних та технологійчних операцій при перевезенні гранпеку, імітаційне моделювання процесів доставки гранпеку в порт, графо-аналітичний аналіз результатів моделювання.

Досліджено процеси доставки гранульованого пеку до річкового порту залізничним транспортом. Виконано статистичний аналіз вантажопотоку, розроблено імітаційну модель функціонування транспортної системи доставки пеку із застосуванням встановлених при дослідженні законів розподілу випадкової величини параметрів моделювання. Виконано економічні розрахунки та розроблено рекомендації щодо використання автомобільного транспорту для виконання доставки продукції ПрАТ «Запоріжжкокс».

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Залізничний транспорт ПрАТ «Запоріжжкокс».....	8
1.2 Організація технології відвантаження гранульованого пеку залізничним транспортом	15
1.3 Організація технології відвантаження гранульованого пеку річковим транспортом	20
1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження.....	26
2 Основна частина	27
2.1 Аналіз вихідних даних перевезення гранульованого пеку.....	27
2.2 Створення моделі перевезення гранульованого пеку	34
2.3 Аналіз показників роботи моделі перевезення гранульованого пеку	48
3 Економічна частина	51
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом	51
3.2 Розрахунок проєктних експлуатаційних витрат.	53
3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту	59

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	63
Висновки	66
Перелік посилань	67

ВСТУП

Підприємство ПрАТ «Запоріжжкокс» динамічно розвивається, важливим важелем цього процесу є використання логістичного підходу до організації процесів доставки готової продукції.

У 2019 році створено нову лінію з виготовлення гранульованого пеку. Переваги нової продукції перед застарілою технологією доставки пеку у рідкому стані очевидні: відсутні потреби у розігріванні вантажу задля забезпечення навантажувально-розвантажувальних процесів.

Але використання традиційного для підприємства підходу з доставки гранпеку залізничним транспортом не є достатньо ефективною через складний маршрут руху.

В роботі запропоновано розроблення імітаційної моделі доставки гранпеку до Запорізького річкового порту автомобільним транспортом. Дослідження, які виконані на даній моделі, дозволяють здійснити якісне обґрунтування проєктних рішень та підвищити ефективність перевезень.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Залізничний транспорт ПрАТ «Запоріжжкокс»

Підприємство «Запоріжжкокс» обслуговується Придніпровською залізницею, та має примикання до станції Запоріжжя-Ліве (далі по тексту - СЗЛ).

Колійний розвиток Запоріжжкоксу розділяється на три станції [1]:

- Південна (вона також є вхідною для магістрального транспорту - Укрзалізниці);
- Вистовочна (вхідна для промислового залізничного транспорту та для транзиту поїздів інших підприємств);
- Заводська (найбільшою мірою задіяна в транспортно-виробничих процесах).

Станції розташовані послідовно на території у формі дуги.

Деякі достатньо крупні ділянки колійного розвитку підприємства не виділені в окремі станції, а являють собою парки:

- пековий;
- коксосортувальний;
- ректифікації та вловлювання;
- ін.

Серед контрагентів слід виділити:

- Запорізький завод феросплавів (має власні локомотиви);
- Запоріжбуд (не має власних локомотивів та обслуговується локомотивами Запоріжжкоксу);
- Запоріжсклофлюс (має власні локомотиви).

Характеристика перегінних колій [1] наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика перегонів підприємства

Назва	Довжина/ кількість колій	Ухил, ‰	Час ходу поїзду у хвилинах		Вага поїзду в тис. т	
			парний	непарн.	парний	непарн.
СЗЛ-Південна	8,0 км 1к	6	20	20	4,9	4,9
Південна- Заводська	0,36 2к	9	2	2	4,9	2,5
Заводська- Виставочна	0,17 1к	12	2	2	0,6	1,8
Виставочна- Заводська (парк Кокс.)	0,35 1к	7	10	10	1,044	1,4
Виставочна- Підбіркова	1,0 1к	5	15	15	1,867	1,6
Південна- Заводська феросплавного заводу	1,0 1к	6	12	12	2,1	2,4
Виставочна- пост феросплавного заводу	1,1 1к	8	5	5	1,5	1,2

В таблиці 1.2 наведена інформація про характеристики колій станції Південна [1].

Таблиця 1.2 - Інформація про характеристики колій станції Південна

№	Призначення	Від СП	До СП	Корисна довжина, м	Місткість, ваг.
1	ВДП	18	6	372	26
2	ПРВДП	19	14	711	50
3	Ходова	17	14 ^a	-	-
4	НКП вагонів “Запоріжсталь”	15	12	820	58
5	ПРВДП, НКП вагонів “ЗЗФ”	2	18	560	40
5a	НКП вагонів “Запорожсклофлюс”, “Запоріжбуд”	16	упор	288	20
6	Ходова	Н-1	7	210	-
7	Вагова	3	5	184	13
8	ПРВДП	3	5	184	13
82	Ходова	4	П-2	-	-
83	Ходова	8	П-1	-	-
84	Відстою	84	упор	98	7
85	Відстою	82	упор	70	5
86	Ходова	78	переїзд	-	-

В вищенаведеній таблиці та надалі використані такі скорочення:

- ВДП – відправлення;
- ПРВДП – приймально-відправна;
- НКП – накопичення;
- НВ – навантажувально-вивантажувальна.

В таблиці 1.3 наведена інформація про характеристики колій станції Заводська [1].

Таблиця 1.3 - Інформація про характеристики колій станції Заводська

№	Призначення	Від СП	До СП	Корисна довжина, м	Місткість, ваг.
1	ПРВДП	42	32	405	28
1а	НКП	7	В/П 2	702	48
2	ПРВДП	45	36	530	36
3	ПРВДП	57	38	450	32
4	Ходова	53	30	-	-
4а	НКП думпкарів, ВДП	59	40	182	13
4 м	Для відстою думпкарів	37	упор	141	10
5	НКП вагонів, ВДП	53	В/П	387	27
6	НКП вагонів	51	упор	137	10
7	НКП вагонів	119	упор	290	21
8	НКП вагонів	121	упор	230	16
9	Вагова	25	45	140	10
10	Ходова	13	57	-	-

Продовження таблиці 1.3

№	Призначення	Від СП	До СП	Корисна довжина, м	Місткість, ваг.
11	Вагова	21	31	110	8
12	Для розморожування	35	упор	201	14
13	Для розморожування	41	упор	220	15
14	Для розморожування	33	упор	220	15
15	Для насуву вагонів на В/П 2	В/П 2	10	220	15
16	Для насуву вагонів на В/П 1	В/П 1	26	269	19
17	Для відстою штовхача №1	26	упор	31	2
22	Витяжна	10	упор	81	5
23	З'єднувально-витяжна	30	4	-	-
24	Витяжна	30	упор	392	26
25	Вивантажувальна	46	упор	121	8
26	Вивантажувальна	48	упор	171	12
27	НВ	50	упор	251	17
28	Ходова	4	70	-	-
29	Для відстою думпкарів	2	упор	316	20
30	Для відстою думпкарів	52	упор	181	12

Кінець таблиці 1.3

№	Призначення	Від СП	До СП	Корисна довжина, м	Місткість, ваг.
31	Головна	3	53	-	-
32	Ходова	5	71	-	-
18	Навантажувальна	16	упор	186	12
19	Вивантажувальна	44	упор	41	2
20	НВ	22	упор	164	11
21	Для відстою штовхача №2	10	упор	83	6
41	Витяжна	19	упор	151	10
42	Ходова	123	ворота	-	-
44	НВ	125	упор	61	4
45	Навантажувальна	127	упор	66	4
47	Для навантаження ГСМ	133	упор	116	8
48	Для відстою крану	135	упор	30	2
49	Для відстою крану	131	упор	141	10
58	ПРВДП	1	13	450	32
82	Ходова	1	П-2	-	-
83	Ходова	3	П-1	-	-

Інформацію щодо колійного розвитку станції Виставочна не потрібна, оскільки в ході виконання досліджень вона не задіяна.

На підприємстві переважно використовуються тепловози марки ТЕМ2.
В таблиці 1.4 наведені їх характеристики [1].

Таблиця 1.4 – Характеристики тепловозів

Номер	Кількість	Робочий +/ неробочий -	Сфера використання
2316	1	+	Хімблок
3150	1	-	Хімблок
3154	1	+	Дільниця коксосортування
8183	1	-	Дільниця коксосортування
8436	1	+	Вивізний
8484	1	-	Маневри
8748	1	+	Вивізний
9085	1	-	Маневри
053	1	+	Вивізний
183	1	-	Маневри
846	1	+	Вивізний
8210	1	-	Маневри

1.2 Організація технології відвантаження гранульованого пеку залізничним транспортом

Лінія грануляції пеку є достатньо новою. До того часу пек перевозився у рідкому стані, при цьому відмічені негативні особливості виконання вантажних робіт, обумовлені властивостями вантажу [2,3].

Пек, за своєю сутністю є смолою, він утворюється в процесі перегонки нафтових смол. В рідкому стані він може перебувати лише за умови достатньо високої температури - понад 300 градусів Цельсію. При транспортуванні температура знижується, тож вивантаження потребує додаткових заходів. Зокрема, використання спеціалізованих цистерн, які передбачають підігрів паром або за допомогою електричних обігрівачів. На сьогоднішній день – це занадто дорога ціна, яка додається до технології транспортування.

Головним споживачем пеку є підприємства кольорової металургії. У Запоріжжі одним зі споживачем був Запорізький алюмінієвий комбінат, який сьогодні не працює. Відповідно, теперішні підприємства-споживачі пеку знаходяться на значній відстані, що потребує удосконалення технології виробництва. Це саме той випадок, коли транспорт на металургійних підприємствах відносять до категорії обслуговуючих галузей, через нерозуміння, що сьогодні змінює це ставлення. Саме через особливості транспортування потрібно змінювати технологію виробництва, а не навпаки.

Одним з варіантів є випуск гранульованого пеку. Так, на сьогодні, пек пакується у біг-беги – великі мішки, вага вантажного місця складає 1,5 тонни.

На рисунку 1.1 показано процес завантаження гранульованого пеку у біг-беги [2].



Рисунок 1.1 - Процес завантаження гранульованого пеку у біг-беги

Процес виробництва, й, відповідно, завантаження чітко регламентований, виконується на сучасному обладнанні.

Після навантаження продукція потрапляє на склад, звідки може відвантажуватись як автомобільним, так і залізничним транспортом.

На рисунку 1.2 показаний загальний вид складу готової продукції – гранульованого пеку [2].



Рисунок 1.2 - Загальний вид складу гранульованого пеку

При зберіганні вантаж може розташовуватись у два яруси. На біг-беги наносяться попереджувальні знаки.

Переміщення вантажних місць може здійснюватися підйомно-транспортними машинами та механізмами, обладнаними вантажозаполнюючим пристроєм у вигляді гаку.

Нова лінія грануляції пеку має назву «Лігран №2», місце її розташування - цеху смолоперегінного виробництва. На її створення було витрачено понад 150 мільйонів гривень.

На рисунку 1.3 показаний пункт управління новою лінією виробництва [2].

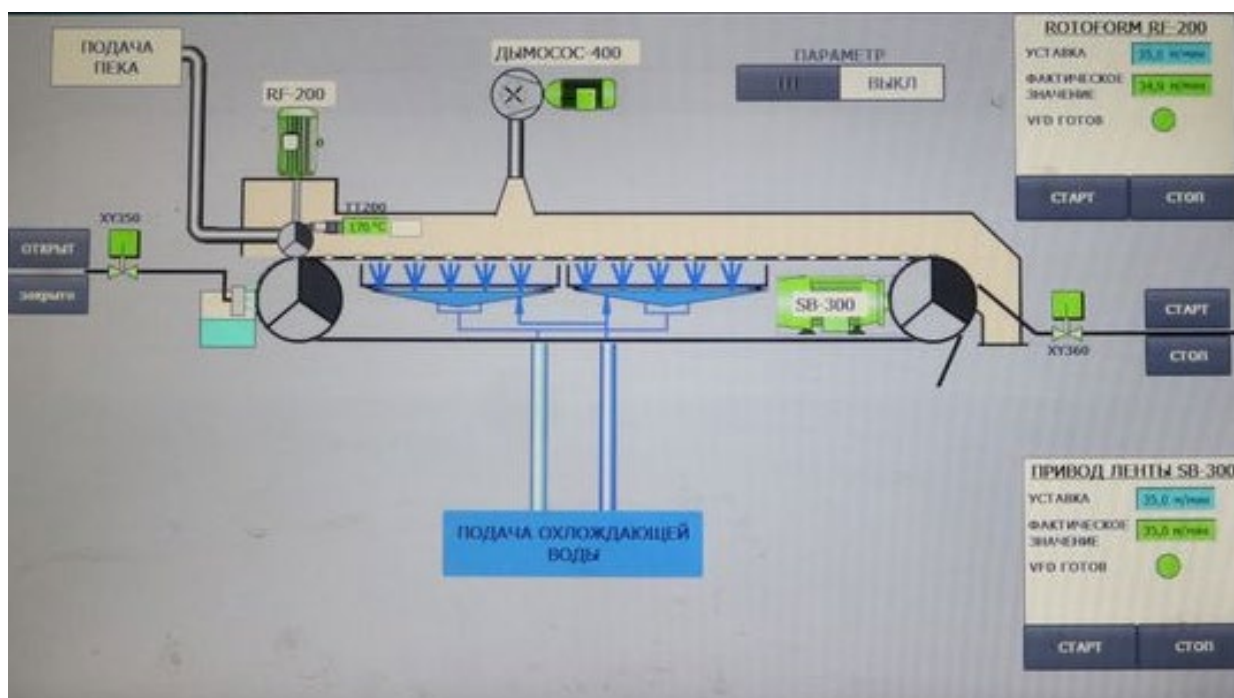


Рисунок 1.3 - Пункт управління лінією виробництва гранульованого пеку

Технологія виробництва задовольняє сучасним вимогам охорони навколишнього середовища, воно передбачає утилізації утворюваною пари до 99,5 %, задля чого застосовується установка каталітичного допалювання.

Класифікація пеку передбачає категорії, які залежать від температури розм'якшення:

- м'який;
- середній;
- твердий.

Температуру розм'якшення м'якого пеку [3] складає від 40°C (щільність становить понад 1,2 т/м³), середнього - 65-90°C (щільність становить близько 1,3 т/м³), твердого – до 150°C (щільність понад 1,3 т/м³).

Загальний вигляд вантажу, технологію транспортування якого розглянуто в магістерській роботі, показано на рисунку 1.4 [2].



Рисунок 1.4 - Гранульований пек

Завдяки впровадженням нової технологічної лінії, обсяги виробництва збільшуються вдвічі – до 40 тис тонн. При цьому є можливість відмовитись від рідкого пеку, який за транспортними характеристиками поступається гранульованому.

Щільність пеку становить близько 1,3 т на м³.

Одразу після впровадження нового устаткування з виробництва пеку, підприємство, його доставки до споживача використало традиційну для регіону схему залізничний промисловий – залізничний магістральний – річковий транспорт.

В наступному підрозділі розглянемо технологію відвантаження гранульованого пеку річковим транспортом Запорізьким портом.

1.3 Організація технології відвантаження гранульованого пеку річковим транспортом

Запорізький річковий порт має декілька вантажних районів, основний з яких – район №1 – розташований на лівому березі Дніпра, в місті Запоріжжя.

На схемі (рисунок 1.5) показана схема порту із позначенням 7 причалів, які здійснюють вантажні операції з сипкими та тарно-штучними вантажами [4].

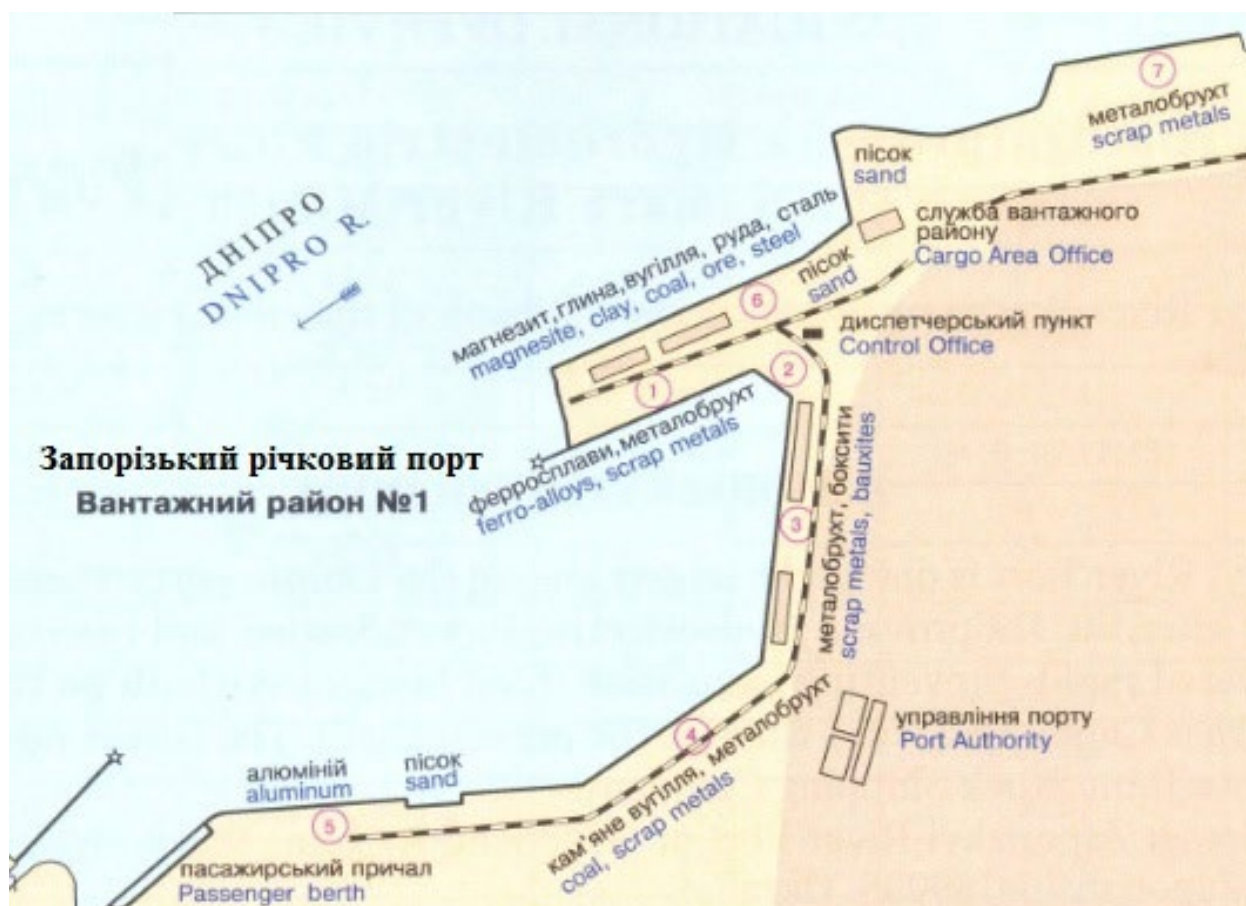


Рисунок 1.5 - Схема Запорізького порту

Починаючи з 2020 року «Запоріжжкокс» відвантажує гранульований пек споживачам (Туреччина) з використанням річкового транспорту. Об'єм відправлення цього вантажу сягає 6 500 тонн на рік.

Завдяки використанню річкового транспорту «Запоріжжкокс» суттєво скорочує логістичні витрати й пришвидшує швидкість доставки продукції клієнтам.

До 2020 року перевезення гранульованого пеку відбувалось лише до морських портів України.

На рисунку 1.6 показний процес відвантаження гранульованого пеку на судно у Запорізькому річковому порту [4].



Рисунок 1.6 – Процес відвантаження гранульованого пеку на судно у Запорізькому річковому порту

Характеристика причалів Запорізького річкового порту [6].

Перший причал порту.

Вздовж причальної лінії проходить колія №30 станції Порт Велике Запоріжжя (далі – СПВЗ), його довжина становить 215 метрів. Тут здійснюється переробка таких вантажів, як феросплави, брухт чорних металів, чавун доменний, хромова руди та ін.

Задіяними є п'ять порталних кранів (в/п 10 тонн).

Вздовж причалу одночасно можуть знаходитись 20 вагонів.

Другий причал порту.

Цей причал призначений задля технічних цілей, стоянки рейдового та буксирного флотів. Його протяжність - 72 метри. Операції з вантажами не виконуються. Засоби механізації не використовуються.

Третій причал порту.

Вздовж причальної лінії проходять колії №№28,29 СПВЗ довжиною 415 метрів. Здійснюється переробка нафтококсу (раніше – також бокситів), магнезиту, вантажів на піддонах і у біг-бегах, переробляється також пісок й вугілля.

Оснащений шістьма порталними кранами вантажопідйомністю від 10 до 20 т.

Є відкритий склад.

Четвертий причал.

Вздовж причальної лінії проходить колія №14 СПВЗ, довжина - 260 м; здійснюється переробка брухту чорних металів, вугілля, навалювальних вантажів тощо.

Засоби механізації представлені чотирма порталними кранами вантажопідйомністю від 10 до 16 т.

П'ятий причал.

Його протяжність - 180 метрів. Під'їзні шляхи передбачені для автомобільного транспорту, спеціалізація - переробка піску.

Для вантажних операцій можуть бути задіяні два портальних крани вантажопідйомністю 5 тонн.

Шостий причал.

Вздовж причальної лінії проходять колії №№35,36 СПВЗ, протяжність - 420 м, тут здійснюється переробка руди, силікату натрію, глини, магнезиту, а також – пісок та інші вантажі.

Вантажні засоби представлені чотирма портальними кранами вантажопідйомністю від 10 до 16 тонн.

Наявний також склад відкритого збереження вантажів та автомобільно-залізнична рампа, яка примикає до колії № 34 СПВЗ.

Сьомий причал.

Довжина причалу - 206 м, призначення - переробка брухту чорних металів та ін.

Засоби механізації - три портальні крани (вантажопідйомність - 10 т).

Наявні також під'їзні шляхи автомобільного транспорту.

Обслуговується Запорізький порт станцією Порт Велике Запоріжжя. У таблиці 1.5 наведені характеристики СПВЗ [6].

Доставка вантажів від Запоріжжю здійснюється шляхом передачі составів на станцію Запоріжжя-Ліве, а звідти – через станцію Запоріжжя-2 до СПВЗ.

У разі перевезення маршрутних составів, можливе відправлення одразу на станцію Порт Велике Запоріжжя.

Таблиця 1.5 - Характеристика колій СПВЗ

№ колії	Призначення	Стрілки		Місткість, ваг
		від	до	
1	ПРВДП та сортувальна	5	28	60
2	ПРВДП та сортувальна	5	28	61
Ш	Головна ПРВДП, сортувальна	7	30	56
4	ПРВДП та сортувальна	7	30	57
5	ПРВДП	25	32	28
6	ПРВДП	25	36	28
7	ПРВДП	23	36	29
8	ПРВДП	21	26	36
15	Для відстою	9	упор	4
17	Витяжна	22	упор	31
36	НВ	55	упор	29
35	НВ	55	упор	29
34	Виставна	41	упор	31
33	Виставна	41	упор	31
32	Виставна	43	упор	30
31	Для ремонту вагонів	47	упор	1

Кінець таблиці 1.5

№ колії	Призначення	Стрілки		Місткість, ваг
		від	до	
30	НВ	47	упор	26
29	НВ	53	упор	33
28	НВ	6	53	41
27	Виставна	2	51	8
26	Вагова	2	51	7
25	Виставна	49	упор	19
8	З'єднувальна	2	6	30
11	Сортувальний	6	12	18
12	Виставний	10	ворота	19
14	НВ	10	упор	27
19	Витяжна	12	упор	22

Враховуючи досить тривалий маршрут прямування залізничних составів – початковий напрямок руху до станції Запоріжжя-Ліве спрямований у протилежному напрямку від Запоріжжюксу до річкового порту.

Крім того, план формування поїздів не передбачає прямого руху від станції Запоріжжя-Ліве до порту, потрібне відхилення до станції Запоріжжя-2.

Тож у магістерській роботі передбачається розглянути доцільність використання автомобільного транспорту для організації доставки гранульованого пеку.

1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

Проведений аналітичний аналіз організації робіт з перевезення гранульованого пеку на ПрАТ Запоріжжкокс показав наступне:

- збудована досить потужна виробнича лінія має зручне розташування з позиції можливості організації перевезень як залізничним, так і автомобільним транспортом;
- за традиційним підходом до організації роботи із Запорізьким річковим портом, Запоріжжкокс здійснює перевезення пеку залізничним транспортом;
- існуючий за планом формування поїздів (з урахуванням особливостей взаємного розташування станції примикання до підприємства) маршрут руху залізничним транспортом не є раціональним, оскільки суттєво відхиляється від географічної лінії з'єднання підприємства та порту;
- існують зручні, пристосовані для руху вантажного транспорту автомобільні шляхи, які поєднують Запоріжжкокс із річковим портом м.Запоріжжя.

Таким чином, доцільно виконати дослідження щодо можливості використання автомобільного транспорту при організації доставки гранульованого пеку до пункту перевантаження на річковий транспорт.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз вихідних даних перевезення гранульованого пеку

Дослідження розпочинаємо із статистичного аналізу даних щодо перевезень гранульованого пеку залізничним транспортом.

В таблиці 2.1 наведено дані по відправленню пеку у магістральних напіввагонах.

Таблиця 2.1 - Дані по відправленню пеку у магістральних напіввагонах

№ з/п	Найменування вантажу за прийманням	Тривалість навантаження, год.	Вантаж за відправленням	Час користування вагоном, год.	Вага вантажу за відправленням, т
1	вугілля	2,00	Гран/пек	164,03	54,072
2	вугілля	2,33	Гран/пек	156,08	54,072
3	вугілля	5,83	Гран/пек	251,67	54,072
4	вугілля	3,08	Гран/пек	251,67	54,072
5	вугілля	3,50	Гран/пек	130,67	54,072
6	вугілля	4,67	Гран/пек	156,08	54,072
7	вугілля	2,50	Гран/пек	156,08	54,072
8	вугілля	2,33	Гран/пек	251,67	54,072
9	вугілля	2,00	Гран/пек	251,67	54,072
10	вугілля	3,50	Гран/пек	156,08	54,072
11	вугілля	3,00	Гран/пек	130,67	54,072
12	вугілля	2,67	Гран/пек	130,67	54,072
13	вугілля	2,00	Гран/пек	130,67	54,072
14	вугілля	9,00	Гран/пек	130,67	54,072
15	вугілля	5,17	Гран/пек	130,67	54,072
16	вугілля	2,00	Гран/пек	332,87	54,072
17	вугілля	3,00	Гран/пек	156,08	54,072
18	вугілля	5,92	Гран/пек	130,67	54,072
19	вугілля	6,50	Гран/пек	160,67	54,072
20	вугілля	2,00	Гран/пек	160,67	54,072
21	вугілля	2,50	Гран/пек	160,67	54,072
22	вугілля	2,00	Гран/пек	160,67	54,072

Продовження таблиці 2.1

№ з/п	Найменування вантажу за прийманням	Тривалість навантаження, год.	Вантаж за відправленням	Час користування вагоном, год.	Вага вантажу за відправленням, т
23	вугілля	2,80	Гран/пек	160,67	54,072
24	вугілля	2,50	Гран/пек	241,87	54,072
25	вугілля	2,25	Гран/пек	160,67	54,072
26	вугілля	2,50	Гран/пек	160,67	54,072
27	порожній	2,50	Гран/пек	135,08	54,072
28	порожній	6,50	Гран/пек	135,08	54,072
29	порожній	7,50	Гран/пек	135,08	54,072
30	порожній	5,67	Гран/пек	135,08	54,072
31	вугілля	1,75	Гран/пек	135,08	54,072
32	порожній	6,33	гран/пек	129,67	54,072
33	вугілля	6,00	Гран/пек	106,33	54,072
34	вугілля	6,33	Гран/пек	106,33	54,072
35	вугілля	2,00	Гран/пек	106,33	54,072
36	порожній	4,00	Гран/пек	108,08	54,072
37	порожній	2,67	Гран/пек	69,42	54,072
38	порожній	6,67	Гран/пек	45,83	54,072
39	порожній	2,25	Гран/пек	146,67	54,072
40	порожній	2,00	Гран/пек	146,67	54,072
41	порожній	2,00	Гран/пек	146,67	54,072
42	порожній	2,17	Гран/пек	146,67	54,072
43	порожній	3,00	Гран/пек	146,67	54,072
44	порожній	2,50	Гран/пек	146,67	54,072
45	порожній	2,33	Гран/пек	146,67	54,072
46	порожній	1,83	Гран/пек	182,42	54,072
47	порожній	2,50	Гран/пек	104,92	54,072
48	порожній	7,50	Гран/пек	104,92	54,072
49	порожній	2,25	Гран/пек	122,17	54,072
50	вугілля	2,50	Гран/пек	134,08	54,072
51	порожній	2,92	Гран/пек	105,83	54,072
52	вугілля	2,00	Гран/пек	159,67	54,072
53	вугілля	4,00	Гран/пек	134,08	54,072
54	порожній	2,83	Гран/пек	88,83	54,072
55	порожній	3,00	Гран/пек	68,67	54,072
56	вугілля	2,17	Гран/пек	125,75	54,072
57	вугілля	3,00	Гран/пек	103,75	54,072

Кінець таблиці 2.1

№ з/п	Найменування вантажу за прийманням	Тривалість навантаження, год.	Вантаж за відправленням	Час користування вагоном, год.	Вага вантажу за відправленням, т
58	порожній	2,50	Гран/пек	93,00	54,072
59	порожній	2,50	Гран/пек	93,00	54,072
60	порожній	3,00	Гран/пек	71,50	54,072
61	порожній	1,50	Гран/пек	331,83	54,072
62	порожній	4,33	Гран/пек	301,83	54,072
63	порожній	5,00	Гран/пек	301,83	54,072
64	порожній	8,00	Гран/пек	301,83	54,072
65	порожній	2,00	Гран/пек	239,67	54,072
66	порожній	2,60	Гран/пек	239,67	54,072
67	вугілля	2,00	Гран/пек	223,50	54,072
68	порожній	2,50	Гран/пек	195,25	54,072
69	порожній	2,50	Гран/пек	195,25	54,072
70	порожній	2,33	Гран/пек	195,25	54,072
71	вугілля	2,00	Гран/пек	278,75	54,072
72	порожній	3,00	Гран/пек	144,33	54,072
73	порожній	3,00	Гран/пек	61,00	54,072
74	порожній	4,00	Гран/пек	120,27	54,072
75	порожній	3,00	Гран/пек	147,08	54,072
76	порожній	6,00	Гран/пек	107,68	54,072
77	порожній	3,00	Гран/пек	100,52	54,072
78	порожній	2,00	Гран/пек	100,52	54,072
79	порожній	2,00	Гран/пек	100,52	54,072
80	порожній	2,00	Гран/пек	41,75	54,072
81	порожній	3,00	Гран/пек	87,00	54,072
82	порожній	2,33	Гран/пек	87,00	54,072
83	порожній	4,00	Гран/пек	104,75	54,072
84	порожній	2,50	Гран/пек	104,75	54,072
85	порожній	1,50	Гран/пек	86,33	54,072
86	порожній	2,00	Гран/пек	47,83	54,072
87	порожній	2,67	Гран/пек	109,33	54,072

Діаграма щільності ймовірності розподілу випадкової величини тривалості навантаження гранпеку наведена на рисунку 2.1.

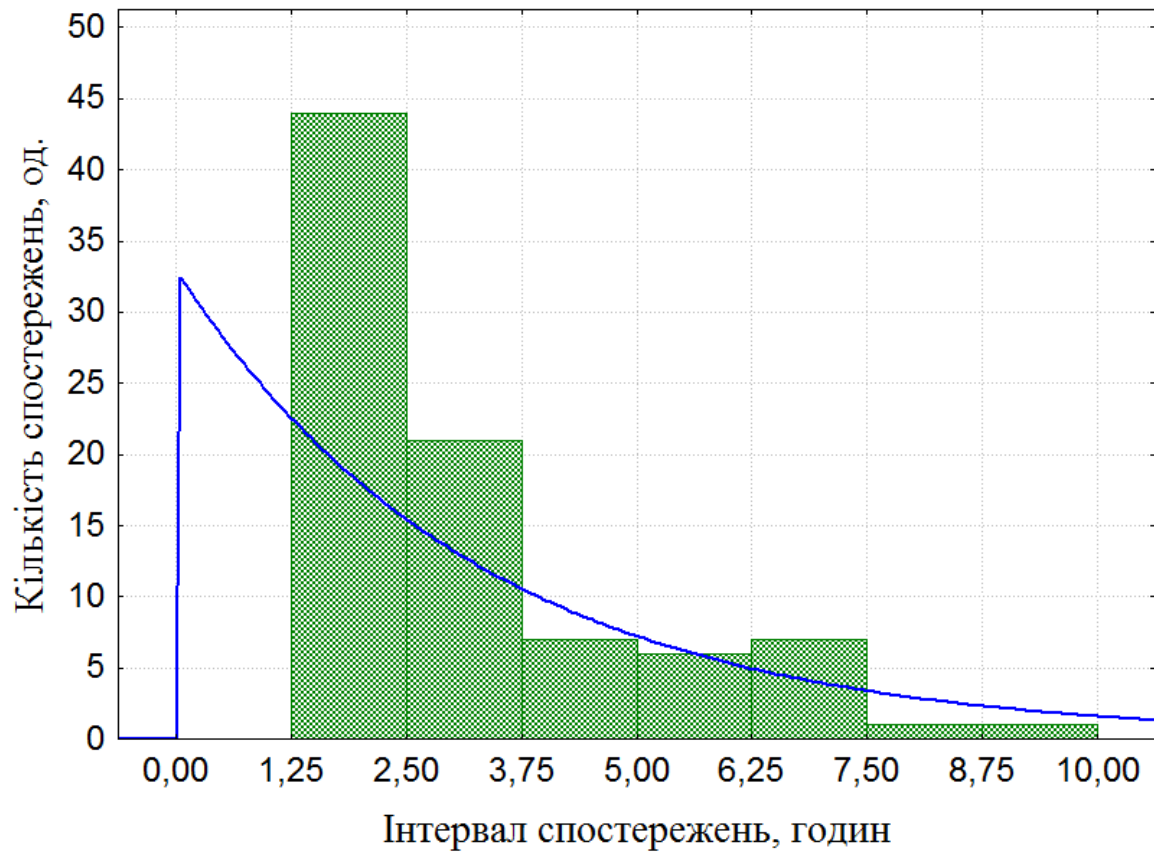


Рисунок 2.1 - Діаграма щільності ймовірності розподілу випадкової величини тривалості навантаження гранпеку

Головні характеристики ряду:

- середнє значення 3,3 години;
- стандартне відхилення 1,7 годин;
- коефіцієнт варіації $1,7/3,3 = 0,5$;
- коефіцієнт нерівномірності $1 + 0,5 = 1,5$;
- розрахункове значення $3,3 \cdot 1,5 = 5$ годин.

Виконаємо аналіз тривалості знаходження вагонів з гранпеком на коліях Запоріжжкоксу.

Формуємо вибірку даних:

164,03; 156,08; 251,67; 251,67; 130,67; 156,08; 156,08; 251,67; 251,67; 156,08; 130,67; 130,67; 130,67; 130,67; 130,67; 332,87; 156,08; 130,67; 160,67; 160,67; 160,67; 160,67; 241,87; 160,67; 160,67; 135,08; 135,08; 135,08; 135,08; 135,08; 129,67; 106,33; 106,33; 106,33; 108,08; 69,42; 45,83; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 182,42; 104,92; 104,92; 122,17; 134,08; 105,83; 159,67; 134,08; 88,83; 68,67; 125,75; 103,75; 93; 93; 71,5; 331,83; 301,83; 301,83; 301,83; 239,67; 239,67; 223,5; 195,25; 195,25; 195,25; 278,75; 144,33; 61; 120,27; 147,08; 107,68; 100,52; 100,52; 100,52; 41,75; 87; 87; 104,75; 104,75; 86,33; 47,83; 109,33.

Варіаційний ряд:

41,75; 45,83; 47,83; 61; 68,67; 69,42; 71,5; 86,33; 87; 87; 88,83; 93; 93; 100,52; 100,52; 100,52; 103,75; 104,75; 104,75; 104,92; 104,92; 105,83; 106,33; 106,33; 106,33; 107,68; 108,08; 109,33; 120,27; 122,17; 125,75; 129,67; 130,67; 130,67; 130,67; 130,67; 130,67; 130,67; 134,08; 134,08; 135,08; 135,08; 135,08; 135,08; 144,33; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 146,67; 147,08; 156,08; 156,08; 156,08; 156,08; 156,08; 159,67; 160,67; 160,67; 160,67; 160,67; 160,67; 164,03; 182,42; 195,25; 195,25; 195,25; 223,5; 239,67; 239,67; 241,87; 251,67; 251,67; 251,67; 251,67; 278,75; 301,83; 301,83; 301,83; 331,83; 332,87.

Кількість інтервалів групування даних не змінюється, для 87 спостережень – приймаємо 7 інтервалів. Діаграма щільності ймовірності розподілу випадкової величини тривалості знаходження вагонів з гранпеком на коліях Запоріжжкоксу наведена на рисунку 2.2.

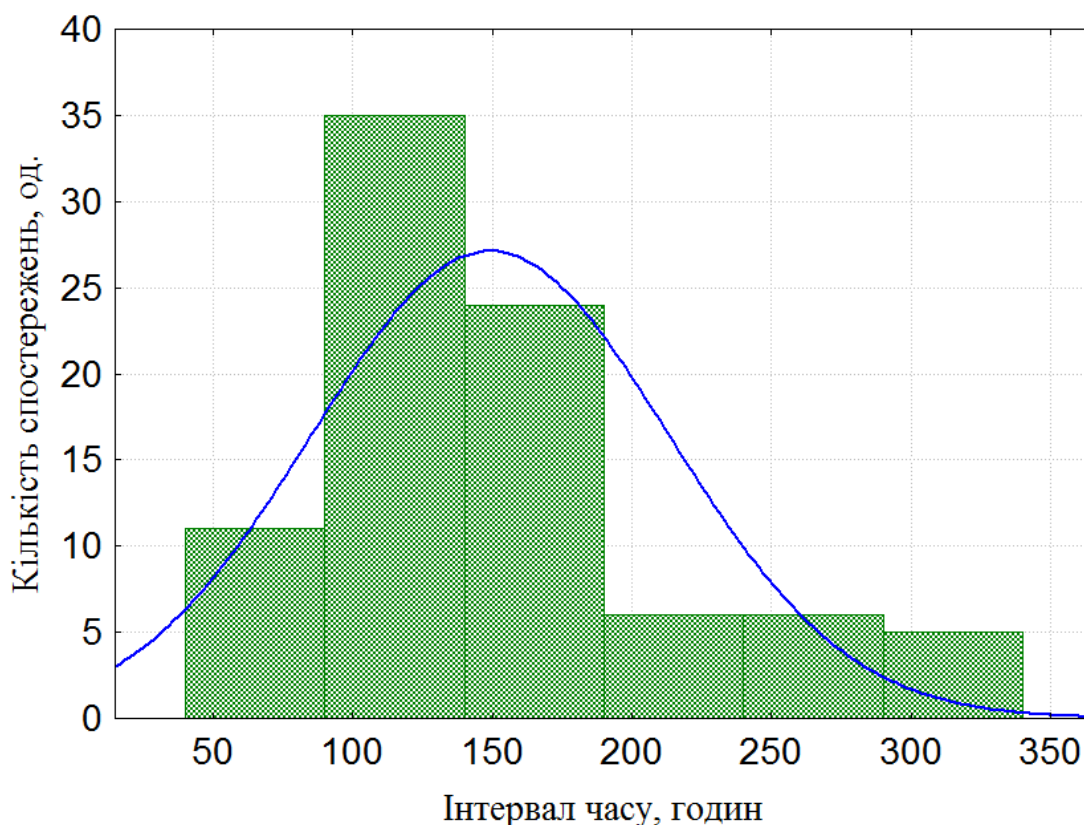


Рисунок 2.2 - Діаграма щільності ймовірності розподілу випадкової величини тривалості простою вагонів з гранпеком

Характеристики ряду:

- середнє значення 149,3 години;
- стандартне відхилення 63,97 годин;
- коефіцієнт варіації $63,97/149,3 = 0,43$;
- коефіцієнт нерівномірності $1 + 0,43 = 1,43$;
- розрахункове значення $149,3 \cdot 1,43 = 213,5$ годин.

Аналіз розподілів свідчить про відповідність експоненціальному (навантаження) та нормальному закону (тривалість знаходження на підприємстві), що відповідає загальноприйнятим уявленням [9,10,11,12].

Дані розподіли будемо використовувати у імітаційній моделі процесу доставки гранпеку. У таблиці 2.2 наведено основні параметри для виконання подальших розрахунків.

На рисунку 2.4 представлено загальний вигляд логічної частини програми.

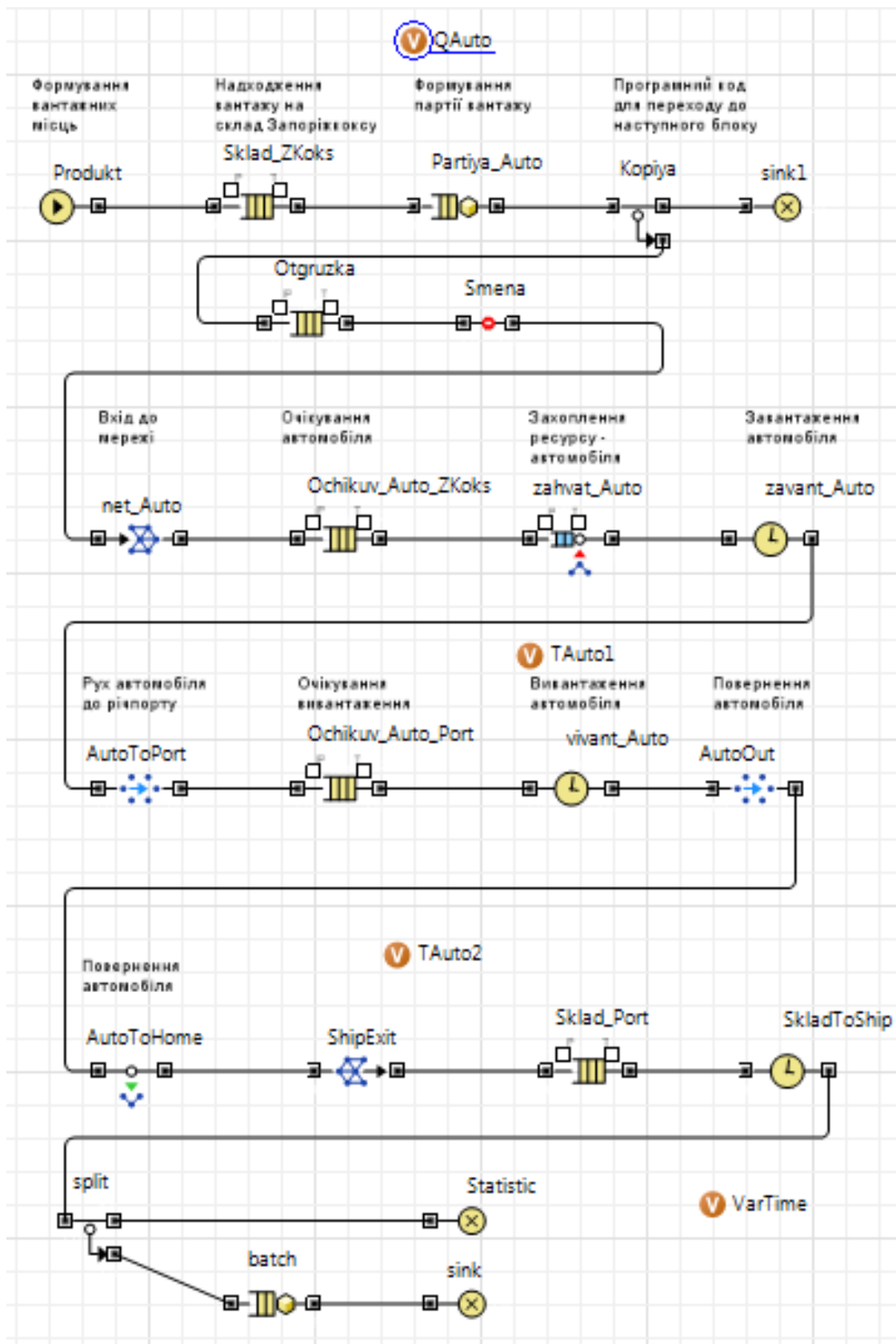


Рисунок 2.4 - Загальний вигляд логічної частини програми

Перший елемент – Produkt – генерує замовлення на обслуговування. У якості замовлень слугують окремі вантажні місця (біг-беги із вантажем).

За виробничою програмою інтервал між послідовним надходженням біг-бегів із пеком становить 16 хвилин (рисунок 2.5).

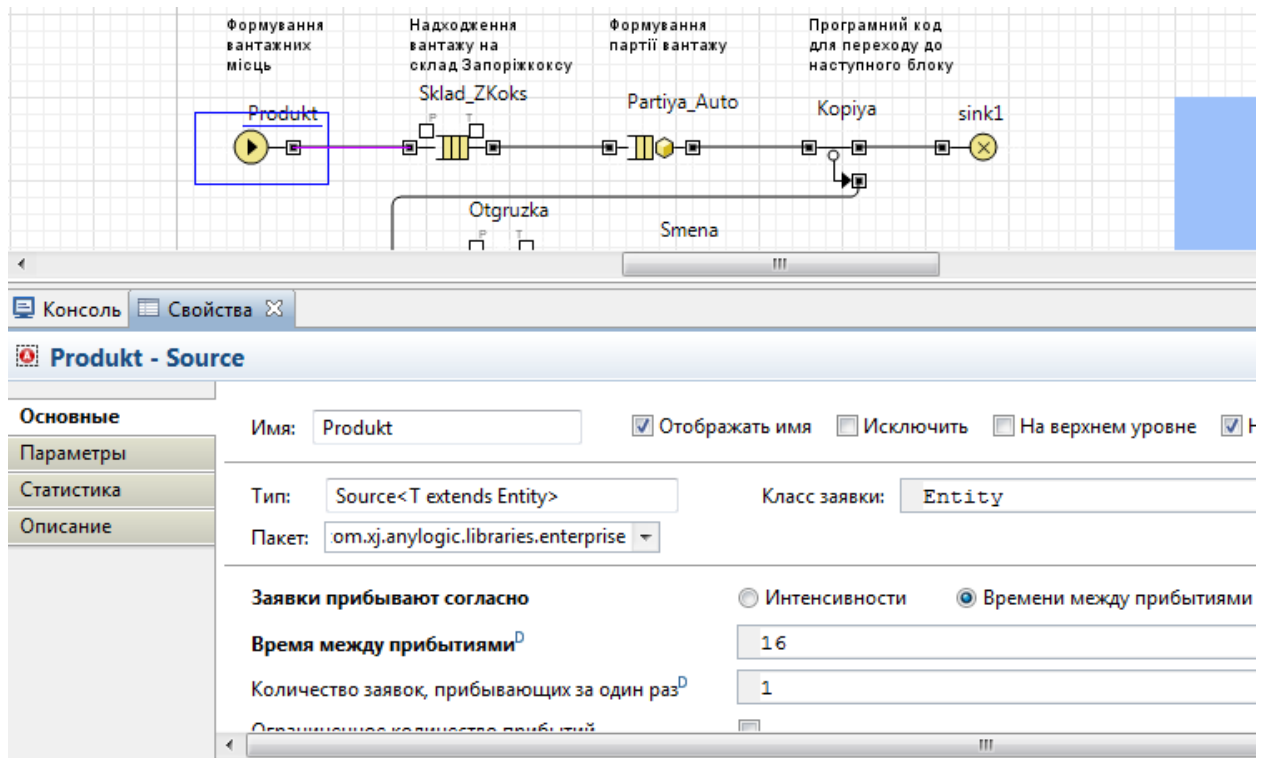


Рисунок 2.5 – Елемент Produkt, який генерує замовлення на обслуговування

Наступний елемент – Sklad_ZKoks – черга, до якої потрапляють замовлення, імітує роботу складу готової продукції (рисунок 2.6).

Після цього елементу, наступний за ним – Partiya_Auto, формує партію вантажу, яка розміщується у автотранспортному засобі (рисунок 2.7). Вона задається змінною QAuto. Значення QAuto становить 12 одиниць.

Цей елемент очікує надходження 12 замовлень, які об'єднуються в одну, після чого вона рухається надалі за логікою моделі.

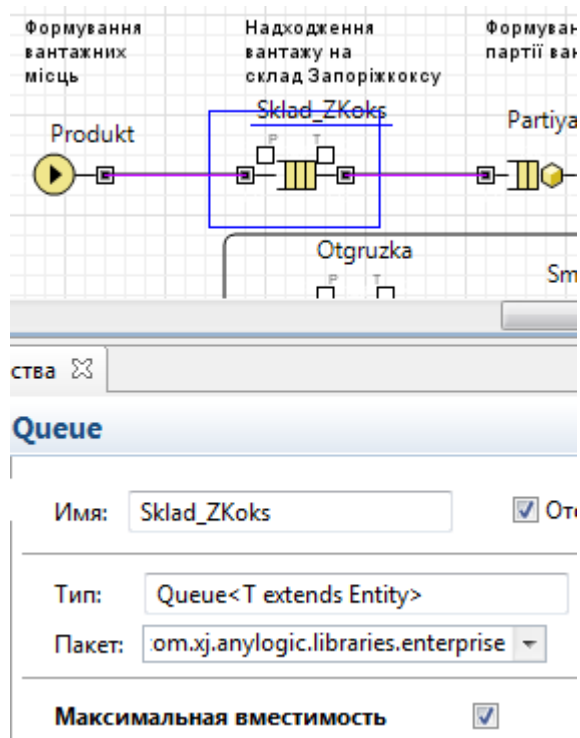


Рисунок 2.6 – Елемент Sklad_ZKoks, імітує роботу складу готової продукції

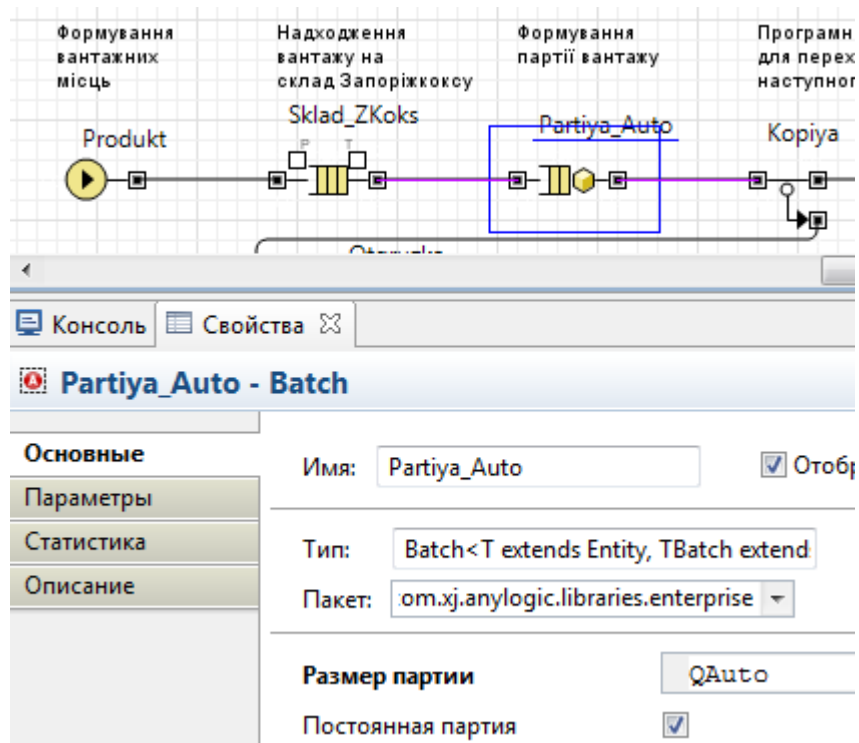


Рисунок 2.7 – Елемент Partiya_Auto, формує партію вантажу, яка розміщується у автотранспортному засобі

Елемент – змінна QAuto показано на рисунку 2.8.

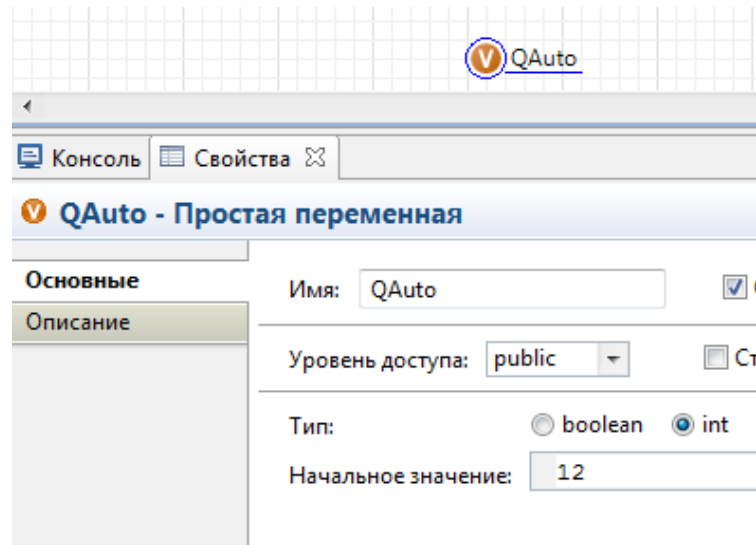


Рисунок 2.8 – Змінна QAuto

Наступний елемент Кориуа здійснює копіювання групового замовлення, це необхідно для адекватного проходження замовлення по транспортній мережі. Замовлення-оригінал знищується об'єктом sink1.

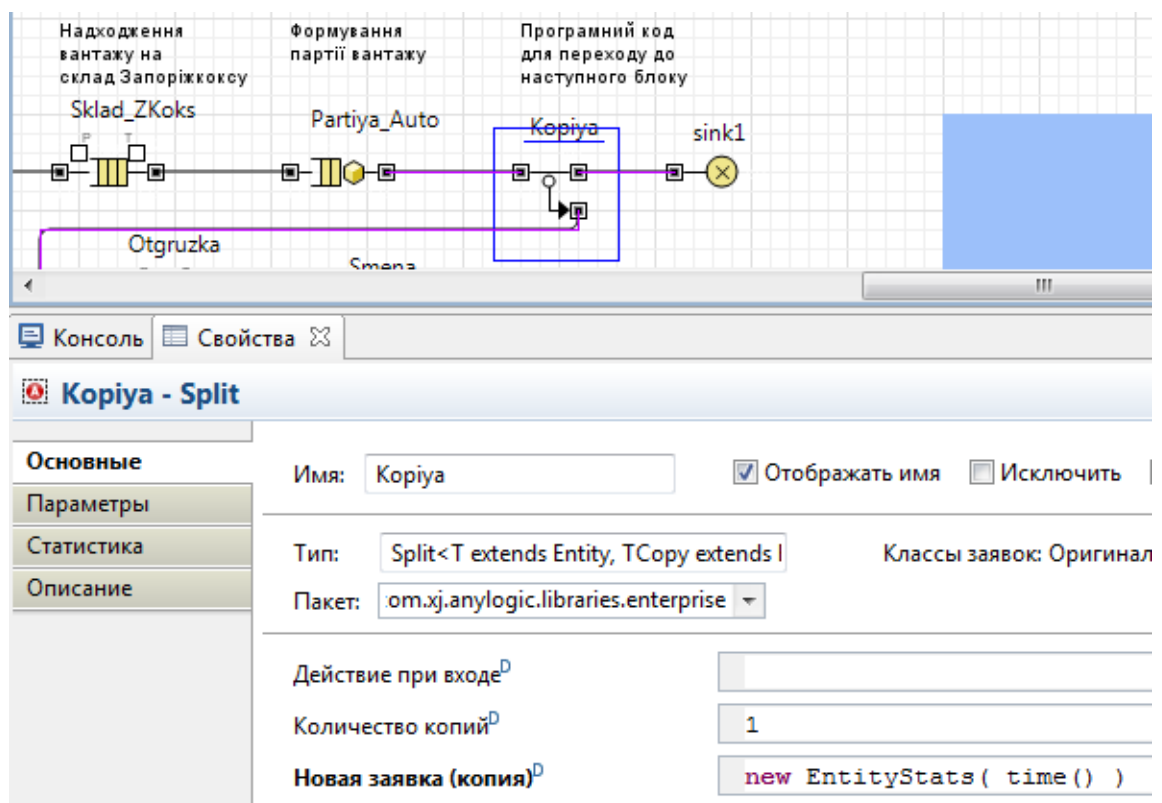


Рисунок 2.9 – Елемент Кориуа

Наступним етапом замовлення потрапляє до черги Otgruzka де за певних умов, затримуються об'єктом Smena (рисунок 2.10).

Цей елемент керується блоком подій (на рисунку показані в верхній частині ліворуч).

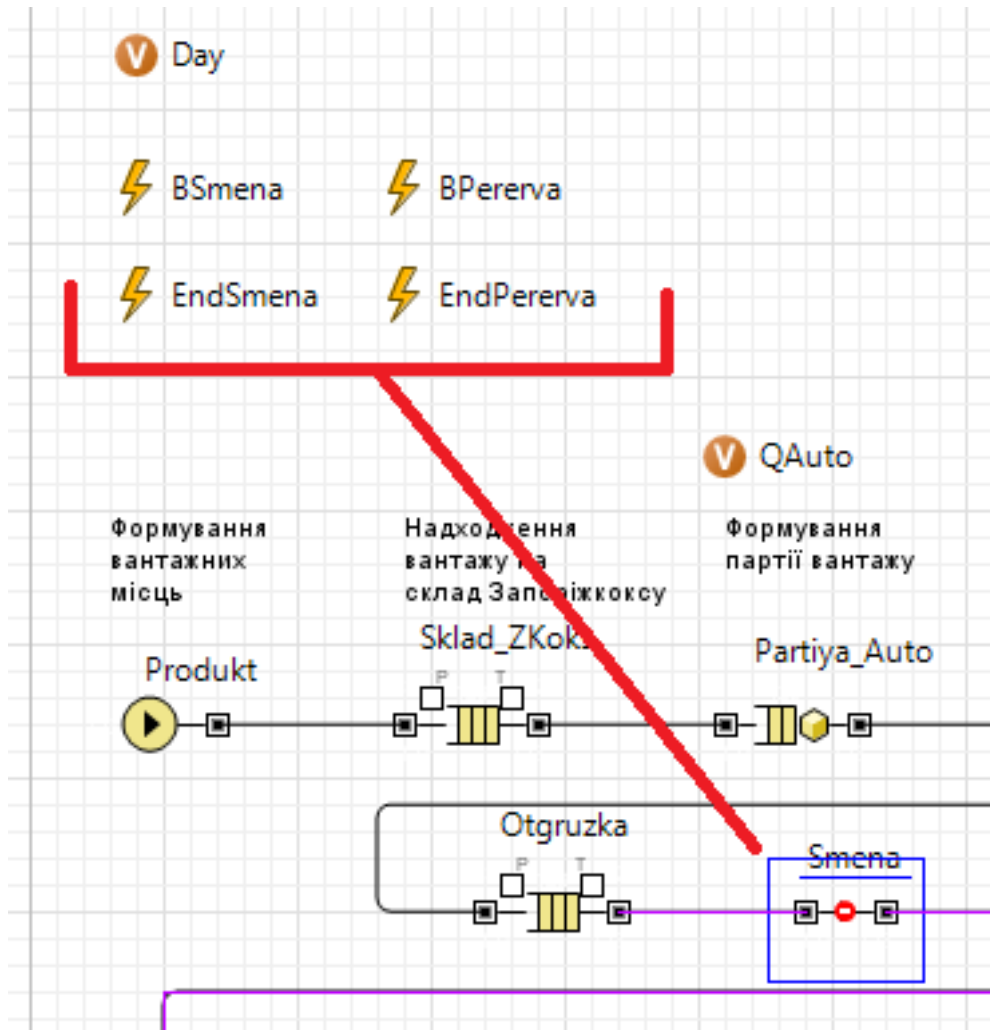


Рисунок 2.10 - Об'єкт Smena

Розберемо роботу елементів типу «подія», які визначають режим роботи системи за часом. Елемент BSmena (рисунок 2.11) задає інтервал початку зміни, розблоковує рух замовлень. Елемент EndSmena (рисунок 2.12) встановлює момент блокування замовлень при закінченні зміни роботи автотранспорту.

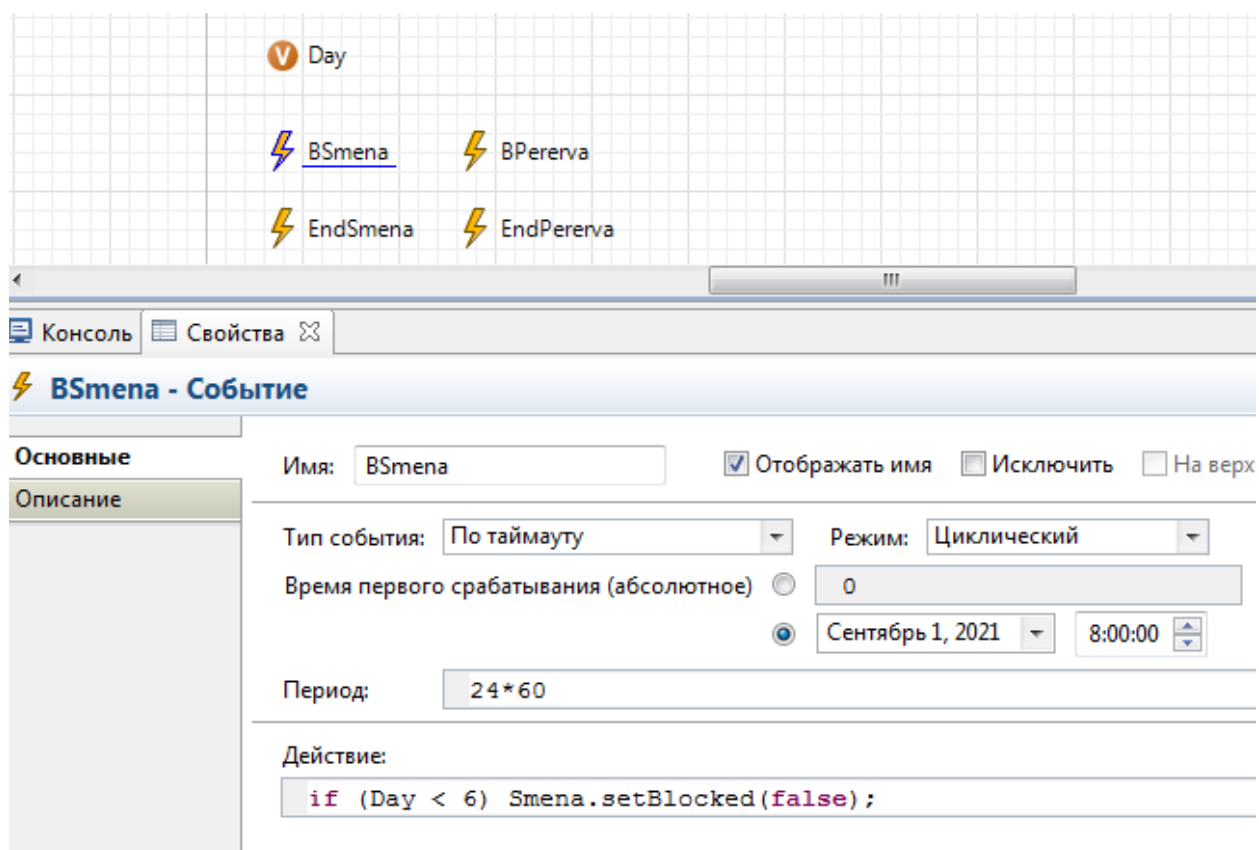


Рисунок 2.11 – Элемент BSmena

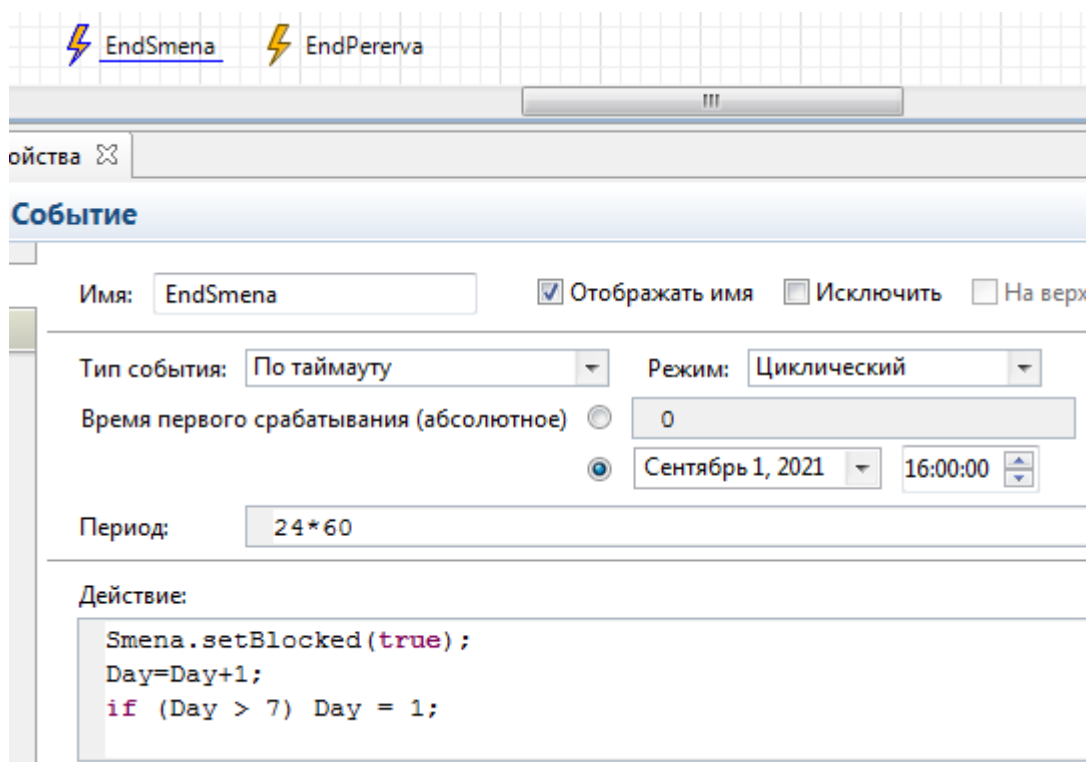
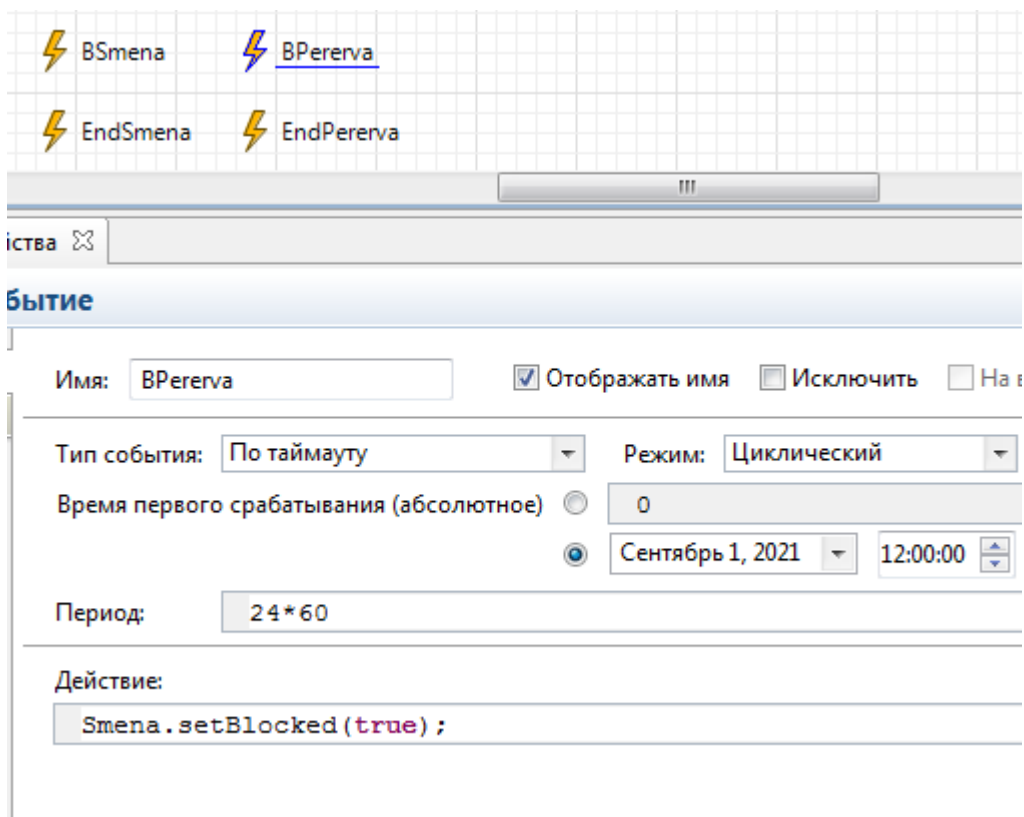


Рисунок 2.12 – Элемент EndSmena

Аналогічним чином працюють елемент BPererva (рисунок 2.13) та елемент EndPererva (рисунок 2.14). Вони імітують обідню перерву.



События

Имя: BPererva ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На в

Тип события: По таймауту Режим: Циклический

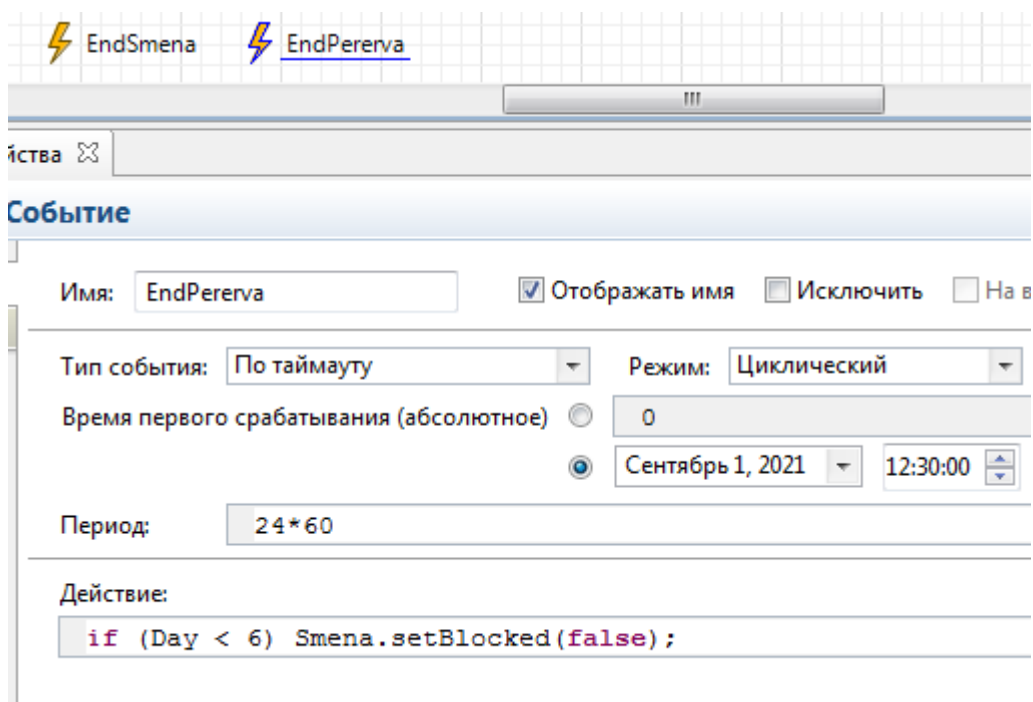
Время первого срабатывания (абсолютное) ☐ 0 ☒ Сентябрь 1, 2021 12:00:00

Период: 24*60

Действие:

```
Smena.setBlocked(true);
```

Рисунок 2.13 – Элемент BPererva



Событие

Имя: EndPererva ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На в

Тип события: По таймауту Режим: Циклический

Время первого срабатывания (абсолютное) ☐ 0 ☒ Сентябрь 1, 2021 12:30:00

Период: 24*60

Действие:

```
if (Day < 6) Smena.setBlocked(false);
```

Рисунок 2.14 – Элемент EndPererva

Надалі замовлення вводиться до створеної у програмному середовищі транспортної мережі. Елемент, який забезпечує дану операцію – netAuto (рисунок 2.15).

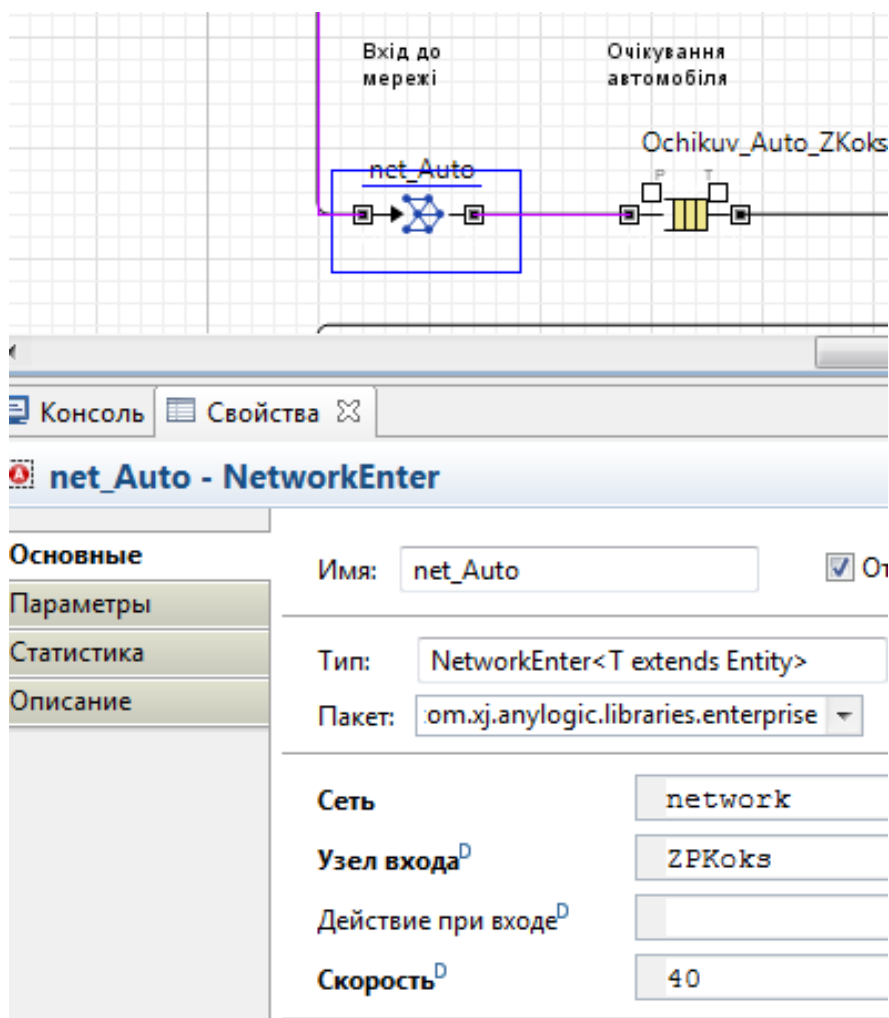


Рисунок 2.15 – Елемент netAuto

Після входу до мережі, заявка та її рух відображаються на екрані. Спостерігаючи за анімаційним процесом, дослідник може впевнитись у правильності логіки роботи моделі, корегувати швидкість переміщення та інші параметри з метою забезпечення належного рівня адекватності моделі переміщення гранпеку реальним процесам.

Замовлення в системі повинна мати місце знаходження в очікуванні вільного ресурсу (Ochikuv_Auto_ZKoks) – автомобіля з наступним його захопленням (її подальший рух можливий лише у супроводженні ресурсу). Приєднання ресурсу здійснює елемент Zahvat_Auto (рисунок 2.16).

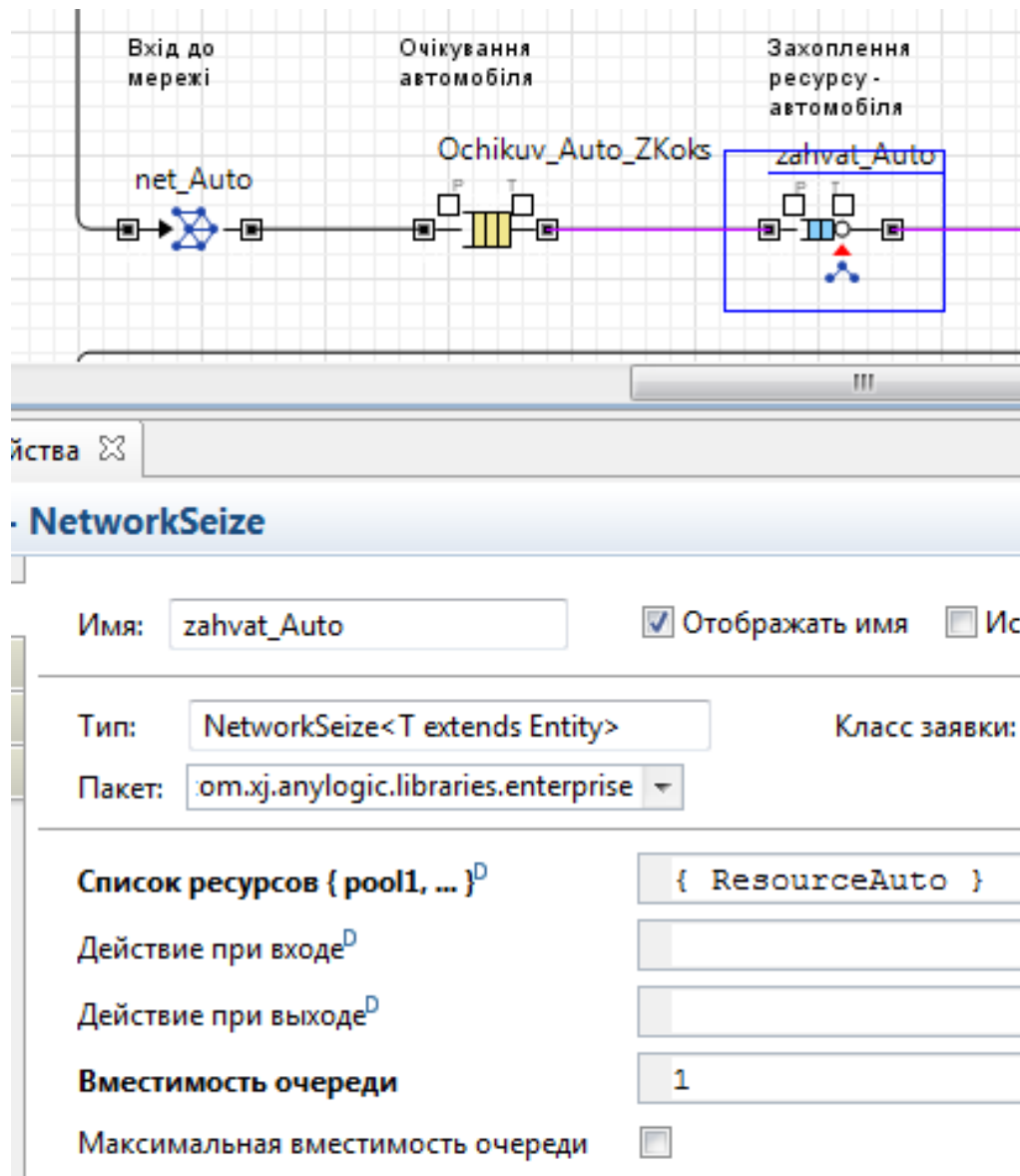


Рисунок 2.16 - Приєднання ресурсу до замовлення елементом Zahvat_Auto

Наступний елемент `zavant_Auto` здійснює імітацію процесу навантаження біг-бешів до автомобілю, шляхом затримки замовлення за визначеним законом розподілу випадкової величини (рисунок 2.17).

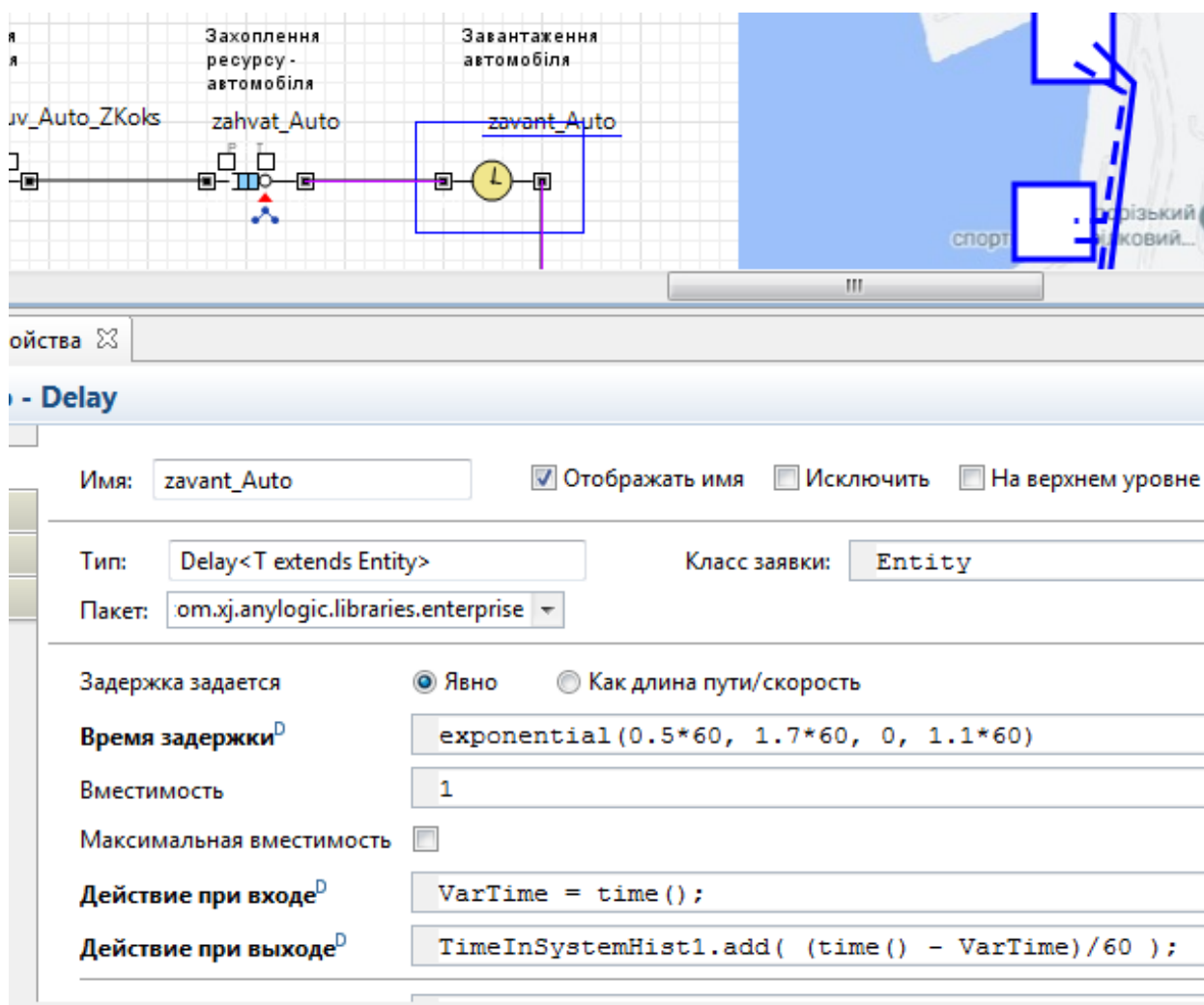


Рисунок 2.17 – Элемент `zavant_Auto`

Результати процесу накопичуються елементом `TimeInSistemHist1` (рисунок 2.18) та відображаються у вигляді гістограми, що дає можливість переконатись у відповідності генерації тривалості навантаження за обраним законом, у даному випадку – експоненціальним.

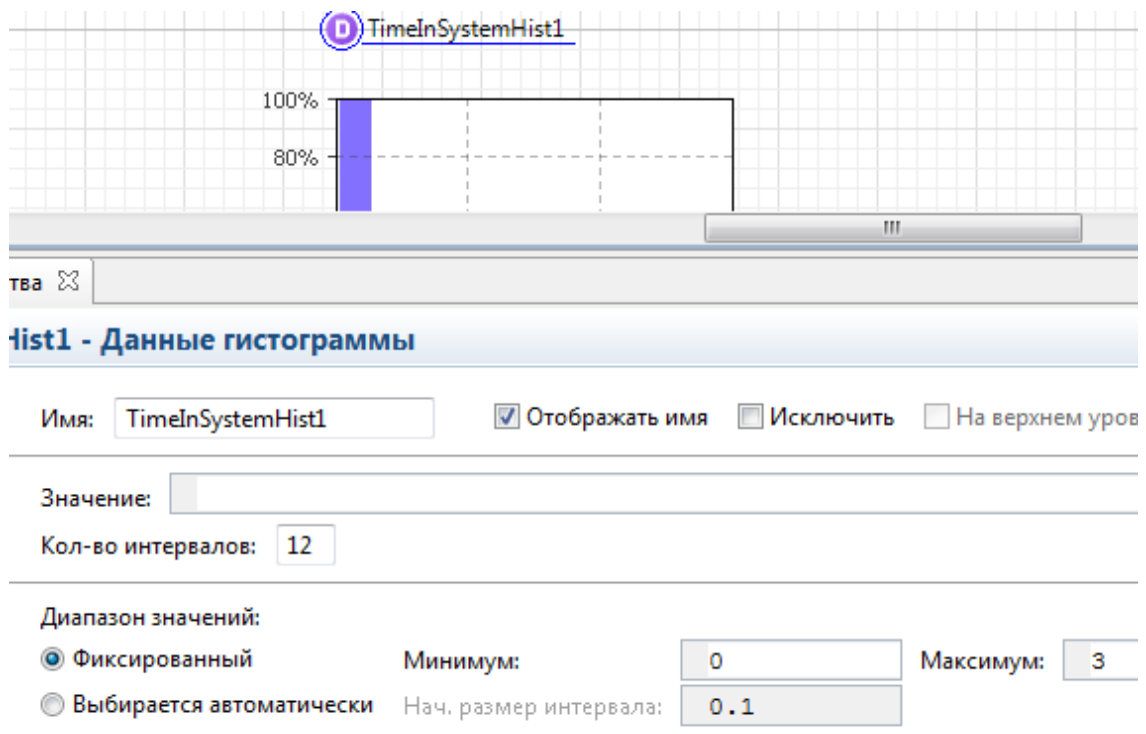


Рисунок 2.18 - Элемент TimeInSistemHist1

Элемент Auto_To_Port (рисунок 2.19) спрямовує замовлення разом із ресурсом до елементу типу «прямокутник» мережі (рисунок 2.20), який позначає місце на транспортній мережі, яка, в свою чергу відповідає масштабу карти.

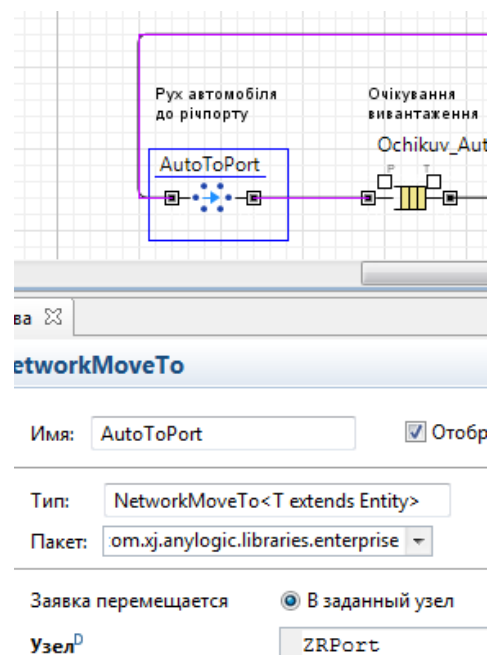


Рисунок 2.19 – Элемент Auto_To_Port

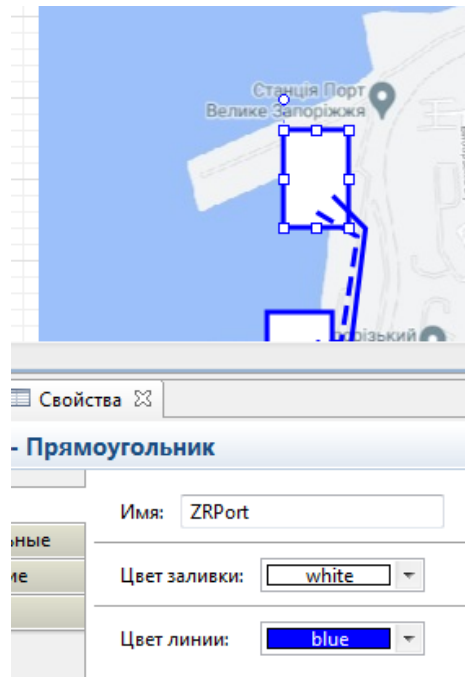


Рисунок 2.20 - Элементу ZRPort типу «прямокутник» мережі

Повернення ресурсів до базового місцерозташування здійснюється елементом Auto_To_Home (рисунок 2.21).

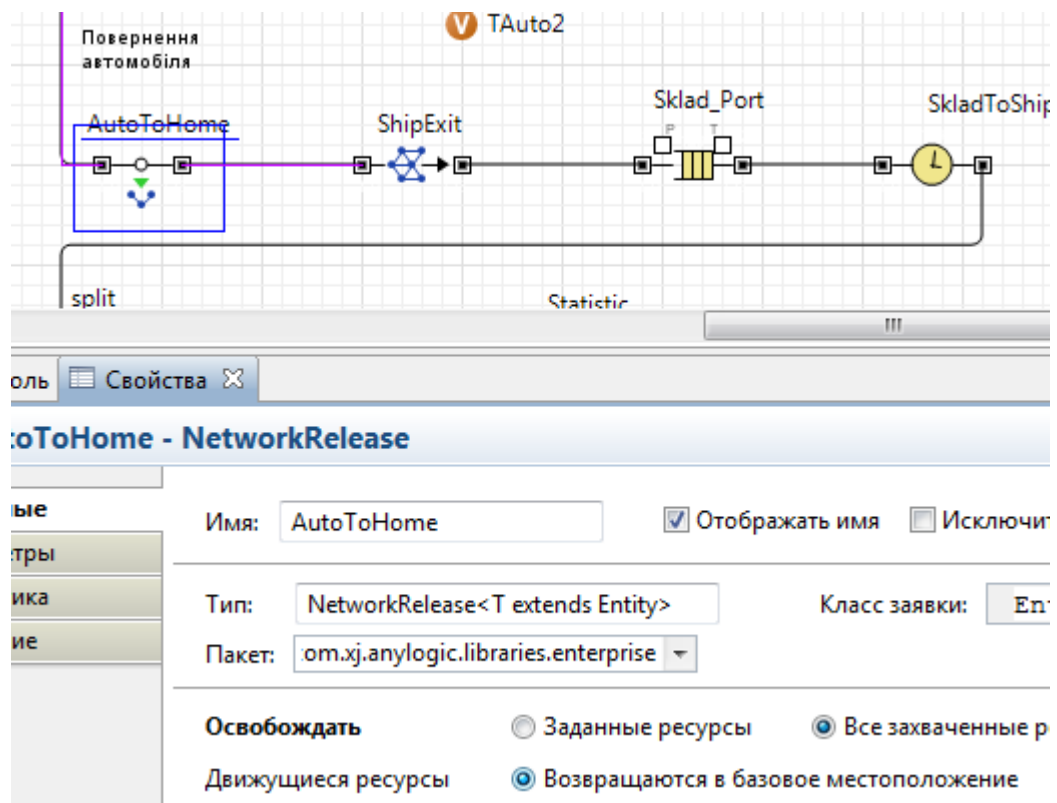


Рисунок 2.21 – Элемент Auto_To_Home

Параметри роботи ресурсів, зокрема їх швидкість та кількість, встановлюються елементом ResourceAuto (рисунок 2.22).

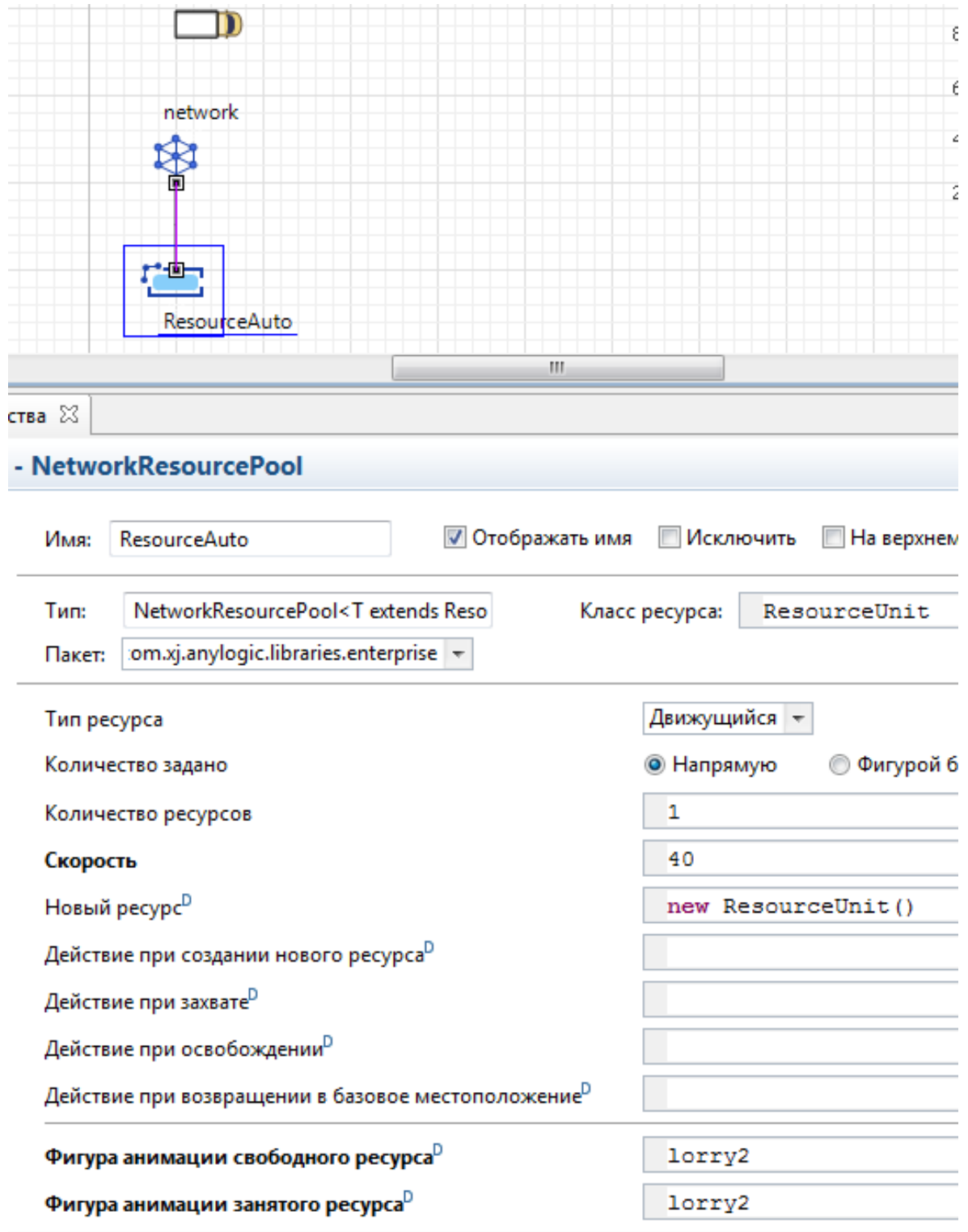


Рисунок 2.22 - Элемент ResourceAuto

2.3 Аналіз показників роботи моделі перевезення гранульованого пеку

Спостереження за роботою моделі здійснюється шляхом аналізу діаграм даних визначених розробником показників.

На рисунку 2.23 наведена гістограма розподілу випадкової величини (сгенеровані числа) часу навантаження автотранспортних засобів.

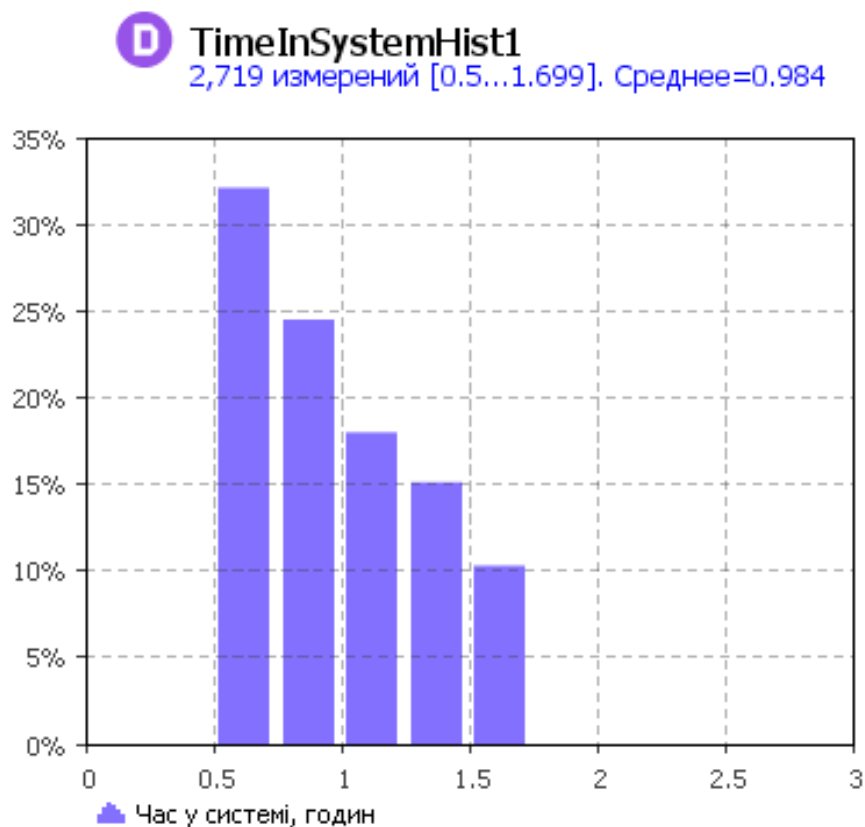


Рисунок 2.23 - Гістограма розподілу випадкової величини часу навантаження автотранспортних засобів

На рисунку 2.24 показаний показник використання автотранспорту (ресурсу) за часом.

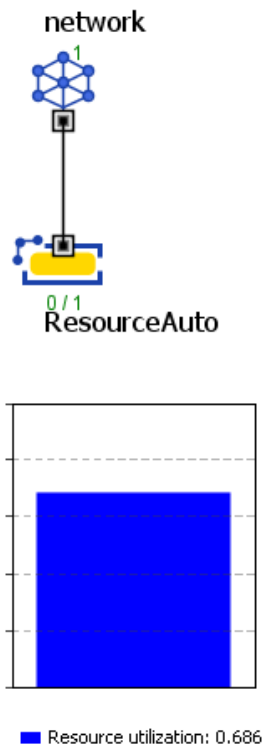


Рисунок 2.24 - Показник використання автотранспорту (ресурсу) за часом

На рисунку 2.25 показаний розподіл тривалості знаходження вантажних місць у системі, яка досліджується.

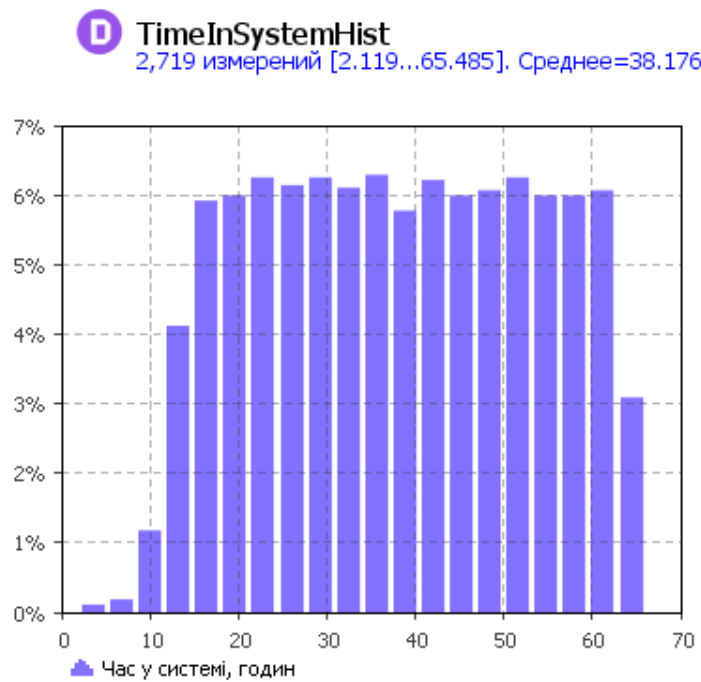


Рисунок 2.25 - Розподіл тривалості знаходження вантажних місць у системі

З аналізу результатів моделювання можна зробити наступні висновки:

- для забезпечення перевезень у обсязі 49000 тонн на рік достатньо одного автомобіля вантажопідйомністю 18 тонн;
- тривалість знаходження вантажного місця у системі – у середньому 38, а максимально - до 65 годин відповідає існуючим умовам та розмірам складу зберігання готової продукції;
- необхідно виконати економічні розрахунки для встановлення доцільності використання автомобільного транспорту.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Підприємством «Запоріжжкокс» було створено нову лінію з виробництва гранульованого пеку та з 2020 року розпочато відвантаження цієї продукції залізничним транспортом до Запорізького річкового порту із подальшим транспортуванням річковим транспортом кінцевим споживачам.

В магістерській роботі виконано статистичний аналіз параметрів функціонування існуючої системи доставки та запропоновано використання автомобільного транспорту замість залізничного.

Розроблено імітаційну модель, завдяки якій є можливість виконувати дослідження транспортних процесів зі зміною параметрів їх протікання.

На основі отриманих результатів необхідно виконати економічні розрахунки та визначити найбільш ефективний варіант роботи.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Експлуатаційні базові витрати $E_{бв}$ при перевезенні гранульованого пеку можна встановити завдяки виразу [14,15]:

$$E_{бв} = E_{пт} + E_{зтар} + E_{пл}, \quad (3.1)$$

де $E_{пт}$ – витрати, обумовлені використанням промислового транспорту підприємства Запоріжжкокс, грн;

$E_{зтар}$ – залізничний тариф, який стягується за перевезення магістральними коліями, грн;

$E_{пл}$ – плата за користування вагонами загальномережевого парку

протягом часу знаходження на коліях Запоріжкоксу, грн.

Витрати $E_{пт}$ на роботу промислового залізничного транспорту Запоріжкоксу розраховуються за формулою [15]:

$$E_{пт} = Q_{пт}^{ваг} \cdot C_{пт}^{ваг}, \quad (3.2)$$

де $Q_{пт}^{ваг}$ – обсяг перевезень у вагонах, який здійснюється промисловим транспортом Запоріжкоксу, тон;

$C_{пт}^{ваг}$ – собівартість перевезень однієї тони вантажу промисловим транспортом Запоріжкоксу, $C_{пт}^{ваг} = 19,48$ грн.

Відповідно до (3.2) вартість $E_{пт}$:

$$E_{пт} = 49000 \cdot 19,48 = 954520 \text{ грн.}$$

Витрати $E_{зтар}$ на залізничний тариф розрахуємо за формулою [15]:

$$E_{зтар} = N_{зтар} C_{зтар}, \quad (3.3)$$

де $N_{зтар}$ – кількість вагонів, для перевезень яких залучений магістральний залізничний транспорт, од.;

$C_{зтар}$ – тариф залізниці, грн.

Відповідно до Тарифного керівництва 1 для універсального напіввагону перевізника (тарифна схема №1, піввагон, чотири вісі) ставка тарифу за одиницю становить 1141 грн. Коефіцієнт для вантажу 3-го тарифного класу - 3,722.

Вартість тарифу з врахуванням вищевказаного коефіцієнту буде складати $1141 \cdot 3,722 = 4246,8$ грн.

Разом з ПДВ тариф - $4246,8 \cdot 1,2 = 5096,16$ грн.

Відповідно до (3.3) вартість $E_{зтар}$:

$$E_{зтар} = 906 \cdot 5096,16 = 4617120,96 \text{ грн.}$$

Розмір плати $E_{пл}$ за користування вагонним парком перевізника розраховується за формулою [15]:

$$E_{пл} = T_{серед} N_{зтар} C_{ставка}, \quad (3.4)$$

де $T_{серед}$ – встановлений в основній частині період часу користування рухомим складом – час простою під навантаженням, $T_{серед} = 5$ год.;

$C_{ставка}$ – ставка плати за користування вагонами по підприємству, $C_{ставка_{пл}}^{ваг} = 29,91$ грн/год.

Відповідно до (3.4) вартість $E_{пл}$:

$$E_{пл} = 5 \cdot 906 \cdot 29,91 = 135492,3 \text{ грн.}$$

Відповідно до (3.1) вартість $E_{бв}$:

$$E_{бв} = 954520 + 4617120,96 + 135492,3 = 5707133,26 \text{ грн.}$$

3.2 Розрахунок проєктних експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати за умов доставки пеку гранульованого до річпорту визначимо за формулою [15]:

$$E_{прв} = E_{зпл} + E_{свд} + E_{нвт} + E_{авт} + E_{аморт}, \quad (3.5)$$

де $E_{зпл}$ – оплата праці водіям за проєктним варіантом, грн;
 $E_{свд}$ - соціальне страхування, грн;
 $E_{нвт}$ - накладні витрати, грн;
 $E_{авт}$ - вартість перевезень пеку автомобільним транспортом, грн;
 $E_{аморт}$ – амортизаційні відрахування, грн;
 Для визначення зарплати водіїв скористаємось формулою [15]:

$$E_{зпл} = K \cdot k_{п} \cdot C_{г} (\Phi_{рр} (7/6 + k_{к} + k_{ш}) + \Phi_{с}), \quad (3.6)$$

де K – кількість працівників, чол.;
 $k_{п}$ – коефіцієнт преміювання, $k_{п} = 1,3$;
 $C_{г}$ – тарифна ставка за годину роботи, грн/год.;
 $\Phi_{рр}$ – фонд річного робочого часу, $\Phi_{рр} = 1994$ год.;
 $7/6$ – коефіцієнт додаткової оплати вечірніх та нічних годин роботи;
 $k_{к}$ – коефіцієнт доплати водіям за класність, приймаємо у середньому $k_{к} = 0,1$;
 $k_{ш}$ – коефіцієнт доплати за шкідливі умови праці, $k_{ш} = 0,1$.
 $\Phi_{с}$ – тривалість святкових дат на протязі року, $\Phi_{с} = 0$ год.
 Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$E_{зпл} = 1 \cdot 1,3 \cdot 96,73 [1994(7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 342682,79 \text{ грн.}$$

Соціальне страхування потребує відрахувань у розмірі 22 % від $E_{зпл}$:

$$E_{свд} = 0,22 \cdot E_{зпл}. \quad (3.7)$$

Розрахуємо за (3.7):

$$E_{свд} = 0,22 \cdot 342682,79 = 75390,21 \text{ грн.}$$

Накладні витрати потребують відрахувань у розмірі 34% від зарплати $E_{зпл}$:

$$E_{нвт} = 0,34 \cdot E_{зпл}. \quad (3.8)$$

Розрахуємо за (3.8):

$$E_{нвт} = 0,34 \cdot 342682,79 = 116512,15 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію автомобільного транспорту при доставці пеку гранульованого визначаються за формулою [10]:

$$E_{авт} = E_{зп} + E_{рем} + E_{ш}, \quad (3.9)$$

$E_{зп}$ – витрати на дизпаливо, грн;

$E_{рем}$ – витрати, обумовлені виконанням ремонту автотранспорту, грн;

$E_{ш}$ – витрати на шини, грн.

Річна нормативна потреба в паливі [10]:

$$P_{п} = \frac{250 \cdot N_{рм} \cdot n \cdot L}{100}, \text{ л} \quad (3.10)$$

де $N_{рм}$ – кількість автомашин, $N_{рм} = 1$.

n – нормативна витрата дизпалива, л на 100 км. $n = 30 \text{ л/100 км.}$

L - пробіг автомашини за добу, $L = 110$ км.

Виконаємо розрахунки за (3.10):

$$P_{\Pi} = 250 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 110 / 100 = 8250 \text{ л.}$$

Вартість дизельного пального встановимо за формулою [15]:

$$З_{\Pi} = P_{\Pi} C_{\Pi}, \quad (3.11)$$

де C_{Π} – ринкова вартість літру дизпалива, $C_{\Pi} = 30$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.14):

$$З_{\Pi} = 30 \cdot 8250 = 247500 \text{ грн.}$$

Додатково потрібно врахувати наступні витрати [15]:

- на сервісно-гаражні потреби - 7% від $З_{\Pi}$:

$$З_{\Gamma\Pi} = 0,07 \cdot 247500 = 17325 \text{ грн;}$$

- на мастила - 30% від $З_{\Pi}$:

$$З_{\text{мм}} = 0,3 \cdot 247500 = 74250 \text{ грн;}$$

- витрати на експлуатаційні матеріали - 1% від Z_{Π} :

$$Z_{\text{ем}} = 0,01 \cdot 247500 = 2475 \text{ грн.}$$

Разом на дизпаливо і мастильні матеріали потрібно:

$$E_{\text{зп}} = 247500 + 17325 + 74250 + 2475 = 341550 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автомашин розраховується за виразом [15]:

$$E_{\text{рем}} = P_{\Pi} \cdot 1,8. \quad (3.12)$$

Виконаємо розрахунки за (3.12):

$$E_{\text{рем}} = 8250 \cdot 2,3 = 18975 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну шин встановлюються відповідно до кількості комплектів на рік:

$$K_{\text{ш}} = \frac{L_{\text{річ}}}{L_{\text{норм}}}, \quad (3.13)$$

де $K_{\text{ш}}$ - потрібна кількість комплектів шин;

$L_{\text{річ}}$ - пробіг автомашини за рік, км; $L_{\text{річ}} = 27500$ км;

$L_{\text{норм}}$ - нормативний пробіг автомашини до заміни комплекту шин.

$L_{\text{норм}} = 60\,000$ км.

За (3.16) необхідно:

$K_{\text{ш}} = 27500/60000 = 0,5 = 1$ комплекти на два роки.

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [15]:

$$E_{\text{ш}} = K_{\text{ш}} C_{\text{кш}}, \quad (3.14)$$

де $C_{\text{кш}}$ - ціна комплекту шин. $C_{\text{к}} = 90000$ грн.

Виконаємо розрахунки за (3.14):

$E_{\text{ш}} = 0,5 \cdot 90000 = 45000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$E_{\text{авт}} = 341550 + 18975 + 45000 = 405525$ грн.

Нормою амортизаційних відчислень на остаточну вартість автомашини є показник - 40% на рік. Рівень амортизаційних відчислень за рік за розрахунками складе:

$$E_{\text{аморт}} = 3000000 \cdot 0,4 = 1200000 \text{ грн.}$$

Загальні проєктні витрати при організації доставки автотранспортом гранульованого пеку відповідно до (3.5), складають:

$$\begin{aligned} E_{\text{прв}} &= 342682,79 + 75390,21 + 116512,15 + 405525 + 1200000 = \\ &= 2140110,15 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Капітальні вкладення на придбання б/в автомобіля тягача MAN вантажопідйомністю 20 тон з напівпричепом становить 3 млн гривень.

Річний ефект визначається за формулою [15]:

$$E_{\phi} = E_{\text{бв}} - E_{\text{прв}}. \quad (3.15)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.15):

$$E_{\phi} = 5707133,26 - 2140110,15 = 3567023,11 \text{ грн.}$$

Термін окупності капвитрат на придбання автомобіля MAN в/п 20 тон встановлюємо за виразом [15]:

$$t_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{авт}}}{E_{\phi}}, \quad (3.16)$$

де $K_{\text{авт}}$ - капітальні витрати на автомобіль MAN, грн.

$$K_{\text{авт}} = 3 \text{ млн грн.}$$

Розрахуємо за формулою (3.16):

$$t_{\text{ок}} = 3000000 / 3567023,11 = 0,84 \text{ року.}$$

Визначимо чисту поточну вартість проєкту за формулою [15]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_{\Pi_t}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_{\Pi_t}}{(1+i)^t}, \quad (3.16)$$

де B_{Π_t} - річні вигоди від придбання та використання автомобіля на t -й рік, грн;

C_{Π_t} – капітальні витрати на реалізацію проєкту у t -му році, грн;

i - ставка дисконту (0,15 ... 0,25);

n - термін життя проєкту, п'ять років.

Показники NPV проєктного рішення за виразом (3.16) наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Поточна вартість проєкту

Капвитрати на придбання автомобіля	Вигоди за роками	Коефіцієнт дисконту	NPV
3000000	3567023,11	1	567023,11
	3567023,11	0,87	3103310
	3567023,11	0,76	2710938
	3567023,11	0,66	2354235
	3567023,11	0,57	2033203
			10768709,11

Данні економічних розрахунків наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	База	Проєкт
1	Використання промислового залізничного транспорту, грн	954520	-
2	Залізничний тариф, грн	4617120,96	-
3	Плата за користування вагонами, грн	135492,3	-

Кінець таблиці 3.2

№ з/п	Показники	База	Проект
4	Вартість експлуатації автотранспорту, грн	-	405525
5	Заробітна плата водія, грн	-	342682,79
6	Соціальне страхування, грн	-	75390,21
7	Накладні витрати, грн	-	116512,15
8	Амортизаційні відрахування, грн	-	1200000
9	Річні експлуатаційні витрати, грн	5707133,26	2140110,15
10	Економія експлуатаційних витрат, грн	-	3567023,11
11	Термін окупності, років	-	0,8
12	Чиста поточна вартість проекту, грн.	-	10768709,11

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В виконуються дослідження з метою удосконалення технології доставки гранульованого пеку ПАТ «Запоріжжкокс».

В проекті розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника під час збору даних для дипломної роботи та проводяться заходи по їх усуненню.

Опис продукції. Пек – продукт сухої перегонки кам'яновугольної смоли, деревини, торфу. Пек широко застосовується у народному господарстві для виготовлення асфальту, рубероїду, лаків, фарб, сажі та іншого. З цього бачимо, що пек сам по собі є достатньо небезпечним продуктом.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Вході виконання дослідження, пов'язаного з перевезенням пеку виявлені наступні потенційні небезпеки:

- при навантаженні пеку, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника особливо в світлу пору та в жарку погоду. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також явлення загального отруєння (нудота, блювота);

- при накопичуванні та при зберіганні пеку на відкритих майданчиках, можливі ураження дихальних шляхів з-за того що пековий пил і пари отруйні;

-при навантаженні пеку у big-bag, можливе їх пошкодження. Це призведе до розсипу пеку. В закритих приміщеннях можливо розсип пеку. Це приводить до отруєння робітників;

-при перевезенні пеку навалом, є можливість його розм'якшення при температурі від 37оС до 80оС (в залежності від сорту) та зпінання. При охолодженні створюється маса, яка важко розколюється. При розколюванні пеку виникає велика кількість пилу, що приводить до захворювання робітників;

-при транспортній переробці пеку, можливо забруднення стічних вод, що призводить до отруєння води та екологічному порушенню природного балансу;

-при перевантаженні пеку на транспорт навалом при швидкості повітря більш 3 м/сек пек може оказувати фотодинамічний вплив (дія на шкіру) на людину, яка знаходиться майже на відстані до 25 м від місця виробництва перевантаження;

-ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів порталних кранів, що призводить до електричної травми людини або пожежі;

-наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером;

-недостатнє освітлення на накопичувальних майданчиків може призвести до погіршення якості повітря з-за невірної навантаження-розвантаження пеку;

-в холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань та отримання лікарняного. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

-при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

Були розроблені відповідні заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, безпеку в надзвичайних ситуаціях, які представлені на аркушах презентації [16,17].

ВИСНОВКИ

Підприємством «Запоріжжкокс» у 2019 році було створено нову лінію з виробництва гранпеку та з 2020 року розпочато відвантаження цієї продукції залізничним транспортом до Запорізького річкового порту із подальшим транспортуванням річковим транспортом кінцевим споживачам.

В магістерській роботі був виконаний статистичний аналіз параметрів функціонування існуючої системи доставки пеку та запропоновано використання автомобільного транспорту замість залізничного.

Розроблено імітаційну модель, завдяки якій є можливість виконувати дослідження транспортних процесів зі зміною параметрів їх протікання.

З аналізу результатів моделювання встановлено:

- для забезпечення перевезень у обсязі 49000 тонн на рік достатньо одного автомобіля вантажопідйомністю 18 тонн;
- тривалість знаходження вантажного місця у системі – у середньому 38, а максимально - до 65 годин відповідає існуючим умовам та розмірам складу зберігання готової продукції;
- необхідно виконати економічні розрахунки для встановлення доцільності використання автомобільного транспорту.

На основі отриманих результатів виконано економічні розрахунки та визначено найбільш ефективний варіант роботи – використання автомобільного транспорту замість залізничного.

Економічний ефект на рік становить понад 3,57 млн грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єдиний технологічний процес роботи під'їзної колії ВАТ „Запорожжкокс” та станції примикання Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці. - м. Дніпропетровськ, 2006 р.
2. «Индустриальное Запорожье». Интернет издание [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя, 2021. – Режим доступу: <http://iz.com.ua/zaporoje/zaporozhkoks-vvel-v-ekspluatatsiyu-novuyu-liniyu-granulyatsii-peka> (дата звернення 12.10.2021р.) - «Запорожжкокс» ввел в експлуатацію нову лінію грануляції пека».
3. Офіційний сайт ПрАТ «Запоріжжкокс» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПрАТ «Запоріжжкокс», 2021. – Режим доступу: <https://zaporozhcoke.com/produkcija-uk/pek-kamennougolnyj-jelektrodnyj/> (дата звернення 12.10.2021р.) – «Пек кам'яновугільний електродний».
4. Річкова інформаційна служба України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Річкова інформаційна служба, 2021. – Режим доступу: <https://ukrris.com.ua/hydraulics/ports/item.php?ID=571> (дата звернення 12.10.2021р.) – Річкова інформаційна служба України: «Запорізький річковий порт».
5. Офіційний сайт ПрАТ «Запоріжжкокс» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПрАТ «Запоріжжкокс», 2021. – Режим доступу: <https://zaporozhcoke.com/novini/zaporizhkoks-osvoiv-postavky-produktsii-richkovym-transportom/> (дата звернення 14.10.2021р.) – «Запоріжжкокс» освоїв поставки продукції річковим транспортом».
6. Технологічний процес роботи станції Порт Велике Запоріжжя Придніпровської залізниці. - м. Запоріжжя, 2020 р. – 156 с.

7. Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лашених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
8. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
9. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
10. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
11. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
12. Яловой, Ю.Г. Организация перевозок на промышленном транспорте / Ю.Г. Яловой, А.М. Котляров. – Минск: Высшейша шк., 1982 – 264 с.
13. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 с.
14. 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.
15. 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.

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

17. 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).