

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМ. АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

ОСТРОГЛЯД ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА



УДК [658.286.2:338.47]:656.029.4

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ
СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО РІВНЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ**

Спеціальність 05.22.12 – промисловий транспорт

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі транспортних технологій у Національному університеті «Запорізька політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Турпак Сергій Миколайович,
завідувач кафедри транспортних технологій
(Національний університет «Запорізька політехніка»,
м. Запоріжжя)

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Козаченко Дмитро Миколайович,
професор кафедри управління експлуатаційною
роботою (Дніпровський національний університет
залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна)

кандидат технічних наук, доцент
Маслак Ганна Вікторівна,
завідувач кафедри транспортних технологій
підприємств (ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»)

Захист відбудеться «07» листопада 2019 р. о 14.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01 при Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: 49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, ауд. 314.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна або на сайті університету <http://diit.edu.ua/> (Наука - Захисти в раді Д 08.820.01).

Автореферат розісланий « » жовтня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 08.820.01,
доктор технічних наук, професор



А.М. Муха

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема розробки й використання нових підходів до організації перевезень та вантажопереробки й управління ними на промислових підприємствах є важливим напрямком підвищення ефективності їх діяльності.

Підвищення вартості сировини призвело до необхідності зменшення в декілька разів складських запасів на металургійних підприємствах та спонукало відмовитись від стратегії створення значних запасів для роботи транспортно-складської системи в зимовий період, який ускладнюється через змерзання вантажів. Це зумовило застосування логістичного підходу до управління процесами доставки. Підвищення цін на енергоносії потребувало нових досліджень у напрямку зниження витрат на розігрів вантажів, що змерзаються.

В останні роки в металургійній галузі спостерігається оновлення й удосконалення технічних навантажувально-розвантажувальних засобів та методів відновлення сипкості вантажів, інформаційного забезпечення, контролю та обліку вантажопотоків. Проте в існуючих підходах та методах управління доставкою вантажів урахування зовнішніх факторів (погодних умов; стохастичного характеру коливань обсягів перевезень) та параметрів функціонування транспортно-складських логістичних систем металургійних підприємств (ТСЛС МП) здійснюється переважно експертним шляхом, не маючи надійного наукового підґрунтя. Відсутність системи управління транспортно-складськими процесами, яка б відповідала сучасному рівню розвитку технічних засобів та враховувала б вищевказані фактори, призводить до збільшення витрат на плату за користування вагонами, використання локомотивів, розігрівання вантажів тощо.

У зв'язку з цим розробка методів, які забезпечують ефективну роботу ТСЛС МП з урахуванням взаємозв'язків системи планування вантажної роботи та сучасних технологій вантажопереробки є актуальною темою дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, виконані в дисертаційній роботі, пов'язані з НДР Запорізького національного технічного університету ДБ 02013 «Розробка логістики транспортно-складських процесів в енергоємних та екологічно забруднюючих системах промислових підприємств» (2013-2014 р., номер держ. реєстрації 0113U001095) у якій автор є виконавцем та співавтором звіту.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування транспортно-складської системи металургійного підприємства шляхом розробки методів, які поєднують систему планування вантажної роботи та сучасні технології вантажопереробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати проблему організації роботи транспортно-складської системи виробничого рівня металургійних підприємств.
2. Формалізувати структуру транспортно-складської логістичної системи металургійних підприємств на основі системного підходу.
3. Удосконалити систему управління процесом розвантаження сировини за рахунок раціонального розподілу вагонів по пунктах вивантаження.

4. Розробити імітаційні моделі транспортно-складських підсистем металургійних підприємств для встановлення раціональних параметрів їх функціонування.

5. Удосконалити систему планування потрібної кількості власних вагонів для забезпечення процесу доставки вантажів в умовах змінних зовнішніх факторів шляхом уточнення розрахункового часу знаходження вагонів на під'їзній колії.

6. Визначити економічну доцільність від впровадження запропонованих заходів щодо підвищення ефективності функціонування ТСЛС МП.

Об'єкт дослідження – транспортно-складські процеси логістичних систем металургійних підприємств.

Предмет дослідження – залежності показників ефективності функціонування транспортно-складських систем металургійних підприємств від організації процесів доставки та вантажопереробки з урахуванням фактору змерзання вантажів.

Методи дослідження. Для формалізації досліджуваних транспортно-складських логістичних систем застосований метод системного аналізу. Удосконалення системи розподілу вантажів на фронті вивантаження виконане за допомогою застосування динамічної транспортної задачі. Для побудови моделі функціонування ТСЛС вивантаження сировини на підприємстві та ТСЛС відвантаження готової продукції був використаний метод імітаційного моделювання, для встановлення законів розподілу вхідних параметрів моделі використано статистичний аналіз. Удосконалення системи планування потрібної кількості вагонів виконано за допомогою регресійного аналізу, у ході якого було отримано регресійні залежності тривалості розігріву різних видів вантажу на невеликих підприємствах.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше розроблено метод оперативного коригування плану розподілу вантажів, що надходять на металургійне підприємство, який дозволяє скоротити простій вагонів шляхом урахування змін зовнішніх факторів – погодних умов.

Вперше формалізовано задачу розподілу вагонів для залізничних цехів підприємств та управліннь залізничного транспорту як динамічну транспортну задачу, що дозволяє враховувати переробну спроможність вантажних фронтів на момент надходження кожної подачі вагонів.

Отримала подальший розвиток імітаційна модель функціонування підсистеми вивантаження сировини та палива, яка, на відміну від існуючих, враховує особливості транспортно-складського процесу в холодний період року та дозволяє визначити раціональну кількість транспортних і допоміжних ресурсів з урахуванням впливу зовнішніх факторів.

Отримала подальший розвиток імітаційна модель функціонування ТСЛС, яка враховує особливості відвантаження готової продукції при використанні двох видів транспорту – автомобільного та залізничного, та дозволяє зменшити простій транспортних засобів шляхом раціонального розподілу автотранспорту між фронтами навантаження.

Удосконалено регресійну модель визначення розрахункового часу знаходження вагонів на підприємстві, яка враховує вплив різних факторів (вид вантажу, фронт вивантаження, погодні умови) на тривалість їх простоїв, що

дозволяє планувати транспортний процес та встановлювати тривалість обороту вагонів на маршрутах перевезень.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані результати дозволяють підвищити ефективність роботи ТСЛС виробничого рівня металургійних підприємств за рахунок розробки методів, базованих на логістичному підході до управління транспортно-складськими процесами.

Запропонований метод планування розподілу вантажів дозволяє більш ефективно керувати функціонуванням ТСЛС на оперативному рівні в умовах різкої зміни температури повітря.

Імітаційна модель управління процесом розігріву та вивантаження дозволяє визначити найбільш економічний режим роботи ТСЛС МП шляхом визначення раціональної кількості залучених ресурсів.

Модель транспортно-складської системи навантаження дозволяє раціонально планувати процеси відвантаження готової продукції завдяки встановленню раціонального співвідношення використання залізничного та автомобільного транспорту на фронтах навантаження.

Основні наукові результати, які отримано в дисертаційному дослідженні знайшли застосування на ПАТ «Запоріжсталь» та ТОВ «Мета-Транс», а також використовуються в науково-дослідній роботі та у навчальному процесі Національного університету «Запорізька політехніка» при підготовці бакалаврів та магістрів спеціальностей 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» та 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», що підтверджується актами про впровадження результатів дисертації.

Особистий внесок здобувача.

Усі положення і результати, що виносяться на захист, отримано здобувачем самостійно або за його безпосередньою участю. В опублікованих спільних роботах, особистий внесок автора полягає у тому, що: [1] – досліджено вплив різних способів виявлення аномальних значень на статистичні характеристики і властивості динамічного ряду; [2] – виконана постановка задачі планування тривалості виконання маневрової роботи та її формалізований опис; [3] - запропоновано процедуру розв'язання динамічної транспортної задачі зі змінним фактором інтенсивності вхідних вантажопотоків за часом; [4] – розроблено імітаційну модель функціонування транспортно-складської системи відвантаження продукції в умовах збільшення частки автоперевезень; [5] – виконано дослідження транспортно-складських процесів мікрологістичної системи доставки продукції металургійного підприємства промисловим залізничним транспортом; [6] – побудовано регресійну модель визначення тривалості простою вагонів.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на таких науково-технічних конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті» (м.Тель-Авів, 2011 р.); 41-й Міжнародній науково-технічній конференції ПАТ «Запоріжсталь» (м. Запоріжжя, 2014 р.); науково-практичних конференціях «Тиждень науки» (м. Запоріжжя, 2012 р., 2014 р., 2015 р., 2016 р., 2018 р.); науково-практичній конференції «Транспортні системи та технології: проблеми та перспективи розвитку» (м. Запоріжжя, 2019 р.). Повністю

результати дисертації доповідались і схвалені на розширеному засіданні кафедри «Транспортні технології» ЗНТУ (м. Запоріжжя, 2019 р.).

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано 15 наукових робіт, у тому числі 5 статей у фахових виданнях (з них 2 статті у виданнях, які включені до міжнародної наукометричної бази Scopus, 1 публікація у виданні, що включене до міжнародної наукометричної бази Thomson Reuters Web of Science (WoS)), 1 стаття в науковому англомовному виданні України, 8 тез доповідей на конференціях та 1 патент України на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів із висновками, загальних висновків, списку використаної літератури і додатків. Повний обсяг дисертації складає 160 сторінок, у тому числі 126 сторінок основного тексту; 21 таблиця, 49 рисунків, у тому числі 10 на повну сторінку, список використаних джерел з 106 найменувань на 13 сторінках, додатки на 11 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, відображені наукова новизна результатів, а також подано відомості про практичне значення результатів роботи, які виносяться на захист.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану проблеми ефективності функціонування транспортно-складських логістичних систем металургійних підприємств, визначені мета і завдання дослідження.

З переходом до ринкових механізмів господарювання суттєво змінилося зовнішнє економічне середовище й підвищилися внутрішньовиробничі вимоги, що значно ускладнило роботу транспортно-складської системи підприємств.

Ефективність транспортно-складської системи суттєво залежить від організації виконання вантажних операцій, що характеризуються такими передумовами, як своєчасна доставка, відновлення сипкості, розвантаження, складування, зниження трудомісткості при цих процесах, зменшення втрат вантажів тощо.

Актуальним є завдання удосконалення системи управління процесами функціонування транспортно-складської системи на промислових підприємствах у холодний період року, коли відрегульований процес виконання вантажних робіт значним чином ускладнюється під впливом стохастичних коливань температури навколишнього середовища. За таких умов підвищення ефективності ТСЛС може бути досягнуте за рахунок зменшення витрат на її функціонування шляхом скорочення простою транспортних засобів.

Вагомий внесок у дослідження та вдосконалення роботи транспортно-складських систем промислових підприємств зробили: Г. Ф. Бабушкін, А. М. Берестовий, В. А. Бойко, В. К. Губенко, Ю. В. Гусєв, Д. М. Козаченко, Г. В. Маслак, С. П. Мінеєв, В. Е. Парунакян, М. Ф. Смирний, С. М. Турпак, О. Д. Учитель, Н. Б. Чернецька-Білецька та ін.

Над проблемами транспортування та розвантаження сипких вантажів у зимовий період, а також попередження їх змерзання працюють Дженчако В. Г.,

Нагаєва Л. В., Олейніков О. І., Соловйов В. А., Подвицкий М. Г., Приходько А. А., Шкворникова Г. М., Ялоха-Коха Х. та ін.

Аналіз виконаних досліджень показав, що потребують розвитку саме технології організації доставки вантажів, які б забезпечили найбільш ефективне застосування новітніх напрацювань у технічній сфері та логістиці. Ці напрацювання необхідно пов'язати із сучасними методами організації перевезень та управління ними, зокрема, з оптимізацією оперативного управління.

Таким чином, проблема підвищення ефективності роботи ТСЛС МП є актуальною й потребує свого вирішення. На підставі проведеного аналізу сформульовані завдання і визначені методи дослідження.

У другому розділі виконано формалізацію транспортно-складських логістичних систем металургійних підприємств. Проаналізовано існуючий режим роботи металургійного підприємства в холодний період року. Виконано аналіз логістичної системи металургійного підприємства з позицій системного підходу.

Логістична система металургійного підприємства становить собою складну систему зв'язків підприємства з постачальниками та споживачами.

Характерними рисами ЛС МП є значні зв'язки з містом (нерідко МП є містоутворювальними) та навколишнім середовищем.

Важливою складовою логістичної системи МП є транспортно-складська система, що забезпечує своєчасний рух матеріального потоку. Проте останнім часом, замість терміна ТСС більш поширеним стає визначення ТСЛС, що значно розширює її функціональні зв'язки.

Логістична система МП включає в свою структуру набір взаємозалежних підсистем, що мають визначений ступінь автономності. У нашому випадку елементи логістичної системи утворюють підсистеми: ТСЛС МП вивантаження сировини, виробнича система, ТСЛС МП готової продукції. Ці підсистеми пов'язані між собою матеріальними, фінансовими та інформаційними зв'язками.

У розділі було проведено аналіз існуючої схеми режимів роботи ТСЛС МП в умовах різних температур (рис. 1). Робота промислових підприємств, на які сировина постачається залізничним транспортом, у холодний період року суттєво ускладнюється тим, що в умовах низьких температур більша частина цих вантажів змерзається. Їх розігрівання потребує додаткових витрат, а також збільшуються простой вагонів, оскільки витрачається більше часу на вивантаження. Тому в теплий період року на металургійних підприємствах створюються максимально можливі запаси сировини, щоб у зимовий період доставку таких вантажів звести до мінімуму.

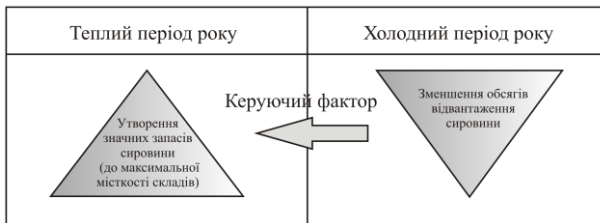


Рисунок 1 – Існуюча схема режимів роботи МП в умовах різних температур

В умовах підвищення цін на сировину для МП не є доцільним накопичення надлишкових запасів. Більш вигідним варіантом є створення раціонального розміру запасу сировини на складах. У такому випадку обсяги поставок вантажів в холодний період року збільшаться відносно попередньої схеми. А отже постає питання вдосконалення системи планування та транспортно-складської логістичної системи вивантаження сировини.

Було запропоновано схему, за якої режим роботи ТСЛС МП вивантаження залежить від раціонального запасу сировини (рис. 2). Згідно з визначеним запасом будуть плануватися поставання вантажів на підприємство, робота пристроїв розморожування та локомотивів, розподіл вантажу за фронтами вивантаження тощо.

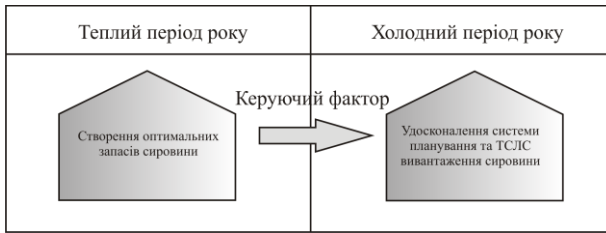


Рисунок 2 – Удосконалена схема режимів роботи МП в умовах різних температур

У результаті системного аналізу визначено структуру управління ТСЛС, встановлено етапи її моделювання. З урахуванням критеріїв ефективності всіх процесів ТСЛС МП приведена цільова функція дослідження, яка передбачає зниження витрат на функціонування ТСЛС вивантаження ($C_{\text{тслс}}^{\text{вивант}}$) та ТСЛС навантаження ($C_{\text{тслс}}^{\text{навант}}$).

$$Z = C_{\text{пл}}^{\text{вивант}}(n_{\text{под}}, N_{\text{ваг}}, c_{\text{ваг}}, t_{\text{пр}}, n_{\text{необр}}) + C_{\text{розігр}}(q_{\text{д.газ}}, n_{\text{кам}}, c_{\text{д.газ}}, t_{\text{розігр}}) + \\ + C_{\text{лок}}(n_{\text{лок}}, c_{\text{лок}}, t_{\text{лок}}) + C_{\text{ваг}}^{\text{навант}}(t_{\text{пр}}^{\text{ваг}}, c_{\text{в/г}}) + \\ + C_{\text{авто}}^{\text{навант}}(t_{\text{пр}}^{\text{авто}}, c_{\text{а/г}}) + C_{\text{пер}}(p, Q_{\text{річ}}, c_{\text{лр}}) \rightarrow \min; \quad (1)$$

де $C_{\text{пл}}$ – витрати на плату за користування вагонами в ТСЛС вивантаження, грн.; $C_{\text{розігр}}$ – витрати на розігрів вантажів, що змерзлися, грн.; $C_{\text{лок}}$ – витрати на експлуатацію локомотивів в ТСЛС вивантаження, грн.; $C_{\text{ваг}}^{\text{навант}}$ – витрати на плату за користування вагонами в ТСЛС навантаження, грн.; $C_{\text{авто}}^{\text{навант}}$ – вартість простоїв автопоїздів у ТСЛС навантаження, грн.; $C_{\text{пер}}$ – витрати на переміщення металопрокату, грн.; $n_{\text{под}}$ – кількість подач вагонів, що надійшли з вантажем на підприємство, од.; $N_{\text{ваг}}$ – кількість вагонів у подачі, од.; $c_{\text{ваг}}$ – вартість вагоно-години, грн/год; $t_{\text{пр}}$ – середній час користування вагоном, год; $n_{\text{необр}}$ – частка необроблених вагонів, %; $q_{\text{д.газ}}$ – витрата доменного газу на 1 камеру за годину, $\text{м}^3/\text{год}$; $n_{\text{кам}}$ – кількість камер розігріву, що експлуатуються, од.; $c_{\text{д.газ}}$ – вартість доменного газу для промислових підприємств, грн.; $t_{\text{розігр}}$ – тривалість роботи

камер розігріву, год; $n_{\text{лок}}$ – кількість локомотивів в експлуатації, од.; $c_{\text{лок}}$ – вартість локомотиво-години, грн/год; $t_{\text{лок}}$ – тривалість роботи локомотивів, год; $t_{\text{пр}}^{\text{ваг}}$ – час простою вагона під завантаженням, год; $t_{\text{пр}}^{\text{авто}}$ – час простою автопоїзда під завантаженням, год; $c_{\text{в/г}}$ – вартість вагоно-години, грн; $c_{\text{а/г}}$ – вартість автомобіле-години, грн; p – частка автопоїздів, що завантажуються на віддаленій ділянці відвантаження, %; $Q_{\text{річ}}$ – річний обсяг перевезень автомобільним транспортом, т; $c_{1\text{т}}$ – вартість переміщення однієї тонни металопрокату на віддалену ділянку навантаження, грн.

На основі проведених досліджень та сформованої цільової функції в наступних розділах виконується розробка методів та моделей підвищення ефективності роботи ТСЛС МП.

Третій розділ присвячено розробці методу оперативного коригування плану розподілу вантажів, що надходять на металургійне підприємство.

Процес розвантаження вагонів залежить від стану навколишнього середовища. Було виділено звичайний режим роботи при позитивних показниках температури, та режим необхідності відновлення сипкості вантажів – при негативних показниках.

В умовах часті зміни температурних показників при очікуванні переходу зі звичайного режиму до режиму відновлення сипкості можлива оптимізація процесу розвантаження шляхом розподілу вагонів по вантажних пунктах за критерієм мінімального часу виконання вантажних операцій.

Було запропоновано метод оперативного коригування плану розподілу вхідних вантажопотоків. Сутність даного методу розкрита на схемі організації функціонування процесів виконання вантажних робіт показана на рис. 3.

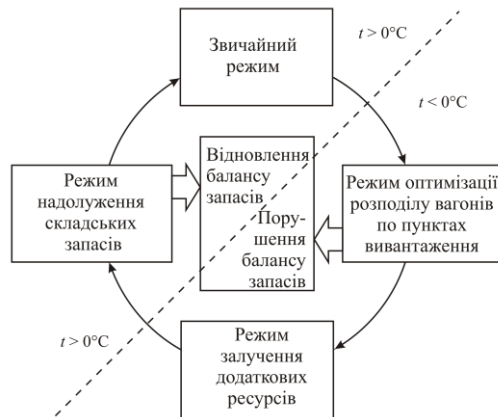


Рисунок 3 – Схема організації функціонування процесів виконання вантажних робіт в умовах зміни температурного режиму роботи

Розроблений метод оперативного коригування плану розподілу вантажів, що надходять на металургійне підприємство, базується на зміні балансу розподілу вантажів по пунктах розвантаження. При від'ємних температурах повітря (t)

пропонується функціонування ТСЛС в режимі оптимізації розподілу вагонів по пунктах вивантаження. Вантажопотоки розподіляються з урахуванням переробної спроможності вантажних фронтів таким чином, щоб звести до мінімуму час знаходження вагонів на під'їзних коліях, для цього залучаються додаткові ресурси. Проте, за такого режиму роботи дещо порушується плановий баланс складських запасів цих вантажів. Його можна відновити при покращенні температурних умов та поверненні до звичайного режиму роботи.

Для вдосконалення процесу розвантаження шляхом коригування планового розподілу вагонів за вантажними фронтами можна скористатись новою процедурою, яка базується на традиційних методах розв'язання транспортної задачі.

Нехай є m видів вантажів що надходять на підприємство $a_1, a_2, \dots, a_m$ у кількості $A_1, A_2, \dots, A_m$ одиниць. Ці вантажі можуть розподілятися на n фронтів вивантаження $b_1, b_2, \dots, b_n$, які мають потребу у вантажі об'ємом $B_1, B_2, \dots, B_n$ одиниць. При цьому деякі з видів вантажів a можуть надходити лише на визначені fronti вивантаження b . Кожен вантажний фронт має свою продуктивність залежно від виду вантажу, що на нього надходить. Залежно від можливостей вантажного фронту загальний об'єм вантажу розбивається на окремі подачі. Кількість подач p буде приймати значення від 1 до k .

Отримана динамічна транспортна задача має вигляд:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^k z_{ij}^p \cdot x_{ij}^p \rightarrow \min \quad (2)$$

При обмеженнях:

$$x_{ij}^p \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, k;$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^k x_{ij}^p = \sum_{i=1}^m A_i, j = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, k;$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{p=1}^k x_{ij}^p = \sum_{j=1}^n B_j, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, k.$$

де $A_i, i \in I$ – об'єм i -го вантажу, що надходить на підприємство, вагони; $B_j, j \in J, p \in P$ – об'єм вантажу, що надходить на j -ий фронт вивантаження підприємства при p -ій подачі, вагони; B_j – розмір максимальної подачі на j -й вантажний фронт, вагони; z_{ij}^p – тривалість обслуговування p -ої подачі при надходженні i -го вантажу на j -й вантажний фронт, год; x_{ij}^p – об'єм надходження i -вантажів на j -вантажний фронт при p -подачі, вагони; $i \in I = \{1, 2, \dots, m\}$, множина індексів виду вантажу; $j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$, множина індексів фронтів розвантаження; $p \in P = \{1, 2, \dots, k\}$; множина індексів номера подачі.

Проблема розв'язку такої задачі полягає в тому, що на металургійних підприємствах з безперервним виробництвом продукції постачання сировини відбувається постійно й визначити необхідну кількість подач доволі складно, а в

деяких випадках неможливо. Тому пропонується розглядати транспортну задачу за блоками, окремо для кожної нової подачі вагонів, з урахуванням можливостей вантажного фронту на момент надходження подачі на фронт вивантаження. У такому разі кожен блок становить собою транспортну задачу для окремого пакета подач, опорний план якої впливає з оптимального плану попереднього розподілу. Таким чином, динамічну стохастичну задачу можна звести до комплексу взаємозалежних статичних детермінованих задач.

Вихідними даними для першого пакета подач є об'єми вантажів, що надходять за розрахунковий період часу, максимальний розмір подачі на кожний фронт вивантаження та час, необхідний на вивантаження одного вагона відповідно до переробної спроможності кожного фронту.

Значення A_i приймаємо рівним загальній кількості вагонів з визначеним вантажем, що надійшли на підприємство. Оскільки значення B_j приймається за кількість вагонів в одній подачі, то очевидно, що сума A_i буде значно перевищувати суму B_j , отже, наведена транспортна задача є відкритою. В отриманому оптимальному плані для першого пакета подач не весь вантаж буде вивантажений на фронтах. Отже, для наступного пакета подач значення A_i буде рівним кількості вагонів, що залишилися після попередньої подачі і так далі, доки весь вантаж не буде розподілений за вантажними фронтами. Значення z_{ij}^1 для першого пакета подач приймаємо рівним тривалості розвантаження одного вагона певного вантажу на відповідному фронті. Для всіх наступних пакетів подач значення z_{ij}^p розраховується за формулою (3):

$$z_{ij}^p = t_{ij}^{\text{вант}} + t_{ij}^{\text{вант}} \cdot B_i^1 + t_{ij}^{\text{вант}} \cdot B_i^2 + \dots + t_{ij}^{\text{вант}} \cdot B_i^k. \quad (3)$$

У результаті отримаємо транспортну задачу, загальний вигляд якої зображено на рис. 4.

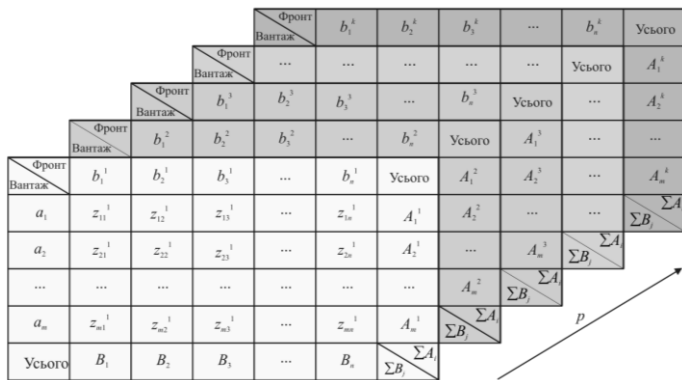


Рисунок 4 – Загальний вигляд транспортної задачі для транспортних систем металургійних підприємств з безперервним виробництвом

На відміну від класичної транспортної задачі, при застосуванні даної процедури вантажі розподіляються не всі одразу, а порційно. Оперативний розподіл кожної подачі вагонів виконується з урахуванням можливостей вантажного фронту в момент надходження визначеної подачі. Таким чином можна уникнути надходження нової подачі на вантажний фронт, де ще триває розвантаження попередньої подачі. Також враховується той момент, що один вид вантажу може направлятися до різних вантажних фронтів. Доцільно направити їх на ті фронти, які в момент розподілу вільні або звільняться найближчим часом. Це дозволяє уникнути додаткових простоїв вагонів та більш ефективно організувати роботу вантажних фронтів металургійного підприємства.

Наведений вище метод було застосовано на прикладі ТСЛС металургійного комбінату «Запоріжсталь». Отриманий оптимальний розподіл вантажів за фронтами вивантаження наведений на рис. 5.

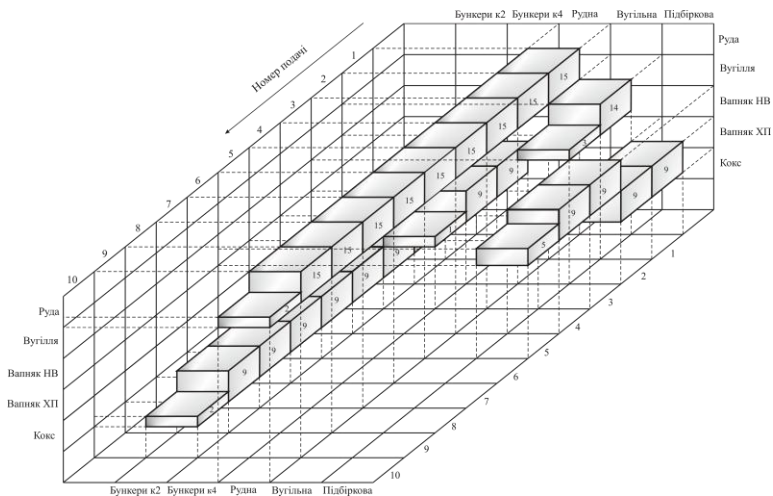


Рисунок 5 – Графічна інтерпретація оптимального розподілу подач

Різниця кількості вагонів на вантажних фронтах у фактичному й розрахунковому варіанті незначна. Цю різницю легко можна буде поповнити в менш напружений період, тобто при покращенні температурних умов, коли не буде необхідності розігрівати вантажі. А отже, можемо вважати, що потреби всіх вантажних фронтів задоволено.

У четвертому розділі розроблено імітаційні моделі функціонування ТСЛС розвантаження сировини та відвантаження готової продукції в холодний період року.

Імітаційні моделі дають можливість експериментувати із системами в тих випадках, коли зробити це на реальному об'єкті неможливо або недоцільно. Імітаційне моделювання є одним з найефективніших методів дослідження систем та кількісної оцінки характеристик їх функціонування, а також встановлення раціональних параметрів їх роботи.

Імітаційне моделювання передбачає такі етапи, як розробка концептуальної моделі; підготовка вихідних даних; вибір засобів моделювання; розробка програмної моделі; перевірка адекватності та коригування моделі; планування машинних експериментів; моделювання; аналіз результатів моделювання. Для розробки імітаційної моделі ТСЛС вивантаження були використані дані базового підприємства – комбінату Запоріжсталь.

Концептуальна модель ТСЛС вивантаження (рис. 6) містить у собі три основні блоки. У першому блоці відображається процес надходження вантажів на металургійне підприємство. Кожен вид вантажу необхідно генерувати незалежно один від одного, оскільки вони мають різну тривалість розігріву. Також це полегшить подальше розподілення вантажу на фронти вивантаження.

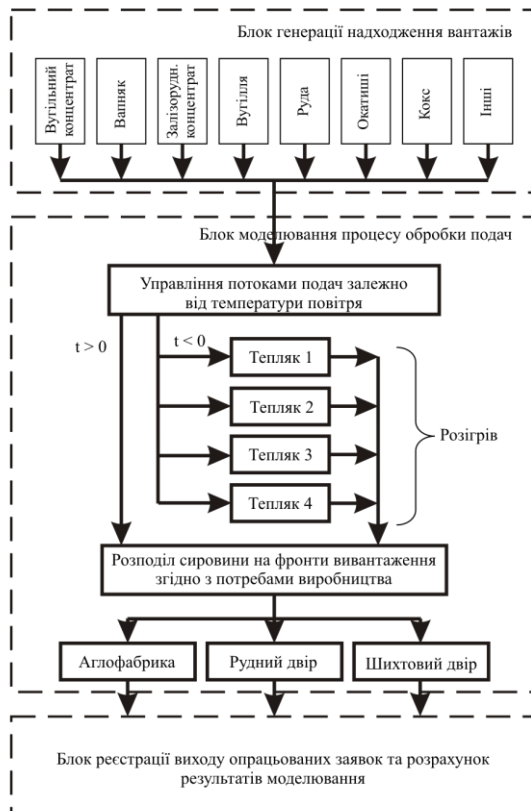


Рисунок 6 – Концептуальна модель транспортно-складських процесів з приймання сировини на металургійному підприємстві

В основному блоці концептуальної моделі відтворюється сам процес обробки подач з вантажами. При потребі розігріву вантажу подачі надсилаються до тепляків,

а потім залежно від потреб виробництва розподіляються на фронти вивантаження. Управління потоками подач здійснюється з урахуванням температури повітря навколишнього середовища. Останній блок відповідає за збирання інформації по опрацьованим заявкам. Зібрані дані аналізуються за допомогою статистичних інструментів, на основі чого розраховуються результати моделювання.

Особливістю розробки імітаційної моделі ТСЛС вивантаження є необхідність врахування впливу зовнішніх факторів, що значним чином впливають на процес розвантаження, а також потребують включення додаткових операцій щодо відновлення сипких властивостей вантажу. Оскільки розглядається холодний період року, то ключовим вхідним показником моделі ТСЛС вивантаження є температура повітря.

Як керівні параметри моделі обрано кількість локомотивів, що обслуговують вагони із сировиною та кількість камер розігріву. Також розглянуто варіант використання додаткової камери розморожування.

Для встановлення вихідних даних моделювання, щодо тривалості розігріву вантажів було проведено регресійний аналіз на окремих прикладах таких вантажів як кокс, вугільний концентрат та окатиші. У результаті аналізу були отримані емпіричні лінії регресії залежності тривалості розігріву вантажів від температури навколишнього середовища на момент початку їх розігріву:

$$y = 1,9774 - 0,0678x \text{ — для коксу;}$$

$$y = 6,2679 - 0,8435x \text{ — для вугільного концентрату;}$$

$$y = 0,3795 - 0,526x \text{ — для окатишів.}$$

Діаграма починається з елементів, які генерують потоки заявок. У даному випадку заявками виступають подачі вагонів із сировиною, що надходять на підприємство. За допомогою об'єкта типу *selectOutput* визначається необхідність у розігріві вантажу. Цей об'єкт направляє вхідні заявки в один із двох вихідних портів залежно від виконання умови. За від'ємної температури повітря вантаж відсилається до камер розігріву (рис. 7), в іншому випадку — на фронти вивантаження.

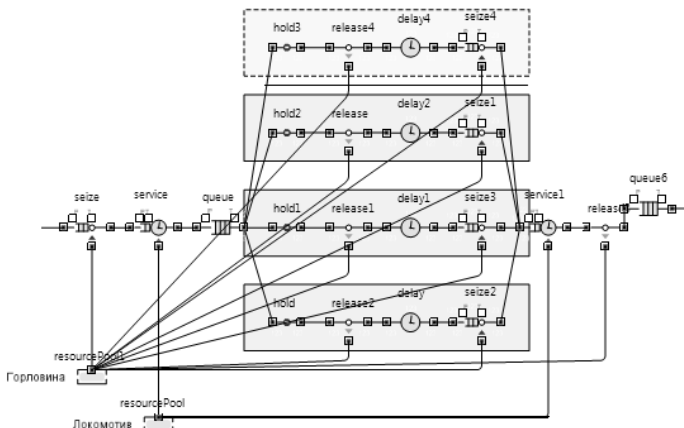


Рисунок 7 – Блок-діаграма процесу імітації роботи камер розігріву

Основним об'єктом блоку імітації роботи камер розігріву виступає *delay*, який затримує заявки на заданий період часу. Об'єкти *release* та *seize*, відповідають за вивільнення та захоплення ресурсу «Локомотив» для маневрів з подачами. За допомогою об'єктів *hold* контролюється наповненість камер розігріву.

Для реалізації в моделі надходження різних видів вантажів було створено окремих java-клас для кожного виду, що дає змогу задавати кожному з них відповідну тривалість розігріву та розвантаження, а також збирати статистику на виході з моделі. Необхідна кількість реалізацій експерименту згідно з розрахунками становила 262 реалізації.

Параметр кількості використовуваних локомотивів змінювався від одного до п'яти, параметр кількості камер розігріву варіювався в діапазоні від однієї до чотирьох. У результаті експерименту були визначені: середній простій вагонів, $t_{пр}$, год; коефіцієнт використання горловини; $k_{горл}$, %, коефіцієнт використання локомотивів, $k_{лок}$, %; залишок необроблених вагонів, $k_{необр}$, %.

Також у четвертому розділі розроблено імітаційну модель ТСЛС відвантаження готової продукції. У разі використання автопоїздів для відправлення ГП, цей вид транспорту працює у тісний взаємодії із залізничним. Об'єкт дослідження зведено до двох найбільш інтенсивних фронтів навантаження автотранспорту. Особливістю даної системи є висока інтенсивність навантаження на одному з фронтів та низька – на іншому. При визначенні найбільш раціонального розподілу автотранспорту між даними фронтами необхідно врахувати більшу вартість внутрішньоскладського переміщення готової продукції до менш інтенсивно працюючого фронту. На рисунку 8 представлена спрощена структурна схема імітаційної моделі транспортної системи, яка розглядається.

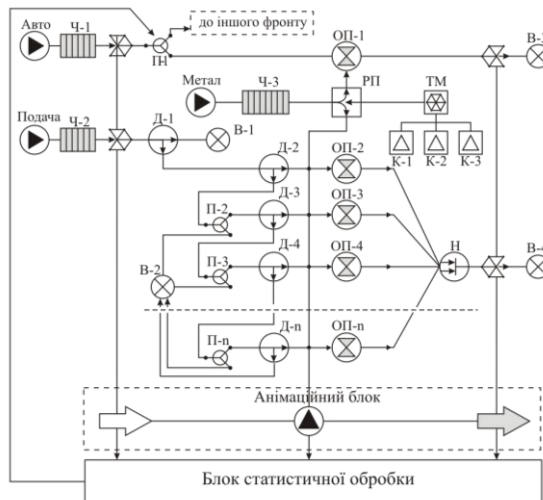


Рисунок 8 – Структурна схема імітаційної моделі транспортно-складської підсистеми відвантаження готової продукції в умовах збільшення частки перевезень автомобільним транспортом

Потоки заявок генеруються в трьох окремих джерелах: залізничні рухомі склади, автопоїзди та вантажі, що готуються до відправлення. Для накопичення заявок, що перебувають в очікуванні обслуговування застосовуються об'єкти: черга заявок-вагонів (Ч-1), черга заявок-автопоїздів (Ч-2) та черга заявок-вантажів (Ч-3). Переміщення заявок у системі здійснюється за допомогою введення їх у транспортну мережу.

Процес розформування подачі на окремі вагони реалізований за допомогою об'єктів «дільник» (Д-1 ... Д-п), в яких створюється копія заявки. При виході заявки-копії з об'єкта «дільник» заявка-копія передається до об'єкта «перемикач» (П-1 ... П-п), де аналізується величина змінної «подача». За умови, що її значення більше від нуля, створюється наступна копія заявки «копія-2», що, у свою чергу, відсилається до наступного елемента типу «перемикач» для перевірки виконання умови. А заявка «копія-1» отримує статус заявки-оригіналу та переходить до ланцюга обробки вагона.

Процес завантаження металопродукції у вагони реалізовано за допомогою елемента «Обслуговуючий пристрій» (ОП-1 ... ОП-п). Цей об'єкт затримує заявки на заданий період часу і відображає в моделі процес захоплення вантажу мостовим краном (К-1 ... К-3) та переміщення його у вагон. По закінченні завантаження вагона ресурс вивільняється та відсилається на свою базову позицію.

Об'єкт «накопичувач» (Н) перетворює задану кількість заявок, що надійшли до нього, в одну заявку-партію. Після того, як усі заявки-вагони обслуговано та сформовано в нову заявку-партію, залізничний рухомий склад за допомогою елемента транспортної мережі залишає цех. У моделі це реалізовано за допомогою елементів «вихід» (В-3, В-4), які знищують заявки, що до нього надійшли.

Під час проведення експерименту змінювалася частка автопоїздів, що надходить на віддалену ділянку навантаження від 20% до 100%. Було встановлено, що за різної ймовірності змінюється середній час простою автопоїздів під навантаженням.

Окрім того, у розділі вдосконалено систему підтримки прийняття рішень щодо визначення потрібної кількості вагонів для забезпечення процесу доставки вантажів до металургійного підприємства з виробництва феросплавів, яка спирається на результати планування часу знаходження вагонів на під'їзній колії за допомогою розробленої моделі. Була розроблена регресійна модель визначення розрахункового часу знаходження вагонів на підприємстві, яка враховує вплив різних факторів (вид вантажу, фронт вивантаження, погодні умови) на тривалість простоїв.

У **п'ятому розділі** дисертаційної роботи викладено результати експериментальних досліджень, проведено їх аналіз та визначено економічну доцільність застосування розроблених методів та моделей.

У результаті застосування динамічної транспортної задачі в умовах складної транспортної системи металургійного підприємства був отриманий оптимальний розподіл подач вантажів на фронти вивантаження. Різниця кількості вагонів на вантажних фронтах у фактичному й розрахунковому варіанті незначна. Цю різницю легко можна буде поповнити в менш напружений період, тобто при покращенні температурних умов, коли не буде необхідності розігрівати вантажі. А отже, можемо вважати, що потреби всіх вантажних фронтів задоволено.

Різниця між фактичною та розрахунковою тривалістю простоїв вагонів на визначених вантажних фронтах зображена на рис. 9.

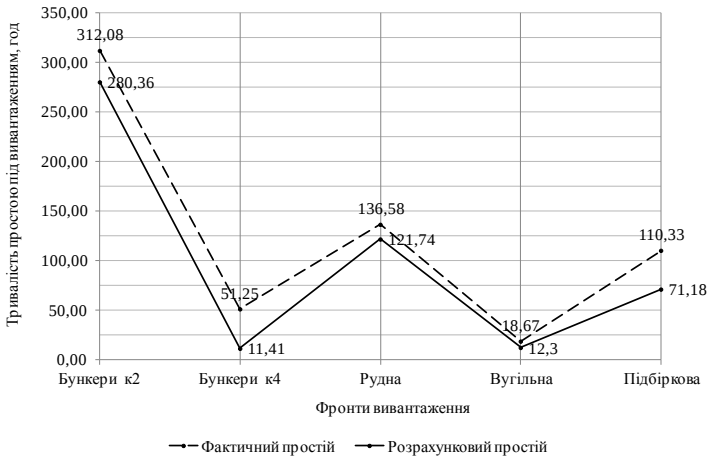


Рисунок 9 – Графік зміни тривалості загального простою вагонів на вантажних фронтах

У результаті розрахунків загальні мінімальні витрати часу на вивантаження всіх пакетів подач з урахуванням фронту вивантаження суттєво знизилися.

За рахунок більш раціонального розподілу вагонів за подачами з урахуванням переробної спроможності вантажних фронтів, кількість подач значно зменшилася, що дає змогу скоротити тривалість простою вагонів у періоди перевантаження транспортної системи підприємства на 0,46 год для одного вагона на добу.

Розроблена імітаційна модель ТСЛС вивантаження дозволяє встановити раціональну кількість транспортних і допоміжних ресурсів з урахуванням впливу зовнішніх факторів.

Експеримент проводився при різних значеннях таких параметрів, як кількість камер розігріву та кількість використовуваних локомотивів. У результаті моделювання була встановлена середня тривалість простоїв вагонів, частка використання локомотивів, а також залишок неопрацьованих вагонів за різних режимів роботи системи. З урахуванням цих факторів визначено загальні витрати функціонування ТСЛС вивантаження при різних значеннях змінних параметрів. На рис. 10 наведена графічна інтерпретація результатів роботи моделі ТСЛС.

Аналіз результатів моделювання показав, що найбільш економічний режим функціонування транспортно-складської системи вивантаження досягається при використанні в роботі трьох локомотивів та трьох камер розігріву. Залежно від погодних умов вартість витрат досліджуваної ТСЛС підприємства згідно із запропонованим варіантом функціонування можна скоротити на 2%. Також можливий варіант роботи двох локомотивів при трьох камерах розігріву. Згідно розрахунків встановлення четвертої камери не є доцільним.

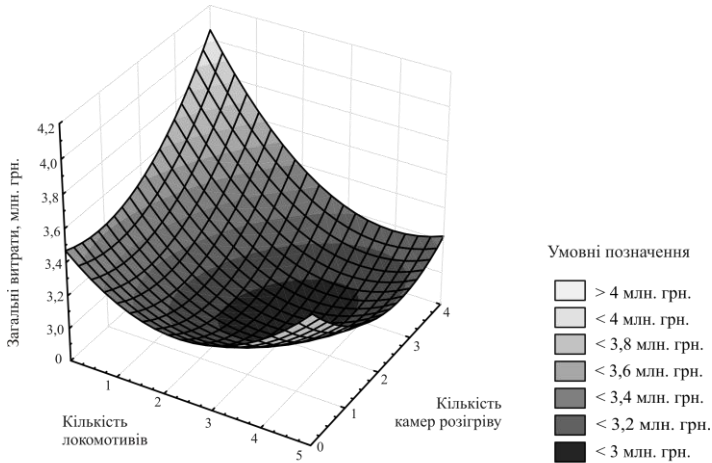


Рисунок 10 – Поверхня значень загальних витрат досліджуваної ТСЛС вивантаження

Розроблена модель функціонування ТСЛС відвантаження готової продукції дає можливість встановити раціональний розподіл автотранспорту між найбільш інтенсивними фронтами відвантаження з урахуванням роботи залізничного транспорту. В ході експерименту було встановлено, що при збільшенні частки відвантаження автопоїздів на віддаленій ділянці скорочується загальний час простою залізничного рухомого складу на 15%, відповідно зменшуються і витрати на функціонування ТСЛС МП.

Згідно з отриманими результатами найменші витрати на функціонування ТСЛС навантаження досягаються у випадку, коли більша частина автопоїздів (60% від загального обсягу автоперевезень) завантажуються на віддаленій ділянці відвантаження готової продукції. За результатами роботи окремого автоперевізника ТОВ «Мета-Транс» при запропонованому варіанті функціонування системи була отримана економія у розмірі 51 тис. грн. Загальна економічна доцільність впровадження розроблених методів та моделей підтверджується актами впровадження на підприємствах галузі.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна задача підвищення ефективності функціонування транспортно-складської системи металургійного підприємства шляхом розробки методів, які поєднують систему планування вантажної роботи та сучасні технології вантажообробки.

Основні результати досліджень дозволили зробити такі висновки:

1. Проведений аналіз існуючих наукових підходів щодо проблеми організації роботи ТСЛС МП показав, що методи управління транспортно-складськими процесами недостатньою мірою враховують вплив зовнішніх факторів (зокрема,

погодних умов) і параметрів функціонування. Не враховується можливість оперативного перерозподілу вагонів за вантажними фронтами залежно від прогнозу погодних умов для скорочення тривалості їх перебування в системі.

2. Формалізація структури ТСЛС МП дозволила встановити, що підвищення ефективності досліджуваної системи в цілому передбачає розробку нових методів та моделей та для основних її підсистем – ТСЛС вивантаження та ТСЛС відвантаження, що тісно пов'язані між собою. В ході системного аналізу встановлено узагальнюючий критерій ефективності – економічний, який враховує витрати на користування транспортними засобами.

3. Для удосконалення системи управління процесом розвантаження сировини розроблено метод оперативного коригування плану розподілу вантажів, оснований на тому, що в холодний період року розподіл кожної подачі вагонів виконується з урахуванням переробної спроможності вантажного фронту на момент надходження визначеної подачі. За рахунок коригування розподілу вантажів запропонованим методом середня тривалість простоїв вагонів скоротилася на 0,46 год на один вагон за добу.

4. Розроблена імітаційна модель ТСЛС вивантаження вантажів, що надходять на підприємство, дозволяє визначити раціональну кількість використовуваних ресурсів – локомотивів та камер розігріву в умовах різкої зміни температури навколишнього середовища. В результаті використання розробленої моделі досягнуто більш ефективне планування параметрів функціонування ТСЛС, що підтверджується на реальному об'єкті за рахунок скорочення кількості локомотивів на 1 одиницю.

Запропонована імітаційна модель функціонування ТСЛС навантаження дає можливість встановити раціональний розподіл автотранспорту між найбільш інтенсивними фронтами відвантаження ГП з урахуванням роботи залізничного транспорту. Експериментальним варіюванням кількості автопоїздів на фронтах навантаження визначено, що раціональна частка відвантаження автопоїздів на віддаленій ділянці становить 60%. При такому варіанті функціонування даної ТСЛС час простою залізничного рухомого складу на фронтах навантаження скорочується на 15%.

5. Удосконалено систему планування потрібної кількості власних вагонів для забезпечення процесу доставки вантажів до металургійного підприємства з виробництва феросплавів шляхом розробки регресійних моделей визначення простою вагонів. Найбільш якісною прийнята модель, що має мінімальну похибку апроксимації ($\sigma = 0,071$). Запропонована модель дозволяє планувати транспортний процес та встановлювати тривалість обороту вагонів на маршрутах перевезень й потрібну кількість вагонів робочого парку.

6. Підвищення ефективності ТСЛС досягнуто за узагальнюючим економічним критерієм. Запропонована імітаційна модель ТСЛС вивантаження дозволила знизити витрати на функціонування даної системи на 2%, що в умовах підприємства ПАТ «Запоріжсталь» склала 35 тис. грн. В результаті використання імітаційної моделі ТСЛС навантаження була отримана економія у розмірі 51 тис. грн. Загальний економічна доцільність застосування розроблених методів та моделей підтверджується актами впровадження на підприємствах галузі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

Основні праці

Наукові праці у виданнях, що індексовані в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science (WoS):

1. The effect of methods of eliminating spikes in the time series of freight flows on their statistical characteristics / [S. V. Gritsay, O. A. Lashchenykh, S. M. Turpak, O. O. Ostrohlyad, T. V. Kharchenko] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – №1/3 (85). – p. 33-39.

2. Development of mathematical models for planning the duration of shunting operations / [O. A. Lashchenykh, S. M. Turpak, S. V. Gritsay, L. O. Vasileva, O. O. Ostrohlyad] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – №5/3 (83). – p. 40-46.

3. Turpak S. M. Improvement of a system controlling a progress of railcars unloading in the context of changes in temperature mode while operating / S. M. Turpak, I. O. Taran, O. O. Ostrohliad // Radio Electronics, Computer Science, Control. – 2018. – №1 – p. 183 – 191.

Наукові праці у фахових виданнях, затверджених МОН України:

4. Турпак С. М. Розробка імітаційних моделей обслуговування прокатного виробництва в умовах збільшення частки автоперевезень / С. М. Турпак, С. В. Грицай, О. О. Острогляд // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – №3. – С. 202-209.

5. Турпак С. М. Розробка мікрологістичної системи доставки готової продукції металургійних підприємств залізничним транспортом / С. М. Турпак, С. В. Грицай, О. О. Острогляд // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 5/3 (71). – С. 10-18.

Додаткові праці

Наукова стаття в англомовному виданні України:

6. Turpak S. M. Logistics of raw materials supply for the ferroalloy industry / S. M. Turpak, S. V. Gritsay, O. O. Ostrohlyad // Metallurgical and Mining Industry. – 2016. – №10. – p. 16-23.

Праці апробаційного характеру:

7. Турпак С. М. Розробка імітаційних моделей обслуговування прокатного виробництва в умовах збільшення частки автоперевезень / С. М. Турпак, С. В. Грицай, О. О. Острогляд // Програма III Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті». – Тель-Авів: СНУ ім. В. Даля, 2011. – С. 8.

8. Турпак С. М. Імітаційне моделювання транспортно-складської системи прокатного виробництва при обслуговуванні автомобільним та залізничним транспортом / С. М. Турпак, С. В. Грицай, О. О. Острогляд // Тиждень науки: науково-практична конф., 9-13 квітня 2012р. : тези доповідей. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2012. – Т. 2. – С. 106-108.

9. Турпак С. Н. Совершенствование методов определения плановых показателей работы на железнодорожном транспорте металлургических предприятий / С. Н. Турпак, Е. А. Острогляд // Материалы 41-й Международной

научно-технической конференции ОАО «Запорожсталь». – Запорожье, 2014. – С. 115-116.

10. Острогляд О. О. Використання графоаналітичного методу для удосконалення мікрологістичних систем металургійних підприємств / О. О. Острогляд // Тиждень науки: науково-практична конф., 14-18 квітня 2014р.: тези доповідей. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2014. – Т. 1. – С. 38 – 39.

11. Острогляд О. О. Управління роботою транспорту підприємства з виробництва феросплавів / О. О. Острогляд // Тиждень науки: науково-практична конф., 13-17 квітня 2015р.: тези доповідей. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2015. – Т. 1. – С. 179.

12. Острогляд О. О. Логістика доставки сировини для феросплавного виробництва / Острогляд О. О., Грицай С. В., Каплуновська А. М. // Тиждень науки: науково-практична конф., 18-22 квітня 2016р.: тези доповідей. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2016. – Т. 1. – С. 59.

13. Турпак С. М. Регресійний аналіз процесу розігріву вантажів на металургійному підприємстві / С. М. Турпак, О. О. Острогляд // Тиждень науки: науково-практична конф.: тези доповідей – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2018. – С. 122

14. Острогляд О. О. Підвищення ефективності роботи транспортно-складської логістичної системи металургійного підприємства при змінних зовнішніх факторах. / О. О. Острогляд // «Транспортні системи та технології: проблеми та перспективи розвитку»: науково-практична конф.: тези доповідей. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2019. – С. 87 – 88.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

15. Система підтримання заданої температури вантажів у залізничних вагонах на металургійних підприємствах: пат. №124788 Україна: МПК (2006.01) B65G 67/24; B65G 60/20 / Турпак С. М., Грицай С. В., Сидоренко Ю. Т., Острогляд О. О.; власник: ЗНТУ. опубл. 25.04.2018, бюл. №8 – 3 с.

АНОТАЦІЯ

Острогляд О. О. Підвищення ефективності роботи транспортно-складської системи виробничого рівня металургійного підприємства на основі логістичних принципів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.12 - промисловий транспорт. - Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. В. Лазаряна, Дніпро, 2019.

Дисертація присвячена вирішенню наукового завдання підвищення ефективності роботи транспортно-складської системи виробничого рівня металургійних підприємств шляхом удосконалення логістичного управління процесом виконання вантажних операцій з урахуванням впливу зовнішніх факторів.

Розглянуто транспортно-складську логістичну систему виробничого рівня з позицій системного аналізу, виділені основні її підсистеми – ТСЛС вивантаження та ТСЛС відвантаження, що тісно пов'язані між собою. Розроблено метод оперативного коригування плану розподілу вантажів, що надходять на металургійне підприємство, який дозволяє більш ефективно організувати роботу вантажних фронтів промислового підприємства в холодний період року. Запропоновано підхід

до формалізації постановки динамічної транспортної задачі в умовах розподілу вагонів на фронти вантаження, який передбачає розв'язок транспортної задачі блоками для кожного пакету подач та враховує можливості вантажних фронтів на момент надходження кожної подачі.

Розроблено імітаційну модель ТСЛС МП вивантаження сировини в умовах зміни температурних режимів. Запропонована модель дозволяє вдосконалити управління транспортно-складськими процесами МП шляхом визначення раціональної кількості ресурсів. На основі проведених експериментів обрано найбільш економічний режим роботи ТСЛС вивантаження. Розроблено імітаційну модель ТСЛС навантаження, що дозволяє встановити раціональний розподіл автотранспорту між найбільш інтенсивними фронтами відвантаження ГП з урахуванням роботи залізничного транспорту.

Результати виконаних досліджень дозволили підвищити ефективність роботи транспортно-складської логістичної системи металургійних підприємств за рахунок зниження витрат на її функціонування шляхом скорочення тривалості простою транспортних засобів в умовах різкої зміни температури повітря та визначення раціональної кількості використовуваних транспортних та допоміжних ресурсів.

Ключові слова: транспортно-складська система, металургійне підприємство, вантажопотік, тривалість обробки подачі, розігрівання вантажів, оптимальний розподіл сировини, вантажний фронт, системний підхід, імітаційне моделювання.

SUMMARY

Ostrohladi O. O. Enhancing the effectiveness of the function of the part handling-and-storage system of the metallurgical enterprise industrial level based on logistic principles. - Manuscript.

Dissertation for the degree of a candidate of technical sciences in specialty 05.22.12 - Industrial transport. - V. Lazaryan Dnipro National University of Railway Transport, Dnipro, 2019.

The thesis is dedicated to solving a scientific problem of the enhancement of the effectiveness of the part handling-and-storage system of the metallurgical enterprise industrial level through the perfection of a logistical management of the process associated with execution of cargo operations, taking into consideration the influence of the external factors.

We have reviewed the logistic part handling-and-storage system of the industrial level from the aspect of a system analysis. As a result, we have highlighted its principal subsystems, such as the logistical unloading part handling-and-storage system and the logistical shipment part handling-and-storage system, which are closely interrelated. Moreover, we have developed a method of a prompt adjustment of the plan of distribution of the cargoes coming into the metallurgical enterprise. The plan allows more effectively organising the function of the cargo fields of operations of an industrial enterprise in a cold period of year. In addition, we have offered an approach on a way of formalization of a dynamical transport problem in circumstances of division of the carriages into the field of loading, which is a kind of division providing a solution

of the transport problem in blocks for each package of supplies. It takes into account the possibilities of the cargo field at the moment of arrival of each supply.

Therefore, we have developed a simulated model of the logistical part handling-and-storage system of unloading of a raw material in circumstances of a change of temperature modes. The model offered by us allows perfecting the operation of the part handling-and-storage processes of the metallurgical enterprise, identifying a rational quantity of resources. Based on the experiments done by others, we have chosen the most sufficient mode of the logistic shipment part handling-and-storage system function. Besides, we have designed a simulated model of the logistical loading part handling-and-storage system allowing us to set a reasonable division of auto transport between the most intensive fields of shipment of finished products, taking into account a railway transport.

The results of the completed researches allowed us to increase the effectiveness of the operation of the part handling-and-storage system of the metallurgical enterprises thanks to decreasing the expenditures associated with its function through reduction of the duration of the idle standing of the vehicles in circumstances of an abrupt alteration of the air temperature and estimation of a reasonable quantity of used transport and auxiliary resources.

Key words: part handling-and-storage system, metallurgical enterprise, freight traffic, supply processing duration, cargo reheating, optimum distribution of a raw material, cargo field, a system approach, simulation.

ОСТРОГЛЯД ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ
СИСТЕМИ ВИРОБНИЧОГО РІВНЯ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА
НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ**

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора