

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ В
ПРОСТІЙ ВАГОНІВ
СУЧАСНИХ УМОВАХ**


Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

УТПЗР.200.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи гр.211-ОПУТ-Д23
спеціальності 275 / 275.02

(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Олександр СВАТКО

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Ярослав ЗАПАРА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Дмитро ЛЮЧКОВ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 80 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 10 таблиць, 39 літературних джерел.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЗАЛІЗНА РУДА, ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИЙ КОМБІНАТ, ВАНТАЖНІ ФРОНТИ, ПРОСТІЙ ВАГОНІВ.

Об'єкт дослідження є організація взаємодії станцій примикання із під'їзними коліями гірничо-збагачувального комбінату.

Метою дослідження є вирішення науково-прикладної задачі із удосконалення технології перевезення руди на основі роботи станцій примикання й під'їзних колій гірничо-збагачувального комбінату шляхом підвищення ефективності взаємодії підприємства й залізниці за рахунок використання сучасних інформаційних і технологічних підходів.

У кваліфікаційній роботі розроблені заходи щодо удосконалення технології перевезення залізної руди.

Запропонована модель плану розподілу порожніх вагонів під навантаження, а запропонований алгоритм враховує особливості моделі за відповідних сполучень вихідних даних.

ABSTRACT

This qualification work includes 11 presentation slides, 80 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 13 figures, 10 tables, and 39 literature references.

Keywords: FREIGHT TRANSPORTATION, IRON ORE, MINING AND CONCENTRATION PLANT, FREIGHT FRONTS, SIMPLE WAGON STATION.

The object of the study is the organization of interaction of junction stations with the access tracks of the mining and processing plant.

The purpose of the study is to solve the scientific and applied problem of improving the technology of ore transportation based on the operation of junction stations and access tracks of the mining and processing plant by increasing the efficiency of interaction between the enterprise and the railway through the use of modern information and technological approaches.

In the qualification work, measures are developed to improve the technology of iron ore transportation.

A model of the plan for distributing empty wagons under load is proposed, and the proposed algorithm takes into account the features of the model for the corresponding combinations of input data.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доцента, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

«30» _____ 09 _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сватку Олександрю Олександровичу

1. Тема «Удосконалення технології перевезення залізної руди в сучасних умовах»

керівник Запара Ярослав Вікторович, канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року №12/24.

2. Строк подання студентом роботи –02 січня 2025 року

3. Вихідні дані: Статистичні показники перевезення залізної руди;

схема станції та гірничо-збагачувального комбінату;

технологічний процес роботи вантажної станції;

основні показники роботи вантажної станції за 2022-2024 роки;

інструкції про порядок обслуговування і організації руху на під'їзній колії підприємства тощо.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Аналіз перевезень залізної руди та характеристика об'єкта дослідження

2. Дослідження показників роботи вантажної станції


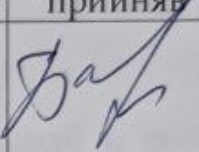
3. Моделювання роботи вантажних фронтів підприємства на основі логістичних принципів

4. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технічного оснащення під'їзної колії підприємства

5. Перелік графічного матеріалу:

Динаміка перевезення залізної руди зі станції Золотнишине з 2015 по 2024 роки (9 місяців). Простій вантажного вагона під 1-ю вантажною операцією по станції Золотнишине у 2022-2024 роках. Напрями руху вагонопотоків із залізною рудою зі станції Золотнишине. Граф станів вагонів на під'їзних коліях гірничо-збагачувального комбінату. Оцінка техніко-економічної ефективності від впровадження нової вантажно-розвантажувальної машини.


6. Консультанти окремих розділів

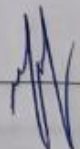
Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проєктного рішення	Євгеній БАЛАКА, доцент, канд. економ. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз перевезень залізної руди та характеристика об'єкта дослідження	23.10.24 р.	Виконано
2 Дослідження показників роботи вантажної станції	13.11.24 р.	Виконано
3 Моделювання роботи вантажних фронтів підприємства на основі логістичних принципів	04.12.24 р.	Виконано
4 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технічного оснащення під'їзної колії підприємства	25.12.24 р.	Виконано
5 Оформлення роботи, отримання рецензії	02.01.25 р.	Виконано





Студент  Олександр СВАТКО

Керівник  Ярослав ЗАПАРА

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз перевезень залізної руди та характеристика об'єкта дослідження	9
1.1 Аналіз перевезень залізничної руди в сучасних умовах	9
1.2 Характеристика об'єкта дослідження	13
1.3 Управління вантажною станцією та підготовка вагонів до перевезення	23
1.4 Організація роботи станції Золотнишине та ПрАТ «ПГЗК»	28
2 Дослідження показників роботи вантажної станції	31
2.1 Дослідження виконання показників роботи вантажної станції	31
2.2 Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації взаємодії в роботі магістральних станцій та під'їзних колій підприємств	35
2.3 Аналіз сучасних систем комерційного огляду поїздів та вагонів на великих підприємствах України	42
3 Моделювання роботи вантажних фронтів підприємства на основі логістичних принципів	44
3.1 Вибір оптимального режиму функціонування вантажно-розвантажувального фронту	44
3.2 Модель плану розподілу порожніх вагонів під навантаження	50
3.3 Застосування системи PLANT SIMULATION для моделювання та оптимізації логістичних процесів підприємства	57
4 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технічного оснащення під'їзної колії підприємства	66
Висновки	73
Список використаних джерел	76

УТПЗР.200.00.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Сватко		25.12	Удосконалення технології перевезення залізної руди в сучасних умовах	Літ.	Арк.	Аркушів
		Запара		25.12			5	80
		Запара		25.12		УкрДУЗТ 5		
		Ковальов		03.01.25				

Вступ

Удосконалення технології перевезення залізничної руди в сучасних умовах є важливим та актуальним завданням для залізничного транспорту, оскільки ефективне перевезення залізної руди дозволяє скорочувати експлуатаційні витрати, збільшувати тарифні надходження, зменшувати забруднення навколишнього середовища та підвищувати конкурентоспроможність промисловості.

На території України знаходиться близько 20% залізрудних запасів світу, що оцінюються в 40 млрд тонн.

Перевезення руд у першому півріччі 2024 року на залізничному транспорті займає 1 місце. Найбільше було перевезено вантажів: залізна і марганцева руда – 22,9 млн тонн; зернові вантажі – 22,5 млн тонн; кам'яне вугілля – 12,5 млн тонн; мінбудматеріали – 13,7 млн тонн.

Актуальність. Попри складну політичну й економічну ситуацію, спричинену повномасштабним вторгненням агресора на територію України, вітчизняні підприємства галузі продовжують виробляти майже весь асортимент залізрудної сировини, включаючи кускову й дрібну залізну руду, котуни, агломерат і залізрудний концентрат. Виробничі потужності підприємств дозволяють не лише забезпечувати потреби вітчизняних металургійних заводів, але й мають значний потенціал для експорту в цьому секторі ринку.

На поточному етапі розвитку України та роботи залізничної галузі необхідно вдосконалювати технології вантажних перевезень залізної руди. Це обумовлено низкою факторів, серед яких зростання обсягів перевезень (лише в першому півріччі 2024 року обсяги транспортування залізної руди залізницею досягли 22,9 млн тонн), застарілість залізничної інфраструктури, що вимагає оновлення та модернізації, оскільки більшість шляхів і станцій були побудовані ще в радянський період, а також посилення вимог до

екологічної безпеки, оскільки транспортування залізної руди є одним із найбільших джерел забруднення довкілля.

Загалом, вдосконалення технологій перевезень залізної руди сприятиме підвищенню пропускної здатності залізничної системи, дозволяючи перевозити більші обсяги руди без затримок. Це також знизить витрати на транспортування, що допоможе залізничним компаніям заощадити кошти, а також поліпшить екологічні показники перевезень.

Тому кваліфікаційна робота, яка присвячена удосконаленню технології перевезення залізничної руди в сучасних умовах, є актуальною та може внести свій вклад у розвиток залізничної галузі України.

Метою даної роботи є вирішення науково-прикладної задачі із удосконалення технології перевезення руди на основі роботи станцій примикання й під'їзних колій гірничо-збагачувального комбінату шляхом підвищення ефективності взаємодії підприємства й залізниці за рахунок використання сучасних інформаційних і технологічних підходів.

Реалізація цього потребує вирішення таких задач:

- аналіз перевезень залізної руди та характеристика об'єкта дослідження;
- дослідження показників роботи вантажної станції;
- моделювання роботи вантажних фронтів підприємства на основі логістичних принципів;
- техніко-економічне обґрунтування удосконалення технічного оснащення під'їзної колії підприємства (впровадження нової ВРМ на ПрАТ «Полтавський ГЗК»);

Об'єкт дослідження – організація взаємодії станцій примикання із під'їзними коліями гірничо-збагачувального комбінату.

Предмет дослідження – удосконалення технології перевезення залізної руди в сучасних умовах.

Методи дослідження. Основою для дослідження є методи прикладного системного аналізу процесів і систем, системний факторний аналіз, теорія

множин, статистичний та математичний аналіз; теорія організації й управління роботою транспортних систем. При моделюванні використовувались методи системи масового обслуговування (СМО) та динаміки середньої, математична логіка й теорія алгоритмів.

Елементи наукової новизни. В кваліфікаційній роботі за допомогою комплексу математичних моделей вирішено науково-прикладну задачу удосконалення технології перевезення залізної руди в сучасних умовах шляхом моделювання роботи вантажно-розвантажувальних фронтів підприємства на основі вибору їх оптимального режиму функціонування із урахуванням імовірнісних процесів, що виникають при цьому.

Публікації. За темою даної кваліфікаційної роботи опубліковані тези доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»: (Одеса, 29-31 травня 2024 р.) «Шляхи удосконалення транспортно-експедиторської роботи із контейнерними поїздами» [1].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг магістерської роботи складає 80 сторінок. Список використаних джерел містить 39 найменувань.

За останні пів року береться до уваги основних вантажів, що перевозяться, лінійними залізницями терно-та-руда. Однак кілька місяців досить спостерігається зростання обсягів перевезень потягів-потягів – збиткових потягів.

Найбільші обсяги перевезень у січні-червні 2024 року були зафіксовані для таких вантажів:

- залізна та ковальська руда – 22,8 млн тонн;
- зерно культур – 22,4 млн тонн;
- газові палива – 12,3 млн тонн;
- будівельні матеріали – 12,5 млн тонн. [2].

Висновки

1. Проведено аналіз перевезень залізної руди за останні роки. Продукція гірничо-металургійного комплексу у 2024 році наразі посідає перше місце. На перевезення руди на експорт, наприклад у квітні 2024 року склало 2,63 млн т. Переорієнтація вагонопотоків вимагає нових комплексних заходів щодо підвищення перевезення даного вантажу.

Розглянуто розгалуджену мережу під'їзних колій підприємства ПрАТ «ПГЗК» та вантажної станції примикання, що має велике значення для ефективної роботи регіональної філії «Південна залізниця».

Технічне оснащення станцій, перегонів й інших пристроїв ПрАТ «ПГЗК» задовольняє існуючим на сьогоднішнім час розмірам перевезень й забезпечує безперебійну роботу на ділянці із безумовним виконанням безпеки руху та охорони навколишнього середовища, але все ж таки водночас використовується не у повній мірі, тобто має досить значний потенціал.

Зокрема, можна виділити такі напрямки підвищення ефективності роботи гірничо-збагачувального комбінату:

1) Збільшення обсягів вантажних перевезень. Це можна зробити за рахунок: розширення номенклатури вантажів, які перевозяться; залучення додаткових ресурсів, таких як локомотиви, вагони, тощо; підвищення ефективності використання існуючого обладнання та ресурсів.

2) Покращення технічного стану локомотивного парку. Це можна зробити за рахунок: проведення своєчасного та якісного технічного обслуговування та ремонтів; впровадження нових технологій та обладнання для ремонту локомотивів; використання сучасних матеріалів та запасних частин.

3) Впровадження нових технологій управління рухом. Це можна зробити за рахунок: автоматизації процесів управління рухом; застосування

нових інформаційних технологій; впровадження систем управління рухом на основі принципів інтелектуальних мереж.

Технічне оснащення станцій, перегонів й інших пристроїв гірничо-збагачувального комбінату також відповідає існуючим потребам. Воно забезпечує безпеку руху та охорону навколишнього середовища. Однак, його потенціал не повністю використовується. Впровадження цих заходів дозволить підвищити ефективність роботи гірничо-збагачувального комбінату та забезпечити безперебійне виконання вантажної роботи.

2. У розділі проаналізовано роботу вантажної станції, зокрема досліджено обсяги перевезення рудних вантажів з 2015 по 2024 роки; виконання простоїв вагонів під 1-ю вантажною операцією. Виявлено суттєві недоліки у технології роботи підприємства з обробки вагонів. У деяких місяцях цей показник більше норми у 3 рази. Зокрема, у серпні 2023 року він склав 34,26 години при нормі у 11,77 години, що вказує на недосконалу технологію роботи станції та взаємодії з під'їзними коліями.

Розглянуто також напрями відправлення руди зі станції Золотнишине. Більшість вагонопотоку прямує у бік станції Черноморська. У 2021 році частина вантажів прямували в бік станції Ужгород, у 2024 році відправлення на цю станцію не відбувалися. А в 2024 році додалися станції Ізмаїл, Мостицька II та Ізов, що пов'язано зі збільшенням пропускної спроможності цих передавальних станцій та портів Дунайського басейну.

Праналізовано наукову думку щодо удосконалення роботи вантажної станції та під'їзних колій.

3. Проведено моделювання роботи вантажно-вивантажувальних фронтів підприємства на базі сучасних підходів. Вибудована модель плану розподілу порожніх вагонів під навантаження, а запропонований алгоритм враховує особливості моделі за відповідних сполучень вихідних даних.

Запропонована можливість застосування системи PLANT SIMULATION для моделювання й оптимізації логістичних процесів підприємства. Наведені дослідження показали досить високу ефективність

роботи оптимізатора щодо вирішення розглянутих логістичних завдань. З проведенням експериментів знайдені оптимальні значення шуканих показників: найкращого співвідношення кількості вагонів состава й інтенсивності генерації об'єктів за мінімізації середнього часу простою поданих вагонів й за мінімізації максимального часу простою поданих вагонів, що дозволяє підприємству зменшити витрати, які витрачені на логістику.

4. Оцінена техніко-економічна ефективність упровадження запропонованих заходів, зокрема введення нової ВРМ – конвеєра шахтового КШУ-1200 на підприємстві.

Сумарний приріст економічного ефекту (наростаючий) із урахуванням приведення грошових потоків до останнього року розрахункового періоду – 3029988,46 грн. Економічний ефект із урахуванням дисконтування позитивний після першого року впровадження. Це означає, що термін окупності одноразових витрат настає на другому році, тобто у 2026 році. Таким чином, проєкт по впровадженню нової ВРМ – конвеєра шахтового КШУ-1200 на підприємстві є економічно вигідним.

6. Підприємство здійснює завантаження вантажів – URL: <https://www.ukrainskyrailways.com/uk/transportation/locomotives> (дата звернення: 07.11.2024).

7. Приклади обслуговування залізничних вагонів – URL: <https://www.ukrainskyrailways.com/uk/transportation/locomotives> (дата звернення: 07.11.2024).

8. Економіка територіальної мобільності транспорту. В. М. Пилипчук, Т. П. Пилипчук, С. В. Пилипчук, Н. О. Пархомчук, В. М. Пилипчук. Харків, УкрДТУ, 2019. 128 с. URL: <https://www.ukrainskyrailways.com/uk/transportation/locomotives> (дата звернення: 07.11.2024).

Список використаних джерел

1. Запара Я. В., Гур'єв Б. Ю., Сватко О.О., Строганова Є. С. Шляхи удосконалення транспортно-експедиторської роботи із контейнерними поїздами. *Тези XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»* (Одеса, 29-31 травня 2024 р.) Одеса: Херсонська державна морська академія. С.220-223.
2. Укрзалізниця у першому півріччі наростила обсяги вантажоперевезень на 28%. – URL: https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/page-10/632680/ (дата звернення: 07.11.2024).
3. Укрзалізниця у квітні 2024 року перевезла на експорт 2,63 млн т залізної руди – URL: <https://metalloobrobotka.org.ua/article/ukrzelizniczya-v-aprele-perevezla-na-eksport-263-mln-t-zheleznoj-rudy/> (дата звернення: 07.11.2024).
4. Український ГМК у січні 2023 року збільшив експорт залізної руди на 21,2% р./р. – URL: <https://gmk.center/ua/news/ukrainskij-gmk-u-sichni-2023-roku-zbilshiv-eksport-zalizoioi-rudi-na-21-2-r-r/>(дата звернення: 07.11.2024).
5. Правила перевезення небезпечних вантажів. – URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/page-3/460401/ (дата звернення: 07.11.2024).
6. Під'їзна залізнична колія. – URL: <https://prozorro.sale/auction/UA-PS-2021-02-23-000048-2/> (дата звернення: 07.11.2024).
7. Правила обслуговування залізничних під'їзних колій. – URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/264638/ (дата звернення: 07.11.2024).
8. Системи технологій залізничного транспорту: Конспект лекцій / Т. В. Бутько, О. Е. Шандер, Л. О. Пархоменко, В. М. Прохоров. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 80 с. URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/3092/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD>

[%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf](#) (дата звернення: 07.11.2024).

9. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 (в редакції від 09.06.2022). - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 07.11.2024).

10. Закон України «Про залізничний транспорт» від 04.07.1996 (в редакції від 19.12.2021). - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 07.11.2024).

11. ДСТУ 32.0.10.027-2001. Стандартизація та сертифікація на залізничному транспорті. Типова побудова технічних умов на надання послуг з перевезення вантажів залізничним транспортом України. - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0295-98#Text> (дата звернення: 07.11.2024).

12. Алексєєв А.В. Обґрунтування інтервалів зачислення і норм часу знаходження вагонів на вантажних фронтах з урахуванням умов обслуговування під'їзних колій. *Збірник наукових праць КУЕТТ*. 2012. Т 6. С. 66-69.

13. Транспортна логістика: задача, організація, оптимізація. - URL: <https://www.gd.ru/articles/9381-transportna-logistika> (дата звернення: 07.11.2024).

14. Організація перевезення вантажів вагонами. - URL: https://studopedia/19_388948_organizatsiya-perevozok-gruzov-vagonami.html (дата звернення: 07.11.2024).

15. Використання залізничного транспорту в логістичних системах. - URL: https://studme.org/1212121023444/logistika/ispolzovanie_zheleznodorozhnogo_transporta_logisticheskikh_sistemah (дата звернення: 07.11.2024).

16. Залізничний транспорт розвинутих країн світу. - URL: https://studwood/2155616/tehnika/zheleznodorozhnyy_transport (дата звернення: 07.11.2024).

17. Сидяков В. Проблема модернізації – комплексна. *Щотижнева інформаційно-аналітична газета "Транспорт"*. № 21 (413). 27.04.2019.
18. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р //База даних «Законодавство України»/Верховна Рада України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> (дата звернення: 07.11.2024).
19. Паристий І.Л. Удосконалення технології роботи залізниці в умовах проведення економічних реформ. *Залізничний транспорт. Сер. Маркетинг і комерційна діяльність*. 1997. Вип. 1. с. 11-18.
20. Персіанов В.А., Скалов К.Ю., Усков Н.С. Моделювання транспортних систем: *монографія*. Київ: Транспорт України, 2002. 183 с.
21. Данько М.І. Модель прогнозування розподілу порожніх вагонів на дирекції залізничних перевезень із застосуванням теорії нечітких множин. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*, 2005. Вип. 71. С. 54-62.
22. Бутько Т.В., Ломотько Д.В. Удосконалення технології розподілу рухомого складу при використанні механізму стимулювання підрозділів. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*, 2005. Вип. 68. С. 28-34.
23. What are the standards of the ISO 9004 series. Standards of the ISO 9000 series. - URL: <http://www.usm.mzt.si/> (дата звернення: 07.11.2024).
24. Осипов О.П., Єресько А.В. Удосконалення місцевої роботи дирекції з великим вузлом. *Залізничний транспорт України*. 2003. №2. С. 10–11.
25. Апатцев В.І. Оптимізація роботи залізничних вузлів. *Залізничний транспорт України*. 1998. №2. С. 2–6.
26. Нагорний Є.В., Альошинський Є.С., Павленко О.В. Методика вибору варіанта інтенсивної технології вантажоруху в транспортному вузлі з домінуючим сектором залізничного транспорту. *Автомобільний транспорт*. 2003. Вип. 12. С. 15–19.

27. Нагорний Є.В., Топчієв М.П., Запара В.М. Підходи до моделювання взаємодії вантажних станцій і вантажовласників. *Інформаційно-керуючі системи*. 2011. № 2. С. 95–99.

28. Гольштейн Є.Г., Юдін Д.Б. Задачі лінійного програмування транспортного типу: *монографія*. Київ: Наука, 1999. 382 с.

29. Крушевський А.В., Швецов К.І. Математичне програмування і моделювання в економіці: *монографія*. Київ: Вища школа. 2009. 456 с.

30. Великодний В.В., Кириченко А.І., Скалозуб В.В., Цейтлін С.Ю. Оперативний оптимальний розподіл потоків порожніх вагонів на полігоні дирекції перевезень. *Тези 2-ї міжнародної наукової конференції «Проблеми економіки транспорту»*. Дніпропетровськ: ДІТ, 2002. С. 173–174.

31. Кукушкіна І.М., Новікова Н.Г. Планування перевезень на замкненому полігоні. Математичне моделювання в інженерних і фінансово-економічних задачах: *Збірник наукових праць*, Дніпропетровськ: Січ, 1998. С. 5–8.

32. Сучасні технології імітаційного моделювання та їх використання в інформаційних бізнес-системах. - URL: <http://www.anylogic/upload/iblock/049/0498c3885e7d7b5dc8ac3dd4f261bca0.pdf> (дата звернення: 07.11.2024).

33. Проблеми логістики на металургічному підприємстві. - URL: http://www.adandzo.com/upload/information_system_23/1/5/4/item_154/information_items_proper ty_168.pdf (дата звернення: 07.11.2024).

34. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Aksyonova O.P., Antonova A.S. Development of real-time simulation models: integratio with enterprise information systems. *Proceedings of ICCGI 2014: The Ninth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, 22-26 June 2014, Sevilla*, pp. 45-50.

35. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Aksyonova O.P., Kai Wang. Application of simulation-based decision support systems to optimization of construction corporation processes. *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference*

(WSC 2012) December 9-12, Berlin, Germany. - URL: <http://informatics.org/wsc12papers/includes/files/pos172.pdf> (дата звернення: 07.11.2024).

36. Васильєв Ф.П. Числові методи вирішення екстремальних задач: *монографія*. Київ: Наука, 1998. 552 с.

37. Огляд продукту Plant Simulation- URL: http://www.plm.automation.siemens.com/products/tecnomatix/plant_design/plant_simulation.shtml (дата звернення: 07.11.2024).

38. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: *навчальний посібник*. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.

39. Методичний посібник з додержання вимог нормо контролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 55 с.