

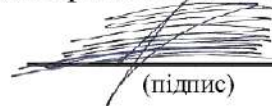
Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ
Х-О В УМОВАХ РИЗИКІВ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УФЗНУ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив здбувач групи 132-ОПУТ-Д22
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



(підпис)

Данило СОЛТИК

(ім'я та прізвище)

Керівник: професор, д-р техн наук

Тетяна БУТЬКО

(ім'я та прізвище)

Рецензент: професор, д-р техн. наук

Олександр ОГАР

(ім'я та прізвище)

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук


Тетяна БУТЬКО
«15» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
Солтику Данилу Сергійовичу**

1.Тема роботи «УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ Х-О В УМОВАХ РИЗИКІВ»

Керівник Бутко Тетяна Василівна, Завідувач кафедри, професор, д-р техн. наук
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 12.05.2025 №06/25

2.Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: технологія роботи регіонального центру управління рухом, статистичні данні щодо динаміки поїздів на напрямку Х-О

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки вступ; аналіз наукових досліджень і публікацій щодо ризик-орієнтованих технологій; аналіз технології роботи регіонального центру управління рухом поїздів; дослідження основних техніко-експлуатаційних показників функціонування напрямку Х-О; модель вибору

альтернативного маршруту поїздів на напрямку Х-О в умовах ризиків; формування структури розподілених СППР при управлінні процесом просування поїздів на напрямку.

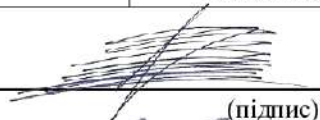
5 Перелік графічного матеріалу: тема бакалаврської кваліфікаційної роботи; мета і задача дослідження, практична значущість; схема порядок повідомлення про транспортні події на регіональних філіях; схема оповіщення про виникнення аварійної ситуації з небезпечними вантажами; схема оповіщення про пожежу у рухомому складі залізничного транспорту; динаміка розподілу кількості поїздів пропущених на напрямку Х-О за 2023 рік; схема залізничного сполучення Х-О; математична модель; зважена матриця суміжності графа на напрямку Х-О; Схема надходження інформації про руйнування залізничної інфраструктури; висновки.

6 Дата видачі завдання 15 травня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз наукових досліджень і публікацій щодо ризик-орієнтованих транспортних технологій	22.05.2025	виконано
2. Аналіз технології роботи регіонального центру управління рухом поїздів	28.05.2025	виконано
3. Дослідження основних техніко-експлуатаційних показників функціонування напрямку Х-О	04.06.2025	виконано
4. Модель вибору альтернативного маршруту поїздів на напрямку Х-О в умовах ризиків	07.06.2025	виконано
5. Формування структури розподілених СППР при управлінні процесом просування поїздів на напрямку	09.06.2025	виконано
Висновки	11.06.2025	виконано
Оформлення роботи	12.06.2025	виконано

Здобувач


(підпис)

Данило СОЛТИК
(ім'я та прізвище)

Керівник


(підпис)

Тетяна БУТЬКО
(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 41 аркуш пояснювальної записки формату А4 , що включає 7 рисунків , 2 таблиці , 11 літературних джерел.

Ключові слова: ВАНТАЖНІ ЗАЛІЗНИЧНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ НАПРЯМОК ,РИЗИК-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ , ПРОЦЕДУРА НАДАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО МАРШРУТУ, ТЕОРІЯ ГРАФІВ, РОЗПОДІЛЕНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.

Об'єктом дослідження є формування процедури надання оптимального альтернативного маршруту вантажним поїздам на напрямку перевезень Х-О.

Метою дослідження є підвищення надійності функціонування напрямку залізничних перевезень в умовах можливого руйнування інфраструктури шляхом надання в автоматизованому режимі оптимального альтернативного маршруту перевезень вантажним поїздам.

Роботу присвячено питанням управління рухом вантажних поїздів на напрямку перевезень на основі ризик-орієнтованих технологій в умовах можливого руйнування залізничної інфраструктури під час воєнних дій.

В роботі запропоновано автоматизовану процедуру надання оптимального альтернативного маршруту для перевезень, які вже відбуваються. Для формалізації цього процесу обрано оптимізаційну математичну модель з використанням теорії графів. Цільова функція моделі представляє мінімальне значення суми експлуатаційних витрат при просуванні вантажного потяга альтернативним маршрутом у порівнянні із штатним графіковим перевезенням.

Автоматизовану процедуру надання оптимального альтернативного маршруту вантажним поїздам на напрямку перевезень запропоновано інтегрувати до складу задач інформаційно-керуючої системи. АСКВП-УЗ-Є на АРМи відповідного оперативного і диспетчерського персоналу.

ABSTRACT

This qualification work includes:

Keywords: RAILWAY FREIGHT TRANSPORTATION, RAILWAY DIRECTION, RISK-ORIENTED TECHNOLOGIES, PROCEDURE FOR PROVIDING AN OPTIMAL ALTERNATIVE ROUTE, GRAPH THEORY, DISTRIBUTED DECISION SUPPORT SYSTEM.

The object of the study is the formation of a procedure for providing an optimal alternative route on the X-O transportation direction.

The purpose of the study is to increase the reliability of the functioning of the railway transportation direction in conditions of possible infrastructure destruction by providing an optimal alternative transportation route to freight trains in an automated mode.

The work is devoted to the issues of managing the movement of freight trains in the direction of transportation based on risk-oriented technologies in conditions of possible destruction of the railway infrastructure during hostilities. The work proposes an automated procedure for providing an optimal alternative route for transportations that are already taking place. To formalize this process, an optimization mathematical model using graph theory is selected.

The objective function of the model represents the minimum value of the amount of operating costs when moving a freight train along an alternative route in comparison with regular scheduled transportation. It is proposed to integrate the automated procedure for providing an optimal alternative route for freight trains in the direction of transportation into the tasks of the information management system. ASKVP-UZ-E on the ARMs of the relevant operational and dispatching personnel.

Зміст

Вступ	8
1. Аналіз наукових досліджень і публікацій щодо ризик-орієнтованих транспортних технологій	9
1.1 Ризики, їх визначення та вплив безпеки руху поїздів	9
1.2 Чинники ризику та стратегії їх мінімізації на залізничному транспорті	11
1.3 Технології автоматизації та безпеки руху на залізницях Європи	15
2. Аналіз технології роботи регіонального центру управління рухом поїздів	19
3. Дослідження основних техніко-експлуатаційних показників функціонування напрямку Х-О	27
4. Модель вибору альтернативного маршруту поїздів на напрямку Х-О в умовах ризиків	29
5. Формування структури розподілених СППР при управлінні процесом просування поїздів на напрямку	34
Висновки	40
Список використаних джерел	41

					УФЗНУ.300.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення функціонування залізничного напрямку Х-О в умовах ризиків	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Солтик			09.06				
Перевір.	Бутько			09.06				42
Н. контр.	Малахова			09.06		УкрДУЗТ		
Затв.	Бутько			09.06				

Вступ

Актуальність. В теперішній час воєнного стану в Україні основним стратегічним перевізником вантажів і пасажирів залишається залізничний транспорт. Процес функціонування залізничної транспортної системи супроводжується ризиками виникнення різних транспортних подій, зокрема руйнуванням залізничної транспортної інфраструктури. Одним із основних напрямків підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку вантажних перевезень забезпечення надійності функціонування залізничної транспортної системи. При цьому, надійність розуміється в контексті: збереження вантажу і навколишнього середовища під час перевезення, а також дотримання умов щодо визначеного строку доставки. Виходячи із вищенаведеного, в процесі операційної діяльності персоналу на залізничному транспорті доцільно спиратися на ризик-орієнтовані транспортні технології.

Можливість надання оптимального альтернативного маршруту вантажним поїздам на напрямках перевезень у випадках руйнування залізничної інфраструктури в автоматизованому режимі забезпечує таку якість системи як гнучкість. Як відомо із теорії систем, гнучкість корелюється із живучістю системи, а підвищення живучості підвищує рівень надійності функціонування системи, що сприяє підвищенню її конкурентоспроможності. Виходячи із вищенаведеного тема представленої бакалаврської роботи є своєчасною і актуальною.

Мета і завдання бакалаврської роботи

Мета: Підвищення надійності функціонування напрямку залізничних перевезень в умовах можливого руйнування інфраструктури шляхом надання в автоматизованому режимі оптимального альтернативного маршруту перевезень вантажним поїздам.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити *наступні завдання:*

- проаналізувати наукові дослідження і публікації щодо ризик-

орієнтованих транспортних технологій

- проаналізувати технології роботи регіонального центру управління управління рухом поїздів;
- дослідити основні техніко-експлуатаційних показників функціонування напрямку Х-О;
- дослідження моделі вибору альтернативного маршруту поїздів на напрямку Х-О в умовах ризиків;
- сформулювати структури розподілених СППР при управління процесом просування поїздів на напрямку.

Об'єкт дослідження: Формування процедури надання оптимального альтернативного маршруту на напрямку перевезень Х-О

Предмет дослідження: залізничний напрямок перевезень

Практична значущість: Автоматизовану процедуру надання оптимального альтернативного маршруту вантажним поїздам на напрямку перевезень запропоновано інтегрувати до інформаційно-керуючої системи АСКВП УЗ-Є на АРМи відповідного оперативного і диспетчерського персоналу.

Висновки

Відповідно до теми і мети бакалаврської кваліфікаційної роботи проведено ґрунтовний аналіз наукових досліджень і публікацій щодо використання ризик-орієнтованих технологій при управлінні залізничною транспортною системою.

З метою підвищення надійності і безпеки процесу просування вантажних поїздів на напрямку перевезень в умовах можливого руйнування залізничної інфраструктури обрано оптимізаційну математичну модель вибору альтернативного маршруту їх прямування.

Проаналізовано технологію роботи регіонального центру управління рухом поїздів та розглянуто схеми оповіщення при виникненні небезпечних ситуацій.

Для напрямку Х-О проведено дослідження кількості пропущених поїздів у динаміці по місяцях 2023 р. з визначенням основних показників: середнє значення $N = 138$ поїздів , середнє квадратичне відхилення $G \approx 7$ поїздів , коефіцієнт нерівномірності $K_n = 1,23$, що підтверджує існування впливу сезонного фактору на обсяги перевезень.

В роботі проаналізовано топологію напрямку Х-О , яку представлено у вигляді зваженої матриці суміжності розміром 53×53 , де 53 – кількість вершин графу (станцій). Вага ребра графу напрямку Х-О подана у вигляді кортежу – довжина дільниці , наявність електрифікації. Критерієм вибору оптимального альтернативного маршруту є мінімальне перевищення експлуатаційних витрат у порівнянні з експлуатаційними витратами на штатне графікове перевезення.

До системи обмежень моделі додане обмеження на максимальну масу вантажних поїздів по кожній дільниці.

Запропоновану процедуру надання альтернативного маршруту у вигляді програмного продукту рекомендовано інтегрувати до АСК-ВП-УЗЄ на АРМи оперативного і диспетчерського персоналу.

Список використаних джерел

- 1.Кульова Д. О., Кравець А. Л., Киман А. М. Ризик-орієнтовані технології перевезень: Конспект лекцій. Частина 1. Харків: Український державний університет залізничного транспорту, факультет управління процесами перевезень, кафедра управління вантажною і комерційною роботою, 2023.
- 2.Буцько Т. В., Пархоменко Л. О., Артемов Є. М., Лагно О. С. Методи організації вантажних залізничних перевезень на основі ризик-орієнтованих технологій. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал*. 2023. № 4. 2023 р. С. 38-45
- 3.Буцько Т. В., Пархоменко Л. О., Тарасов К. О., Гайдук Д. А. Формалізація процедури надання альтернативного маршруту швидкісним пасажирським поїздам на основі ризик-менеджменту. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал* 2023. №1. С.31-37.
- 4.Самсонкін В. М., Юрченко О. Г., Круглик С. Ю. Впровадження системи ERTMS/ETCS в умовах залізниць України. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал*.2023. №4. С.20-27.
- 5.Warren Kaiser, Stein Nielson (14 березня 2008). The Core of ATP – Data Engineering. IRSE Technical Meeting "All About ATP" Sydney. Архів оригіналу за 29 квітня 2013. Процитовано 5 червня 2017. [Архівовано 2013-04-29 у Wayback Machine.]
6. Чехунов Д.М. Формування моделі оцінки ризиків на сортувальній станції при оперуванні вагонами з небезпечними вантажами із використанням математичних апаратів нечіткої логіки та байесових мереж. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал*. 2018. №1 С. 35-41
7. Формування моделі оцінки ризиків на сортувальній станції при оперуванні вагонами з небезпечними вантажами із застосуванням сучасних математичних апаратів / Т.В. Буцько, В.М. Прохоров, Д.М.Чехунов, С.А. Гуровий *Матеріали міжнародної науково-технічної конференції (14-16 травня 2018р.,м.Харків).*Частина 1. УкрДУЗТ. 2018. С.165-166.

- 8.Буцько Т.В., Прохорченко А.В., Музикіна С.І. Формування моделі оперативного управління процесом просування вагонів з небезпечними вантажами в підсистемі «технічна станція-прилегла дільниця» на базі нечіткої ситуаційної мережі. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал*. 2012. Вип.3. С.3-8
- 9.Буцько Т. В., Прохоров В.М., Чехунов Д. М. Формалізація технології переробки вагонопотоків із небезпечними вантажами на сортувальній станції на основі експозиції ризику. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Науково-технічний журнал*. 2018. №2 С. 18-22
10. Буцько Т.В., Шумик Д.В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: Конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 85 с.
11. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: *Тези XII Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 12-13 грудня 2018 р.)*. – Д .: ДНУЗТ, 2018. – 186 с.