

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

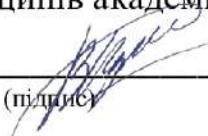
РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ДІЛЬНИЦІ К-Б ЗА
УМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

РЕПДК.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 131-ОПУТ-Д22
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


Вікторія ІГУМЕНОВА
(підпису) (ім'я та прізвище)

Керівник: професор, докт. техн. наук
(посада, науковий ступінь)

Андрій ПРОХОРЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

Рецензент: доцент, канд техн. наук
(посада, науковий ступінь)

Ярослав ЗАПАРА
(ім'я та прізвище)

2025 р.

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

« 12 » травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Ігуменовій Вікторії Миколаївні

1. Тема (роботи) Розрахунок експлуатаційних показників для дільниці К-Б за умови впровадження диспетчерської централізації

керівник Прохорченко Андрій Володимирович, докт. техн. наук, проф.
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 12 травня 2025 року №06/25

2 Строк подання студентом роботи 09 червня 2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Техніко-експлуатаційна характеристика полігону, основні показники роботи залізничного транспорту, нормативні документи щодо порядку розрахунку основних експлуатаційних показників роботи залізничного транспорту

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз умов розвитку транспортної інфраструктури України. 2 Визначення та стратегічне значення диспетчерської централізації (ДЦ) у залізничних системах. 3 Аналіз зміни величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації на перегоні К – Б. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень та їх кількості) Організаційна структура АТ «Укрзалізниця», порівняльний аналіз розгорнутої довжини колій залізничних мереж країн світу, Порівняльний аналіз відсотку довжини колій, що обладнані ДЦ, порівняльна динаміка середньої дільничної швидкості руху поїздів та довжини колій, обладнаних диспетчерською централізацією, за період 2005-2020 років

Тривалість зупинки поїзда при схрещенні в залежності від підходу поїздів, що
схрещуються

6. Дата видачі завдання 12 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	29.04.2025	вик
1 Аналіз умов розвитку транспортної інфраструктури України	10.05.2025	вик
2 Визначення та стратегічне значення диспетчерської централізації у залізничних системах	20.05.2025	вик
3 Аналіз зміни величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації на перегоні К – Б	31.05.2025	вик
Висновки	05.06.2025	вик
Оформлення роботи	09.06.2025	вик

Студент  Вікторія ІГУМЕНОВА ...
(підпис)

Керівник  Андрій ПРОХОРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 48 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 7 рисунків, 69 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА ДІЛЬНИЦЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ, ДИСПЕТЧЕРСЬКА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ.

Об'єктом дослідження є процес вибору реконструкційних заходів для підвищення наявної пропускної спроможності залізничної мережі.

Метою роботи є підвищення пропускної спроможності залізничної мережі України на основі покращення точності розрахунків показників дільничної швидкості для вибору найбільш вигідних варіантів інвестицій у розвиток залізничної інфраструктури України. Це дозволить з огляду на обмеженість вихідних даних для техніко-економічних розрахунків із достатньою для практичних цілей точністю визначити дільничну швидкість, що є важливим параметром визначення переваг реконструкційних заходів.

В межах даної кваліфікаційної роботи застосовано процедуру вибору реконструкційного заходу для підвищення наявної пропускної спроможності на дільниці К-Б. Для теоретичного обґрунтування вибору реконструкційного заходу для підвищення наявної пропускної спроможності на дільниці К-Б в роботі проведений розрахунок зміни величини дільничної швидкості при впровадженні ДЦ на дільниці. Встановлено, що згідно до проведених розрахунків на ділянці К-Б дільнична швидкість складатиме 29,8 км/год, але після впровадження диспетчерської централізації на обмежуючому перегоні за рахунок швидшого прийняття рішень, зменшення схрещень поїздів дільнична швидкість зросте до 31,37 км/год, тобто на 5% від величини варіанта з рухом поїздів при відсутності ДЦ.

ANNOTATION

This qualification work includes 11 presentation slides, 48 sheets of explanatory note in A4 format, including 7 figures, 69 literary sources.

Keywords: RAILWAY STATION, OPERATIONAL INDICATORS, DISPATCHING CENTRALIZATION.

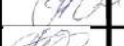
The object of the study is the process of selecting reconstruction measures to increase the existing capacity of the railway network.

The purpose of the work is to increase the capacity of the railway network of Ukraine based on improving the accuracy of calculations of section speed indicators to select the most profitable investment options in the development of the railway infrastructure of Ukraine. This will allow, given the limited initial data for technical and economic calculations, to determine the section speed with sufficient accuracy for practical purposes, which is an important parameter for determining the benefits of reconstruction measures.

Within the framework of this qualification work, the procedure for selecting a reconstruction measure to increase the available throughput capacity on the K-B section was applied. To theoretically substantiate the selection of a reconstruction measure to increase the available throughput capacity on the K-B section, the work calculated the change in the value of the section speed when introducing the DC on the section. It was established that according to the calculations on the K-B section, the section speed will be 29.8 km/h, but after the introduction of dispatch centralization on the limiting section due to faster decision-making and a reduction in train crossings, the section speed will increase to 31.37 km/h, i.e. by 5% of the value of the option with train movement in the absence of the DC.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз умов розвитку транспортної інфраструктури України	10
2 Визначення та стратегічне значення диспетчерської централізації у залізничних системах	17
3 Аналіз зміни величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації на перегоні К – Б	29
Висновки	38
Список використаних джерел	40

					РЕПДК.300.00.00 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок експлуатаційних показників для дільниці К-Б за умови впровадження диспетчерської централізації	Літ.	Арк.	Аркушів			
Розроб.		Ігуменова В.									
Перевір.		Прохорченко					6	48			
Реценз.		Прохорченко А				УкрДУЗТ					
Н. Контр.											
Затверд.		Буцько Т.В.									

Вступ

Аналіз експлуатаційних показників залізничної дільниці за умови впровадження диспетчерської централізації є вкрай актуальним у контексті модернізації інфраструктури залізничного транспорту України. Зростаючі обсяги вантажних та пасажирських перевезень, необхідність підвищення рівня безпеки руху, оперативності управління та ефективності використання наявних ресурсів зумовлюють потребу у впровадженні сучасних систем управління рухом поїздів. Диспетчерська централізація забезпечує централізований контроль за стрілочними переводами, сигналами та рухомим складом, що дозволяє суттєво зменшити вплив людського фактора, скоротити тривалість технологічних операцій і збільшити пропускну спроможність дільниці. Умови інтенсифікації перевізного процесу, особливо на стратегічно важливих напрямках, потребують обґрунтованого аналізу впливу автоматизованих систем на ключові експлуатаційні показники, що визначає наукову та практичну цінність дослідження.

Мета і задачі дослідження: підвищення пропускну спроможності залізничної мережі України на основі покращення точності розрахунків показників дільничної швидкості для вибору найбільш вигідних варіантів інвестицій у розвиток залізничної інфраструктури України. Це дозволить з огляду на обмеженість вихідних даних для техніко-економічних розрахунків із достатньою для практичних цілей точністю визначити дільничну швидкість, що є важливим параметром визначення переваг реконструкційних заходів.

Реалізація цієї мети потребує постановки та *вирішення наступних задач дослідження:*

- провести аналіз умов розвитку транспортної інфраструктури України;
- провести аналіз досліджень в напрямі розрахунку експлуатаційних показників для дільниці за умови впровадження диспетчерської централізації;
- вибрати та застосувати методику для розрахунку та аналізу величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації;

провести розрахунки зміни величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації на дільниці К – Б та зробити висновки.

Об'єкт дослідження – процес вибору реконструкційних заходів для підвищення наявної пропускної спроможності залізничної мережі.

Предмет дослідження – процедури аналізу величини зміни дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації.

Цінність і прикладна значущість результатів: В межах даної кваліфікаційної роботи застосовано процедуру вибору реконструкційного заходу для підвищення наявної пропускної спроможності на дільниці К-Б на основі використання методу професора Б.М. Максимовича для проведення розрахунків та аналізу величини зміни дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації. На основі проведених розрахунків виявлені наступні прикладні результати:

- для теоретичного обґрунтування вибору реконструкційного заходу для підвищення наявної пропускної спроможності на дільниці К-Б в роботі проведений розрахунок зміни величини дільничної швидкості при впровадженні ДЦ на дільниці. Встановлено, що згідно до проведених розрахунків на ділянці К-Б дільнична швидкість складатиме 29,8 км/год, але після впровадження диспетчерської централізації на обмежуючому перегоні за рахунок швидшого прийняття рішень, зменшення схрещень поїздів дільнична швидкість зросте до 31,37 км/год, тобто на 5% від величини варіанта з рухом поїздів при відсутності ДЦ;

- доведена прикладна значущість запропонованої в роботі методики розрахунку зміни величини дільничної швидкості при впровадженні диспетчерської централізації на дільниці, як вибраного реконструкційного заходу для підвищення наявної пропускної спроможності. Це дозволило з огляду на обмеженість вихідних даних для техніко-економічних розрахунків із достатньою для практичних цілей точністю визначити дільничну швидкість, що сприяло визначенню найбільш вигідних варіантів інвестицій та подальшому розвитку залізничної інфраструктури України.

Висновки

Порівняльний аналіз частки залізничних колій, обладнаних централізованими системами управління рухом, у загальній довжині мереж різних країн світу дозволив оцінити рівень технічної модернізації залізничних систем. Найвищий показник зафіксовано у США, де централізованими системами диспетчеризації обладнано близько 57,4% залізничної мережі. На другому місці Австралія - 32,6%. Україна має 23,0% від загальної довжини мережі. Це свідчить про відносно високий рівень технічного забезпечення вітчизняної залізничної інфраструктури. Зокрема, за цим показником Україна випереджає загальний середній рівень по Європейському Союзу (3,9 %).

Для деталізації аналізу інфраструктури залізничної мережі в роботі проведено аналіз регіональної структури середньої дільничної швидкості руху поїздів та довжини колій, обладнаних диспетчерською централізацією, за даними 2020 року, дозволяє виявити певні закономірності між технічним рівнем оснащення залізничної інфраструктури та експлуатаційними характеристиками руху. Найвищу середню швидкість руху зафіксовано на Південній філії, де вона становить 40,8 км/год. Цей регіон також має найбільшу довжину колій, обладнаних диспетчерською централізацією, що перевищує 1100 км. Високі значення також демонструє Придніпровська філія, де швидкість досягає 39,3 км/год, попри дещо менший обсяг оснащених колій. Натомість найменшу середню швидкість спостерігаємо на Одеській залізниці, яка становить лише 34,4 км/год при відносно невеликій довжині обладнаних ДЦ колій. Аналогічна ситуація характерна й для Донецької та Південно-Західної філій, де хоча довжина обладнаних колій перевищує 800 км, швидкісні показники залишаються на рівні близько 35 км/год.

Аналіз динаміки середньої дільничної швидкості руху поїздів та довжини колій, обладнаних диспетчерською централізацією, у період 2005–2020 років виявив помірне зростання інфраструктурної оснащеності та відповідні зміни в швидкісних показниках. У 2005 році частка колій з диспетчерською централізацією становила 18,6 % від загальної експлуатаційної довжини, тоді як у 2020 році вона зросла до 22,9 %. Водночас середня дільнична швидкість у цей

період коливалась у межах від 34,2 до 39,7 км/год без чітко вираженої тенденції до стабільного зростання. Розрахований коефіцієнт кореляції Пірсона між довжиною обладнаних ДЦ колій та середньою швидкістю руху становить 0,75, що свідчить про наявність позитивного зв'язку між цими параметрами. Отримані результати підтверджують, що розвиток систем централізованого управління рухом має позитивний вплив на швидкісні характеристики перевезень, хоча для досягнення суттєвого ефекту необхідне інтенсивніше оновлення інфраструктури.

Згідно до проведених розрахунків на ділянці К-Б дільнична швидкість складає 29,8 км/год, але після впровадження диспетчерської централізації за рахунок скорочення часу на прийняття управлінських рішень та їх реалізацію, особливо в нестандартних та аварійних ситуаціях, виключення схрещень поїздів, дільнична швидкість зросте до 31,37 км/год, тобто на 5,0% від величини варіанта з рухом поїздів без диспетчерської централізації.

Список використаних джерел

1. Railway transport Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine URL: <https://mtu.gov.ua/en/timeline/Zaliznichniy-transport.html> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
2. General information about railway transport Ministry for Communities Territories and Infrastructure Development of Ukraine URL: <https://mtu.gov.ua/en/content/informaciya-pro-ukrainski-zaliznici.html> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
3. Restoring and Transforming Ukrainian Railways for a Better Future World Bank URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/01/16/restoring-and-transforming-ukrainian-railways-for-a-better-future> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
4. War doesn't stop Ukrainian Railways RailPrime | ProgressiveRailroading URL: <https://www.progressiverailroading.com/railPrime/details/War-doesnt-stop-Ukrainian-Railways---73992> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
5. Modernization of Electric Locomotives Ministry of Development of Ukraine and EBRD Signed an Agreement Railway Supply URL: <https://www.railway.supply/en/modernization-of-electric-locomotives-ministry-of-development-of-ukraine-and-ebrd-signed-an-agreement/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
6. Ships Trains and Trucks Unlocking Ukraine's Vital Trade Potential CSIS URL: <https://www.csis.org/analysis/ships-trains-and-trucks-unlocking-ukraines-vital-trade-potential> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
7. Ukraine Railway Systems Hit by Targeted Cyber-Attack Infosecurity Magazine URL: <https://www.infosecurity-magazine.com/news/ukraine-railway-systems-targeted/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
8. It's practically impossible to destroy Ukrainian railway network RailFreight.com URL: <https://www.railfreight.com/railfreight/2023/01/27/its-practically-impossible-to-destroy-ukrainian-railway-network/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

9. Ukraine Railway Cyberattack Online Ticketing System Down The Cyber Express URL: <https://thecyberexpress.com/ukraine-railway-cyberattack-confirmed/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

10. Railways UkraineInvest URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/en/industries/infrastructure/railways/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

11. Ukrainian Railways should change its policy on freight transportation GMK CENTER URL: <https://gmk.center/en/opinion/ukrainian-railways-should-change-its-policy-on-freight-transportation/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

12. Ukrainian Railways expects its proceeds from freight transportation to fall by 3–4 times in 2025 Interfax URL: <https://interfax.com/newsroom/top-stories/110008> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

13. Rail transport in Ukraine Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport_in_Ukraine (дата звернення 10 травня 2025 р.)

14. Ukrainian railways are switching to EU standards when will changes be implemented? VisitUkraine.today URL: <https://visitukraine.today/pl/blog/4962/ukrainian-railways-are-switching-to-eu-standards-when-will-changes-be-implemented> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

15. The European Investment Bank has allocated an additional €50 million for the modernization of Ukrainian railways Odessa Journal URL: <https://odessa-journal.com/the-european-investment-bank-has-allocated-an-additional-50-million-for-the-modernization-of-ukrzhaliznytsia> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

16. UKRAINE RAILWAY MODERNISATION European Investment Bank URL: <https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20120197> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

17. The EU will provide Ukraine Railways €43M for the modernization and construction of European-standard track UBN URL: <https://ubn.news/the-eu-will-provide-ukraine-railways-e43m-for-the-modernization-and-construction-of-european-standard-track/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

18. Modernizing Ukraine's Railway for European Gauge Considerations for Slovakia and Other EU Member States RAILTARGET URL:

<https://www.railtarget.eu/freight/modernizing-ukraines-railway-for-european-gauge-considerations-for-slovakia-and-other-eu-member-states-9510.html> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

19. МІКРОПРОЦЕСОРНА ДИСПЕТЧЕРСЬКА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ МДЦ-У Impulse URL: <https://impulse.ua/index.php/ua/mdts-ua> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

20. What Is Centralized Dispatching? NextBillion.ai URL: <https://nextbillion.ai/blog/what-is-centralized-dispatching> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

21. www.logicrailtech.com Logic Rail URL: <https://www.logicrailtech.com/ctcdemo.htm> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

22. Centralized traffic control Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Centralized_traffic_control (дата звернення 27 травня 2025 р.)

23. Centralized Traffic Control jonroma.net URL: <https://www.jonroma.net/media/signaling/railway-signaling/1932/Centralized%20Traffic%20Control.pdf> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

24. Untitled CRUST URL: <https://crust.ust.edu.ua/bitstreams/e656d05b-d078-48bf-8d5e-391480837dd7/download> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

25. Centralized Traffic Control CTC Mermec URL: <https://www.mermecgroup.com/signalling-systems/centralized-traffic-control-ctc/1453/centralized-traffic-control-ctc.php> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

26. Centralized Traffic Control System Thales Group URL: <https://www.thalesgroup.com/en/centralized-traffic-control-system> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

27. Tracsis Dispatch with Centralized Traffic Control CTC and Positive Tracsis URL: <https://tracsis-us.com/projects/tracsis-dispatch-with-centralized-traffic-control-ctc-and-positive-train> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

28. India's First Centralized Traffic Control CTC System Knowledge Hub Hitachi URL: <https://social-innovation.hitachi/en-in/knowledge-hub/techverse/enhancing-passengers/> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

29. ПАТ «Укрзалізниця» Забезпечення безпеки руху поїздів TECO URL: <https://teco-ua.com/ua/pjsc-quotukrzalznitsyaquot--ensuring-the-safety-of-the-train-traffic-> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

30. What is SCADA and how is it used in Rail Operations ExterNetworks Blog URL: <https://rd.externetworks.com/how-scada-is-used-in-rail-operations/> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

31. SCADA Wikipedia URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

32. Current state and predicted technological trends in global railway intelligent digital transformation Emerald Insight URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/rs-10-2023-0036/full/html> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

33. Top 10 Rail Industry Trends in 2025 StartUs Insights URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-rail-industry-trends-innovations-2021-beyond/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

34. Innovations and insights in rail and energy projects Research Features URL: <https://researchfeatures.com/innovations-and-insights-in-rail-and-energy-projects/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

35. Rail Traffic Management Market Global Forecast to 2029 MarketsandMarkets URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/rail-traffic-management-market-220378149.html> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

36. CBTC Upgrading signal technology MTA URL: <https://www.mta.info/project/cbtc-signal-upgrades> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

37. Train control Performance and reliability for ERTMS interoperability and ATO readiness Alstom URL: <https://www.alstom.com/train-control-performance-and-reliability-ertms-interoperability-and-ato-readiness> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

38. What is ETCS in Rail Wray Castle URL: <https://wraycastle.com/blogs/glossary/what-is-etcs-in-rail> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

39. Future of Signaling Embracing Innovation for Safer & Smarter Railways Quest Global URL: <https://www.questglobal.com/insights/thought-leadership/future-of->

signaling-embracing-innovation-for-safer-smarter-railways (дата звернення 27 травня 2025 р.)

40. Improving Railway Operational Efficiency with Moving Blocks Train Fleeting and Alternative Single-Track Configurations RailTEC URL: <https://railtec.illinois.edu/wp/wp-content/uploads/Diaz-de-Rivera-et-al-2020-TRB-Moving-Blocks-Train-Fleeting-0361198120905842-FINAL.pdf> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

41. Ukrainian Railways' indexation tariffs threatens to spell disaster for iron & steel sector GMK CENTER URL: <https://gmk.center/en/posts/ukrainian-railways-indexation-tariffs-threatens-to-spell-disaster-for-iron-steel-sector/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

42. Increasing the Efficiency of the Railway Operation in the Specialization of Directions for Freight and Passenger Transportation ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/358664885_Increasing_the_Efficiency_of_the_Railway_Operation_in_the_Specialization_of_Directions_for_Freight_and_Passenger_Transportation (дата звернення 10 травня 2025 р.)

43. Increasing the Efficiency of the Railway Operation in the Specialization of Directions for Freight and Passenger Transportation CRUST URL: <https://crust.ust.edu.ua/bitstream/123456789/14773/1/Kurhan.pdf> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

44. Mixed traffic rail systems voestalpine Railway Systems URL: <https://www.voestalpine.com/railway-systems/en/applications/mixed-traffic/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

45. MIXED TRAFFIC NET URL: https://cdnstoreapp.blob.core.windows.net/image-container/841585/original/EN_Mixed_Traffic_2024.pdf (дата звернення 10 травня 2025 р.)

46. High-Speed Mixed Traffic Railways TerraRail Tampere Universities URL: <https://research.tuni.fi/terrarail-en/news/high-speed-mixed-traffic-railways/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

47. An Analysis Of The Global High-Speed Rail Networks Metro Rail News
URL: <https://metrorailnews.in/an-analysis-of-the-global-high-speed-rail-networks/>
(дата звернення 10 травня 2025 р.)
48. Mixed-traffic methods Railway Age URL:
<https://www.railwayage.com/cs/mixed-traffic-methods/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
49. Mixed Freight and Higher-Speed Passenger Trains Framework for
Superelevation Design Federal Railroad Administration URL:
https://railroads.dot.gov/sites/fra.dot.gov/files/fra_net/19085/Superelevation.pdf (дата
звернення 10 травня 2025 р.)
50. Mixed Traffic voestalpine Railway Systems URL:
<https://www.voestalpine.com/railway-systems/en/products/rails/mixed-traffic/> (дата
звернення 10 травня 2025 р.)
51. Optimizing Mixed Group Train Operation for Heavy-Haul Railway
Transportation A Case Study in China MDPI URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/11/23/4712> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
52. Impact of Faster Freight Trains on Railway Capacity and Operational
Quality IIETA URL: <https://www.iieta.org/journals/ijtdi/paper/10.2495/TDI-V4-N3-274-285> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
53. Mixed Traffic HSL operations UIC URL: <https://uic.org/projects-99/article/mixed-traffic-hsl-operations> (дата звернення 10 травня 2025 р.)
54. Mixed Traffic High Speed Lines Operations Handbook UIC URL:
https://www.uic.org/IMG/pdf/mixed_uic_handbook_dec_2020-final_03.pdf (дата
звернення 10 травня 2025 р.)
55. A simulation model for estimating train and passenger delays in ... Journal
of Computational Science URL: <https://journal.hep.com.cn/jocsu/EN/10.1007/s11771-012-1448-9> (дата звернення 27 травня 2025 р.)
56. Development of the method for modeling the propagation of delays in non-
cyclic train scheduling Semantic Scholar URL:
<https://pdfs.semanticscholar.org/5ca8/0100a3f98b9fb9e54034a0c7760a6cc3674b.pdf>
(дата звернення 27 травня 2025 р.)

57. Enhancing freight train delay prediction with simulation-assisted machine learning IET Intelligent Transport Systems URL: <https://digital-library.theiet.org/doi/full/10.1049/itr2.12573> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

58. Finding The Weak Points New Method To Prevent Train Delay Cascades CSH URL: <https://csh.ac.at/news/finding-the-weak-points-new-method-to-prevent-train-delay-cascades/> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

59. Resilience or robustness identifying topological vulnerabilities in rail networks PMC URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6408419/> (дата звернення 10 травня 2025 р.)

60. Dispatcher r/railroading Reddit URL: <https://www.reddit.com/r/railroading/comments/1etqlie/dispatcher/> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

61. What 5 Metrics Should You Track for Your Railway Infrastructure Business? BusinessPlan Templates URL: <https://businessplan-templates.com/blogs/metrics/railway-infrastructure> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

62. The Effect of Railway Projects Increasing Safety on the Frequency of Occurrences ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/384793007_The_Effect_of_Railway_Projects_Increasing_Safety_on_the_Frequency_of_Occurrences (дата звернення 27 травня 2025 р.)

63. FACT SHEET ON RAIL SAFETY US Department of Transportation URL: <https://www.transportation.gov/briefing-room/fact-sheet-rail-safety> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

64. Railway safety indicators for 2023 UIC Communications URL: <https://uic.org/com/enews/article/railway-safety-indicators-for-2023> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

65. Study on the Centralized Traffic Control CTC Design Structure in Railway Control and Signalling Systems ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/386330486_Study_on_the_Centralized_Traffic_Control_CTC_Design_Structure_in_Railway_Control_and_Signalling_Systems_to_Control_Monitor_and_Supervision_of_Railway_Lines (дата звернення 27 травня 2025 р.)

66. Системи диспетчерського управління УкрДУЗТ URL: <http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/2363/1/Навчальний%20посібник.pdf> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

67. Державний університет інфраструктури та технологій Київський інститут залізничного транспорту Факультет «Управління залізничним транспортом» URL: <https://files.duit.edu.ua/uploads/fuzt/qualification-works/2020/babeshko-v-yu.pdf> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

68. Дрібниці в роботі ДСП та безпека руху RAILWAY HUB URL: <http://www.railwayhub.in.ua/2017/04/blog-post.html> (дата звернення 27 травня 2025 р.)

69. What is Dispatching? Matrack Inc. URL: <https://matrackinc.com/what-is-dispatching/> (дата звернення 27 травня 2025 р.)