

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДИСПЕТЧЕРІВ НА
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ПЕРДЗ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 102-ОПУТ-Д21
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)



Олександр ГОРКУН

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Світлана ПРОДАЩУК

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Олена МАЛАХОВА

2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 18 слайдів презентації, 92 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 17 рисунків, 8 таблиць, 37 літературних джерел.

Ключові слова: МЕТОДИ ВВЕДЕННЯ КОМАНД НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ, РАДІАЛЬНЕ МЕНЮ, КОМАНДНЕ МЕНЮ, ГОЛОСОВЕ УПРАВЛІННЯ, РОСПІЗНАВАННЯ ЖЕСТІВ,

Об'єктом дослідження є робота диспетчерів на залізничному транспорті

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи диспетчерів при використанні АРМ для зменшення професійної втоми, збільшення швидкості надання команд та підвищення безпеки руху під час набору маршрутів

У кваліфікаційній роботі запропонована реалізація введення альтернативних методів введення команд на АРМ диспетчерів залізничного транспорту

Розроблені альтернативні меню та методи реалізації альтернативних видів введення команд.

Порівняно альтернативні методи введення команд за допомогою використання статистичних даних. Створено порівняльні таблиці за швидкістю та відносною кількістю помилок. Створено оціночну таблицю для порівняння різних видів введення команд диспетчерами.

Визначено, що деякі альтернативні методи введення є значно кращими за ті що використовуються на залізничному транспорті в даний час.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 92 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 17 figures, 8 tables, and 37 literature references.

Keywords: ALTERNATIVE INPUT METHODS, OLTAG CONTROL, AUTOMATIC CONTROL SYSTEM, PULSE-WIDTH MODULATION, PULSE CONTROL.

The object of the study is the job of dispatchers on railway transport.

The purpose of the research is to improve of railway transport dispatcher work effectiveness while working with automated workplace to lower the work fatigue, to improve the speed and safety of creating a route

The alternative menus and alternative input methods creation methods were developed

The alternative input method were compared with the use of statistical data, the comparative tables were created for better comparing the speed and the accuracy of different input methods, the evaluation table was created. It was determined that some of the alternative methods are much better that those currently in use on the railway transport.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
канд. техн. наук, доцент



Антон КОВАЛЬОВ

"12" травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Олександр ГОРКУНУ

1 Тема роботи "Підвищення ефективності роботи диспетчерів на залізничному транспорті"

керівник Світлана ПРОДАЩУК, канд. техн. наук, доцент

затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 12 травня 2025 року № 06/25.

2 Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 року.

3 Вихідні дані до роботи а) технологія роботи диспетчерів при русі поїздів по станції, б) альтернативні методи введення команд у системах АРМ диспетчера, в) статистичні дані часу введення команд при різних способах введення, г) типові рішення для введення команд у системах АРМ

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналіз існуючого стану роботи диспетчерів на залізницях України та за кордоном, світовий досвід в галузі роботи диспетчерів залізничного транспорту, аналіз технології роботи диспетчерів, аналіз методів та моделей удосконалення технології роботи диспетчерів та альтернативних методів введення команд у системах АРМ, визначення оптимальної технології роботи диспетчерів при альтернативних методах введення команд.

5 Перелік графічного матеріалу предмет, мета та задачі дослідження, визначення оптимальної технології роботи диспетчерів, висновки (14арк.)

6. Дата видачі завдання 12 травня 2025 р.

Календарний план

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Аналіз існуючого стану роботи диспетчерів на залізницях України та за кордоном	12.05.25–18.05.25	<i>виконано</i>
Характеристика альтернативних методів введення команд у системах АРМ диспетчера	19.05.25–25.05.25	<i>виконано</i>
Визначення ефективності впровадження альтернативних методів введення команд диспетчерами на залізничному транспорті	26.05.25–03.06.25	<i>виконано</i>
Оформлення роботи	04.06.25– 09.06.25	<i>виконано</i>

Студент



Олександр ГОРКУН

Керівник



Світлана ПРОДАЩУК

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз можливостей покращення роботи залізничних диспетчерів	9
1.1 Аналіз робочих завдань диспетчерів.	9
1.2 Аналіз технології роботи диспетчерів.	12
1.3 Закордонний досвід роботи диспетчерів залізничного транспорту	16
1.4 Аналіз літератури на тему покращення контролю поїзної і диспетчерської роботи диспетчерами.	18
2 Визначення і класифікація методів введення команд	22
2.1 Класифікація альтернативних методів введення команд	22
2.2 Характеристика альтернативних методів введення команд у системах АРМ диспетчера	23
2.3 Обґрунтування доцільності використання голосового управління, і управління жестами.	31
3 Порівняння різних аспектів методів введення команд	38
3.1 Порівняння видів меню під час набору маршруту	38
3.2 Розрахунок часу на набір маршруту	46
3.3 Оцінка альтернативних методів введення інформації	50
4 Впровадження альтернативних методів введення команд диспетчерами на залізничному транспорті	52
4.1 Впровадження радіального меню	52
4.2 Впровадження гарячих клавіш	54
4.3 Впровадження голосового управління і управління за допомогою жестів	59
Висновки	62
Список використаних джерел	64

					ПЕРДЗ.300.00.00.000ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Горкун		10.06	Підвищення ефективності Роботи диспетчерів на залізничному транспорті	Літ.	Арк.
Перевір.		Продащук		10.06			5
							92
Н. контр.		Продащук		10.06		УкрДУЗТ	
Затв.		Ковальов		10.06			

Додаток А Розпізнані команди при тестуванні голосового управління	69
Додаток Б Розпізнані жести при тестуванні розпізнавання жестів	73
Додаток В код програми для розпізнавання жестів на мові програмування python	75
Додаток Г Код програми для збору статистичних даних часу обирання опцій на мові програмування Pascal	79
Додаток Д Статистичні дані часу обирання опцій при різних видах меню	86

					ПЕРДЗ.300.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Під час впровадження надзвичайного стану і вірогідності ворожих воєнних ударів по території України зростає необхідність в більш швидкому та інтуїтивному надаванні команд на залізничному транспорті, що є роботою диспетчерів

Актуальність теми. Диспетчери на залізничному транспорті контролюють рух поїздів по перегонам і станціям, записують виконані дії та ситуації що виникли під час роботи в журнали і форми, взаємодіють із іншими працівниками під час роботи та оперативно виконують негайні дії при виникненні надзвичайних ситуацій, відправляють пожежні та відновні поїзди при необхідності.

Враховуючи велику кількість завдань що покладені перед диспетчерами зростає втома і ймовірність помилок, що негативно впливає на безпеку руху поїздів яка є першим пріоритетом на залізничному транспорті. Через це необхідно визначити чинники, що спричиняють втому і точки виникнення помилок при роботі диспетчерів.

У дослідженнях, присвячених покращенню роботи диспетчерів не розкриваються всі способи покращення їх роботи. Особливо слабо розкритою темою є використання альтернативних методів введення команд на АРМ диспетчерів.

Катастрофи на залізничному транспорті в основному виникають у результаті сходу поїздів з рейок, пошкодження вагонів із небезпечними вантажами, зіткненнями поїздів. Схід поїздів з рейок [1, 2] виникає в основному через зношення будови колії або неправильні дії локомотивної бригади, наприклад перевищення максимальної допустимої швидкості руху, пошкодження вагонів з небезпечними вантажами та зіткнення поїздів виникають з вини диспетчерів через втрату концентрації та наявність систем, які дозволяють надати небезпечну і помилкову команду.

Враховуючи необхідність в забезпеченні безпеки і швидкості реакції диспетчерів тема роботи є актуальною.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності роботи диспетчерів при використанні АРМ для зменшення професійної втоми, збільшення швидкості надання команд та підвищення безпеки руху під час набору маршрутів.

Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- аналіз задач диспетчерів та технології їх роботи на залізничному транспорті;
- аналіз закордонного досвіду альтернативних методів введення команд;
- визначення ефективності альтернативних методів введення команд при роботі диспетчерів на залізничному транспорті.

Об'єкт дослідження – робота диспетчерів на залізничному транспорті

Предмет дослідження – альтернативні методи введення команд на АРМ диспетчерів залізничного транспорту.

Методи дослідження. У роботі використано комплексний підхід, що включає елементи системного аналізу, математичного моделювання, обробки емпіричних даних, використання графічного метода та методу експертної оцінки.

Висновки

У роботі вирішено прикладну задачу підвищення ефективності роботи диспетчерів при використанні АРМ для зменшення професійної втоми, збільшення швидкості надання команд та підвищення безпеки руху під час набору маршрутів.

1 Проведено аналіз задач диспетчерів та технології їх роботи під час якого було визначено, що найвпливовішою на безпеку задачею є керування поїзною і маневровою роботою, найперспективнішим видом її покращення є реалізація і використання альтернативних методів введення команд що дозволять пришвидшити та збільшити точність задавання команд.

2 Було визначено технології що використовуються закордоном в країнах з більш розвиненим залізничним транспортом. Визначено складність введення систем автоматичного побудову маршруту через велику різницю між залізницями. Розглянуто можливість покращення релейної централізації завдяки перенесенню кнопок на відображену інтерактивну схему станції.

3. Запропоновано альтернативні методи ведення команд. При порівнянні альтернативних і традиційних методів введення, визначено що альтернативні методи мають більшу ефективність за основними параметри: за відносною кількістю помилок альтернативні методи в більшості є більш безпечним окрім голосового управління, що має нищу надійність при збільшенні швидкості диктування та наявності шуму, при використанні контекстного меню відносна кількість помилок досягає 9% при спробі швидкого введення більш дальніх команд при дальньому розташування курсору, при тому як при використанні радіального меню відносна кількість помилок дорівнювала 0%, визначено що більшість альтернативних методів дозволяють швидше введення команд та набору маршруту, за зрозумілість радіальне меню із підказками близько підходить до контекстного меню.

4. Визначено формулу і логіку реалізації радіального меню, розраховано максимальна сила натискання перед точкою активації перемикача при використанні клавіш повинна бути більшою за 50гр, визначено що клавіші "QWERTASDF" є

найкращими для використання гарячих клавіш, при аналізі умов використання голосового управління було визначено нераціональність введення подібного метода через необхідність модифікації існуючої моделі розпізнавання мовлення, створення шумоізоляції, за низьку загальну оцінку що призводить до невиправданості реалізації подібного методу введення команд на залізничному транспорті, через те що розпізнавання жестів є допоміжним методом до голосового управління його введення також є нераціональним.

Список використаних джерел

1. Berlinger, J., Halasz, S. & Hume T. German train dispatcher accused of playing game before deadly crash// CNN World. URL: <https://edition.cnn.com/2016/04/13/europe/german-train> (Дата звернення: 28.05.2025)
2. Оксана Воронцова. Залізнична катастрофа в Австрії: потяг зійшов з рейок // ГЛАВКОМ. URL: <https://glavcom.ua/world/observe/zaliznichna-katastrofa-v-avstriji-potyag-ziyshov-z-reyok-foto-844316.html> (Дата звернення: 28.05.2025).
3. ДИСПЕТЧЕР МАНЕВРОВИЙ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ: Професійний стандарт № 6-ГР від 01.12.2023 // Національне агентство кваліфікацій 2023 р. – 19 груд. – 19 с .
4. Про затвердження професійного стандарту "Черговий по залізничній станції": Наказ міністерства економіки України від 21.07.2021 р. № 286-21. Національне агентство кваліфікацій 2021 р. – 23 лип. – 25 с .
5. Про затвердження професійного стандарту "Диспетчер поїзний": Наказ міністерства економіки України від 25.01.2022 р. № 173-22. Національне агентство кваліфікацій 2022 р. – 03 лют. – 26 с .
6. О.В. Лазарєв, М.В. Ушаков, інж. Н.М. Лазарєва, доц. І.М. Сіроклин Методичні вказівки до лабораторних робіт з використанням електронних тренажерів та самостійної роботи студентів з дисципліни "АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА І ЗВ'ЯЗОК". : методичні вказівки. Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Ч. 2. 80 с.
7. В.І Басов [та ін.] "Мікропроцесорні системи управління рухом поїздів МПЦ-У та МАБ-У": Навчальний посібник. Донецьк: Донецький інститут залізничного транспорту, 2014. 421 с.
8. Про затвердження інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України: Наказ міністерства транспорту України від 31.08.2005 р. ЦД-0058. Raillog 2022 р. 26 вер.– 326 с .

9. Про затвердження Правил технічної експлуатації залізниць України: наказ міністерства транспорту України від 20.12.96 N 411офіційний портал верховної ради2004р. – 01 січ.- 109 с.

10.The shinkansen's legendary operational and safety record //High speed rail alliance. URL:<https://www.hsrail.org/blog/the-shinkansens-legendary-operation-and-safety-record-2/> (Дата звернення: 02.06.2025).

11.Report on the Investigation of the Joetsu Shinkansen Derailment // East Japan Railway Company. URL: <https://www.jreast.co.jp/e/press/20080202/>(Дата звернення: 02.06.2025).

12.Y. Ogura, S. Yamanouchi. Installations, Operation, and Management of the Shinkansen *The Shinkansen High-speed rail network of Japan*(27–30 june 1977 p.) London, 1977. – С. 21 – 41

13. RIDS – an integrated dispatching system with intelligent control, management and decision-making // Casco URL: <https://www.jreast.co.jp/e/press/20080202/>(Дата звернення: 02.06.2025)..

14. Carl Stanton Ross &Baruzzini | Macro. Augmented Reality Dispatcher Interface *IDEA Program Transportation Research Board* – Washington , 2021. №92. 31 с,

15. JinglongHe , Sheng Yang¹, Jingming Liu , Yuan Fu. Construction and realization of simulation training environment based on AI-assisted simulation of real scenarios of dispatching and commanding operations. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences* – Guangxi , 2024. – Vol. 9. №1. С. 1–19.

16. J ArcadiGrigorian, Paul Fang, Tate Krikю. Learning from gamers: integrating alternative input devises and auto hotkey scripts to simplify repetitive tasks and improve workflow.*Radiological society of North America* – Oak Brook, 2020 – Vol. 40. №1. С. 141–149.

17. БЕРЕСТОВ І. В., ПЕСТРЕМЕНКО-СКРИПКА О. С.Удосконалення процедур митного контролю та оформлення міжнародних вантажів при перевезенні залізничним транспортом в умовах цифровізації.*НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ ІНФОРМАЦІЙНО - КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ* – Харків, 2024 – Том 30 №3. С. 45–51.

18. Jonathan Andersson кер. . Yan Hu Effects of Menu Systems, Interaction Methods, and Posture on User Experience in Virtual Reality: пояснювальна записка до магістерської роботи (заклуч.): Blekinge Institute of Technology, Karlskrona ., 2023. 58 с.

19. Marvin Norda; Christoph Engel; Jan Rennies; [та інші] Evaluating the Efficiency of Voice Control as Human Machine Interface in Production. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* – Cyberjaya , 2024 – Vol. 21, №3. С. 4817 - 4828

20. Жуковський В.Р АНАЛІЗ КОРИСНОСТІ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛІННЯ БАЗОВИМИ ФУНКЦІЯМИ КОМП'ЮТЕРА ТА ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ГОЛОСОВИХ ПОМІЧНИКІВ. *ВЧЕНІ ЗАПИСКИ ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО* – Таврія, 2021 – Том 32 №6. С. 71 – 74.

21. Victor Chang, Rahman Olamide Eniola, Lewis Golightly, Qianwen Ariel Xu. An Exploration into Human–Computer Interaction: Hand Gesture Recognition Management in a Challenging Environment. *SN Computer Science* – Berlin , 2021 – Vol.4 № 1. Стаття. 441 17 с.

22. Зозуля П.А. ВПРОВАДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОЇЗНОЇ ТА МАНЕВРОВОЇ РОБОТИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ. *ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ СТУДЕНТІВ ТА МАГІСТРІВ* - Харків, 2022 – №20. С. 62 – 69

23. Горішна О. М., Бурлаченко І. С. ІННОВАЦІЙНІ ПЕРИФЕРІЙНІ ПРИСТРОЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ. *МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2023: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти: XXVI Всеукраїнська науково-практична конференція ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ*. Миколаїв, 2023. С. 406 – 408

24. Edwin M. Maynard, Craig T. Nordhausen, Richard A. Normann The Utah Intracortical Electrode Array: a recording structure for potential brain-computer interfaces.

John Moran Laboratories in Applied Vision and Neural Sciences – Salt Lake City, 1996. С. 229 – 240

25. First ever Neuralink patient says approximately 85% of implant wires became detached in just weeks// UNILAD.URL: <https://www.unilad.com/technology/news/first-neuralink-patient-says-85-percent-implant-detached-635152-20240524>(Дата звернення: 02.06.2025).

26. Agatha Lenartowicz, Sandra K. Loo. Use of EEG to Diagnose ADHD.*HHS Public Access*- Los Angeles, 2015. – с.19

27.Ori Ossmy, Ofir Tam, Rami Puzis, Lior Rokach, Ohad Inbar, Yuval Elovici. MINDDESKTOP: A GENERAL PURPOSE BRAIN COMPUTER INTERFACE *Software & Information Systems Engineering Dept.*- Beersheba, 2017. – с.5

28. Speech to text // Open AI Platform.URL: <https://platform.openai.com/docs/guides/speech-to-text> (Дата звернення: 28.05.2025).

29. Олексій ЛАЗАРЄВ, Михайло УШАКОВ, Наталя ЛАЗАРЄВА. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт і самостійної роботи з дисципліни "СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ" : методичні вказівки. Харків: УкрДУЗТ, 2022 – 134 с.

30. Hand landmarks detection guide // Google AI for developers. URL: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker(Дата звернення: 28.05.2025).

31.ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА О. І. ОГІРКО, Н. В. ГАЛАЙКО посібник 292 с.

32.Закон Фітса в ігрових інтерфейсах // Gamedevdou. URL: <https://gamedev.dou.ua/forums/topic/45244/>(Дата звернення: 06.06.2025).

33.Custom control: radial menu. // Pragmatic Coding. URL: <https://www.pragmaticcoding.ca/javafx/elements/radial-menu> (Дата звернення: 09.06.2025).

34. Elisa R. Ferrè, Jonathan Joel, Denise Cadete, Matthew R. Longo Systematic underestimation of human hand weight *Current Biology Magazine*. Cambridge, 2023. С. 758 – 759

35. Akko penguin(silent). Akko.URL:
https://en.akkogear.com/?nonce=aa07150121&cpt=&posts_per_page=&no_thumbnail=&=penguin (Дата звернення: 09.06.2025).

36.Jeff Abbott. A Brief Introduction to Mechanical Keyboard Switches.
URL:<https://www.penaddict.com/blog/2020/3/11/a-brief-introduction-to-mechanical-keyboard-switches>(Дата звернення: 09.06.2025).

37. Зінченко В.І., Мамаєв Л.М., Кущев Б.І., Колодежнов В.М. Порадник до розв'язування задач з основ інженерної механіки розділ: “Статика” з дисципліни: “Теоретична механіка”: Навч. Посібник / ДНПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ Кам'янське, ДДТУ. 2006. 121 с.