

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

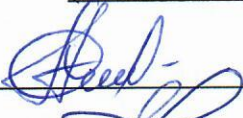
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В УМОВАХ СТАНЦІЙ «СХІДНА» ТА
«ПІВДЕННА» ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

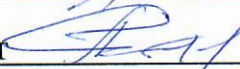
Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-810м

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

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

 Олександр СІЛІН
(прізвище та ініціали)

 Сергій ТУРПАК
(прізвище та ініціали)

 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

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

Сіліна Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності системи обслуговування транспортних потоків в умовах станцій «Східна» та «Південна» ПАТ «Запоріжсталь»

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

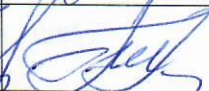
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) ГРА станцій Східна та Південна, генеральний план підприємства, існуючі інтенсивності руху поїздів,

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Дослідження процесів формування поїздопотоків на станції Східна. 2.2 Дослідження інтенсивності вантажопотоків. 2.3 Розробка моделі огляду составів поїздів. 2.4 Моделювання процесу огляду составів поїздів. 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)

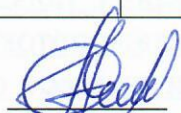
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Турпак С.М., зав. каф.		
Основна частина	Турпак С.М., зав. каф.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І.,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

Олександр СІЛІН
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Сергій ТУРПАК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 70 с., 30 рис., 10 табл., 13 джерел.

ВАГОН, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ЛОКОМОТИВ, ОГЛЯД ВАГОНІВ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК

Об'єкт дослідження – система технічного обслуговування транспортних станцій «Східна» та «Південна» ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – визначення найбільш ефективної технології організації технічного огляду вагонів.

Методи дослідження – аналітичний, імітаційне моделювання, графо-аналітичного аналізу.

В магістерській роботі розглянуто систему обслуговування транспортних потоків в умовах станцій «Східна» та «Південна» ПАТ «Запоріжсталь» та проаналізовано виконання технічного огляду вагонів за різними варіантами. Була розроблена імітаційна модель обслуговування транспортних потоків, визначено найбільш ефективний варіант організації робіт. Виконано техніко-економічні розрахунки обґрунтовують доцільність запропонованих рішень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Характеристика системи обслуговування транспортних потоків в умовах станцій Східна та Південна ПАТ «Запоріжсталь»	8
1.2 Організація транспортного обслуговування зони ремонту вагонів на станції Східна	18
1.3 Організація технічного огляду составів	21
1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження ..	22
2 Основна частина	24
2.1 Дослідження процесів формування поїздопотоків на станції Східна	24
2.2 Дослідження інтенсивності вантажопотоків	27
2.3 Розробка моделі огляду составів поїздів	36
2.4 Моделювання процесу огляду составів поїздів.....	50
3 Економічна частина	55
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту	56
3.2 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 1	58
3.3 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 2	59
3.4 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 3	60
3.5 Розрахунок економічної ефективності проєктних рішень	62

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	65
4.1 Аналіз потенційних небезпек	65
Висновки	67
Перелік посилань	69

ВСТУП

Запоріжсталь є підприємством, яке безупинно розвивається та удосконалюється [1]. За останні роки відбулось формування нового підходу до питань організації праці та дисципліни на виробництві.

Транспортні підрозділи на цьому підприємстві завжди були серед найкращих. Так, Управління залізничного транспорту має власно створену та сучасну систему диспетчерського контролю.

Переважна кількість інформації щодо залізничних перевезень передається не в паперовому, а електронному вигляді.

Все більше уваги приділяється сферам діяльності, які раніше вважались не такими суттєвими. Важливою є кожна ланка в загальному ланцюгу руху матеріального потоку.

Одним з важливих факторів, який забезпечує ефективне функціонування транспорту, є високоефективна організація технічного огляду составів поїздів.

Тож, в даній магістерській роботі розглядається питання обслуговування транспортних потоків в умовах станцій Східна та Південна ПАТ «Запоріжсталь».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика системи обслуговування транспортних потоків в умовах станцій Східна та Південна ПАТ «Запоріжсталь»

В магістерській роботі розглядається система технічного обслуговування транспортних потоків, а саме – організація роботи оглядачів вагонів.

На станціях Східна та Південна для виконання цих робіт створені пункти технічного огляду [2]. Оскільки станція Східна є вхідною станцією підприємства, більшість поїздів оглядаються саме тут, але частина поїздів, які надходять зі станції Запоріжжя-Ліве (далі по тексту – Зап.-Ліве), проходять через неї транзитом та оглядаються на станції Південна. Оглядачі вагонів, окрім технічного огляду, також виконують операції з випробування автогальм.

У таблиці 1.1 наведений порядок випробування автогальм на станції Східна [3].

Таблиця 1.1 - Порядок випробування автогальм на станції Східна

Напрямок (перегін)	Вид випробування	Відповідальна особа	Відомості про довідках
Східна - Зап.-Ліве парк «А»	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Зап.-Ліве парк «А» - Східна	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Східна - Зап.-Ліве парк «Б»	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45

Продовження таблиці 2.1

Напрямок (перегін)	Вид випробування	Відповідальна особа	Відомості про довідках
Зап.-Ліве парк «Б» - Східна	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Східна - Південна	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Південна - Східна	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Східна - Силікатна	не здійснюється	-	не видається
Силікатна - Східна	не здійснюється	-	не видається
Східна - Гранбасейн	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ - 45
Гранбасейн - Східна	повне	пом. маш. тепловозу	Видається довідка ВУ - 45
Східна - Шихта	не здійснюється	-	не видається
Шихта - Східна	не здійснюється	-	не видається
Східна - Підбіркова	повне	оглядачі вагонів або помічник машиніста тепловоза	Видається довідка ВУ – 45

Кінець таблиці 2.1

Напрямок (перегін)	Вид випробування	Відповідальна особа	Відомості про довідках
Підбіркова- Східна	повне	оглядачі вагонів або помічник машиніста тепловоза	Видається довідка ВУ – 45
Східна – Вугільна	повне	оглядачі вагонів	Видається довідка ВУ – 45
Вугільна – Східна	повне	пом. маш. тепловозу	Видається довідка ВУ – 45
Східна – Мартени	не здійснюється	-	не видається
Східна – Сортувальна			

У разі виконання операцій з випробування автогальм вагонів помічниками машиніста тепловозу, вони повинні пройти спеціальні навчальні курси та мати відповідний документ.

Відомості щодо необхідної кількості гальм в поїздах, наведені у таблиці 1.2 [3].

Таблиця 1.2 - Відомість тягових плечей і необхідної кількості гальм

Ділянка обслу- гову- вання	Серія локо- мо- тиву	Ке- рів- ний ухил, ‰	Дов- жи- на пере- гону, км	Вагова норма поїзду, т		Норм. авт. гальм на 100 т ваги поїз- ду, т	Встановлена довжина поїздів у вагонах		Нор- ма вкл. гальм, %
				не- пар.	парн.		не- пар.	парн.	
Східна - Зап. - Ліве парк «А»	ТЕМ	+6,2	1,8	-	4615	33	56пв 60хп	-	100%
Зап. - Ліве парк «А» - Східна	ТЕМ	3,4	1,8	5320	-	33	-	56пв 60хп	100%
Східна - Зап. - Ліве парк «Б»	ТЕМ	6,6	2,4	-	2246	33	25	-	100%
	ТГМ				2138	33	25	-	
Зап. - Ліве парк «Б» - Східна	ТЕМ	2,8	2,4	3753	-	33	-	43	100%
	ТГМ			3753		33	-	43	

Продовження таблиці 2.2

Ділянка обслу- гову- вання	Серія локо- мо- тиву	Ке- рів- ний ухил, ‰	Дов- жи- на пере- гону, км	Вагова норма поїзду, т		Норм. авт. гальм на 100 т ваги поїз- ду, т	Встановлена довжина поїздів у вагонах		Нор- ма вкл. гальм, %
				не- пар.	парн.		не- пар.	парн.	
Східна - Півден- на	ТЕМ	-5,7	3,1	5320	-	33	-	56пв 60хп	100%
	ТГМ			4664		33	-	56	
Півден- на - Східна	ТЕМ	9,1	3,1	-	2712	33	56пв 60хп	-	100%
	ТГМ				2572	33	56	-	
Східна - Силі- катна	ТЕМ	8,2	1,5	-	1898	33	-	22	-
	ТГМ			-	1806	33	-	22	
Силі- катна- Східна	ТЕМ	7,7	1,5	1990	-	33	23	-	-
	ТГМ			1898	-	33	23	-	
Східна - Гран- басейн	ТЕМ	10,8	3,8	-	1 855	33	21	-	100%
	ТГМ			-	2771	33	21	-	
Гран- басейн- Східна	ТЕМ	-5,5	3,8	2024	-	33	-	23	100%
	ТГМ			2024	-	33	-	23	

Кінець таблиці 2.2

Ділянка обслу- гову- вання	Серія локо- мо- тиву	Ке- рів- ний ухил, ‰	Дов- жи- на пере- гону, км	Вагова норма поїзду, т		Норм. авт. гальм на 100 т ваги поїз- ду, т	Встановлена довжина поїздів у вагонах		Нор- ма вкл. гальм, %
				не- пар.	парн.		не- пар.	парн.	
Східна - Шихта	ТЕМ	6,4	1,6	-	2024	33	23	-	-
	ТГМ			-	2024	33	23	-	
Шіхта- Східна	ТЕМ	1,5	1,6	2024	-	33	-	23	-
	ТГМ			2024	-	33	-	23	
Східна - Підбір- кова	ТЕМ	4,8	1,7	2728	-	33	-	35	100%
	ТГМ			2250	-	33	-	35	
Підбір- кова - Східна	ТЕМ	2,3	1,7	-	2728	33	35	-	100%
	ТГМ			-	2250	33	35	-	

Для випробування автогальм на підприємстві розроблена стандартна операційна процедура, її складові показані у таблиці 1.3 [3,4].

Таблиця 1.3 – Стандартна операційна процедура випробування автогальм

№ з/п	Дія	Тривалість	Очікуваний результат	Ключові моменти
1	Огляд поїзду	До 1 хвилини на вагон	Виявлення технічно несправних вагонів	Огляд вагонів двома оглядачами вагонів з обох боків
2	З'єднання гальмівних рукавів і відкриття кінцевих кранів	13 с	Переконавання у цілісності гальмівної магістралі (вільне проходження стислого повітря)	Заміна зношених ущільнюючих кілець
3	Закриття кінцевого крану вагону у хвості поїзду	5 с	Переконавання у щільності закриття	Закриття кінцевого крану
4	З'єднання тепловозу з составом вагонів та подача стислого повітря у гальмівну магістраль	15 с	Відсутність витоку повітря	З'єднання гальмівних рукавів здійснює помічник машиніста під контролем машиніста тепловозу

Продовження таблиці 1.3

№ з/п	Дія	Тривалість	Очікуваний результат	Ключові моменти
5	Рух одного з оглядачів вагонів до хвостового вагону та перевірка цілісності гальмівної магістралі щодо витоку стислого повітря	12-20 хв.	Відсутність витоку стислого повітря	Виявлення витоку стислого повітря на слух
6	Перевірка проходження стислого повітря по магістральному трубопроводу шляхом відкриття кінцевого крану хвостового вагону	15 с	Вихід стислого повітря з гальмівного рукава	Перед відкриванням кінцевого крану притиснути голівку гальмівного рукава до нозі. Перевірка витоку повітря на протязі 5-7 с.
7	Прохід до кабіни тепловозу для перевірки щільності гальмівної магістралі оглядачем вагонів, який знаходиться у голові поїзду	30 с	Відповідні показники приладів	Безпечний підйом та спуск з локомотиву

8	Перевірка щільності гальмівної магістралі	15-20 хв.	Щільність гальмівної магістралі	Можливе зниження тиску в гальмівній магістралі
9	Гальмування	2-3 хв.	Спрацьовування гальм	-
10	Перевірка спрацьовування гальм в двох хвостових вагонах	40 с	Вихід штоків гальмівних циліндрів та прилягання гальмівних колодок до коліс	Візуальний огляд. У разі не спрацювання гальм здійснюється заміна вагонів на справні
11	Списування номеру хвостового вагону в поїзді	30 с	Отримання інформації - номеру вагону	Виконати запис номеру для формування довідки ВУ-45
12	Рух оглядачів вагонів назустріч один одному з оглядом спрацювання гальм в усіх вагонах складу поїзду	7-12 хв.	Спрацювання автогальм в усіх вагонах	Візуальний огляд в процесі руху
13	Зустріч оглядачів та обмін інформацією щодо номерів хвостових вагонів	3 хв.	Передачі інформації про номери вагонів	Формування даних довідки ВУ-45

Продовження таблиці 1.3

№ з/п	Дія	Тривалість	Очікуваний результат	Ключові моменти
14	Подавання ручного сигналу машиністу тепловозу на відпускання гальм	10 с	Підтвердження машиністом отримання ручного сигналу шляхом подавання двох коротких гудків тепловозу	В нічний час доби ручний сигнал подається ліхтарем
15	Перевірка посадки штоку гальмівного циліндру та відходження гальмівних колодок від коліс вагону, біля якого відбулась зустріч оглядачів составу	1-2 хв.	Відпускання гальм	Візуальне переконання
16	Рух оглядачів вагонів у протилежних один від одного напрямках вздовж составу вагонів з метою переконання у посадці штоків гальмівних циліндрів в усіх вагонах	7-12 хв.	Посадка штоків гальмівних циліндрів в усіх вагонах	Візуальний огляд в процесі руху вздовж составу поїзду

Кінець таблиці 1.3

№ з/п	Дія	Тривалість	Очікуваний результат	Ключові моменти
17	Проходження до кабіни тепловозу та оформлення довідки ВУ-45	5 хв.	Довідка ВУ-45	Довідка ВУ-45 виписується з використанням копірувального паперу. Копія залишається у оглядача вагонів, оригінал передається машиністу поїзду.
	Разом:	54-79 хв.		

1.2 Організація транспортного обслуговування зони ремонту вагонів на станції Східна

Маневрові роботи у вагонному депо та на механізованому вагоноремонтному пункті (МВРП) проводяться у нічний час за заявкою майстра вагонного депо або особи, що його заміщує, у присутності та під особисту відповідальність старшого оглядача вагонів [4].

Перед подачею (прибиранням) вагонів на ділянках вагонного депо в нічний час складач поїздів зобов'язаний:

- не ближче 5 метрів до гостряків СП №№ 310 зупинити состав;
- узгодити план виробництва маневрів зі старшим оглядачем вагонів.

Старший оглядач вагонів перед наданням дозволу на виробництво маневрів на ділянках вагонного депо в нічний час зобов'язаний:

- отримати ключі від замикаючого пристрою СП №310 у чергового по станції Східна;
- переконатися у відсутності людей і механізмів у зоні маневрів;
- переконатися у відсутності перешкод для руху, наявності габариту, відсутності обладнання, деталей, запчастин на коліях, а також у надійному закріпленні їх на рухомому складі та неможливості випадання при перевезенні;
- переконатися, що рухомий склад закріплений типовими металевими гальмівними башмаками;
- за необхідності виконання маневрових робіт безпосередньо у будівлі вагонного депо - прибрати з рейок відкидні башмаки, спарені гальмівні башмаки, які встановлюються з боку заїзду до будівлі;
- відкрити повністю та закріпити ворота вагонного депо у відкритому положенні на гачки;
- відкрити замикаючий пристрій СП №310.

Перед виконанням маневрових робіт на ділянках вагонного депо складач поїздів зобов'язаний:

- отримати дозвіл від старшого оглядача вагонів на виробництво маневрів;
- переконатися у відсутності людей і механізмів у зоні маневрів;
- переконатися у відсутності перешкод для руху, наявності габаритів, відсутності обладнання, деталей, запчастин на коліях;
- переконатися, що рухомий склад закріплений типовими металевими гальмівними башмаками;
- перевірити надійність закріплення воріт вагонного депо у відкритому положенні.

При осадженні маневрового складу на ділянках вагонного депо складач поїздів зобов'язаний йти збоку колії, попереду составу, що осаджується,

стежити за вільністю колії, наявністю габаритів. Старший оглядач вагонів повинен бути поруч із складачем поїздів.

При прибиранні рухомого складу з вагонного депо складач повинен знаходитися зовні депо, збоку колії, поблизу воріт до повного виходу составу з депо. Старший оглядач вагонів зобов'язаний перебувати у вагонному депо, збоку колії, поблизу фронту ремонту до повного виходу рухомого складу з вагонного депо, та при виявленні недоліків, що загрожують безпеці руху та охороні праці, негайно дати укладачу сигнал на зупинку составу.

Після закінчення маневрової роботи у вагонному депо старший оглядач вагонів зобов'язаний:

- переконатися у правильності закріплення вагонів;
- встановити спарені гальмівні башмаки перед відкидними башмаками з боку заїзду до будівлі, встановити відкидні башмаки, зачинити ворота;
- закрити замикаючий пристрій СП №310, а ключ від нього здати черговому по станції.

При забиранні рухомого складу з колій МВРП у робочий час складач повинен знаходитися збоку колії, у естакади МВРП з боку локомотива до виходу рухомого складу з МВРП. Майстер вагонної служби повинен знаходитися на МВРП, збоку колії, поблизу фронту ремонту до повного виходу рухомого складу з МВРП і при виявленні недоліків, що загрожують безпеці руху та охороні праці дати укладачу сигнал на зупинку составу.

Після закінчення робочої зміни майстер вагонної служби зобов'язаний перевірити та забезпечити безпеку виконання маневрових робіт, наявність габаритів по фронту ремонту, перевірити ходові частини, автозчіпні прилади та інше навісне обладнання на вагонах, прибрати запчастини, механізми, пристосування, очистити колії, прибрати відкидні гальмівні башмаки, відкрити шлагбаум з покажчиком колійного загородження, прибрати червоний щит, встановлений за 5 м перед гостряками СП № 111, прибрати дерев'яні башмаки з-під вагонів, закріпити вагони металевими башмаками,

надати заявку на виконання маневрових робіт у нічний час у вагонному депо та на МВРП старшому оглядачеві вагонів та начальнику зміни УЗТ.

Розчеплені вагони на фронті ремонту повинні розставлятися з відстанню між автозчепленнями не менше 1 метру - при ремонті без викочування візків. При ремонті з викочуванням візків, ця відстань повинна дорівнювати довжині візка з додаванням 2 метрів на проходи (щоб з кожного боку візка або колісної пари були проходи не менше 1 метру). Відстань від крайнього вагону до воріт депо має бути не менше 3 метри.

Розчеплення вагонів составу по фронту ремонту проводиться упорядником у присутності та за вказівкою старшого оглядача вагонів або майстра вагонного депо. Вагони закріплюються гальмівними башмаками з двох сторін упорядником. Гальмові башмаки повинні зберігатися на спеціальних підставках.

Окремі колісні пари і візки вагонів при ремонті закріплюються слюсарями з ремонту вагонів.

1.3 Організація технічного огляду составів

Операції, що виконуються з поїздами після прибуття, розділяються на підготовчі й такі, що виконуються після прибуття поїзду.

До підготовчих операцій включаються переговорні процедури щодо регламентованого нормативними документами руху поїздів, приготування маршруту прийому, повідомлення працівників, які приймають участь у обробці поїзду та їх вихід на колію приймання составу [5,6].

Операції, які виконуються після прибуття поїзду, передбачають технічний і комерційний огляд вагонів, списування та нанесенні крейдової розмітки, перевірку відповідності вагонів составу вантажним документам.

Обробка поїздів та маневрових передач перед відправленням передбачає такі процедури [2]:

- виконання технічного та комерційного огляду вагонів;
- списування складу (за необхідності);
- сортування та відбір необхідних перевізних документів;
- причеплення тепловозу та випробування автогальм (відповідно до ТРА станцій).

Обробка поїздів, що приймаються зі станції Зап.-Ліве та відправляються на неї, здійснюється на станціях Запоріжсталі.

1.4 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

За отриманою на підприємстві інформації можна стверджувати, що питанням обслуговування транспортних потоків, зокрема, виконання технічного огляду составів поїздів бригадами оглядачів вагонів, приділяється важлива роль.

Про це свідчить розробка стандартних операційних процедур для оглядачів вагонів. Але надалі очевидними стають такі проблеми організації даних робіт:

- суттєва залежність тривалості оглядових процедур від випадкових параметрів руху залізничних составів, їх розміру та ін.;
- низький рівень аналізу ситуації із затримкою составів через організацію огляду составів поїздів при використанні традиційних аналітичних методів.

Для усунення цих недоліків пропонується:

- розробити імітаційну модель організації технічного огляду составів, врахувавши всі наявні ресурси та випадковий характер надходження поїздів до системи;
- поставити експерименти з різними параметрами, обумовленими можливими за існуючих умов схемами;
- провести аналіз результатів моделювання та виконати економічні розрахунки для обґрунтування найбільш ефективного проєктного рішення.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Дослідження процесів формування поїздопотоків на станції Східна

За тривалий період роботи станції Східна сформувались певні особливості формування поїздопотоків та їх обробка по прибуттю та з відправлення [7].

На рисунку 2.1 наведено основні напрямки прибуття/відправлення поїздів з умовним розділом по парках станції. ТРА станції не виділяє ці парки, оскільки технологічно, з точки зору організації руху поїздів, в цьому немає потреби. Але з точки зору даного дослідження, такі особливості мають важливе значення для подальшого формування структури імітаційної моделі роботи.

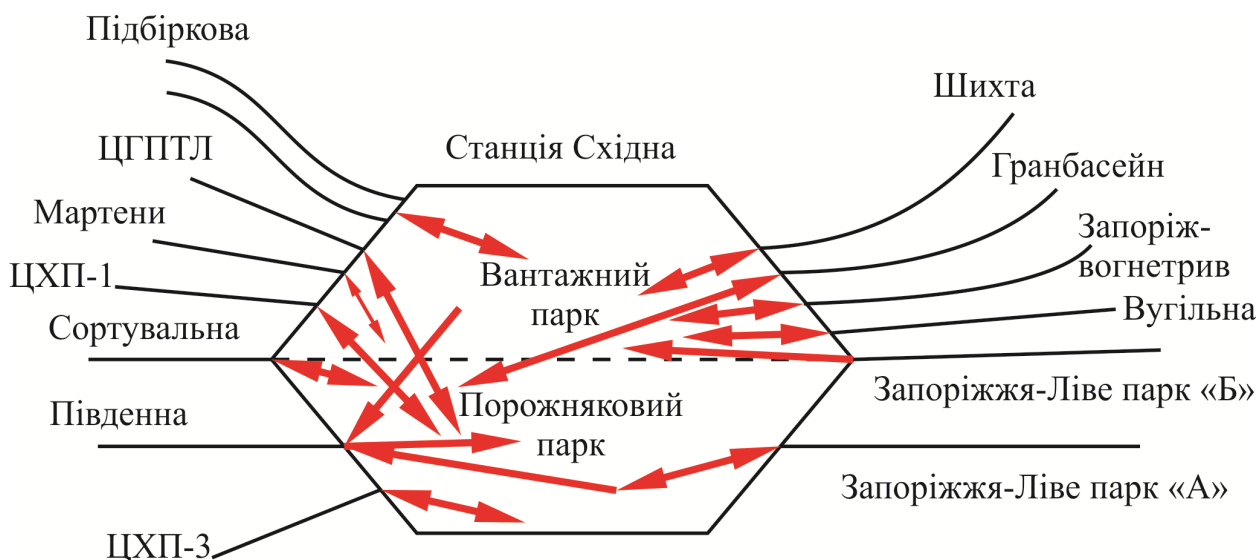


Рисунок 2.1 - Основні напрямки прибуття/відправлення поїздів з умовним розділом по парках станції Східна

Основний вантажопотік прямує через станцію Східна до станції Південна, зазвичай, без зупинки. Але, у випадку відсутності вільних колій на

Південній, маршрутні состави можуть зупинятись на Східній, а якщо термін перебування на останній буде перевищувати 20 хвилин, состав поїзду розділяється для можливості полегшення руху персоналу станції, зокрема, оглядачів вагонів. Такі состави також будуть потребувати технічного огляду перед відправленням.

Основні процеси вивантаження вагонів відбуваються на Південній станції. Там відбувається формування порожніх составів у поїзди, які повертаються до порожнякового парку Східної.

Вагони сортуються в залежності від технічного та комерційного стану, приналежності операторам перевезень, заявок цехів, які відвантажують готову продукцію комбінату.

Надалі партії порожніх вагонів, знов також, після їх огляду оглядачами вагонів, подаються під навантаження.

Процес навантаження достатньо чітко регламентований та контролюється не тільки працівниками виробничих цехів, а й безпосередньо – диспетчерським персоналом Управління залізничного транспорту підприємства.

Вже на цьому прикладі зрозумілим є те, що процеси надходження составів зі станції Запоріжжя-Ліве на станцію Східна є такими, які мають випадковий характер із неможливістю впливу на його показники з боку комбінату Запоріжсталь.

Процеси організації обробки порожніх вагонопотоків по станціях Південна, Східна, в прокатних цехах є більш передбачуваними та керованими.

Простіше кажучи, організація огляду составів оглядачами вагонів є більш плановою та надає можливість врахувати рівень їх зайнятості.

Тож при розробці моделі необхідно врахувати випадковий характер надходження составів зі станції Запоріжжя-Ліве: з парку «А» – до порожнякового парку, та з парку «Б» – до вантажного.

Виділимо три варіанти надходження вимог на огляд вагонів на станціях Східна та Південна:

- надходження вимог з випадковим характером із зовнішньої мережі залізничних шляхів та від інших підприємств промислової площадки;
- повністю контрольований процес формування поїздів по станції Східна;
- частково контрольований процес надходження поїздів з цехів-виробників готової продукції, станцій Підбіркова, Шихта, Гранбасейн, Вугільна.

Таким чином, технологія організації роботи оглядачів вагонів по станції Східна та Південна може бути представлена у наступному вигляді:

- визначення термінових завдань випадкового характеру;
- корегування керованих процесів, що може скоротити тривалість простою вагонів поїзду в очікуванні його огляду через зайнятість оглядачів на попередньо пред'явленому составі (приймаємо середній час зменшення очікування – 15 хвилин);
- планування процесів формування власних поїздів (приймаємо середній час зменшення очікування – 30 хвилин).

Звісно, цей час значною мірою залежить від кваліфікації та досвіду роботи маневрового диспетчера та координованості роботи усієї зміни. Але технологічно такі процеси існують та потребують дослідження та удосконалення.

Наступним етапом необхідно визначити ймовірнісні характеристики поїздопотоків, встановити закони розподілу випадкових параметрів інтервалу часу між послідовними пред'явленнями поїздів до огляду.

Для цього проведемо статистичний аналіз.

2.2 Дослідження інтенсивності вантажопотоків

За отриманими в ході практики даними проведемо аналіз інтенсивності пред'явлення до огляду составів поїздів, які відправляються зі станції Східна до станції Запоріжжя-Ліве (таблиця 2.1).

Наведені дані за період – один календарний місяць (із генеральної сукупності у 271 значення відібрано вибірку з 91 значення).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані інтенсивності пред'явлення до огляду составів призначенням до станції Запоріжжя-Ліве

Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.	Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.
1	5,42	55	11	0,92	39
2	1,83	50	12	3,33	40
3	7	51	13	2,42	41
4	1,58	42	14	2,33	43
5	2,83	31	15	1,5	40
6	0,83	60	16	1,67	50
7	2,58	46	17	4,5	47
8	5,25	41	18	1	47
9	1,25	38	19	2,08	40
10	2,17	40	20	2,08	53

Продовження таблиці 2.1

Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.	Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.
21	1,17	53	40	0,92	44
22	5,33	26	41	0,5	37
23	2,08	46	42	1,58	41
24	1,58	46	43	2,83	38
25	3	52	44	6,58	42
26	2,75	47	45	1,08	39
27	4	46	46	2,58	46
28	2	47	47	1,67	49
29	3,08	60	48	2	34
30	1,25	52	49	2,08	47
31	3,17	38	50	3,17	51
32	5,58	50	51	1,5	51
33	1	57	52	0,5	36
34	0,5	40	53	1,83	53
35	0,5	53	54	4,5	51
36	1,25	50	55	1,42	40
37	1,67	56	56	0,75	40
38	0,67	44	57	2,83	38
39	1,17	41	58	0,67	42

Кінець таблиці 2.1

Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.	Номер спостереження	Інтервал між послідовними спостереженнями, годин	Кількість вагонів, які пред'явлені до огляду, од.
59	2,08	46	76	1,92	38
60	7,75	56	77	2,17	41
61	1,25	40	78	1,08	53
62	4,92	42	79	5,67	56
63	1,83	48	80	2,75	50
64	1	36	81	0,58	41
65	6	50	82	1,67	42
66	2,08	45	83	1,5	42
67	3,17	45	84	1,08	40
68	1,92	54	85	1,92	54
69	3,92	44	86	8,25	41
70	2	42	87	0,5	47
71	0,5	49	88	1,92	42
72	5,08	37	89	0,5	41
73	0,83	44	90	2,67	56
74	5,25	51	91	2,25	53
75	0,5	47	76	1,92	38

Подальший статистичний аналіз виконано за допомогою програми «Statistica» [7,8].

Статистичний ряд інтервалів пред'явлення:

5,42; 1,83; 7; 1,58; 2,83; 0,83; 2,58; 5,25; 1,25; 2,17; 0,92; 3,33; 2,42; 2,33;
1,5; 1,67; 4,5; 1; 2,08; 2,08; 1,17; 5,33; 2,08; 1,58; 3; 2,75; 4; 2; 3,08; 1,25; 3,17;
5,58; 1; 0,5; 0,5; 1,25; 1,67; 0,67; 1,17; 0,92; 0,5; 1,58; 2,83; 6,58; 1,08; 2,58;
1,67; 2; 2,08; 3,17; 1,5; 0,5; 1,83; 4,5; 1,42; 0,75; 2,83; 0,67; 2,08; 7,75; 1,25;
4,92; 1,83; 1; 6; 2,08; 3,17; 1,92; 3,92; 2; 0,5; 5,08; 0,83; 5,25; 0,5; 1,92; 2,17;
1,08; 5,67; 2,75; 0,58; 1,67; 1,5; 1,08; 1,92; 8,25; 0,5; 1,92; 0,5; 2,67; 2,25.

Варіаційний ряд інтервалів пред'явлення:

0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,5; 0,58; 0,67; 0,67; 0,75; 0,83; 0,83; 0,92;
0,92; 1; 1; 1; 1,08; 1,08; 1,08; 1,17; 1,17; 1,25; 1,25; 1,25; 1,25; 1,42; 1,5; 1,5; 1,5;
1,58; 1,58; 1,58; 1,67; 1,67; 1,67; 1,67; 1,83; 1,83; 1,83; 1,92; 1,92; 1,92; 1,92; 2;
2; 2; 2,08; 2,08; 2,08; 2,08; 2,08; 2,08; 2,17; 2,17; 2,25; 2,33; 2,42; 2,58; 2,58;
2,67; 2,75; 2,75; 2,83; 2,83; 2,83; 3; 3,08; 3,17; 3,17; 3,17; 3,33; 3,92; 4; 4,5; 4,5;
4,92; 5,08; 5,25; 5,25; 5,33; 5,42; 5,58; 5,67; 6; 6,58; 7; 7,75; 8,25.

Кількість груп, на які необхідно поділити ряд, визначається за формулою [7]:

$$k=1+3,22\lg(N_{\text{знач}}), \quad (2.1)$$

де $N_{\text{знач}}$ – кількість значень, $N_{\text{знач}} = 91$.

Відповідно до виразу (2.1):

$$k = 1 + 3,22\lg 91 = 8 \text{ груп.}$$

Інтервал групування встановлюється за формулою [6]:

$$I_{ep} = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{k}, \quad (2.2)$$

де $N_{\max}$, $N_{\min}$ – максимум і мінімум ряду.

Відповідно до формули (2.2):

$$I_{ep} = (8,5 - 0,5)/8 = 1.$$

Подальші розрахунки представлені у таблиці 2.2 і на рисунку 2.2.

Таблиця 2.2 – Статистичний аналіз інтервалів пред'явлення

Інтервал	Кількість спостережень	Кількість спостережень з накопиченням	Відсоток спостережень, %	Відсоток спостережень з накопиченням %	Відхилення теоретичного розподілу від емпіричного
1	2	3	4	5	6
до 1,5	32	32	35,16484	35,1648	-10,0942
1,5...2,5	28	60	30,76923	65,9341	11,4218
2,5...3,5	14	74	15,38462	81,3187	3,0415
3,5...4,5	4	78	4,39560	85,7143	-3,2438

Кінець таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
4,5...5,5	6	84	6,59341	92,3077	1,2117
5,5...6,5	3	87	3,29670	95,6044	-0,1651
6,5...7,5	2	89	2,19780	97,8022	-0,0922
понад 7,5	2	91	2,19780	100	-2,0798

З таблиці 2.2 лише по перших двох групах є порівняно незначні відхилення, обумовлені наявністю нормативного мінімального інтервалу передачі составів.

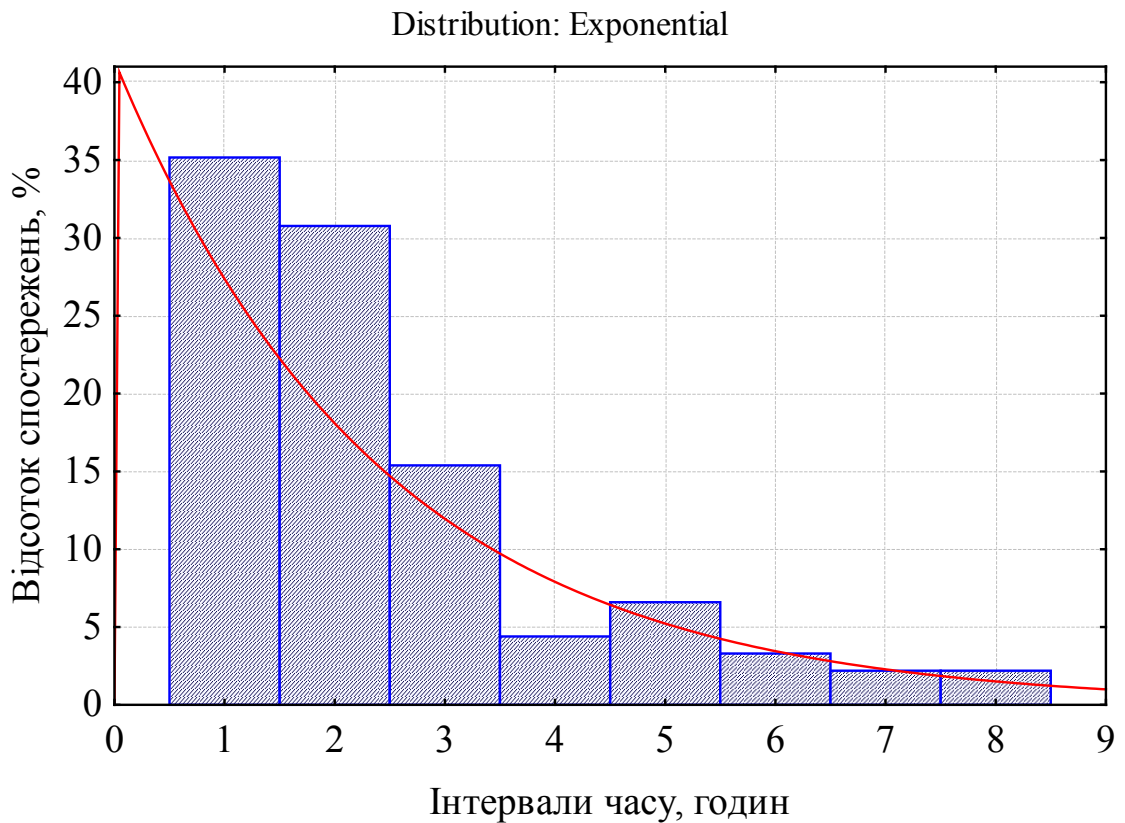


Рисунок 2.2 – Аналіз розподілу випадкової величини пред'явлення составів

З огляду на гістограму та графік рисунку 2.2 - теоретичний експоненціальний розподіл повністю відповідає зібраним вихідним даним.

Для розробки моделі необхідним параметром експоненціального розподілу є математичне очікування, яке дорівнює 2,42 години, або 45 хвилин.

Надалі виконаємо аналіз середнього розміру составів, які відправляються з під'їзної колії [6,7].

Статистичний ряд:

55; 50; 51; 42; 31; 60; 46; 41; 38; 40; 39; 40; 41; 43; 40; 50; 47; 47; 40; 53; 53; 26; 46; 46; 52; 47; 46; 47; 60; 52; 38; 50; 57; 40; 53; 50; 56; 44; 41; 44; 37; 41; 38; 42; 39; 46; 49; 34; 47; 51; 51; 36; 53; 51; 40; 40; 38; 42; 46; 56; 40; 42; 48; 36; 50; 45; 45; 54; 44; 42; 49; 37; 44; 51; 47; 38; 41; 53; 56; 50; 41; 42; 42; 40; 54; 41; 47; 42; 41; 56; 53.

Варіаційний ряд:

26; 31; 34; 36; 36; 37; 37; 38; 38; 38; 38; 38; 39; 39; 40; 40; 40; 40; 40; 40; 40; 40; 41; 41; 41; 41; 41; 41; 41; 41; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 42; 43; 44; 44; 44; 44; 45; 45; 46; 46; 46; 46; 46; 46; 47; 47; 47; 47; 47; 47; 47; 48; 49; 49; 50; 50; 50; 50; 50; 51; 51; 51; 51; 51; 52; 52; 53; 53; 53; 53; 53; 53; 54; 54; 55; 56; 56; 56; 56; 57; 60; 60.

Кількість груп за (2.1): $k = 1 + 3,22 \lg 91 = 8$.

Інтервал групування за (2.2):

$$I_{gp} = (60 - 26) / 8 = 4,25.$$

Отримані результати сформовані у вигляді таблиці 2.3 і показані на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Статистичний аналіз розміру составів

Інтервал	Кількість спостережень	Кількість спостережень з накопиченням	Відсоток спостережень, %	Відсоток спостережень з накопиченням %	Відхилення теоретичного розподілу від емпіричного
до 30,25	1	1	1,09890	1,0989	-0,00231
30,25... 34,5	2	3	2,19780	3,2967	-1,52902
34,5... 38,75	9	12	9,89011	13,1868	-0,82235
38,75... 43	28	40	30,76923	43,9560	9,67312
43... 47,25	19	59	20,87912	64,8352	-3,93115
47,25... 51,5	14	73	15,38462	80,2198	-5,24349
51,5... 55,75	11	84	12,08791	92,3077	0,17025
понад 55,75	7	91	7,69231	100	1,68495

З таблиці 2.3 лише по четвертій групі є порівняно незначне відхилення.

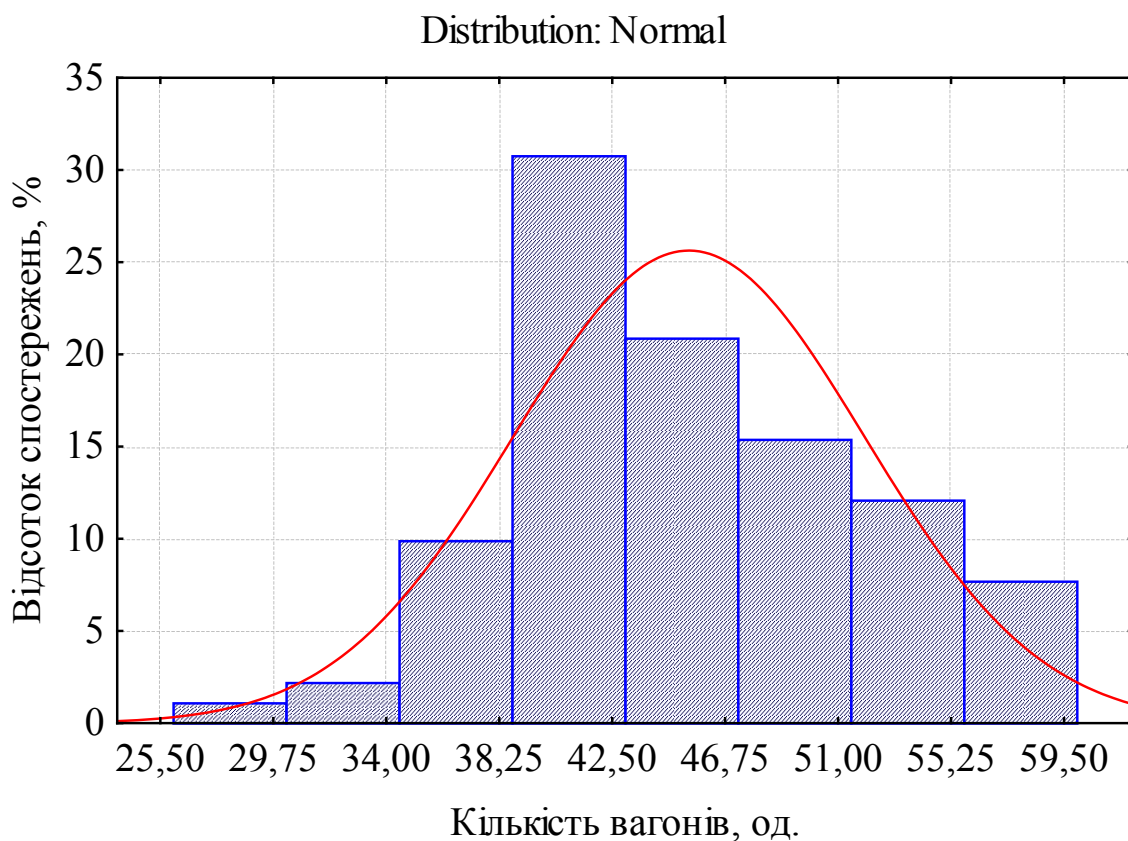


Рисунок 2.3 – Аналіз розподілу випадкової величини кількості вагонів у
составах

Теоретичний нормальний розподіл достатньою мірою відповідає вихідним даним. Середнє значення розміру составу становить 45 вагонів, що свідчить про достатньо повне використання місткості колій станції Східна.

Таким чином, визначено параметри процесу формування поїздів по станції Східна на зовнішню мережу. Аналогічним чином встановлені параметри надходження вимог від інших підприємств промислової площадки (експоненціальний закон розподілу, середній інтервал – 3,2 години), параметри надходження поїздів з цехів-виробників готової продукції, станцій Підбіркова, Шихта, Гранбасейн, Вугільна та відправлення у зворотному напрямку (експоненціальний закон розподілу, середній інтервал – 1,2 години).

Наступним етапом розробимо імітаційну модель у середовищі Енілоджик.

2.3 Розробка моделі огляду составів поїздів

В основу моделі покладена транспортна мережа пересування бригад оглядачів вагонів. Враховуючи вимоги до перетинання колій під прямим кутом та практичне унеможливлення руху через середню частину станції внаслідок постійного зайняття декількох колій вагонами була розроблена наступна технологія.

Поверх масштабної схеми колійного розвитку станції прорисовуються шляхи руху оглядачів вагону. Умовно приймається, що рух здійснюється одразу з обох боків составу, що позначається лінією поверх колії (рисунок 2.4).

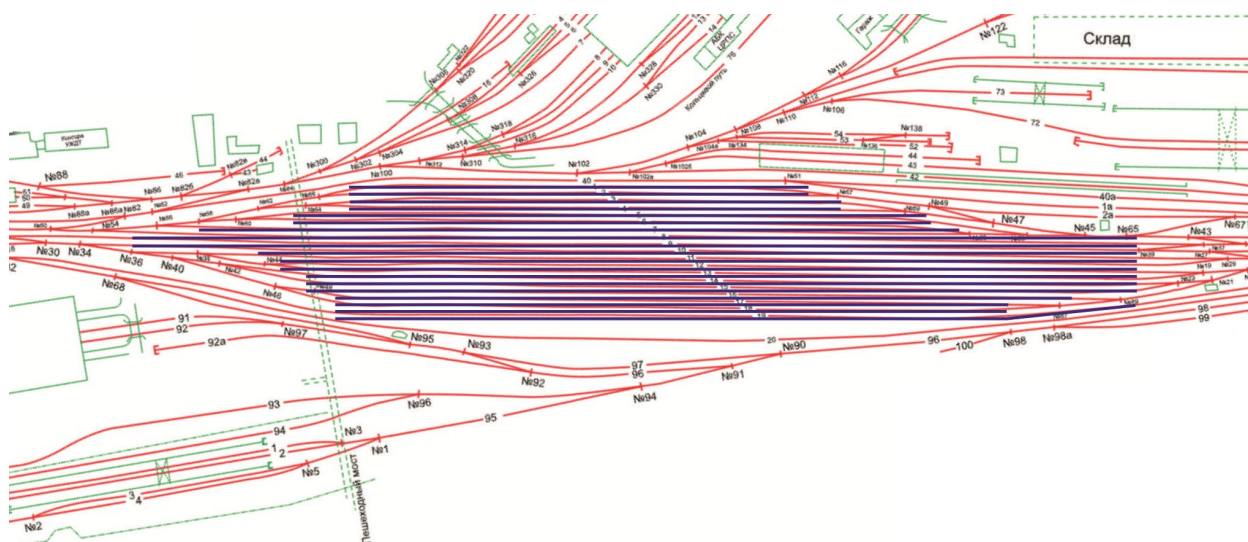


Рисунок 2.4 – Схема шляхів руху оглядачів вагонів

Переносимо отриманий рисунок до програми Енілоджик, де формуємо транспортну мережу (рисунок 2.5).

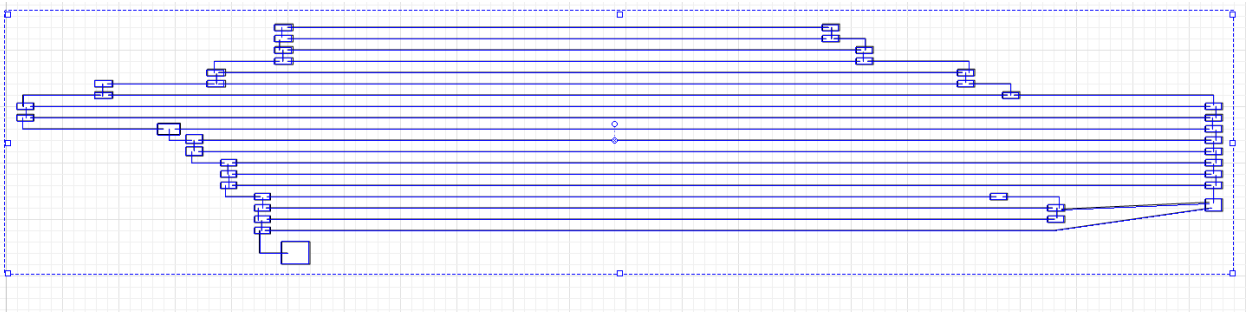


Рисунок 2.5 – Транспортна мережа для імітації руху оглядачів вагонів

Для формування мережі використовуються елементи типу polyline – лінії, по яких здійснюється рух замовлень та ресурсів (рисунок 2.6).

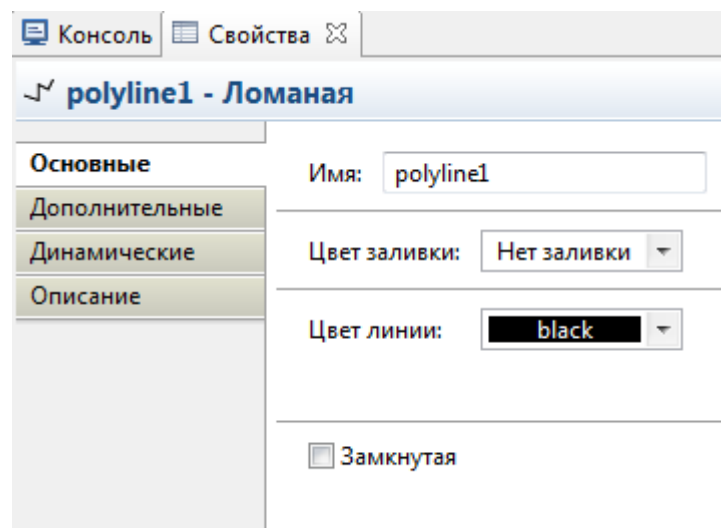


Рисунок 2.6 – Елемент polyline

Нумерація ліній (polyline1, polyline2 ...), які відображають рух по коліях станції відповідає їх нумерації згідно ТРА для зручності подальшої роботи з моделлю.

Перехід з однієї лінії на іншу здійснюється за допомогою елементів типу «прямокутник».

Один з прямокутників (розташований унизу схеми на рисунку 2.5) відображає базове місце розташування ресурсів – бригад оглядачів вагонів.

Всі вищезазначені елементи маршрутної мережі згруповані до об'єкту group для забезпечення програмного керування.

Програма виглядає наступним чином – рисунок 2.7.

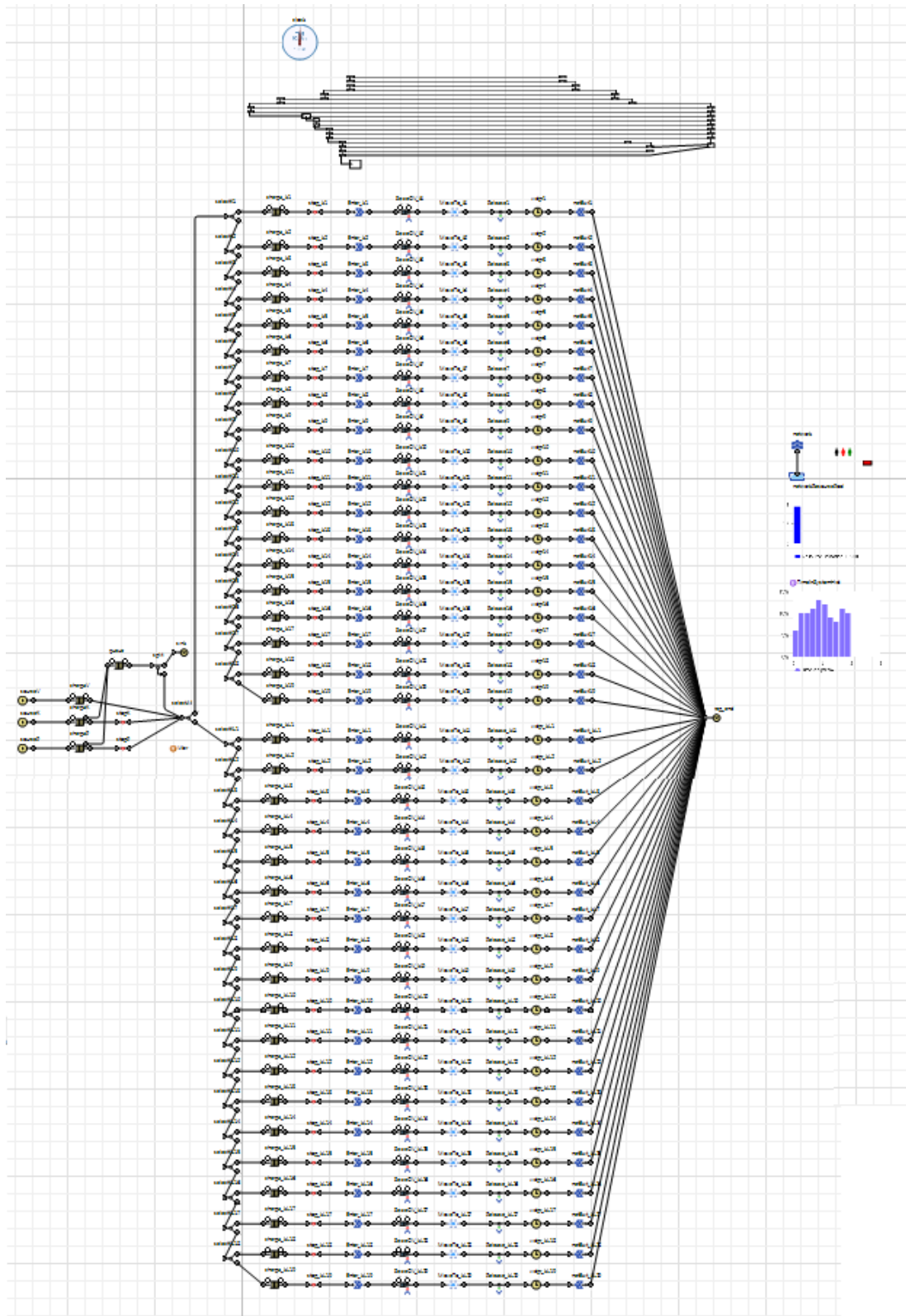


Рисунок 2.7 – Загальний вигляд програми

Блок надходження замовлень на огляд поїздів виглядає наступним чином (рисунок 2.8).

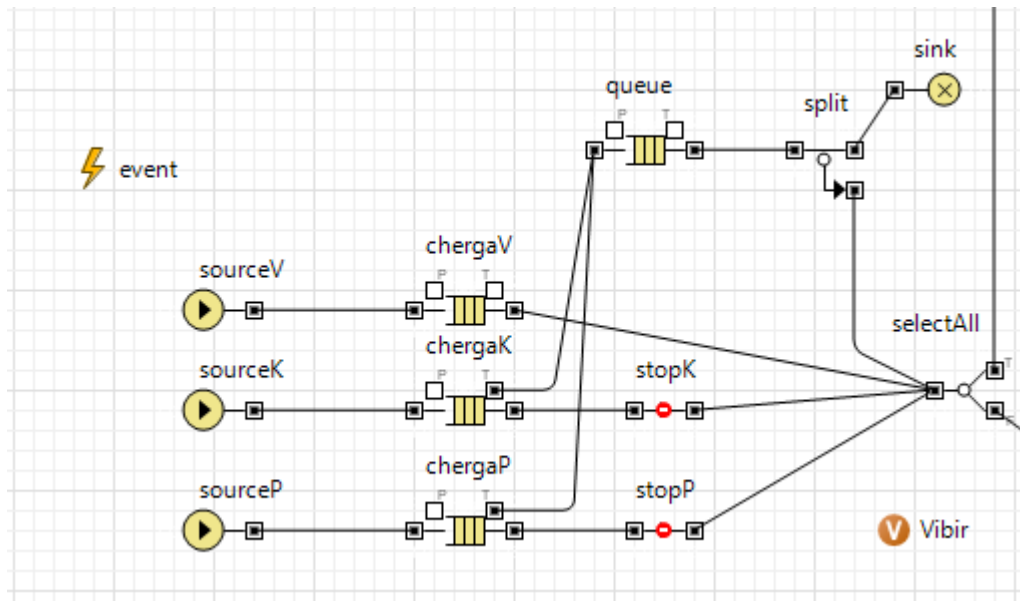


Рисунок 2.8 - Блок надходження замовлень на огляд поїздів

Початковими елементами є наступні. Елемент sourceV генерує замовлення на обслуговування, поява яких практично не контролювана (рисунок 2.9), наприклад поїзди з інших підприємств промислової площадки.

sourceV - Source	
Основные	Имя: sourceV ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне
Параметры	Тип: Source<T extends Entity> Класс заявки: Entity
Статистика	Пакет: om.xj.anylogic.libraries.enterprise
Описание	Заявки прибывают согласно ☐ Интенсивности ☒ Времени между прибытиями Время между прибытиями^D exponential(30,480,0,((3.2*60))) Количество заявок, прибывающих за один раз^D 1 Ограниченное количество прибытий ☐ Новая заявка^D new EntityStats(time()) Действие при выходе^D Фигура анимации заявки^D groupOV Уникальная фигура для каждой заявки ☐ Разрешить вращение ☐

Рисунок 2.9 – Элемент sourceV

Елемент sourceK генерує замовлення на обслуговування, поява яких є контрольованою (рисунок 2.10), наприклад – надходження составів з цехів-виробників готової продукції, станцій Підбіркова, Шихта, Гранбасейн, Вугільна та відправлення у зворотному напрямку.

sourceK - Source

Основные
Параметры
Статистика
Описание

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне

Тип: Класс заявки:

Пакет:

Заявки прибывают согласно ☐ Интенсивности ☒ Времени между прибыти

Время между прибытиями^D

Количество заявок, прибывающих за один раз^D

Ограниченное количество прибытий ☐

Новая заявка^D

Действие при выходе^D

Фигура анимации заявки^D

Уникальная фигура для каждой заявки ☐

Разрешить вращение ☐

Рисунок 2.10 – Елемент sourceK

Елемент sourceP генерує замовлення на обслуговування, поява яких є запланованою (рисунок 2.11), наприклад – формування власних составів на станції.

sourceP - Source

Основные
Параметры
Статистика
Описание

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне

Тип: Класс заявки:

Пакет:

Заявки прибывают согласно ☐ Интенсивности ☒ Времени между прибыти

Время между прибытиями^D

Количество заявок, прибывающих за один раз^D

Ограниченное количество прибытий ☐

Новая заявка^D

Действие при выходе^D

Фигура анимации заявки^D

Уникальная фигура для каждой заявки ☐

Разрешить вращение ☐

Рисунок 2.11 – Елемент sourceP

Після генерації, замовлення потрапляють до черг chergaV, chergaK, chergaP, дві останні дають можливість виходу заявок за таймаутом – 15 та 30 хвилин відповідно (рисунок 2.12).

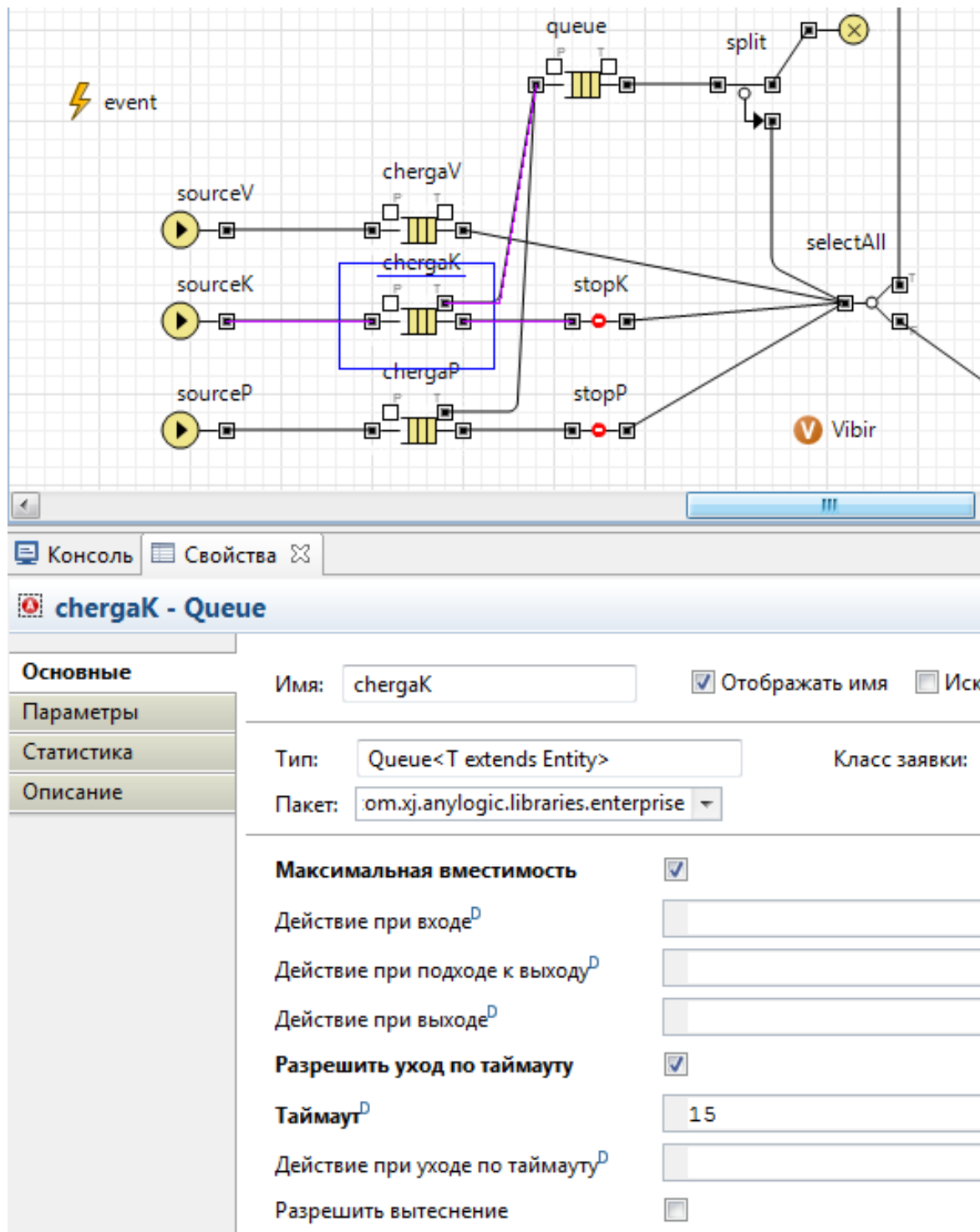


Рисунок 2.12 – Элементы chergaV, chergaK, chergaP

За допомогою функції «таймаут» реалізовано можливість врахування зменшення терміну простою вагонів в очікуванні огляду через використання елементу split. Цей елемент здійснює функцію копіювання – створення нових замовлень при надходженні існуючої. В нашому випадку цей елемент використовується з метою відповідного зменшення початкового часу перебування заявок в системі при обчисленні статистичних характеристик роботи системи (рисунок 2.13).

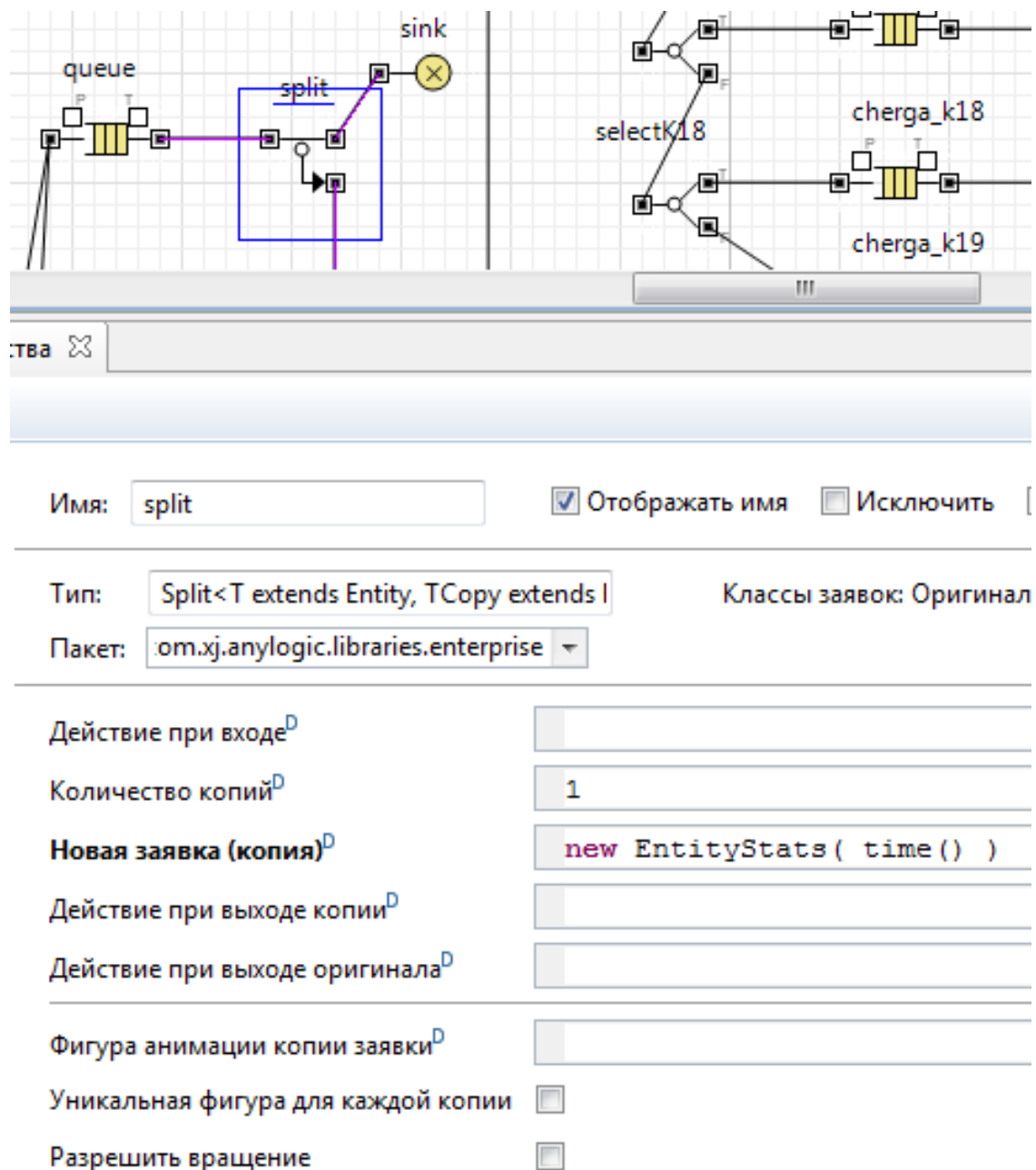


Рисунок 2.13– Элемент split

Якщо головна заявка-оригінал знищується після проходження елементу split, створена копія потрапляє разом з іншими заявками до елементу selectAll, який через зміну значення змінної Vibir розподіляється по двох варіантах організації процесів огляду (рисунок 2.14).

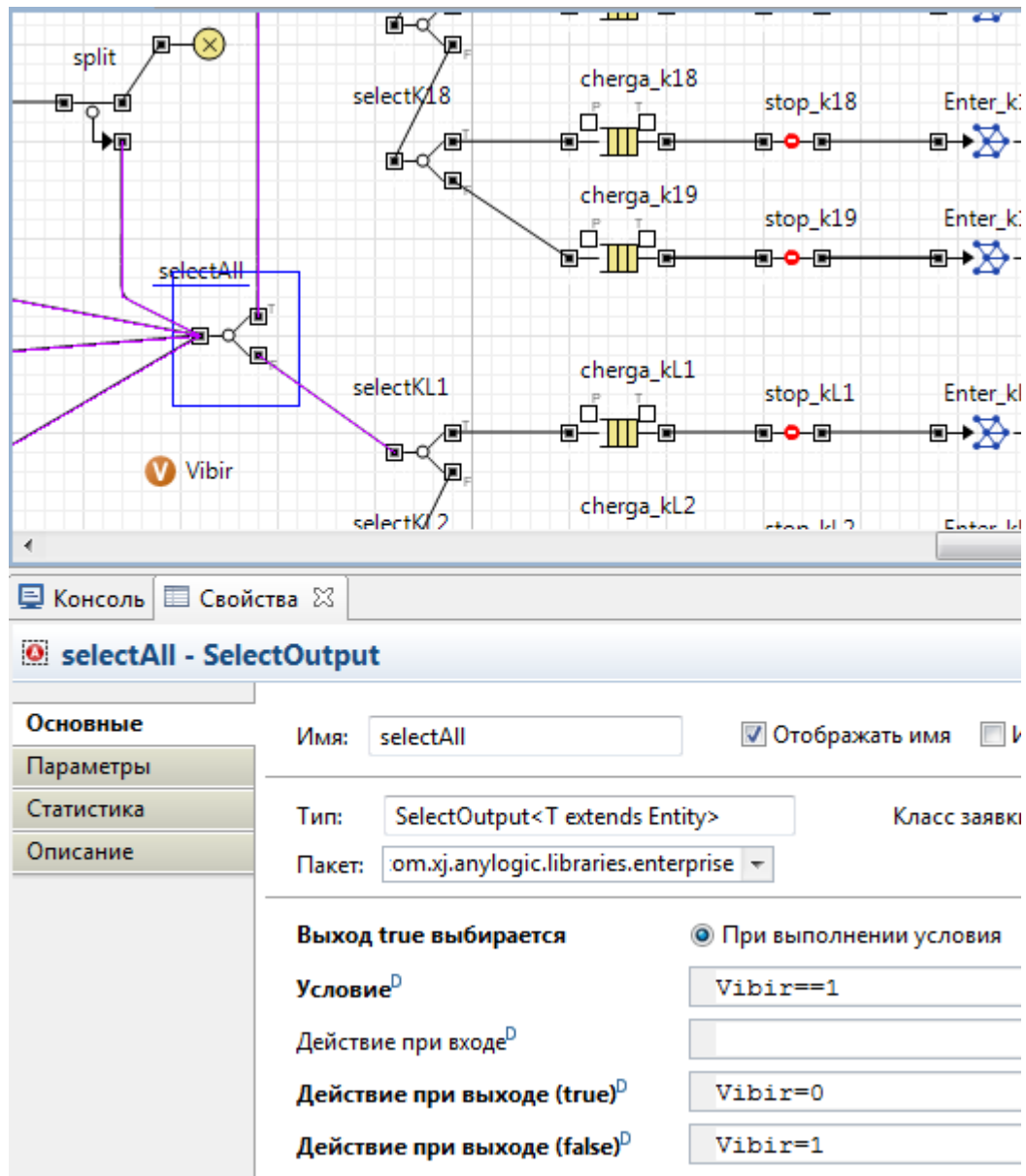


Рисунок 2.14 – Элемент selectAll

Необходимо врахувати, що після огляду вагонів по будь-якій колій, огляд наступного составу буде розпочинатись з протилежного від початкового пункту боку.

Тож, саме для врахування цієї раціональної особливості організації технологічного процесу передбачений елемент selectAll.

Типовий технологічний ланцюг обробки замовлень показаний на рисунку 2.15.

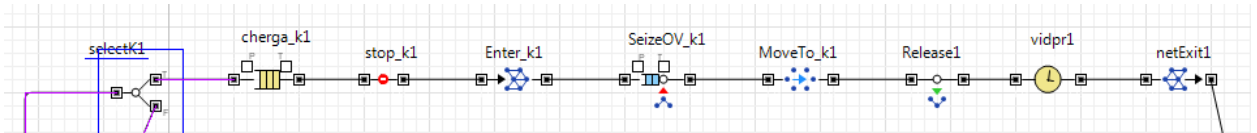


Рисунок 2.15 – Типовий технологічний ланцюг обробки замовлень

Першим елементом цього технологічного ланцюга є елемент вибору типу select (рисунку 2.16).

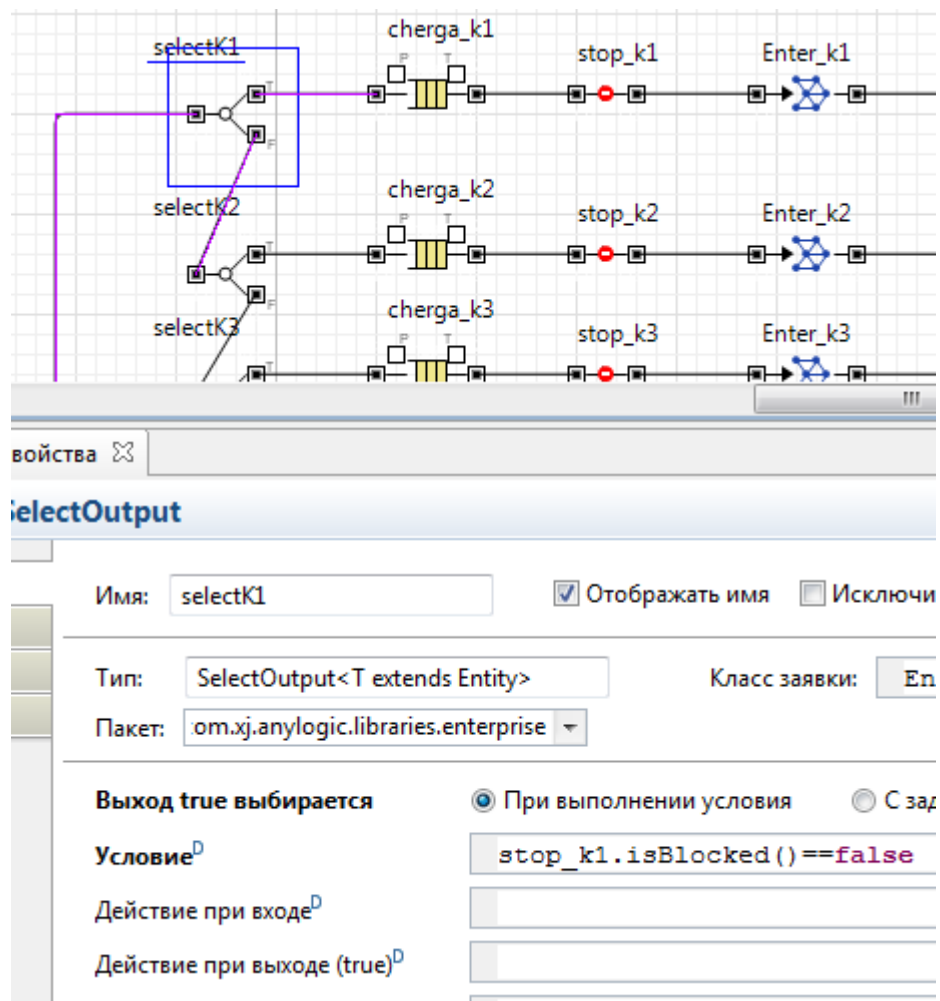


Рисунок 2.16 – Елемент типового технологічного ланцюга selectK1

Цей елемент здійснює розподіл по незайнятим елементам, які імітують станційні колії для огляду поїздів.

У разі зайнятості колії, вхід заявки до неї блокується елементом типу Hold (рисунок 2.17).

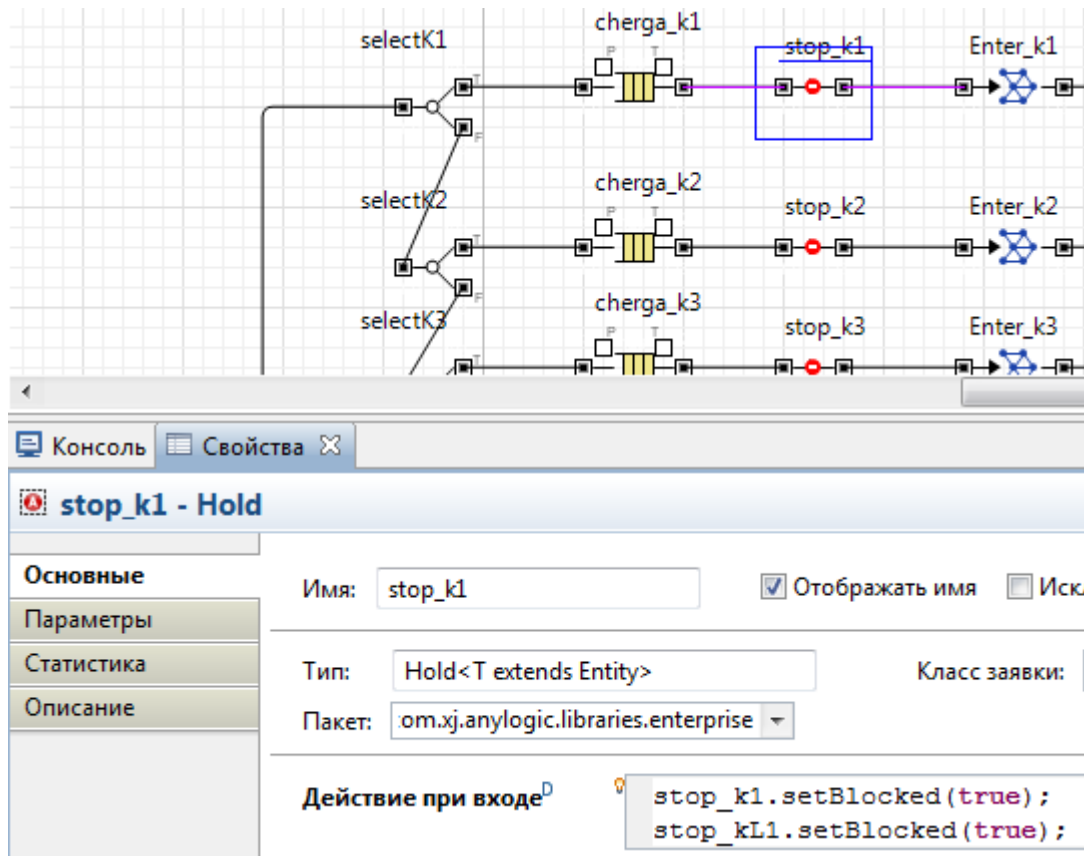


Рисунок 2.17 - Елемент типу Hold

Блокування відбувається одразу при входженні заявки до цього елемента. Крім того блокується можливість подавання заявки з іншого блоку колії.

Наступним елементом є об'єкт типу Enter, який визначає вузол мережі входу замовлення та її швидкість (рисунок 2.18).

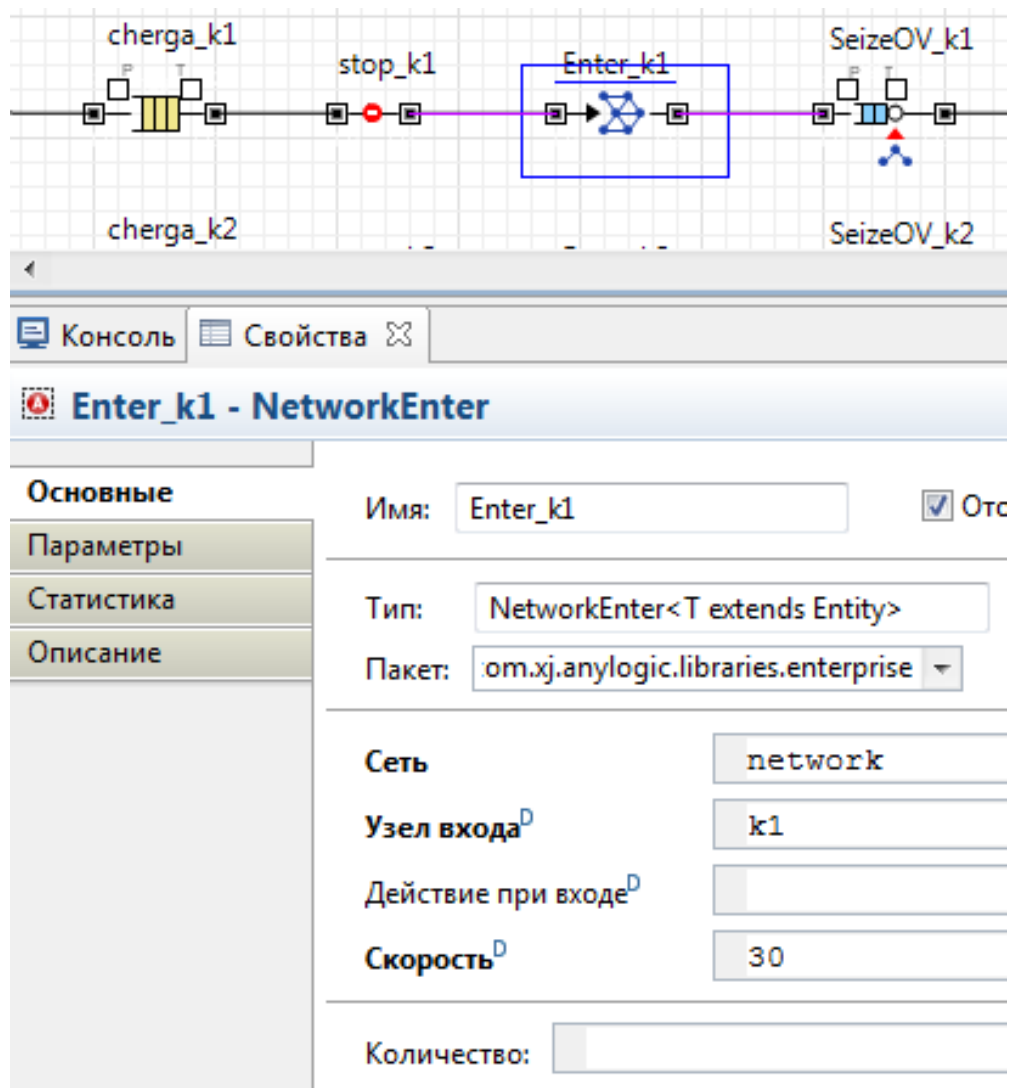


Рисунок 2.18 - Вузол мережі входу замовлення

Під час калібрування моделі корегується швидкість руху замовлень та ресурсів.

Наступний елемент зупиняє рух замовлення до захоплення ресурсу – бригади оглядачів вагонів, лише після цього заявка разом з ресурсом просувається далі по мережі.

Цей елемент – Seize, його параметри наведено на рисунку 2.19.

Перелік ресурсів встановлено елементом networkResourcePool. В нашому випадку – це динамічні ресурси. Вони приєднуються до замовлення та рухаються разом із ним далі до пункту, який визначається наступним елементом програми.

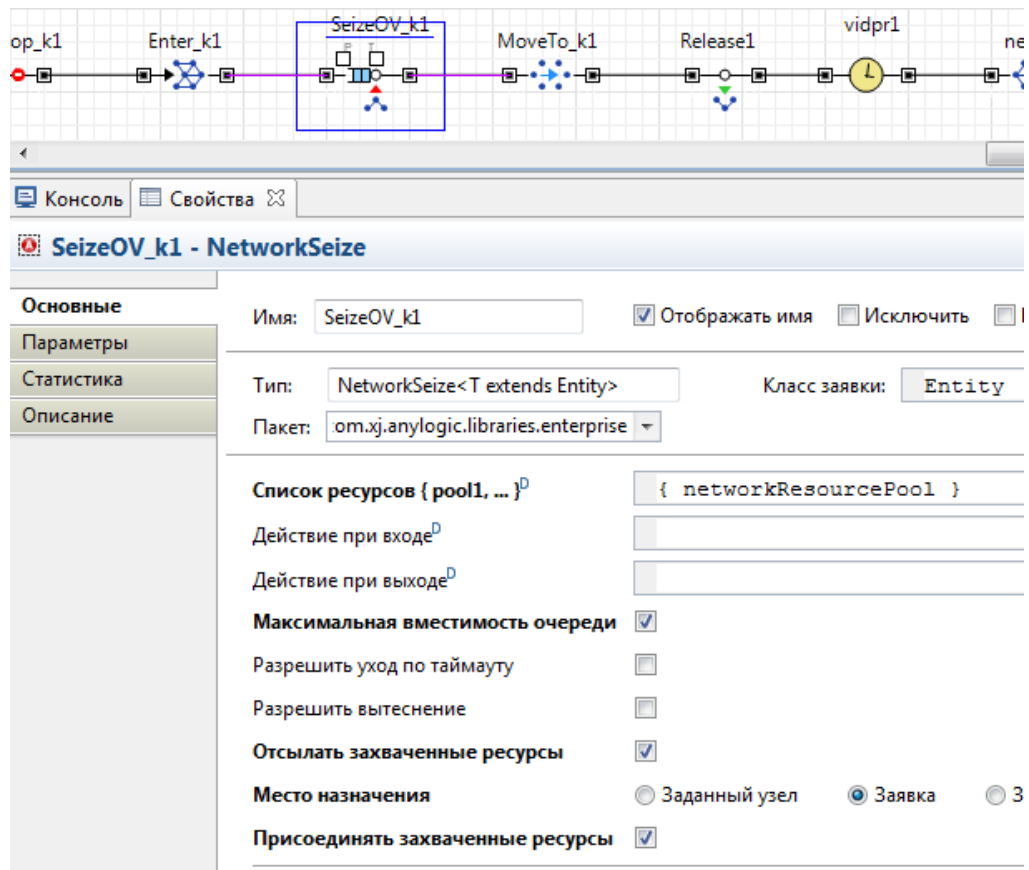


Рисунок 2.19 - Элемент типу Seize

Таким элементом є объект типу MoveTo (рисунок 2.20).

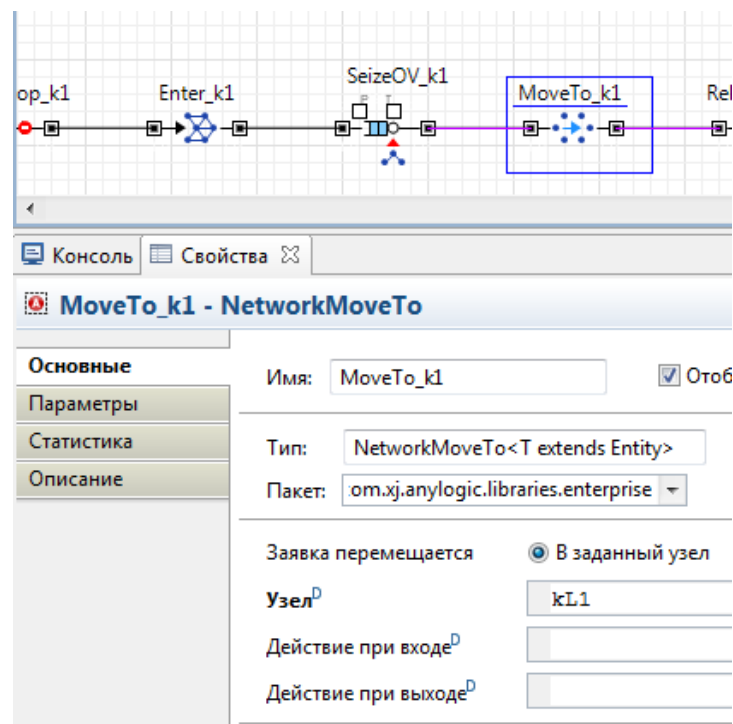


Рисунок 2.20 - Элемент типу MoveTo

Цей елемент визначає адресу кінцевого пункту прямування замовлення (составу поїзду) та ресурсу (оглядачів вагонів).

Після проходження шляху відповідно до мережі моделі, ресурс стає вільним через використання елемента типу Release.

Для імітації затримки составом колії до моменту відправлення, а, й також для імітації процесів маневрової роботи використовується елемент типу Delay (рисунок 2.21).

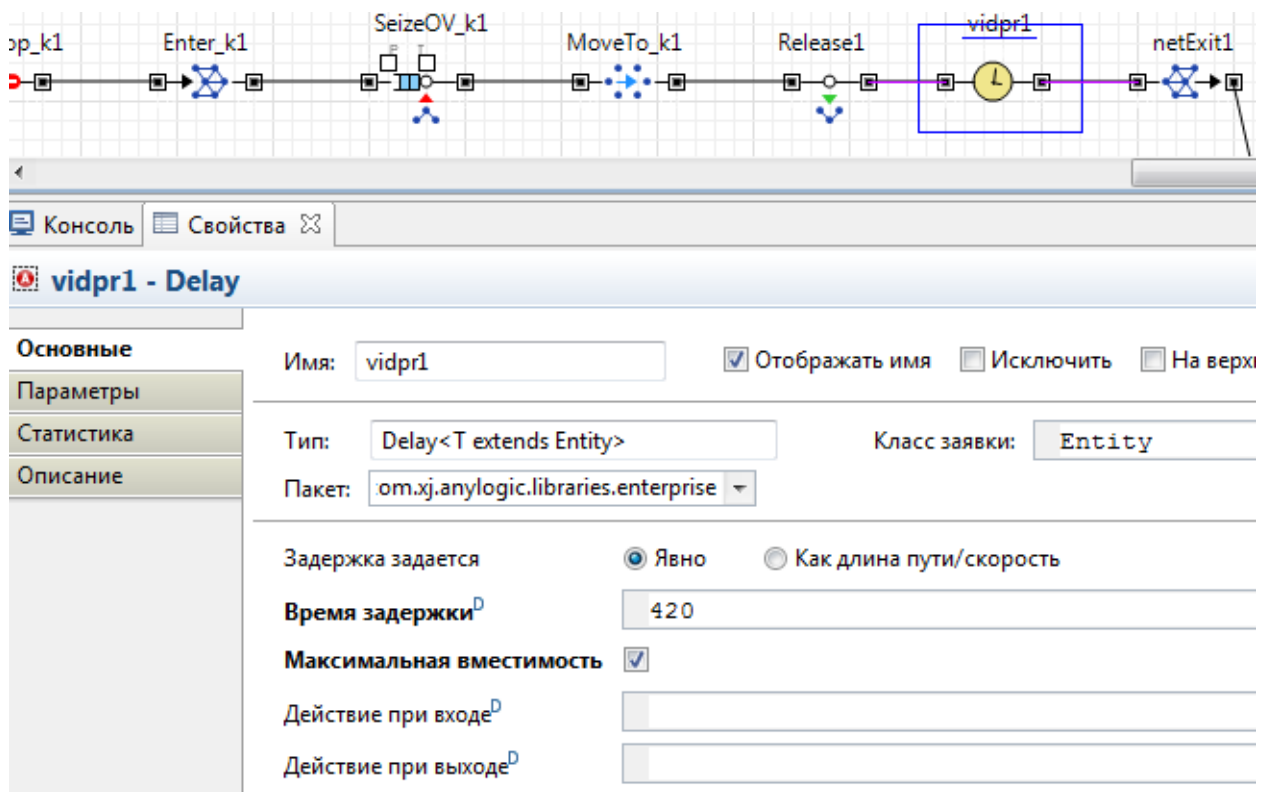


Рисунок 2.21 - Елемент типу Delay

Останній елемент типового ланцюга netExit (рисунок 2.22) здійснює виведення заявки з мережі для наступного обчислення показників роботи елементом Sink (рисунок 2.3).

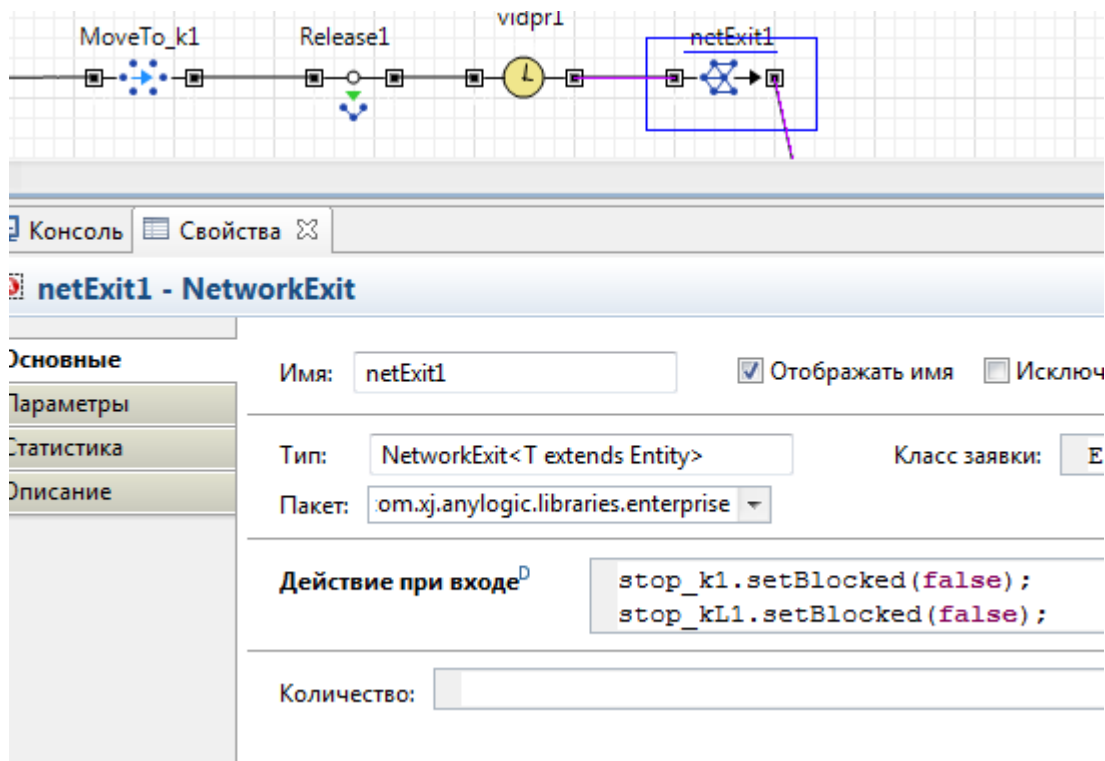


Рисунок 2.22 - Элемент типу netExit

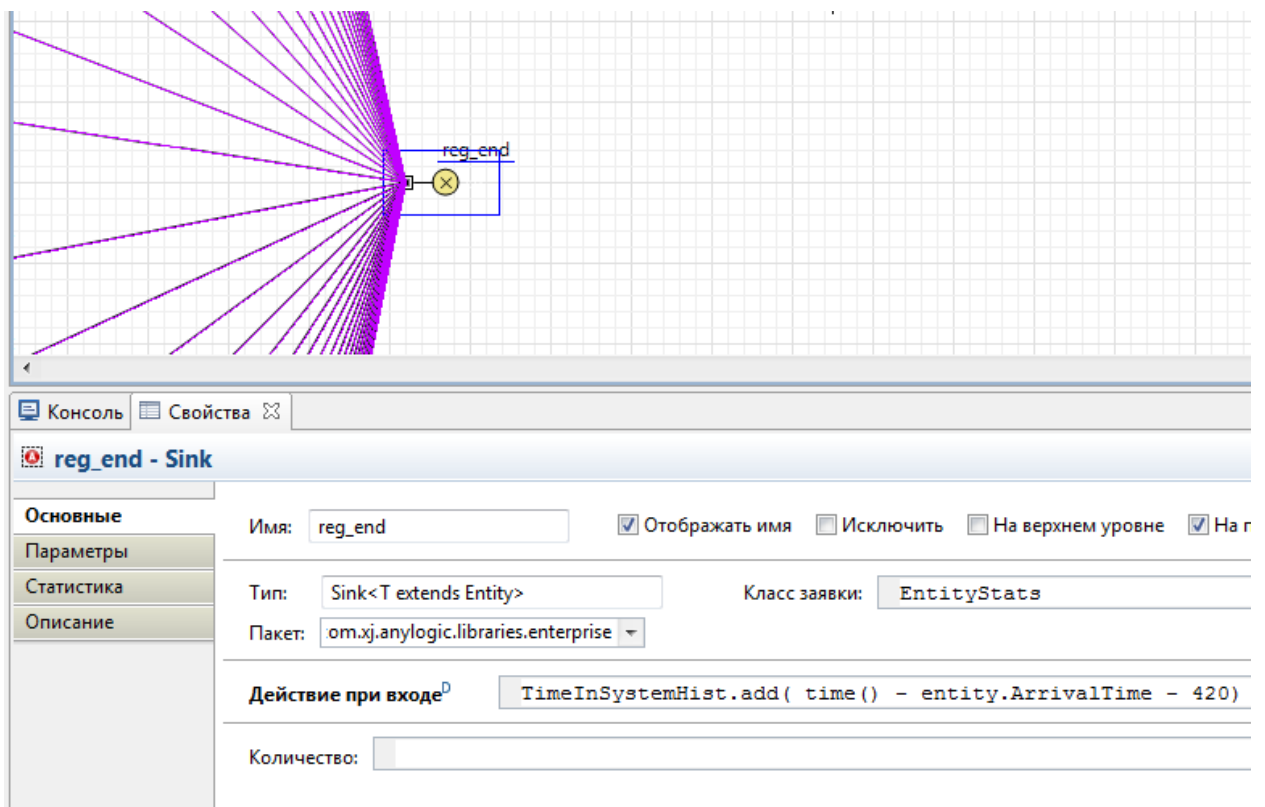


Рисунок 2.23 - Элемент типу Sink

2.4 Моделювання процесу огляду составів поїздів

Процес моделювання здійснювався протягом одного місяця (рисунок 2.24 – елемент Simulation).

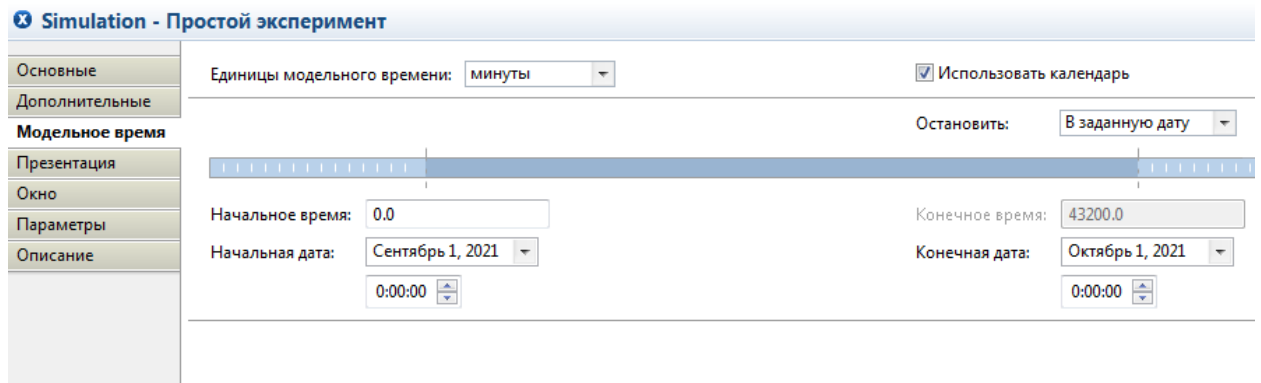


Рисунок 2.24 – Елемент Simulation

Обробка статистичних даних результатів моделювання здійснювалась елементами TimeInSystemHist (характеризує тривалість огляду вагонів) та chart (характеризує відсоток зайнятості ресурсів).

При одній бригаді оглядачів вагонів отримані наступні результати (рисунок 2.25 та 2.26).

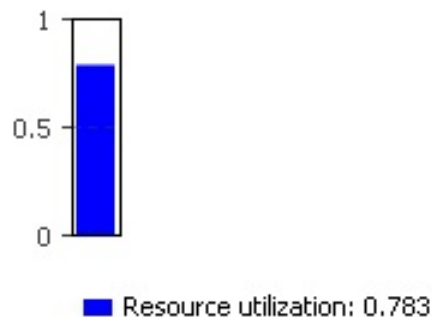


Рисунок 2.25 - Відсоток зайнятості ресурсів при одній бригаді оглядачів вагонів

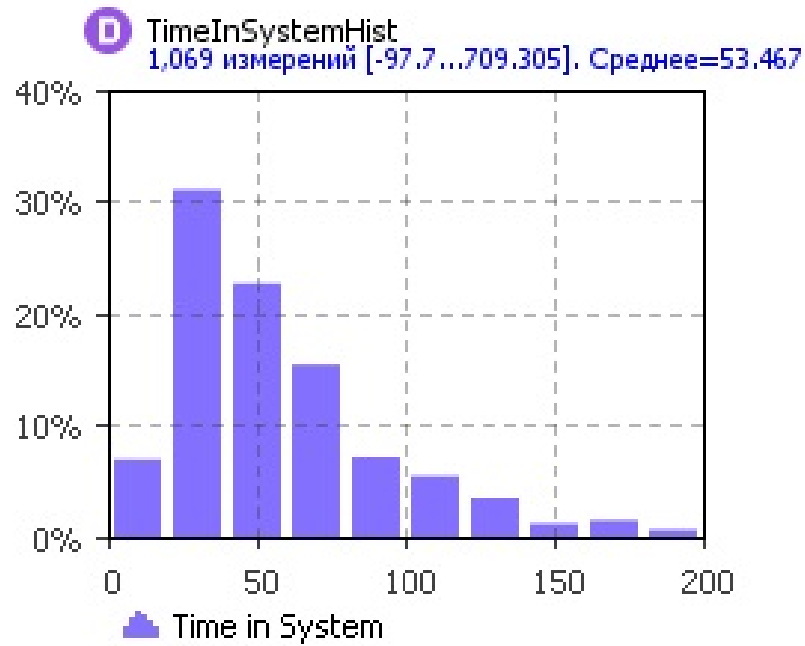


Рисунок 2.26 - Тривалість огляду вагонів при одній бригаді
оглядачів вагонів

При двох бригадах оглядачів вагонів отримані наступні результати (рисунок 2.27 та 2.28).

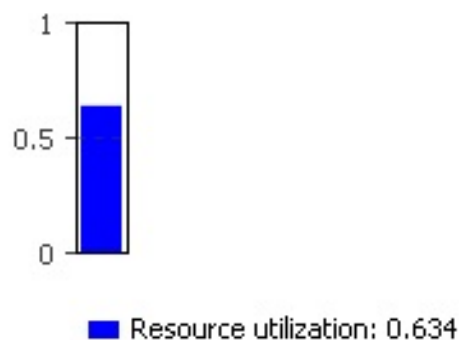


Рисунок 2.27 - Відсоток зайнятості ресурсів при двох бригадах оглядачів
вагонів

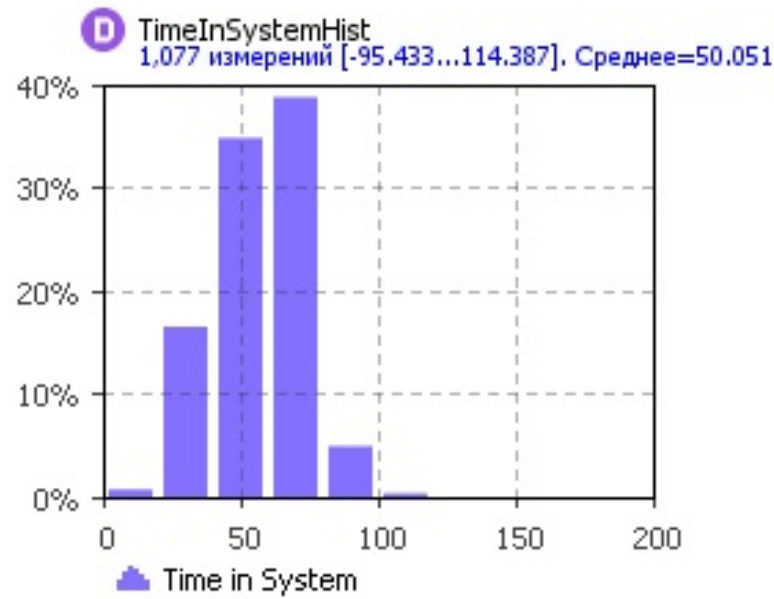


Рисунок 2.28 - Тривалість огляду вагонів при двох бригадах
оглядачів вагонів

Аналіз кількості поїздів, час пред'явлення до огляду яких був скорегованим завдяки роботи диспетчерського персоналу, наведений на рисунках 2.29 та 2.30.

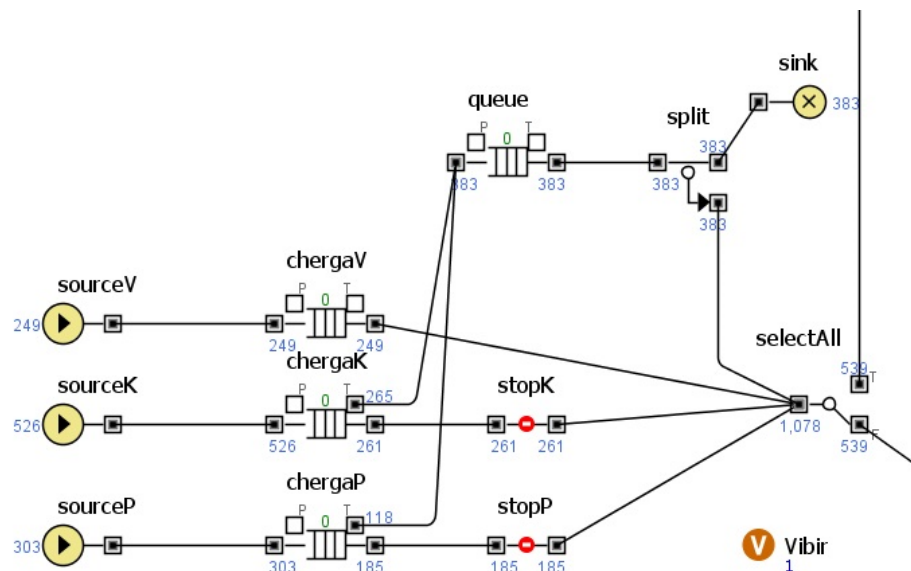


Рисунок 2.29 – Кількість поїздів зі зменшеним часом пред'явлення при одній
бригаді оглядачів вагонів

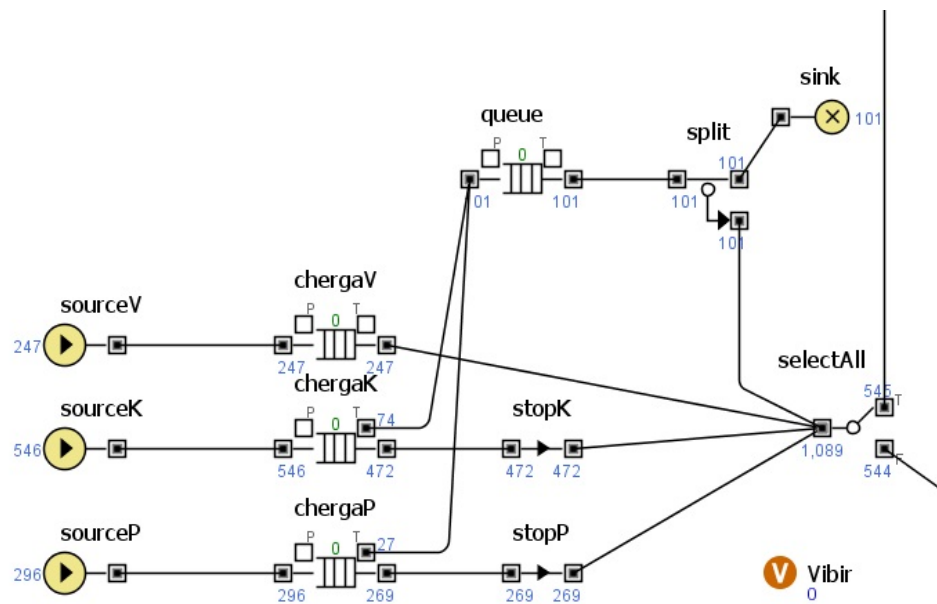


Рисунок 2.30 – Кількість поїздів зі зменшеним часом пред’явлення при двох бригадах оглядачів вагонів

Кількість таких составів за умови роботи однієї бригади становить $265+118=383$ состави на місяць.

Кількість таких составів за умови роботи двох бригад становить $74+27=101$ состав на місяць.

Ці дані свідчать про можливість підвищення ефективності роботи при більшій кількості бригад.

Середній час скорочення середньої тривалості огляду одного составу при двох бригадах замість однієї становить: $53,467 - 50,051 = 3,416$ хвилин на состав, або $3,416 \cdot 45(1069+1077)/2 = 146942$ вагоно-хвилини на місяць, що дорівнює 2749 вагоно-годинам на місяць.

Для огляду поїздів, переважно для составів з вагонів місцевого парку та для перевезень у межах підприємства можуть використовуватись помічники машиністів-складачі поїздів вивізних та маневрових локомотивів станції Східна. Для цього необхідно здійснювати доплату складачам поїздів, та час їх використання обмежений наступними умовами.

Відсоток вільного часу роботи локомотивів становить близько 30%. За певних умов використання цього часу для огляду вагонів є можливим приблизно у 50% випадків вільності локомотиву.

Тож цей час для 3 локомотиво-складацьких бригад становить $3 \cdot 24 \cdot 0,3 \cdot 0,5 = 11$ годин на добу. На рік – $11 \cdot 365 = 4015$ годин.

Таким чином, маємо чотири варіанту організації робіт (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Технологічні показники організації робіт за варіантами

Номер варіанту	Кількість бригад оглядачів вагонів (персоналу)	Тривалість простою вагонів під оглядом, годин/рік	Залучення локомотиво-складацьких бригад	Кількість персоналу, який отримує доплату за кваліфікацію з огляду вагонів
1	1 (8 оглядачів)	11474	ні	-
2	2 (16 оглядачів)	10741	ні	-
3	1 (8 оглядачів)	7459	так	12
4	2 (16 оглядачів)	6726	так	12

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В ході дослідження системи обслуговування транспортних потоків в умовах станцій «Східна» та «Південна» ПАТ «Запоріжсталь» розроблено імітаційну модель огляду составів.

За базовим варіантом огляд вагонів виконується однією бригадою оглядачів вагонів.

Запропоновано три проєктних варіанти:

- виконання огляду двома бригадами оглядачів вагонів;
- виконання огляду однією бригадою оглядачів вагонів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів для огляду составів, які переміщуються у межах підприємства (потребує доплати за додаткову кваліфікацію);
- виконання огляду двома бригадами оглядачів вагонів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів для огляду составів, які переміщуються у межах підприємства.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані для економічних розрахунків

Варіант організації робіт	Штат основного персоналу, чол.	Тривалість простою, вагоно-годин/рік	Штат додаткового персоналу, чол.
базовий	8	11474	-
проєктний 1	16	10741	-
проєктний 2	8	7459	12
проєктний 3	16	6726	12

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Базовий варіант передбачає огляд составів однією бригадою оглядачів вагонів.

Експлуатаційні витрати $B_{\text{заг}}^6$ визначаються за формулою [9]:

$$B_{\text{заг}}^6 = B_{\text{зп_осн}}^6 + B_{\text{соц}}^6 + B_{\text{накл}}^6 + B_{\text{пл_ваг}}^6, \quad (3.1)$$

де $B_{\text{зп_осн}}^6$ – витрати заробітну плату оглядачам вагонів, грн;

$B_{\text{соц}}^6$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B_{\text{накл}}^6$ – накладні витрати, грн;

$B_{\text{пл_ваг}}^6$ – витрати на плату за користування вагонами, грн.

Витрати на зарплату оглядачам вагонів, розраховується за формулою:

$$B_{\text{зп_осн}}^6 = N_{\text{ов}}^6 \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{ов}} [\Phi_{\text{ов}} (7/6 + k_{\text{кл_ов}} + k_{\text{шк_ов}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.2)$$

де $N_{\text{ов}}^6$ – кількість оглядачів вагонів за базовим варіантом, $N_{\text{ов}}^6 = 8$;

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт для нарахування премії;

$C_{\text{ов}}$ – тарифна ставка оглядача вагонів, грн/год;

$\Phi_{\text{ов}}$ – фонд робочого часу оглядача вагонів;

7/6 – коефіцієнт, що визначає рівень додаткової плати оглядачу при роботі у вечірній й нічний час (20 % – з 18:00 до 22:00, 40 % – з 22:00 до 6:00);

$k_{\text{кл_ов}}$ – коефіцієнт доплати за класність;

$k_{\text{шк_ов}}$ – коефіцієнт доплати оглядачу за шкідливі умови праці;

$\Phi_{\text{св}}$ – час роботи у свята (враховуючи день робітника металургії), приймаємо 12/365 від $\Phi_{\text{ов}}$.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$B_{\text{зп_осн}}^{\text{б}} = 8 \cdot 1,1 \cdot 73,97 [1994(7/6 + 0 + 0,11) + 66] = 1700032,19 \text{ грн.}$$

Витрати на соцстрахування – 22% від зарплати:

$$B_{\text{соц}}^{\text{б}} = 0,22 \cdot 1700032,19 = 374007,08 \text{ грн.}$$

Накладні витрати – 34% від зарплати:

$$B_{\text{накл}}^{\text{б}} = 0,34 \cdot 1700032,19 = 578010,94 \text{ грн.}$$

Витрати $B_{\text{пл_ваг}}^{\text{б}}$ визначаються наступним чином (3.3):

$$B_{\text{пл_ваг}}^{\text{б}} = C_{\text{пл}} \cdot \text{Ч}_{\text{ваг}}^{\text{б}}, \quad (3.3)$$

де $\text{Ч}_{\text{ваг}}^{\text{б}}$ – час простою вагонів, вагоно-годин/рік;

$C_{\text{пл}}$ – ставка плати, грн/вагоно-годину.

Розрахунок витрат за (3.3):

$$B_{\text{пл_ваг}}^{\text{б}} = 61,00 \cdot 11474,00 = 699914,00 \text{ грн.}$$

Витрати $B_{\text{заг}}^{\text{б}}$ по базовому варіанту (3.1):

$$\begin{aligned} B_{\text{заг}}^{\text{б}} &= 1700032,19 + 374007,08 + 578010,94 + 699914,00 = \\ &= 3351964,21 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 1

Даний варіант передбачає огляд составів двома бригадами оглядачів вагонів.

Експлуатаційні витрати $B^1_{\text{заг}}$ визначаються за формулою:

$$B^1_{\text{заг}} = B^1_{\text{зп_осн}} + B^1_{\text{соц}} + B^1_{\text{накл}} + B^1_{\text{пл_ваг}}, \quad (3.4)$$

де $B^1_{\text{зп_осн}}$ – витрати на зарплату оглядачам за варіантом 1, грн;

$B^1_{\text{соц}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B^1_{\text{накл}}$ – накладні витрати, грн;

$B^1_{\text{пл_ваг}}$ – витрати на плату за користування вагонами, грн.

Виконаємо розрахунки $B^1_{\text{зп_осн}}$ за формулою (3.2):

$$B^1_{\text{зп_осн}} = 16 \cdot 1,1 \cdot 73,97 [1994(7/6 + 0 + 0,11) + 66] = 3400064,39 \text{ грн.}$$

Витрати на соцстрахування:

$$B^1_{\text{соц}} = 0,22 \cdot 3400064,39 = 748014,17 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B^1_{\text{накл}} = 0,34 \cdot 3400064,39 = 1156021,89 \text{ грн.}$$

Витрати $B^1_{\text{пл_ваг}}$ за (3.3):

$$B^1_{\text{пл_ваг}} = 61,00 \cdot 10741,00 = 655201,00 \text{ грн.}$$

Витрати $B^1_{\text{заг}}$ згідно (3.4):

$$B^1_{\text{заг}} = 3400064,39 + 748014,17 + 1156021,89 + 655201,00 = 5959301,45 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 2

Даний варіант передбачає огляд составів однією бригадою оглядачів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів.

Експлуатаційні витрати $B^2_{\text{заг}}$ визначаються за формулою [9,10]:

$$B^2_{\text{заг}} = B^2_{\text{зп_осн}} + B^2_{\text{дод_зп}} + B^2_{\text{соц}} + B^2_{\text{накл}} + B^2_{\text{пл_ваг}}, \quad (3.5)$$

де $B^2_{\text{зп_осн}}$ – витрати на зарплату оглядачам за варіантом 2, грн;

$B^2_{\text{дод_зп}}$ – витрати на доплату за кваліфікацію оглядача вагонів у помічників машиніста-складачів, грн;

$B^2_{\text{соц}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B^2_{\text{накл}}$ – накладні витрати, грн;

$B^2_{\text{пл_ваг}}$ – витрати на плату за користування вагонами, грн.

Витрати на зарплату оглядачам вагонів:

$$B^2_{\text{зп_осн}} = B^6_{\text{зп_осн}} = 1700032,19 \text{ грн.}$$

$B^2_{\text{дод_зп}}$ становить 1% від тарифної ставки помічника машиніста-складача поїздів:

$$B^2_{\text{дод_зп}} = 0,01 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 96,73 [1994(7/6 + 0 + 0) + 0] = 27003,15 \text{ грн.}$$

Витрати на соцстрахування:

$$B^2_{\text{соц}} = 0,22 \cdot (27003,15 + 1700032,19) = 379947,77 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B^2_{\text{накл}} = 0,34 \cdot (27003,15 + 1700032,19) = 587192,02 \text{ грн.}$$

Витрати $B^2_{\text{пл_ваг}}$ за (3.3):

$$B^2_{\text{пл_ваг}} = 61,00 \cdot 7459,00 = 454999,00 \text{ грн.}$$

Витрати $B^2_{\text{заг}}$ за (3.5):

$$B^2_{\text{заг}} = 1700032,19 + 27003,15 + 379947,77 + 587192,02 + 454999,00 = \\ = 3149174,13 \text{ грн.}$$

3.4 Розрахунок витрат за проєктним варіантом 3

Даний варіант передбачає огляд составів двома бригадами оглядачів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів.

Експлуатаційні витрати $B^3_{\text{заг}}$ визначаються за формулою [9,10]:

$$B^3_{\text{заг}} = B^3_{\text{зп_осн}} + B^3_{\text{дод_зп}} + B^3_{\text{соц}} + B^3_{\text{накл}} + B^3_{\text{пл_ваг}}, \quad (3.6)$$

де $B^3_{\text{зп_осн}}$ – витрати на зарплату оглядачам за варіантом 3, грн;

$B^3_{\text{дод_зп}}$ – витрати на доплату за кваліфікацію оглядача вагонів у

помічників машиніста-складачів, грн;

$V^3_{\text{соц}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$V^3_{\text{накл}}$ – накладні витрати, грн;

$V^3_{\text{пл_ваг}}$ – витрати на плату за користування вагонами, грн.

Витрати на зарплату оглядачам вагонів:

$$V^3_{\text{зп_осн}} = V^1_{\text{зп_осн}} = 3400064,39 \text{ грн.}$$

$V^3_{\text{дод_зп}}$ становить 1% від тарифної ставки помічника машиніста-складача поїздів:

$$V^3_{\text{дод_зп}} = 0,01 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 96,73 [1994(7/6 + 0 + 0) + 0] = 27003,15 \text{ грн.}$$

Витрати на соцстрахування:

$$V^3_{\text{соц}} = 0,22 \cdot (27003,15 + 3400064,39) = 753954,86 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$V^3_{\text{накл}} = 0,34 \cdot (27003,15 + 3400064,39) = 1165202,96 \text{ грн.}$$

Витрати $V^3_{\text{пл_ваг}}$ за (3.3):

$$V^3_{\text{пл_ваг}} = 61,00 \cdot 6726,00 = 410286,00 \text{ грн.}$$

Витрати $V^3_{\text{заг}}$ за (3.6):

$$\begin{aligned} V^3_{\text{заг}} &= 3400064,39 + 27003,15 + 753954,86 + 1165202,96 + 410286,00 = \\ &= 5756511,36 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.5 Розрахунок економічної ефективності проектних рішень

Капітальними є витрати на закупку програми Енілоджик - 350 тис. грн.

Річна економія від впровадження найбільш ефективного проектного рішення визначається виразом [10]:

$$EB_{\text{рік}} = B_{\text{заг}}^{\text{б}} - B_{\text{мін}}^{\text{проект}}, \quad (3.7)$$

Найменші витрати можна отримати за проектним варіантом 2. Інші варіанти є збитковими у порівнянні з базовим.

Виконаємо розрахунки за (3.7):

$$EB_{\text{рік}} = 3351964,21 - 3149174,13 = 202790,08 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить 202790,08 грн.

Термін окупності можна визначити за виразом [10]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{д}}}{EB_{\text{рік}}}, \quad (3.8)$$

де $K_{\text{д}}$ - капітальні витрати, грн.

Виконаємо розрахунки за (3.8):

$$T_{\text{ок}} = 350000 / 202790,08 = 1,7 \text{ року.}$$

Чисту поточну вартість проекту можна визначити за наступним виразом [10]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+i)^t}, \quad (3.9)$$

де B_t - вигоди за рік від проєкту, грн;

C_i - витрати, грн;

i - ставка дисконту;

n - строк життя проєкту.

Розрахунок чистої поточної вартості проєкту представлено у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Чиста поточна вартість другого проєкту

Капвитрати (другий проектний варіант)	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV
350000	202790,08	1	-147209,92
	202790,08	0,87	176427,37
	202790,08	0,76	154120,46
	202790,08	0,66	133841,45
	202790,08	0,57	115590,35
			432769,71

Економічні показники проєкту №2 у порівнянні з базовим представимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант 2	Відхилення, грн
1	Витрати на зарплату оглядачам вагонів, грн	1700032,19	1700032,19	-
2	Витрати на доплату за кваліфікацію оглядача вагонів у помічників машиніста-складачів, грн	0,00	27003,15	27003,15
3	Витрати на соціальне страхування, грн	374007,08	379947,77	5940,69
4	Накладні витрати, грн	578010,94	587192,02	9181,08
5	Витрати на плату за користування вагонами, грн	699914,00	454999,00	-244915,00
6	Загальні витрати, грн	3351964,21	3149174,13	-202790,08
7	Економія експлуатаційних витрат, грн/рік	-	202790,08	-
8	Чиста поточна вартість проекту, грн.	-	432769,71	-

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дослідження, яке спрямоване на підвищення ефективності системи обслуговування транспортних потоків в умовах станції «Східна» та «Південна» ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть виникнути у дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню на основі рекомендацій [10-13].

4.1. Аналіз потенційних небезпек

В ході аналізу виявлені наступні небезпеки:

- наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з диспетчером та при самовільному русі вагонів;
- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять до аварії;
- травмування регулювальників швидкості під час укладання гальмівних башмаків при сортуванні вагонів на гирці малої потужності;
- наїзд рухомого складу на працівників станції при проході територією станції до місця роботи;
- небезпека виникнення пожежі на локомотиві, пов'язана з пошкодженням паливної апаратури або електричного обладнання, а також з неналежним їх обслуговуванням;
- при розвантаженні сипучого вантажу (коксу, руди, щебню та іншого) з залізничних платформ кранами можливо розсипання його, що призводить до

травмування робітників. Пил такого вантажу діє на дихальні шляхи робітників;

- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження вантажу, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзд вагонів на робітників та інше);

- робітники станції працюють більшою мірою поза приміщеннями, тому у холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

- при розміщенні вантажу на накопичувальному майданчику, можливо наїзди на працівників як кранами так і електрокарами, які призведуть до травмування робітників

- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

Розроблені заходи по забезпеченню безпеки наведено у презентації.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі досліджені питання забезпечення руху транспортних потоків на вхідних станціях ПАТ «Запоріжсталь» с позицій виконання технічного огляду вагонів в составах поїздів.

Визначено, що технологія організації роботи оглядачів вагонів по може бути представлена у наступному вигляді:

- визначення термінових завдань випадкового характеру;
- корегування керованих процесів, що може скоротити тривалість простою вагонів поїзду в очікуванні його огляду через зайнятість оглядачів на попередньо пред'явленому составі (прийнято середній час зменшення очікування – 15 хвилин);
- планування процесів формування власних поїздів (прийнято середній час зменшення очікування – 30 хвилин).

Визначено ймовірнісні характеристики поїздопотоків, встановлено закони розподілу випадкових параметрів інтервалу часу між послідовними пред'явленнями поїздів до огляду.

Розроблено імітаційну модель огляду составів, яка може працювати за різними варіантами.

За базовим варіантом огляд вагонів виконується однією бригадою оглядачів вагонів.

Було запропоновано три проєктних варіанти:

- виконання огляду двома бригадами оглядачів вагонів;
- виконання огляду однією бригадою оглядачів вагонів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів для огляду составів, які переміщуються у межах підприємства (потребує доплати за додаткову кваліфікацію);

- виконання огляду двома бригадами оглядачів вагонів із залученням помічників машиніста-складачів поїздів для огляду составів, які переміщуються у межах підприємства.

Найбільш доцільним виявився другий проєктний варіант з економією річних експлуатаційних витрат - 202790 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2021. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/pidpriyemstvo/> (дата звернення 15.10.2021) – «Запоріжсталь сьогодні».
2. ЄТП станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». - Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2006. – 180 с.
3. Технічно-розпорядчий акт станції Східна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – 54с.
4. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників ЦГПТЛ, ЦХП-1, ЦХП-3, ЦПВ, ЦШП, РБЦ, ТЕЦ, Обтискного цеху, складів УКБа, ЗМК, ЦРРС и ЦПУіРК УЗТ, ділянки вивантаження і очищення ЦЕ УЗТ з працівниками станції Східна ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2018. – 57с.
5. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
6. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
7. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грінь Д. С., 2015. – 264 с.
8. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 с.
9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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).

13. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.: Вища школа, 1989.