

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра інженерії вагонів та якості продукції

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ У ВАГОНАХ ПАСАЖИРСЬКИХ
ПОЇЗДІВ НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ
ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ.

Пояснювальна записка і розрахунки
До кваліфікаційної роботи магістра

МКР 00375. 04. 00 ПЗ

Розробив здобувач групи 213-ВВГ-23
спеціальності 273 "Залізничний транспорт"
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



О.І. Колотило

Керівник:

доцент, канд.техн. наук
В. В. Бондаренко

Рецензент:

професор, д-р. техн. наук
І. Е. Мартинов

Харків – 2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 108 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 36 рисунків, 13 таблиць, 21 літературне джерело.

Ключові слова: ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, ПАСАЖИРСЬКІ ВАГОНИ, СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ, СЕНСОРІ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ, СИГАРЕТНИЙ ДИМ, ДАТЧИКИ CCS811, ЛЕТКІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ (ЛОР), ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, УДОСКОНАЛЕННЯ, ОПТИМАЛЬНЕ РОЗТАШУВАННЯ, ПОЖЕЖНІ РИЗИКИ.

Об'єктом дослідження є забезпечення пожежної безпеки у вагонах пасажирських поїздів.

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення рівня пожежної безпеки у вагонах пасажирських поїздів шляхом удосконалення системи автоматичної пожежної сигналізації з використанням сенсорів якості повітря та сигаретного диму.

У кваліфікаційній роботі запропоновано вдосконалення системи автоматичної пожежної сигналізації у вагонах, зокрема впровадження сучасних сенсорів якості повітря та сигаретного диму, що є надзвичайно актуальною темою наукового дослідження.

Розроблений спосіб контролю додаткових параметрів якості повітря у купе (салоні) пасажирського вагона на основі удосконалення автоматичної пожежної сигналізації з використанням сенсорів якості повітря та сигаретного диму. Дані сенсори доповнюють традиційні теплові та димові датчики, підвищуючи чутливість та точність системи пожежної сигналізації, що дозволяє здійснювати своєчасне виявлення та запобігання пожежам у вагонах пасажирських поїздів.

Отримано залежності точності виявлення ЛОР за допомогою датчиків CCS811, які враховують час на "прогрів" датчиків, що підвищує стабільність вихідних характеристик.

Визначено, перспективні напрямки застосування датчиків CCS811 у системах пожежної безпеки залізничного транспорту.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 108 sheets of explanatory notes in A4 format, including 36 figures, 13 tables, 21 references.

Keywords: FIRE SAFETY, PASSENGER CARS, AUTOMATIC FIRE ALARM SYSTEM, AIR QUALITY SENSORS, CIGARETTE SMOKE, CCS811 SENSORS, VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs), ELECTRICAL EQUIPMENT, IMPROVEMENT, OPTIMAL LOCATION, FIRE RISKS,

The object of the study is ensuring fire safety in passenger train cars.

The purpose of this master's qualification work is to increase the level of fire safety in passenger train cars by improving the automatic fire alarm system using air quality and cigarette smoke sensors.

The qualification work proposes to improve the automatic fire alarm system in cars, in particular, the introduction of modern air quality and cigarette smoke sensors, which is an extremely relevant topic of scientific research.

A method for monitoring additional air quality parameters in the compartment (salon) of a passenger car has been developed based on improving the automatic fire alarm system using air quality and cigarette smoke sensors. These sensors complement traditional heat and smoke sensors, increasing the sensitivity and accuracy of the fire alarm system, which allows for timely detection and prevention of fires in passenger train cars.

Dependences on the accuracy of VOC detection using CCS811 sensors have been obtained, which take into account the time for the sensors to "warm up", which increases the stability of the output characteristics.

Promising directions for the application of CCS811 sensors in railway transport fire safety systems have been identified.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз технічного стану, стану безпеки на залізничному транспорті	11
1.1 Аналіз причин виникнення пожеж на залізничному транспорті та статистика пожеж	11
1.2 Аналіз причин виникнення пожеж на залізничному транспорті та статистика пожеж	17
2 Електрообладнання пасажирських вагонів серії 61-779 та його розрахунок	26
2.1 Визначення потужності електродвигунів пасажирського вагона	26
2.2 Визначення потужності електричних пристроїв опалення	33
2.3 Визначення потужності освітлювального навантаження пасажирського вагона	37
2.4 Визначення потужності джерела електроенергії пасажирського вагона	42
2.5 Вибір комутаційної апаратури пасажирського вагона	43
2.6 Розподільні щити комплексів електрообладнання пасажирських вагонів	45
3 Методи та засоби забезпечення пожежної безпеки у пасажирських вагонах	54
3.1 Розвиток пожежних поїздів АТ «Укрзалізниця» та сфера їх використання	54
3.2 Причини виникнення пожеж у вагонах пасажирських поїздів	58
3.3 Оснащеність пасажирських вагонів засобами пожежогасіння та індивідуального захисту	60
3.4 Методика оцінки пожежних ризиків на залізничному транспорті	73

					МКР. 00375. 04. 00 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Забезпечення пожежної безпеки у вагонах пасажирських поїздів на основі удосконалення системи автоматичної пожежної сигналізації			Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.	Колотило										5	108
Перевір.	Бондаренко							УкрДУЗТ				
Реценз.	Мартинов											
Н. контр.	Петухов											
Затв.	Мартинов											

4 Системи автоматичної пожежної сигналізації пасажирських вагонів	77
5 Впровадження нових сенсорів з поліпшеними чутливими характеристиками	85
6 Розрахунок економічного ефекту від впровадження датчиків CCS811 у пасажирських вагонах	98
6.1 Коротка характеристика запропонованого заходу	98
6.2 Методика розрахунку економічного ефекту	99
Висновки	104
Список використаних джерел	106

Список використаних джерел

1. Звіт про роботу Укрзалізниці за 2023 рік. URL: https://www.uz.gov.ua/files/report_2023.pdf (дата звернення: 28.12.2024).
2. Державна служба України з безпеки на транспорті. Аналіз стану безпеки руху на залізничному транспорті України за 2023 рік. Київ, 2024.
3. Прохорченко Г. О., Іскра О. Л., Бердичевська Т. М. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізничному транспорті України в умовах пандемії COVID-19. Інтелектуальні транспортні технології: тези доп. 2-ої міжнарод. наук.-техн. конф. (Харків, 27-29 квіт. 2021 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2021. С. 38-40.
4. Статистичний збірник "Транспорт України 2023". Київ: Державна служба статистики України, 2024.
5. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті: затв. наказом Міністерства інфраструктури України від 02.06.2017 р. № 234.
6. Річний звіт АТ "Укрзалізниця" 2019. URL: https://portal.uz.gov.ua/uploads/2020/12/report_2019.pdf (дата звернення: 28.12.2024).
7. Про затвердження Правил технічної експлуатації залізничного транспорту промислових підприємств. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0237-10> (дата звернення: 28.12.2024).
8. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями: Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 № 368. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/368-2004> (дата звернення: 28.12.2024).
9. Інтегрований звіт АТ "Укрзалізниця" за 2020 рік. URL: <https://portal.uz.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/ukr-int-zvit-2020.pdf> (дата звернення: 28.12.2024).

10. Лапін П. В. Забезпечення економічної безпеки підприємств залізничного транспорту на основі управління пожежними ризиками: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.03. Дніпро, 2019. 20 с.
11. Бондаренко В. В., Обуховський В. В., Шатаєв В. М. Електричне обладнання вагонів: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2014. 193 с.
12. НПП "ХАРТРОН-ЭКСПРЕСС ЛТД". URL: <https://www.hartron-express.com.ua/ru/page/shr> (дата звернення: 28.12.2024).
13. Лапін П. В. Забезпечення економічної безпеки підприємств залізничного транспорту на основі управління пожежними ризиками: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Дніпро, 2019. 207 с.
14. Мартинов І. Е., Бондаренко В. В., Ловська А. О. Забезпечення пожежної безпеки у вагонах пасажирських поїздів: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2022. 119 с.
15. Лапін П. В. Методологія оцінювання пожежних ризиків на залізничному транспорті. Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. 2019. № 33. С. 115-124.
16. Пожежно-охоронна сигналізація / НПП "ХАРТРОН-ЭКСПРЕСС ЛТД". URL: <https://www.hartron-express.com.ua/ru/page/fire-alarm> (дата звернення: 28.12.2024).
17. Датчик якості повітря в приміщеннях CCS811. URL: <https://arduino.ua/prod2885-datchik-kachestva-vozdyha-v-pomeshheniyah-na-ccs811-ot-sparkfun> (дата звернення: 28.12.2024).
18. CCS811 Programming and Interfacing Guide.
19. CCS811 Ultra-Low Power Digital Gas Sensor for Monitoring Indoor Air Quality.
20. Симуляція в Proteus. URL: <https://www.labcenter.com> (дата звернення: 28.12.2024).
21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Автоматизація вагонобудівного та вагоноремонтного виробництва і мікропроцесорні системи керування" / укладач В. В. Бондаренко ; кафедра інженерії вагонів та якості продукції. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 60 с.