

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХУ В
МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УОПРМ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив здобувач групи 214-ОМП-Д24
спеціальності 275 / 275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



_____ Поліна Хінельова

(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Тетяна КАЛАШНІКОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе пояснювальну записку, математичну модель масового обслуговування, графік руху поїздів дільниці Ягодин-Дорогуськ, розрахунки економічної ефективності проекту.

Ключові слова: МІЖНАРОДНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЯГОДИН-ГУСЬК, ПРИКОРДОННІ ЗАЛІЗНИЧНІ ДІЛЬНИЦІ, ТЕХНОЛОГІЯ ПРОПУСКУ ПОЇЗДІВ, ПРИКОРДОННО-МИТНИЙ КОНТРОЛЬ, ГРАФІК РУХУ ПОЇЗДІВ, ІНФРАСТРУКТУРНІ ОБМЕЖЕННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ.

Об'єктом дослідження є процес організації пасажирського руху в міжнародному сполученні.

Метою дослідження є обґрунтування напрямів удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні для підвищення ефективності перевезень.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз сучасного стану та особливостей організації міжнародних пасажирських перевезень залізничним транспортом.

Досліджено технологію пропуску пасажирських поїздів у міжнародному сполученні, а також проаналізовано динаміку поїздопотоків і пасажиропотоків.

Досліджено вплив інфраструктурних, технологічних та організаційних факторів на пропускну спроможність прикордонних дільниць.

Досліджено якісні показники роботи міжнародних пасажирських поїздів.

Проведено моделювання математичної моделі масового обслуговування запропонованого удосконалення для прикордонної дільниці Ягодин-Дорогуськ для визначення потенціалу оптимізації часу проходження поїздів та пропускну здатності.

Визначено економічну доцільність впровадження запропонованого нововведення на основі дисконтного аналізу з $NPV > 0$, коротким періодом окупності та високим коефіцієнтом рентабельності інвестицій.

ABSTRACT

This qualification work includes an explanatory note, a mathematical model of mass service, a train timetable of the Yahodyn-Dorohusk section, and calculations of the economic efficiency of the project.

Keywords: INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPORTATION, YAHODYN–DOROHUSK, BORDER RAILWAY SECTIONS, TRAIN PASSING TECHNOLOGY, BORDER AND CUSTOMS CONTROL, TRAIN TIMETABLE, INFRASTRUCTURAL CONSTRAINTS, OPTIMIZATION OF TRANSPORT PROCESSES.

The object of the research is the process of organizing passenger traffic in international communication.

The purpose of the research is to substantiate the directions for improving the organization of passenger traffic in international communication in order to increase transportation efficiency.

In the qualification work, an analysis of the current state and features of the organization of international passenger transportation by railway transport was carried out.

The technology of passing passenger trains in international communication was studied, and the dynamics of train flows and passenger flows were analyzed.

The influence of infrastructural, technological, and organizational factors on the capacity of border sections was studied.

The qualitative performance indicators of international passenger trains were studied.

Modeling of the mathematical model of mass service of the proposed improvement for the Yahodyn-Dorohusk border section was carried out to determine the potential for optimizing train passing time and throughput capacity.

The economic feasibility of implementing the proposed innovation was determined based on discounted analysis with $NPV > 0$, a short payback period, and a high return on investment coefficient.

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
«24» жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Хінельовій Поліні Романівні

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні

керівник Калашнікова Тетяна Юріївна, канд. техн. наук, доцент
затверджено розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 24 жовтня 2025 року № 19/25

2. Строк подання студентом роботи 12 січня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна література за напрямком кваліфікаційної роботи, розклад руху поїздів на станції, статистичні дані часу знаходження пасажирських поїздів під операціями.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз досвіду організації міжнародних перевезень в Україні та закордоном. 2 Технологія та особливості організації пропуску пасажирських поїздів на дільниці Ягодин – Дорогуськ. 3 Математична модель пропуску міжнародних пасажирських поїздів на дільниці Ягодин-Дорогуськ на основі теорії масового

обслуговування. 4 Складання графіку руху пасажирських поїздів та розрахунок його показників. 5 Економічна оцінка ефективності впровадження постанови КМУ №1537. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Тема магістерської роботи; мета і задачі дослідження; об'єкт дослідження та предмет дослідження; елемент наукової новизни та практичне значення; карта міжнародних рейсів України; основні проблеми розвитку залізничного транспорту в Україні; Пасажирський вагон з розсувними колісними парами SUW 2000; основні завдання для службових осіб ВПС «Рівне»; основні завдання для посадових осіб ВПС «Рівне»; діаграма динаміки поїздопотоків; діаграма динаміки пасажиропотоків; графік руху пасажирських поїздів; цільова функція математичної моделі з системою обмежень; результати моделювання; розрахунок економічного ефекту.

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Євген БАЛАКА, доцент, к.т.н.	 25.10.25	 08.01.26

7. Дата видачі завдання 25.10.25

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	26.10.2025	
1 Аналіз досвіду організації міжнародних перевезень в Україні та закордоном	05.11.2025	
2 Технологія та особливості організації пропуску пасажирських поїздів на ділянці Ягодин – Дорогуськ	28.11.2025	
3 Математична модель ділянки Ягодин-Дорогуськ	11.12.2025	
4 Складання графіку руху пасажирських поїздів та розрахунок його показників	28.12.2025	
5 Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	05.01.2026	
Висновки	09.01.2026	

Здобувач  Поліна ХІНЕЛЬОВА

Керівник  Тетяна КАЛАШНІКОВА

Зміст

Вступ	9
1 Аналіз досвіду організації міжнародних перевезень в Україні та закордоном	12
1.1 Особливості організації міжнародних залізничних сполучень	12
1.2 Проблематика та аналіз наукових досліджень, присвячених удосконаленню міжнародних перевезень	15
2 Технологія та особливості організації пропуску пасажирських поїздів на дільниці Ягодин – Дорогуськ	18
2.1 Технологічні особливості функціонування дільниці Ягодин – Дорогуськ	18
2.2 Організація пропуску поїздопотоків на прикордонній дільниці Ягодин – Дорогуськ	20
2.3 Аналіз динаміки статистичних даних по обсягах поїздопотоків та пасажиропотоків	30
2.4. Оцінювання якісних показників роботи дільниці у просторово-часовому вимірі	38
3 Математична модель пропуску міжнародних пасажирських поїздів на дільниці Ягодин-Дорогуськ на основі теорії масового обслуговування	41
3.1 Постановка задачі та цільова функція	41
3.2 Вихідні дані для моделі	43
3.3 Напрями вдосконалення організації пасажирського руху	44
3.4 Оцінка ефективності запропонованих заходів на основі математичної моделі	46

					УОПРМ.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хінельова			Удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Калашнікова					7	72
Реценз.						УкрДУЗТ		
Н. контр.		Калашнікова						
Затверд.		Бутько						

Вступ

Актуальність теми пов'язана з необхідністю покращення організації міжнародних пасажирських перевезень залізницею через інтеграцію України в європейську транспортну систему. Зростання обсягів транскордонних пасажирських потоків, а також вимоги до швидкості, регулярності і якості перевезень вимагають зменшення часу на перетин державного кордону і підвищення пропускної спроможності прикордонних залізничних ділянок.

Крім того, критичну роль у забезпеченні ефективності міжнародного пасажирського руху відіграє організація роботи прикордонних переходів, де поєднуються технологічні операції, інфраструктурні обмеження та прикордонно-митні процедури. Недосконалість в організації цього процесу призводить до затримок поїздів тому падає привабливість залізничного транспорту. У зв'язку з цим, наукове обґрунтування напрямів удосконалення організації пропуску пасажирських поїздів у міжнародному сполученні є актуальним і має практичне значення для розвитку залізничного транспорту України.

Таким чином, удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні є актуальною темою дослідження.

Метою магістерської роботи є удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні для підвищення ефективності перевезень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

а) проаналізувати сучасний стан та особливості організації міжнародних пасажирських перевезень залізничним транспортом в Україні та за кордоном;

б) дослідити технологію організації та пропуску пасажирських поїздів у міжнародному сполученні на прикордонній залізничній дільниці Ягодин – Дорогуськ;

в) виявити технологічні обмеження у функціонуванні залізничної дільниці та пункту пропуску;

г) оцінити пропускну спроможність прикордонної дільниці та якісні показники роботи міжнародних пасажирських поїздів;

д) визначити основні проблеми та резерви підвищення ефективності організації пасажирського руху в міжнародному сполученні;

е) проаналізувати динаміку поїздопотоків і пасажиропотоків у міжнародному сполученні та оцінити фактори, що впливають на їх формування;

ж) розробити математичну модель пропуску міжнародних пасажирських поїздів на дільниці Ягодин – Дорогуськ;

з) запропонувати напрями вдосконалення організації пасажирського руху та зробити оцінку ефективності запропонованих заходів на основі математичної моделі;

и) розробити графік руху поїздів дільниці Ягодин – Дорогуськ та розрахувати його показники;

к) розробити економічну модель оцінки ефективності впровадження напрямів удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні.

Методи дослідження. У магістерській роботі використовувалися такі методи як метод найменших квадратів, теорія масового обслуговування, ймовірнісний аналіз, стохастичне моделювання.

Об'єкт дослідження. Процес організації пасажирського руху в міжнародному сполученні.

Предмет дослідження. Технологія організації пасажирського руху в міжнародному сполученні.

Елемент наукової новизни полягає в адаптації стохастичної моделі М/М/1 та кількісній оцінці ефекту застосування Постанови Кабінету Міністрів України № 1537 від 26.11.2025 для конкретних умов дільниці Ягодин-Дорогуськ з урахуванням реальних параметрів роботи.

Практичне значення. Результати роботи з організації міжнародного пасажирського сполучення сприятимуть оптимізації пасажирських перевезень, скороченню часу очікування пасажирських поїздів на прикордонній станції та підвищенню ефективності використання пропускнуєї спроможності залізничної інфраструктури.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі вихідні дані, текст, методики проведення аналізу досліджень, визначення певних характеристик, параметрів, розрахунків тощо, які містяться у джерелах, наведених у списку використаних джерел.

Публікації. За результатами магістерської роботи надруковано тезу доповіді у науковому фаховому виданні [1].

Висновок

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішено нижче наведені завдання.

Проаналізовано сучасний стан та особливості організації міжнародних пасажирських перевезень залізничним транспортом в Україні та за кордоном. Аналіз основних характеристик організації міжнародних залізничних сполучень показує, що вони тісно пов'язані з процедурою, встановленою для залізничних перевезень пасажирів і вантажів, і проявляються, зокрема, у системі взаємозалежних правил, що регулюють перетин кордонів перевізниками та перевезення пасажирів і вантажів на іноземні залізниці на прикордонних станціях.

Досліджено технологію організації та пропуску пасажирських поїздів у міжнародному сполученні на прикордонній залізничній дільниці Ягодин – Дорогуськ. Було визначено головні завдання службових і посадових осіб ВПС «Ягодин», порядок пропуску поїздів та прикордонного контролю пасажирів.

Виявлено технологічні обмеження у функціонуванні залізничної дільниці та пункту пропуску, серед яких:

- 1) тривалість прикордонних операцій висока – ≥ 2 години, що знижує конкурентоспроможність залізничного транспорту порівняно з автомобільним;
- 2) відсутність електрифікації української ділянки Ковель-Ягодин обмежує використання електровозів і вимагає маневрової роботи тепловозами;
- 3) обмежена пропускна спроможність пункту заміни колісних пар (до 4 складів на добу);
- 4) недостатня координація графіків поїздів УЗ та РКР, що ускладнює стикування рейсів до Варшави чи Гданська;
- 5) відсутність системи аналітичного прогнозування пасажиропотоків, через що складно регулювати сезонні навантаження. оцінити пропускну спроможність прикордонної дільниці та якісні показники роботи міжнародних пасажирських поїздів.

Визначено основні проблеми та резерви підвищення ефективності організації пасажирського руху в міжнародному сполученні.

Проаналізовано статистичні дані та динаміку поїздопотоків і пасажиропотоків у міжнародному сполученні з 2021 по 2025 рік та оцінено фактори, що впливають на їх формування, серед яких пандемія COVID-19, повномасштабна війна, нові/відновлені рейси, модернізація пункту пропуску, поведінкові та ринкові фактори.

За методом найменших квадратів на основі представленої статистики за минулі роки було зроблено прогноз на середньострокову перспективу у три роки з 2026 по 2028 рр.. Середньорічний приріст становить близько 651 поїзда та 169 тис. пасажирів, а прогноз на досліджувані роки підтверджує подальше збільшення обсягів перевезень, що зумовлює необхідність підвищення пропускнуої спроможності дільниці.

Запропоновано напрями вдосконалення організації пасажирського руху, серед яких оптимізація графіка руху, Перенесення підготовчих операцій (техобслуговування, маневри) у нічні «вікна», розробка моделі інтелектуальної системи прогнозування потоків, розробка єдиної платформи «Yagodyn-Dorohusk Smart Border», впровадження ERTMS Level 1.

Проведено оцінку ефективності запропонованих заходів на основі математичної моделі. За результатами очікується підвищення поїздо- і пасажиропотоку на 25-40%, а саме прогнозний інтервал 10 – 11 пасажирських поїзда на добу, прогнозний інтервал $\approx 2\,428 - 2\,719$ пасажирів на добу.

Розроблено математичну модель пропуску міжнародних пасажирських поїздів на дільниці Ягодин – Дорогуськ на основі теорії масового обслуговування. Проведено стохастичний аналіз застосування Постанови Кабінету Міністрів України № 1537 від 26 листопада 2025 р. «Про експериментальний проект прикордонного та митного контролю у русі поїздів» для дільниці Ягодин-Дорогуськ. Цільова функція мінімізувати загальний час перебування поїзда у пункті пропуску виконана: $T_{\text{заг}}' = 171\text{хв}$ при виконанні всіх технологічних та ресурсних обмежень замість 210хв (скорочення часу простою поїзда на 39хв).

Розроблено графік руху поїздів дільниці Ягодин – Дорогуськ та розраховано його показники з урахуванням скорочення тривалості технологічних операцій на 39 хвилин для одного поїзда;

Розроблено економічну модель оцінки ефективності впровадження напрямів удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні. Аналіз фінансового результату впровадження оптимізованих митних процедур свідчить про виняткову інвестиційну привабливість проекту. Вже у перший рік реалізації (2026 р.) чистий фінансовий результат становить 121 851,60 грн, що на 224,12% перевищує витрати на впровадження (37 600,00 грн). Період окупності проекту становить лише 3,7 місяці. Такий показник класифікує проект як суперрентабельний.

Таким чином комплекс запропонованих заходів дозволяє формувати допустимі режими експлуатації пункту пропуску Ягодин-Дорогуськ, що забезпечують стабільну роботу перевантаженої системи за існуючих інфраструктурних обмежень без необхідності розширення потужностей, що веде до удосконалення організації пасажирського руху в міжнародному сполученні на обраному напрямку.

Список використаних джерел

- 1 Хінельова П., Калашнікова Т. Аналіз стану організації пасажирського руху на ділянці Ягодин – Дорогуськ // Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей 6-ої міжнародної наук.-техн. конф. (м. Харків, Україна, 24-26 листоп. 2025 р.). – Харків, 2025. – С. 57-59.
- 2 Організація пасажирських перевезень у міжнародному залізничному сполученні : навч. посіб. / Т. В. Бутько та ін. – Харків, 2023. – 205 с.
- 3 Залізничне сполучення в Україні може повністю зупинитися? Детальний аналіз від експертів. – РБК-Україна. – Режим доступу: <https://www.rbc.ua>. – Загол. з екрана.
- 4 Про затвердження Технологічної схеми пропуску осіб, транспортних засобів та вантажів через державний кордон України у пункті пропуску для залізничного сполучення «Ягодин»: наказ від 20.05.2016 № 97-од.
- 5 Розклад по станції Ягодин (Україна). – Укрзалізниця. – Режим доступу: <https://www.uz.gov.ua>. – Загол. з екрана.
- 6 Службовий розклад руху пасажирських поїздів 2023–2024 / відп. за вип. Д. О. Безручко. – Київ: АТ «Укр. залізниця», 2023. – 413 с.
- 7 Statystyki zbiorcze. – Nadbużański Oddział Straży Granicznej. – Режим доступу: <https://nadbuzanski.strazgraniczna.pl>. – Загол. з екрана.
- 8 ЄС виділить Укрзалізниці кошти для реалізації євроінтеграційних проєктів. – Укрзалізниця. – Режим доступу: <https://www.uz.gov.ua>. – Загол. з екрана.
- 9 Trans-European transport network (TEN-T). – Mobility and Transport. – Режим доступу: <https://transport.ec.europa.eu>. – Загол. з екрана.
- 10 Україна відкриває першу євроколію, посилюючи інтеграцію з Європейським Союзом. – European Investment Bank. – Режим доступу: <https://www.eib.org>. – Загол. з екрана.

11 Управління розвитком економічного середовища в умовах глобальних трансформацій: колективна монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. В. В. Прохорової. – Харків : Видавництво Іванченка І. С., 2023. – 419 с.

12 Транспортні технології в сучасних умовах: колективна монографія / за заг. ред. Г. О. Примаченко. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г. М., 2024. – Т. 1. – 212 с. – ISBN 978-617-7926-64-0. – С. 82.

13 Про реалізацію експериментального проекту щодо особливостей організації та здійснення прикордонного та митного контролю під час руху пасажирських поїздів: постанова Кабінету Міністрів України від 26.11.2025 № 1537. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua>. – Загол. з екрана.

14 Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо організації прикордонного та митного контролю пасажирських поїздів: Постанова Кабінету Міністрів України. Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/mu25040?an=160&ed=2025_03_25.

15 ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Режим доступу: <http://aphd.ua/prykladu-oformlennia-bibliografichnoho-opysu-vidpovidno-do-dstu-83022015> (дата звернення: 20.11.2025).

16 Пункт пропуску «Ягодин-Дорогуськ». Державна прикордонна служба України. Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/uk/yagodin-dorogusk>.

17 Інтерактивна карта державного кордону України. Державна прикордонна служба України. Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/uk/map>.

18 Транскордонне співробітництво: європейські інструменти та практики: аналітичне видання. Council of Europe. Режим доступу: <https://rm.coe.int/book-trnskordonne-final-14-aprill-11/1680aed909>.

19 Чи достатньо Україні залізничних переходів з країнами Європи? Українська гільдія активістів. Режим доступу: <https://uga.ua/meanings/chi-dostatno-ukrayini-zaliznichnih-perehodiv-z-krayinami-yevropi/>.

20 Євроінтеграційні процеси у транспортній сфері України: аналітичний матеріал. Комітет Верховної Ради України з питань інтеграції України до

Європейського

Союзу.

Режим

доступу:

<https://comeuroint.rada.gov.ua/uploads/documents/30632.doc>.