

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
РІДКОГО ЧАВУНУ В УМОВАХ ЗБІЛЬШЕННЯ ВАНТАЖОПОТОКУ
ДО РОЗЛИВНИХ МАШИН НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-818м

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

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

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

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

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет

Кафедра транспортних технологій

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

«07» жовтня 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Пілікіної Анастасії Анатоліївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення перевезень рідкого чавуну в умовах збільшення вантажопотоку до розливних машин на ПАТ «Запоріжсталь»

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2019 року №376

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Аналіз та удосконалення імітаційної моделі перевезень рідкого чавуну в доменному цеху; 2.2 Незмінні параметри, які характеризують транспортний процес в імітаційній моделі; 2.3 Постановка експерименту на імітаційній моделі; 2.4 Аналіз результатів роботи моделі.

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

1 Схема генерального плану; 2 Удосконалена концептуальна модель доставки чавуну;

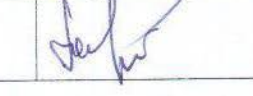
3 Незмінні технологічні параметри доставки чавуну до міксерного відділення; 4

Незмінні технологічні параметри доставки чавуну до розливних машин; 5 План

факторного експерименту; 6 Результати виконаних експериментів на імітаційній

моделі; 7 Аналіз виконаних експериментів; 8 Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	Турпак С.М.		
Економічна частина	Харченко Т.В.		
Охорона праці	Лазуткін М.І.		

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

Студент(ка)


 (підпис)
А.А. Пілікіна
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


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

РЕФЕРАТ

ПЗ : 82 с., 16 рис., 11 табл., 8 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортна система доменного району ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – удосконалення транспортної технології рідкого чавуну в умовах збільшення обсягів перевезень до розливних машин.

Методи дослідження – аналітичний аналіз тривалості транспортних та технологічних операцій при перевезенні чавуну, імітаційне моделювання процесів доставки чавуну, графо-аналітичний аналіз результатів моделювання.

В роботі досліджується вплив різних технологій відбору чавуну від доменних печей до розливних машин. Шляхом факторного експерименту на імітаційній моделі визначається раціональний варіант роботи транспорту в доменному районі ПАТ «Запоріжсталь». Підвищення ефективності перевезень досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат на використання локомотивів.

ДОМЕННИЙ РАЙОН, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ЧАВУНОВОЗ,
ЛОКОМОТИВ, РОЗЛИВНА МАШИНА

ЗМІСТ

Завдання на проєкт	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика залізничного транспорту ПАТ «Запоріжсталь».....	9
1.2 Характеристика доменного виробництва ПАТ «Запоріжсталь».....	10
1.3 Характеристика доменного залізничного району	13
1.4 Станція Доменна	14
1.5 Характеристика схеми генерального плану	20
1.6 Загальна характеристика та особливості транспортних технологій доменного цеху.....	22
1.7 Транспортні технології перевезення рідкого чавуну	25
1.7.1 Особливості транспортного обслуговування доменної печі №2	27
1.7.2 Особливості транспортного обслуговування доменної печі №5	27
1.7.3 Технології транспортного обслуговування розливних машин	29
1.8 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження ..	31
2 Основна частина	32
2.1 Аналіз та удосконалення імітаційної моделі перевезень рідкого чавуну в доменному цеху.....	32
2.2 Незмінні параметри, які характеризують транспортний процес в імітаційній моделі	37
2.3 Постановка експерименту на імітаційній моделі	44
2.4 Аналіз результатів роботи моделі	50

3 Економічна частина	53
3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту	54
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом	57
3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту	60
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	63
4.1 Аналіз потенційних небезпек	63
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	64
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	65
4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	73
4.4.1 Заходи з пожежної безпеки	73
4.4.2 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті.....	73
4.5 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	78
Висновки	79
Перелік посилань	81

ВСТУП

Перша плавка чавуну відбулась на «Запоріжсталі» 16 листопада 1933 року, та з цієї дати веде свою історію це підприємство. В минулому році комбінату виповнилось 85 років.

За цей період підприємство змінювалось, оновлювалось обладнання, доменна піч, яка першою започаткувала дату народження комбінату, вже демонтована. З п'яти печей у минулому залишаються у роботі чотири - №2, 3, 4, 5. Але завдяки новому обладнанню, обсяги виробництва залишаються на стабільному високому рівні.

ПАО «Запоріжсталь» постійно працює в напрямку оновлення виробничих фондів, зокрема – доменного виробництва. В 2014 році була проведена масштабна реконструкція доменної печі №4. Загальний об'єм інвестицій склав близько 950 млн грн. В ході реконструкції на печі встановили сучасну високоефективну очисну установку, яка знижує концентрацію пилу на виході до 20 мг/м³[1].

В 2015 році проведено капітальний ремонт доменної печі №2 в рамках програми реконструкції і модернізації виробництва, це відновлення ресурсу і проєктних характеристик, підвищення надійності доменної печі, поліпшення якості продукції, підвищення енергоефективності. Капремонт печі також передбачав суттєве оновлення системи аспірації печі, з метою поліпшення екологічних показників роботи виробничого агрегату. Зокрема, після реконструкції покращаться екологічні характеристики виробничого агрегату за викидами пилу з димових газів на виході з печі [1].

В 2016 році завершений капітальний ремонт 2-го розряду доменної печі №5. Тривалість капітального ремонту склала 45 діб, фінансування - близько 107 млн грн [1].

Також у 2016-2017 роках відбулась реконструкція доменної печі №3. Був застосований метод великовузлового складання за допомогою потужного крану компанії Mammoet вантажопідйомністю 1600 т. Вперше в Україні при реалізації великих інфраструктурних проєктів комбінат «Запоріжсталь» використовував кращу світову практику – створив інтелектуальну модель доменної печі, яка підвищить ефективність реконструкції, скоротить її строки проведення. Інтелектуальна 3D-модель доменної печі на етапі планування дозволила виявити і усунути понад 11 тисяч помилок [1].

Реконструйована доменна піч №3 ПАТ «Запоріжсталь» оснащена новітньою системою аспірації з приладами безперервного автоматичного контролю, яка відповідає найсуворішим європейським вимогам і забезпечує очистку викидів від пилу до 50 мг/м^3 [1].

В умовах використання сучасного обладнання доменного цеху потребують удосконалення методи організації перевезень рідкого чавуну, які повинні враховувати можливість зміни та перерозподілу вантажопотоків.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика залізничного транспорту ПАТ «Запоріжсталь»

В 2019 році «Запоріжсталь» успішно пройшов ресертифікаційний аудит і отримав атестат і сертифікат відповідності на надання послуг з перевезення вантажів залізничним транспортом відповідно до вимог ТУ У 52.2-00191230-031: 2015 [2].

Наглядовий аудит проводився в дирекції з транспорту і логістики «Запоріжсталі» фахівцями Органу з сертифікації автоматизованих систем управління і умов процесу перевезень на залізничному транспорті (м.Харків, Україна) [2].

Аудиторська перевірка підтвердила відповідність системи надання послуг з перевезення вантажів залізничним транспортом «Запоріжсталі» вимогам ТУ У 52.2-00191230-031: 2015. Експерти високо оцінили системну роботу «Запоріжсталі», спрямовану на оновлення рухомого складу, забезпечення безпеки на всіх етапах перевізного процесу, підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу [2].

Управління залізничного транспорту (УЗТ) підпорядковується дирекції з транспорту та логістики. В УЗТ є три цехи - цех експлуатації, цех поточного утримання і ремонту колій і цех ремонту рухомого складу. У складі УЗТ є також служба сигналізації, централізації і блокування та відділ підготовки виробництва.

Технологічні цехи комбінату обслуговуються шістьма залізничними районами, крім того до складу Запоріжсталі інтегровані транспортні системи Запорізького заводу вогнетривів та ПАТ «Запоріжжкокс».

В УЗТ ведеться технічне переоснащення залізничного транспорту, покращується технічний стан вагонів та локомотивів, колійного розвитку.

В УЗТ розроблений і упроваджений комплекс управління перевезеннями, що дозволяє вести облік вагонів «Укрзалізниці» і контроль плати за користуванням вагонами. Упроваджена система диспетчерського контролю за роботою станції «Східна», «Південна», «Підбиркова», «Шихта», «Шлакова» і «Гранбасейн». Тепер начальник зміни може наочно отримувати інформацію про маневрову і поїздову роботу і оперативно приймати рішення розв'язання різних ситуацій.

Собівартість перевезень вантажів на підприємстві одна з найнижчих в галузі.

1.2 Характеристика доменного виробництва ПАТ «Запоріжсталь»

Доменна піч або домна – велика металургійна, вертикально розташована плавильна піч шахтного типу для виплавки чавуну і феросплавів з залізорудної сировини. Особливістю доменного процесу є його безперервність протягом всієї кампанії печі [3].

Домна є безперервно діючим агрегатом шахтного типу. Завантаження шихти здійснюється зверху, через типовий завантажувальний пристрій, який одночасно є і газовим затвором доменної печі. В домні відновлюють багату залізну руду, агломерат або окатиші [3].

Доменна піч складається з п'яти конструктивних елементів:

- верхньої циліндричної частини – колошника, необхідного для завантаження та ефективного розподілу шихти в печі;
- найбільшої по висоті розширеної конічної частини – шахти, в якій відбуваються процеси нагріву матеріалів і відновлення заліза з оксидів;

- найширшої циліндричної частини – распара, в якому відбуваються процеси розм'якшення і плавлення відновленого заліза;
- звужуваної конічної частини – заплічок, де утворюється відновний газ - монооксид вуглецю;
- циліндричної частини – фурменної зони, де відбувається вдування комбінованого дуття в піч;
- горна, який використовується для накопичення рідких продуктів доменного процесу – чавуна та шлаку [3].

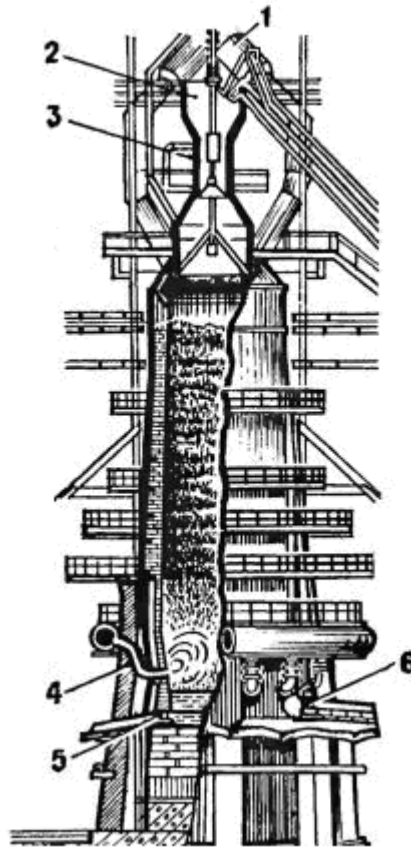
У верхній частині горна розташовуються фурми – отвори для подачі нагрітого до високої температури дуття – стисненого повітря, збагаченого киснем і вуглеводневим паливом.

На рівні фурм досягається температура близько 2000 °С. По мірі віддалення вгору температура знижується, і у колошника доходить до 270 °С. Таким чином, у печі на різній висоті встановлюється різна температура, завдяки чому протікають різні хімічні процеси переходу руди в метал [3].

У верхній частині горна, де приплив кисню достатньо великий, кокс згорає, утворюючи діоксид вуглецю і виділяючи велику кількість тепла.

Піднімаючись вгору, монооксид вуглецю взаємодіє з оксидами заліза, віднімаючи у них кисень і відновлюючи до металу.

Отримане в результаті реакції залізо краплями стікає по розпеченому коксу вниз, насичуючись вуглецем, в результаті чого виходить сплав, який містить від 2 до 6% вуглецю. Такий сплав називається чавуном.



1 - скіп; 2 - приймальна воронка; 3 - розподільник шихти;
4 – повітряна фурма; 5 - чавунна лютка; 6 - жужільна вічка

Рисунок 1.1 – Схема домни

Крім вуглецю в нього входять невелика частка кремнію і марганцю. У кількості десятих часток відсотка до складу чавуну входять також шкідливі домішки – сірка і фосфор. Крім чавуну в горні утворюється й накопичується шлак, в якому збираються всі шкідливі домішки.

Відокремлений від шлаку чавун надходить в чавуновозні ковші, а шлак в шлаковозні [3,4].

Стінки доменної печі викладені вогнетривким шамотною цеглою. Вогнетривка кладка печі укладена в сталевий кожух, який виготовляють з склепаних або зварених між собою листів. Для

підвищення стійкості вогнетривкої кладки проводиться охолодження її за допомогою металевих холодильників, в яких циркулює вода.

На даний момент в доменному цеху ПАТ «Запоріжсталь» працює чотири доменні печі: ДП-2, ДП-3, ДП-4, ДП-5.

Отриманий в процесі плавки рідкий чавун має кілька напрямків прямування:

- надходить у Мартенівський цех, а саме в міксерні відділення, де зливається в так звані «міксера» (великі, по 900 тонн «бочки») для усереднення хімічного аналізу, а потім в мартенівські печі, в яких з чавуну виплавляють сталь (основний напрямок);

- на мартенівську піч №12 (незначний обсяг);

- на розливочні машини, де з рідкого чавуну отримують чушковий, який потім надходить на склад холодного чавуну (СХЧ);

- в ливарний цех (незначний обсяг);

- до заводу «Дніпроспецсталь» (незначний обсяг).

1.3 Характеристика доменного залізничного району

Неможливо собі уявити металургійне виробництво та, зокрема, роботу доменного цеху без залізничного транспорту. Більшість перевезень здійснюється за контактним графіком, а взаємодія залізничників з працівниками обслуговуються цехів регламентується міжцеховою інструкцією.

Доменний залізничний район має своє специфічну відміну від більшості інших залізничних районів комбінату – гарячі перевезення (перевезення рідкого, розплавленого чавуну і шлаку), робота в умовах обмеженої видимості, підвищеного шуму і запиленості, тісного

колійного розвитку, великої кількості негабаритних місць, що потребує підвищеної уваги і пильності.

До складу доменного залізничного району входять три станції: ст. Доменна, ст. Ковшева, ст. Шлакова [5].

Керівництво районом здійснює начальник району та його заступник, а також машиніст тепловоза (інструктор) в частині контролю локомотивних бригад.

Оперативною роботою зміни керує диспетчер району, здійснюючи контроль за роботою всього району. Він же визначає черговість обслуговування виробничих цехів залізничними перевезеннями з урахуванням виконання вимог контактного графіка, встановлених нормативів по простою вагонів, вказівок і завдань своїх безпосередніх керівників.

Кожна станція, яка входить до складу району, має своє призначення і завдання.

1.4 Станція Доменна

Здійснює обслуговування чавунної боку доменних печей, дільниці розливних машин і СХЧ, обслуговування міксерного відділення мартенівського цеху, обслуговування складу вогнетривів на СХЧ, обслуговування пиловловлювачів доменних печей, обслуговування глином'ялки, обслуговування оборотного циклу газоочисток доменних печей, обслуговування оборотного циклу агломераційного цеху.

Оперативною роботою станції керує безпосередньо диспетчер району.

Ст. Доменна межує зі ст. Ковшева (маневровий порядок руху), зі ст. Мартени (маневровий порядок руху), зі ст. Південна (одноколіїний перегін - двостороння напівавтоблокування; із ділянки СХЧ - телефонні засоби зв'язку).

Ділиться на 4 маневрові райони:

№ 1 - обслуговування чавунного боку доменних печей, включаючи шляхи № 43, 45 міксерного відділення мартенівського цеху, парна горловина;

№ 2 - діляниця розливних машин;

№ 3 - непарна горловина, ділянка глином'ялки;

№ 4 - ділянка СХЧ [5].

Диспетчер доменів району організовує поїзну і маневрову роботу на станції. Здійснює обслуговування чавунної боку доменних печей, забезпечуючи: своєчасну подачу (прибирання) чавуновозних ковшів на доменні печі, формування і відправлення поїздів на станцію Южная, виконання контактного графіка.

Постановка (прибирання) чавуновозів під налив на ДП-2, 3, 4, 5 проводиться за дозволяючим показанням в'їзної сигналізації, відповідно до встановленого графіка випусків. При постановці чавуновозних ковшів під піч состав забирається штовхачем, керованим представником печі після узгодження з локомотивною бригадою. При постановці чавуновозів на балконний шлях укладач закріплює його дерев'яними гальмовими башмаками (замість металевих гальмових башмаків, для уникнення проблем при заливанні колій рідким чавуном). Коли перший з наливу чавуновоз наповнюється, проводиться перетяжка під налив наступного чавуновозу електроштовхачем, а в цей час чавуном наповнюється перевальний ківш (під балконом), за допомогою хитних ванн [3-5].

Доменним цехом використовуються чавуновозні ковші, вантажопідйомністю 100 т, які розставляються під кожною піччю в кількості 5 ковшів – під піч, і один перевальний по суміжній «балконній» колії.

Після закриття випуску майстер печі передає кількість налитих чавуновозів диспетчеру доменного цеху, він диспетчеру доменного району, який дає команду по радіозв'язку локомотиво-складською бригаді обробляти піч. Зібрані завантажені ковші подаються на ваги №45 (горловина станції) або ваги № 46 (вагова міксерного відділення) для провішування, а потім транспортуються в міксерні відділення мартенівського цеху або по одному з вище перерахованих напрямів. Після зливу чавуновози тарують і за вказівкою диспетчера доменного цеху розставляються на доменні печі для чергового наливу чавуном або направляються на «обробку» – очистку ковшів від залишків скрапу на ділянку розливних машин. Всі чавуновози перед постановкою і після прибирання на фронт наливу, а також після обробки, обов'язково підлягають зважуванню [3-6].

Частина ковшів з чавуном за погодженням з диспетчером комбінату подається на ділянку розливних машин, де знаходяться розливні машини (№1,2 та № 3,4) для зливу рідкого та отримання чушкового чавуну. Тут же на ділянці, по 3-му шляху, проводиться обробка (очищення) чавуновозних ковшів, їх кантують за допомогою мостового крану, і оглядають перед подачею під налив, при необхідності ковші ставляться на 47-й шлях для обробки бутобоем. Крім того, на ділянці розливних машин проводиться ремонт чавуновозних ковшів і чавуновозних лафетів: заміна футерування чаш, їх подальша просушка під газовими пальниками по 4-й колії, зварювальні роботи по 1-й колії (де є кран-балка), заміна та ремонт ходових частин лафетів і автозчепних пристроїв [5].

Крім того на ст. Доменна є наступні вантажні fronti.

На ділянці складу холодного чавуну (СХЧ) по коліях №2а та №5а здійснюється навантаження з розливних машин чушкового чавуну в сферичні платформи, вантажопідйомністю 100т (холодна сторона розливних машин). Подача цих платформ проводиться локомотивно-складською бригадою у присутності бригадира розливних машин, який керує всім процесом [5].

На шляху вантаження чушкового чавуну в цілях безпеки також укладаються спарені гальмові башмаки. Після навантаження чушковий чавун піддається охолодженню, оскільки, температура ще досить висока, і транспортується для провішування на ваги, розташовані по 3-й і 4-й коліях, а потім безпосередньо на склад холодного чавуну. На складі чушковий чавун вивантажується мостовими кранами, за допомогою потужних електромагнітів і складається в очікуванні заявки під навантаження в напіввагони для подальшої відправки їх споживачам. При наявності замовлення на відвантаження, бригадир СХЧ робить заявку начальнику зміни УЗТ, для постановки необхідної кількості порожніх вагонів. Перед подачею під навантаження вагони тарують, а після навантаження зважуються – для визначення точної ваги [5-6].

По колії № 12а СХЧ здійснюється навантаження аглошлама оборотним циклом водопостачання аглоцеху (ОЦВА) в пилові напіввагони. Постановка і розмін вагонів на оборотному циклі здійснюється за заявкою бригадира аглоцеху, і в його присутності за дозволяючим показанням в'їзної сигналізації. Після навантаження вагони провішують і відправляються в складі поїзда на ст. Південна [5].

По 10-му шляху СХЧ (тупик очищення) проводиться очищення вагонів від сміття і технологічних відходів [5-6].

По 3-й колії СХЧ розташований склад вогнетривів, для складування та зберігання вогнетривів, обладнання, а також запобігання впливу на них зовнішнього середовища. Постановку та забирання вагонів в склад укладач виробляє по команді диспетчера доменів району у присутності бригадира СХЧ, який відкриває ворота. Перед складом укладаються спарені гальмові башмаки [5].

Колія №29 - будівля ділянки приготування вапняного розчину розливних машин. Сюди ставляться під вивантаження вагони з вапном. Подача і прибирання вагона в будівлю ділянки здійснюється тільки в присутності керівника маневрової роботи виробничого цеху за дозволяючим показанням в'їзної сигналізації [5].

44-а колія ст. Доменна - будівля ділянки глином'ялки. Всередині будівлі знаходяться бункера, куди вивантажуються глина, коксовий горішок, пек, графіт. Тут йде виробництво вогнетривких мас, порошоків, глини, заготівля бурів – допоміжних матеріалів, необхідних при відкритті випуску на печі, а також його закриття. Бригадир глином'ялки через диспетчера доменного цеху отримує замовлення для кожної печі і виконує заготовку. Потім проводиться завантаження цих матеріалів у вагони місцевого парку, які розвозяться до печей на господарські колії. Подача і прибирання вагонів в будівлю ділянки здійснюється за дозволяючим показанням в'їзної сигналізації. На шляху заїзду укладаються спарені гальмові башмаки [5].

Крім того на ділянці глином'ялки по колії №256 здійснюється злив мазуту з цистерн [5-6].

По 10-й і 49-й коліях здійснюється навантаження колошникового пилу з пиловловлювачів доменних печей в пилові хопери. Після навантаження хопери провішують і подаються на приймальні бункери (колія №97) агломераційного цеху. За допомогою допомогою стислого

повітря від пневмосистеми локомотиву проводиться їх кантовка в присутності представника виробничого цеху [5].

По колії № 49а розташований оборотний цикл газоочисток доменних печей (ОЦГДП), що має фронт на 4 вагони. Підтягування чергового вагона для навантаження металлошламу проводиться за допомогою електроштовхача, управління яким здійснює оператор ОЦГДП. Заміна вагонів після їх навантаження проводиться згідно контактного графіка [5].

Після закінчення навантаження вагонів, здачі їх встановленим порядком, оформлення відповідних перевізних документів, диспетчер доменів району дає вказівку на формування поїзда, відповідно до ваговими нормами і відправляє його на ст. Південна, де вагони розподіляються по фронтах вивантаження.

Окрім того, згідно заявок представників виробничих цехів, проводиться постановка вагонів на певну ділянку або залізничну колію для проведення вантажно-розвантажувальних робіт (навантаження-вивантаження обладнання, матеріалів; прибирання, навантаження сміття, технологічних відходів, скрапу, металобрухту тощо).

Після навантаження (вивантаження) і здачі вагонів встановленим порядком (оформлення перевізних документів) вагони транспортуються на ст. Ковшеву, де черговий по станції формує поїзд і відправляє його на ст. Підбиркову [5].

Диспетчер доменів району несе відповідальність за організацію чіткої та безперебійної роботи всього району, контролює роботу входять до його складу станцій здійснення своєчасного приймання та відправлення поїздів, маневрову роботу в межах станцій, згідно встановлених графіків руху поїздів та нормативів щодо виконання вантажних і маневрових операцій, веде поїзну і робочу документацію, а також контролює стан охорони праці на районі [5-8].

1.5 Характеристика схеми генерального плану

При проєктуванні схеми доменної станції враховані фізико-хімічні складові і механіка процесу, технологія проведення плавки, організаційне та технологічне забезпечення доменного виробництва [5-8].

Межею станції є [5]:

а) у непарному напрямку:

- ст. «Доменна»-ст. «Мартени» - по колії № 15 межі станції співпадають – знак «Межа станції», встановлений за тимчасовим залізничним переїздом на відстані 5 м. у бік станції «Мартени»; по колії № 54 межі станцій збігаються - граничний стовпчик СП №12а станції «Мартени»;

- ст. «Доменна»-ст. «Ковшова» – межі станцій збігаються, граничний стовпчик СП №9 станції «Доменна»;

- ст. «Доменна» (маневровий район СХЧ) - завод ДСС стик рамної рейки СП №1 СХЧ.

б) у парному напрямку:

- ст. «Доменна»-ст. «Південна» – вхідний світлофор НЮ-3 ст.Доменная;

- ст. «Доменна2 (СХЧ і РМ)-ст. «Південна» знак «Межа станції», встановлений за перед СП № 2 ст. Доменна;

- ст. «Ковшева»-ст. «Доменна» – межі станцій збігаються, граничний стовпчик СП №104 ст. «Домена»; по шляху № 33 кордони станцій збігаються - стик рамної рейки СП № 110 ст. Ковшова.

На станції «Доменна» є пункти технічного обслуговування вагонів.

До складу Доменного району входять станції «Доменна», «Ковшова», «Шлакова», СХЧ (склад холодного чавуну) які по характеру роботи є вантажними станціями комбінату з великим об'ємом

технологічної роботи і призначені для обслуговування доменного цеху, цеху шлакопереробки.

У парному напрямі до станції Доменна примикають перегони [5]:

«Доменна» - «Південна», однопутний перегон, напіваавтоматичне блокування; «Доменна» - СХЧ, однопутний перегон, з маневровим порядком руху.

У непарному напрямі до станції «Доменна» примикають перегони:

«Ковшова» - «Підбиральна», однопутний перегон, маневровий порядок руху; «Доменна» - «Мартени» однопутний перегон, маневровий порядок руху. Крім того, в непарному напрямі межі станції «Доменна» співпадають з межами станцій «Ковшова», «Мартени». Станції «Ковшова» і «Шлакова» сполучає двоколійний перегін із засобом зв'язку - напіваавтоблокуванням. Станції «Шлакова» і «Гранбассейн» сполучає двоколійний перегін, встановлений телефонний спосіб зв'язку. До станції СХЧ в парному напрямі примикає однопутний перегін СХЧ – «Південна», встановлений маневровий порядок руху [5].

У комплекс доменного цеху входять: центральний вузол доменної печі, (власне доменна піч з колошниковим пристроєм, ливарний двір, установка прідоменної грануляції шлаку, блок повітрянагрівачів, пиловловлювач з газопроводами брудного газу, ліфт, бункерна естакада при скіпової завантаженні шихти в піч , конвеєрна подача на колошник печі, пункт управління доменною піччю і повітрянагрівачами), розливні машини, депо вогнетривкого ремонту чавуновозних ковшів і депо їх очищення та гарячого ремонту, відділення приготування вогнетривких мас, установка обприскування шлакових ковшів, електростанція доменного цеху, насосна станція доменного цеху, склад холодного чавуну [3-6].

Схема генерального плану станції Доменна наведена на слайді 1.

1.6 Загальна характеристика та особливості транспортних технологій доменного цеху

Однією з особливостей доменного цеху є те, що відповідальність за технічний стан і ремонт спеціального рухомого і його очищення покладається на працівників доменного цеху, а не на транспортних робітників. Ще особливою рисою роботи транспорту є робота в умовах складних факторів техногенного характеру [6].

Так, для захисту локомотиво-складацьких бригад, які перебувають у тепловозі при виконанні маневрової і поїзної роботи з завантаженими чавуновозами або шлаковозами з боку кабіни машиніста локомотив повинен мати прикриття (на чавунній стороні – порожній чавуновоз або вагон; на шлакової стороні – порожній шлаковоз або вагон). Для захисту локомотивної бригади від виплеску шлаку при транспортуванні його по перегонах необхідно між локомотивом і завантаженими шлаковозами встановлювати прикриття (порожній шлаковоз) [6].

Для захисту локомотивної бригади, складачів поїздів, чергових по станціях і інших працівників від виплеску чавуну і шлаку, чавуновози і шлаковози повинні наповнюватися не вище, ніж на 250 мм від зливного жолоба чавуновозу і верхньої точки чаші шлаковозу відповідно. Не допускається перебування людей на майданчику локомотива з боку зчеплення з наповненим шлаковозом або чугуновозом [6].

При наявності в маневровому складі шлаковозу (чавуновозу) з переливом шлаку або чавуну (або прогаром) має бути прикриття з двох вагонів між локомотивом і цим чавуновозом (шлаковозом). Про наявність перелитого чавуновозу майстер печі повідомляє диспетчера району через диспетчера доменного цеху із зазначенням його номера; про наявність

перелитого шлаковозу майстер печі повідомляє чергову по станції Ковшева через ковшового доменного цеху із зазначенням номера шлаковозу.

У разі наливу шлаком ковша вище встановленого рівня, такий шлаковоз в поїзд не ставиться, а відтоставляється на колії ст. Ковшева до утворення верхньої корки задля безпечного транспортування шлаковозу на ст. Гранбасейн. Про готовність шлаковозу до його транспортування на станцію Гранбасейн чергову по станції Ковшева повідомляє ковшовий майстер доменного цеху [6].

Пересування шлаковозів і чавуновозов зі шлаком і рідким чавуном, щоб уникнути виплесків, повинно здійснюватися плавно, без поштовхів та ривків.

Маневри зі шлаковозами, що знаходяться в нетранспортному положенні, забороняються. Маневри з несправними шлаковозами, що знаходяться в нетранспортному положенні, проводяться тільки з дозволу і в присутності старшого майстра зміни доменного цеху, майстра печі доменного цеху, бригадир цеху шлакопереробки, майстра з ремонту шлаковозів.

У разі виходу з ладу штовхача або маневрової лебідки випуск шлаку і чавуну на доменних печах проводиться при тепловозі, який повинен мати прикриття з одного шлаковозу, чавуновозу або вагона; розстановкою шлаковозів, чавуновозів в цьому випадку керує майстер печі (горновий), попередньо погодивши порядок взаємодії з упорядником. Складач повинен перебувати в зоні видимості машиніста і майстраи (горнового) печі, на безпечній відстані від шлаковозів (чавуновозов) і керує рухом відповідно до сигналів майстра (горнового) [6].

Відповідальність за безпечне виробництво маневрів при наливі шлаку і чавуну під піччю (зчіпка штовхача з составом, пересування шлаковозів і чавуновозов штовхачем) покладається на персонал печі.

Закріплення вагонів, чавуновозів і шлаковозів за межами фронтів наливу гальмовими башмаками виробляє упорядник з двох сторін до відчеплення локомотиву при повній зупинці составу, він же прибирає гальмові башмаки після причіплювання локомотива.

Порядок заміни чугуновоза (шлаковозу) на балконах доменних печей під час випуску чавуну (шлаку) наступний. Майстер печі повідомляє про такий випадок диспетчера доменного цеху, а той в свою чергу попереджає диспетчера району. Усіма маневровими операціями по заміні чавуновозу (шлаковозу) на балконі печі під час випуску чавуну (шлаку) керує майстер печі (горновий), попередньо погодивши порядок взаємодії з упорядником. Складач поїздів перебуває в зоні видимості машиніста і майстра (горнового) печі, на безпечній відстані від шлаковозів (чавуновозів) і керує рухом відповідно до сигналів майстра (горнового) [6].

Закріплення чавуновозів (шлаковозів) дерев'яними клинами здійснює майстер печі (горновий), він же здійснює прибирання дерев'яних клинів і відчеплення вагонів від составу.

У разі заливання залізничних колій чавуном або шлаком – упорядник під керівництвом майстра печі або начальника зміни доменного цеху зобов'язаний вжити заходів до термінового прибирання з цих колій рухомого складу.

Проїзд локомотива під ваннами печей заборонено. В аварійних випадках дозволяється проїзд у присутності начальника району або його заступника [6].

1.7 Транспортні технології перевезення рідкого чавуну

При подачі чавуновозів до доменних печей складач поїздів зобов'язаний перший по ходу руху чавуновоз поставити під носок ванни з під'їзду. Закріплення чавуновозов під печами проводиться одним дерев'яним гальмовим башмаком з боку локомотива, до відчеплення локомотива, при повній зупинці складу (він же при збиранні чугуновозов з-під печі прибирає дерев'яний гальмівний башмак після з'єднання локомотива зі складом, при повній його зупинці). Для закріплення чавуновозу з боку, протилежного від локомотива, дозволяється короткочасне перебування складача поїздів між ваннами з проходом з боку головної чавуновозної колії [5-6].

При постановці та прибиранні чавуновозів, а також їх закріплення під піччю складач поїздів знаходиться з правого боку по ходу руху составу, при цьому йому дозволяється заходити під піч до першого зливного носка, а майстер (горновий) у свою чергу зобов'язаний забезпечити безпеку роботи складача в зоні робіт. Машиніст локомотива знаходиться в кабіні тепловоза також з правої сторони по ходу руху складу і стежить за сигналами складача поїздів.

Перед початком випуску чавуну керівник маневрів [6]:

- з'єднує штовхач з чавуновозами;
- прибирає дерев'яний гальмівний башмак, що знаходиться з протилежного боку від штовхача;
- забезпечує постановку чавуновозів;

Після закінчення випуску чавуну майстер (горновий):

- перевіряє наявність габаритів на коліях;
- перевіряє справність чавуновозів і положення колісних пар на рейках;
- проводить закріплення чавуновозів дерев'яним гальмовим башмаком з боку, протилежного штовхачу;

- відчепляє штовхач і відводить його на відстань не менше 10-15м від чавуновозів;

- після закінчення випуску чавуну на печі підтягує чавуновози під піч так, щоб перший чавуновоз з під'їзду перебував під першою хитною ванною.

У разі наливу не всіх чавуновозів в составі, майстер (горновий) печі попереджає про це через диспетчера району, і відчипляє штовхач. Складач поїздів, переконавшись в тому, що штовхач відчеплений і відведений на безпечну відстань, прибирає навантажені чавуновози, а порожні залишає під першим носком ванни печі, закріплюючи їх з боку локомотива одним дерев'яним гальмовим башмаком [6].

1.7.1 Особливості транспортного обслуговування доменної печі №2

Схему колійного розвитку доменної печі №2 наведено на рисунку 1.2.

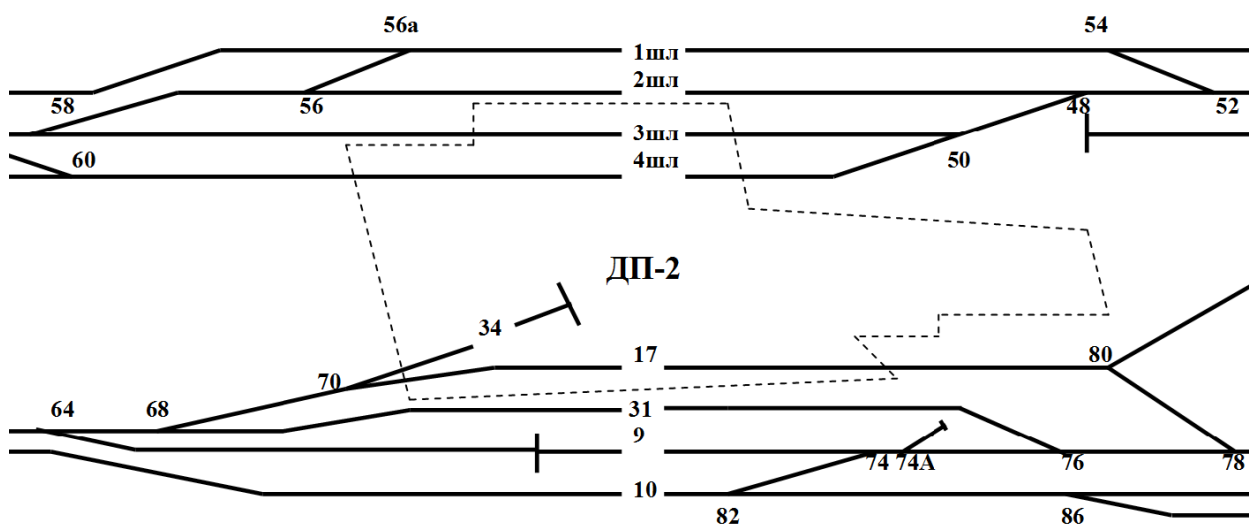


Рисунок 1.2 - Схема колійного розвитку доменної печі №2 (фрагмент)

Прибирання, подавання чавуновозів на піч №2 з боку печі №3 здійснюється тільки в присутності керівника маневрів печі №2, який зобов'язаний [6]:

- закріпити чавуновози дерев'яним гальмовим башмаком з боку штовхача;
- прибрати штовхач в бік печі №3 за граничний стовпчик СП №80;
- перебувати в районі штовхача до тих пір, поки тепловоз не виїде з-під печі №2 за граничний стовпчик СП №80 і складач поїздів не переведе цей стрілочний перевід в нормальне положення і закриє СП №80 на замок «Мелентьєва»;
- переконатися в правильності приготування маршруту для пересування штовхача під піч;
- з'єднати штовхач з групою чавуновозів, і після збирання дерев'яного гальмівного башмака, поставити чавуновози під налив.

Перед видачею заявки на поставлення вагонів на колію №34 керівник маневрів зобов'язаний [6]:

- з допомогою штовхача підтягнути чавуновози на ДП №2 за граничний стовпчик СП №70.

При прибиранні вагонів складач поїздів знаходиться у будівлі печі №2 з лівого боку по ходу руху составу в зоні видимості машиніста до виходу останнього вагона за СП №70, при цьому стежить за положенням чавуновозов під піччю №2. Машиніст локомотива знаходиться з лівого боку по ходу руху складу, і стежить за сигналами складача поїздів. Забороняються маневрові пересування по 34 колії печі №2 під час випуску чавуну, у винятках постановка вагонів провадиться в присутності майстра [6].

У всіх випадках після постановки чавуновозів під піч №2 або вагонів на колію №34 встановлюється спарений гальмівний башмак перед стиком рамної рейки СП №70, в положенні, що виключає вихід чавуновозів (вагонів) на колію №8 [6].

1.7.2 Особливості транспортного обслуговування доменної печі №5

Особливості транспортного обслуговування доменної печі №5, схема колійного розвитку якої наведена на рисунку 1.3, полягають у наступному.

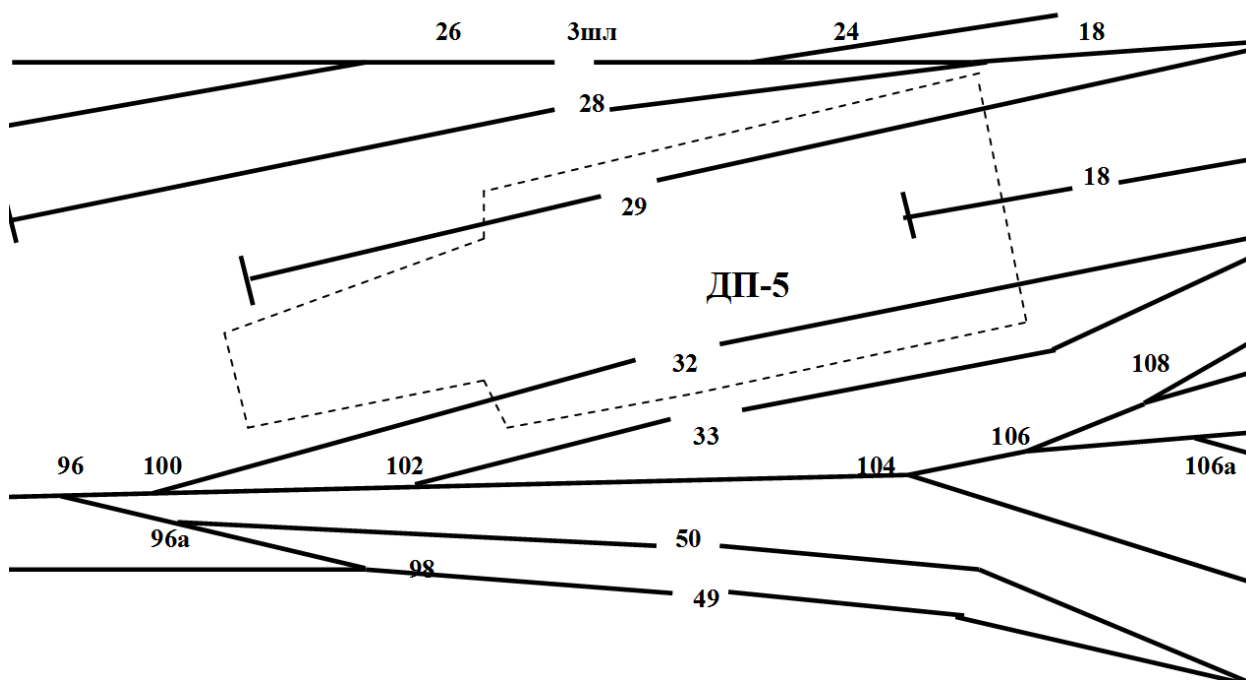


Рисунок 1.3 - Схема колійного розвитку доменної печі №5 (фрагмент)

Проїзд маневрового складу через балкон печі №5 (як при працюючій, так і при непрацюючій печі) проводиться тільки після узгодження з диспетчером доменного цеху і в присутності майстра (горнового) печі до повного закінчення маневрів під піччю і виїзду локомотива за її будівлю [6].

Перед включенням в'їзного світлофора на дозволяюче показання на печі №5 або дачею усного дозволу на проїзд маневрового складу керівник маневрів зобов'язаний хитні ванни скантувати у бік печі. Складачу поїздів забороняється при проїзді через балкон печі №5 перебувати на рухомому складі, він повинен знаходитися між коліями №33 та коліями стрілочних переводів №104-№108 з правого боку по ходу руху складу [6].

1.7.3 Технології транспортного обслуговування розливних машин

Постановку і прибирання чавуновозів на стенд зливу складач поїздів здійснює під безпосереднім контролем ковшового або бригадира. Закріплення чавуновозів здійснює складач поїздів металевими гальмівними башмаками з обох сторін [6].

В створі заїзду в будівлю розливних машин №1 та 2 з колії №3 необхідно виконувати установку спарених гальмових башмаків, що виключають вихід составу з цеху після виїзду локомотива, і проводити прибирання з ж.д. шляхи гальмівних башмаків перед заїздом в цех складу. Ці операції виконує упорядник робіт [6].

При виробництві маневрів складачу поїздів забороняється знаходитися з боку зливних жолобів і завантажувальних стрічок розливних машин №1-2 та №3-4, а також забороняється перебувати поблизу тягової лебідки і натяжних тросів біля колії №53 на розливних машинах №3-4.

Постановку порожніх і прибирання навантажених вагонів на розливні машини (холодної сторони) укладач ділянки складу холодного чавуну виробляє за вказівкою диспетчера району і під безпосереднім контролем бригадира або машиніста розливочних машин [6].

Перед дачею вказівки на прибирання навантажених вагонів з розливних машин №1,2 керівник маневрів зобов'язаний [6]:

- провести закріплення з обох боків першого візка вагона з боку стрілочного перевodu №14;
- відчепити штовхач від вагонів і відвести його на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів.

При прибиранні вагонів з розливних машин №1,2 складач поїздів зобов'язаний [6]:

- зупинити локомотив або состав у СП №14;

- переконатися в тому, що штовхач відчеплений від вагонів і відведений на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів;
- прибрати гальмові башмаки, що знаходяться під першим візком вагону з боку СП №14, після з'єднання локомотива зі складом, при повній його зупинці, після чого проводити прибирання вагонів.

Перед прибиранням вагонів з розливних машин №3,4 керівник маневрів розливних машин зобов'язаний [6]:

- провести закріплення з обох боків першого візка вагона з боку стрілочного перевodu №22;
- відчепити штовхач від вагонів і відвести його на відстань не менше 10 метрів від відчеплених вагонів.

При перестановці завантажених вагонів штовхачем з колії №5а на шлях №4а керівник маневрів розливних машин виробляє закріплення з обох боків першого візка вагона з боку СП №24 до відчеплення штовхача. Вагони встановлюються на колії №4а біля граничного стовпчика СП №24 [6].

При постановці порожніх чугуновозів під обробку на колію №49 розливних машин закріплення чугуновозів здійснює упорядник з обох боків до відчеплення локомотива при повній зупинці складу, а спарений гальмівний башмак укладає біля граничного стовпчика СП №45, в положенні, що виключає вихід чугуновозів з колії №49 [6].

Перед подачею маневрового складу у будівлю на колії №13,14 складач поїздів отримує команду від бригадира розливних машин на подачу вагонів в будівлю і, перебуваючи перед воротами будівлі в зоні прямої видимості машиніста локомотива, стежити за сигналами керівника маневрів і за проходженням складу [6].

Після закінчення маневрів працівники ЦТСіРП за вказівкою диспетчера району встановлюють тупикові упори на коліях №13 і №14 на відстані 15 метрів від воріт [6].

1.10 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

В аналітичній частині був виконаний аналіз транспортних технологій доставки рідкого чавуну в доменному залізничному районі та були виявлені наступні особливості та недоліки:

- останнім часом відбулись зміни структури вантажопотоків рідкого чавуну, а саме збільшення вантажопотоку до розливних машин до 18% від загальних обсягів виробництва;

- відсутність досліджень в сфері організації перевізного процесу щодо вибору доменних печей, від яких доцільно направляти чавун до розливних машин;

- складність виконання досліджень, яка обумовлена стохастичним характером транспортних процесів.

Для усунення цих недоліків пропонується:

- удосконалити імітаційну модель перевезень рідкого чавуну, врахувавши збільшення вантажопотоку до розливних машин;

- поставити факторний експеримент на імітаційній моделі;

- виконати моделювання та аналіз його результатів, визначити найбільш ефективну транспортну технологію роботи доменного району при перевезенні рідкого чавуну.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз та удосконалення імітаційної моделі перевезень рідкого чавуну в доменному цеху

Попередньо розроблена модель перевезень рідкого чавуну спиралась на фактичні дані минулих років ПАТ «Запоріжсталь». За цими даними майже весь вантажопотік чавуну був спрямований до мартенівського цеху. В 2019 році частка чавуну, що розливається безпосередньо в доменному цеху на розливних машинах, збільшилась до 18%. Цей фактор вже є суттєвим та потребує врахування в структурі імітаційної моделі. На основі рекомендацій [9] концептуальна модель перевезень рідкого чавуну може бути представлена у наступному вигляді (рисунок 2.1 та слайд 2 графічної частини):

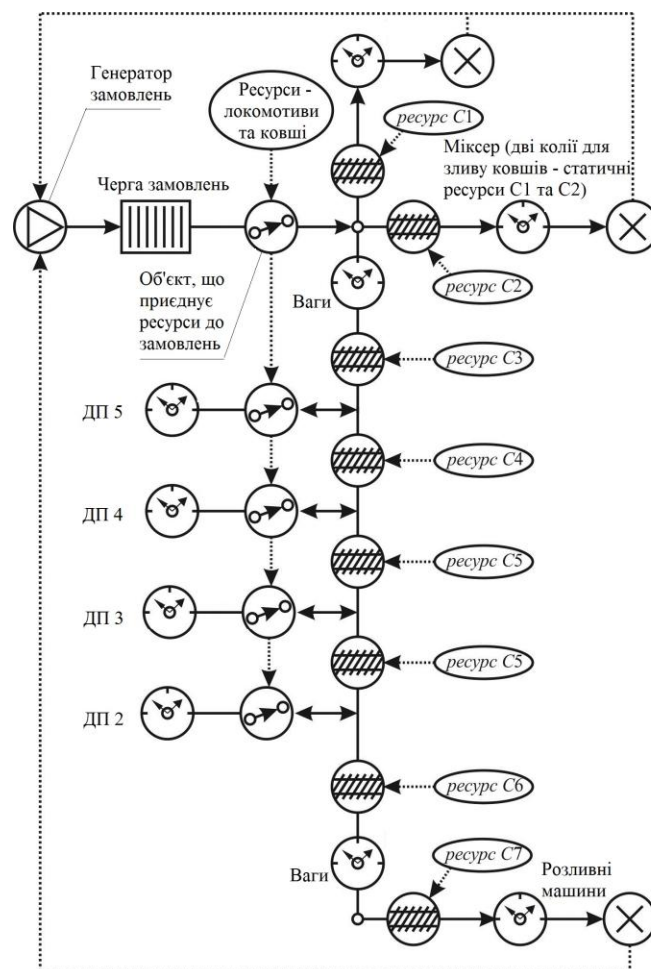


Рисунок 2.1 - Концептуальна модель перевезень рідкого чавуну

Попередні дослідження, які виконувались на кафедрі транспортних технологій НУ «Запорізька політехніка», дозволили створити імітаційну модель, структура якої була орієнтована на перевезення 95% чавуну до мартенівського цеху. Врахування перевезень до розливних машин було враховано в моделі умовно, без необхідної за таких умов деталізації процесу.

Тому структуру моделі було перероблено та удосконалено з урахуванням роботи транспорту у розливному відділенні доменного цеху.

На рисунку 2.2 наведено загальний вигляд імітаційної моделі, яку виконано в середовищі Енілоджик [10].

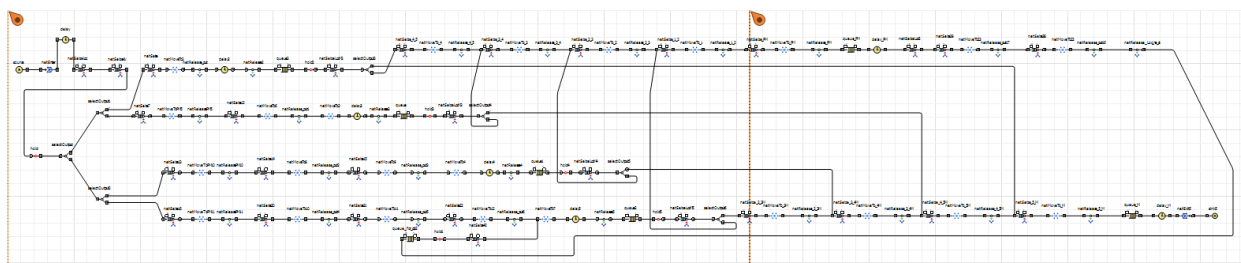


Рисунок 2.2 – Реалізація компютерої програми для моделювання перевезень рідкого чавуну

Інтенсивність випуску чавуну задана в моделі за встановленим на підприємстві графіком. Кількість ковшів, які наливаються під кожною піччю, прийнято 6 одиниць.

Постановка експерименту на даній імітаційній моделі спрямована на дослідження ефективності різних варіантів транспортних технологій по доставці чавуну в пункти злиття ковшів.

Параметри управління моделлю задаються у об'єктах SelectOutput, де вказується ймовірність направлення ковшів до міксеру (рисунок 2.3).

Дані об'єкти в моделі виділено на рисунку 2.4.

Свойства

Консоль

selectOutput3 - SelectOutput

Основные

Параметры

Статистика

Описание

Имя:

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

Тип:

Класс заявки:

Пакет:

Выход true выбирается

☐ При выполнении условия ☒ С заданной вероятностью

Вероятность [0..1]^D

Действие при входе^D

Действие при выходе (true)^D

Действие при выходе (false)^D

Количество:

Рисунок 2.3 – Параметри та опис об'єкта SelectOutput

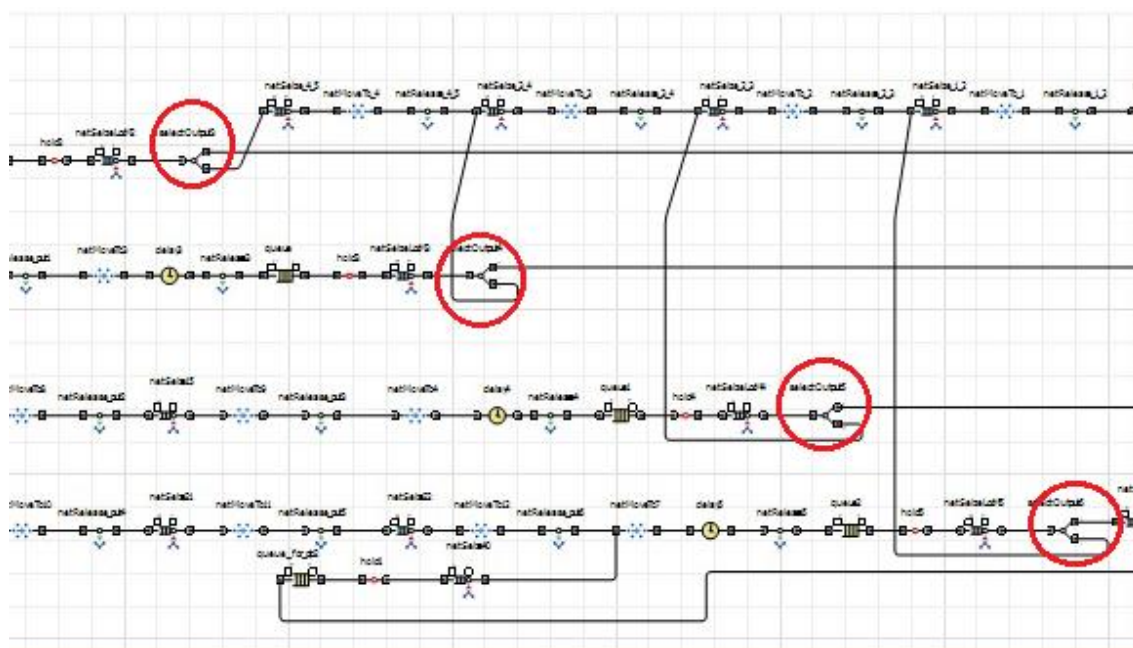


Рисунок 2.4 – Об’єкти SelectOutput імітаційної моделі

Замовленнями в моделі є вимога на постановку ковшів до печі, на який планується найближчий за часом випуск рідкого чавуну. Замовлення захоплює вільні ресурси – пересувні (ковші) та рухомий ресурс (тепловоз). Для цього використовується стандартний елемент програми Енілоджик NetworkSeize (рисунок 2.5).

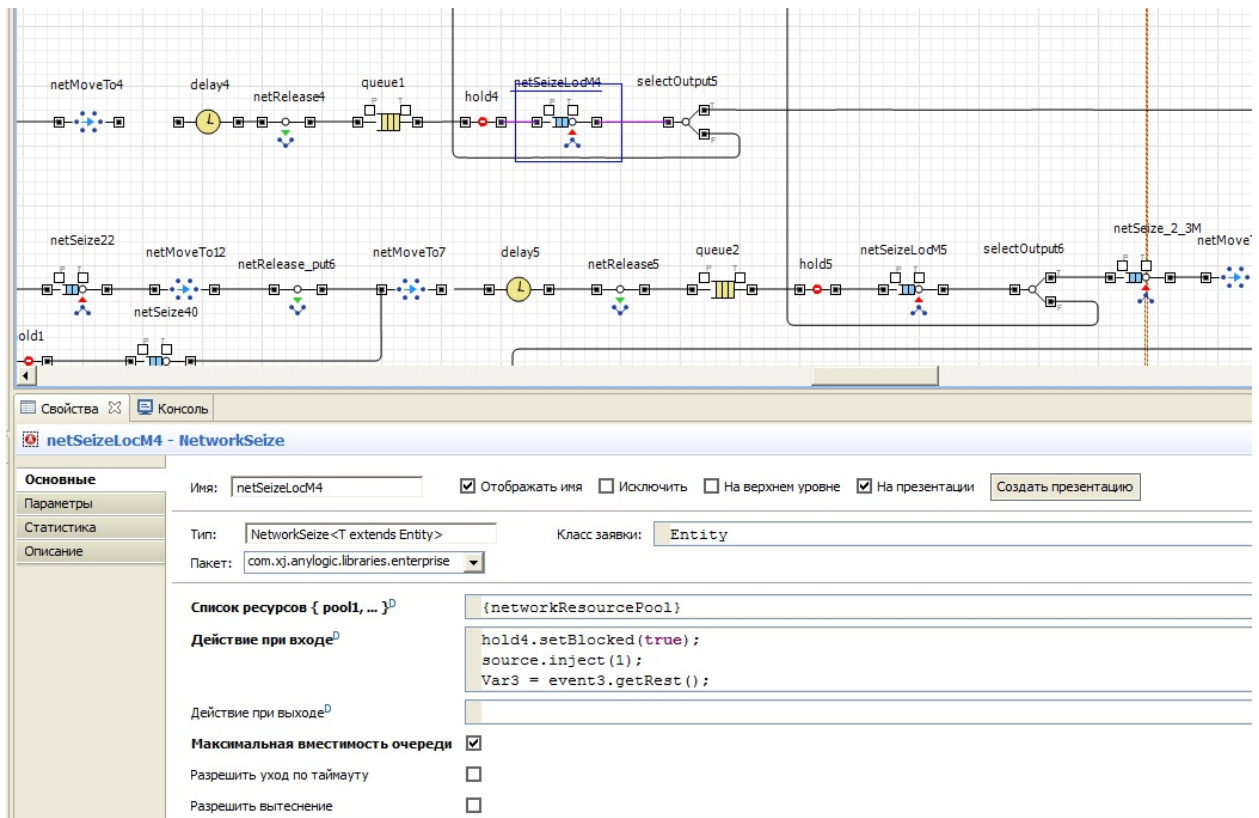


Рисунок 2.5 – Об’єкт NetworkSeize в структурі моделі

Локомотив з ковшами рухається до замовлення, після закінчення розрахункового часу наповнення ковшів, локомотив доставляє їх або до мартенівського цеху, або до розливних машин. Частка чавуну, яка потрапляє до цеху виливниць, досить незначна, тому в транспортній роботі не виділялась. Залізничні колії в програмному середовищі представлені у якості статичних ресурсів, забезпечуючи неможливість знаходження на одній колії більш, ніж одного составу одночасно.

Після доставки до пункту призначення, рухомі ресурси вивільняються об’єктом NetworkRelease (рисунок 2.6).

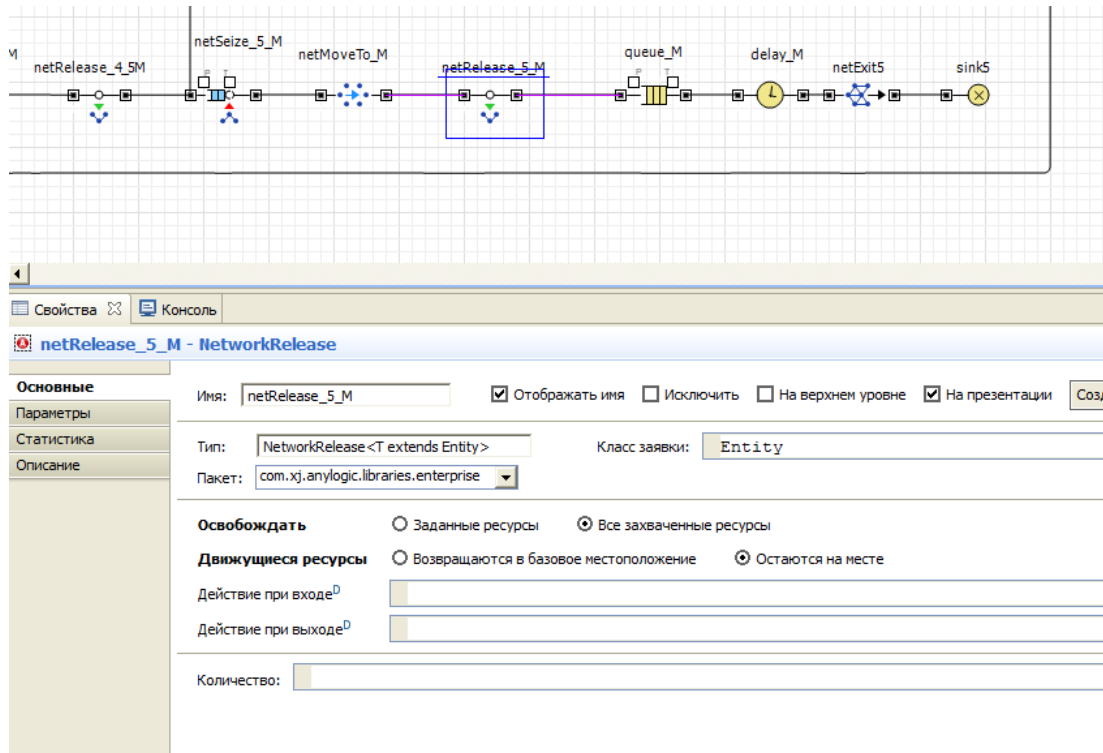


Рисунок 2.6 – Об’єкт NetworkRelease в структурі моделі

Пересувні ресурси вивільняються цим же об’єктом після закінчення встановленого часу затримки. Затримка здійснюється об’єктом Delay (рисунок 2.7).

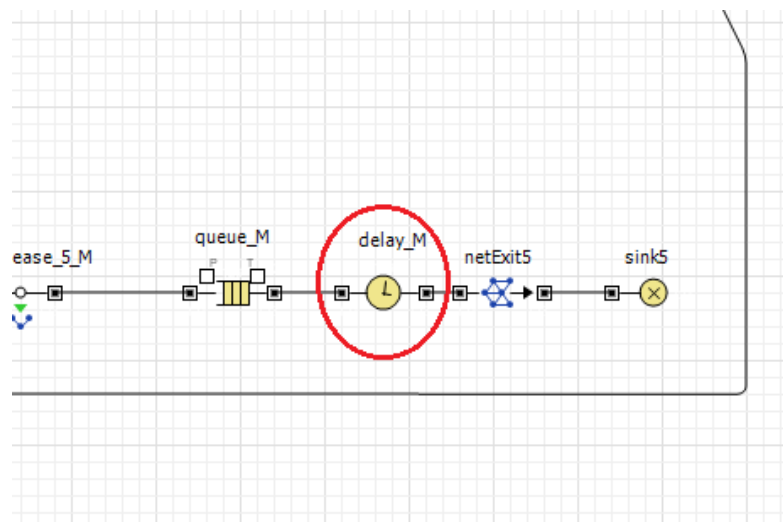


Рисунок 2.7 – Об’єкт Delay в структурі моделі

Тривалості всіх технологічних операцій наведені у наступному розділі. Фрагмент роботи моделі наведено на слайді 3.

2.2 Незмінні параметри, які характеризують транспортний процес в імітаційній моделі

Важливим етапом розробки моделі є встановлення всіх фіксованих (незмінних при моделюванні) параметрів. До таких параметрів відносяться час руху та тривалість вантажних та технологічних операцій. Особливу складність представляє процес регулювання в моделі параметрів швидкості ресурсів, щоб вони максимально відповідали нормативним значенням тривалості пересувань. Але для цього в програмному середовищі створені необхідні умови: анімація моделі дозволяє відстежити всі процеси наочно, спостерігаючи за пливом часу.

На доменному залізничному районі зважування чавуновозних ковшів передбачене на двох вагових. Одна з них розташована поблизу доменної печі №2, інша – поблизу доменної печі №5.

Рух до мартенівського цеху здійснюється у напрямку від доменної печі №2 до доменної печі №5, а рух до розливних машин – у зворотному напрямку. Тому в моделі приймаємо за правило (певне спрощення реального процесу), зважувати порожні ковші, які прямують призначенням до доменної печі №1, або з розливних машин до будь-якої печі, на ваговій, розташованій ближче до доменної печі №2 (вагова станція Доменна). Також на цих вагах передбачаємо зваження ковшів з чавуном, навантаження яких здійснювалось на доменній печі №2, а також тих завантажених чавуновозів, які прямують до розливних машин [6].

Інші ковші вважаємо такими, що зважуються на вагох, розташованих поблизу доменної печі №5 (вагова міксерного відділення).

У таблиці 2.1 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №2 (при зважуванні на вагах ст. Доменна).

Таблиця 2.1 - Параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №2 (при зважуванні на вагах ст. Доменна)

№з/п	Найменування операцій	Тривалість, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30
2	Випуск чавуну	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	10
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової ст. Доменна	1
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	5
7	Рух з чавуном від ваг ст. Доменна до міксеру	15
8	Злиття чавуна у міксер (12 хв. на 2 ковша)	36
9	Подавання вказівки на прибирання порожніх ковшів та рух до вагової міксеру	3
10	Зважування порожніх чавуновозів	5
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової міксеру до печей	15
12	Встановлення ковшів під піч	7
РАЗОМ, хв.		174

У таблиці 2.2 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №3 (зважування на вагах міксерного відділення).

Таблиця 2.2 - Параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №3 (зважування на вагах міксерного відділення)

№з/п	Найменування операцій	Тривалість, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30
2	Випуск чавуну	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	6
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової міксерного відділення мартенівського цеху	7
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	5
7	Рух з чавуном від ваг до міксеру	4
8	Злиття чавуна у міксер (12 хв. на 2 ковша)	36
9	Подавання вказівки на прибирання порожніх ковшів та рух до вагової міксеру	7
10	Зважування порожніх чавуновозів	5
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової міксеру до печей	9
12	Встановлення ковшів під піч	7
РАЗОМ, хв.		169

У таблиці 2.3 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №4 (зважування на вагах міксерного відділення).

Таблиця 2.3 - Параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №4 (зважування на вагах міксерного відділення)

№з/п	Найменування операцій	Тривалість, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30
2	Випуск чавуну	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	6
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової міксерного відділення мартенівського цеху	6
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	5
7	Рух з чавуном від ваг до міксеру	4
8	Злиття чавуна у міксер (12 хв. на 2 ковша)	36
9	Подавання вказівки на прибирання порожніх ковшів та рух до вагової міксеру	9
10	Зважування порожніх чавуновозів	5
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової міксеру до печей	8
12	Встановлення ковшів під піч	7
РАЗОМ, хв.		169

У таблиці 2.4 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №5 (зважування на вагах міксерного відділення).

Таблиця 2.4 - Параметри для моделювання транспортних процесів при обслуговуванні доменної печі №5 (зважування на вагах міксерного відділення)

№з/п	Найменування операцій	Тривалість, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30
2	Випуск чавуну	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	3
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової міксерного відділення мартенівського цеху	2
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	5
7	Рух з чавуном від ваг до міксеру	4
8	Злиття чавуна у міксер (12 хв. на 2 ковша)	36
9	Подавання вказівки на прибирання порожніх ковшів та рух до вагової міксеру	11
10	Зважування порожніх чавуновозів	5
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової міксера до печей	5
12	Встановлення ковшів під піч	6
РАЗОМ, хв.		166

У таблиці 2.5 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при доставці чавуну від доменних печей №2 та 3 до розливних машин (приймається 4 ковша у составі).

Параметри моделі щодо доставки чавуну до міксерного відділення наведено на слайді 4.

Таблиця 2.5 - Параметри для моделювання транспортних процесів при доставці чавуну від доменних печей №2 та 3 до розливних машин

№з/п	Найменування операцій	Тривалість для ДП 2, хв.	Тривалість для ДП 3, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30	30
2	Випуск чавуну	40	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	10	6
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової станції Доменна	1	6
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	4	4
7	Рух з чавуном від ваг ст. Доменна до розливних машин	12	12
8	Злиття чавуну на розливних машинах (65 хв. на ковш)	260	260
9	Рух порожніх ковшів до вагової ст. Доменна	16	16
10	Зважування порожніх чавуновозів	4	4
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової до печей	4	8
12	Встановлення ковшів під піч	7	7
РАЗОМ, хв.		395	400

У таблиці 2.6 наведені параметри для моделювання транспортних процесів при доставці чавуну від доменних печей №4 та 5 до розливних машин (приймається 4 ковша у составі).

Таблиця 2.6 - Параметри для моделювання транспортних процесів при доставці чавуну від доменних печей №4 та 5 до розливних машин

№з/п	Найменування операцій	Тривалість для ДП 4, хв.	Тривалість для ДП 5, хв.
1	Очікування випуску чавуну	30	30
2	Випуск чавуну	40	40
3	Подача команди на прибирання (від закінчення спуску перевалу до заїзду локомотиву під піч)	6	3
4	Прибирання ковшів з-під печі (від заїзду локомотиву до закінчення виходу ковшів з-під печі)	7	7
5	Рух з чавуном від печі до вагової станції Доменна	7	11
6	Зважування (1 хв. на чавуновоз)	4	4
7	Рух з чавуном від ваг ст. Доменна до розливних машин	12	12
8	Злиття чавуну на розливних машинах (65 хв. на ковш)	260	260
9	Рух порожніх ковшів до вагової ст. Доменна	16	16
10	Зважування порожніх чавуновозів	4	4
11	Подавання порожніх чавуновозів від вагової до печей	9	13
12	Встановлення ковшів під піч	7	6
РАЗОМ, хв.		402	406

Наступним етапом дослідження виконаємо постановку експерименту.

Параметри моделі щодо доставки чавуну до розливних машин наведено на слайді 5.

2.3 Постановка експерименту на імітаційній моделі

Планування модельних експериментів спрямоване на скорочення загального обсягу випробувань при дотриманні вимог до точності та достовірності результатів й підвищення інформативності експериментів.

Пошук плану експерименту проводиться в факторному просторі - безлічі зовнішніх і внутрішніх параметрів моделі, значення яких дослідник може контролювати в ході підготовки і проведення експерименту на розробленій моделі.

Як правило, план експерименту будується щодо одного основного вихідного параметра.

В нашому випадку можемо змінювати ймовірність, а відповідно, й кількість ковшів з чавуном, які направляються на розливні машини з доменних печей.

В дійсний час, перевезення ковшів на розливні машини здійснюється без логістичного підходу та врахування факту, що витрати на перевезення при різних технологіях транспортного обслуговування будуть відрізнятись.

Звичайно, у виборі, з якої печі доставляти чавун до розливних машин, може відігравати отримана якість чавуну (його хімічний склад) та інші виробничі фактори.

Але принциповим є формування підходу до врахування транспортних витрат в цьому виборі.

Очевидним є той факт, що в нашому випадку, оскільки доменна піч №2 розташована найближче до розливних машин, то й бажано саме від неї направляти до них чавун.

Але в транспортній системі, що розглядається, наявна значна кількість стохастичних параметрів, рух декількох локомотивів здійснюється з обов'язковим виходом на одну й ту ж головну колію, що проходить уздовж

доменних печей від міксерного відділення мартенівського цеху до примикання розливного відділення. Може статись доцільним здійснювати частину перевезень рідкого чавуну також від доменної печі №3, та, навіть, №4.

За таких вихідних умов, аналітичні або експертні методи будуть менш точними, ніж метод імітаційного моделювання.

Фактор, який буде змінюватись в моделі перед моделюванням – ймовірність направлення чавуну до розливних машин від окремої доменної печі. Виконаємо експеримент зі зміною факторів по одному.

Тобто один з факторів суттєво (у межах реально можливих величин) змінюється, а інші утримуються на одному й тому ж рівні (між собою). Такий підхід забезпечить дослідження впливу кожного фактору. Він потребує виконати певну кількість прогонів, яка визначається за формулою:

$$N = n_1 + n_2 + \dots n_i, \quad (2.1)$$

де n – кількість рівнів i -го фактору.

В нашому випадку кожен з факторів, який характеризує ймовірність направлення чавуну до міксерного відділення, може коливатись у діапазоні від 0,82 (відповідає частині чавуну від загального обсягу виробництва, який повен потрапити до міксеру) до 0,28 (оскільки три інші фактори при значенні 0,28 приймають значення 1). За реальних умов можна прийняти цей діапазон від 0,82 до 0,34 (інші фактори обмежуються значенням 0,98). Бо важко уявити, що в реальних умовах ніколи не виникне потреби направити на розливні машини чавун з будь-якої печі. Бульш зручно представити план експерименту з почерговою зміною кожного фактору можна у вигляді таблиці 2.7 (слайд 6).

Таблиця 2.7 – План факторного експерименту

Номер експе-ри-менту	Фактор 1 (ДП 2)	Фактор 2 (ДП 3)	Фактор 3 (ДП 4)	Фактор 4 (ДП 5)	Середнє значення фактору
1	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
2	0,7	0,86	0,86	0,86	0,82
3	0,58	0,9	0,9	0,9	0,82
4	0,46	0,94	0,94	0,94	0,82
5	0,34	0,98	0,98	0,98	0,82
6	0,86	0,7	0,86	0,86	0,82
7	0,9	0,58	0,9	0,9	0,82
8	0,94	0,46	0,94	0,94	0,82
9	0,98	0,34	0,98	0,98	0,82
10	0,86	0,86	0,7	0,86	0,82
11	0,9	0,9	0,58	0,9	0,82
12	0,94	0,94	0,46	0,94	0,82
13	0,98	0,98	0,34	0,98	0,82
14	0,86	0,86	0,86	0,7	0,82
15	0,9	0,9	0,9	0,58	0,82
16	0,94	0,94	0,94	0,46	0,82
17	0,98	0,98	0,98	0,34	0,82

Виконуємо прогони моделі з періодом роботи один рік, фіксуємо результати роботи, основним з яких є коефіцієнт використання ресурсів – локомотивів за часом. На рисунках 2.8-2.12 на слайді 7 наведено результати роботи моделей при зміні фактору №1 від базового значення, коли кожна з печей 0,82 від обсягу виробництва спрямовує до міксерного відділення (0,18 – до розливних машин), до мінімально можливого значення 0,34.

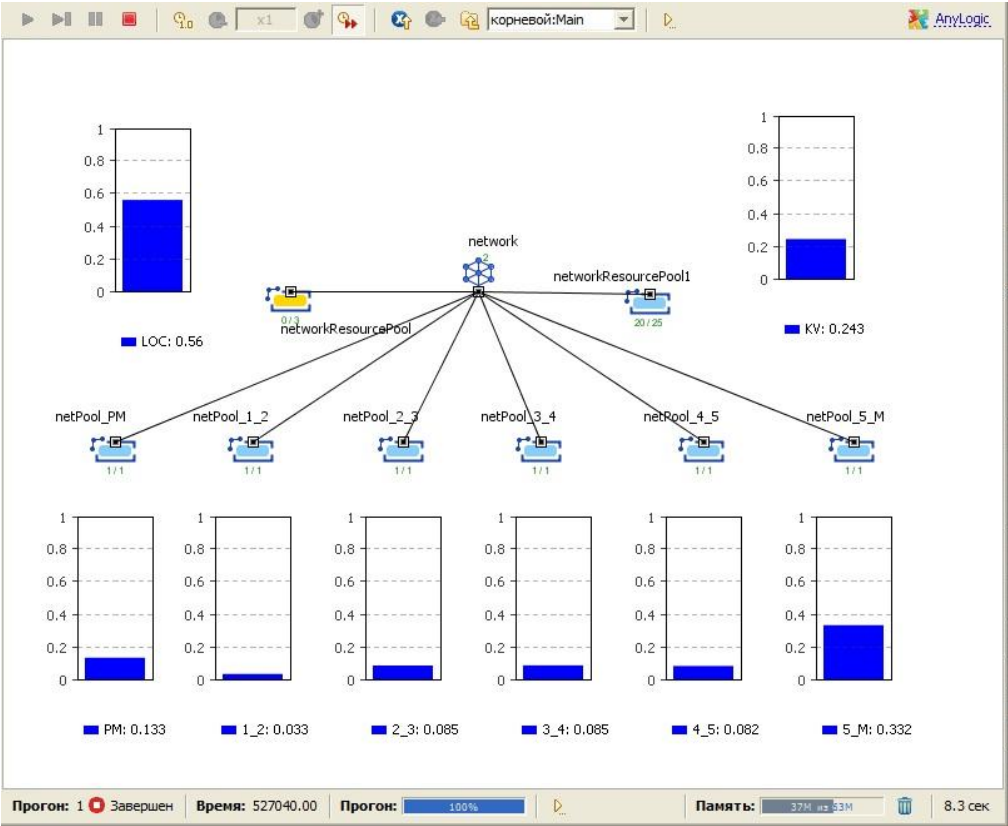


Рисунок 2.8 – Результаты эксперимента 1

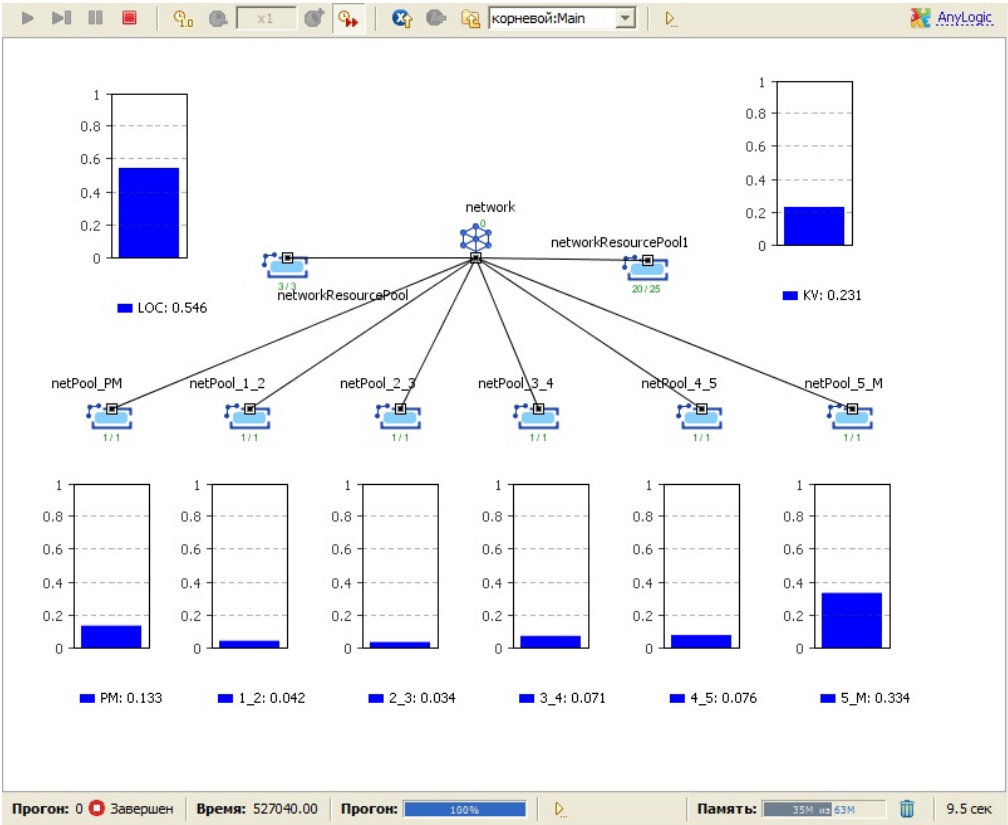


Рисунок 2.9 – Результаты эксперимента 2

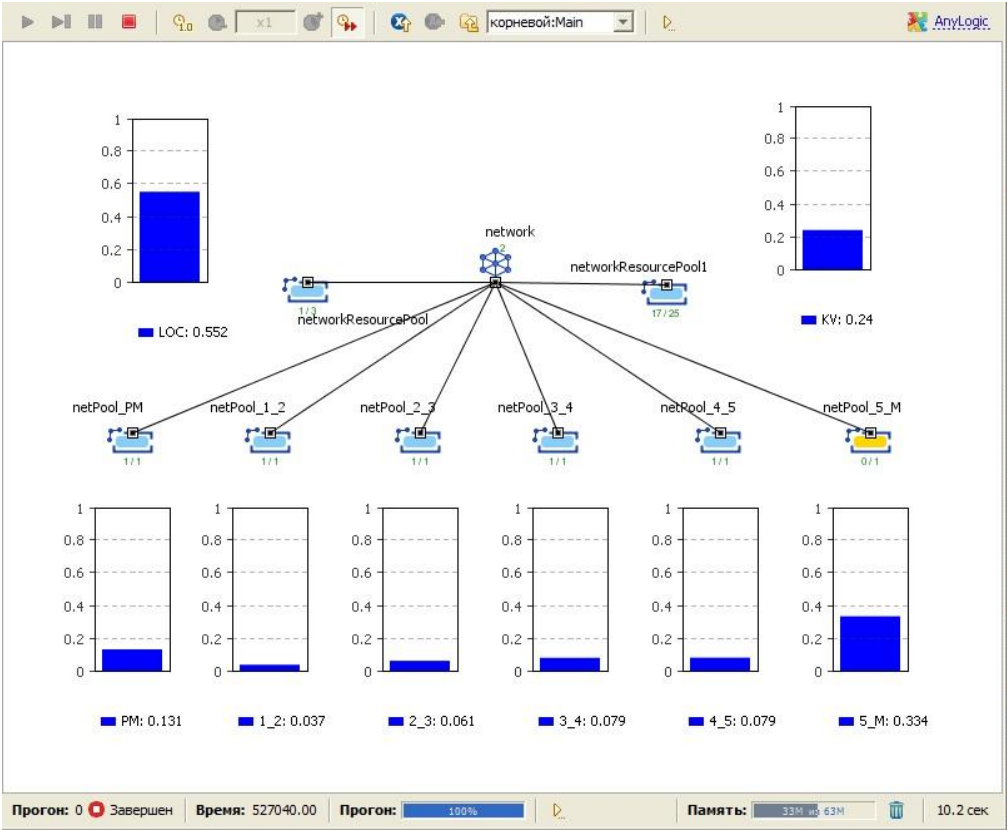


Рисунок 2.10 – Результаты эксперимента 3

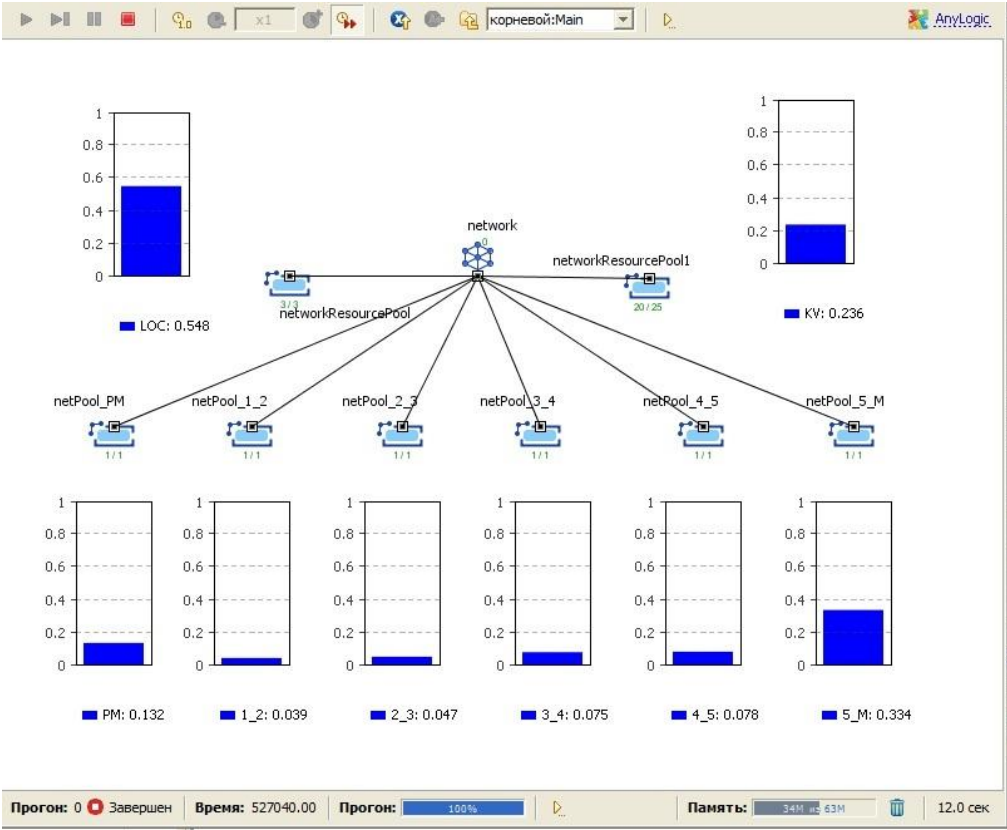


Рисунок 2.11 – Результаты эксперимента 4

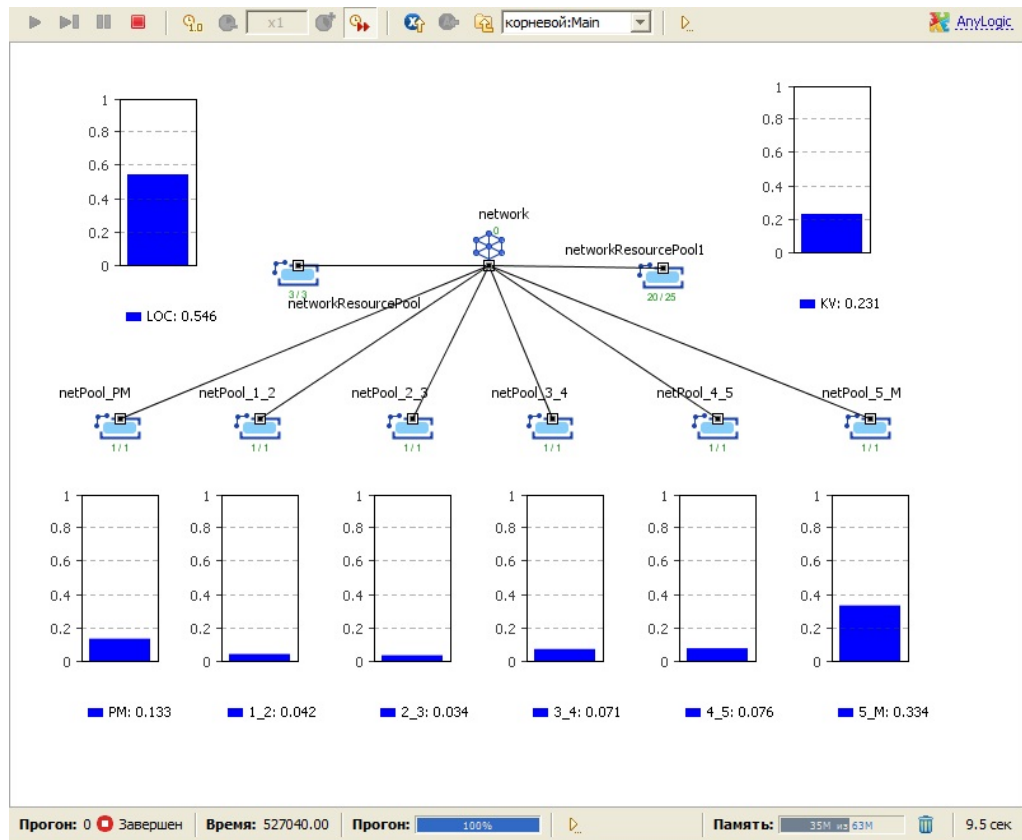


Рисунок 2.12 – Результати експерименту 5

На даних рисунках наведено у стовпчикових діаграмах наведені показники використання ресурсів:

- LOC – локомотивів;
- KV – ковшів;
- основних ділянок колій 1-2, 2-3, 3-4, 4-5;
- PM (заїзд до розливних машин);
- M (міксерне відділення).

2.4 Аналіз результатів роботи моделі

Окрім коефіцієнту використання локомотивів, інші показники роботи не має сенсу аналізувати, вони не є достатньо суттєвими для умов наших процесів.

Результати всіх експериментів зведено до таблиці 2.8 (слайд 8).

Таблиця 2.8 – Результати проведених експериментів

Номер експе-ри-менту	Фактор 1 (ДП 2)	Фактор 2 (ДП 3)	Фактор 3 (ДП 4)	Фактор 4 (ДП 5)	Коефіцієнт використання локомотивів
1	0,82	0,82	0,82	0,82	0,56
2	0,7	0,86	0,86	0,86	0,555
3	0,58	0,9	0,9	0,9	0,552
4	0,46	0,94	0,94	0,94	0,548
5	0,34	0,98	0,98	0,98	0,54
6	0,86	0,7	0,86	0,86	0,559
7	0,9	0,58	0,9	0,9	0,56
8	0,94	0,46	0,94	0,94	0,562
9	0,98	0,34	0,98	0,98	0,562
10	0,86	0,86	0,7	0,86	0,56
11	0,9	0,9	0,58	0,9	0,562
12	0,94	0,94	0,46	0,94	0,565
13	0,98	0,98	0,34	0,98	0,568
14	0,86	0,86	0,86	0,7	0,561

Продовження таблиці 2.6

Номер експерименту	Фактор 1 (ДП 2)	Фактор 2 (ДП 3)	Фактор 3 (ДП 4)	Фактор 4 (ДП 5)	Коефіцієнт використання локомотивів
15	0,9	0,9	0,9	0,58	0,564
16	0,94	0,94	0,94	0,46	0,566
17	0,98	0,98	0,98	0,34	0,569

Аналіз виконаних експериментів зручно представити у вигляді графіків – рисунок 2.13 (слайд 9).

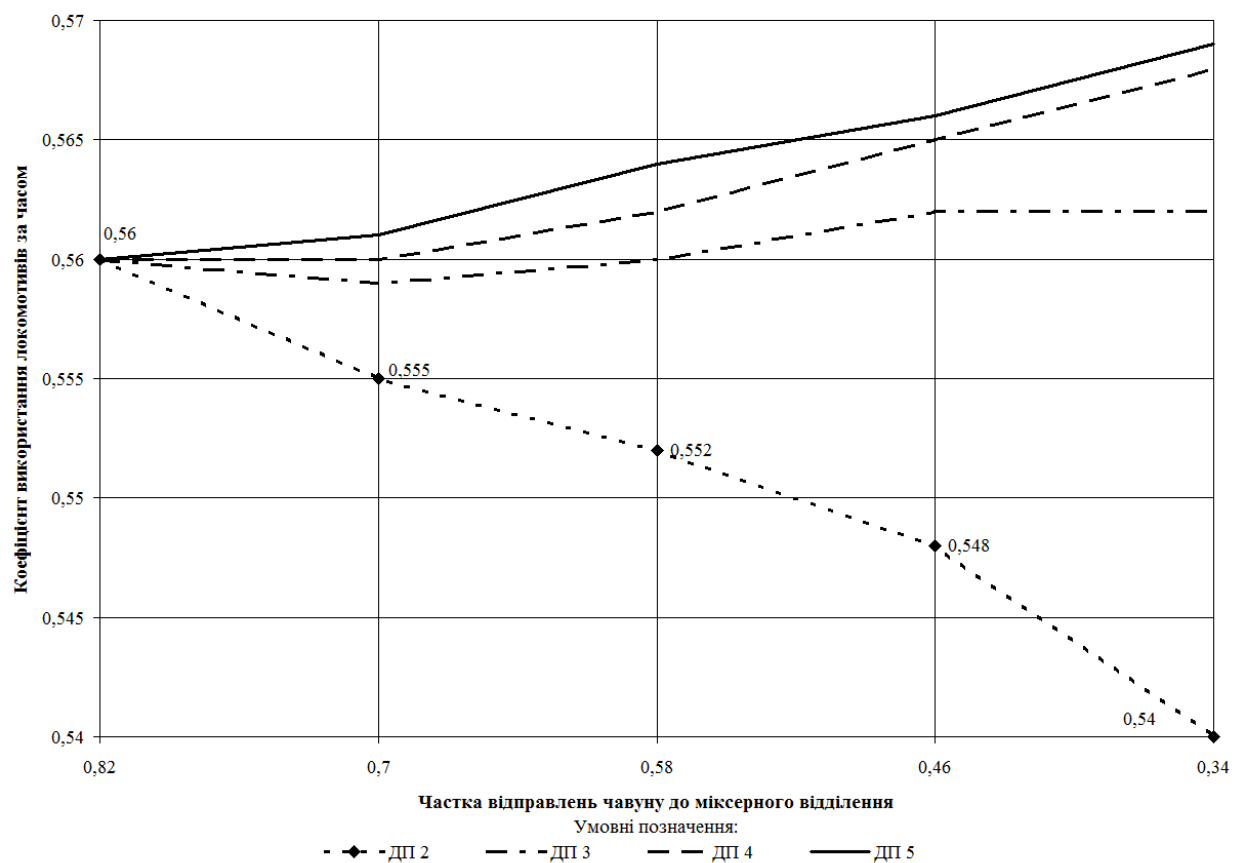


Рисунок 2.13 – Графіки зміни коефіцієнту використання локомотивів за часом в залежності від зміни частки відвантаження чавуну по доменних печах до міксерного відділення

З аналізу графіків на рисунку 2.13 можна зробити висновок щодо суттєвого позитивного впливу на значення коефіцієнту використання локомотивів фактору 1 – розподілу відправлення чавуну з доменної печі №2.

Навіть фактор 2 (розподіл чавуну ДП 3) не має самостійного позитивного впливу на коефіцієнт використання локомотивів за часом, а фактори 3 та 4 мають лише негативний вплив при збільшенні частки відправлень чавуну до розливних машин.

Ефективність при максимальному використанні доменної печі №2 для постачання рідкого чавуну до розливних машин складається у зниженні коефіцієнту використання локомотивів з 0,56 до 0,54, тобто на 3,6%.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В основній частині була удосконалена імітаційна модель роботи транспортної системи перевезень рідкого чавуну Доменного залізничного району ПАТ «Запоріжсталь». В зв'язку зі значним збільшенням частки чавуну, який надходить до розливних машин, потребувалась зміна структури моделі та дослідження, спрямовані на визначення шляхів зменшення витрат на доставку.

Був поставлений факторний експеримент, який передбачав аналіз коефіцієнту використання локомотивів в залежності від зміни частки чавуну, що доставляється до розливних машин по кожній печі. Встановлено, що зменшення витрат можливе лише за рахунок збільшення обсягів відправлення чавуну до розливного відділення від доменної печі №2.

Стабільного впливу на показник використання локомотивів від напрямку перевезень чавуну з доменної печі №3 не встановлено, а при збільшенні обсягів відправлення на розливні машини з печей №4 та №5 встановлено негативний вплив на цей показник.

В економічній частині передбачено порівняння базового варіанту – при рівному розподілу між усіма печами частки чавуну, що надходить до розливного відділення доменного цеху, з проєктним варіантом, який передбачає постачання чавуну в цьому напрямку лише від доменної печі №2.

За таких умов, коефіцієнт використання 3 локомотивів зменшується на 3,6% (з 0,56 до 0,54).

Поряд зі зменшенням локомотиво-годин роботи за проєктним варіантом, зміни чисельності локомотиво-складацьких бригад в магістерській роботі не передбачається.

3.1 Розрахунок експлуатаційних витрат по базовому варіанту

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

$$B_{\text{е}}^{\text{б}} = B_{\text{лг}}^{\text{б}} - (B_{\text{з}}^{\text{б}} + B_{\text{с}}^{\text{б}} + B_{\text{н}}^{\text{б}}), \quad (3.1)$$

де $B_{\text{лг}}^{\text{б}}$ – витрати на роботу локомотивів (враховуються за собівартістю сукупних локомотиво-годин роботи тепловозів), грн.

$B_{\text{з}}^{\text{б}}$ – основна і додаткова зарплата працівників, грн;

$B_{\text{с}}^{\text{б}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B_{\text{н}}^{\text{б}}$ – накладні витрати, грн;

Витрати на роботу тепловозів розраховуємо за формулою [11]:

$$B_{\text{лг}}^{\text{б}} = N_{\text{лок}} T_{\text{лок}} C_{\text{лок}}, \quad (3.2)$$

де $N_{\text{лок}}$ – кількість локомотивів, од.

$T_{\text{лок}}$ – час роботи локомотиву, год.;

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

В нашому випадку:

- $N_{\text{лок}} = 3$ локомотива;

- $C_{\text{лок}} = 676,23$ грн/год.

Час роботи одного локомотиву розраховується за формулою [11,12]:

$$T_{\text{лок}} = 365 \cdot 24 \cdot k_{\text{лок}}, \quad (3.3)$$

де $k_{\text{лок}}$ – коефіцієнт використання локомотиву, для базового варіанту за даними імітаційної моделі $k_{\text{лок}} = 0,56$.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$T_{\text{лок}} = 365 \cdot 24 \cdot 0,56 = 4905,6 \text{ год.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$B_{\text{лг}}^6 = 3 \cdot 4905,6 \cdot 676,23 = 9951941,66 \text{ грн.}$$

Витрати на зарплату робітником при існуючому способі організації робіт розраховується за формулою [11]:

$$B_z^6 = B_{\text{зп}}^6 + B_{\text{зм}}^6, \quad (3.4)$$

де $B_{\text{зп}}^6$ - заробітна плата помічників машиніста тепловоза – складачів поїздів, грн;

$B_{\text{зм}}^6$ - заробітна плата машиніста тепловоза, грн;

Нарахування заробітної плати помічника машиніста тепловоза здійснюється за формулою [12]:

$$B_{\text{зп}}^6 = N \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_p (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.5)$$

де N – кількість працівників, $N = 12$ чол. (по три чоловіка у чотири зміни);

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

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

Φ_p – фонд робочого часу за рік з урахуванням фактичної частки використання локомотивів, $\Phi_p = 1993 \cdot k_{\text{лок}} = 1993 \cdot 0,56 = 1116 \text{ год.}$;

$7/6$ – 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);

$k_{кл}$ – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник $k_{кл} = 0,1$;

$k_{шк}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{шк} = 0,14$; для вантажників $k_{шк} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{шк} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{шк} = 0,04$.

$\Phi_{св}$ – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі, $\Phi_{св} = 1116 \cdot 11/365 = 34$ год.

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічників машиніста за формулою (3.5):

$$B_{зп}^6 = 12 \cdot 1,3 \cdot 51,13 [1116(7/6 + 0 + 0,1) + 34] = 1154646,29 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки заробітної плати машиністов тепловозу за формулою (3.5), змінивши необхідні параметри ставок та коефіцієнтів:

$$B_{зм}^6 = 12 \cdot 1,3 \cdot 65,17 [1116(7/6 + 0,1 + 0,14) + 34] = 1630547,14 \text{ грн.}$$

Таким чином, основна і додаткова зарплата всіх робітників за формулою (3.4) складе за рік:

$$B_3^6 = 1154646,29 + 1630547,14 = 2785193,43 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складають 22%:

$$B_c^6 = 0,22 \cdot 2785193,43 = 612742,55 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці:

$$B_{\text{н}}^{\text{б}} = 0,34 \cdot 2785193,43 = 946965,77 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за базовим варіантом складають за формулою (3.1):

$$\begin{aligned} B_{\text{е}}^{\text{б}} &= 9951941,66 - (2785193,43 + 612742,55 + 946965,77) = \\ &= 5607039,91 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом

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

$$B_{\text{е}}^{\text{пр}} = B_{\text{лг}}^{\text{пр}} - (B_{\text{з}}^{\text{пр}} + B_{\text{с}}^{\text{пр}} + B_{\text{н}}^{\text{пр}}), \quad (3.6)$$

де $B_{\text{лг}}^{\text{пр}}$ – витрати на роботу локомотивів за проєктним варіантом, грн.

$B_{\text{з}}^{\text{пр}}$ – основна і додаткова зарплата працівників, грн;

$B_{\text{с}}^{\text{пр}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн;

$B_{\text{н}}^{\text{пр}}$ – накладні витрати, грн;

Витрати на роботу тепловозів розраховуємо по аналогії з базовим варіантом за формулою (3.2), де $N_{\text{лок}} = 3$ локомотива; $C_{\text{лок}} = 676,23$ грн/год.

$T_{\text{лок}} = 365 \cdot 24 \cdot 0,54 = 4730,4$ год. – за формулою (3.3).

Виконаємо розрахунки за формулою (3.2):

$$B_{\text{лг}}^{\text{пр}} = 3 \cdot 4730,4 \cdot 676,23 = 9596515,18 \text{ грн.}$$

Витрати на зарплату робітником при проєктному варіанті організації робіт розраховується за формулою [11]:

$$B_{\text{з}}^{\text{пр}} = B_{\text{зп}}^{\text{пр}} + B_{\text{зм}}^{\text{пр}}, \quad (3.7)$$

де $B_{\text{зп}}^{\text{пр}}$ - заробітна плата помічників машиніста тепловоза – складачів поїздів за проєктним варіантом, грн;

$B_{\text{зм}}^{\text{пр}}$ - заробітна плата машиніста тепловоза, грн;

Нарахування заробітної плати помічника машиніста тепловоза здійснюється за формулою [12]:

$$B_{\text{зп}}^{\text{пр}} = N \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} [\Phi_{\text{р}} (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \Phi_{\text{св}}], \quad (3.8)$$

де N – кількість працівників, $N = 12$ чол. (по три чоловіка у чотири зміни);

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

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

$\Phi_{\text{р}}$ – фонд робочого часу за рік з урахуванням фактичної частки використання локомотивів, $\Phi_{\text{р}} = 1993 \cdot k_{\text{лок}} = 1993 \cdot 0,54 = 1076$ 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 водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник $k_{\text{кл}} = 0,1$;

$k_{\text{шк}}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{\text{шк}} = 0,14$; для вантажників $k_{\text{шк}} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{\text{шк}} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{\text{шк}} = 0,04$.

$\Phi_{\text{св}}$ – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі, $\Phi_{\text{св}} = 1076 \cdot 11/365 = 32$ год.

Виконаємо розрахунки заробітної плати помічників машиніста за формулою (3.8):

$$B_{\text{зп}}^{\text{пр}} = 12 \cdot 1,3 \cdot 51,13 [1076(7/6 + 0 + 0,1) + 32] = 1112637,88 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки заробітної плати машиністов тепловозу за формулою (3.8), змінивши необхідні параметри ставок та коефіцієнтів:

$$B_{\text{зм}}^{\text{пр}} = 12 \cdot 1,3 \cdot 65,17 [1076(7/6 + 0,1 + 0,14) + 32] = 1571310,22 \text{ грн.}$$

Таким чином, основна і додаткова зарплата всіх робітників за проєктним варіантом за формулою (3.7) складе за рік:

$$B_{\text{з}}^{\text{пр}} = 1112637,88 + 1571310,22 = 2683948,1 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складають 22%:

$$B_{\text{с}}^{\text{пр}} = 0,22 \cdot 2683948,1 = 590468,58 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці:

$$B_{\text{н}}^{\text{пр}} = 0,34 \cdot 2683948,1 = 912542,35 \text{ грн.}$$

Загальні витрати за проєктним варіантом за формулою (3.6) складають:

$$\begin{aligned} B_{\text{е}}^{\text{пр}} &= 9596515,18 - (2683948,1 + 590468,58 + 912542,35) = \\ &= 5409556,15 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.3 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Капітальні витрати на придбання програмного комплексу AnyLogic складають близько 320 000 грн.

Його придбання дає можливість в залежності від зміни вантажопотоків підприємства здійснювати оптимізацію управління перевезеннями рідкого чавуну.

Річна економія від впровадження проєктних рішень визначається за формулою [12]:

$$E_{\text{річ}} = B^{\text{б}}_e - B^{\text{пр}}_e, \quad (3.9)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$E_{\text{річ}} = 5607039,91 - 5409556,15 = 197483,76 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить 197483,76 грн.

Термін окупності визначимо за формулою [12]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доо}}}{E_{\text{річ}}}, \quad (3.10)$$

де $K_{\text{доо}}$ - капітальні витрати на придбання програми, грн.

$$K_{\text{доо}} = 320000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$T_{\text{ок}} = 320000 / 197483,76 = 1,6 \text{ року.}$$

Чиста поточна вартість проєкту розраховується у випадку, коли проєкт передбачає додаткові капітальні вкладення. Чиста поточна вартість проєкту визначається за формулою [12]:

$$NVP = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{i=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.11)$$

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 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок чистої поточної вартості проєктного рішення

Капітальні витрати за проєктним варіантом	Вигоди	Коефіцієнт дисконтування	Чиста поточна вартість NPV
320000	197484	1	-122516
	197484	0,87	171811
	197484	0,76	150088
	197484	0,66	130339
	197484	0,57	112566
			442288

Для більш наглядного уявлення всі розрахункові данні техніко-економічних показників представимо в таблиці 3.2 та в графічній частині на слайді 10.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Витрати на заробітну плату, грн.	2785193	2683948
2	Відрахування на соціальне страхування, грн.	612743	590469
3	Накладні витрати, грн.	946966	912542
4	Витрати на роботу локомотивів за собівартістю локомотиво- години, грн.	9951942	9596515
5	Річні експлуатаційні витрати, грн.	5607040	5409556
6	Економія експлуатаційних витрат, грн/рік	-	197484
7	Чиста поточна вартість проєкту, грн.	-	442288

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі магістерської роботи розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників під час перевезення рідкого чавуну до мартенівського цеху. Розглянуті питання по їх усуненню.

Для перевезення рідкого чавуну є спеціальні ковші, які називаються чавуновозами. Чавуновози розміщуються під відділенням лиття для наливки та перевезення чавуну у цех по виробництву сталі. Чавун знаходиться у ковші 2–4 години, а відстань транспортування не перевищує 800 м. Тому розглянемо небезпеки під час транспортування чавуну.

4. 1 Аналіз потенційних небезпек

В ході аналізу виявлено наступні небезпеки:

- при розливу чавуну у чавуновози, діє висока температура на організм робітників й дослідника. При вдиханні можливе опіки дихальних шляхів. При розбризкуванні металу можливо попадання на робітників, що призведе до опіків;
- оскільки чавуновози розміщуються під літейним відділенням, при розливу в ковши можливо попадання рідкого металу на робітників;
- з причини збільшення вантажопотоку є небезпека наїзду на робітників чавуновозами;
- при підйманні ковшів кранами для переливу у міксери, можливий обрив кріплень з гаків крану, що призведе до проливу чавуну і як наслідки до летальних наслідків;

- при заповненні чавуном чавуновозів, можливий пролив металу на колії. Це може у подальшому призвести до сходження чавуновозів з колії;
- пожежі можуть виникнути від попадання розплавленого металу на горючі матеріали та від не виконання елементарних вимог протипожежної безпеки;
- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм;
- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження чавуну, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій (не вірний захват крюками, наїзд вагонів на робітників та інше);
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші).

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

При розливі чавуну робітники повинні бути одягнені у спеціальний одяг, який захистить від опіків. На обличчя одягається маска для запобігання попадання гарячого повітря. ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження ураження електричним струмом не обхідно проводити перевірку знань на 4 чи 3 групи з електробезпеки, забезпечувати устрій захисного заземлення, проводити періодичні перевірки справності кабельних барабанів. Всі силові кабелі для уникнення випадкового пошкодження укладені в спеціальні жолоба.

Для запобігання попадання рідкого металу на робітників, останні повинні знаходитися на безпечній відстані від місця розливу чавуну та повинні бути одягнені у спеціальний одяг відповідно ДСТУ 7238:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для запобігання сходження чавуновозів з колії, необхідно, в випадку попадання рідкого металу на колії, зчищати його з пуття та складати у відведене місце.

Перед розливі чавуну у ковш, необхідно оглядати кріплення на ньому на предмет появи розколин чи інших дефектів.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 20 лк відповідно ДБН В.2.ю5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» . Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газоразрядними лампами ДРЛ-700.

При обробці статистичних даних в лабораторії, де є комп'ютер, можливе виникнення напруженості праці та інші фактори санітарно-гігієнічного характеру.

На робочому місці лабораторії обладнаної ПК з ВДТ (ЕП), були проведені дослідження та виміри показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, результати яких занесені до таблиці 4.1.

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової

діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [13], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [13], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{дон}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,5	9	23,5-26,4	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, \text{лк}$	200	10	300	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	Б-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, \text{дБА}$	95	5	80	—	3.2	1,25

Продовження таблиці 4.1

Фактор (показник)	Виміряні показники и Пвим	Час дії год.(хв)	ГДК, ГДР, показ- ники, Рдоп	Хвиз н, бали	Клас умов прац і	Хі, бали
Загальні енергозатрати організму, <i>Bm</i>	190	7	290	0,57	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	63000	7	40000	1,38		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	81	7	75	0,95		
Тривалість робочого дня, <i>год.</i>	10	10	8	0,23		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [13, 14]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 9}{9} = 3$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2.

Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{190 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,57;$$

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,38;$$

Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{81 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,95;$$

Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,23;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [13] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);
- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 200$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [13] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);
- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 95$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [13] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);
- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [13]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,57 + 1,38 + 0,95 + 0,23 = 3,13$$

З таблиці 7.3 [13] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,13$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо

їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [13]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [13]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 1,25 + 3 = 8,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за

умови праці», з таблиці 7.4 [13]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

- умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

- відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт Б-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 300 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня 6 або 7 год;

- для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні інженера-дослідника ЦЗЛ необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год.;

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [13], у розмірі 20%.

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Для запобігання пожежі на кранах необхідно слідкувати за ізоляцією кабелів, забезпечити захист від їх пошкодження. На крані повинен знаходитися вогнегасник ВВК-5.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 46 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 3 шт.

4.4.2 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті

Цивільний захист (ЦЗ) на промисловому об'єкті (надалі - на об'єкті) організується з метою захисту персоналу об'єкта і населення, що проживає поблизу від нього, від надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного і військового характеру [15].

Основними завданнями ЦЗ на об'єкті є:

- захист персоналу об'єкта і населення від НС;
- підвищення стійкості функціонування об'єкта в умовах НС;
- проведення аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт у вогнищах ураження і зонах катастрофічного затоплення.

Відповідальність за організацію й стан ЦЗ, за постійну готовність її сил і умов до проведення РІНР несе відповідальність начальник ЦЗ (НЦЗ) об'єкта – керівник підприємства, установи, організації.

НЦЗ об'єкта підпорядкований певним керівним особам міністерства (відомства), у підпорядкуванні якого перебуває об'єкт, а також НЦЗ міста (району), на території якого перебуває об'єкт. На допомогу НЦЗ об'єкта призначається заступник. Як правило, призначаються заступники з: інженерно – технічної частини, евакуації, матеріально-технічного постачання [15].

Заступник начальника ЦЗ з евакуаційних заходів управляє розробкою плану на кожну можливу надзвичайну ситуацію, організовує підготовку місць для розміщення евакуйованих; управляє службою охорони цивільного порядку й організовує перевезення робітників та службовців у райони розміщення й до місць роботи (на об'єкті).

Заступник НЦЗ з інженерно – технічної частини – головний інженер об'єкта – управляє розробкою плану переходу підприємства на особливий режим роботи, проводить заходу з метою підвищення стійкості роботи підприємства в умовах НС, управляє аварійно – технічної, протипожежної службами, а також службами притулків і вкриттів. Він же проводить технічне керування рятувальними й невідкладними аварійно – відбудовними роботами в районі нещастя, аварії, у зоні поразки.

Заступник НЦЗ з матеріально – технічного постачання – заступник або помічник директора з постачання – забезпечує нагромадження й збереження спеціального майна, техніки, інструментів, приладів захисту й транспорту. На нього покладає матеріально-технічне забезпечення: будівництва вкриттів, евакуаційні заходи, проведення РІНР і інші.

При НЦЗ об'єкта створюється штаб ЦЗ – орган управління НЦЗ. Состав штабу залежить від значення підприємства [15].

Робота штабу організовується основі наказів, розпоряджень і наказів НЦЗ об'єкта, старшого штабу й розв'язків місцевої державної адміністрації. Начальник штабу є першим заступником НЦЗ об'єкта. Йому дається право від імені НГО віддавати накази й розпорядження з питань ЦЗ на об'єкті.

Штаб ЦЗ проводить захід щодо захисту працівників і службовців і забезпечує своєчасне оповіщення населення про погрозу або виникнення НС. Організовує й забезпечує безперервне керування ЦЗ. Розробляє план дій органів керування й сил ЦЗ об'єкта із застереженням і ліквідації НС, періодично змінюється й організовує його виконання. Організовує й контролює навчання працівників, що служать із ЦЗ й підготовки невоєнізованих формувань об'єкта.

На об'єкті залежно від характеру його виробничої діяльності створюються служби ЦЗ: оповіщення і зв'язку; медична; радіаційного й хімічного захисту; охорони цивільного порядку; протипожежна; енергопостачання й світломаскування; аварійно-технічна; притулків і вкриттів; транспортна; матеріально-технічного постачання й інші. На них покладає виконання спеціальних заходів і забезпечення дій формувань при проведенні РІНР [15].

Управління службами виконують їх начальники, які призначаються наказом НЦЗ об'єкта, із числа начальників відділів, цехів, на базі яких вони створені. Начальники служб зобов'язані підтримувати в постійній готовності сили і засоби служби, знати моральні та ділові якості підлеглих і проводити з ними виховну роботу, заняття і навчання. Начальники служб беруть участь у розробці плану дій органів управління і сил із запобігання та ліквідації НС і самостійно розробляють необхідні документи служби. На них покладає своєчасне забезпечення підлеглих формувань спеціальним майном і технікою.

Служба оповіщення і зв'язку створюється на базі вузла зв'язку об'єкта. На службу покладає: організація своєчасного оповіщення керівного складу, робітників та службовців, населення про погрозу й виникнення НС; організація зв'язку і утримання її в постійній готовності. Крім того, служба запобігає аваріям на лініях і спорудженнях зв'язку, що перебувають у зоні ураження, районах нещастя [15].

Медична служба організовується на базі медсанчастини об'єкта. Начальник служби – головний лікар. Служба забезпечує комплектацію, навчання і підтримку в готовності медичні формування; запаси медичного майна і медичних засобів індивідуального захисту; медичну розвідку і санітарно-епідемічне спостереження.

Надає медичну допомогу зараженим і евакуює їх медичні установи, створює медичне забезпечення працівників, службовців і членів їх родин у місцях розміщення евакуйованих.

Служба радіаційного та хімічного захисту розробляє й виконує захід щодо захисту людей, живильних блоків, складів продуктів від дій радіаційних і отруйних речовин: створює і навчає формування та установи радіаційного і хімічного захисту; створює контроль над станом засобів індивідуального захисту, приладів і спеціальної техніки. Веде радіаційну і хімічну розвідку, створює контроль над опроміненням і зараженням особового складу, проводить захід щодо ліквідації радіоактивного й хімічного зараження [15].

Служба охорони громадянського порядку створюється на базі підрозділів служби охорони. Вона забезпечує надійну охорону об'єкта; підтримку громадянського порядку в районах нещастя і під час проведення РІНР; супроводжує своєчасному вкриттю працюючих за сигналом ЦЗ; контролює виконання режиму світломаскування.

Служба енергопостачання та світломаскування створюється на базі відділу головного енергетика. Начальник служби – головний енергетик об'єкта. Служба розробляє заходи щодо забезпечення безперебійної подачі газу, тепла, електроенергії на об'єкт. Виконує обладнання вражаючих ділянок енергетичних мереж різного роду системами і засобами захисту. Планує проведення заходів зі світломаскуванням і підготовчі заходи першочергових відбудовних робіт. Проводить невідкладні аварійно-відбудовні роботи на енергомережах [15].

Аварійно-технічна служба організовується на базі виробничого, технічного відділів або відділів головного механіка. Вона розробляє й створює захід щодо захисту унікального обладнання, підвищує стійкість основних споруджень, спеціальних інженерних мереж і комунікацій; проводить невідкладні роботи з розбирання завалів, локалізації і ліквідації аварій на комунікаціях і спорудженнях об'єкта [15].

Служба сховищ і вкриттів створюється на базі відділу капітального будівництва, житлово-комунального відділу, будівельних бригад (цехів). Вона займається: відпрацьовуванням розрахунків укриття робітників, службовців, населення; забезпеченням готовності вкриттів, контролем правильності їх експлуатації; організацією будівництва захисних споруджень. На її особовий склад покладене забезпечення своєчасного заповнення вкриттів за сигналами оповіщення ЦЗ. Крім цього, служба бере участь у рятувальних роботах при розкритті завалених притулків і вкриттів.

Транспортна служба створюється на базі транспортного цеху (гаража). Вона розробляє та проводить заходи щодо забезпечення перевезень евакуйованих; організовує перевезення сил і засобів у зони ураження; готує транспорт для перевезення людей, евакуації заражених і для інших цілей ЦЗ; проводить роботи по захисту транспорту від зараження [15].

Служба матеріально-технічного постачання створюється на базі відділу матеріально-технічного постачання об'єкта. Вона розробляє план матеріально-технічного постачання; вчасно забезпечує формування всіма видами обладнання і продовольством; організовує ремонт техніки та різного майна, підвезення його до ділянок робіт, зберігання та облік; забезпечує продуктами й предметами першої необхідності персонал, як на об'єкті, так і в місцях евакуації [15].

4.5 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В розділі розглянутий аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників при транспортуванні рідкого чавуну. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуті питання санітарно-гігієнічної безпеки. Показані заходи по пожежній безпеці. Представлено матеріал з цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі була удосконалена імітаційна модель роботи транспортної системи перевезень рідкого чавуну Доменного залізничного району металургійного комбінату ПАТ «Запоріжсталь».

В дійсний час, перевезення ковшів на розливні машини здійснюється без логістичного підходу та врахування факту, що витрати на перевезення при різних технологіях транспортного обслуговування будуть відрізнятись.

Звичайно, у виборі, з якої печі доставляти чавун до розливних машин, може відігравати отримана якість чавуну (його хімічний склад) та інші виробничі фактори.

Але принциповим є формування підходу до врахування транспортних витрат в цьому виборі.

Останнім часом, в зв'язку зі значним збільшенням частки чавуну, який надходить до розливних машин, потребувалась зміна структури моделі та дослідження, спрямовані на визначення шляхів зменшення витрат на доставку.

Був поставлений факторний експеримент, який передбачав аналіз коефіцієнту використання локомотивів в залежності від зміни частки обсягу чавуну, що доставляється до розливних машин по кожній печі.

Встановлено, що зменшення витрат можливе лише за рахунок збільшення обсягів відправлення чавуну до розливного відділення від доменної печі №2.

Стабільного впливу на показник використання локомотивів від напрямку перевезень чавуну з доменної печі №3 не встановлено, а при збільшенні обсягів відправлення на розливні машини з печей №4 та №5 встановлено негативний вплив на цей показник.

В економічній частині передбачено порівняння базового варіанту – при рівному розподілу між усіма печами частки чавуну, що надходить до розливного відділення доменного цеху, з проєктним варіантом, який передбачає постачання чавуну в цьому напрямку лише від доменної печі №2.

За таких умов, коефіцієнт використання 3 локомотивів зменшується на 3,6% (з 0,56 до 0,54).

Економія річних експлуатаційних вивтрат складає 442288 грн.

Було розроблено заходи з охорони праці при транспортному обслуговуванні доменного залізничного району.

За результатами досліджень підготовлено та направлено статтю для публікації у науковому фаховому виданні України в авторстві із керівником та викладачами кафедри транспортних технологій.

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-pidtverdiv-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. Абраменко, Д.В. Технічно-розпорядчий акт станції Доменна / Д.В. Абраменко. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2015. – 27с.

6. Міжцехова інструкція по взаємодії працівників доменного, мартеновського, агломераційного цехів, цеху водопостачання, цеху шлакопереробки, ТЕЦ, ВВО з працівниками Доменного залізничного району ЦЕ УЗТ при обслуговуванні залізничними перевезеннями. – Запоріжжя: ПАТ «Запоріжсталь», 2009. – 42с.

7. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.

8. Яловой, Ю.Г. Организация перевозок на промышленном транспорте / Ю.Г. Яловой, А.М. Котляров. – Минск: Высшая шк., 1982 – 264 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. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.: Вища школа, 1989.