

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ СОСТАВІВ ЗІ
СТАНЦІЇ ЗАПОРІЖЖЯ-ЛІВЕ НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

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

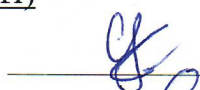
Спеціальності 275 Транспортні технології (на
залізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

Керівник

Рецензент


Г.Д. Суюнова
(прізвище та ініціали)


С.М. Турпак
(прізвище та ініціали)


А.Ю. Сосик
(прізвище та ініціали)

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

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 275 Транспортні технології (на 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

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

Суюнової Ганни Дмитрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності передачі составів зі станції
Запоріжжя-Ліве на 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.

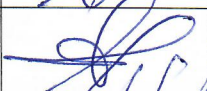
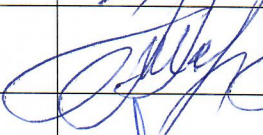
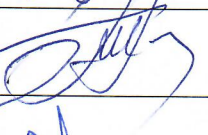
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі
вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-
розвантажувальних машин; вартість перевезення вантажів та виконання
транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-
технологічні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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах
вхідного зважування составів поїздів; 2.2 Аналіз процесів перевезень матеріалів на
станцію Південна в умовах використання колійного розвитку ПАТ «Запоріжжя»; 2.3
Розробка імітаційної моделі транспортної системи; 2.4 Аналіз роботи
удосконаленої системи перевезень за допомогою імітаційної моделі; 2.4 Аналіз
результатів виконаних досліджень.

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

Презентація

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. 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 проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (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)

Керівник проєкту (роботи)


 (підпис) Г.Д. Суюнова
 (прізвище та ініціали)


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

РЕФЕРАТ

ПЗ : 66 с., 19 рис., 8 табл., 16 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система станцій Східна Запоріжкоксу та Запоріжсталі.

Мета роботи – удосконалення транспортної технології сумісного використання перегонів Запоріжкоксу та Запоріжсталі.

Методи дослідження – аналітичний, імітаційного моделювання, графо-аналітичний.

Встановлено ефективність використання двох вагових замість однієї. Для врахування ефективності від скорочення терміну передавання поїздів для різнорідних вантажів було розроблено імітаційну модель роботи системи передавання составів. За результатами роботи моделі було встановлено, що середня тривалість простою вагонів з сировиною для доменного виробництва скорочується на 0,7 год. На підставі досліджень були виконані економічні розрахунки та встановлено високу ефективність проєктних рішень.

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ВАГИ, ЛОКОМОТИВ, СТАНЦІЯ

ЗМІСТ

Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Загальний аналіз процесу обробки вагонів.....	8
1.2 Характеристика вхідної станції Східна Запоріжсталі	12
1.3 Характеристика станції Південна Запоріжсталі	17
1.4 Характеристика вхідної станції Південна Запоріжжкоксу.....	19
1.5 Зважування вагонів і дозування вантажів	21
1.6 Оперативне планування перевезень	23
1.7 Постановка завдань дослідження	28
2 Основна частина	29
2.1 Аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах вхідного зважування составів поїздів	29
2.2 Аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах використання колійного розвитку ПАТ «Запоріжжкокс».....	35
2.3 Розробка імітаційної моделі транспортної системи	36
2.4 Аналіз роботи удосконаленої системи перевезень за допомогою імітаційної моделі	45
2.4 Аналіз результатів виконаних досліджень	47
3 Економічна частина	50
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту	52
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом	55
3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту	56

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	60
4.1 Аналіз потенційних небезпек	60
Висновки	62
Перелік посилань	64

ВСТУП

При об'єднанні двох крупних підприємств - Запоріжсталі та Запоріжжкоксу до складу груп інтегрованих компаній Метінвест [1,2], створені умови для покращення взаємного ефективного використання інфраструктури для обох підприємств.

Запоріжжкокс та Запоріжсталь мають власні, розташовані паралельно примикання до парку «А» станції Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці.

Дві станції цих підприємств з однаковою назвою – «Південна» також межують, оскільки в минулому були одним цілим.

Одна з колій завжди використовувалась сумісно для передавання коксу з Запоріжжкоксу на Запоріжсталь та для повернення порожніх коксовозів. Тож підприємства пристосовані для сумісної роботи.

Завдяки можливості використання Запоріжсталлю не тільки свого, а й перегону Запоріжжкоксу, та через спорудження вагової на станції Південна, з'явилась можливість приймати состави із сировиною за більш інтенсивним графіком. Але потрібне облаштування колійного розвитку, який дозволить переїзд составів з одного перегону на інший на початку горловин станцій.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальний аналіз процесу обробки вагонів

На Запоріжсталі здійснюється вивантаження масових вантажів, які прибувають у складі маршрутних составів відправника (концентрат, руда, вапняк (флюси), окатиші), а також партій та окремих вагонів з різними категоріями вантажів, які надходять у збірних поїздах [1].

Відправлення вантажів з під'їзної колії, зазвичай, виконується в збірних поїздах. Можливим є формування маршрутних відправлень продукції до морських портів.

Вантажні роботи на комбінаті виробляються цілодобово, за незначним винятковим переліком.

Вивантаження масових вантажів проводиться на вагоноперекидачах Управління підготовки виробництва та доменного цеху, та на бункерах, естакадах.

При надходженні інформації з обмінного району ст. Запоріжжя-Ліве про наявність вагонів з вантажами для під'їзної колії Запоріжсталі начальник зміни УЗТ повідомляє про це керівникам вантажних робіт про кількість вагонів, їх тип та найменування вантажу [1,3].

Керівники вантажних робіт визначають потребу засобів механізації та робочої сили і завчасно розподіляють ресурси по фронтах вивантаження вантажників [3].

По закінченню процесу вивантаження вагонів підрозділ-вантажодержувач забезпечую очищення вагонів від залишків вантажу та реквізитів кріплення.

З метою скорочення часу обороту вагонів, організація вантажних робіт максимально спрямована на здійснення подвійних операцій – вивантаження та навантаження [3,4].

У разі накопичення маршрутів, їх формування проводиться на коліях станції Східна підприємства.

Маршрути, сформовані відповідно до плану формування, виставляються в парк «А» станції Запоріжжя-Ліве. Кількість вагонів і умови організації навантаження й відправлення маршрутів визначаються договором на експлуатації підїзної колії [1].

Комерційні операції полягають в оформленні та обробці перевізних і приймально-здавальних документів на вагони, які приймаються та відправляються. В дійсний час переважна кількість відправлень здійснюється за електронними перевізними документами.

Вантажну і комерційну по контролю за правильністю оформлення перевізних документів, правильністю навантаження вантажів здійснюють працівники товарної контори станції Запоріжжя Ліве [1].

У будівлі товарної контори знаходиться Обмінний пункт Запоріжсталі, який працює цілодобово.

Штат обмінного пункту комбінату складається з начальника Обмінного району, контролерів відділу технічного контролю, прийомоздавачів та оглядачів вагонів. Працівники обмінного пункту виконують операції з приймання та передавання вагонів, оформлення приймально-здавальних відомостей, актів та інші операції [1].

Зручне розташування обмінного пункту на території станції примикання забезпечує мінімальні витрати часу на передачу та оформлення документів і забезпечує паралельність виконання приймально-здавальних операцій.

При входженні до групи компаній Метінвест підприємства ЗАПОРІЖКОКС (далі по тексту - Запоріжжкокс), стало необхідним використовувати переваги функціонального об'єднання колійного розвитку Запоріжсталі та Запоріжжкоксу. Зокрема, в даній роботі досліджується процес передавання вагонів із використанням перегонів обох підприємств, які

примикають до однієї станції Запоріжжя-Ліве. Обидва підприємства мають розроблені технологічні процеси роботи зі станцією примикання.

Єдиною технологією роботи передбачається [4]:

- організація ритмічної і злагодженої роботи під'їзної колії і станцій примикання при навантаженні і вивантаженні вантажів з вагонів, взаємне планування роботи на основі своєчасної передачі повної та точної інформації;
- пошук оптимальних рішень питань організації виконання маневрових операцій при обробці вагонів;
- виконання норм часу на виконання вантажних, маневрових та інших технологічних операцій;
- раціональне використання вантажних та транспортних засобів;
- забезпечення техніки безпеки та безпеки руху, не допущення втрати вантажів, які перевозяться та пошкоджень рухомого складу.

У таблиці 1.1 наведено відомості щодо примикань колій підприємств Запоріжжя та Запоріжсталь [5].

Таблиця 1.1 - Відомості щодо примикань колій підприємств Запоріжжя та Запоріжсталь

№ з/п	Назва під'їзної колії	Стрілка примикання	Перегін	Засоби сигналізації та зв'язку
1	Запоріжсталь	Стр № 12 - парна горловина парку А Стр № 172 - парна горловина парку Б	Одноко- лійний	Автоматичне блокування
2	Запоріжжя	Стр № 4 - парна горловина парку А	Одноко- лійний	Напіваавтомати- чне блокування

Під'їзна колія Запоріжкоксу примикає стрілкою № 4 до парної горловини парку А станції Запоріжжя-Ліве. Довжина усієї під'їзної колії становить понад 67 тис. метрів.

На Запоріжкоксі є три станції промислового типу (Південна, Заводська, Виставочна), які призначені для приймання-відправлення поїздів (маневрових составів), сортування та накопичення груп вагонів магістрального і місцевого парку.

Парки колій, призначені для обслуговування виробничих цехів Запоріжкоксу [5]:

- пековий парк;
- ділянка коксосортування;
- склад смоли цеху смолопідготовки та переробки;
- відділення ректифікації та вловлювання й інші. Довжина колій

Запоріжкоксу складає понад 43 тис. метрів.

Контрагентами Запоріжкоксу є:

- Запорізький завод феросплавів;
- Запоріжбуд;
- Запоріжсклофлюс.

Головними контрагентами Запоріжсталі є:

- Електрометалургійний завод Дніпроспецсталь;
- Запорізький завод металевих конструкцій;
- Запорізький ливарно-механічний завод.

Загальна довжина під'їзної колії Запоріжсталі становить понад 300 тис. метрів, з них довжина власних колій – понад 244 тис. метрів [2].

При надходженні вантажів, що прямують під охороною дороги, в передачі вантажу (пломб і т.д.) беруть участь представники охорони комбінату або його клієнтів спільно з охороною дороги. На вантажі, що поступають з комерційними несправностями, які виникли і виявлені під час перевезення, працівники ст. Запоріжжя-Ліве передають працівникам

комбінату акти загальної форми або комісійні акти, складені на попутних станціях. При виявленні комерційних несправностей прийомоздавач комбінату вимагає усунення цих несправностей: накладення тимчасових пломб, усунення доступу до вантажу (для забезпечення збереження вантажу в процесі доставки до фронту вивантаження) і подає заявку на видачу вантажу на фронті вивантаження за участю представника залізниці.

Після усунення комерційних несправностей і оформлення однакових приймально-здавальних відомостей поїзд належить повторному пред'явленню. В процесі комерційного прийому вагонів (вантаж) прийомоздавач комбінату наносить крейдову розмітку на вагони із зазначенням найменування вантажу, фронту вивантаження і необхідності переважування. Після цього відомості передачі обопільно підписують прийомоздавачі обмінного пункту і товарної контори. Один примірник залишається на обмінному пункті, другий передається в товарну контору [4].

1.2 Характеристика входної станції Східна Запоріжсталі

Перегони, які прилягають до станції, зв'язують її одразу з 8 іншими станціями. Прилягання в непарному напрямку [5]:

- Східна - Південна - одноколіїний, напіваавтоблокування;
- Східна - Сортувальна - ув'язування за входним світлофором сусідніх станцій, у створі, напіваавтоблокування;
- Східна - Шихта - одноколіїний, напіваавтоблокування;
- Східна - Шихта - з'єднувальна колія - маневровий порядок руху;
- Східна - Підбіркова - одноколіїний, напіваавтоблокування;
- Східна - Підбіркова - з'єднувальна колія - маневровий порядок руху;
- Східна - Мартени - з'єднувальна колія - маневровий порядок руху.

Прилягання в парному напрямку:

- Східна - Запоріжжя Ліве парк "А" - одноколіїний, автоблокування;
- Східна - Запоріжжя Ліве парк "Б" - одноколіїний, автоблокування;
- Східна - Силікатна - одноколіїний, напівавтоблокування;
- Східна - Гранбасейн - одноколіїний, напівавтоблокування.

Схема станції Східна наведена на рисунку 1.1.

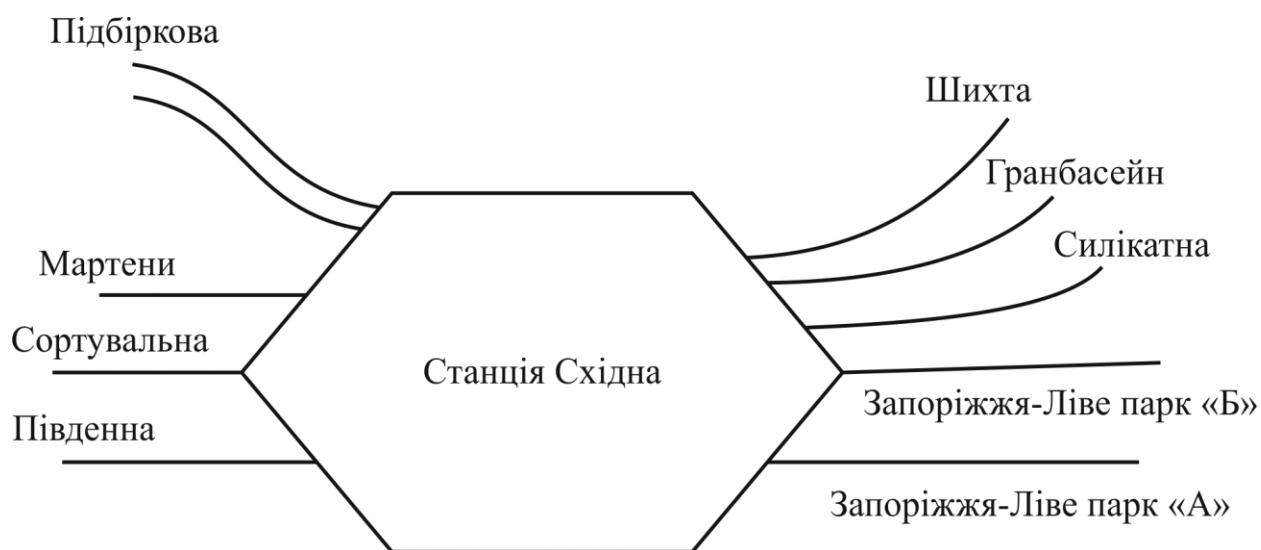


Рисунок 1.1 - Схема станції Східна

Межі станції Східна в непарному напрямку [5]:

- Східна - Сортувальна, вхідний світлофор НС;
- Східна - Південна, вхідний світлофор ЧЮ;
- Східна - Шихта (з боку екіпірувального пункту) - граничний стовпчик СП 125;
- Східна - Шихта (з боку щебеневого тупика) - граничний стовпчик СП 219;
- Східна - Шихта - вхідний світлофор НШ;
- Східна - Підбіркова - світлофор МВ;
- Східна - Підбіркова, вхідний світлофор ПП;
- Східна - Мартени, граничний стовпчик СП № 123 ст. Мартени;

Межі станції Східна в парному напрямку [5]:

- Східна - ЗСПЗ - світлофор МОЗ;
- Східна - Запоріжжя Ліве парк «А» - вхідний світлофор НА;
- Східна - Запоріжжя Ліве парк «Б», вхідний світлофор НБ (встановлений з лівого боку);
- Східна - Силікатна - вхідний світлофор НС;
- Східна - Гранбасейн - вхідний світлофор НГ;
- Східна - ЗЗМК - граничний стовпчик СП № 324.

Рух поїздів на ст. Запоріжжя-Ліве, Силікатна, Підбіркова, Сортувальна, Південна і в зворотному напрямку проводиться локомотивом вперед [5].

Допускається прийом поїздів вагонами вперед зі станції Сортувальна на частково зайнятій колії парку ст. Східна по маневровому сигналу. Маршрут прийому набирається маневровим маршрутом.

Рух поїздів на станції Шихта, Гранбасейн здійснюється вагонами вперед, довжина поїздів обмежується 92 осями - на ст. Шихта і 84 - осями на ст. Гранбасейн. Швидкість руху обмежена 15 км/год. [5].

При тривалій стоянці маршрутних поїздів, які прямують на станцію Південна Запоріжсталь, на коліях №№19,20 виконується розчеплення составу та створюється прохід шириною 6 метрів навпроти будівлі ПТО.

Дозволяється рух поїздів локомотивом уперед до ст. Гранбасейн за умови 100% включення гальм в составі [5].

Руху поїздів з цистернами на мазутосховище станції Шлакова через ст. Гранбасейн здійснюється тільки локомотивом вперед із обмеженням кількості осей - 80 осей. Дозволяється подача комбінованих складів з цистерн і піввагонів на ст. Шлакова через ст. Гранбасейн тільки локомотивом вперед і при 100% включенні автогальм. Довжина складу також не повинна перевищувати 80 осей [5].

При відправленні зі ст. Шлакова через ст. Гранбасейн на ст. Східна довжина складу з цистерн і піввагонів не повинна перевищувати 160 осей.

Рух проводиться локомотивом вперед з включенням 100% автогальм в складі [5].

Видачу попереджень на всі напрямки здійснює черговий по станції за вказівкою диспетчера. Під час вимушеної зупинки поїзда на перегонах Східна - Південна, Східна - Гранбасейн повинні застосовуватися гальмові башмаки. Закріплення поїзда, що зупинився, проводиться локомотивно-складацької бригадою. Для цього поїзні локомотиви забезпечуються 4-ма гальмовими башмаками.

Відправлення великовагових і довгосоставних поїздів на ст. Запоріжжя-Ліве допускаються з дозволу чергового по станції Запоріжжя - Ліве і вказівкою начальника зміни УЗТ [5].

Оглядачі вагонів доповідають диспетчеру станції про результати технічного огляду поїзда, підготовленого до відправлення по телефону або гучномовному зв'язку. Довідку про випробування автогальм передають машиністу локомотива оглядачі вагонів після закінчення всіх робіт, пов'язаних з технічним оглядом поїзду.

При прийманні поїзда з парку «Б» станції Запоріжжя-Ліве на 8-у колію ст. Східна, зупинка останнього вагона визначається білою смугою нанесеною поперек колії на відстані 35 метрів від краю вагової платформи. Вказівка про зупинку поїзда машиністу тепловоза передає вагар тензометричних ваг по маневровому радіозв'язку або через диспетчера [5].

Швидкість руху поїздів в місцях проведення дозиметричного контролю (у тензоваги 2 і у сигналу НБ) встановлена 5 км/год.

Щоб уникнути зупинки рухомого складу на вантажо-приймальній платформі тензоваг, диспетчер Східного району приймає поїзд на 8-у колію у кількості не більше 49 вагонів.

Дозволяється пропуск поїздів Дніпроспецсталі на свої склади (і у зворотному напрямку) ст. Запоріжжя-Левое, через всі паркові колії. Перед відкриттям вхідного світлофору диспетчер Східного району через складача

маневрового парку або локомотиво-складальних бригад, зобов'язаний переконаватися у відсутності гальмових башмаків на коліях прийому [5].

При прийманні та відправленні поїздів з колій 1-7 і 9-18, черговий по станції зобов'язаний переконаватися у відсутності гальмівного башмака на колії.

Дозволяється рух думпкарних поїзда зі станції Східна на ст. Шлакова через ст. Гранбасейн вагонами вперед не більше 20 вагонів при наявності перехідного майданчика по ходу руху поїзда на першому вагоні і при наявності радіозв'язку у упорядника, при цьому складач супроводжує поїзд, перебуваючи на перехідній площадці першого по ходу вагона [5].

Дозволяється прийом маневровим порядком окремих локомотивів і господарських поїздів у напрямку депо, або окремих локомотивів на частково зайняту колію зі станцій Південна, Підбіркова.

Дозволяється прийом маневровим порядком одиночних локомотивів або маневрових составів на частково зайняту колію зі станції Сортувальна [5].

Дозволяється прийом маневровим порядком окремих локомотивів і господарських поїздів на частково зайняту колію зі станції Запоріжжя Ліве парку «А» [5].

Вказівка машиністу про приймання поїзда на частково зайняту колію служить дозволяюче показання (місячно-білий вогонь) маневрового світлофора, встановленого на вхідному світлофорі. Дозволяється відправлення одиночних локомотивів та господарських поїздів з депо на станції Південна, Підбіркова, Сортувальна. Дозволом машиністу на відправлення з депо служить дозволяюче показання (зелений вогонь) вихідного світлофора Н41.

Перед відправленням поїзда з парку «Б» ст. Запоріжжя-Ліве, і перед відправленням поїзда зі ст. Південна, машиніст повинен по радіозв'язку уточнити у диспетчера ст. Східна показання сигналу НБ і ЧЮ за відповідним

перегоном. Якщо вхідний сигнал закритий, машиніст повинен вести поїзд зі зменшеною швидкістю і готовністю зупинити поїзд біля вхідного сигналу [5,6].

Після приймання поїзду з негальмівними вагонами зі станції Південна, диспетчер Східного району (черговий по станції) зобов'язаний повідомити номер хвостового вагону диспетчеру Південного району (черговому по станції Південна).

При відправленні поїздів на ст. Запоріжжя-Ліве парк «А» з колій №9-18 черговий поста «Гірковий» рахує кількість вагонів в відправлених составах і повідомляє про кількість поїзного диспетчера [5].

1.3 Характеристика станції Південна Запоріжсталі

До станції прилягають такі перегони в непарному напрямку [5]:

- Південна - Рудна - одноколіїний, напіваавтоматичне блокування;
- Південна - Аглофабрика (Парк Бункери) - одноколіїний, напіваавтоматична блокування;
- Південна - Аглофабрика (Парк Нові бункери) - однопутний, напіваавтоматичне блокування;
- Південна - Доменна - одноколіїний, напіваавтоматичне блокування;
- Південна - Доменна (СХЧ і РМ (склад холодного чавуну і розливні машини) - одноколіїний, телефонний спосіб зв'язку.

До станції в парному напрямку прилягає перегін Південна - Східна - одноколіїний, напіваавтоматичне блокування.

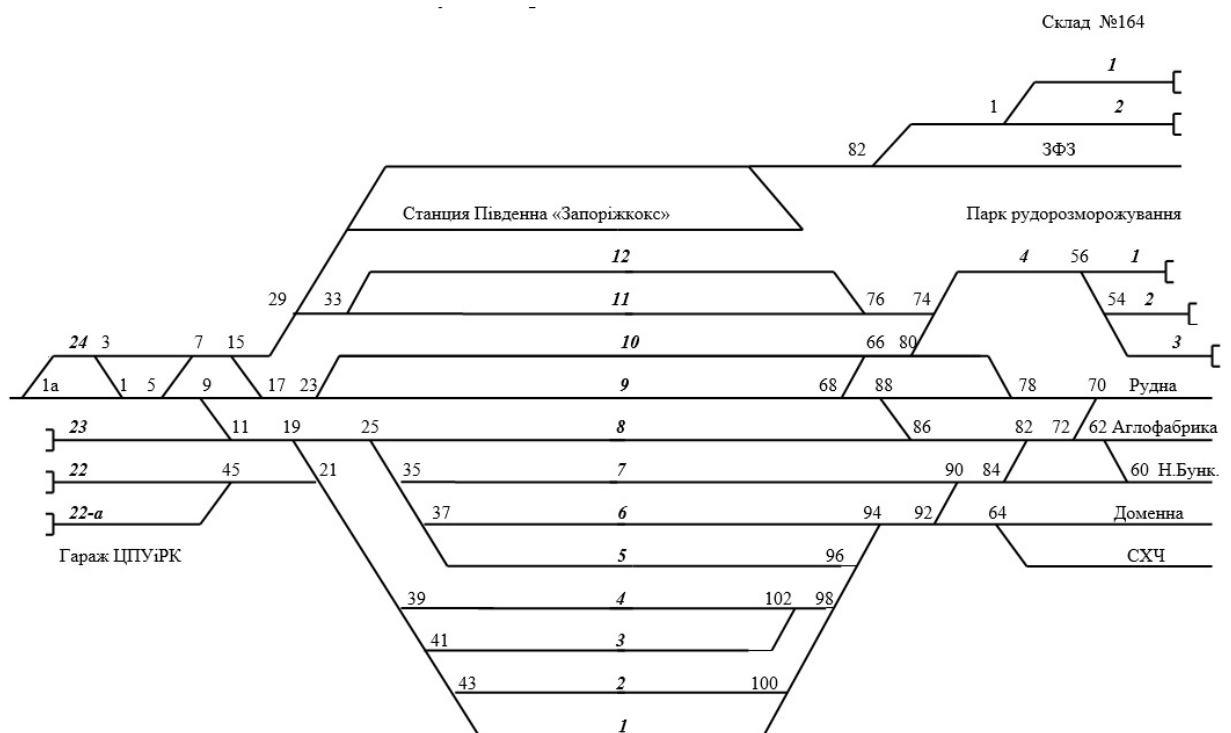
Межею станції в непарному напрямку є:

- Південна - Рудна - вхідний світлофор ЧР;
- Південна - Аглофабрика (Парк Бункери) - вхідний світлофор ЧА;

- Південна - Аглофабрика (Парк Нові бункера) - вхідний світлофор ЧА1;
- Південна - Доменна - вхідний світлофор ЧД;
- Південна - Доменна (СХЧ і РМ) - вхідний світлофор ЧД1.

Межею станції в парному напрямку Південна - Східна є вхідний світлофор НВ.

Схема станції Південна представлена на рисунку 1.2.



При наявності в поїзді вагонів, необладнаних гальмами, відправлення поїзда здійснюється з додатковим локомотивом в хвості поїзда, що прямує до ст. Східна.

Допускається відправлення составів, що мають в своєму складі вагони, які не обладнані гальмами без додаткового локомотива в хвості за умови збереження положення стрілок в маршруті відправлення до прибуття поїзда на ст. Східна. В цьому випадку диспетчер повинен передати диспетчеру станції Східна номер хвостового вагона, а після прибуття поїзда на станцію Східна отримати підтвердження прибуття поїзда в повному складі за цим номером. Після цього дозволяється виконання маневрової роботи на стрілках і шляхах, що входять в маршрут відправлення поїзда [7,8].

Відправлення поїздів у непарному напрямку (на підйом) проводиться вагонами вперед.

1.4 Характеристика входної станції Південна Запоріжкоксу

До станції Південна Запоріжкоксу примикають [8]:

- в парному напрямку - станція Запоріжжя-Ліве;
- в непарному – станція Заводська.

В парному напрямку для організації руху поїздів використовується напіваавтоматичне блокування.

В непарному напрямку для організації руху поїздів використовується маневровий порядок руху.

Схема станції Південна Запоріжкоксу наведена на рисунку 1.3.

Характеристика колійного розвитку станції Південна Запоріжкоксу [8] представлена в таблиці 1.2.

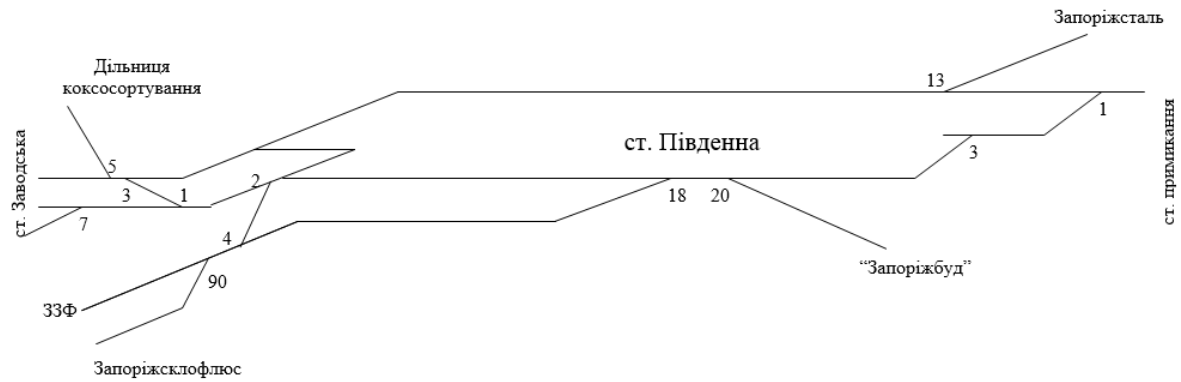


Рисунок 1.3 - Схема станції Південна Запоріжкоксу

Таблиця 1.2 – Характеристика колійного розвитку станції Південна Запоріжкоксу

№ колії	Спеціалізація колії	Номери стрілок, що обмежують колію		Корисна довжина, м	Місткість у фізичних вагонах
		від стрілки	до стрілки		
1	Відправна	18	6	372	26
2	Приймально-відправна	19	14	711	50
3	Ходова	17	14 ^a	-	-
4	Для накопичення вагонів Запоріжсталі	15	12	820	58
5	Приймально-відправна, для накопичення вагонів 33Ф	2	18	560	40
5a	Для накопичення вагонів Запоріжсклофлюс, Запоріжбуд	16	упор	288	20

Продовження таблиці 1.2

№ колії	Спеціалізація колії	Номери стрілок, що обмежують колію		Корисна довжина, м	Місткість у фізичних вагонах
		від стрілки	до стрілки		
6	Ходова	Н-1	7	210	-
7	Вагова	3	5	184	13
8	Приймально-відправна	3	5	184	13
82	Ходова	4	П-2	-	-
83	Ходова	8	П-1	-	-
84	Для відстою вагонів	84	упор	98	7
85	Для відстою вагонів	82	упор	70	5
86	Ходова	78	переїзд	-	-

Колія №4 Південної Запоріжкоксу одночасно є колією №13 станції Південна Запоріжсталі [7].

Для того, щоб забезпечити прийом поїздів зі станції Запоріжжя-Ліве на станцію Південна Запоріжсталі через перегін Запоріжжя-Ліве – Південна Запоріжкоксу, необхідно облаштувати з'їзд.

1.5 Зважування вагонів і дозування вантажів

Для визначення ваги вантажів, на Запоріжсталі та Запоріжкоксі є приписні вагонні електронні ваги. Контроль за повіркою ваг здійснюється працівниками Запорізької дирекції (вагові майстра, вагоповірочні вагони) на підставі ст. 14 Статуту залізниць України [7].

Визначення маси вантажу проводиться вантажовідправником на підставі ст. 24 Статуту залізниці Україна, відповідно до Правил перевезень. Після зважування вагонів з продукцією, вантажовідправник, в необхідних випадках, зобов'язаний провести дозування вантажу (довантаження або часткове розвантаження). Дозування проводиться на місцях навантаження.

У ЦГПТЛ зважування пачки листа проводиться на лінії агрегату різання, де на пачку прикріплюється бирка із зазначенням ваги і при упаковці кріпиться на обв'язувальні стрічку. Зважування рулонів проводиться на лінії конвеєра при подачі на склад рулонів до упаковки, і також кріпиться бирка з вагою рулону. На важільних терезах в цеху робиться вибіркова контрольна переважування [7].

У ЦХП-1 зважування металу виробляється на важільних вагах після порізки металу до його упаковки з додатком ярлика з вагою пачки або рулону [7].

У ЦХП-3 мостові крани обладнані електронними тензометричними вагами. При підйомі металу на електронному табло висвічується його маса і також на пакувальній стрічці кріпиться ярлик із зазначенням ваги [7].

Маса граншлака в вагоні визначається шляхом зважування та дозування на ділянці навантаження. При відправленні поїзда на ст. Запоріжжя - Лівє, в складі якого знаходяться вагони з гранульованим шлаком, на тензометричних вагах 20Е у напрямку парку «А», може здійснюватись додаткове переважування цих вагонів з метою уникнення перевантаження вагона понад його вантажопідйомності [7].

З метою перевірки повноти завантаження вагонів станцією Запоріжжя Лівє виробляються контрольні переважування. З метою забезпечення безпеки руху поїздів, щоб уникнути випадків перевантаження, згідно плану контрольних переважувань, вантажовідправник зобов'язаний безперешкодно надавати вагони працівникам залізниці на їх вимогу. Відповідно до завдання

начальника Запорізької дирекції по залізничних перевезеннях, для станції Запоріжжя Ліве щомісяця затверджується план контрольних переважувань вантажів, прийнятих до відправлення.

На вимогу начальника станції Запоріжжя Ліве комбінат зобов'язаний забезпечити подачу вагонів на вагонні ваги для контрольного переважування.

Контрольне переважування проводиться старшим прийомоздавачем станції Запоріжжя-Ліве спільно з представником підприємства [7].

Зважування вагонів, які прибувають збірними поїздами на комбінат зі ст. Запоріжжя - Ліве, здійснюється на тензометричних вагах 2 Е по 8-й колії ст. Східна, без зупинки, маршрутними поїздами - на тензометричних вагах Е28 з парку «А» [7].

З встановленням на станції Південна на колії 1 / 1АП тензоваг ЦТВС, які дозволяють виконувати зважування вагонів до 150 т на швидкості до 10 км/год., з'явилась можливість створити умови для приймання составів зі станції Запоріжжя-Ліве на станцію Південна Запоріжсталі. Усі умови, навіть організація оперативної роботи, сприяє даному рішення.

1.6 Оперативне планування перевезень

Планування і керівництво роботою під'їзної колії і станції примикання здійснюється на основі [7,8]:

- оперативного планування,
- взаємної інформації про підхід поїздів і вантажів,
- дотримання порядку передачі составів на під'їзну колію і з під'їзної колії,
- оперативного керівництва станцією і під'їзною колією,

- контролю та спільного аналізу ефективності роботи станції примикання, під'їзної колії.

Оперативний план роботи підприємств і станції примикання повинен забезпечувати виконання встановленого плану виробництва продукції і плану перевезень вантажів, графіків руху та плану формування поїздів, рівномірне раціональне функціонування під'їзної колії і станції протягом доби, дотримання норм простою рухомого складу, а також інших якісних показників роботи залізничного транспорту.

Оперативне планування роботи здійснюється на періоди - добу, зміну. Добовий план розробляється дирекцією дороги і передається на станцію за 3 години до початку доби [7,8].

Добовий план встановлює [7,8]:

- розміри навантаження і вивантаження в вагонах і тоннах і взаємної передачі вагонів,
- розміри прийому та здачі передавальних поїздів зі станції на під'їзну колію і назад,
- кількість, час початку і закінчення навантаження (вивантаження) маршрутів, їх призначення, порядок забезпечення порожніми вагонами;
- розміри виконання здвоєних операцій,
- регулювальний завдання на здачу порожніх вагонів.

Вихідними даними для складання добового плану є:

- плани перевезень підприємств;
- попередня інформація про підхід поїздів;
- добові і змінні завдання, отримані станцією від дирекції;
- стан на станціях Придніпровської залізниці і на підприємствах до початку планованого періоду,
- єдиний технологічний процес і договір на експлуатацію під'їзних колій.

У добовому плані виділяється той обсяг роботи, який повинен бути виконаний станцією в першій половині доби.

План-завдання роботи станції на добу уточнюється і коригується з початку другої половини доби в залежності від оперативного стану, результатів роботи за першу половину доби [7,8].

План роботи станції Запоріжжя-Ліве на зміну складається на підставі плану-завдання дирекції дороги, та містить:

- кількість поїздів, станцій, що приймаються, розформовуються і формуються,
- завдання на формування і відправлення порожніх вагонів з вказівкою напрямку і типу рухомого складу,
- завдання на завантаження і вивантаження з виділенням найважливіших вантажів із зазначенням кількості вагонів, що підлягають відправленню маршрутами, завдання на подачу і забирання вагонів на під'їзні колії.

План роботи тієї зміни, яка вступає на чергування в другій половині поточної доби, складається з урахуванням підсумків роботи першої зміни і забезпечення виконання добового плану роботи, отриманого з дирекції [7,8].

Оперативний план роботи станції Запоріжжя-Ліве і під'їзних колій складається начальником станції або його заступником з оперативної роботи, спільно з представниками підприємств [7,8].

Планування роботи станції і під'їзної колії повинно враховувати наступні основні положення:

- дотримання ритмічної роботи станції і колій підприємств протягом доби,
- безперебійне забезпечення пунктів навантаження і вивантаження вагонами;
- дотримання норм часу перебування вагонів на станційних коліях усіх учасників перевізного процесу,

- максимальне використання вагонів під подвійні операції,
- правильне розташування та повне використання робочої сили і механізмів,
- забезпечення збереження рухомого складу,
- безпеку руху поїздів і маневрової роботи, техніки особистої безпеки.

На підставі змінно - добового плану роботи станції Запоріжжя-Ліве, а також фактичного стану до початку планованого періоду, начальником вантажної служби транспортного підрозділу, старшим диспетчером і начальником зміни складається змінно-добовий план роботи під'їзної колії Запоріжсталі. Змінно-добовий план роботи під'їзної колії містить [7,8]:

- план навантаження на добу і зміну за найменуваннями вантажів,
- порядок забезпечення виробничих цехів порожніми вагонами для відвантаження готової продукції,
- кількість вагонів, які підлягають прийому зі станції,
- план вивантаження вагонів,
- план роботи з власними вагонами, які не охоплені контактними графіками,
- завдання на вивантаження вагонів місцевого заводського парку і порядок забезпечення ними навантаження за контактним графіком.

На підставі змінно-добового плану роботи під'їзної колії Запоріжсталі аналогічно складаються оперативні змінно-добові плани роботи її контрагентів [7,8].

Для організації ритмічної роботи станції Запоріжжя-Ліве і під'їзної колії комбінату «Запоріжсталь», підготовки і правильної розстановки маневрових засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, своєчасного і правильного складання взаємопов'язаних оперативних планів роботи необхідна взаємна інформація про майбутнє прибуття поїздів і вантажів на станцію і під'їзна колія [7,8].

Попередня і поточна інформація надходять на станцію Запоріжжя-Ліве від оператора Запорізької дирекції дороги по 12-й годинним періодам по телефону у вигляді змінного і добового плану-завдання [7,8].

Поточна інформація слугує для планування на період 2-3 години і включає наступні дані щодо підходу поїздів [7,8]:

- кількість вагонів до під'їзної колії;
- найменування вантажу по одержувачах;
- планований час прибуття на станцію примикання.

Точна інформація надходить з дорожнього обчислювального центру в СВЦ станції Запоріжжя-Ліве із зазначенням:

- кількості вагонів,
- роду вантажу,
- станції відправлення вантажу,
- планового часу прибуття поїздів на станцію примикання.

Дана інформація передається маневровим диспетчером станції Запоріжжя-Ліве на Запоріжсталь.

Точна інформація надходить до Обмінного району підприємства за годину до пред'явлення составів для передачі на під'їзну колію.

Всі види інформації передаються начальником зміни або диспетчером ЖДЦ контр-агентам комбінату. При надходженні вагонів на станцію Східна комбінату диспетчер станції Східна повідомляє контрагентам комбінату відомості про вантажі, які прибули на їхню адресу [7].

Один раз в місяць скликається виробнича нарада працівників станції Запоріжжя-Ліве і Запоріжсталі, на якій підбиваються підсумки, проводиться детальний аналіз виконаної роботи за попередній період. За результатами аналізу розробляються організаційно-технічні заходи, спрямовані на удосконалення взаємодії під'їзної колії і станції примикання.

1.7 Постановка завдань дослідження

В магістерській роботі поставлені наступні задачі дослідження:

- шляхом математичних розрахунків встановити ефективність використання двох вагових (Східної та Південної Запоріжсталі) замість однієї (на ст. Східна);
- для врахування ефективності від скорочення терміну передавання поїздів для різномірних вантажів розробити імітаційну модель роботи системи передавання составів з урахування можливості використання перегону Запоріжкоксу, яким підприємство примикає до станції Запоріжжя-Ліве.

За результатами роботи моделі планується встановити зміну середньої тривалості простою вагонів з сировиною для доменного виробництва на підприємстві Запоріжсталь.

Економічні розрахунки дозволять визначити ефективність запропонованих заходів.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах вхідного зважування составів поїздів

Виконаємо аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах впровадженого вхідного зважування составів поїздів з метою надання у подальшому оцінки ефективності даного заходу.

В умовах існування вхідного контролю сировини та матеріалів на станції Східна комбінату «Запоріжсталь» логічним є питання необхідності встановлення по суті дублюючого пристрою на наступній станції, якою є Східна.

Але необхідно оцінити вплив на транспорту систему ймовірного характеру надходження составів з сировиною, паливом та іншими матеріалами.

Очевидним є позитивний вплив від можливості скорочення інтервалу приймання поїздів зі станції Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці, та відповідно скорочення обігу вагонів. Якщо тривалість обігу вагонів загального користування в умовах існуючих економічних відносин не повинно цікавити підприємство (хоча б безпосередньо), то власних або орендованих вагонів - навпаки. Але, враховуючи давні партнерські відносини комбінату «Запоріжсталь» та «Укрзалізниці» та підхід до справ, який складався десятиріччями спільної роботи, то й можна сказати про те, що дії спрямовані на користь партнерів, металургійне підприємство готово лише завжди підтримувати.

Для того, щоб перейти до дослідження ефективності використання додаткової вагової системи, необхідно виконати аналіз вихідних даних.

Як було зазначено в аналітичній частині, на комбінат «Запоріжсталь» вантажі залізничним транспортом надходять, головним чином, з двох

одноколійних перегонів, що поєднують парки «А» та «Б» станції Запоріжжя-Ліве зі станцією «Східна» підприємства.

Вантажі, що надходять з парку «Б», є вантажами різного призначення та рухаються у подальшому на станції Південна, Підбиркова, Шихта, або безпосередньо – для цехів-одержувачів на станції Східна. Доцільність зважування тієї частини з них, що прямують на станцію «Південна» на цій станції сумнівна, бо немає сенсу не зважувати їх на станції «Східна» разом із вагонами іншого призначення в одному й тому ж составі [7].

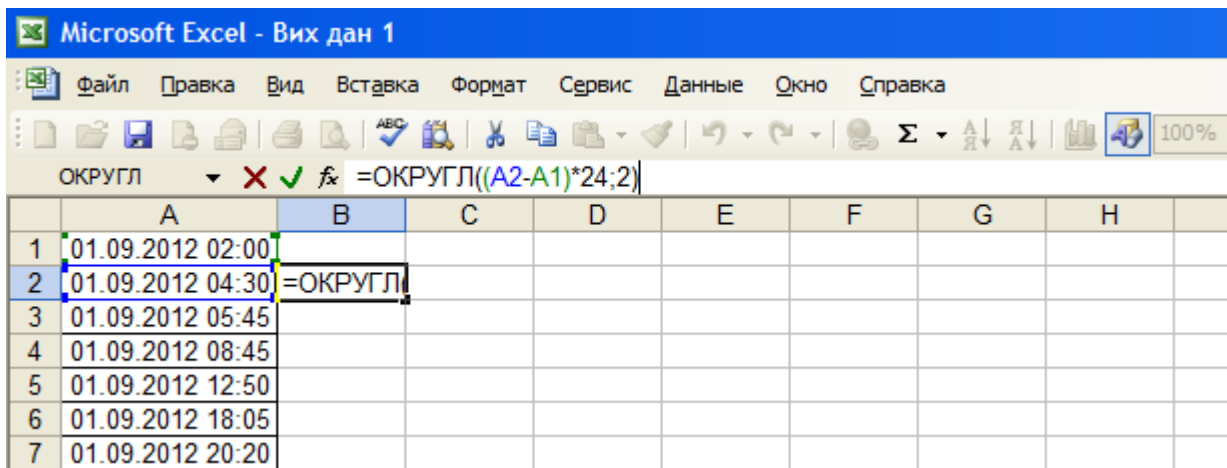
Тому до аналізу відбираємо дані щодо маршрутних або укрупнених составів, в яких всі вагони прямують через станцію «Східна» на станцію «Південна».

Вихідні дані, зібрані в ході переддипломної практики, зводимо у таблицю Excel (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Форма реєстрації вихідних даних

Номер составу за порядком надходження	Дата, час прибуття на станцію Запоріжжя- Ліве	Кількість вагонів у составі, од.	Дата, час прибуття на станцію Східна фактичний
1	2	3	4
i_1	(день/місяць/рік)	V_1	(день/місяць/рік)
i_2	(день/місяць/рік)	V_2	(день/місяць/рік)
...	...	...	...
i_n	(день/місяць/рік)	V_n	(день/місяць/рік)

Для аналізу роботи в умовах відсутності вагових пристроїв на станції Південна, дані були відібрані за період до їх встановлення та отримані інтервали часу між надходженням составів на станцію Східна шляхом послідовного віднімання значень осередків стобця (4) i_n та i_{n-1} (рисунок 2.1).



Microsoft Excel - Вих дан 1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

ОКРУГЛ Σ 100%

fx =ОКРУГЛ((A2-A1)*24;2)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	01.09.2012 02:00							
2	01.09.2012 04:30	=ОКРУГЛ						
3	01.09.2012 05:45							
4	01.09.2012 08:45							
5	01.09.2012 12:50							
6	01.09.2012 18:05							
7	01.09.2012 20:20							

Рисунок 2.1 – Визначення інтервалів часу між послідовним надходженням составів на станцію Східна в умовах відсутності вагових пристроїв на станції Південна

Як відомо [9], теоретичний закон розподілу інтервалів надходження поїздів на під'їзні колії зі станції примикання, досить часто є експоненціальним. Врахуємо визначені особливості генерації випадкових значень часових проміжків між послідовним надходженням составів.

Встановимо максимально можливе в реальних умовах значення цих інтервалів за наявними статистичними даними – 8 годин. В процесі моделювання будемо відкидати значення, які перевищують максимальне та генерувати нові до тих пір, поки вони не потраплять у встановлений діапазон.

З іншого боку (мінімальне значення), цей діапазон обмежений мінімальним технологічним інтервалом передачі поїздів згідно розрахунків за Єдиним технологічним процесом роботи станції примикання та під'їзної колії підприємства.

За рекомендаціями [9], згенеровані значення випадкових чисел, що не перевищують цей мінімальний технологічний інтервал передачі поїздів, вважаються такими, що дорівнюють йому.

Виконаємо апроксимацію статистичних даних теоретичною функцією розподілу випадкової величини, яка найбільш точно описує статистичні дані.

Скористаємось наступною справочною формою, яка була розглянута в ході переддипломної практики на підприємстві (рисунок 2.1).

Вихідні дані проаналізовано за допомогою програми Statistica та отримані наступні характеристики вибірки (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Статистичні характеристики вибірки

№ з/п	Параметр	Значення
1	Кількість значень	100
2	Математичне очікування, год.	2,8
3	Дисперсія	2,4
4	Стандартне відхилення, год.	1,55
5	Коефіцієнт варіації	0,55

В нашому випадку графік функції щільності розподілу розміру інтервалів часу між прибуттям поїздів виглядає наступним чином (рисунок 2.2).

При русі по перегону станція Запоріжжя-Ліве – станція Східна комбінату «Запоріжсталь» встановлена максимальна швидкість 25 км/год. у разі руху без зважування.

У разі руху поїзду по вагам із зважуванням вагонів в складі встановлена максимальна швидкість – 5 км/год.

Довжина ділянки руху зі швидкістю 5 км/год. з урахуванням середньої довжини складу з локомотивом та ділянок наближення-віддалення до місця зважування становить близько 1000 м (1 км).

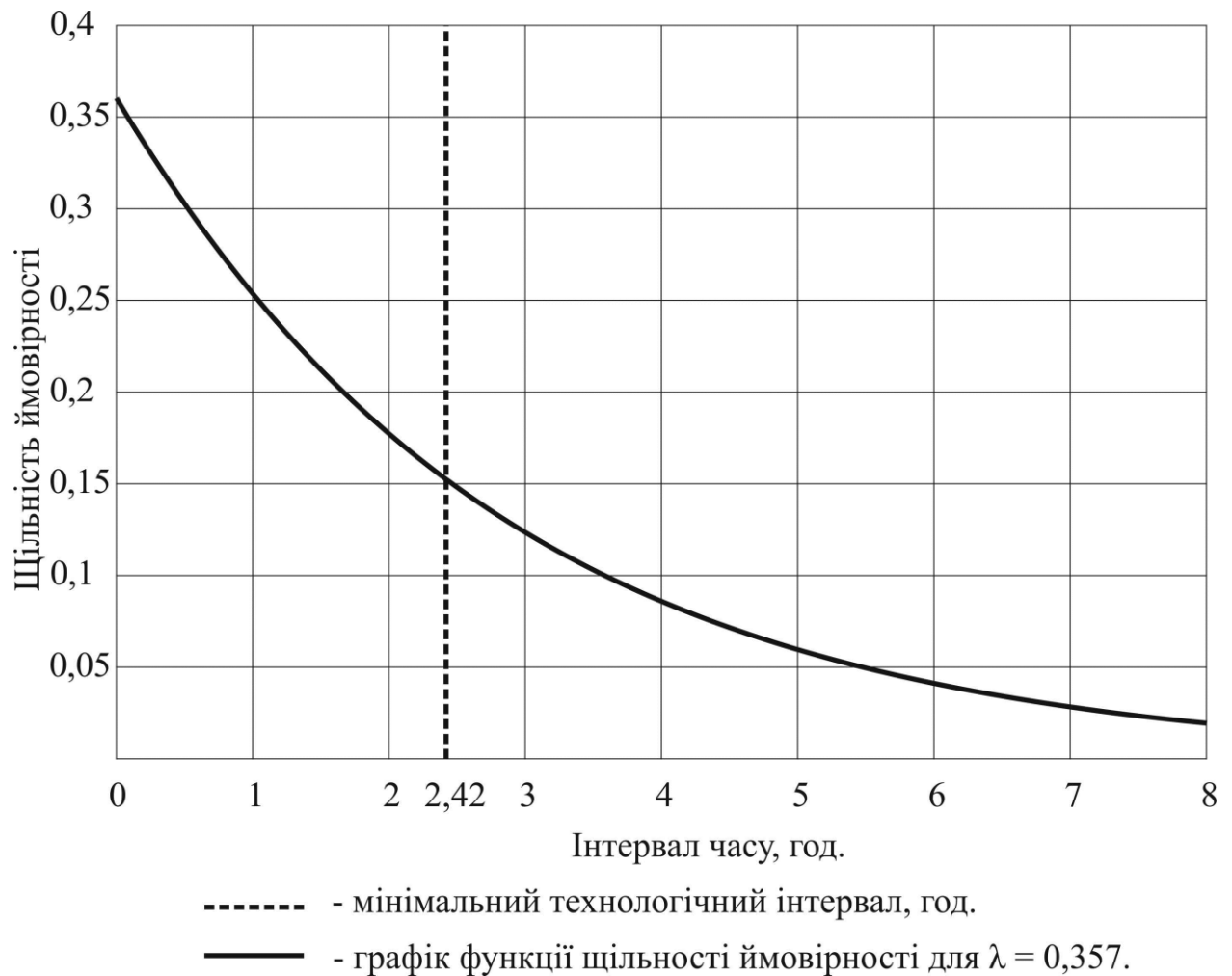


Рисунок 2.2 – Графік функції щільності розподілу розміру інтервалів часу між прибуттям поїздів

В ході дослідження встановлено, що фактична швидкість в районі розташування вагового пристрою, зазвичай, становить 4 км/год. при зважуванні та 24 км/год. – без виконання вагових операцій.

Таким чином, тривалість руху при зважуванні становить:

$$t_{pзв} = 1 \text{ (км)} / 4 \text{ (км/год)} = 0,25 \text{ год.} = 15 \text{ хв.};$$

тривалість руху по цій же ділянці без зважування становить:

$$t_{бзв} = 1 \text{ (км)} / 24 \text{ (км/год)} = 0,04 \text{ год.} = 2,4 \text{ хв.}$$

Таким чином, час руху скорочується на час:

$$t_{ск} = t_{рзв} - t_{бзв} = 0,25 - 0,04 = 0,21 \text{ год.} = 12,6 \text{ хв.}$$

Оскільки ваги розташовані на початку вхідної горловини, то значення $t_{рзв}$, $t_{бзв}$ – лише остання складова загального часу руху по перегону, яка за нормативами становить $t^3_{рзв} = 22$ хвилини у разі зважування вагонів в русі. Зазвичай, состав проходить через станцію Східна без зупинки і відправляється на станцію Південна.

Виходячи з цього, перша складова часу на рух при зважуванні становить:

$$t^n_{рзв} = t^3_{рзв} - t_{рзв} = 22 - 15 = 7 \text{ хв.} = 0,12 \text{ год.}$$

Врахуємо першу складову $t^n_{рзв}$ при розрахунку загального часу на рух $t^3_{бзв}$ при невиконанні операції зважування вагонів:

$$t^3_{бзв} = t^n_{рзв} + t_{бзв} = 7 + 3 = 10 \text{ хв.} = 0,17 \text{ год.}$$

Ця, на перший погляд, економія часу знаходження вагонів на під'їзній колії не відбувається в реальності, оскільки, якщо состав не зважений на станції Східна, його потрібно буде зважити (з тією ж самою «зекономленою» затримкою) на станції Південна.

Відповідно, в разі зважування вагонів на станції Південна час руху поїзду по перегону збільшиться з 15 до 27 хвилин.

Можна зробити висновок щодо незначної економії часу за рахунок можливості більш прискореної передачі составів.

2.2 Аналіз процесів перевезень матеріалів на станцію Південна в умовах використання колійного розвитку ПАТ «Запоріжжкокс»

З появою єдиного власника ПАТ «Запоріжсталь» та ПАТ «Запоріжжкокс» (обидва товариства перебувають у складі компанії «Метінвест» – міжнародної вертикально інтегрованої гірничо-металургійної групи компаній) з'явилась можливість взаємного використання ресурсів обох підприємств.

ПАТ «Запоріжжкокс» має власне примикання до магістральної станції Запоріжжя-Ліве. Обмін вагонами здійснюється за допомогою перегону Запоріжжя-Ліве – Південна ПАТ «Запоріжжкокс».

Станція Південна ПАТ «Запоріжжкокс» розташована поруч із станцією Південна ПАТ «Запоріжсталь» і, в часи будови, були одним цілим.

Відтепер, завдяки можливості використання «Запоріжсталлю» даного перегону та наявності вагів на станції Південна, можна приймати состави із сировиною більш інтенсивно.

Звичайно, на тривалість вивантаження вагонів це суттєво не впливає. Але, за певних умов, використання додаткового перегону може бути корисним.

Наприклад, при послідовному надходженні на станцію примикання маршрутних составів із агломераційною рудою, залізорудним концентратом та вапніком при одному перегоні вапняк буде переданий в останню чергу. Залізорудний концентрат, який надійде за агломераційною рудою, буде очікувати її вивантаження (вагоноперекидач та, відповідно, фронт вивантаження для цих вантажів один). А, у випадку використання двох перегонів, можна скоротити час передачі вапняку. Зарахування вагонів на відповідальний простій буде здійснюватись з інтервалом 2 години 25 хвилин

(2,42 години), але вивантаження флюсів може бути розпочато раніше цього терміну (вивантаження здійснюється на бункерній естакаді доменного цеху).

Якщо представити роботу станції Південна у вигляді системи масового обслуговування, то, по-суті, вона переходить із розряду одноканальної системи до багатоканальної.

Схема утвореної транспортної системи представлена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема транспортної системи

Як було показано вище, ефект від прискореного прийняття составів може бути лише у випадку їх різноманітності за фронтами вивантаження. При чому, інтервал часу між передачею однорідних составів повинен бути більшим за термін на вивантаження попередньо прийнятого составу.

За таких складних умов визначити середній час скорочення інтервалу зарахування на відповідальний простій можна за допомогою імітаційної моделі.

2.3 Розробка імітаційної моделі транспортної системи

Реалізуємо модель в програмному середовищі «Енілоджик» [10].

Створимо модель дискретно-подійного моделювання (рисунок 2.4).

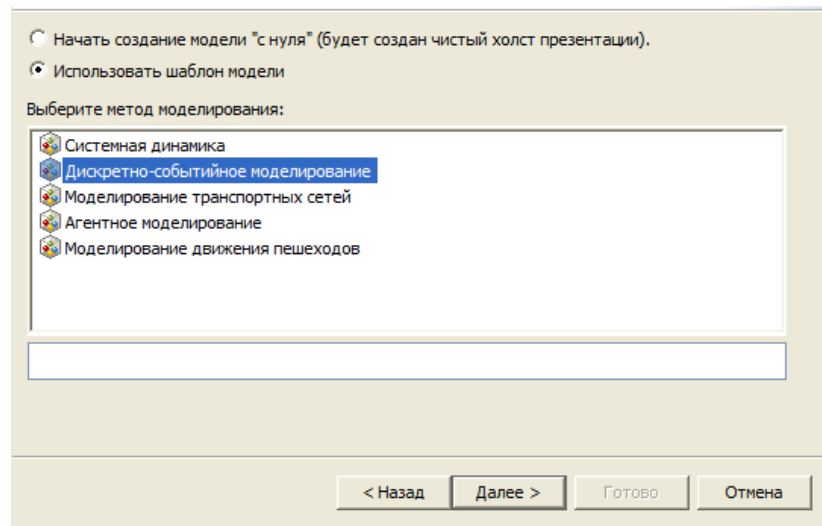


Рисунок 2.4 – Створення моделі

Підкорегуємо створену модель та задамо параметри її роботи. Джерело замовлень буде генерувати вхідний потік поїздів за експоненціальним законом розподілу та встановленими у розділі 2.1 параметрами (рисунок 2.5).

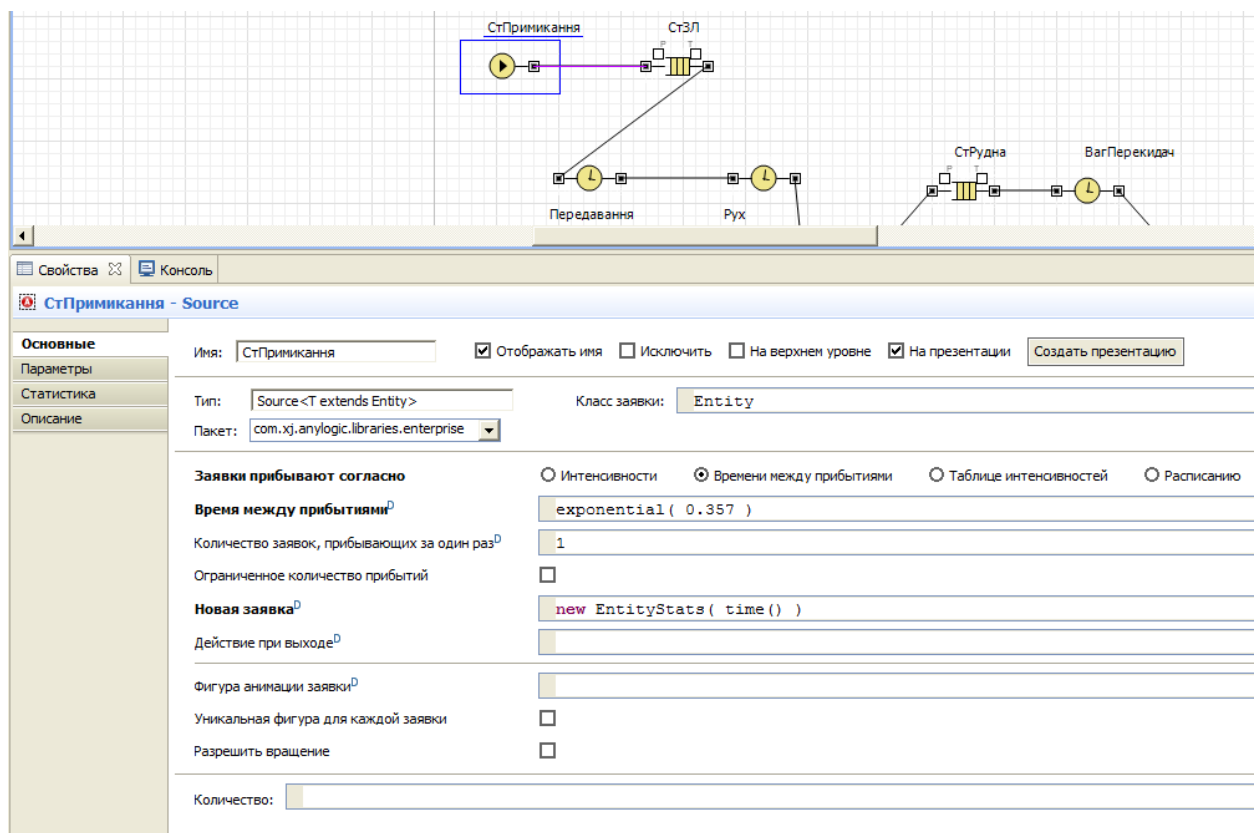


Рисунок 2.5 – Джерело замовлень моделі (об'єкт «СтПримикання»)

Час між прибуттям замовлень встановлюється за експоненційним розподілом з параметром 0,357 (запис «exponential (0.357)»).

Між операціями прибуття та передавання необхідно встановити об'єкт типу «черга» (позначений на рисунку 2.6 як «СтЗЛ»), щоб уникнути помилок в роботі програми через генерацію замовлень з меншим інтервалом, ніж дозволяє переробити наступний елемент затримки «Передавання».

Ставимо відмітку навпроти параметру «Максимальна місткість».

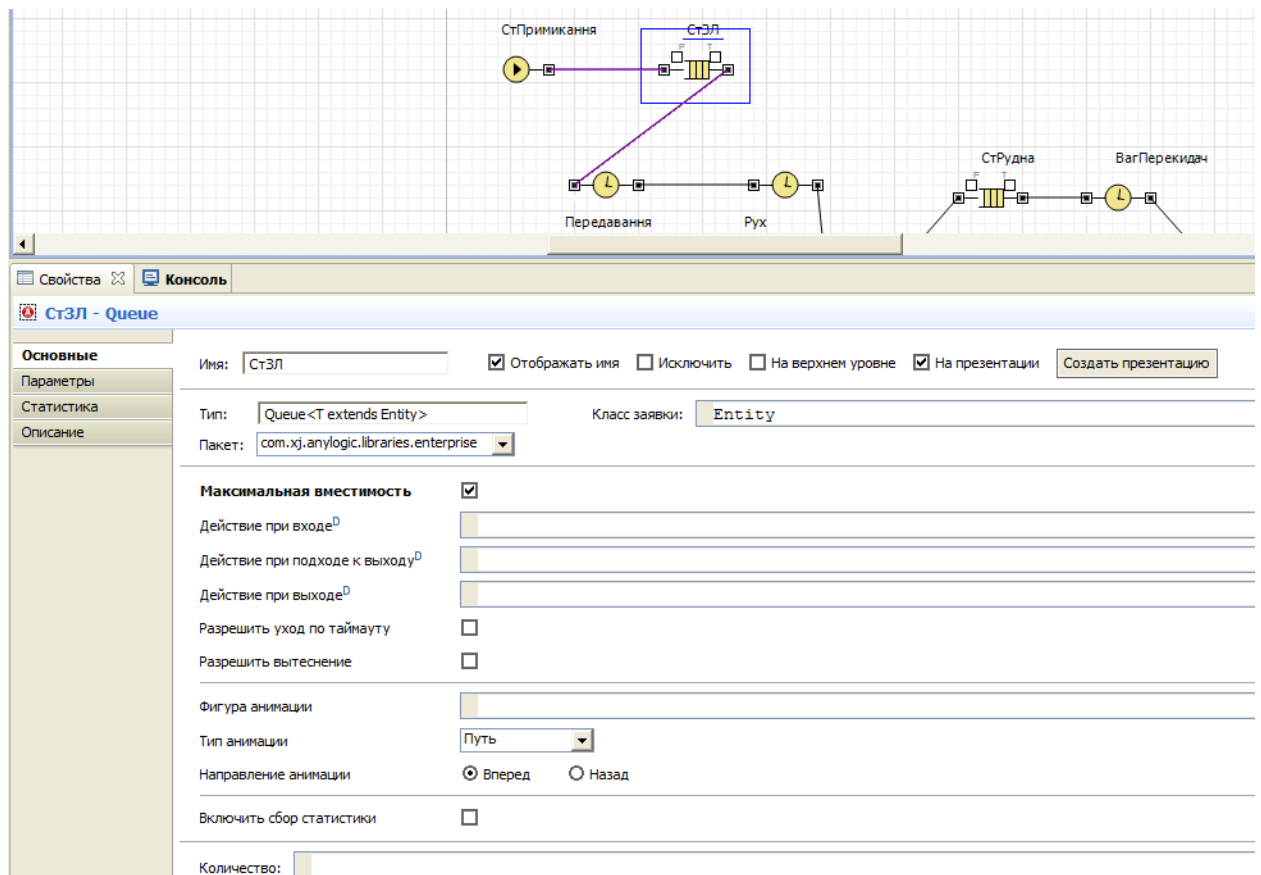


Рисунок 2.6 – Черга замовлень «СтЗЛ»

Для імітації процесу передавання вагонів визначимо тривалість цих операцій (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Тривалість операцій з передавання составів зі станції Запоріжжя-Ліве

№ з/п	Операція	Час, хв.
1	Закріплення составу, відчеплення поїзного локомотива, відпускання автогальм, огороження составу, отримання документів і прохід робітників до составу для його огляду	5
2	Технічний та комерційний огляд оглядачами вагонів та прийомосдавачами вантажу та багажу	20
3	Причеплення тепловозу комбінату, проба автогальм	10
4	Прохід складача поїздів до тепловозу та відправлення поїзду	5
5	Загальний час	40

Таким чином, час передачі составів складає 40 хвилин, або 0,67 год.

Вносимо ці дані до відповідного об'єкту моделі, який імітає затримку передавання составів (рисунок 2.7).

Оскільки модель відображає роботу транспортної системи до можливості використання другого перегону, використовуємо розрахункові дані руху по перегону за даними Єдиного технологічного процесу роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь».

За цими даними рух по перегону триває 22 хв. Рух по перегону станція Східна – станція Південна триває 15 хвилин. Разом: $22 + 15 = 37$ хвилин, або 0,62 год. (рисунок 2.8).

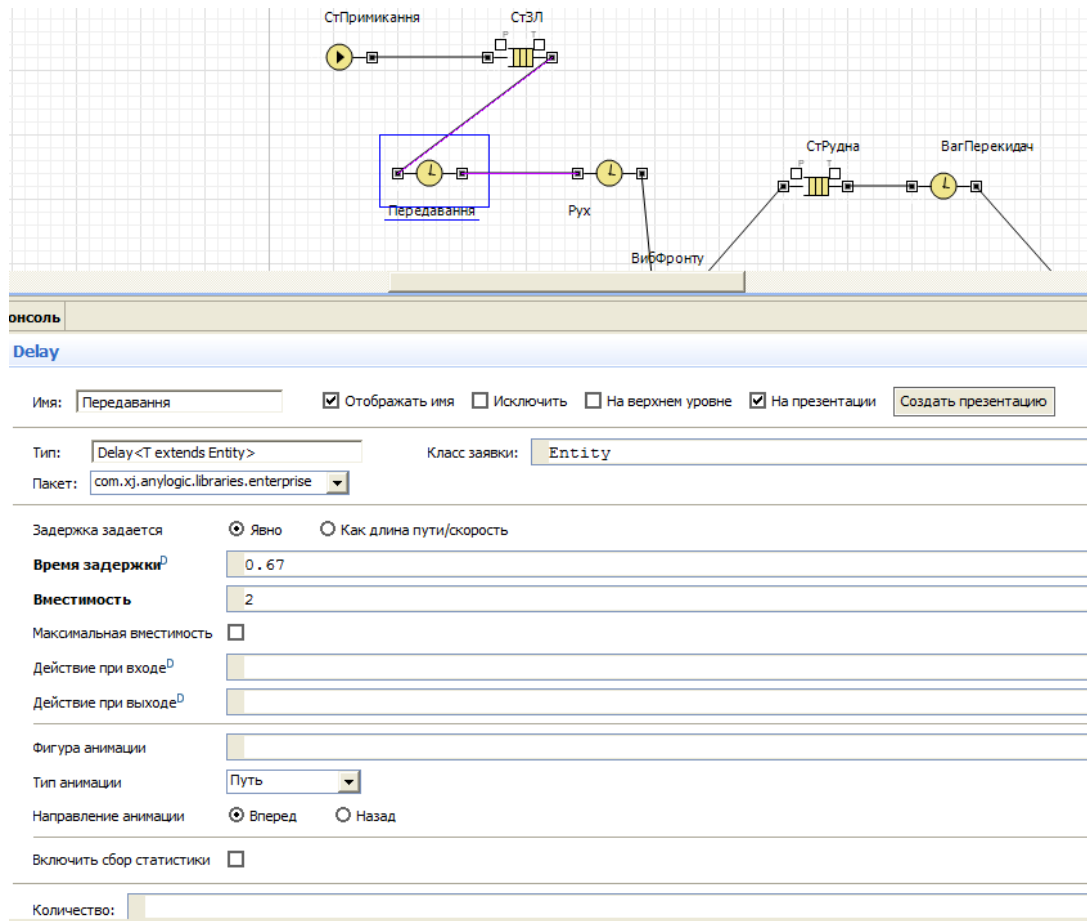


Рисунок 2.7 – Імітація передавання составів (об’єкт затримки замовлень «Передавання»)

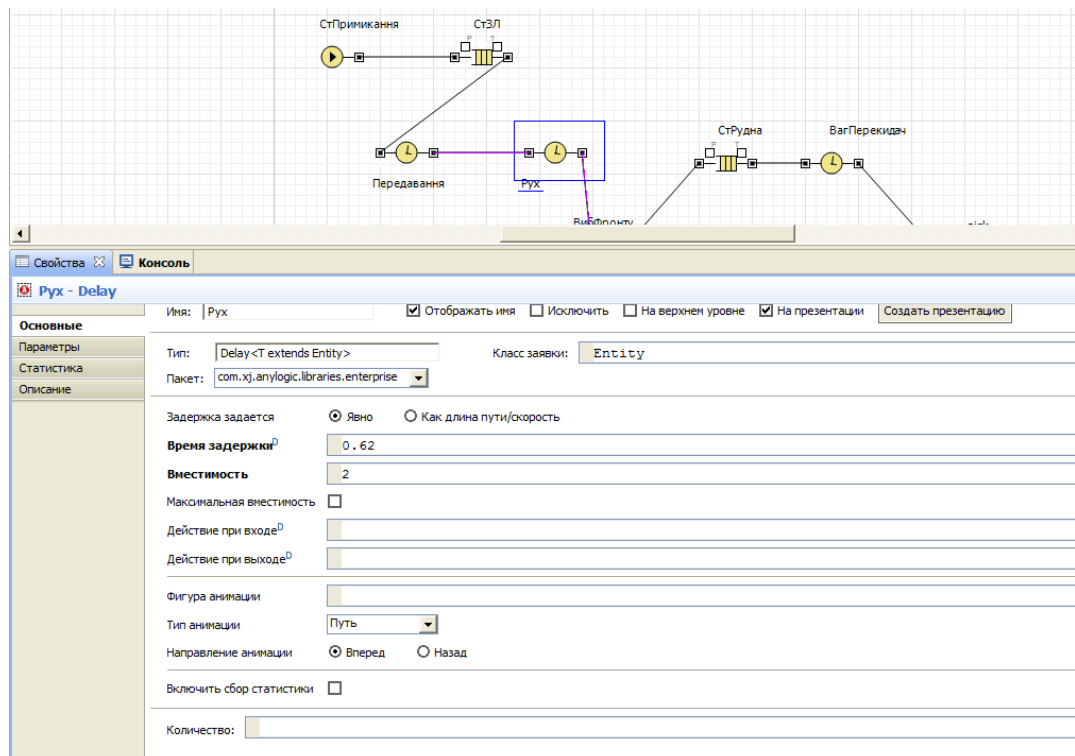


Рисунок 2.8 – Імітація руху составів (об’єкт затримки замовлень «Рух»)

Вибір вантажного фронту здійснюється за встановленою ймовірністю (рисунок 2.9). Ймовірність надходження маршрутних составів із залізничною сировиною для вивантаження на вагоноперекидачі доменного цеху становить близько 0,7, а з окатишами та флюсами (вапняком) – на бункерній естакаді – відповідно 0,3.

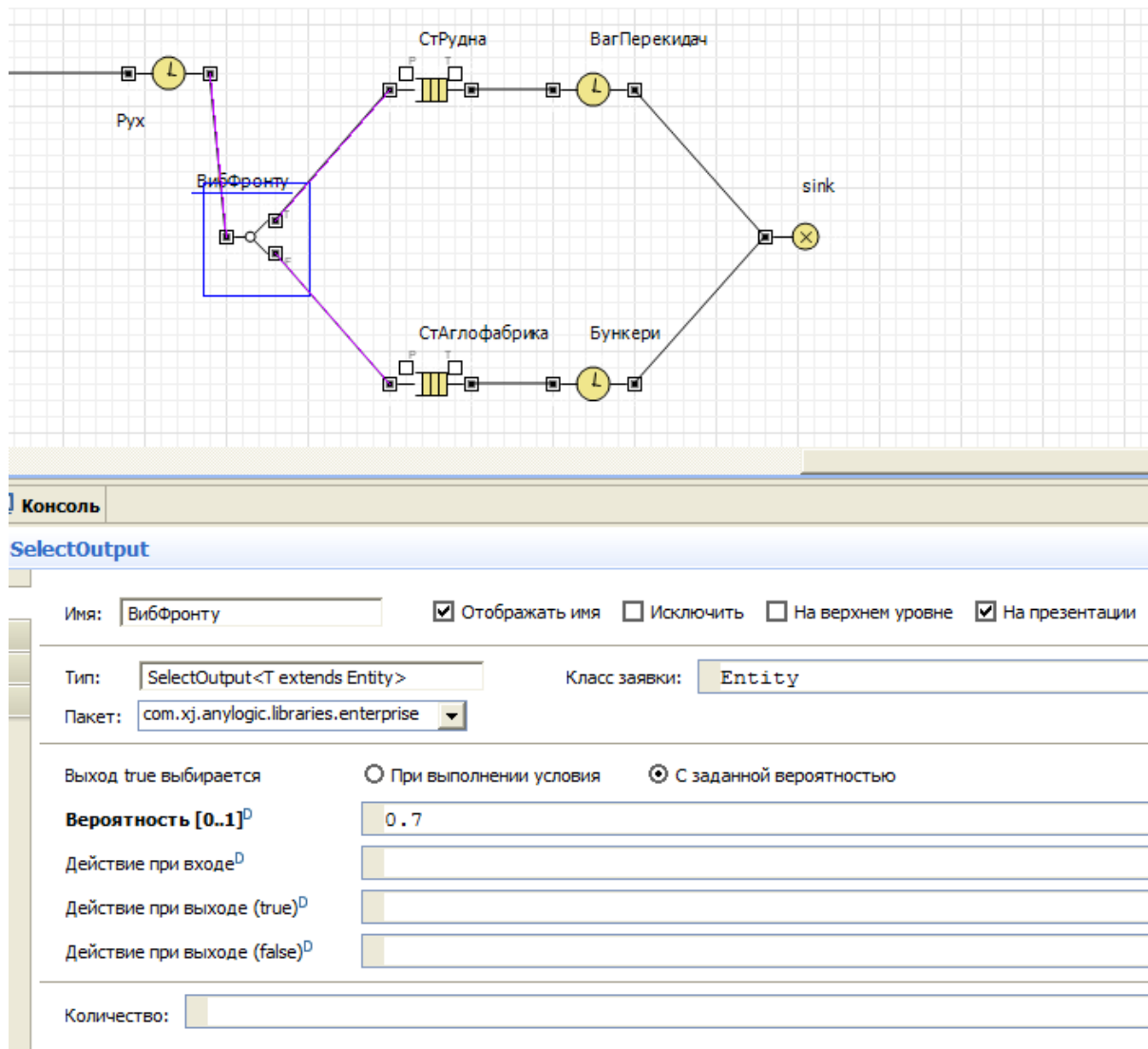


Рисунок 2.9 – Вибір пункту вивантаження (об’єкт «ВибФронт»)

Надалі замовлення потрапляють до черг «СтРудна» та «СтАглофабрика», а після них, відповідно, до елементів затримки замовлень «ВагПерекидач» та «Бункери». Параметри для двох останніх елементів показані на рисунках 2.10 та 2.11.

ВагПерекидач - Delay

Основные
Параметры
Статистика
Описание

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

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 2.10 – Параметры элементу затримки замовлень «ВагПерекидач»

Бункери - 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 2.11 – Параметры элементу затримки замовлень «Бункери»

Дані задані у годинах для вивантаження одного маршруту (одне замовлення).

Останній об'єкт моделі – «sink» знищує замовлення та фіксує тривалість їх знаходження в системі з накопиченням та відображенням у вигляді діаграми «TimeInSystemHist», яка задана в його параметрах «дія при вході» (рисунок 2.12).

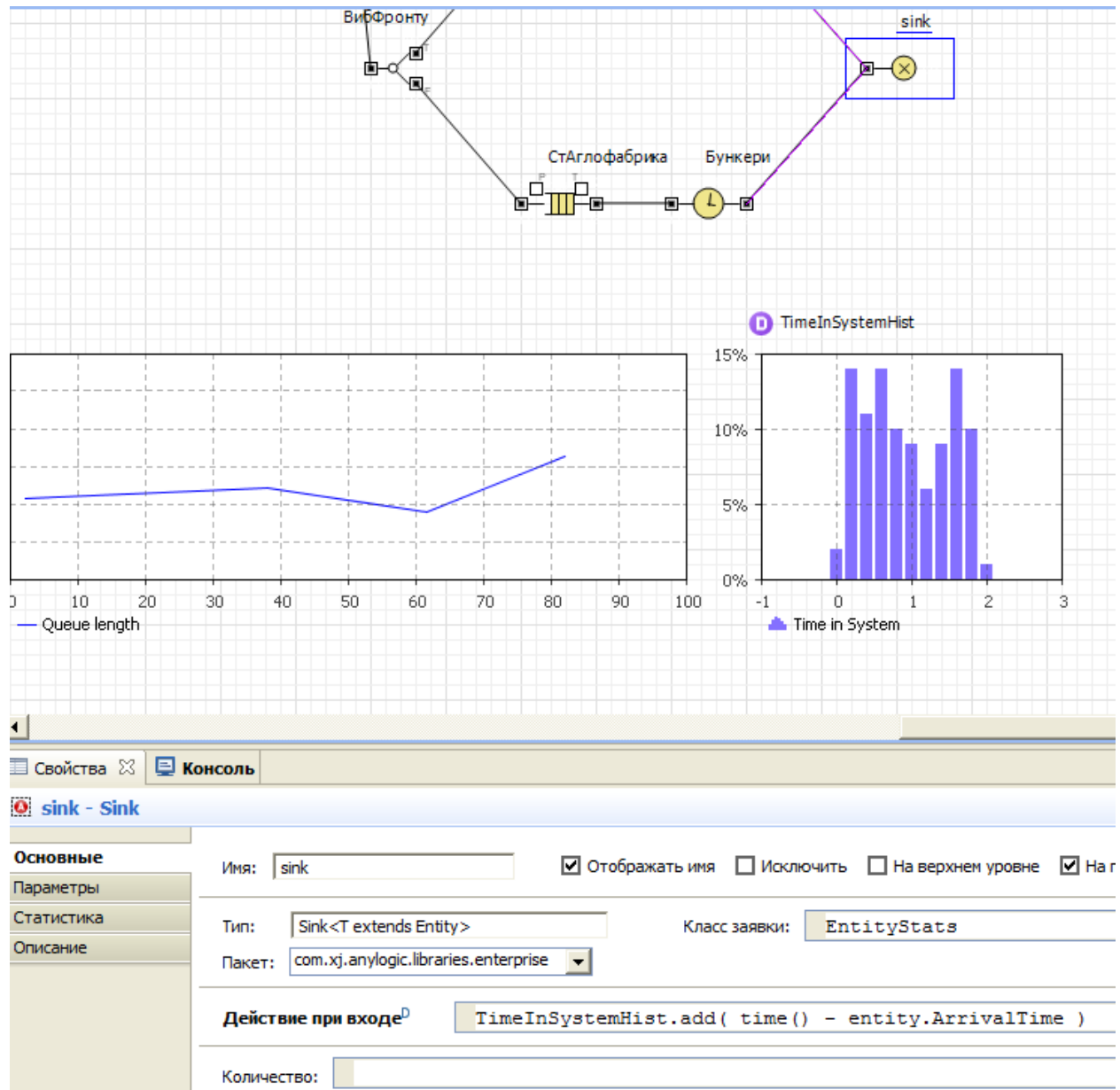


Рисунок 2.12 – Параметры элемента «sink»

Головні параметри експерименту показані на рисунку 2.13. Термін моделювання встановлено один рік, модельний час – години.

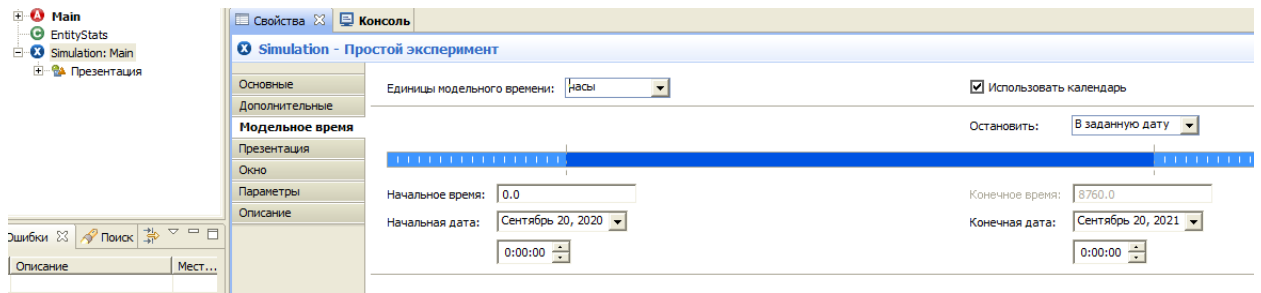


Рисунок 2.13 - Головні параметри експерименту на імітаційній моделі

Хід моделювання контролюється візуально, оскільки модель має анімацію процесів. По кожному елементу можна контролювати його параметри. На рисунку 2.14 показані результати моделювання за рік.

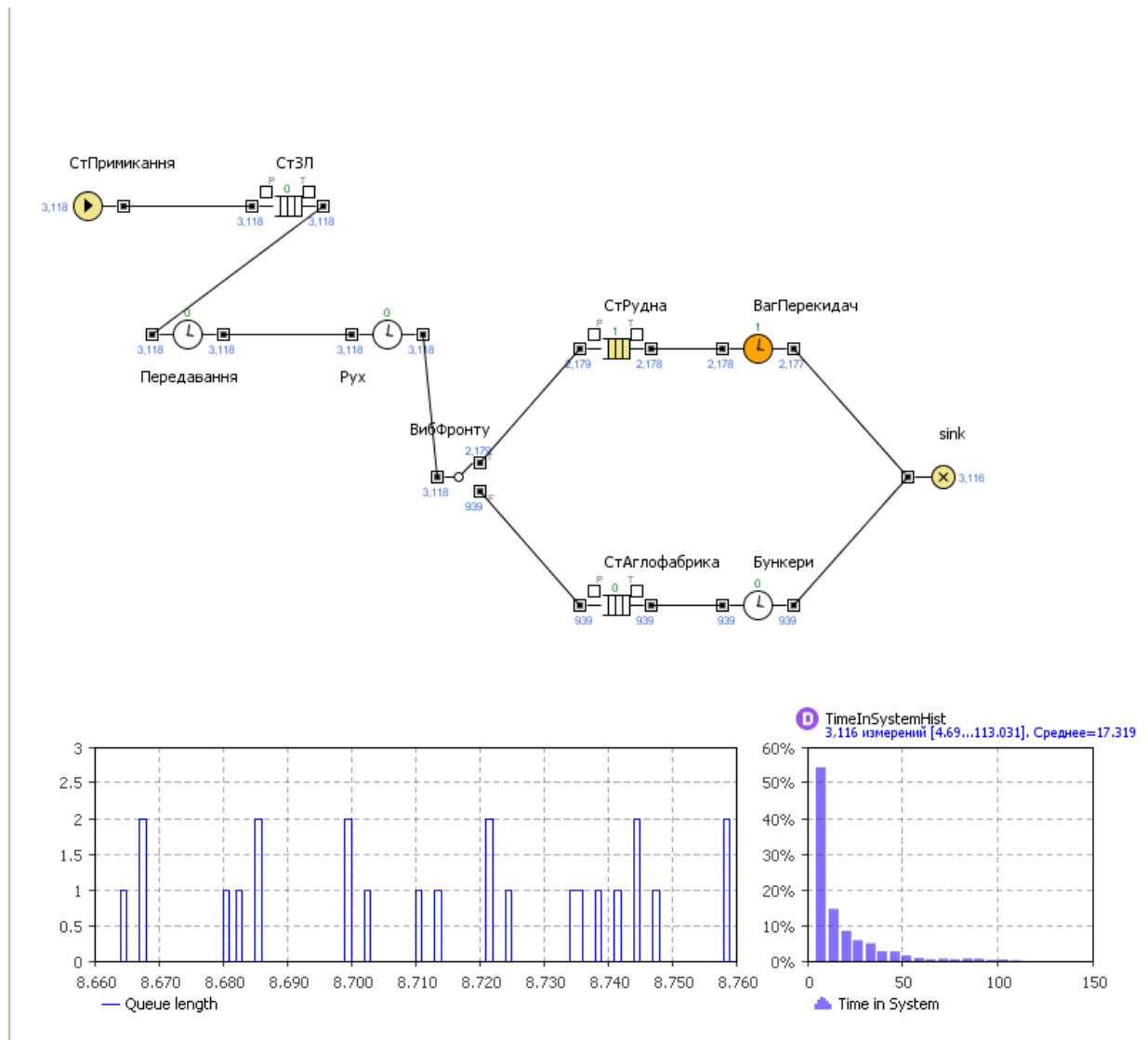


Рисунок 2.14 – Результати моделювання за рік

Як бачимо, замовлення в моделі рухаються по двох окремих гілках для чого додано елементи черги «ЗЛ1» та «ЗЛ2», елементи затримки, що імітують рух по перегонах «РухЗкокс» та «РухЗсталь».

Результати одного прогону моделі виглядають наступним чином (рисунок 2.16).

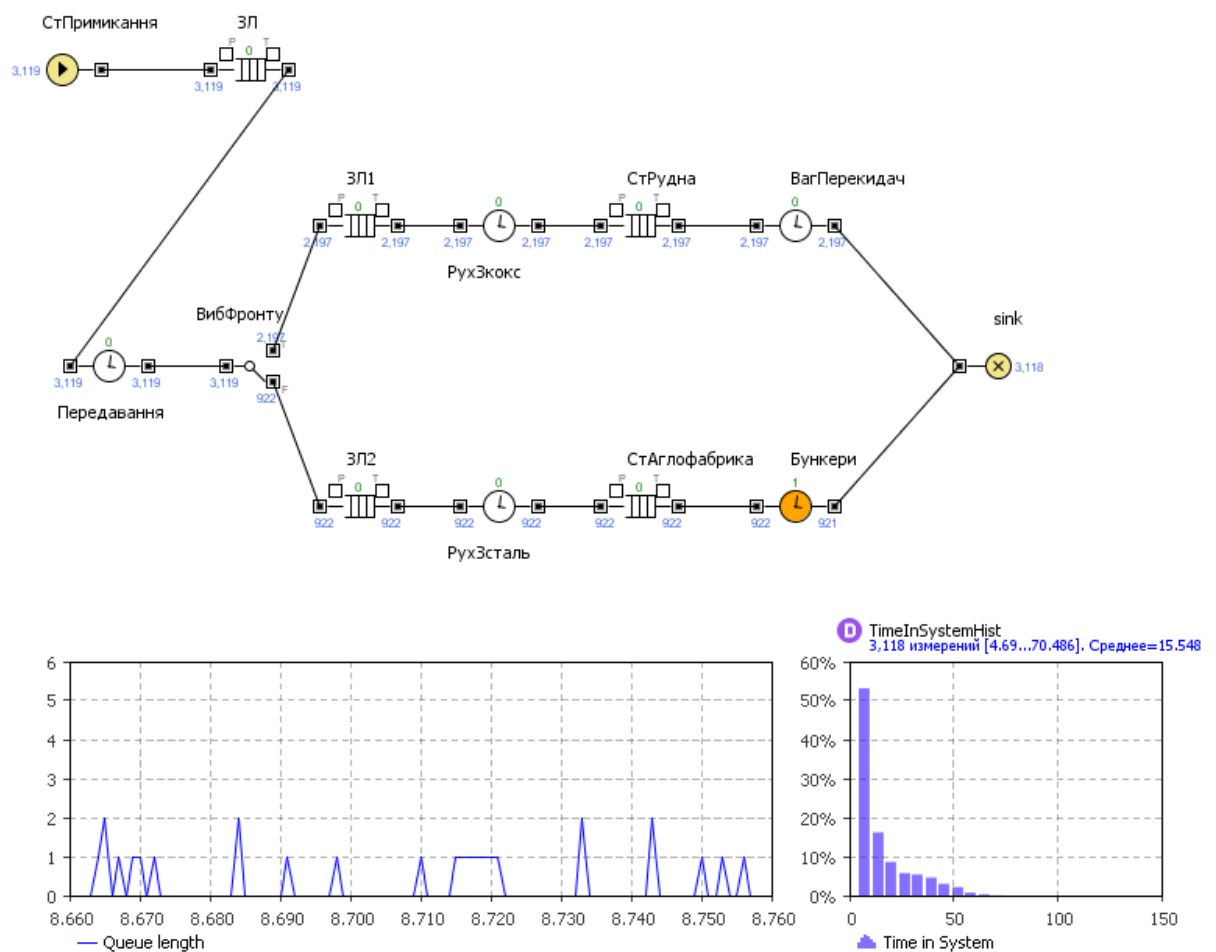


Рисунок 2.16 – Результати експерименту

За результатами 100 прогонів за даною моделлю середній час знаходження замовлень в системі становить 15,5 години.

2.5 Аналіз результатів виконаних досліджень

На початку дослідження був виконаний статистичний аналіз, який показав можливість незначного скорочення часу на передавання составів. Ефективність теоретично може бути розрахована як інтеграл функції щільності експоненціального розподілу [9]:

$$T_{ек} = \int_{t_1}^{t_2} \lambda e^{-\lambda x}, \quad (2.1)$$

де λ – параметр експоненціального розподілу, в нашому випадку обернене значення середнього інтервалу надходження поїздів, год.⁻¹;

e – основа натуральних логарифмів;

t_1 – існуючий мінімальний технологічний інтервал передавання поїздів, год.;

t_2 – проектний мінімальний технологічний інтервал передавання поїздів, год.

Мінімальний технологічний інтервал передавання поїздів не слід плутати з поняттям мінімального інтервалу зарахування переданих вагонів на відповідальний простій для нарахування плати за користування вагонами.

Мінімальний технологічний інтервал передавання обмежується часом руху по перегону та з'єднувальним коліям або часом на обробку поїзда. При наявності двох бригад на обмінному пункті, цей інтервал обмежується часом руху та для існуючих умов складає 22 хв., для проекту – 10 хв. (без зважування на станції Східна).

Формула (2.1) для нашого випадку приймає вигляд:

$$T_{ек} = \int_{0,17}^{0,37} 0,357e^{-0,357x} dx. \quad (2.2)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (2.2). Інтеграл від експоненти є нею самою:

$$T_{ек} = -e^{-0,357x} \Big|_{0,17}^{0,37} = 0,065.$$

Це означає, частка $T_{ек} = 0,065$ від загальної кількості составів скоротить час свого знаходження на під'їзній колії на 12 хвилин.

Очевидно, що за реальних умов, практичне значення цих рішень є несуттєвим через те, що скорочення інтервалу передавання составів, зазвичай, не впливає на загальну тривалість знаходження вагонів під вивантаженням, бо вони стають в чергу один за одним.

Але, при наявності маршрутів з різномірними вантажами, ця ефективність може бути більш суттєвою, но може бути визначена лише за допомогою імітаційної моделі, оскільки розрахункові методи будуть занадто громіздкими.

В результаті імітаційного моделювання час знаходження вагонів на поїзній колії (які надходять під вивантаження на станцію Південна) через можливість передавання поїздів по двох перегонах та в умовах вивантаження різномірних вантажів на різних вантажних фронтах, скорочується на:

$$T_{скор} = 16,2 - 15,5 = 0,7 \text{ год.}$$

Для річного обсягу надходження сировини - 3117 поїздів, середня додаткова затримка одного локомотиву протягом року за існуючим варіантом у порівнянні з проєктним, становить:

$$T_{\text{затр}} = 0,7 \cdot 3117 = 2182 \text{ локомотиво-години.}$$

Виконаємо економічні розрахунки для обґрунтування проєктного рішення.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

З моменту входження підприємств - Запоріжсталі та Запоріжжкоксу до складу груп інтегрованих компаній Метінвест, з'явилась можливість взаємного ефективного використання інфраструктури для обох акціонерних товариств.

Запоріжжкокс та Запоріжсталь мають власні примикання до станції Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці.

Однотименні станції цих підприємств - Південна також межують, в далекому минулому, за радянських часів, були одним цілим.

Завдяки можливості використання Запоріжсталлю не тільки свого, а й перегону Запоріжжкоксу, та через спорудження вагової на станції Південна, з'явилась можливість приймати состави із сировиною за більш інтенсивним графіком.

В магістерській роботі виконані дослідження:

- шляхом математичних розрахунків встановлено ефективність використання двох вагових (Східна та Південна) замість однієї (Східна), але ця ефективність незначна – частка 0,065 від загальної кількості вагонів скорочує термін перебування на підприємстві на 12 хвилин;

- для врахування ефективності від скорочення терміну передавання поїздів для різномірних вантажів було розроблено імітаційну модель роботи системи передавання составів. За результатами роботи моделі було встановлено, що середня тривалість простою вагонів з сировиною для доменного виробництва на підприємстві Запоріжсталь скорочується на 0,7 год., час використання тепловозів скорочується на 2182 локомотиво-години на рік.

Вихідні дані для економічних розрахунків наведено у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні параметри для економічних розрахунків

№ з/п	Параметр	Існуючий варіант	Проектний варіант
1	Розрахункова кількість составів на рік, од.	3117	3117
2	Розрахункова кількість вагонів із залізорудною сировиною для доменного цеху, ваг.	165201	165201
3	Тривалість простою одного вагона під вивантаженням, год.	16,2	15,5
4	Скорочення часу роботи тепловозів на рік, локомотиво-годин	-	2182
5	Вартість години простою одного вагону, грн/вагоно- год.	23,95	23,95
6	Вартість локомотиво- години роботи тепловозу, грн/локомотиво- година	614,68	614,68

Вартість встановлення вагонних ваг на станції Південна Запоріжсталі та доопрацювання системи обліку вагонів складає 3250000 грн.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

Експлуатаційні витрати при використанні одного перегону визначимо за формулою [11]:

$$B^6_e = B^6_{\text{лок}} + B^6_z + B^6_c + B^6_n + B^6_{\text{пл}}, \quad (3.1)$$

де $B^6_{\text{лок}}$ – додаткові витрати на роботу тепловозів через очікування вільності перегону для передавання складу поїзда, грн;

B^6_z – заробітна плата складача поїздів (очікує передавання складів разом із локомотивом), яка не входить до вартості локомотиво-години, грн;

B^6_c – соціальні відрахування, грн;

B^6_n – накладні витрати, грн;

$B^6_{\text{пл}}$ – витрати на плату за користування вагонами, грн.

Витрати на додаткову роботу тепловозів розраховуємо за формулою [11]:

$$B^6_{\text{лок}} = T_{\text{лок}} C_{\text{лок}}, \quad (3.2)$$

де $T_{\text{лок}}$ – додатковий час роботи тепловозів, год.;

$C_{\text{лок}}$ – собівартість локомотиво-години роботи тепловозу, грн/год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$B_{\text{лок}}^6 = 2182 \cdot 614,68 = 1341231,76 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати на зарплату складачу поїздів (у порівнянні з проєктним варіантом) розраховується за формулою [11]:

$$B_3^6 = N_{\text{скл}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_p (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.3)$$

де $N_{\text{скл}}$ – кількість працівників, $N = 4$ (за кількістю змін);

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

$C_{\text{год}}$ – годинна тарифна ставка, грн/год.;

Φ_p – фонд робочого часу за рік, $\Phi_p = 2182/4 = 546$ год.;

$7/6$ – 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 за класність, приймаємо $k_{\text{кл}} = 0$;

$k_{\text{шк}}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах.

Для помічників машиніста-складачів поїздів приймаємо $k_{\text{шк}} = 0,1$.

$\Phi_{\text{св}}$ – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі, $\Phi_{\text{св}} = 546 \cdot 12/366 = 18$ год.

Виконаємо розрахунки заробітної плати складача поїздів за формулою (3.3):

$$B_3^6 = 4 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [546(7/6 + 0 + 0,1) + 18] = 207521,1 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складають 22%:

$$B^6_c = 0,22 \cdot 207521,1 = 45654,64 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці:

$$B^6_n = 0,34 \cdot 207521,1 = 70557,17 \text{ грн.}$$

Витрати на плату за користування вагонами визначимо за формулою [11]:

$$B^6_{пл} = N^6_{пл} \cdot T^6_{пл} \cdot C_{пл}, \quad (3.4)$$

де $N^6_{пл}$ – кількість вагонів, на які нараховується плата за користування, вагонів;

$T^6_{пл}$ – час простоювання одного вагону, год.;

$C_{пл}$ – ставка плати за користування вагонами, $C_{пл} = 23,95$ грн/год.

Виконаємо розрахунки за (3.4):

$$B^6_{пл} = 165201 \cdot 16,2 \cdot 23,95 = 64096335,99 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за базовим варіантом - при використанні одного перегону складають за формулою (3.1):

$$B^6_e = 1341231,76 + 207521,1 + 45654,64 + 70557,17 + \\ + 64096335,99 = 65761300,66 \text{ грн.}$$

Виконаємо аналогічні розрахунки для проєктного варіанту.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом

Експлуатаційні витрати по проєктному варіанту визначимо за формулою [11]:

$$B^{np}_e = B^{np}_{пл} , \quad (3.5)$$

де $B^{np}_{пл}$ – витрати на плату за користування вагонами при використанні двох перегонів, грн.

Витрати на плату за користування вагонами визначимо за формулою [11]:

$$B^{np}_{пл} = N^{np}_{пл} \cdot T^{np}_{пл} \cdot C_{пл} , \quad (3.6)$$

де $N^{np}_{пл}$ – кількість вагонів, на які нараховується плата за користування за проєктом, вагонів;

$T^{np}_{пл}$ – час простоювання одного вагону за проєктом, год.;

$C_{пл}$ – ставка плати за користування вагонами, $C_{пл} = 23,95$ грн/год.

Виконаємо розрахунки за (3.6):

$$B^{np}_{пл} = 165201 \cdot 15,5 \cdot 23,95 = 61326741,23 \text{ грн.}$$

Згідно (3.5):

$$B^{np}_e = 61326741,23 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Річна економія від впровадження проєктного рішення із використання двох перегонів визначається за формулою [12]:

$$E_{річ} = B_e^6 - B_{пe}^{пe}, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за (3.7):

$$E_{річ} = 65761300,66 - 61326741,23 = 4434559,43 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить 4434559,43 грн.

Термін окупності визначимо за формулою [12]:

$$T_{ок} = \frac{K_{доо}}{E_{річ}}, \quad (3.8)$$

де $K_{доо}$ - капітальні витрати на обладнання з'єднувальних колій та удосконалення організаційної системи передавання вагонів, грн.

$$K_{доо} = 3250000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$T_{ок} = 3250000 / 4434559,43 = 0,8 \text{ року.}$$

Розрахуємо чисту поточну вартість проєкту, оскільки він передбачає додаткові капітальні вкладення.

Чиста поточна вартість проєкту визначається за формулою [12]:

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

де B_t - річні вигоди від впровадження проєкту на рік t , грн;

C_t - витрати на реалізацію проєкту у році t , грн;

i - ставка дисконту. Приймається від 0,15 до 0,25;

n - термін життя проєкту, років. Приймаємо 5 років.

Розрахунок чистої поточної вартості проєкту за формулою (3.11) представимо у вигляді розрахункової таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок чистої поточної вартості проєктного рішення

Капітальні витрати за проєктним варіантом	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV
3250000	4434559,43	1	1184559,43
	4434559,43	0,87	3858066,7
	4434559,43	0,76	3370265,17
	4434559,43	0,66	2926809,22
	4434559,43	0,57	2527698,88
			13867399,4

Отримані дані техніко-економічних показників представимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники, грн.	Базовий варіант (один перегін)	Проектний варіант (два перегони)
1	Капітальні витрати	-	3250000
2	Витрати на заробітну плату	207521,1	-
3	Відрахування на соціальне страхування	45654,64	-
4	Накладні витрати	70557,17	-
5	Додаткові витрати на роботу тепловозів	1341231,76	-
6	Витрати на плату за користування вагонами	64096335,99	61326741,23
7	Річні експлуатаційні витрати	65761300,66	61326741,23

Продовження таблиці 3.3

№ з/п	Показники, грн.	Базовий варіант (один перегін)	Проектний варіант (два перегони)
8	Економія експлуатаційних витрат	-	4434559,43
9	Чиста поточна вартість проєкту	-	13867399,4
10	Термін окупності капітальних вкладень, років	-	0,8

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломного проекту Підвищення ефективності передачі составі зі станції Запоріжжя-Ліве на ПАТ «Запоріжсталь» розглядається аналіз потенційних небезпек, що можуть підстерігати дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню.

Вантажний фронт – це залізничний шлях, який служить для одночасного розвантаження чи навантаження декілька вагонів. Тому нижче розглядається небезпека при складанні составів для відправлення до ПАТ.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Небезпеки:

- наїзди залізничним транспортом на персонал та дослідника у разі неузгодженні дій складачів поїздів з диспетчером та при самовільному уході вагонів;

- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та елементів, що може призвести до електричних травм;

- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається збирання составів, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій (наїзд вагонів на робітників та інше);

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

- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять аварії;
- небезпека виникнення пожежі на локомотиві, пов'язана з пошкодженням паливної апаратури або електричного обладнання, а також з неналежним їх обслуговуванням;
- затискання складача поїздів між вагонами при з'єднанні або роз'єднанні гальмівних рукавів та автозчепів;
- травмування регулювальників швидкості під час укладання гальмівних башмаків при сортуванні вагонів на гирці малої потужності;
- наїзд рухомого складу на працівників станції при проході території станції до місця роботи, під час та після роботи;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру, серед них такі, як не задовільнене освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

Відповідні заходи з ОТ, розроблені на основі рекомендацій [13-15] представлені в презентаційних матеріалах.

ВИСНОВКИ

Запоріжжкокс та Запоріжсталь мають власні примикання до станції Запоріжжя-Ліве Придніпровської залізниці.

При виконанні аналітичного аналізу встановлено, що дві станції цих підприємств межують.

Завдяки можливості використання Запоріжсталлю не тільки свого, а й перегону Запоріжжкоксу, та через спорудження вагової на станції Південна, з'явилась можливість приймати состави із сировиною за більш інтенсивним графіком.

Треба незначне переоблаштування коїного розвитку для можливості руху составів з перегону Запоріжжкоксу на перегін Східна-Південна Запоріжсталі.

В основній частині магістерській роботи були виконані наступні дослідження:

- шляхом математичних розрахунків встановлено ефективність використання двох вагових (на станціях Східна та Південна) замість однієї (на станції Східна), але ця ефективність виявилась незначною – частка 0,065 від загальної кількості вагонів скорочує термін перебування на підприємстві на 12 хвилин;

- для врахування ефективності від скорочення терміну передавання поїздів для різнорідних вантажів було розроблено імітаційну модель роботи системи передавання составів.

За результатами роботи моделі було встановлено, що середня тривалість простою вагонів з сировиною для доменного виробництва на підприємстві Запоріжсталь скорочується на 0,7 год., час використання тепловозів скорочується на 2182 локомотиво-години на рік.

На підставі досліджень були виконані економічні розрахунки та встановлено високу ефективність проектних рішень.

Економія експлуатаційних витрат за рахунок скорочення терміну перебування вагонів на підїзній колії становить понад 4,4 млн. грн/рік.

Чиста поточна вартість проекту – 1,4 млн. грн.

Термін окупності капітальних вкладень становить менше 1 року.

По результатах дослідження опубліковані результати конференції [16].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/ru/predpriyatie/> (дата звернення 14.10.2019) – «Запоріжсталь сьогодні».
2. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/pres-centr/novini/zaporizhstal-pidтверdiv-vidpovidnist-standartam-z-perevezennja-vantazhiv-zaliznichnim-transportom/> (дата звернення 14.10.2019) - «Запоріжсталь» підтвердив відповідність стандартам з перевезення вантажів залізничним транспортом».
3. Баландюк, Г.С. Технология работы железнодорожного транспорта металлургических заводов / Г.С. Баландюк, Я.М. Куртуков. – М: Металлургия, 1985. – 256 с.
4. Угрюмов, Л.К. Организация движения поездов на промышленном железнодорожном транспорте / Л.К. Угрюмов. – К.: Донецк Высшая школа, 1986. – 207с.
5. Технічно-розпорядчий акт станції Південна. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 27с.
6. 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.
7. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «Запоріжсталь». – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2017. – 180 с.

8. Єдиний технологічний процес роботи станції примикання Запоріжжя-Ліве та під'їзної колії ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС». – Запоріжжя : ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС», 2016. – 90 с.

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

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

11. 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.

12. 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.

13. 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,

14. 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)

15. 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)

16. Турпак С.М. Дослідження процесів перевезень матеріалів на станцію Південна ПАТ «Запоріжсталь» в умовах використання колійного розвитку ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС» / С.М. Турпак, С.В. Грицай, Л.А. Веремесенко, Г.Д. Суюнова // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конф., 1-2 грудня 2020 р., м. Рубіжне (Луганська обл.) / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Сєверодонецьк: СНУ ім.В.Даля, 2020. – 184 с.