

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ
ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УОВПЦ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 132-ОПУТ-322
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Анастасія НАУМОВА
(підпис)

Керівник: ст. викладач, канд. техн. наук

Євгенія ХОДАКІВСЬКА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Катерина КРЯЧКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 60 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 4 таблиці, 43 літературних джерела.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТОБІГ, ЦИФРОВІЗАЦІЯ.

Метою роботи є удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації.

Об'єктом дослідження є процес вантажних перевезень в залізничній транспортній системі.

Методи дослідження. Достовірність отриманих результатів і висновків забезпечена обраними методами дослідження. В роботі використано емпіричні та теоретичні методи. До емпіричних віднесено: порівняння, заміри, опис, а також методи обробки даних (кількісного та якісного аналізу), а до теоретичних: аналіз; синтез; системний підхід; аналогія; формалізація та моделювання.

Одержані висновки та їх практичне значення. Практичне значення дослідження полягає у розробленні організаційно-інформаційної моделі документообігу в умовах цифровізації процесу вантажних перевезень. Запропоновані підходи базуються на формалізації взаємодії між основними учасниками перевізного процесу в цифровому середовищі автоматизованих систем управління. Запровадження моделі дозволяє мінімізувати кількість ручних дій під час оформлення перевізних документів, усунути дублювання операцій в АСК ВП УЗ-Є, а також скоротити часові затримки, пов'язані з погодженням та верифікацією даних. Це сприяє зменшенню середнього часу обробки вантажного поїзда, підвищенню достовірності інформації у накладних, зниженню частки помилок у документах та розширенню застосування електронних форм актів і супровідних матеріалів.

Модель адаптована до умов функціонування станційно-технологічних центрів і може бути масштабована для застосування в системі управління вантажними перевезеннями на мережі залізничного транспорту.

Апробацію здійснено на студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ.

ABSTRACT

This qualification thesis includes 16 presentation slides and 60 pages of explanatory text in A4 format, featuring 15 figures, 4 tables, and 43 literature sources.

Keywords: FREIGHT TRANSPORTATION, ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT, DIGITALIZATION.

Thesis Title. Improving the Organization of Freight Transportation in the Context of Digitalization.

Objective of the Study. The aim of this thesis is to improve the organization of freight transportation under the conditions of digital transformation.

Research Object. The process of freight transportation within the railway transport system.

Research Methods. The reliability of the obtained results and conclusions is ensured by the chosen research methods. The thesis employs both empirical and theoretical methods. The empirical methods include comparison, measurement, description, and data processing (quantitative and qualitative analysis). The theoretical methods include analysis, synthesis, systems approach, analogy, formalization, and modeling.

Findings and Practical Value. The practical significance of the study lies in the development of an organizational and informational model for document management within the digitalized freight transportation process. The proposed approach is based on the formalization of interactions between key participants in the transportation process within an automated control system environment. The implementation of this model reduces manual interventions during the documentation process, eliminates operational duplication in the UZ Freight Automated Control System, and shortens delays related to data coordination and verification. This contributes to a reduction in average train processing time, improved accuracy of consignment data, a decrease in documentation errors, and broader adoption of electronic forms for acts and accompanying materials.

The model is adapted to the operational conditions of station-technological centers and can be scaled for integration into the freight transportation management system across the national railway network.

The model was tested at the student scientific and technical conference of UkrSURT.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук



Тетяна БУТЬКО

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Наумовій Анастасії Сергіївні

1 Тема роботи «Удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації»

керівник Ходаківська Євгенія Володимирівна, канд. техн. наук, старший викладач затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 19 травня 2025 року №07/25.

2 Строк подання студентом роботи 13 червня 2025 р.

3 Вихідні дані до роботи Нормативні, експлуатаційні та економічні показники залізничного транспорту у сфері вантажних перевезень в період з 2019 по 2024 роки, технологія організації вантажних перевезень залізничним транспортом.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу вантажних перевезень в залізничній транспортній системі. 2 Дослідження сучасних напрямків удосконалення, рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних вантажних перевезень в залізничній транспортній системі. 3. Удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу. 1. Мета та задачі дослідження. 2. Аналіз показників залізничного транспорту 3. Прогнозування динаміки показників ефективності організації вантажних перевезень в умовах цифровізації. 4. Вирішення науково – прикладного завдання з удосконалення організації вантажних перевезень. 5 Результат дослідження впливу запропонованого комплексу мір та заходів для удосконалення вантажних перевезень. 6 Висновки. Всього креслень – 16.

6. Дата видачі завдання 26 березня 2025р.

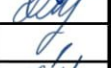
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	05.05.2025	
1 Теоретичні та нормативні основи цифровізації процесу вантажних перевезень на залізничному транспорті	17.05.2025	
2 Дослідження сучасних напрямів цифровізації та ефективності організації вантажних перевезень на залізничному транспорті	22.05.2025	
3 Удосконалення організації роботи вантажних перевезень на залізничному транспорті в умовах цифровізації	29.05.2025	
Висновки	12.06.2025	
Оформлення роботи	13.06.2025	

Студент  Анастасія НАУМОВА
Керівник  Євгенія ХОДАКІВСЬКА

Зміст

Вступ.....	8
1 Теоретичні та нормативні основи цифровізації процесу вантажних перевезень на залізничному транспорті	11
1.1 Сутність та структура процесу вантажних перевезень у системі залізничного транспорту	11
1.2 Функціональні складові організації вантажних перевезень на залізничному транспорті	13
1.3 Цифрові інструменти автоматизації процесу вантажних перевезень: сучасний стан і тенденції.....	18
1.4 Нормативне забезпечення цифровізації вантажних перевезень в АТ «Укрзалізниця».....	24
2 Дослідження сучасних напрямів цифровізації та ефективності організації вантажних перевезень на залізничному транспорті	28
2.1 Результати дослідження сучасних напрямів удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації	28
2.2 Оцінка рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації вантажних перевезень	31
2.3 Прогнозування динаміки показників ефективності організації вантажних перевезень в умовах цифровізації	36
3 Удосконалення організації роботи вантажних перевезень на залізничному транспорті в умовах цифровізації.....	42
3.1 Обґрунтування вибору методу дослідження існуючої і перспективної організації роботи вантажних перевезень на залізничному транспорті.....	42
3.2 Дослідження організаційно-інформаційної моделі документообігу у вантажних перевезеннях в умовах цифровізації.....	46

					УОВПЦ.300.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Наумова			Удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації			Літ.		Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ходаківська								6	60	
Н. Контр.		Ходаківська						УкрДУЗТ				
Затверд.		Бутько										

3.3 Результат дослідження впливу розроблених рекомендацій на очікувані показники ефективності організації документообігу в станційно-технологічному центрі	52
Висновки	58
Список використаних джерел	60

					УОВПЦ.300.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Актуальність теми. Актуальність удосконалення організації вантажних перевезень у контексті цифровізації набуває особливої важливості в умовах глобальної трансформації логістичних систем. Сучасні виклики, пов'язані зі зростанням обсягів міжнародної торгівлі, необхідністю підвищення енергоефективності транспорту, а також забезпечення надійності та прозорості перевізного процесу, обумовлюють потребу у впровадженні цифрових технологій на всіх рівнях функціонування залізничного транспорту.

Цифрова трансформація транспортної галузі охоплює широке коло рішень — від автоматизації документообігу та супровідних операцій до інтеграції інформаційних систем із митними, портовими та логістичними платформами. Особливе значення мають такі інструменти, як системи електронного документообігу (ЕДО), автоматизовані робочі місця (АРМ), сенсорні технології (IoT), цифрові двійники (Digital Twins), а також елементи штучного інтелекту для прийняття рішень у реальному часі. Усе це змінює структуру взаємодії між учасниками перевізного процесу та вимагає науково обґрунтованого підходу до розробки організаційно-інформаційних моделей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано у відповідності до Стратегії акціонерного товариства «Українська залізниця» на 2019 - 2023 роки [1], Транспортної стратегії України на період до 2030 року [2], а також основним директивним документам АТ «Українська Залізниця».

Мета дослідження. Метою роботи є удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації.

Задачі дослідження. Дослідити теоретичні та нормативно-методичні основи організації вантажної роботи на залізничному транспорті, а також проаналізувати сучасні цифрові інструменти, які використовуються для автоматизації перевізних процесів; оцінити сучасний стан впровадження цифрових технологій у сфері вантажних перевезень, визначити їх вплив на ключові організаційно-технологічні показники та сформулювати прогноз ефективності цифрового документообігу на залізничному транспорті; розробити організаційно-інформаційну модель цифрового документообігу із застосуванням методів математичного моделювання,

дослідити її вплив на показники ефективності перевізного процесу та обґрунтувати можливість масштабування запропонованих рішень.

Об'єкт дослідження. Процес вантажних перевезень в залізничній транспортній системі.

Предмет дослідження. Документообіг у вантажних перевезеннях в умовах цифровізації.

Методи дослідження. Достовірність отриманих результатів і висновків забезпечена обраними методами дослідження. В роботі використано емпіричні та теоретичні методи. До емпіричних віднесено: порівняння, заміри, опис, а також методи обробки даних (кількісного та якісного аналізу), а до теоретичних: аналіз; синтез; системний підхід; аналогія; формалізація та моделювання.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення дослідження полягає у розробленні організаційно-інформаційної моделі документообігу в умовах цифровізації процесу вантажних перевезень. Запропоновані підходи базуються на формалізації взаємодії між основними учасниками перевізного процесу в цифровому середовищі автоматизованих систем управління.

Запровадження моделі дозволяє мінімізувати кількість ручних дій під час оформлення перевізних документів, усунути дублювання операцій в АСК ВП УЗ-Є, а також скоротити часові затримки, пов'язані з погодженням та верифікацією даних. Це сприяє зменшенню середнього часу обробки вантажного поїзда, підвищенню достовірності інформації у накладних, зниженню частки помилок у документах та розширенню застосування електронних форм актів і супровідних матеріалів.

Модель адаптована до умов функціонування станційно-технологічних центрів і може бути масштабована для застосування в системі управління вантажними перевезеннями на мережі залізничного транспорту.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі текст, алгоритми, методики проведення аналізу, досліджень, визначення певних характеристик, параметрів та вихідних даних,

розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1 - 43], наведених у списку використаних джерел, а також інформація, отримана в результаті консультування з керівником роботи, науковими, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, яка є неопублікованими авторськими напрацюваннями (найсучасніша інформація дослідницького, інноваційного характеру), дозволеними для використання автору цієї роботи виключно при виконанні тільки цієї дипломної роботи.

Висновки

В роботі вирішено завдання підвищення ефективності організації вантажних перевезень за рахунок удосконалення процесів документообігу з використанням цифрових технологій. Для цього послідовно виконано поставлені задачі, а саме:

Проведено аналіз теоретичних і нормативних основ організації вантажних перевезень на залізничному транспорті, а також сучасного стану цифровізації процесів документообігу. Встановлено, що завершальний етап перевізного процесу, пов'язаний з обробкою вантажного поїзда на станції призначення, залишається одним із найбільш вразливих до затримок та помилок унаслідок недостатнього рівня автоматизації.

Визначено ключові фактори, що впливають на ефективність процесу: фрагментарне використання автоматизованих систем, обмежені можливості паралельного виконання технологічних операцій, недостатній рівень інтеграції АРМ із корпоративними інформаційними системами.

Обґрунтовано доцільність застосування мереж Петрі для моделювання завершального етапу перевізного процесу. Розроблено організаційно-інформаційну модель, яка дозволяє аналізувати вплив різних сценаріїв ресурсного забезпечення та рівня цифрового охоплення на результати діяльності станційного технологічного центру.

Проведено розрахунок інтегральної ефективності організації документообігу. За результатами моделювання встановлено зменшення середнього часу оформлення накладної з 17,4 до 6,2 хвилин, часу завершальної обробки поїзда — з 49 до 28 хвилин, скорочення частки помилок у перевізній документації — з 3,1 % до 0,7 %, зниження кількості ручних операцій з 11 до 3 одиниць, підвищення рівня цифрового охоплення до 88 %.

Інтегральний коефіцієнт ефективності зріс у 3,9 рази (з 0,00584 до 0,02322), що підтверджує доцільність упровадження запропонованої організаційно-інформаційної моделі. Найбільший внесок у підвищення ефективності забезпечено за рахунок зростання рівня цифрового охоплення та скорочення часу оформлення документації.

Результати дослідження підтверджують ефективність використання моделей на основі мереж Петрі для оптимізації процесів організації вантажних перевезень у цифровому середовищі залізничного транспорту. Запропонований підхід може бути використаний для подальшого вдосконалення організації роботи вантажних станцій та підвищення ефективності управління перевізним процесом на мережі залізниць України.

- 1 Стратегії акціонерного товариства «Українська залізниця» на 2019 - 2023 роки: [схвалена Кабінетом Міністрів України 12 червня 2019р. №591-р]. URL: <https://zbk.org.ua/wp-content/uploads/2019/09/Стратегія-4-Typography.pdf>. (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 2 Транспортна стратегія України на період до 2030 року: [схвалена Кабінетом Міністрів України 30 травня 2018 р. № 430-р]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku>. (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 3 Каличева Н. Є., Масан В. В., Тупікіна К. О. Підходи до забезпечення цифрового розвитку залізничного транспорту // Проблеми сучасних трансформацій. Серія: Економіка та управління. – 2022. – № 5. – С. 26–32. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2022-5-04-03> (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 4 Кириченко Г. І., Бердниченко Ю. А. Складові інформаційно-керуючих систем перевізного процесу вантажних перевезень залізничного транспорту // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2021. – № 3. – С. 12–17. DOI: <https://doi.org/10.18664/iksz.v26i3.240455> (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 5 Овчарук І. В., Боклаг Є. В. Інформаційні системи на залізничному транспорті: розвиток та перспективи // Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері та бізнесі. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 170–171. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-796x.3.2.2020.220594> (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 6 Бєч Я. П., Бєч П. В., Лашков О. В., Кузьменко А. І. Методи застосування автоматизованої системи управління для оперативного планування вантажної роботи залізничного полігону // Transport. – 2024. – № 1. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.2/22> (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 7 Автоматизація комерційної роботи «Укрзалізниці»: як працює електронний документообіг через систему «Клієнт УЗ» [Електронний ресурс]. – Rail.insider. – 2019. URL: <https://rail.insider> (дата звернення: 08. 05. 2025).
- 8 АТ «Укрзалізниця». Електронний документообіг: нормативна база та інструкції користувача [Електронний ресурс]. URL:

https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/ (дата звернення: 10.05.2025).

9 Про залізничний транспорт: Закон України від 4 липня 1996 р. № 273/96-ВР [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-вр> (дата звернення: 10.05.2025).

10 Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навч. посіб. – Харків: Компанія СМІТ, 2011. – 118 с.

11 Короненко О. Г. Проектування мережевих АСУП для вантажних перевезень [Електронний ресурс]. – CyberLeninka. – 2021. URL: <https://cyberleninka.org> (дата звернення: 10.05.2025).

12 Правила технічної експлуатації залізниць України: Наказ Мінітрансу України № 411 від 20.12.1996 (зі змінами і доповненнями). – К.: ТОВ «Інфотех», 2021. – 286 с.

13 Цифрова автоматизація сигналізації та СЦБ [Електронний ресурс]. – Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Цифрова_автоматизація_сигналізації (дата звернення: 10.05.2025).

14 Огляд розвитку мережевих АСУП залізничних вантажних перевезень України [Електронний ресурс]. – CyberLeninka. URL: <https://cyberleninka.org> (дата звернення: 10.05.2025).

15 Організація мікропроцесорного моніторингу інфраструктури УЗ [Електронний ресурс]. – OSJD Documentation. URL: <https://osjd.org> (дата звернення: 10.05.2025).

16 Стрелко О., Кириченко Г., Бердниченко Ю. Контейнерні перевезення УЗ: потенціал та цифрові рішення [Електронний ресурс]. – ResearchGate. – 2019. URL: <https://www.researchgate.net> (дата звернення: 10.05.2025).

17 АСУ ГП УЗ-Е: структура, запуск, функції [Електронний ресурс]. – Wikipedia (рос.). URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/АСУ_ГП_УЗ-Е (дата звернення: 10.05.2025).

18 Щеглов В. Р., Морозова О. І. Методи та технології розроблення цифрових двійників для надійних систем Industrial Internet // Системи управління, навігації та

- зв'язку. – 2022. – № 4. – С. 127–136. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.4.127> (дата звернення: 10.05.2025).
- 19 Лаврухін О. В., Вернигора Р. В., Шевченко В. І. та ін. Моніторинг перевезень небезпечних вантажів залізничним транспортом // Український журнал експериментальної та прикладної фізики. – 2020. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205862> (дата звернення: 14.05.2025).
- 20 Овчиннікова В. О., Торопова В. І. Розвиток підприємств залізничного транспорту в умовах цифровізації // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2019. – № 68. – С. 95–102.
- 21 Система обліку пального та контролю майна на ПЗЗ [Електронний ресурс]. – Rail.insider. – 2021. URL: <https://rail.insider> (дата звернення: 14.05.2025).
- 22 Євроінтеграція у транспортній сфері: проблеми та перспективи [Електронний ресурс]. – Lading.ua. URL: <https://lading.ua> (дата звернення: 14.05.2025).
- 23 Цифрові двійники — новий рівень розвитку ланцюгів постачання [Електронний ресурс]. – Logist.fm. URL: <https://logist.fm> (дата звернення: 14.05.2025).
- 24 Sensors4Rail: цифровий двійник залізниць (DB & NVIDIA) [Електронний ресурс]. – Railway Supply. – 2022. URL: <https://www.railway.supply> (дата звернення: 14.05.2025).
- 25 Зелена книга: Залізничні вантажні перевезення / BRDO. – 2024. URL: <https://brdo.com.ua> (дата звернення: 14.05.2025).
- 26 Правила перевезення небезпечних вантажів: офіційний норматив УЗ (станом на 01.09.2017). – Київ: Укрзалізниця, 2017. – 210 с.
- 27 Дейнека О. О. Цифрові технології в транспортній логістиці: підходи до інтеграції // Логістика: теорія і практика. – 2021. – № 3. – С. 18–25.
- 28 International Union of Railways (UIC). Rail Transport Digitalisation Strategy 2022 [Електронний ресурс]. URL: https://uic.org/IMG/pdf/digitalisation_strategy_uic_2022.pdf (дата звернення: 17.05.2025).

- 29 Prashanth M. IoT Applications in Freight Transportation: A Review // Journal of Intelligent Transportation Systems. – 2022. – Vol. 26(2). – P. 150–163. DOI: <https://doi.org/10.1080/15472450.2022.2049856> (дата звернення: 17.05.2025).
- 30 Sarp U., Mertkan T. Digital Twins in Railway Logistics: Architecture and Optimization Scenarios // Transport Reviews. – 2023. – Vol. 43(1). – P. 47–61. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2126824> (дата звернення: 17.05.2025).
- 31 АТ «Укрзалізниця». АСК ВП УЗ-Є: автоматизована система комерційних перевезень [Електронний ресурс]. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/information_systems/ask_vp/ (дата звернення: 17.05.2025).
- 32 European Commission. Technical Specifications for Interoperability – Telematics Applications for Freight (TAF TSI) [Електронний ресурс]. URL: https://transport.ec.europa.eu/taf-tsi_en (дата звернення: 17.05.2025).
- 33 Rail-Flow GmbH. AI-Powered Yard Management [Електронний ресурс]. URL: <https://www.rail-flow.com/solutions/yard-ai> (дата звернення: 17.05.2025).
- 34 Pool A. Predictive Maintenance using Digital Twin Models in Railways // European Transport Research Review. – 2020. – Vol. 12(3). – P. 42–50. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00424-1> (дата звернення: 22.05.2025).
- 35 ДП «Інформаційно-обчислювальний центр УЗ». Електронні накладні в системі вантажних перевезень [Електронний ресурс]. URL: <https://ioc.uz.gov.ua/edocs> (дата звернення: 22.05.2025).
- 36 Міністерство інфраструктури України. Про внесення змін до Правил перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом: наказ № 180 від 08.06.2011 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0180-09> (дата звернення: 22.05.2025).
- 37 Гончар С. С., Пітель О. І. Цифрові двійники в управлінні технічним станом рухомого складу // Вісник ДНУЗТ. – 2022. – № 49. – С. 67–73.
- 38 Siemens Mobility. Digital Twin Technology for Rolling Stock Lifecycle [Електронний ресурс]. URL: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail/rolling-stock/digital-twin.html> (дата звернення: 22.05.2025).

- 39 5GRAIL Project. 5G Technologies for Future Railway Mobile Communication System [Електронний ресурс]. URL: <https://5grail.eu/> (дата звернення: 27.05.2025).
- 40 Kolesnyk V. Integration of API Platforms in Freight Transport Logistics // Transport and Telecommunication. – 2021. – Vol. 22(4). – P. 305–312. DOI: <https://doi.org/10.2478/ttj-2021-0023> (дата звернення: 27.05.2025).
- 41 Meidell A. Blockchain Applications in Intermodal Transport Chains // Journal of Transport and Supply Chain Management. – 2020. – Vol. 14(1). – P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.4102/jtscm.v14i0.520> (дата звернення: 27.05.2025).
- 42 Європейське агентство залізничного транспорту. Стандарти eFTI та TAF TSI: гармонізація цифрового документообігу [Електронний ресурс]. URL: <https://www.era.europa.eu/> (дата звернення: 27.05.2025).
- 43 Мельник Т. С. Удосконалення організації вантажних перевезень в умовах цифровізації : кваліфікаційна робота бакалавра / Т. С. Мельник ; Державний університет інфраструктури та технологій. – Київ, 2021. – 77 с. – URL: <https://files.duit.edu.ua/uploads/fuzt/qualification-works/2021/275-02/melnyk-t-s.pdf> (дата звернення: 27.05.2025).