

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 ВПЛИВУ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
РГП НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Тз-819м

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

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

		<u>А.Ю. Козлова</u> (прізвище та ініціали)
Керівник		<u>С.М. Турпак</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент		<u>А.Ю. Сосик</u> (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»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Козлової Анжели Юріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження впливу збільшення продуктивності РГП на ефективність роботи залізничного транспорту ПАТ «Запоріжсталь»

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 353

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

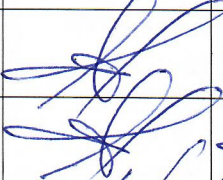
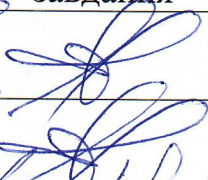
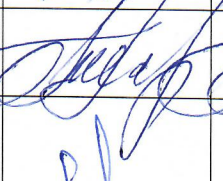
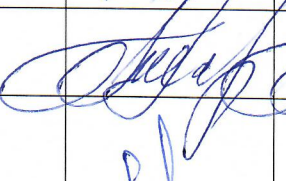
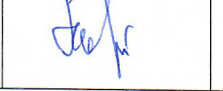
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних фронтів; вартість перевезення вантажів та виконання вантажних робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Постановка задачі теоретичного дослідження; 2.2 Розробка імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи; 2.3 Аналіз результатів роботи імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи; 2.4 Технічні показники роботи транспортно-виробничої системи за варіантами.

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

Презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


 (підпис)
А.Ю. Козлова
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


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

РЕФЕРАТ

ПЗ : 62 с., 20 рис., 8 табл., 17 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортно-виробнича система переробки вантажів на рудному дворі.

Мета роботи – дослідження процесів транспортно-виробничої системи на ланках «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель».

Методи дослідження – статистичного аналізу, аналітичний, імітаційне моделювання.

Результати дослідження – було розроблено імітаційну модель роботи транспортно-виробничої системи «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель». Визначено показники ефективності: розмір плати за користування вагонами при зупинці процесу вивантаження на вагоноперекидачі через відсутність місця для накопичення вагонів, які очікують очищення; вартість оплати праці вантажників, які необхідні для забезпечення очищення вагонів. На підставі економічних розрахунків визначено ефективність придбання нового РГП на підприємстві Запоріжсталь.

РУДА, РУДНО-ГРЕЙФЕРНИЙ ПЕРЕВАНТАЖУВАЧ, ВАПНО, КОНЦЕНТРАТ.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Передумови вибору об'єкту та мети досліджень.....	8
1.2 Характеристика станції Південна.....	9
1.3 Характеристика станції Рудна	12
1.4 Характеристика станції Аглофабрика (парк «Бункери»).....	14
1.5 Технологія переміщення матеріалів на рудному дворі.....	16
1.6 Технологія передачі вагонів після вивантаження на колію очищення вантажниками	21
1.7 Вплив переобладнання металургійних підприємств на формування транспортних потоків.....	22
1.8 Недоліки існуючого положення до придбання РГП та визначення напрямку дослідження	24
2 Основна частина	26
2.1 Постановка задачі теоретичного дослідження	26
2.2 Розробка імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи	29
2.3 Аналіз результатів роботи імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи	41
2.4 Технічні показники роботи транспортно-виробничої системи за варіантами	45
3 Економічна частина.....	47
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту.....	49
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом.....	52

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	56
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	56
Висновки.....	58
Перелік посилань.....	60

ВСТУП

Підґрунтям для виконання даних досліджень слугує практична ситуація – заміна рудно-грейферного перевантажувача (РГП) на рудному дворі Запоріжсталі у 2020 році.

З одного боку, необхідність заміни старого крану на більш потужний обумовлена технічними причинами – неможливістю безпечної експлуатації старого РГП.

З іншого боку, цей крок не може не впливати на роботу усієї транспортно-виробничої системи на ланках «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель».

Тому робота присвячена дослідженням змін та показників функціонування удосконаленої вищевказаної транспортно-виробничої системи.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Передумови вибору об'єкту та мети досліджень

В 2020 році на ПАТ «Запоріжсталь» введено в експлуатацію новий кран виробництва Новокраматорського машинобудівного заводу. Рудно-грейферний перевантажувач (РГП) був виготовлений за індивідуальним технічним завданням підприємства. Вартість РГП становить близько 180 мільйонів гривень. Придбання здійснено у рамках програми модернізації виробництва підприємства [1].

До виконання замовлення Новокраматорський машинобудівний завод приступив ще у 2018 році. Встановлений рудно-грейферний перевантажувач на ПАТ «Запоріжсталь» був ще в листопаді 2019 року. Потім він проходив дослідно-промислові випробування. В цьому році підприємство отримало дозвіл на його експлуатацію.

Новий кран встановлений на ділянці рудного двору, де зберігається та доменного цеху, тут зберігається сировина (кокс, залізна руда та концентрат, окатиші та ін.) для забезпечення виробництва агломераційного та доменного цехів.

Введенню в експлуатацію передували роботи по демонтажу старого крану РГП-1. Він був старої трубчастої конструкції, конструкція була не надійна, та за всіма технічними документами його вже не можна було безпечно експлуатувати. Значна тривалість монтажу нового крану обумовлена необхідністю підтримувати безперервний технологічний процес в умовах зміни зон розміщення сировини [1].

Новий кран відрізняється від усіх інших, які експлуатуються, за своїми сучасними технічними характеристиками [1]. Його перевага у вищій продуктивності – 700 тон/год. при швидкості підйому 90 м/хв.

Крім того, він обладнаний сучасною системою вагового контролю, що дозволяє не перевантажувати металоконструкції під час роботи. Також

перевантажувач оснащений сучасним електрообладнанням на базі електроприводу, що дозволяє знизити витрати електроенергії.

Нормативний термін експлуатації рудно-грейферного перевантажувача, встановлений Новокраматорським машинобудівним заводом – 25 років [2].

На 2020 рік подана заявка на придбання ще одного рудно-грейферного перевантажувача, аби можна було виконати заміну останнього крану трубчастої конструкції [1].

Таким чином, на рудному дворі завершується масштабне технічне переоснащення головних вантажних машин, що суттєво підвищує продуктивність роботи всіх вантажних пунктів (раніше було замінено 2 РГП та баштовий вагоноперекидач).

Це, в свою чергу, позитивно відображається на можливостях вантажопереробки, в першу чергу, вивантаження сировини із залізничних вагонів на станціях Рудна та Аглофабрика Південного залізничного району.

1.2 Характеристика станції Південна

Прилеглі до станції перегони оснащені наступними засобами сигналізації та зв'язку для організації руху поїздів [3].

В непарному напрямку:

- Південна-Рудна – одноколійний, напівавтоматичне блокування;
- Південна-Аглофабрика (парк Бункери) – одноколійний, напівавтоматична блокіровка;
- Південна-Аглофабрика (парк Нові бункера) – одноколійний, напівавтоматичне блокування;
- Південна-Доменна – одноколійний, напівавтоматичне блокування;

- Південна-Доменна (СХЧ і РМ (склад холодного чавуну і розливні машини) - одноколіїний, телефонний спосіб зв'язку.

В парному напрямку – Південна-Східна – одноколіїний, напівавтоматичне блокування.

Характеристика парків та колій станції Південна [3] наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика парків та колій станції Південна

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
Приймально-відправний парк	1	Приймально-відправна, сортувальна	43	100	319	20
	2	Приймально-відправна, сортувальна	43	100	317	20
	3	Приймально-відправна, сортувальна	41	102	358	22
	4	Приймально-відправна, сортувальна	39	102	403	26
	5	Приймально-відправна, сортувальна	37	96	555	37
	6	Приймально-відправна, сортувальна	37	94	628	42
	7	Приймально-відправна, сортувальна	35	90	723	49
	8	Приймально-відправна	25	86	860	56
	9	Приймально-відправна	23	68	761	52
	10	Приймально-відправна, сортувальна	23	66	783	54
	11	Приймально-відправна, сортувальна	33	76	772	53
	12	Приймально-відправна, сортувальна	33	76	779	53

Продовження таблиці 1.1

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
Приймально-відправний парк	1/1ап	Ваговий	1А	1	275	17
	22	Відстоювання	45	упор	75	5
	22а	Гараж ЦПУіРК	45	упор	40	2
	23	Витяжний, екіпірувальний	11	упор	250	12
	24	Витяжний	1А	3	270	17
Парк ГРР	1	Розігрівання, відстоювання	56	упор	210	15пв 17хп
	2	Розігрівання, відстоювання	54	упор	210	15пв 17хп
	3	Розігрівання, відстоювання	54	упор	210	15пв 17хп
	4	З'єднувальний	56	74	224	16
Парк склад №164 УПВ	1	Вивантажувальний	1	упор	188	12
	2	Навантажувальний	1	упор	100	6

З аналізу станції Південна можна зробити висновок, що вона використовується для підготовки составів (формування, розігріву вантажів у вагонах) для подальшого подавання їх до рудного двору.

З аналізу технології роботи станції її особливістю є рух поїздів до станцій Аглофабрика та Рудна з постановкою локомотива у хвості составу (при встановленій вазі для одного локомотива).

Традиційним є розмір составів – 15 вагонів на станцію Рудна, 9 вагонів – на станцію Аглофабрика в парк «Бункера».

Надходять на станцію, переважно, состави з 53 напіввагонів із залізорудною сировиною, вапняком, окатишами (до 60 вагонів – із вапняком та окатишами у хоперах). Для приймання цих вантажів можуть використовуватись колії 8, 10-12. За технологією станції состави для станцій

Рудна та Аглофабрика витягуються на колії 23, 24, та, зазвичай, через колію 9 виходять на перегони до цих станцій.

1.3 Характеристика станції Рудна

Прилеглі до станції перегони оснащені наступними засобами сигналізації та зв'язку для організації руху поїздів [4].

В парному напрямку:

- Рудна-Південна – одноколійний, напівавтоматична блокування;
- Рудна-Підбиркова – маневровий порядок руху.

В непарному напрямку перегони відсутні.

Такий опис в ТРА обумовлений кільцевою схемою під'їзної колії підприємства, хоча, звісно, станція не тупикова – має перегони з обох боків.

Характеристика парків та колій станції Рудна [4] наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристика парків та колій станції Рудна

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
Станція Рудна	1	Навантажувальна	17	12	619	41
	2	Навантажувально-вивантажувальна	7а	12	580	38
	2а	Відстоювання	1	упор	60	4
	2б	Навантажувальна	9а	упор	50	3
	3	Вивантажувальна	7	8	649	43
	4	Приймально-відправна, накопичення	1а	8	915	61

Продовження таблиці 1.1

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
	5	Приймально-відправна, відстоювання	3а	7	85	5
	5а	Вивантажувальна	16	упор	20	1
	6	Приймально-відправна	5а	7	40	2
	7	Вивантажувальна	11	17	110	7
	8	Вивантажувальна	13	17	85	5
	9	Ремонтна	13	упор	78	5
	10	Навантажувальна, очищення вагонів	2	упор	213	14
	11	Відстоювання	16	упор	200	13
	12	Відстоювання	16	упор	200	13
	13	Відстоювання	14	упор	125	8
	15	З'єднувальна	СП №2 ст. Під- бір- кова	14	325	21
	16	Очищення, відстоювання	10	упор	105	7
	1а	Очищення	10	12	171	11
	3а	Уловлювальна	6	упор	45	3

З аналізу ТРА та технології роботи станції Рудна можна зробити висновок щодо приймання составів зі станції Південна, переважно, на 6 колію, з подальшим подаванням на колію 3 (у разі її вільності на ділянці до вагоноперекидача). Після вивантаження, вагони переставляються на колії очищення вагонів (партіями по 7 вагонів), а очищенні вагони переставляються на колію 4, звідки повертаються на станцію Південна.

Слід відмітити, що на цій станції також вивантажуються вагони місцевого парку з колошниковим пилом, які надходять зі станції Доменна.

1.4 Характеристика станції Аглофабрика (парк «Бункери»)

Маршрутні вантажі на станцію Аглофабрика надходять лише у парк «Бункери», тому переважно аналізуємо лише його роботу.

Прилеглі до станції перегони оснащені наступними засобами сигналізації та зв'язку для організації руху поїздів [5], як і на станції Рудна, в непарному напрямку примикань немає, з тих же обставин.

Примикання в парному напрямку:

- станція Аглофабрика-станція Підбиркова, маневровий порядок руху;
- станція Аглофабрика (парк Бункери)-станція Південна, напівавтоматичне блокування, одноколійний перегін;
- станція Аглофабрика (парк Нові бункери)-станція Південна, напівавтоматична блокування, одноколійний перегін.

Характеристика парків та колій станції Аглофабрика [5] наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика парків та колій станції Аглофабрика

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
Парк «Нові бункери»	5	Вивантажувальна	9	упор	75	5ваг 6хп
	6	Вивантажувальна	9	упор	75	5ваг 6хп
	5П	Приймально-відправна	1	9	100	6ваг 8хп

Продовження таблиці 1.3

Найменування парків колій	Номера колій	Призначення колій	Стрілки		Корисна довжина, м	Місткість, вагонів
			від	до		
Парк «Бункера»	1П	Вивантажувальна	21	упор	140	9ваг 14хп
	2П	Вивантажувальна	25	2	660	44
	3П	Навантажувально-вивантажувальна	23	4	670	44
	4П	Навантажувально-вивантажувальна	15	4	720	48
	1А П	Приймально-відправна	5	21	130	8
Парк Аглофабрика	1	Навантажувальна	11	10	140	9ваг 14хп
	2	Навантажувальна	11	12	115	7ваг 11хп
	3	Виставкова	16	7	85	5ваг 8хп
	4	Витяжна	6	упор	90	6ваг 9хп
	1А	Вагова	10	6	70	4ваг 7хп
	2А	Відстоювання	8	14	60	4ваг 6хп
	3А	Виставкова	8	16	60	4ваг 6хп

Всі маршрутні вантажі вивантажуються, головним чином, на колії №4 парку «Бункери», після чого вагони повертаються на станцію Південна.

Черговий по станції Аглофабрика зобов'язаний в процесі роботи контролювати наявність і правильну установку відкидних тупикових упорів по 2П, 3П, 4П коліях парку Бункери через локомотиво-складацькі бригади, що працюють в цьому районі [5].

Під час вивантаження вагонів на бункерах ДЦ з виходом вагонів за межу останнього бункера ДП-5 в сторону станції Підбиркова по 2П, 3П, 4П шляхах локомотив повинен знаходитися з боку станції Підбиркова [5].

Під час руху маневрового складу по колії 4П вагонами вперед складач супроводжує склад по пішохідному містку між шляхами 3П і 4П. При наявності на першому по ходу руху вагоні перехідного майданчика дозволяється проїзд упорядника на цьому майданчику [5].

Під час руху складу вагонами вперед на колію 4П з боку станції Південна складач поїздів зобов'язаний зупинити маневровий склад за 15-20 метрів перед залізобетонними колонами, після чого обійти колони з боку ділянки шляху СП19-СП23 пішки і потім давати вказівку машиністу на подальший рух [5].

1.5 Технологія переміщення матеріалів на рудному дворі

Підготовка матеріалів на рудному дворі доменного цеху потребує усереднення перед подачею до аглофабрики. Руду та залізорудний концентрат, які надходять у залізничних вагонах за допомогою вагоноперекидача розвантажують в приймальню траншею. На початку укладання штабеля шихти перевантажувач встановлюють на його межі з короткої сторони.

Грейфер перевантажувача, забравши руду з траншеї в кількості 10-15 т, при русі вздовж осі перевантажувача плавно розкривається і руда (концентрат) тонким шаром розсипається по довжині штабеля, який формується. Цю операцію продовжують до тих пір, поки висота гребню матеріалу не досягне 0,5-0,7 м. Після цього перевантажувач переміщують уздовж рудного двору приблизно на повне розкриття грейфера і паралельно першому гребню насипають наступні до тих пір, поки не дійдуть до

протилежної межі штабелю. Потім РГП переміщують у зворотному напрямку, насипаючи гребні матеріалів між раніше утвореними.

Після закінчення формування першого штабеля приступають до укладання другого, а з першого руду забирають грейфером врозріз штабеля і насипають конус.

На багатьох металургійних підприємствах в штабель концентрату частково укладають залізорудний концентрат з рудою та вапно. Внесення руди в концентрат сприяє його розпушуванню, а вапно – зниженню вологості концентрату та зменшує його змерзання в зимовий час, це також сприяє процесу підготовки шихти для подальшої агломерації.

Ємність штабеля досягає 250 тис. т. При дотриманні встановлених правил усереднення на рудному дворі можна досягти ступеня усереднення, який характеризується максимальним відхиленням від середнього значення вмісту заліза у межах 0,4%.

Перший етап усереднення починається ще з вивантаження вагонів на вагоноперекидачі.

Технологія роботи вагоноперекидача наступна [7].

Вагони під вивантаження на вагоноперекидачі подаються відповідно до заявки бригадира рудного двору, переданої по телефону диспетчеру Південного району. До початку вивантаження черговий по станції Рудна готує довідку про наявність вагонів з відсутністю валиків дверей в 3-х примірниках (одна вручається бригадиру рудного двору, одна бригадиру вантажників, третя з підписами цих бригадирів залишається у чергового по станції Рудна). Забороняється подавати під вивантаження вагони з деформованим кузовом, пошкодженими верхньої обв'язкою і стійками.

Состав осаджується до вагоноперекидача за вказівкою чергового по станції Рудна, після отримання дозволу від машиніста вагоноперекидача, переданої через радіозв'язок на частоті доменного цеху.

Складач поїздів зобов'язаний зупинити вагони, які подаються до фронту вивантаження за 5-10 метрів від накату вагоноперекидача. При

цьому регулювальник швидкості руху вагонів (РШРВ) повинен знаходитися в безпечному місці - на пішохідному містку з боку 4-ї колії, стріла вагоноштовхача повинна бути піднятою за межі верхнього габариту вагонів, а люлька вагоноперекидача опущена.

Випуск повітря з гальмівної системи і роз'єднання гальмових рукавів в вагонах з включеними гальмами, що подаються під вивантаження на вагоноперекидач, складач поїздів здійснює по 6-й або 5-й колії станції Рудна. При відсутності вагонів перед вагоноперекидачем дозволяється подавати вагони на 3-ю колію без зупинки по 6-й (5-й) колії. В цьому випадку випуск повітря і роз'єднання гальмових рукавів проводиться по 3-й колії після зупинки составу за 5-10 метрів від накату вагоноперекидача. При цьому, до відчеплення локомотива або локомотивного прикриття (в зимовий період), локомотив знаходиться в загальмованому стані.

Складачу поїздів забороняється з'єднувати вагони до раніше поданої подачі до моменту закінчення її вивантаження.

Перед дачею дозволу на подачу вагонів до вагоноштовхача РШРВ зобов'язаний:

- попередити машиніста вагоноштовхач і очікувати підняття стріли в верхнє положення;
- відійти на пішохідний місток з боку 4-ї колії.

Після зупинки составу складач поїздів дає вказівку машиністу тепловоза на відчеплення локомотива, або відчіплює сам локомотивне прикриття (в зимовий час), після чого локомотив від'їжджає від вагонів на 15 - 20 метрів. Машиніст тепловоза доповідає черговому по станції Рудна про відчеплення тепловоза, а черговий про це повідомляє по радіозв'язку доменного цеху машиністу вагоноперекидача.

Машиністу вагоноперекидача забороняється проводити вивантажити-ку першого вагона в подачі на вільний 3-й шлях без дозволу чергового по станції Рудна, переданого йому по радіозв'язку на частоті доменного цеху з дотриманням обома працівниками встановленого регламенту переговорів.

Черговий по станції Рудна - позивний «Рудна», машиніст вагоноперекидача - позивний «Анод-4».

Перед дачею дозволу машиністу вагоноперекидача на початок вивантаження першого вагона, черговий по станції Рудна зобов'язаний:

- попередити про початок роботи вагоноперекидача РШРВ і переконатися по відповіді, що на початку фронту вловлювання по 3-й колії покладені два гальмівних башмака (по одному на кожну рейку);

- попередити про початок роботи вагоноперекидача локомотиво-складацькі бригади порожнякової сторони і переконатися по доповіді складача в тому, що стрілка №6 переведена у напрямку вловлювального тупика.

Складачу поїздів забороняється переводити стрілку №6 у напрямку до стрілки №4 не впевнившись в тому, що по 3-й колії покладені два гальмівних башмака.

Перед дачею команди машиністу вагоноштовхача на початок роботи, РШРВ повинен переконатися, що поданий під вивантаження залізничний состав зупинений, а локомотив відчеплений і від'їхав від нього на 15-20 метрів. оглянути вагони на предмет пошкодження (злам або пошкодження автозчеплення, замку, ударної розетки, що центрує балочки, ковзунів, кузов знятий зі шворня і інших механічних ушкоджень) з боку 4-ї колії.

При подачі під вивантаження вагонів з перехідною площадкою, РШРВ зобов'язаний попередити машиніста вагоноштовхача про наявність у вагону перехідного майданчика.

Після отримання команди від РШРВ про початок роботи машиніст вагоноштовхача встановлює стрілу на заднє автозчеплення першого по ходу руху вагону.

Розчеплення вагонів проводиться до підштовхування на накат вагоноперекидача першого по ходу візка вагону.

Після встановлення стріли на автозчеплення РШРВ обходить вагоноштовхач з заднього боку, проходить між вагоном і штовхачем до

заднього торця першого по ходу вагона і здійснює розчеплення вагонів. Важіль заднього автозчеплення першого по ходу вагона фіксується в положенні розчепу за допомогою дерев'яних клинів (якщо ланцюжок занадто довгий).

Після розчеплення вагонів РШРВ виходить між вагоном і штовхачем з заднього боку на пішохідний місток з боку 4-ї колії і дає команду машиністу вагоноштовхача на подачу вагона рухом руки над головою.

Машиністу вагоноштовхача забороняється подавати вагон на накат до виходу РШРВ на пішохідний місток з боку 4-ї колії.

Після від'їзду вагоноштовхача з вагоном на відстань 6 метрів від наступного вагону, (під час установки першого вагону на вагоноперекидачі), РШРВ зрушує головку переднього автозчеплення другого вагону в напрямку рудного двору до упору. Виконавши ці операції, РШРВ повертається на пішохідний місток з боку 4-ї колії, обходячи вагоноштовхач з заднього боку, і дає команду машиністу штовхача на установку стріли на автозчеплення наступного вагону. Швидкість при стиканні вагонів на вагоноперекидачі не повинна перевищувати 3 км/год.

При зіткненні вагонів машиніст штовхача зупиняє штовхач таким чином, щоб передній торець вагону, який подається, знаходився проти другого (з боку штовхача) затиску вібратора і продовжує насування тільки після того, як переконається в тому, що вагони не зчепилися і попередній вагон скотився з люльки вагоноперекидача.

Всі операції повторюються після розвантаження другого вагона і підтягування складу до накату вагоноперекидача. При підтягуванні складу РШРВ знаходиться на пішохідному містку з боку 4-ї колії.

У разі пошкодження вагона стрілою штовхача, РШРВ зобов'язаний зупинити роботу і через машиніста вагоноперекидача доповісти про це черговому по станції Рудна та викликати бригадира рудного двору і оглядача вагонів станції Південна для складання акту про пошкодження.

1.6 Технологія передачі вагонів після вивантаження на колію очищення вантажниками

По мірі накопичення вивантажених на вагоноперекидачі вагонів, здійснюється зупинка процесу вивантаження та перестановка порожніх вагонів на колію очищення. Для цього задіяний окремий локомотив порожнякової сторони рудного двору.

РШРВ, який здійснює уловлювання порожніх вагонів, по узгодженню із складачем поїздів, подає машиністу вагоноперекидача сигнал щодо заборони скатування вагонів шляхом перемикання сигналу світлофора В-1 на заборонне показання. Перемикачі сигналу встановлені уздовж всього фронту вивантаження.

Після цього прибираються гальмівні башмаки, локомотив заїжджає на колію уловлювання вагонів, з'єднує їх у разі наявності «вікон» та переставляє на колію очищення.

У випадках, коли процес очищення менш інтенсивний, ніж процес вивантаження, вагони можуть накопичуватись після вловлювання до кількості, при якій відстань між вагоноперекидачем і найближчим вагоном становить менше відстані, яка дозволяє безпечно загальмувати наступний вивантажений вагон (в існуючих умовах близько 80-100 м). В такому випадку РШРВ також вмикає червоне світло на світлофорі, забороняючи подальше вивантаження.

Таким чином, чим довше фронт вивантаження на початку роботи вагоноперекидача з черговим залізничним составом (фактично – маршрутним составом поїзду), тим більше «буфер» з вивантажених не очищених вагонів, тим довше може тривати безперервний процес вивантаження.

Причини уповільнення процесу очищення вагонів наступні:

- менша кількість вантажників, наприклад, через хвороби та ін.;

- більші залишки вантажу у вагонах після вивантаження через підвищену вологість внаслідок несприятливих погодних умов – дощ;
- змерзання вантажу в холодний період року.

1.7 Вплив переобладнання металургійних підприємств на формування транспортних потоків

Металургійні виробничі процеси, та обумовлена ними висока динаміка значно ускладнюють структуру та процеси формування беззупинних матеріальних потоків.

Важливою організаційною стороною виробництва, у таких умовах, є узгодження й регулювання руху виробничих потоків, як за часом, так і у просторі.

Складність організації виробничих процесів проявляється не тільки усередині окремих стадій металургійного циклу, а також між цими етапами виробництва.

Звісно, розглядаючи окремі агрегати, можна побачити, що виробничий потік на них технологічно відособлений, але, між тим, він є структурно й організаційно пов'язаний з огляду на єдиний багатоканальний виробничий потік.

Через це питання раціональної організації потоків, на всіх стадіях є дуже важливими.

Так, придбання нового РГП є вимушеним кроком, оскільки це обумовлено потребою доменного цеху, але, з іншого боку, це буде впливати на усю транспортно-виробничу систему цього підрозділу підприємства.

За час роботи старого крану змінились технології, як на металургійному комбінаті, так і на машинобудівних підприємствах.

Новий РГП отримує нові, більш перспективні характеристики функціонування.

Цей вид підйомно-транспортних машин використовується по-суті в межових областях - на стиках стадій виробничих та суто транспортних процесів – там, де виникають найбільш складні проблеми організації й керування.

Основна складність проблем, які виникають, обумовлена пошуком найбільш раціональної організації структур поєднання виробничих потоків між різними процесами.

Принципова сутність зв'язків основних етапів процесів полягає в тому, кожен з наступних етапів повинен мати більш значний запас продуктивності у порівнянні з попереднім етапом.

Ще до придбання нового РГП, на Запоріжсталі відбулась заміна вагоноперекидача на більш продуктивний.

Але, щоб фактично реалізувати цю продуктивність, необхідним є уникнення зупинок з прийняттям до переробки усього вантажу без зупинки.

Саме для цього потрібен більш продуктивний РГП.

Основними параметрами потоку є обсяги руди, залізорудного концентрату, вапна у тонах, частота їх надходження, розмір маршрутних составів й ін.

З позицій системного підходу загальне завдання раціональної організації робіт в таких умовах полягає в тім, щоб:

- організувати на кожному попередньому етапі процесу на всіх його щаблях параметри потоку, відповідали б вимогам наступного етапу;
- розробити найбільш раціональну для конкретних умов транспортування та вантажопереробки організаційну структуру потоку, виходячи з параметрів системи.

1.8 Недоліки існуючого положення до придбання РГП та визначення напрямку дослідження

Виконаний аналітичний аналіз показав, що на рудному дворі Запоріжсталі виконуються взаємопов'язані процеси:

- процес вивантаження вагонів на вагоноперекидачі, який призводить до збільшення обсягів сировини в вантажоприймальній траншеї, що призводить до необхідності пересування вагоноперекидача до порожнякової сторони станції Рудна, де накопичуються вивантажені вагони та зменшення довжини ділянки накопичення вагонів;
- процес очищення вагонів, який, при несприятливих умовах (у т.ч. погодних), призводить до збільшення кількості вивантажених, але не очищених вагонів на колії вагоноперекидача, а також призводить до зменшення довжини ділянки накопичення вагонів;
- процес переміщення сировини РГП з вантажоприймальної траншеї до штабелю на рудному дворі, що зменшує обсяг сировини в вантажоприймальній траншеї та збільшує довжину ділянки накопичення вагонів.

Таким чином, що оцінити ефективність використання більш продуктивного РГП з позицій Управління залізничного транспорту, слід розробити імітаційну модель роботи даної транспортно-виробничої системи «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель».

Параметри, які залишаються незмінними:

- обсяг постачань;
- структура вантажопотоків.

Змінні параметри:

- продуктивність РГП;
- кількість вантажників, які очищують вагони, після вивантаження на вагоноперекидачі.

Показниками ефективності можна вважати:

- простій та плату за користування вагонам при зупинці процесу вивантаження на вагоноперекидачі через відсутність місця для накопичення вагонів, які очікують очищення;
- кількість вантажників, які необхідні для забезпечення очищення вагонів.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Постановка задачі теоретичного дослідження

Розглядаючи транспортно-виробничу систему «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель», необхідно встановити її елементи та їх параметри.

На рисунку 2.1 показаний реальний вигляд процесу вивантаження вагонів на вагоноперекидачі.



Рисунок 2.1 – Технологічна схема роботи рудного двору з переробітки
вхідного вантажопотоку сировини

На рисунку 2.1 лінією показана вісь колії 3 станції Рудна. Ліворуч на лінії знаходяться вагони з вантажем, які надходять зі станції Південна. Вагоноштовхач показаний умовним позначенням ВШ на схемі, яка суміщена з фото зі супутника об'єкту, де виконується дослідження. Операція 1 на схемі – подавання вагонів до вагоноперекидача.

Вагоноперекидач ВП здійснює вивантаження сировини у вантажоприймальну траншею (операція 2), порожні вагони скочуються до фронту уловлювання (операція 3).

Один з РГП переміщує сировину з траншеї до штабелю (операція 4). Крім залізорудної сировини, іншим краном переміщується вапно з вагонів, які на схемі знаходяться у лівій верхній частині.

Ще один РГП переміщує шихту з частини штабеля, сформованої раніше, до трансферкарів (операція 5), які доставляють вантаж по залізничній колії до приймальних бункерів аглофабрики.

За допомогою рисунку 2.2 встановлено, що за нормальних умов роботи місткість ділянки колії для уловлювання порожніх вагонів становить на початку вивантаження маршруту з сировиною (з урахуванням безпечної відстані від вагоноперекидача до найближчого вагону 100 м) близько 300 м (корисна довжина у вагонах – 21 одиниця).

По закінченні вивантаження маршрутного составу корисна довжина зменшується до 14 вагонів.

Вагони на фронт очищення переставляються при накопиченні партії з 7 вагонів.

Продуктивність демонтованого РГП – 400 т/год., нового рудно-грейферного перевантажувача – 700 т/год.

Продуктивність вагоноперекидача при нормі вивантаження одного вагону 3 хвилини становить 20 вагонів на годину.

Норматив часу на очищення одного вагону після вивантаження становить 20 хвилин.

Очищення вагонів здійснюється партіями до 7 вагонів сімома вантажниками, тож норма вивантаження на партію також становить 20 хвилин.

У разі надходження сировини з підвищеним вмістом води час вивантаження збільшується, у середньому на 10 хвилин на партію, тобто становить 30 хвилин.

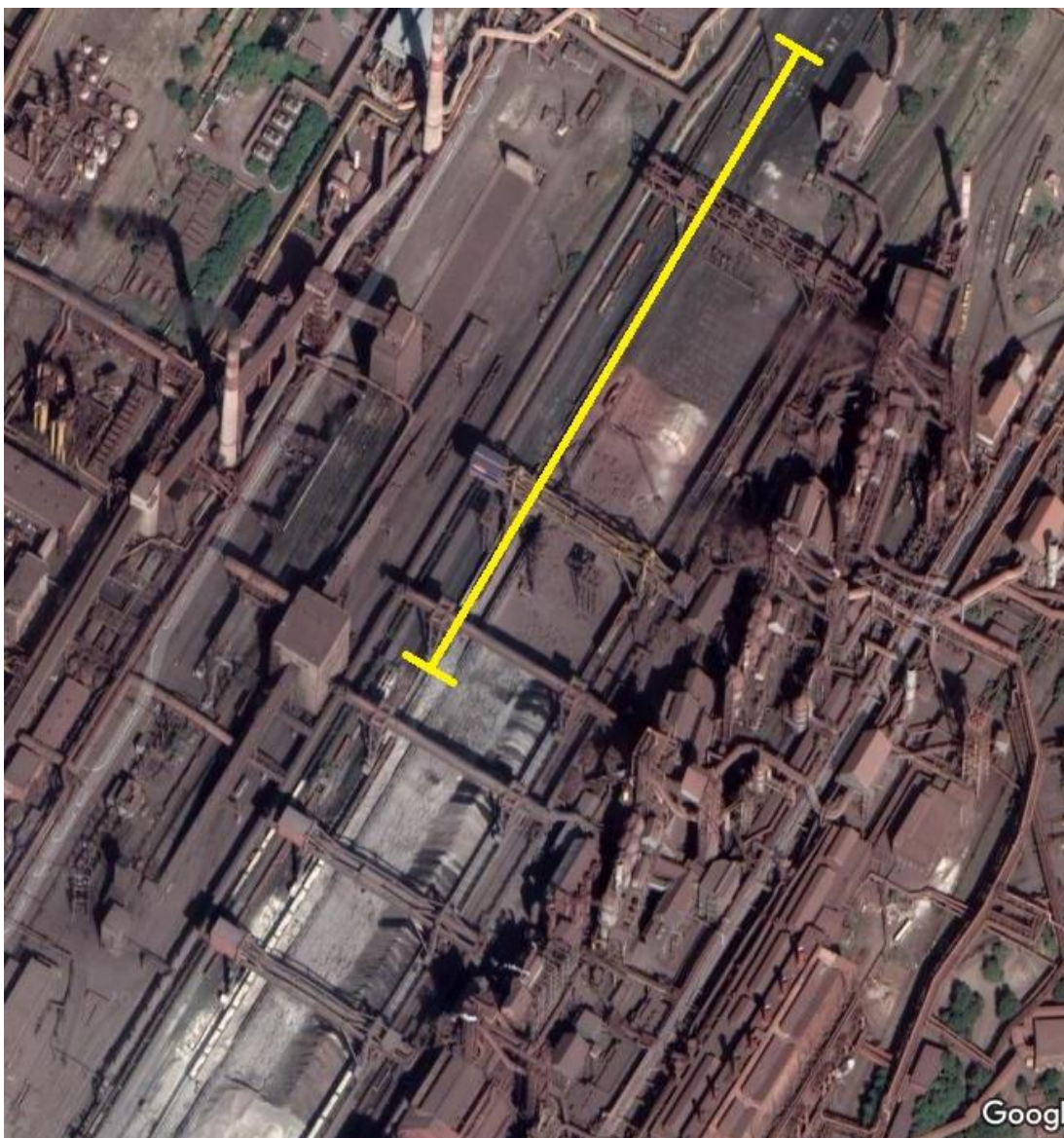


Рисунок 2.2 – Схема розміщення об’єктів досліджуваної системи

Звісно, в реальних умовах роботи існує значна кількість оперативних рішень, виходячи зі зміни нормальних процесів роботи.

Так, наприклад, у разі тривалої зупинки вагоноперекидача через технічну несправність, на підприємстві можуть створюватись додаткові бригади вантажників з робітників інших цехів.

Вивантаження вагонів буде здійснюватися безпосередньо РГП. До речі так само, як здійснюється вивантаження вапна (через значне пилоутворення, вивантаження вапна на вагоноперекидачі недопустиме).

У разі дощу вагоноперекидач може здійснювати подвійне перекидання вагонів, з метою зменшення залишків вантажу, але ця процедура не вирішує проблему повністю – час очищення збільшується все одно. При цій процедурі лише не так яскраво буде видно простій вагоноперекидача через затримки по очищенню вагонів.

В дані роботі неможливо врахувати одразу всі нештатні ситуації та визначити абсолютно точно вплив погодних умов. Тому дослідження виконується, виходячи з нормального режиму роботи, враховуючи ситуацію зі збільшенням часу на вивантаження в дні, коли були дощі.

Для подальших досліджень доцільно скористатись імітаційною моделлю.

2.2 Розробка імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи

Виконаємо розробку моделі в програмному середовищі Енілоджик [8].

Створимо модель на основі шаблону (рисунок 2.3) «Створення дискретно-подійної (процесної) моделі».

Будемо використовувати ресурси, створимо гістограму часу перебування заявок в системі та графік довжини черги заявок перед сервісом, який імітує процес очищення вагонів.

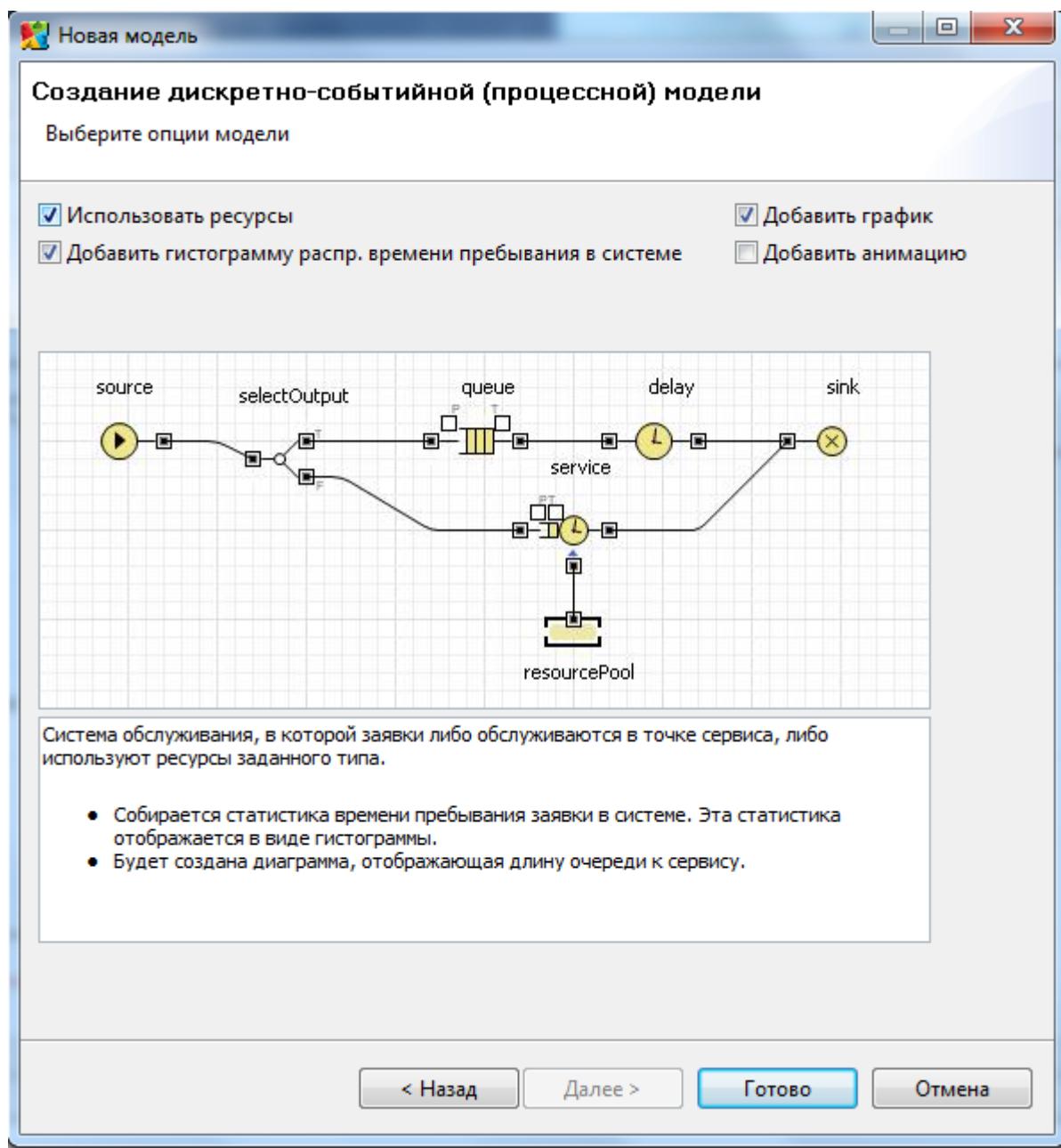


Рисунок 2.3 – Створення дискретно-подійної (процесної) моделі

В розділі «Simulation» встановлюємо наступні параметри моделювання (рисунок 2.4):

- модельний час – «години»;
- використання календарю;
- тривалість роботи моделі – один календарний рік.

The screenshot shows a software interface for a simulation experiment. The title bar includes 'Консоль' and 'Свойства'. The main window is titled 'Simulation - Простой эксперимент'. On the left is a sidebar with tabs: 'Основные', 'Дополнительные', 'Модельное время', 'Презентация', 'Окно', 'Параметры', and 'Описание'. The 'Модельное время' tab is active. The main area contains the following settings:

- Единицы модельного времени: часы (dropdown)
- ☒ Использовать календарь
- Остановить: В заданную дату (dropdown)
- Начальное время: 0.0 (text input)
- Конечное время: 525700.0 (text input)
- Начальная дата: Ноябрь 1, 2020 (dropdown)
- Конечная дата: Ноябрь 1, 2021 (dropdown)
- Below the dates are two time pickers: 7:05:54 and 8:45:54.

A horizontal timeline bar is visible between the 'Остановить' dropdown and the time inputs.

Рисунок 2.4 – Параметры эксперимента модели

Для врахування погодних умов з позицій збільшення часу на очищення вагонів у разі дощу або морозів, використаємо елементи «Подія» та «Проста змінна».

На рисунку 2.5 наведені дані щодо кількості днів з дощем протягом року [9].

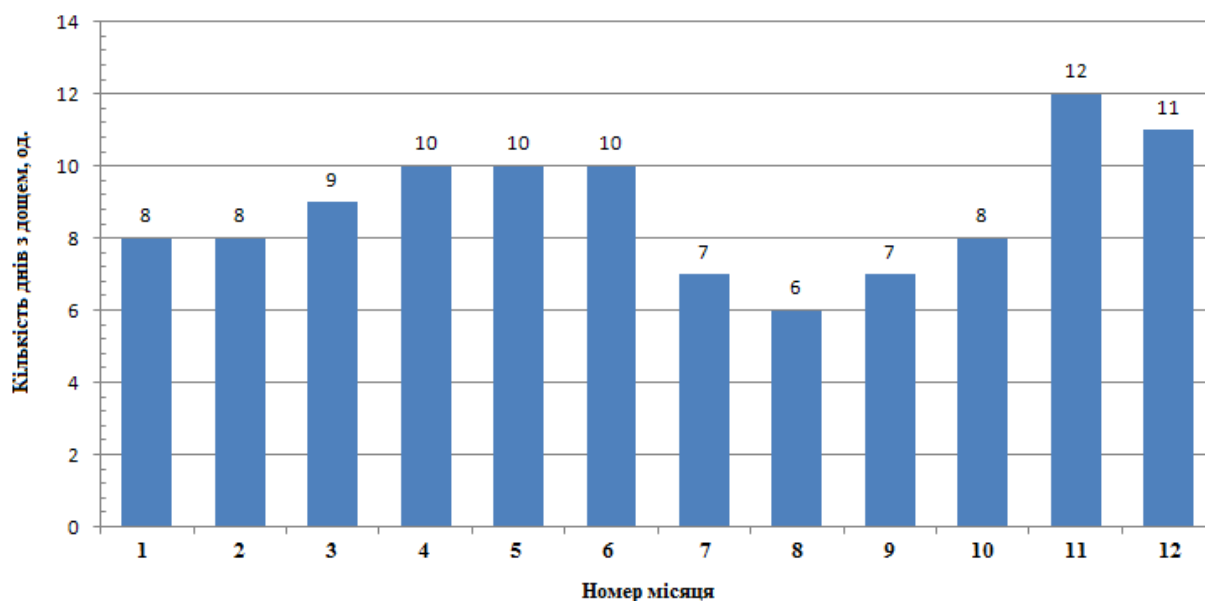


Рисунок 2.5 – Дані щодо кількості днів з дощем протягом року

Загальна кліматична норма дощових днів становить 106 од. Згідно даних [9] кількість днів з морозами становить 80 од.

Таким чином, загальна кількість днів із ускладненими погодними умовами становить 186 од. на рік. Ймовірність такої події визначається з відношення $186/365$ та становить 0,51. Очевидно, що останні роки відзначається надзвичайно тепла погода, але оскільки тематика магістерської роботи обрана за напрямком дослідження ефективності використання РГП, тривалість експлуатації якого вимірюється десятиріччями, доцільним взяти саме кліматичну норму.

На рисунку 2.6 показані параметри елементу «Подія», в якості розподілу випадкової величини надходження составів із залізорудною сировиною прийнято експоненціальний [10] з параметром, оберненим до середнього інтервалу прибуття поїздів.

Виходячи із середньорічного обсягу надходження составів 99200 вагонів, середній інтервал може бути визначений за формулою [11]:

$$T_{\text{сер}} = 8760 / (N_{\text{річ}} / N_{\text{сост}}), \quad (2.1)$$

де 8760 – кількість годин у році, год.;

$N_{\text{річ}}$ – кількість вагонів, які прибувають із залізорудною сировиною до станції Рудна ПАТ «Запоріжсталь», вагонів;

$N_{\text{сост}}$ – середній розмір составу поїзда із залізорудною сировиною, вагонів.

Слід відмітити, що на станцію Запоріжжя-Ліве надходять состави довжиною саме 56 вагонів, але комбінату зручніше приймати состави 53 вагони через недостатню довжину колій. У такому випадку 3 відчеплених вагони все одно передаються у складі збірних поїздів, тож враховуємо величину 56 вагонів.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.1):

$$T_{\text{сер}} = 8760 / (99200 / 56) = 4,95 \text{ год.}$$

Таким чином параметр експоненціального розподілу дорівнює $1/4,95$.
Параметри елементу «Подія» представлені на рисунку 2.6.

marshrut - Source

Основные
Параметры
Статистика
Описание

Имя: marshrut ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На пре

Тип: Source<T extends Entity> Класс заявки: Entity

Пакет: om.xj.anylogic.libraries.enterprise

Заявки прибывают согласно ☐ Интенсивности ☒ Времени между прибытиями

Время между прибытиями^D exponential (1/4.95)

Количество заявок, прибывающих за один раз^D 56

Ограниченное количество прибытий ☐

Новая заявка^D new EntityStats (time())

Действие при выходе^D

Фигура анимации заявки^D

Уникальная фигура для каждой заявки ☐

Разрешить вращение ☐

Количество:

Рисунок 2.6 – Параметры элемента «Подія»

Сама модель представлена на рисунку 2.7. До її складу входять наступні елементи, блок вивантаження:

- «queue_do_VP» – елемент імітує чергу вагонів перед вагоноперекидачем (його параметри представлені на рисунку 2.8);
- «hold» – елемент імітує затримку вагонів у разі відсутності вільної ділянки для накопичення вивантажених на вагоноперекидачі вагонів,

параметри для цього елемента не задаємо, управління здійснюється іншим елементом моделі;

- «VP» – елемент імітує процес вивантаження вагонів на вагоноперекидачі, параметри елемента наведені на рисунку 2.9.

На цьому етапі завершується робота блоку імітації вивантаження.

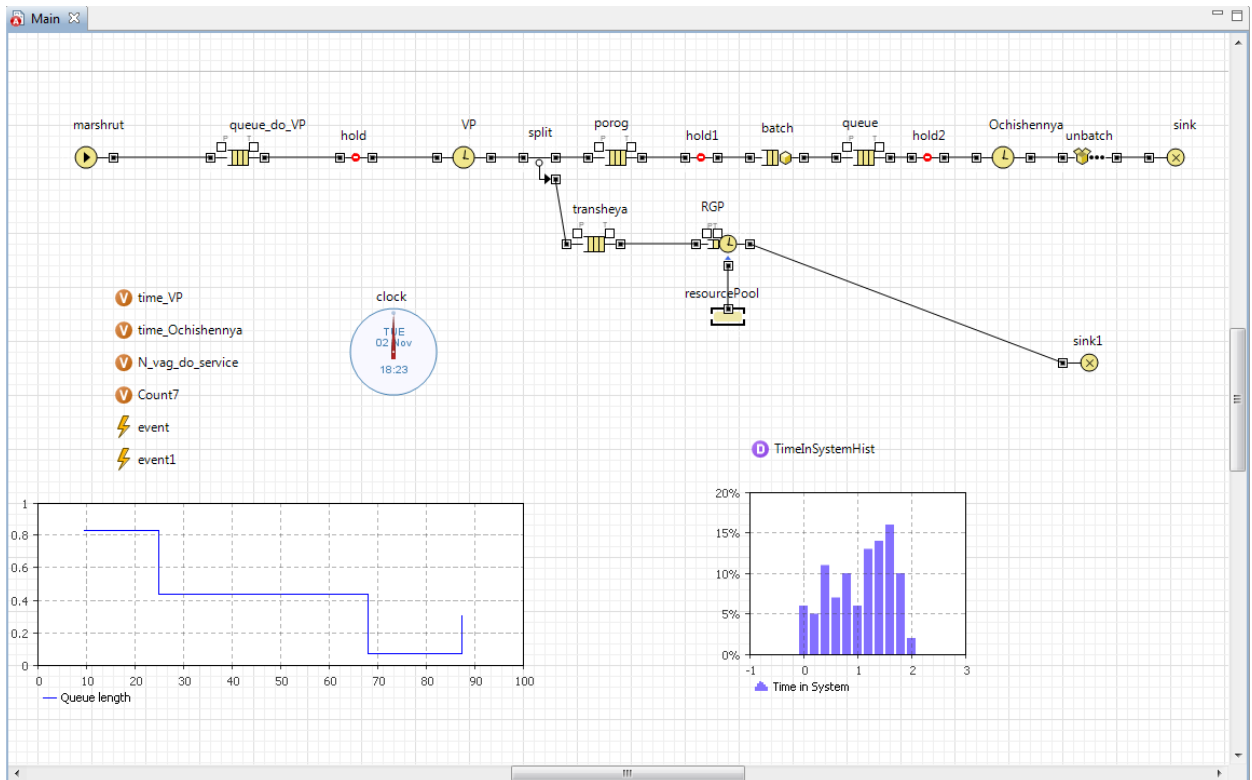


Рисунок 2.7 – Схема моделі

Рисунок 2.8 – Параметры элемента «queue_do_VP»

Рисунок 2.9 – Параметры элементу «VP»

Для задання необхідних параметрів, скористаємось даними технічних характеристик РГП [12], для старої конструкції РГП характеристики наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики РГП старої конструкції, який входить до складу транспортно-виробничої системи, яка досліджується

Номер з/п	Характеристика	Од. виміру	Значення величини
1	Проліт крана	м	76
2	Вантажопідйомність (з грейфером)	т	30
3	Швидкість підйому	м/с	1,08

Продовження таблиці 2.1

Номер з/п	Характеристика	Од. виміру	Значення величини
4	Швидкість опускання	м/с	1,5
5	Швидкість переміщення візка	м/с	3,46
6	Швидкість переміщення крану	м/с	0,5
7	Ємність грейфера	м ³	5,6
8	Висота підйому грейфера	м	25
9	Продуктивність	т/год.	400

Технічні характеристики РГП нової конструкції НКМЗ наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики РГП нової конструкції, який входить до складу транспортно-виробничої системи, яка досліджується

Номер з/п	Характеристика	Од. виміру	Значення величини
1	Проліт крана	м	76
2	Вантажопідйомність (з грейфером)	т	32
3	Швидкість підйому	м/с	1,33
4	Швидкість опускання	м/с	1,5
5	Швидкість переміщення візка	м/с	3,33

Продовження таблиці 2.2

Номер з/п	Характеристика	Од. виміру	Значення величини
6	Швидкість переміщення крану	м/с	0,5
7	Ємність грейфера	м ³	5,6
8	Висота підйому грейфера	м	35
9	Продуктивність	т/год.	400

Розглянемо ланцюг подій, який імітує процес переміщення вантажу до рудного двору (рисунок 2.10).

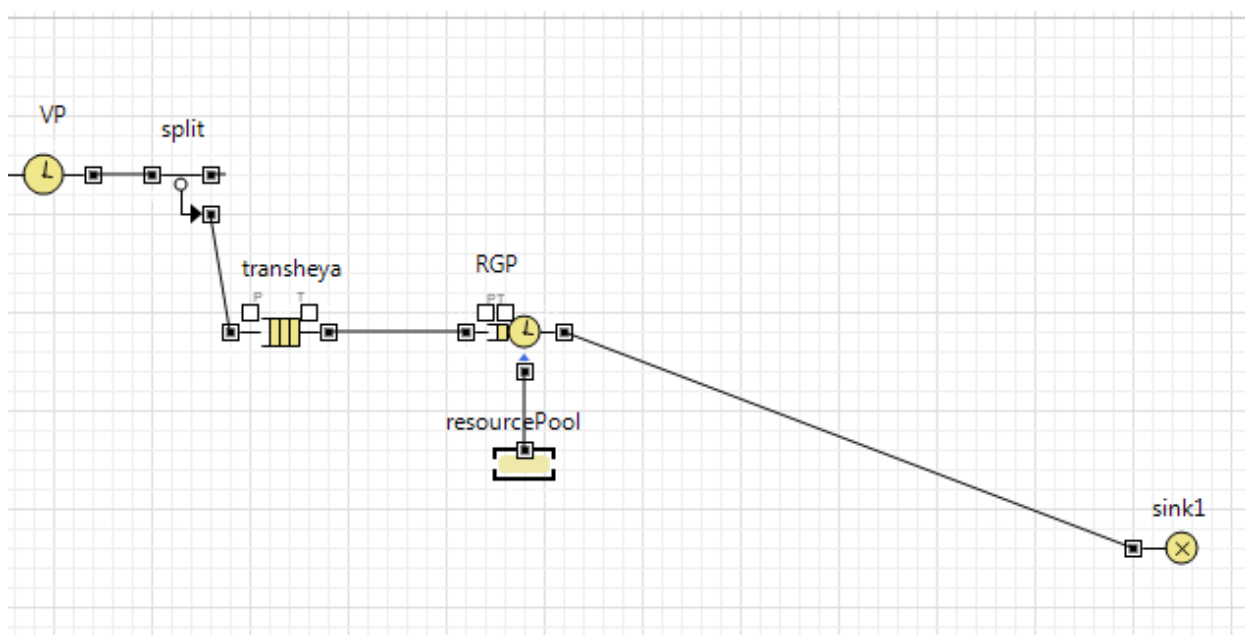


Рисунок 2.10 - Ланцюг подій, який імітує процес переміщення вантажу до рудного двору

Елемент «split» утворює копію замовлення – партію вантажу у вагоні, додаткових параметрів для цього елементу не передбачено.

Елемент «transheya» імітує процес накопичення вантажу в вантажоприймальній траншеї, імітація процесу переміщення вантажу на рудний двір здійснюється елементом «RGP», який використовує ресурси «resourcePool» (параметри елемента наведені на рисунку 2.11).

Рисунок 2.11 – Параметры элемента «RGP»

В параметрах элемента «resourcePool» можна змінювати кількість РГП. Завершує цей блок переміщення вантажу до штабелю елемент «sink1», який знищує заявки.

Розглянемо наступний блок – обробки порожніх вагонів (рисунок 2.12).

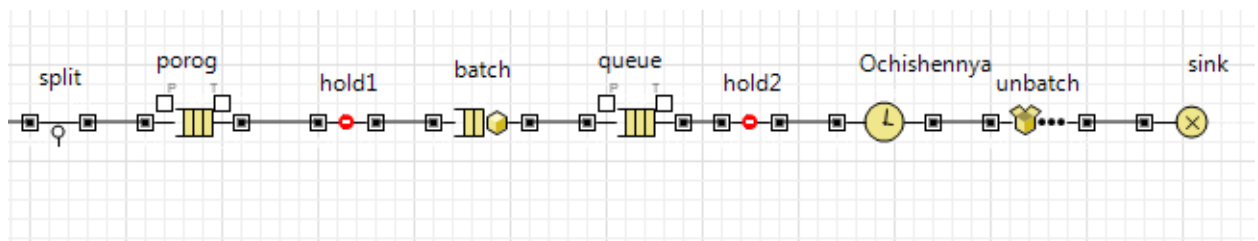


Рисунок 2.12 – Блок обробки порожніх вагонів

Елементи типу «черга» («pogor», «queue») використовуються для імітації очікування вагонами процедури очищення. Разом із елементами «hold1», «hold2» та «batch» (групує заявки у партії з 7 одиниць) здійснюється формування партій вагонів, а їх затримка в процесі очищення здійснюється елементом «Ochishennyya» (рисунок 2.13).

Ochishennyya - Delay

Основные
 Параметры
 Статистика
 Описание

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На презентации

Тип: Класс заявки:

Пакет:

Задержка задается ☒ Явно ☐ Как длина пути/скорость

Время задержки^D

Вместимость

Максимальная вместимость ☐

Действие при входе^D

Действие при выходе^D

Фигура анимации

Тип анимации

Направление анимации ☒ Вперед ☐ Назад

Включить сбор статистики ☐

Количество:

Рисунок 2.13 – Элемент затримки вагонів «Ochishennyya»

Саме в цьому елементі визначена процедура управління елементом «hold2».

Елементи змінних та циклічних подій сформовані в окремий блок (рисунок 2.14).

Вказані в ньому змінні «time_VP» та «time_Ochishennyya» використовуються для задання в моделі часу на вивантаження та очищення вагонів, відповідно.

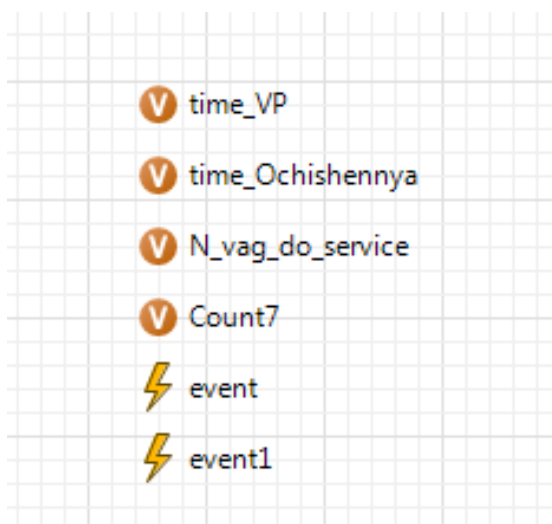


Рисунок 2.14 – Блок елементів змінних та циклічних подій

В елементі «event» (рисунок 2.15) з визначеною раніше ймовірністю змінюються розрахунки змінних «time_VP» та «time_Ochishennya».

event - Событие

Основные

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На презентации

Тип события: Режим:

Время первого срабатывания (абсолютное) ☒ 0 ☐ Ноябрь 7, 2020 7:13:21

Период:

Действие:

```

if (randomTrue( 0.51 ))
{
    time_VP = 0.06; // 5/60
    time_Ochishennya = 0.5; // 30/60
}
else
{
    time_VP = 0.05; // 3/60
    time_Ochishennya = 0.33; // 20/60
}
  
```

Рисунок 2.15 – Параметри елементу «event»

Циклічність зміни параметрів – 24 години (кожну добу).

Змінні «N_vag_do_service» та «Count7» використовуються для визначення моменту зупинки процесу вивантаження через відсутності вільної ділянки для порожніх вагонів після вивантаження.

На рисунку 2.16 наведено параметри елементу «event1», де здійснюється постійний моніторинг даних змінних та здійснення зупинки процесу вивантаження.

event1 - Событие

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне

Тип события: Режим:

Время первого срабатывания (абсолютное) ☒ 0 ☐ Ноябрь 7, 2020 10:10:33

Период:

Действие:

```

if (N_vag_do_service < 7+7*queue.size()) hold.setBlocked(true);
if (N_vag_do_service > 7+7*queue.size()) hold.setBlocked(false);
if (Count7 == 7) hold1.setBlocked(true);
  
```

Рисунок 2.16 - Параметры элемента «event1»

2.3 Аналіз результатів роботи імітаційної моделі роботи транспортно-виробничої системи

Імітація роботи програми здійснюється протягом одного року. Параметри, які змінюються при роботі за існуючим та проєктним варіантами:

- існуючий варіант - продуктивність роботи РГП встановлена 400 т/год.;

- проектний варіант - продуктивність роботи РГП встановлена на рівні 700 т/год.

Програма дає можливість спостерігати за ходом моделювання. Так на рисунку 2.17 показана робота моделі при використанні двох сучасних РГП з продуктивністю 700 т/год.

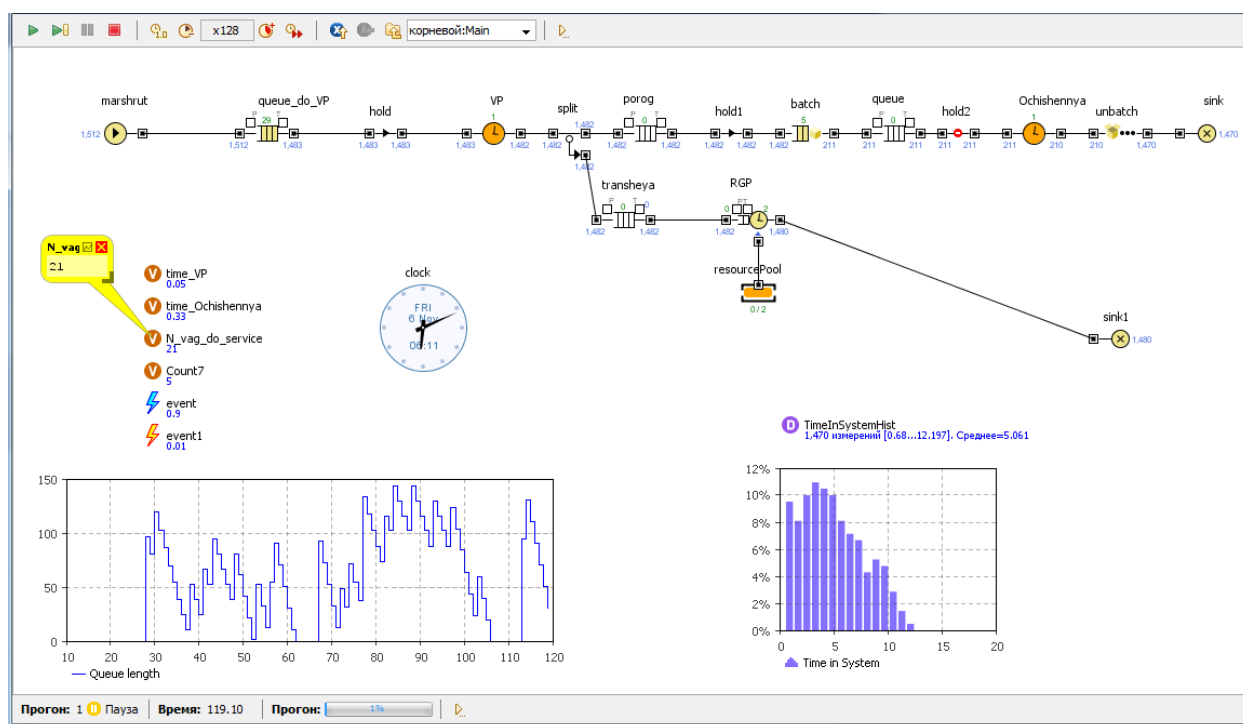


Рисунок 2.17 - Робота моделі при використанні двох сучасних РГП

Розглядаючи роботу кожного елементу необхідно відзначити високу стабільність роботи. Загальна продуктивність кранів забезпечує практично безперервну роботу всієї системи.

При використанні крана з продуктивністю 400 т/год. разом із краном з продуктивністю 700 т/год. Загальна продуктивність становить:

$$\Pi_{\text{заг}} = (\Pi_1 + \Pi_2)/2 = (400 + 700)/2 = 550 \text{ т/год.}$$

Ця продуктивність нижче, ніж продуктивність вагоноперекидача, яка становить 1400 т/год.

Тож, крани використовують час між надходженням чергових составів для відновлення фронту вивантаження вагоноперекидачем до траншеї.

При аналізі роботи моделі встановлено, що при згущеному надходженні вантажів виникають випадки зупинки вагоноперекидача через наповненість траншеї, та як наслідок – зменшення довжини ділянки уловлювання вагонів (рисунок 2.18).

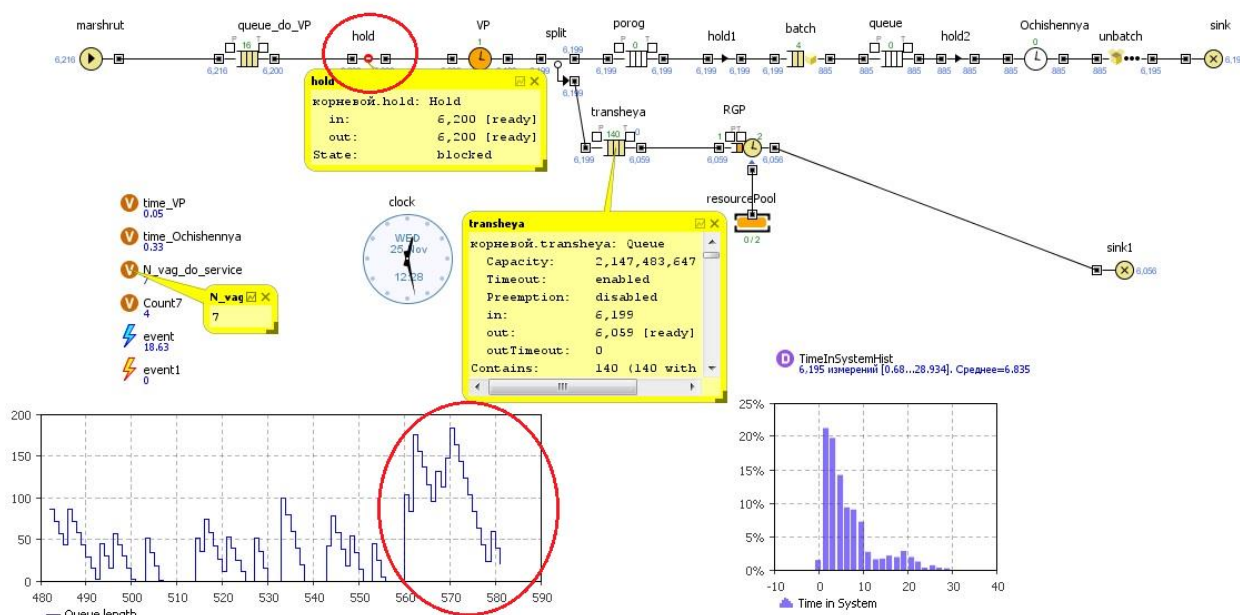


Рисунок 2.18 – Аналіз процесу використання низькопродуктивного РГП

В результаті роботи моделі отримано наступні результати (рисунок 2.19, 2.20).

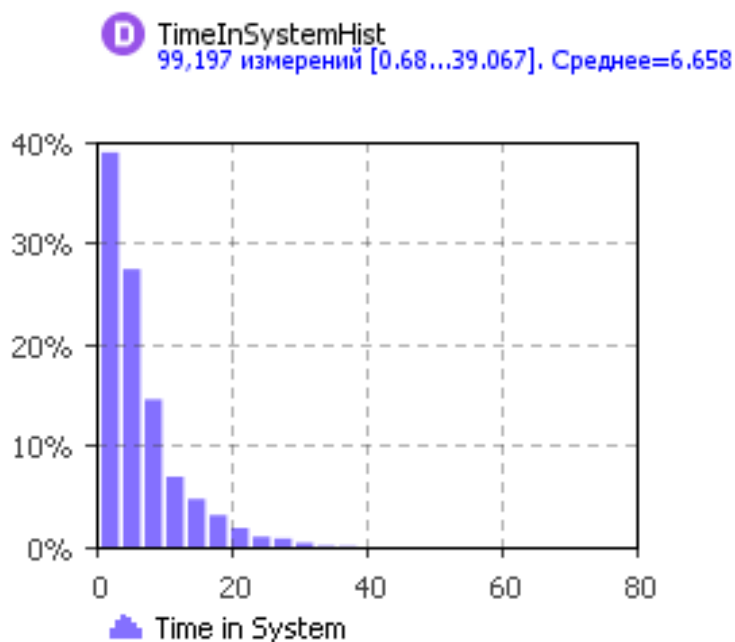


Рисунок 2.19 – Аналіз тривалості вивантаження вагонів за базовим варіантом

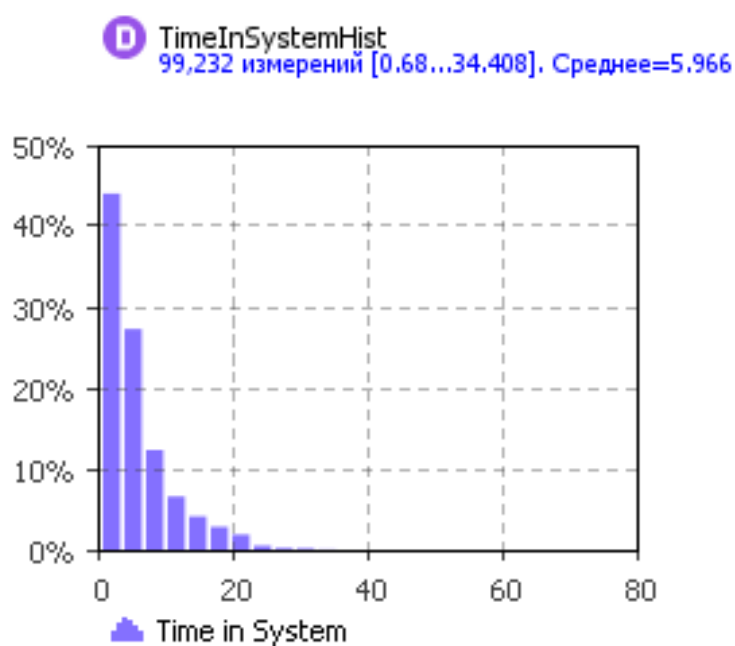


Рисунок 2.20 – Аналіз тривалості вивантаження вагонів за проєктним варіантом

Головні показники ефективності роботи транспортно-виробничої системи розглянемо в наступному розділі.

2.4 Технічні показники роботи транспортно-виробничої системи за варіантами

Результати моделювання та технічні показники роботи транспортно-виробничої системи за варіантами представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні показники роботи транспортно-виробничої системи

Номер з/п	Показник	Од. виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця (база - проект)
1	Кількість РГП, які задіяні в транспортно- виробничій системі	од.	2	2	-
2	Продуктивність РГП	т/год.	550 т/год.	1400 т/год.	- 850
3	Обсяг надходження сировини у вагонах	вагонів	99200	99200	-

Продовження таблиці 2.1

Номер з/п	Показник	Од. виміру	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця (база - проект)
4	Обсяг надходження сировини	тис. тон	6944	6944	-
5	Середній простій одного вагону	год.	6,66	5,97	0,69
6	Річний загальний час простою вагонів	вагоно- годин	660672	592224	68448
7	Час роботи кранів, год.	крано- годин	12626	4960	7666

З ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В цьому році на Запоріжсталі розпочато експлуатацію нового рудно-грейферного перевантажувача (РГП) виробництва НКМЗ. Цей РГП був придбаний у рамках програми модернізації виробництва Запоріжсталі, його вартість склала 180 мільйонів гривень.

Монтаж РГП було закінчено в кінці 2019 року. В 2020 відбувся його запуск після дослідно-промислових випробувань та отримання дозволу.

Головна перевага нового крану - висока продуктивність – 700 тон/год. (на відмінність від крану старої конструкції – 400 т/год.).

В проєктній частині було розроблено імітаційну модель функціонування рудного двору із використанням нового крану.

Завдяки використанню нового РГП менше виникає зупинок вагоноперекидача через заповнення вантажоприймальної траншеї, крім того, забезпечується достатня довжина ділянки колії для уловлювання вагонів. При низькій продуктивності переміщення вантажу з траншеї до штабелю на рудному дворі, вагоноперекадач рухається в сторону кінця траншеї, та зменшує розміри цієї ділянки. Це потребує більш частого переміщення вагонів на ділянку очищення, частіше призводить до зупинки вагоноперекидача при заповненні ділянки вивантаженими, але не очищеними вагонами.

Для уникнення ускладнень в роботі транспортно-виробничої системи при існуючій системі роботи, особливо при несприятливих погодних умовах, які впливають на фізичні властивості вантажу - погіршують його сипкість, залучається більша кількість вантажників для очищення вагонів.

В результаті виконаних досліджень на моделі отримані наступні результати (наведені у таблиці 3.1), на основі яких виконаємо розрахунок економічних показників.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для економічних розрахунків

Номер з/п	Параметр	Од. виміру	Існуючий варіант	Проект- ний варіант	Відхи- лення (база - проект)
1	Кількість РГП	од.	2	2	-
2	Загальна продуктивність РГП	т/год.	550 т/год.	1400 т/год.	- 850
3	Обсяг надходження залізорудної сировини у вагонах для формування штабелю шихти	вагонів	99200	99200	-
4	Середній простій одного вагону	год.	6,66	5,97	0,69
5	Річний загальний час знаходження вагонів в системі	вагоно- годин	660672	592224	68448
6	Час роботи РГП за рік	крано- годин	12626	4960	7666
7	Середня кількість вантажників	чол.	11	7	4

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Експлуатаційні витрати по базовому варіанту визначимо за формулою [13]:

$$Z_{\text{екс}}^{\delta} = Z_z^{\delta} + Z_c^{\delta} + Z_n^{\delta} + Z_{\text{пл}}^{\delta} + Z_{\text{ргп}}^{\delta}, \quad (3.1)$$

де Z_z^{δ} - основна і додаткова зарплата вантажників, грн;

Z_c^{δ} - відрахування на соцстрахування, грн;

Z_n^{δ} - накладні витрати, грн;

$Z_{\text{пл}}^{\delta}$ - витрати на плату за користування вагонами, грн;

$Z_{\text{ргп}}^{\delta}$ - витрати на роботу РГП, грн.

Зарплата вантажникам на рудному дворі нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [13,14]:

$$Z_{\text{вант}}^{\delta} = N_{\text{вант}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_{\text{роб}} (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шкід}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.2)$$

де $N_{\text{вант}}$ – кількість вантажників, $N_{\text{вант}} = 11$;

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт преміювання, $k_{\text{пр}} = 1,3$;

$C_{\text{год}}$ – ставка, грн/год.;

$\Phi_{\text{роб}}$ – фонд робочого часу, $\Phi_{\text{р}} = 2002$ год./рік;

7/6 – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00);

$k_{\text{кл}}$ – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам

тепловозів за класність, приймаємо $k_{кл} = 0$;

$k_{шкід}$ – коефіцієнт доплати за працю у шкідливих умовах. Для вантажників $k_{шкід} = 0,11$.

$\Phi_{св}$ – час роботи протягом року у свята (включаючи День металурга для Запоріжсталі), $\Phi_{св} = 24 \cdot 12 = 288$ год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$Z_{вант}^{\sigma} = 11 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [2002(7/6 + 0 + 0,11) + 288] = 2287144,66 \text{ грн.}$$

Внесок на соціальне страхування вантажників складає 22 %:

$$Z_c^{\sigma} = 0,22 \cdot 2287144,66 = 503171,83 \text{ грн.}$$

Накладні витрати для вантажників складають 34% від фонду оплати праці, розраховуємо за формулою [13]:

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

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_n^{\sigma} = 0,34 \cdot 2287144,66 = 777629,18 \text{ грн.}$$

Витрати на плату за користування вагонами на рудному дворі визначаються за формулою [14]:

$$Z_{пл}^{\sigma} = N_{ваг}^{\sigma} \cdot T_{пр} \cdot C_{пл}, \quad (3.4)$$

де $N_{ваг}^{\delta}$ - кількість вивантажених на рудному дворі вагонів за рік,
 $N_{ваг}^{\delta} = 99200$ ваг.;

T_{np} - середній час знаходження одного вагону в системі вивантаження на рудному дворі, $T_{np} = 6,66$ год.;

C_{nl} - середня вартість плати за годину користування одним вагоном, за даними Запоріжсталі $T_{nl} = 23,95$ грн/вагоногодина.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.4):

$$З_{nl}^{\delta} = 99200 \cdot 6,66 \cdot 23,95 = 15823094,4 \text{ грн.}$$

Вартість роботи РГП розрахуємо за формулою [13]:

$$З_{ргп}^{\delta} = T_{ргп}^{\delta} \cdot C_{год}^{ргп}, \quad (3.5)$$

де $T_{ргп}^{\delta}$ – час роботи РГП протягом року, $T_{ргп}^{\delta} = 12626$ год.;

$C_{год}^{ргп}$ – собівартість крано-години РГП, $C_{год}^{ргп} = 1091$ грн/год.

Виконаємо розрахунки за (3.5):

$$З_{ргп}^{\delta} = 12626 \cdot 1091 = 13774966 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні витрати по базовому варіанту за (3.1):

$$\begin{aligned} З_{екс}^{\delta} &= 2287144,66 + 503171,83 + 777629,18 + 15823094,4 + \\ &+ 13774966 = 33166006,07 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом

Експлуатаційні витрати при використанні нового РГП визначимо за формулою [13]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_z^{np} + Z_c^{np} + Z_n^{np} + Z_{nl}^{np} + Z_{pgn}^{np}, \quad (3.6)$$

де Z_z^{np} - проєктні основна і додаткова зарплатня вантажників, грн;

Z_c^{np} - проєктні відрахування на соцстрахування, грн;

Z_n^{np} - проєктні накладні витрати, грн;

Z_{nl}^{np} - проєктні витрати на плату за користування вагонами, грн;

Z_{pgn}^{np} - проєктні витрати на роботу РГП, грн.

Зарплату по проєкту вантажникам на рудному дворі розрахуємо за формулою (3.2):

$$Z_{вант}^{np} = 7 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [2002(7/6 + 0 + 0,11) + 288] = 1455455,69 \text{ грн.}$$

Внесок на соцстрахування - 22 %:

$$Z_c^{np} = 0,22 \cdot 1455455,69 = 320200,25 \text{ грн.}$$

Накладні витрати - 34%:

$$З_n^{np} = 0,34 \cdot 1455455,69 = 494854,93 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки плати за користування вагонами на рудному дворі за формулою (3.4):

$$З_{nl}^{np} = 99200 \cdot 5,97 \cdot 23,95 = 14183764,8 \text{ грн.}$$

Вартість роботи РГП за проектом за формулою (3.5):

$$З_{pen}^{np} = 4960 \cdot 1091 = 5411360 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні витрати по проекту за (3.6):

$$\begin{aligned} З_{екс}^{np} &= 1455455,69 + 320200,25 + 494854,93 + 14183764,8 + \\ &+ 5411360 = 21865635,67 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Економія річних експлуатаційних витрат від проектних рішень визначається за формулою:

$$E_{екс} = З_{екс}^{\sigma} - З_{екс}^{np} . \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$E_{екс} = 33166006,07 - 21865635,67 = 11300370,4 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначимо за формулою [13]:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{З_{екс}^{\sigma} - З_{екс}^{np}} , \quad (3.8)$$

де $K_{\text{доо}}$ - капітальні витрати на придбання та монтаж РГП – складають 180 000 000 грн., враховуючи, що гарантійний термін експлуатації крана 25 років, приймаємо до розрахунків часту вартості, яка приходить на один рік експлуатації, $K_{\text{доо}} = 7200000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$T_{\text{ок}} = 7200000 / 11300370,4 = 0,6 \text{ року.}$$

Техніко-економічні показники представимо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Техніко-економічні розрахунки

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Капітальні витрати, грн.	—	7200000
2	Витрати на заробітну плату, грн.	2287145	1455456
3	Відрахування на соціальне страхування, грн.	503172	320200
4	Накладні витрати, грн.	777629	494855
5	Витрати на плату за користування вагонами, грн.	15823094	14183765
6	Витрати на роботу РГП, грн.	13774966	5411360

Продовження таблиці 3.2

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
7	Загальні експлуатаційні витрати, грн.	33166006	21865636
8	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	11300370
9	Термін окупності, років.	-	0,6

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломного проекту Дослідження впливу збільшення продуктивності рудно-грейферного перевантажувача (РГП) на ефективність роботи залізничного транспорту ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню.

ПАТ «Запоріжсталь » у 2020 року встановив на ділянці рудного двору доменного цеху новий РГП. Цей перевантажувач обробляє кокс, кускову руду, окатиші, штабеля.

Продуктивність його 700 т/годину при швидкості підйому – 90 м/хвилину. Тому при завантаженні рухомого складу при такій продуктивності (8 800 т) можливо збільшитися небезпека.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Потенційні небезпеки:

- при завантаженні коксу, кускової руди, окатишів, колошникового пилу та іншого сипкого вантажу у вагони перевантажувачем можливо розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил такого вантажу шкідливо діє на дихальні шляхи дослідника та робітників;

- у разі неузгоджених дій складачів поїздів з головним диспетчером та при самовільному русі вагонів можливі наїзди залізничним рухомим складом на робітників та дослідника;

- на вантажних операціях існує небезпека обрушення матеріалів на робітників, що призведе до травм;

- можливе ураження робітників струмом від тролей трансферкару, що може призвести до електричних травм;

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

- 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;

- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загоранню;

- 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.

Заходи із забезпечення безпеки, які визначені згідно [15-17], показані на слайдах презентації.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі виконаний аналітичний аналіз показав, що на рудному дворі підприємства Запоріжсталь виконуються взаємопов'язані процеси вивантаження вагонів на вагоноперекидачі, що призводить до збільшення обсягу сировини у вантажоприймальній траншеї, та призводить до необхідності пересування вагоноперекидача до порожнякової сторони станції Рудна, де відбувається накопичення вивантажених вагонів, через що, відповідно відбувається скорочення довжини ділянки накопичення вагонів.

Процес очищення вагонів, особливо при несприятливих погодних умовах, призводить до збільшення кількості вивантажених не очищених вагонів на коліях руху вагоноперекидача, відповідно - до зменшення довжини ділянки накопичення вагонів.

Процес переміщення сировини більш продуктивним РГП з вантажоприймальної траншеї до штабелю на рудному дворі, навпаки, зменшує обсяг сировини в цій траншеї та збільшує довжину ділянки накопичення вагонів.

В основній частині було розроблено імітаційну модель роботи даної транспортно-виробничої системи «прибуття составів – вивантаження на вагоноперекидачі – очищення вагонів – переміщення сировини в штабель».

Незмінні параметри: обсяг постачань та структура вантажопотоків.

Змінні параметри продуктивність РГП та кількість вантажників, які очищують вагони, після вивантаження на вагоноперекидачі.

В економічній частині було визначено показники ефективності: розмір плати за користування вагонами при зупинці процесу вивантаження на вагоноперекидачі через відсутність місця для накопичення вагонів, які очікують очищення; вартість оплати праці вантажників, які необхідні для забезпечення очищення вагонів.

Економічні розрахунки показали, що загальні експлуатаційні витрати до придбання РГП становили 33166006 грн, після – 21865636 грн. Економія експлуатаційних витрат - 11300370 грн/рік.

Розроблені заходи з охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Індустріальне Запоріжжя [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : Індустріальне Запоріжжя, 2020. – Режим доступу: <http://iz.com.ua/zaporoje/na-zaporizhstali-vveli-v-ekspluatatsiyu-noviy-rotuzhniy-kran> (дата звернення 30.09.2020) – «На запорізькому підприємстві ввели в експлуатацію новий кран».
2. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2020. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/ru/press-centr/novosti/zaporozhstal-vvel-v-jekspluataciju-novuj-rudno-grejfernyj-peregruzhatel/> (дата звернення 30.09.2020) – «Запоріжсталь» ввів в експлуатацію новий рудно-грейферний перевантажувач».
3. ТРА станції Південна ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 27 с.
4. ТРА станції Рудна ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 31 с.
5. ТРА станції Аглофабрика ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2016. – 30 с.
6. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.
7. Міжцехова інструкція по взаємодії робітників доменного, агломераційного цехів, гаражу рудорозморожування ЦРРС УЗТ, УПП, працівників ВВО, ВТК, ЦТВС з робітниками Південного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 41 с.

8. Ivanov D. (2017). Operations and supply chain simulation with AnyLogic: Decision-oriented introductory notes for master students. 2-nd Edition, E-Textbook, Berlin School of Economics and Law (preprint).

9. Метеопост. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : Метеопост, 2020. – Режим доступу: <https://meteopost.com/weather/climate-normals/zaporozhje/> (дата звернення 30.09.2020) – «Клімат Запоріжжя (кліматична норма)».

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

11. Бабушкін Г. Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті / Г.Ф. Бабушкін. - Київ.: ІСДО, 1993. – 190 с.

12. Гриневич, Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте / Г.П. Гриневич. – М.: Транспорт, 1981. – 343 с.

13. 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.

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. 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.

16. 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)

17. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)