



Ministry of Education and Science of  
Ukraine Ukrainian State University of  
Science and Technologies

Faculty of «Construction, Architecture and Infrastructure»  
(faculty)

---

Department of Transport Infrastructure  
(department)

---

**Explanatory Note**

to Master's Thesis

magistr

(higher education degree)

Study of the conditions of regular operation of rolling stock in international traffic, taking into account the differences in Ukrainian and European rail infrastructure

according to educational curriculum: Interoperability and safety in railway transport

in the Speciality: 273 Railway Transport

Done by the student

of the group: IN 2226

/ Ivan Zhurba /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Professor Mykola Kurhan /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak /

(position, name, surname)

Supervisors:

/ Assistant Nelia Khmelevska /

(position, name, surname)

---

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: Магістр

Освітня програма: Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті

Спеціальність: Залізничний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ТЮТКІН

(підпис)

« 02 »

02

2023 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
(ступінь вищої освіти)

студенту Журбі Івану Васильовичу

1. **Тема роботи:** Дослідження умов регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей української та європейської колійної інфраструктури

**Керівник роботи:** Курган Микола Борисович, професор, доктор технічних наук

Затверджена наказом від 01.03. 2023 р. № 196 ст.

2. **Строк подання** студентом роботи – 15 січня 2024 р.

3. **Вихідні дані до роботи:**

Район проектування – Волинська й Рівненська області	Довжина приймально-відправних колій – 850 м
Початковий пункт – Ягодин	Система СЦБ - АБ
Кінцевий пункт – Сарни	Верхня будова колії:
Довжина лінії, км – 195	Тип рейок – Р65, безстикова
Керівний ухил, ‰ – 9	Тип шпал – залізобетонні
Кількість головних колій – 2	Маса поїзда, т:
Вид тяги – тепловозна	Вантажного 4000/3600, пасажирського – 800
Рухомий склад – 2М62, М62	Ширина земляного полотна – 12 м
Перспективні розміри перевезень:	20/15 млн ткм/км

4. **Зміст пояснювальної записки:**

*1 Аналітична частина*

1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.

1.2 Дослідження відмінностей української, польської та чеської залізничної інфраструктури

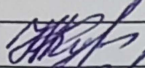
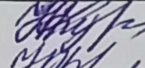
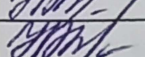
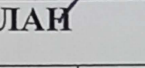
1.3 Методика дослідження.

*2 Основна частина*

2.1. Технічна характеристика Міжнародного транспортного коридору №3

- 2.2 Виконання тягових розрахунків.  
 2.3. Порівняння варіантів за тягово-енергетичними показниками
- 3 Економічна частина**
- 3.1 Інтермодальні перевезення Україна-Євросоюз  
 3.2 Вплив відмінностей інфраструктури на технологію перетину кордону у сполученні Київ - Прага  
 3.3 Продовження європейської колії 1435 мм від кордонів Європи на територію України
- 4 Охорона праці та захист навколишнього середовища**
- 4.1 Заходи з охорони праці  
 4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище
- 5. Перелік графічного матеріалу:** Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 15...20 слайдів).

**6. Консультанти розділів роботи:**

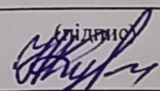
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Курган М. Б., професор		
п. 2.1, 2.3 п. 2.2	Курган М. Б., професор, Хмелевська Н.П., асистент	 	
3, 4	Курган М. Б., професор		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	02.10.2023	10
2	Дослідження відмінностей української та польської залізничної інфраструктури	16.10.2023	10
3	Технічна характеристика Міжнародного транспортного коридору №3. Виконання тягових розрахунків	01.11.2023	15
4	Вплив відмінностей інфраструктури на технологію перетину кордону у сполученні Київ-Прага	20.11.2023	25
5	Продовження європейської колії 1435 мм від Державного кордону на територію України	11.12.2023	20
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	25.12.2023	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	100

Студент

Керівник роботи

  
(підпис)

Іван ЖУРБА

Микола КУРГАН

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра: 73 с., 25 рис., 7 табл., 2 додатки, 30 джерел.

**Об'єкт дослідження** – організація транзитних перевезень в міжнародному сполученні Київ-Прага.

**Мета роботи** – Підвищення інтегрованості транзитних перевезень в міжнародному сполученні Київ-Прага. Аналіз основних відмінностей української, польської та чеської залізничної інфраструктури. Кількісна та якісна оцінка технічної сумісності залізниць відносно залізничної мережі України.

**Методи дослідження** – Методика передбачає вибір раціональних маршрутів для перевезення вантажів і пасажирів за дальністю, швидкістю доставки, параметрів транспортного коридору з урахування зміни стандартів залізничної колії на кордоні з європейськими країнами. Обробка даних виконувалась із застосуванням програми Microsoft Excel, а тягові розрахунки за програмою MoveRW, розробленою на кафедрі «Транспортна інфраструктура» УДУНТ.

**Одержані результати.** Розв'язання поставленого завдання досягнуто за рахунок урахування досвіду європейських залізниць для покращення існуючої системи організації перевезень вантажів у сполученні Київ-Прага, використання наукових праць та матеріалів Міжнародних конференцій, що містять основні принципи з підвищення інтегрованості. Для аналізу показників роботи залізничного транспорту був використаний критерій середнього геометричного з декількох відносних характеристик: середня маршрутна швидкість, обсяги перевезень, параметри й стан ділянки залізниці.

На основі отриманих результатів рекомендовано «Галицький» варіант: Прага – Краків – Львів – Київ, який може забезпечити умови регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні.

**Ключові слова:** інтегрованість, залізничний транспорт, інфраструктура залізниці, технічна сумісність залізниць, міжнародний

транспортний коридор.

Дослідження, результати яких викладені в цій роботі, проводились за підтримки гранту Національного фонду досліджень України під час реалізації проєкту «Наукове обґрунтування впровадження європейської колії на території України в повоєнний період» (реєстраційний номер проєкту 2022.01/0021), який було отримано в рамках конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>8</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>11</b>
1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.....	11
1.2 Дослідження відмінностей української, польської, словацької та чеської залізничної інфраструктури.....	13
1.3 Методика дослідження.....	28
<b>2 ОСНОВНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>33</b>
2.1 Технічна характеристика Міжнародного транспортного коридору №3.....	33
2.2 Виконання тягово-експлуатаційних розрахунків.....	38
2.3 Порівняння варіантів за тягово-енергетичними показниками.....	42
<b>3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>47</b>
3.1 Інтермодальні перевезення Україна-Євросоюз .....	47
3.2 Вплив відмінностей інфраструктури на технологію перетину кордону у сполученні Київ – Прага .....	50
3.3 Продовження європейської колії 1435 мм від кордонів Європи на територію України.....	57
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ..</b>	<b>60</b>
4.1 Заходи з охорони праці .....	60
4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище .....	63
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>68</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>69</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>73</b>

					051.ІН2226.МР.2024.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпись	Дата	Магістерська робота	Стадія	Лист	Листов
Разроботчик	Журба І.							
Гл. руков.	Курган М. Б.							
Консульт.	Хмелевська							
Нормокон	Байдак С.Ю.							
						УДУНТ		



## ВСТУП

Роль транспортної системи в економічному розвитку будь-якої країни важко переоцінити. Для України, яка є транзитною державою, особливо важливо забезпечити ефективний залізничний транспорт між Європою та Азією. Актуальність цього питання підтверджується тим, що вже у 2014 році Організація співробітництва залізниць (ОСЗ) обговорювала такі питання, як полегшення процедур при перетині кордонів залізничним транспортом, досвід залізниць щодо прискорення проходження кордонів при міжнародних залізничних перевезеннях в євразійському просторі та ін.

Україна, завдяки своєму географічному положенню та розвиненій транспортній інфраструктурі, має значний потенціал у розвитку вантажних перевезень, передусім, у міжнародному сполученні. Однак можливості залізничного транспорту для організації перевезень між країнами Європейського Союзу та України використовуються не повною мірою, оскільки є низка технічних причин несумісності транспортних систем України і країн Європи, а саме: різна ширина колії, характеристики рухомого складу, вид СЦБ, напруга в контактній мережі, габарити тощо.

Актуальність дослідження впливає із Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, в якій розглядаються: пріоритетні напрями: «Забезпечення надання якісних транспортних послуг та інтеграція транспортного комплексу України до міжнародної транспортної мережі».

Стратегічним завданням науково-технічної політики в галузі транспортної системи України є вихід на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг, що реалізуються транспортом. У зв'язку з цим першочерговим і пріоритетним завданням для транспортної галузі є розширення наукових досліджень з проблем створення прогресивних технологій організації міжнародних залізничних перевезень, формування та функціонування ефективної транспортної системи.

Інтеграція транспортної системи України до системи Європейського

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Союзу передбачає не тільки вирішення технічних і економічних завдань при переході рухомого складу з колії 1520 на колію 1435 мм, але й зниження витрат за рахунок підвищення енергоефективності виробничої діяльності. Результати наукових досліджень з питань організації перевезень та управління логістичними системами, дозволять оцінити зв'язок між обсягами транспортних перевезень і геополітичним розташуванням України, яке використовується сьогодні неповною мірою.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи

Пріоритетними завданнями для України є реалізація її транспортного потенціалу та створення транзитного транспортного мосту, що поєднуватиме країни Європи, Азії та Сходу, інтеграція транспортного комплексу України до міжнародної транспортної мережі; скорочення часу доставки вантажів; спрощення адміністративних процедур і формальностей під час перетину кордону; збільшення транзитних потоків, забезпечення сумісності залізничної мережі з регіональними залізничними мережами ЄС тощо.

Основним фактором, який визначає економічний розвиток країни є наявність транспортних мереж, які забезпечують швидкий та безперебійний рух пасажирських і вантажних поїздів. Ці мережі повинні бути інтегровані в транспортну мережу Європейського союзу.

Серед численних досліджень присвячених вибору пріоритетних напрямків міжнародних перевезень слід виділити наукову працю [1], в якій наведено теоретичні основи і емпіричні результати аналізу й моделювання транспортних мереж на прикладі Польщі з використанням структурованих мереж. У праці [2] висвітлено основні напрямки роботи залізничної системи, які залежать від впровадження інтероперабельності. В роботі [3] запропоновано моделі прийняття рішень щодо оцінки ефективності транспортної системи Європа – Азія. Досліджено технологію переходу рухомого складу при зміні ширини колії 1435/1520 і навпаки на перетині Медика – Мостиська (Польща – Україна). Показано, що для оцінки ефективності технології можуть застосовуватись техніко-економічний аналіз, аналіз вартості життєвого циклу і аналітичний мережевий процес. В роботі [4] показано, що, починаючи з початку 90-х років минулого століття залізнична політика зосереджувалась на трьох сферах: створення спільного ринку залізниць; реструктуризація та перегляд

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		11

функціонування державних залізниць; модернізація залізничної інфраструктури. Вжиті заходи призвели до усунення бар'єрів на залізничному транспорті між країнами-членами ЄС. В роботі [5] визначені ключові рішення та підходи до впровадження швидкісних залізниць. У статті також викладено основні моменти, що спричиняють розриву швидкісних залізничних мереж між країнами західної та Центральної Європи. Зазначено, що відмінності створюються в результаті ряду географічних, економічних, соціальних, а також політичних та організаційних факторів.

Що стосується наукових робіт щодо вибору технології передачі вантажів у пунктах зміни стандарту ширини колії, то можна послатись на [6-8], в яких порівнюються такі варіанти як перевантаження вантажів; заміна візків на пунктах перестановки вагонів (ППВ); застосування спеціального рухомого складу, обладнаного візками з розсувними колісними парами (РКП); продовження або використання існуючої широкої колії 1520 мм від кордонів України на територію Європи; продовження європейської колії 1435 мм від кордонів Європи на територію України та використання суміщеної колії 1435/1520 мм.

Можливості залізничного транспорту для організації перевезень між країнами Європейського Союзу та України використовуються не повною мірою, оскільки є ряд технічних причин несумісності транспортних систем, а саме: різна ширина колії, характеристики рухомого складу, вид СЦБ, напруга в контактній мережі, габарити тощо .

Подальші перспективи інтеграції залізниць України до європейської транспортної мережі будуть залежати від того, наскільки успішно будуть вирішені завдання з реального освоєння міжнародних транспортних коридорів (МТК), від наявності рухомого складу, готового забезпечити перевезення з встановленими швидкостями [9], від вирішення низки політико-економічних і техніко-технологічних проблем пасажирообороту і обороту вантажів між Україною та Європою [10].

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Грунтуючись на результатах зарубіжних і вітчизняних наукових розробок намічені шляхи вирішення проблеми, що стосується інтеграції залізничної мережі України в європейський транспортний простір.

За завданням кафедри «Транспортна інфраструктура» УДУНТ автор магістерської роботи досліджував умови регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей інфраструктури української та транспортних систем Польщі, Словаччини й Чехії, що дало змогу сформулювати мету роботи, визначити завдання дослідження та намітити шляхи їх вирішення.

Метою роботи є дослідження розвитку залізничних транзитних перевезень в міжнародному сполученні, визначення проблемних питань при перетині кордонів в напрямку «Україна-Євросоюз» і шляхів їх усунення, що відкриє нові можливості для залучення транзиту через територію України.

## **1.2 Дослідження відмінностей української, польської, словацької та чеської залізничної інфраструктури**

У зв'язку з інтенсивним розвитком процесів інтеграції залізничного транспорту України у світову транспортну систему велике значення має аналіз і співставлення показників залізничного транспорту різних європейських країн. Для проведення порівняльного аналізу показників роботи залізниць європейських країн і України використаємо статистичні дані залізниць країн Європи, які регулярно подають інформацію про свою діяльність. В бюлетені ОСЗ по залізничному транспорту [11] щорічно наводяться такі статистичні дані як площа країни  $S$ , чисельність населення  $N$ , експлуатаційна довжина залізниць  $L_{експл}$ , персонал залізниць  $Ч$ , вантажообіг  $V_{т-км}$ , пасажирообіг  $P_{пас-км}$ , обсяги перевезень вантажів  $V_m$  і пасажирів  $P_{пас}$  різними видами транспорту тощо.

Основними відмінностями при порівнянні залізниць є ширина колії і напруга в контактній мережі. У європейських країнах, що межують з Україною, ширина колії 1435 мм, а в Україні 1520 мм. В Австрії, Польщі, Угорщині та Чехії

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		13

напруга в контактній мережі 3 кВ постійного струму, 15 кВ змінного струму частотою 16,7 Гц, а в Словаччині й Україні напруга в контактній мережі 3 кВ постійного струму і 25 кВ змінного струму частотою 50 Гц.

На основі кількісних показників, що відображають основні особливості експлуатаційної діяльності залізничного транспорту, були розраховані й інші показники, такі як: щільність транспортної мережі за площею та за кількістю населення, насиченість держави залізницями тощо.

Відповідно до завдання необхідно дослідити вплив відмінностей інфраструктури на технологію перетину кордону у сполученні Київ – Прага, тобто дослідити роботу залізничного транспорту Польщі, Словаччини, Чехії і України (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Україна і суміжні з нею країни

**Польські державні залізниці (*Polskie Koleje Państwowe – PKP SA*).** Протяжність ліній 19,290 тис. км, зокрема магістральних колій 4 235 км, першорядних 10 551 км, другорядних 3 815 км, ділянок місцевого значення 2561 км. Частка виконуваної експлуатаційної роботи відповідно становить: 43,6; 48,6; 6,4; 1,4% [12].

Основні залізничні станції і вузли: Варшава, Ольштин, Катовіце, Вроцлав,

					051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Гданськ, Краків, Люблін. Прикордонні переходи й пункти перевантаження з Українськими залізницями: Медика – Мостиська, Дорогуськ – Ягодин; з білоруськими залізницями: Малашевич – Брест, Семянувка – Свислочь, Кузня – Лососна; з Латвійською залізницею: Тракішкі – Моцкава; з Німецькими залізницями: Катовіце – Франкфурт-на-Одері та інші; з Чеськими залізницями: Гміна Зебжидовіце – Петровице та інші; з Румунськими залізницями: Мушина – Плавеч та інші.

Максимальна технічна швидкість і частка виконуваної експлуатаційної роботи відповідно: понад 120 км/год (7,6%), 120 – 80 км/год (65,8%), 79-50 км/год (21,2%), менше ніж 50 км/год (5,4%).

Парк рухомого складу містить приблизно 92 тис. вантажних вагонів, зокрема піввагонів 68,9%, критих 13,2%, платформ 15,2% і незначну кількість рефрижераторних і цистерн.

У 2020 р. перевезено 222,2 тис. тонн вантажів, зокрема внутрішні перевезення становили 61%, експорт – 22%, імпорт – 14,4%, транзит – 2,6%. Основні вантажі: вугілля (48%), камінь і пісок (10,1%), руда (7,2%), нафта і нафтопродукти (7,0%), метали і вироби з них (7,6%), інтермодальні перевезення вантажів становлять майже 1%.

Парк пасажирських вагонів становить 5917 одиниць. У парку локомотивів: вантажних електровозів – 1263, пасажирських – 507, тепловозів – 2062.

Близько 19 тис. км залізничних ліній мають колію 1435 мм, діє лінія з широкою колією (1520 мм) Ізов – Грубешів – Славкув Південний (м. Катовіце). Між Польщею і Швецією працює поромна переправа.

Автоблокуванням оснащено 2108 км, 17 станцій з 312 стрілочними переводами і 95 переїздів, які керуються комп'ютерними системами.

Польські залізниці зберігають першорядні позиції в перевезеннях на внутрішньому ринку, систематично підтримують і поліпшують діяльність на міжнародних транспортних коридорах.

Польща має більш розвинений високошвидкісний залізничний транспорт і

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		15

розвинену мережу приміських залізничних перевезень. У Польщі працює лінія високошвидкісних поїздів між Варшавою і Лодзю, а також планується будівництво лінії між Варшавою і Краковом. Польська сторона вже проектує високошвидкісну залізницю «спиця № 5» між Травниками та Белжецем, що проходитиме найближче до українського кордону та дозволить продовжити її до Львова [13].

Словацькі залізниці (Zelznice Slovenskej Republiky – ZSR). Експлуатаційна довжина 3626 км. Орган управління – Керуючий радою та Генеральний директор, виконавчий орган – Генеральна дирекція, яка керує роботою відділень, цільових і спеціальних підрозділів. Комерційно-перевізні управління (у Кошице, Братиславі, Жилиці й Зволені) надають комплексні послуги з усіх питань державного й міжнародного транспорту. Залізнична колія шириною 1435 мм має протяжність одноколійних ліній 68,7%, двоколійних – 28,2%. Крім того, вузькоколійних залізниць – 50 км, ліній з колією 1520 мм – 100 км. Електрифіковано 1587 км, зокрема 51% на постійному струмі 3 кВ і 49% км на змінному струмі 25 кВ, 50 Гц. На залізничній колії діє близько 10 тисяч стрілочних переводів; працюють 402 станції. Рухомий склад: 1159 локомотивів, 17,9 тис. вантажних і 1,1 тис. пасажирських вагонів. Залізниці Словацької Республіки мають розвинену інфраструктуру для організації комбінованих перевезень. Залізниця в основному прокладена вздовж річок і між гір; найвища точка траси розташована у Високих Татрах на висоті 1320 м над рівнем моря, найнижча – у Східній Словаччині на висоті 101 м. Через гірський ландшафт 252 км головних колій мають криві радіусом менше 300 м, 814 км мають ухил 10‰. На залізницях побудовано 2285 мостів загальною довжиною майже 50 км і 76 тунелів (43,3 км).

Основні залізничні вузли: Братислава, Жиліна, Зволен і Кошице; прикордонні станції: Кути, Чадца, Комарно, Русовцах, Девінська Нова Вес, Плавеч; перевантажувальні станції: Матьовце і Чіерна-над-Тісоу. Торговий і перевантажувальний центр Чіерна-над-Тісоу забезпечує комерційну діяльність,

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		16

перевантаження товарів з вагонів широкої колії 1520 мм у вагони для колії 1435 мм і навпаки, а також додаткові послуги, ремонт технічних засобів, контакт з органами державного управління [11].

Частка залізниці в транспортних перевезеннях країни становить 19,8%. Щодо забезпечення країни транспортними послугами залізниці Словацької Республіки (ZSR) належать до найбільш ефективно діючих залізниць у Європі.

У міжнародному пасажирському сполученні курсують поїзди категорії «Євросіті», «Інтерсіті», «Експрес», а також швидкі, прискорені й пасажирські. Максимальна швидкість пасажирського поїзда 140 км/год, середня 120 км/год.

**Чеські залізниці (Ceske Drahy – CD).** Чеська Республіка розташована в центрі Європи на порівняно невеликій території – майже 79 тис. кв. км і є однією з розвинутих індустріальних країн світу. Чехія має спільні кордони з Німеччиною, Словаччиною, Австрією і Польщею.

Залізниці Чехії мають загальну довжину 9,567 тис. км ліній нормальної колії і 96 км вузької, електрифіковано 3237 км (34,2%). Чехія прагне до якомога швидшої інтеграції в європейські економічні структури й уже є асоційованим членом Європейського Союзу. Тому всі галузі національної економіки приводяться у відповідність до вимог ЄС.

У листопаді 1999 р. парламент Чехії ратифікував закон про залізниці, відповідно до якого з 1 квітня 2000 р. Чеські залізниці отримали статус акціонерної компанії, що передбачає підвищення якості управління, а також усунення перешкод для створення спільних підприємств з приватними фірмами [14].

У новостворену компанію залучені кваліфіковані управлінські кадри з приватного сектора шляхом продажу акцій. Однак на першому етапі держава зберегла за собою 100% акцій; залізнична інфраструктура, рухомий склад та інше майно залишилися у власності CD. Окремі лінії здані в оренду приватним експлуатаційним компаніям, що повинно було привести до посилення конкуренції на залізничному транспорті. З переведенням CD в приватну

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		17

акціонерну експлуатаційну компанію (2002 р.) право на володіння власністю й керівництво інфраструктурою отримує новий державний орган – Sprava Zeleznicni Dopravni Cesty (SZDC).

Чеські залізниці були першими серед нових країн-членів ЄС, які почали процес європейської інтеграції в галузі залізничного транспорту. При цьому інфраструктура залізниць була поділена між Чехією і Словаччиною відповідно до територіальних кордонів, а рухомий склад та інше рухоме майно – пропорційно чисельності населення двох нових держав, у співвідношенні 2:1.

Чеські залізниці на сьогодні є акціонерним товариством, при цьому найбільшим оператором з перевезення всіх видів вантажів на своїй території відносно інших видів транспорту [15]. Головною проблемою в пасажирських перевезеннях є подолання конкуренції з боку автобусного транспорту (наприклад, на напрямку Прага – Брно).

На формування транспортної системи Чехії вплинуло її географічне положення в центрі Європи, характер території й неодноразова зміна спрямованості її економічних і політичних зв'язків. Усі найкоротші шляхи сполучення між північними європейськими країнами і країнами Південно-Східної Європи, а також Балканського півострова проходять через Чехію. Залізниці перетинають державний кордон більше 20 разів, а шосейні автодороги – більше 40 разів.

Одним з шляхів збереження свого становища залізниці розглядають розширення змішаних перевезень, зокрема й у міжнародних сполученнях. Прикладом може бути відкриття регулярного руху контейнерних поїздів між Ловосице і Дрезденом.

Для перевезення пасажирів у міжнародному сполученні (напрямок Берлін – Прага – Відень) використовується рухомий склад типу Пендоліно.

СД оплачують понад 40% витрат за проектами, що передбачають модернізацію залізниць. Це негативно позначилося на їхньому фінансовому становищі й призвело до того, що довелося відмовитися від закупівель нового

					051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		18

рухомого складу. Єдина ділянка, яка електрифікована з частковою модернізацією другої колії, розташувалася між Брно та Ческа – Тршебова. До позначки 228 км електрифікована на змінному струмі (25 кВ, 50 Гц), далі – на постійному (3 кВ). У найближчій перспективі тут передбачається використовувати для керування поїздами двосистемні електровози.

У планах передбачена модернізація залізниць, що входять у міжнародні транспортні коридори. Національний транзитний коридор III зв'язав Німеччину (Нюрнберг) з Польщею через Прагу. Загальні витрати становили приблизно 42 млрд крон і на 70% покривались СД. Транзитний національний коридор IV (вартість робіт 26,6 млрд крон) зв'язав Дрезден з Линцем через Прагу і Ческе – Будейовіце. Це найкоротший шлях від Праги до портів Адріатики через Зальцбург і Філлах. Загальна довжина національних коридорів становить 1962 км, з яких 73% підлягали реконструкції. Перші три коридори в перспективі увійдуть до транс'європейської мережі TEN. Серед них виділяється двоколійна електрифікована лінія в Східній Чехії від Коліна до Брно через Гавлічкув – Брод, по якій будуть перевозитися переважно транзитні вантажі. Згідно зі статистикою, майже 34% всіх залізничних ліній Чехії електрифіковані, понад 20% двоколійні й приблизно 40% обладнані сучасними пристроями СЦБ.

Залізничні зв'язки із суміжними країнами: Австрія – зміна напруги (25 кВ/15 кВ змінного струму; Німеччина – зміна напруги (3 кВ постійного струму/15 кВ змінного); Польща – напруга 3 кВ постійного струму; Словаччина – напруга 3 кВ постійного струму або 25 кВ змінного.

У зв'язку з модернізацією залізничних ліній передбачається закупівля нового рухомого складу. При цьому СД повинні покривати майже половину витрат на модернізацію існуючого, а уряд частково оплачує новий або оновлений тяговий рухомий склад.

Новий рухомий склад – це насамперед сім моторвагонних поїздів з вагонів з кузовами, що нахилиються, які введені на лінії Берлін – Відень через Прагу (максимальна швидкість 220 км/год). Ці поїзди мають «триструмове»

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		19

виконання: постійний струм напругою 3 кВ, змінний напругою 15 кВ, частотою 16,7 Гц або 25 кВ, 50 Гц.

З 2010 року розпочато регулярну експлуатацію електровозів з пасажирськими поїздами на напрямку Берлін – Прага – Відень.

План перспективного розвитку СД: річний обсяг перевезень – 90 млн т, вантажообіг – 20 млрд т·км; обсяг пасажирських перевезень на рівні 200 млн пасажирів за рік; пасажирообіг – 8 млрд пас.-км. Якщо для залізниць будуть створені рівні з автотранспортом умови конкуренції, СД можуть отримувати хороші експлуатаційні показники при збільшенні транзитних перевезень.

**Українські залізниці (УЗ).** Українські залізниці мають експлуатаційну довжину 19,8 тис. км, зокрема електрифікованих ліній 9,4 тис. км, або 47,3% загальної довжини головних колій. Щільність мережі – 32,8 км на 1000 км<sup>2</sup> території. Ширина колії 1520 мм. Довжина ліній, обладнаних автоблокуванням і диспетчерською централізацією, становить 12,2 тис. км. Залізничний транспорт України є провідною галуззю економіки, виконує 82,9% вантажообігу і 36,4% пасажирообороту всіх видів транспорту (за даними Держстату без урахування трубопровідного транспорту та даних анексованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополь), на відміну від країн Європейського Союзу, де частка залізничних перевезень становить 6-8% пасажирські й до 20% – вантажні. Основні обсяги вантажних і пасажирських перевезень на початок 2020 року наведені в таблиці 1 за даними [16].

Інвентарний парк рухомого складу налічує 1,7 тис. електровозів, 2,1 тис. тепловозів, 5,1 тис. пасажирських вагонів і 104,3 тис. вантажних. Найбільшою загрозою сталому функціонуванню залізничного транспорту є майновий знос його основних фондів, особливо рухомого складу, що перевищив 90%.

Для подальшого успішного розвитку залізничного транспорту необхідно провести технічну модернізацію інфраструктури залізничних коридорів, реструктурувати пасажирське господарство, вдосконалити організацію й технологію пасажирських і вантажних перевезень, створити рухомий склад

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		20

нового покоління [17].

Як і в минулі роки, умови роботи українських залізниць залишаються більш складними, ніж європейських залізниць. Експлуатаційна довжина залізниць за останні роки незначно скорочується в усіх країнах Європи, зокрема і в Україні: за останні 10 років цей показник знизився в середньому на 1% і на початок 2020 року становить 19,8 тис. км. Виробіток на одного працівника залізниці – 753 тис. зведених тонно-кілометрів на рік, чому сприяло скорочення за останні десять років майже на третину кількості працівників основної діяльності.

Один із вагомих показників – це вантажонапруженість, тобто інтенсивність використання залізниць для перевезень вантажів і пасажирів. Динаміка зміни цього показника показана на рисунку 1.2.

Сьогодні реалізується програма реформування залізничного транспорту, розрахована. Центральний орган управління залізничним транспортом загального користування – АТ «Укрзалізниця», має великі права щодо розвитку залізничного транспорту. До складу АТ «Укрзалізниця» входять регіональні філії «Донецька залізниця», «Львівська залізниця», «Одеська залізниця», «Придніпровська залізниця», «Південно-Західна залізниця», «Південна залізниця».

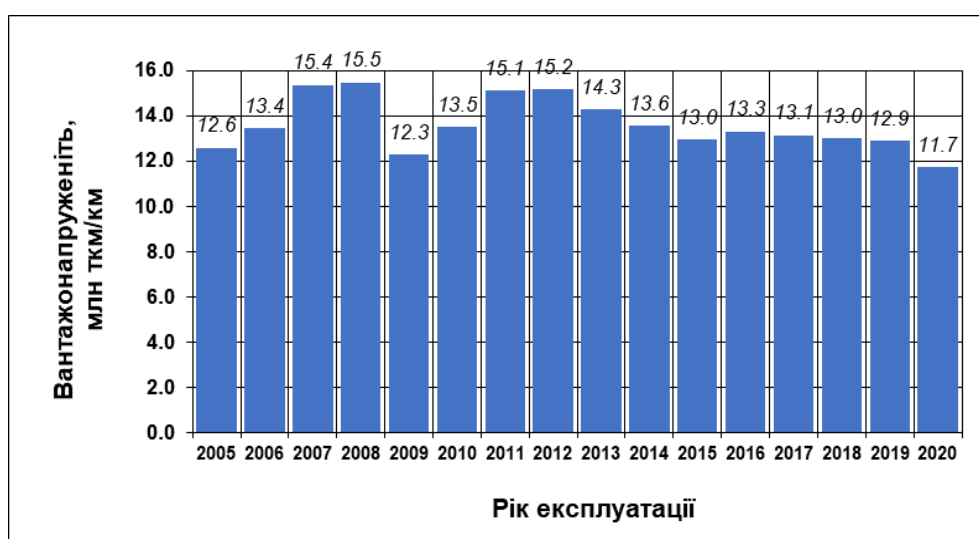


Рисунок 1.2 – Динаміка зміни вантажонапруженості за роками

Модернізація й реконструкція залізничних колій, електрифікація мережі, будівництво других головних колій – планові завдання для збільшення пропускної спроможності залізниць, впровадження швидкісного руху поїздів як умови реалізації геополітичних переваг України.

Вважається необхідним протяжність другої колії довести до 35-40%, електрифікованих залізниць – до 50 – 55%, залізниць, облаштованих автоблокуванням і ДЦ, – до 80% від експлуатаційної довжини [18].

Основні показники роботи залізниць вищеперерахованих країн розраховано за формулами (1.1-1.6) та наведено в таблиці 1.1 і на рисунках 1.3 – 1.7.

1. Щільність мережі за площею (км/1000 км<sup>2</sup>) – відношення експлуатаційної довжини залізниць до загальної площі території, на якій вони розташовані

$$A = \frac{L_{\text{експл}}}{S} \quad (1.1)$$

2. Щільність мережі за кількістю населення (км/1 млн чол.) – відношення експлуатаційної довжини залізниць до кількості населення

$$B = \frac{L_{\text{експл}}}{H} \quad (1.2)$$

3. Насиченість країни залізницями (км/км<sup>2</sup> \*млн чол.)

$$C = \frac{L_{\text{експл}}}{S \cdot H} \quad (1.3)$$

4. Відсоток електрифікованих залізниць

$$\delta_{\text{ел}\%} = \frac{L_{\text{ел}}}{L_{\text{експл}}} \cdot 100 \quad (1.4)$$

5. Приведена вантажна напруженість, млн. прив. т-км/км, – відношення приведених тонно-кілометрів до одного кілометра експлуатаційної довжини залізниць:

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$B_{\text{прив}} = \frac{B_{\text{т-км}} + k\Pi_{\text{пас-км}}}{L_{\text{експл}}} \quad (1.5)$$

6. Продуктивність праці, прив. т-км/1000 чол. – відношення транспортної роботи до кількості зайнятих у ній працівників. Вимірюється у приведених тонно-кілометрах на одну людину:

$$\Pi = \frac{\Gamma_{\text{т-км}} + k\Pi_{\text{пас-км}}}{\text{Ч}} \quad (1.6)$$

Таблиця 1.1 – Показники роботи залізниць

Показники	Польща	Словаччина	Україна	Чехія
Площа, тис км <sup>2</sup>	312,7	49,0	603,7	78,9
Населення, млн чол.	38,4	5,4	42,4	10,3
Експлуатаційна довжина залізниць, км	19210	3626	19791	9487
Довжина електрифікованих залізниць, км	11831	1587	9350	3240
Частка електрифікованих залізниць, %	61,6	43,8	47,3	34,2
Перевезено пасажирів, млн пас.	292,5	65,61	393,6	179,2
Пасажирообіг, млрд пас.-км	19,181	3,193	28,0	8,84
Перевезено вантажів, млн т	222,0	35,6	343,4	98,0
Вантажообіг, млрд т-км	50,6	7,1	191,9	15,5
Чисельність працівників, тис. чол.	123,5	32,6	219,1	38,1
Щільність мережі за площею, км/1000 км <sup>2</sup>	61,4	73,9	32,8	120,2
Щільність мережі за кількістю населення, км/1 млн чол.	500,3	673,4	466,8	921,1
Вантажонапруженість, млн т-км/км	3,6	2,8	13,1	2,6

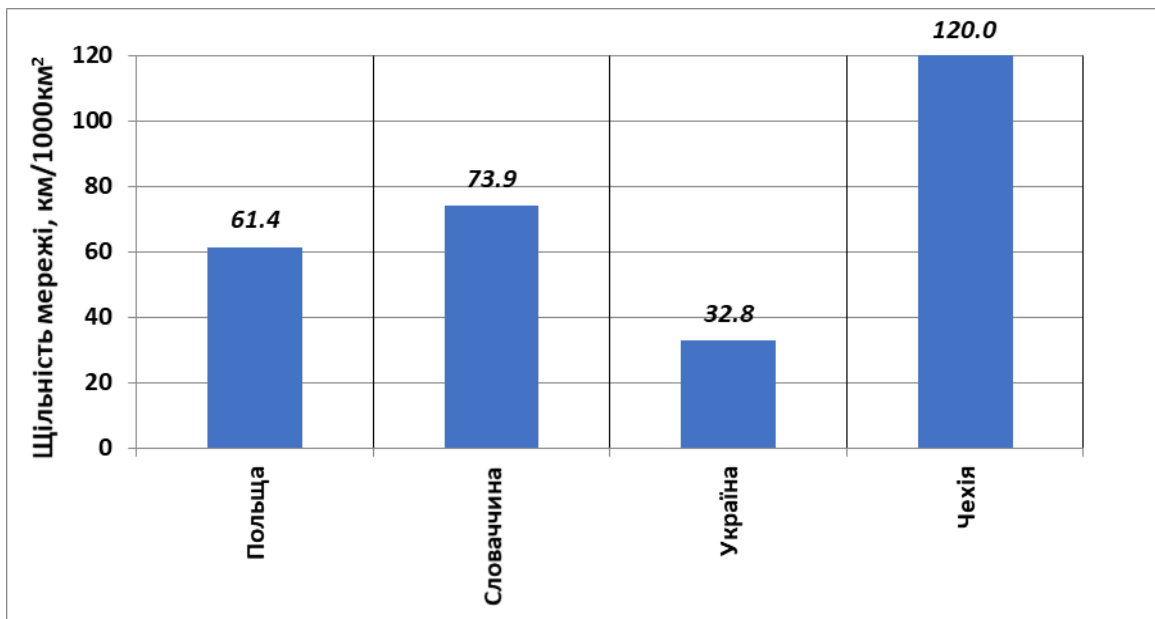


Рисунок 1.3 – Щільність мережі залізниць, км/1000 км<sup>2</sup> площі території

Аналізуючи наведену вище діаграму, можна зробити висновок, що значення щільності мережі залізниць Словаччини та Польщі близькі між собою, України – у два рази менше, а щільність залізничної мережі Чехії майже в чотири рази більша за щільність мережі України.

Також розглянемо діаграму щільності залізничної мережі щодо населення розглянутих країн, наведену на рисунку 1.4.

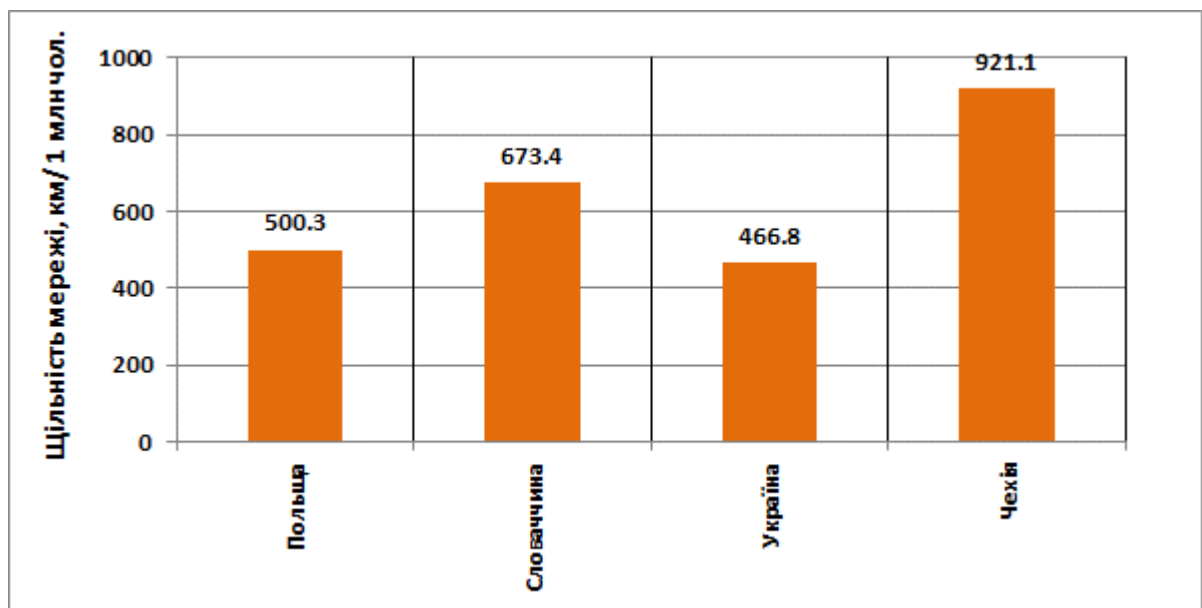


Рисунок 1.4 – Щільність мережі залізниць (км/ 1 млн чол. населення)

З діаграми видно, що серед порівнюваних країн лідером є Чехія, а в Україні й Польщі цей показник майже у два рази менший, ніж у Чехії.

За відносною щільністю залізничної мережі Чехія займає одне з перших місць у Європі в розрахунку як на душу населення (0,92 м/особу), так і на одиницю площі (120 м/км<sup>2</sup>). Таке, на перший погляд, сприятливе положення пов'язане, однак, зі значними фінансовими труднощами, оскільки експлуатувати цю мережу, ступінь завантаження якої неоднаковий для різних ліній, економічно не вигідно.

Порівняння електрифікованих залізничних ліній європейських країн, що межують з Україною, наведено на рисунку 1.5.

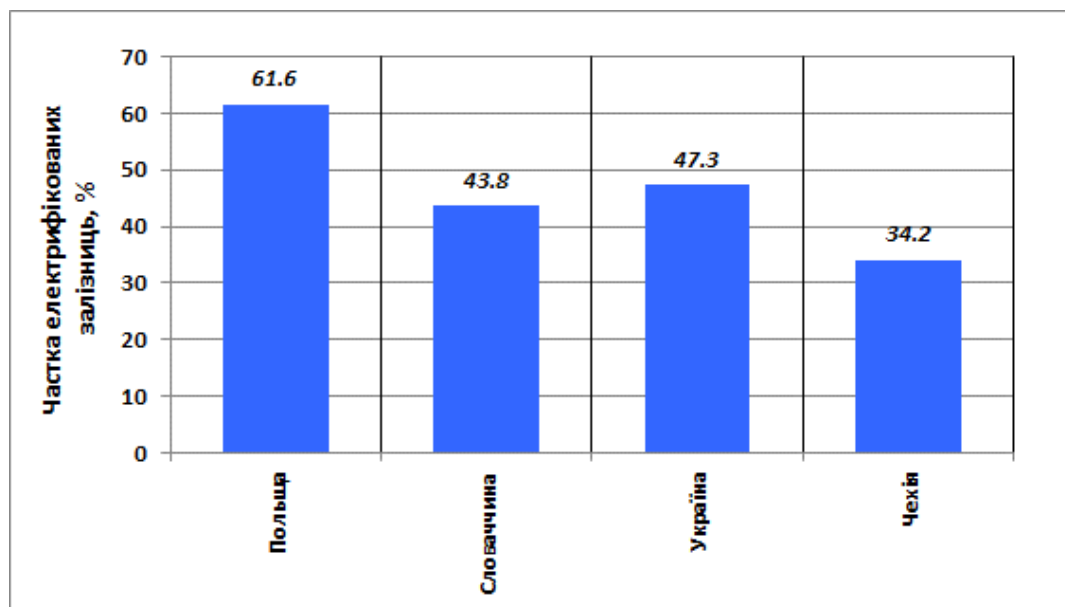


Рисунок 1.5 – Протяжність електрифікованих залізниць

З вищенаведеної діаграми видно, що найбільша протяжність електрифікованих залізниць у Польщі ( 11,8 тис. км) й Україні (9,4 тис. км), що становить відповідно 61,6% і 47,3%. Це один з найбільш важливих показників, бо, наприклад, в Україні питома вага електричної тяги в загальному вантажообігу становить 89% [16].

Порівнюючи вантажонапруженість залізничної мережі України із сусідніми країнами (рисунок 1.6) видно, що найбільша вантажонапруженість в



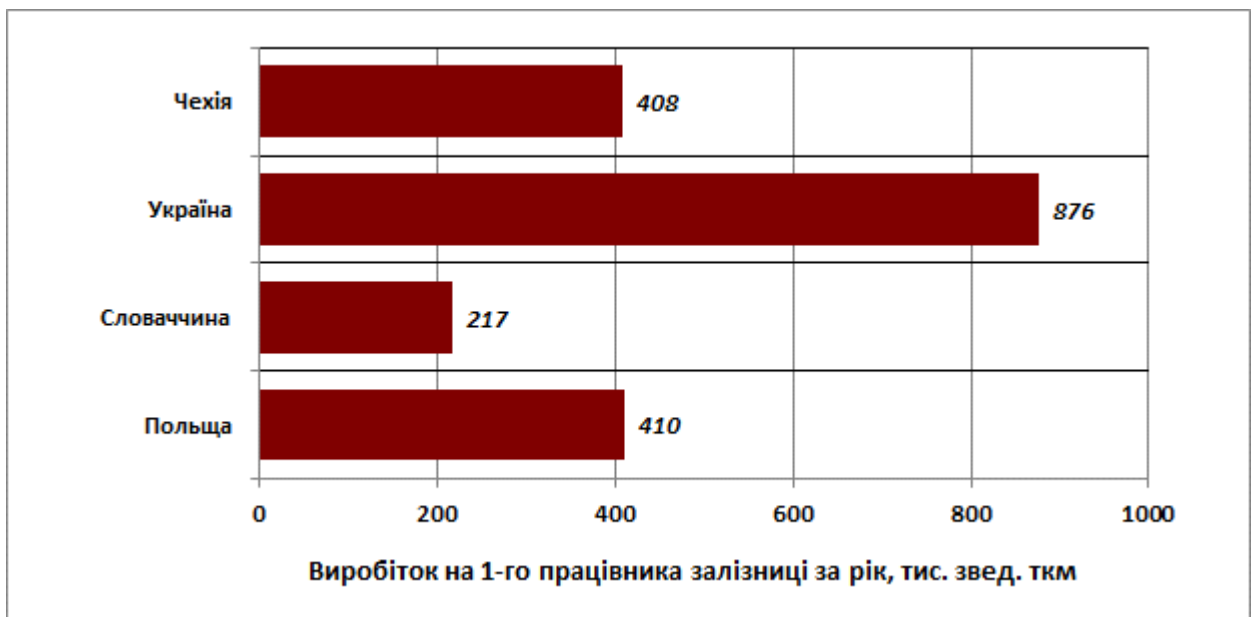


Рисунок 1.7 – Виробіток на одного працівника за рік

За результатами проведеного дослідження встановлено основні відмінності залізничних транспортних систем України, Польщі, Словаччини та Чехії.

Залізничні транспортні системи України, Словаччини та Чехії знаходяться в різних умовах експлуатації, відрізняються технічним станом, оснащенням, параметрами профілю й плану мають як схожості, так і відмінності.

*Схожі риси.* Усі три країни мають розвинену залізничну мережу, яка покриває значну частину їхніх територій, використовують стандартну колію шириною 1435 мм (в Україні частково), є членами Міжнародного союзу залізниць (UIC).

*Відмінності.* Залізнична мережа Польщі й України становлять близько 19 тис. км, залізнична мережа Словаччини має довжину близько 3,6 тис. км, а залізнична мережа Чехії має довжину близько 9,5 тис. км.

Польща має більшу кількість пасажирів, які користуються залізничним транспортом і кількість перевезених вантажів. У 2022 році в Польщі було перевезено близько 250 мільйонів пасажирів, в Україні перевезено близько 200 мільйонів пасажирів, у Польщі було перевезено близько 70 мільйонів тонн

вантажів в Україні – близько 20 мільйонів тонн вантажів.

Польща має більший парк вантажних вагонів. У 2022 році в Польщі було 120 тисяч вантажних вагонів, в Україні було 110 тисяч вантажних вагонів, пасажирських вагонів відповідно 6 тисяч вагонів, а в Україні було 10 тисяч пасажирських вагонів.

У Словаччині було перевезено близько 15 мільйонів пасажирів, а в Чехії близько 100 мільйонів пасажирів. У 2022 році в Чехії було перевезено близько 50 мільйонів тонн вантажів, у Словаччині – близько 30 мільйонів тонн вантажів.

### 1.3 Методика дослідження

Метою даного дослідження є обґрунтування пріоритетних напрямків розвитку залізничного сполучення між Україною і Чехією для регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей української та європейської колійної інфраструктури.

За основу прийнято методику, що була запропонована в роботі [19], яка зводиться до оцінки значимості маршрутів за критерієм середнього геометричного декількох відносних критеріїв

$$R_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n R_{ij}} \quad (1.7)$$

де  $R_i$  – значення узагальненого рейтингу  $i$ -го маршруту;  $n$  – кількість критеріїв;  $R_{ij}$  значення  $j$ -го відносного критерію  $i$ -го маршруту, яке визначається за формулою

$$R_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{j=1}^k X_{ij}} \quad (1.8)$$

де  $X_{ij}$  –  $j$ -й критерій для  $i$ -го маршруту. В роботі [19] таких критеріїв запропоновано три ( $n=3$ ): відношення площі країни, кількості мешканців країни та валового внутрішнього продукту країни (ВВП) до часу знаходження поїзда в дорозі у межах відповідної країни;

$k$  – кількість маршрутів.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Якщо площу території можна вважати незмінною величиною, то кількість мешканців і ВВП можуть змінюватись, а знаменник – тобто час руху поїзда теж не є постійним, бо залежить від стану інфраструктури залізниці, типу рухомого складу, графіку руху тощо. Для подальших досліджень автори даної роботи пропонують певні зміни щодо формування вказаних критеріїв.

Так в роботі [20], на відміну від відомих математичних моделей, об'єктами аналізу обрано міста й регіони, які тяжіють до магістралі. Розглядаються такі показники як чисельність населення в агломерації, величина пасажиропотоку у міжнародному сполученні. Показники, що характеризують техніко-економічний потенціал напрямків – це протяжність, час знаходження пасажирів в дорозі. Один з важливих принципів, які закладаються в оцінку варіантів розподілу перевезень, полягає у формуванні пасажиропотоків і швидкості переміщення пасажирів, а не рухомого складу.

При оцінці важливості маршруту за формулами (1.7), (1.8) більш аргументовано було б враховувати не загальну кількість жителів, а обсяг перевезень пасажирів. Для цього пропонується використати методику, що наведена в роботі [21] для розрахунку прогнозованих обсягів пасажирських перевезень, яка враховує як транзитні потоки пасажирів через територію тієї чи іншої країни, так і чисельність населення в містах, охоплених відповідним маршрутом. прогнозна Річна кількість перевезених пасажирів між двома містами  $N_1$  і  $N_2$  за прогнозом:

$$P_{N_1-N_2} = k_m \frac{(C_1 + T_1)(C_2 + T_2)}{C_1 + C_2 + T_1 + T_2} k_m k_t k_s \quad (1.9)$$

де  $P_{N_1-N_2}$  – прогноз річної кількості перевезених пасажирів між двома містами  $N_1$  і  $N_2$ , тис. чол.;  $C_1, C_2$  – населення міст  $N_1$  і  $N_2$  відповідно, тис. чол.;  $T_1, T_2$  – транзитний пасажиропотік по станції  $N_1$  і у зворотному русі зі станції  $N_2$ , тис. чол.;  $k_m$  – коефіцієнт моделі, прийнято рівним 2;  $k_m$  – коефіцієнт, що враховує рухливість населення; потребує уточнення, бо мобільність населення в різних

						051.ІН2226.МР.2024.000	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			29

регіонах різна. Наприклад, по Україні коефіцієнт  $k_m$  в далекому сполученні 1,47;  $k_i$  – коефіцієнт, що враховує термін поїздки пасажирів, який коливається в межах від 0,75 до 1,25;  $k_s$  – коефіцієнт, що враховує частоту поїздки пасажирів (відрядження, пересадку на літак, відпочинок, туризм), який коливається в межах від 0,75 до 0,9 для міст з населеністю до 600 тис. осіб; 0,9 – 1,1 для міст з населеністю 600 – 1000 тис. осіб та 1,3 – 1,5 для міст, населення яких більше 1 млн осіб.

З урахуванням вище викладено, встановлено район тяжіння і міста з вказаною чисельністю населення (млн осіб) (рисунок 1.8).

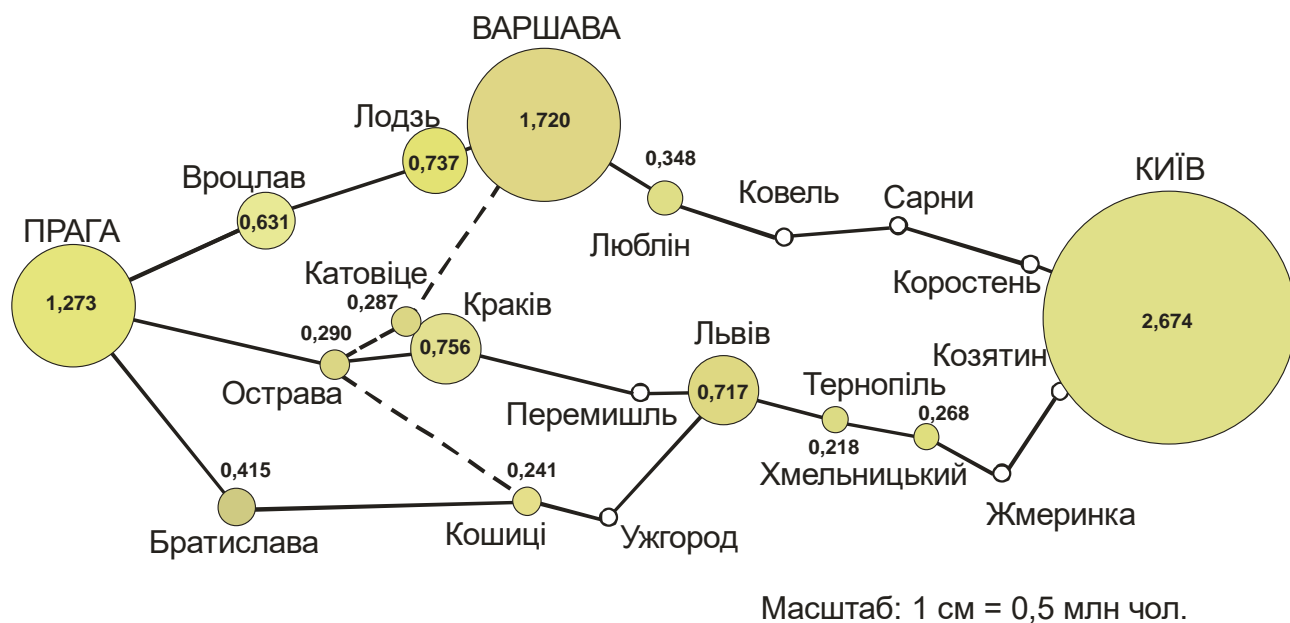


Рисунок 1.8 – Район тяжіння і кількість мешканців

Для покращення візуального сприйняття географічні відстані та кількість мешканців для ключових міст зображено масштабно. При створенні зображення використано матеріал вільного доступу з порталу Google Map.

Відносними критеріями можна вважати співвідношення значень з прогнозними обсягами пасажирських перевезень (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Характеристики маршруту

Маршрут	Відстань, км	Час у дорозі, год.	Прогнозні обсяги пасажирських перевезень, тис. осіб
Прага – Варшава – Ковель – Київ	1414	28,3	1778
Прага – Краків-Львів – Київ	1398	21,6	1379
Прага – Братислава – Львів – Київ	1606	27,2	1211

## Висновки до розділу 1

1. Аналізуючи існуючі наукові підходи, слід зазначити відсутність системного підходу до вирішення проблеми підвищення інтегрованості транзитних перевезень у повідомленні «Україна-Євросоюз». Залізничні транспортні коридори, що використовуються для міжнародних перевезень, потребують реконструкції вже сьогодні. Вони забезпечують зв'язку з міжнародною мережею залізниць, іншими видами транспорту, природною середою.

2. У країнах ЄС частка перевезень залізничним транспортом становить близько 10%, у Польщі такі перевезення становлять близько 30%, а в Україні 52% усіх вантажів перевозиться залізницею. До нашого західного кордону прокладено колію 1520 мм, а в Європі використовують 1435 мм. Для зміцнення транзитного потенціалу транспортної галузі України необхідно забезпечити експлуатаційну сумісність національної транспортної мережі із європейською транспортною мережею.

3. На основі проведеного аналізу вітчизняних та зарубіжних робіт з розглянутої проблеми встановлено, що стратегічним завданням науково-технічної політики в галузі транспортної системи України є вихід на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг, що реалізуються транспортом. Першочерговим та пріоритетним завданням для транспортної

галузі є розширення наукових досліджень з проблем створення прогресивних технологій організації міжнародних вантажних перевезень та технічних засобів нових поколінь, розробка принципово нових систем управління з використанням прогресивних інформаційних технологій.

4. Сформульовано мету роботи та шляхи вирішення поставлених завдань. Метою роботи є дослідження розвитку залізничних транзитних перевезень у міжнародному сполученні, визначення проблемних питань при перетині кордонів у напрямку «Україна-Євросоюз» та шляхів підвищення інтегрованості, що відкриє нові можливості для залучення транзиту через територію України.

5. Відмічено, що залізничні транспортні системи України, Польщі, Словаччини та Чехії мають схожі риси, але також мають деякі відмінності. Ці відмінності обумовлені розміром країн, їхнім економічним розвитком і географічним положенням.

6. Через відмінності в технічних вимогах до рухомого складу, залізничної колії різних стандартів при організації безперевантажувальних перевезень необхідно вирішити низку технічних питань. Частина питань з інфраструктури й рухомому складу регламентована в TSI, частина – у пам'ятках UIC і ОСЗ, але багато з них залишаються не вирішеними повною мірою (ширина колії, обриси бандажів коліс рухомого складу, габаритні розбіжності, гармонізація вимог до ходових частин, зчіпних приладів і відмінності гальмівних систем тощо). Ці проблемні питання потребують додаткових досліджень і раціональних рішень.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		32

## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Технічна характеристика Міжнародного транспортного коридору № 3

На сьогодні стан транспортної галузі не повною мірою відповідає вимогам ефективного впровадження євроінтеграційного курсу України та інтеграції національної транспортної мережі до транс'європейської транспортної мережі TEN-T. Швидкість доставки вантажів на українських залізницях становить максимум 400 км на добу, тобто менше ніж 17 км/год, а для більшості вантажів це 8 – 14 км/год.

Відповідно до завдання в роботі досліджуються умови регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей української та європейської колійної інфраструктури. Розглядається три напрямки: Прага – Варшава – Ковель – Київ, Прага – Краків – Львів – Київ і Прага – Кошиці – Львів – Київ (рисунок 2.1).

Для прикладу в п. 2.1 наведена характеристика Міжнародного транспортного коридору № 3 з докладною характеристикою ділянки від Львова до Києва, а у п. 2.2 наведено фрагмент виконання тягових розрахунків на ділянці Ковель – Сарни.

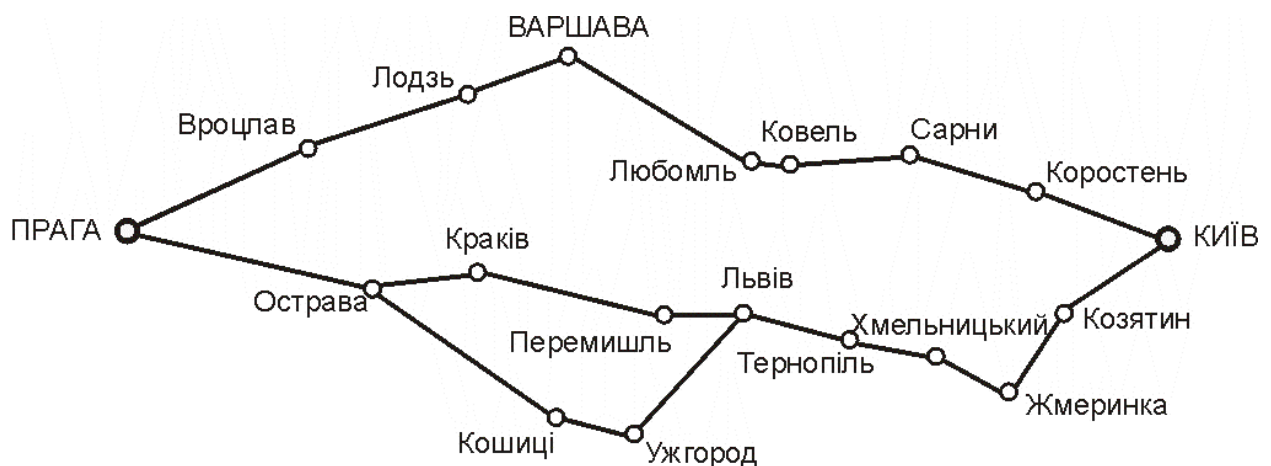


Рисунок 2.1 – Обрані маршрути для дослідження

На II Пан'європейській Конференції, що проходила в березні 1994 року на острові Крит, було затверджено систему з дев'яти транспортних коридорів, названих Критськими, з 13 відгалуженнями. Об'єктами інфраструктури європейського значення на території України є три МТК № 3, 5 і 9.

Серед напрямків, що зв'язують Львів з країнами Європи і країнами ЄС, можна виділити такий, що проходить через станцію Мостиська II і є найкоротшим сполученням з Польщею, Словаччиною, Чехією, Німеччиною й іншими країнами Центральної Європи, а також Скандинавії.

У межах України Критський коридор № 3 (Берлін/Дрезден –Катовіце – Львів – Красне – Тернопіль – Жмеринка – Козятин – Київ) і ОСЗ №3 (Згожелець – Вроцлав – Ополе – Катовіце – Медика – Мостиська – Львів – Жмеринка – Київ – Зернове) проходять по Львівській і Південно-Західній залізницях (рисунок 2.2).



#### Умовні позначення

- кордони держав
- межі областей
- Львів** – обласний центр
- електрифікація постійним струмом
- електрифікація змінним струмом
- АБ (автоблокування)
- двоколійна

Рисунок 2.2 – Проходження міжнародного залізничного коридору № 3 територією України

Створення транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) є продовженням реалізованого з початку 90-х років проекту Критських транспортних коридорів, з акцентом на будівництво автобанів. У новому проекті особлива увага приділяється будівництву швидкісних залізниць. TEN-T створюється Євросоюзом з метою з'єднати Європу з заходу на схід та з півночі на південь мережею автодоріг, залізниць, аеропортів та водних шляхів.

У 2017 р. було оголошено рішення Європейської комісії про географічне розширення TEN-T на країни східної Європи та можливість включення в мережу країн – членів східного партнерства, в тому числі й Україну [22].

До TEN-T було включено 13 українських коридорів загальною довжиною понад 10 000 км. Ці коридори з'єднують Україну з іншими європейськими країнами та важливими економічними центрами. Поширення TEN-T на Україну має ряд переваг, зокрема:

- збільшення пропускної здатності транспортної системи України;
- покращення безпеки дорожнього руху;
- зниження витрат на транспортні перевезення;
- підвищення конкурентоспроможності української економіки.

Слід зазначити, що Єврокомісія 27 липня 2022 р. виключила з мережі TEN-T російські та білоруські маршрути, а також понизила в статусі маршрути на території ЄС на стиках з цими країнами-агресорами. У зв'язку з цим проведено зміни до Індикативного Інвестиційного Плану Європейської Комісії розвитку Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) пов'язані з українськими логістичними шляхами (рисунок 2.3):

- Північно-Балтійський коридор продовжено через Львів та Київ до Маріуполя;
- Балто-Чорноморсько-Егейський коридор продовжено через Львів, Чернівці (Румунію і Молдову) до Одеси.

						051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			35

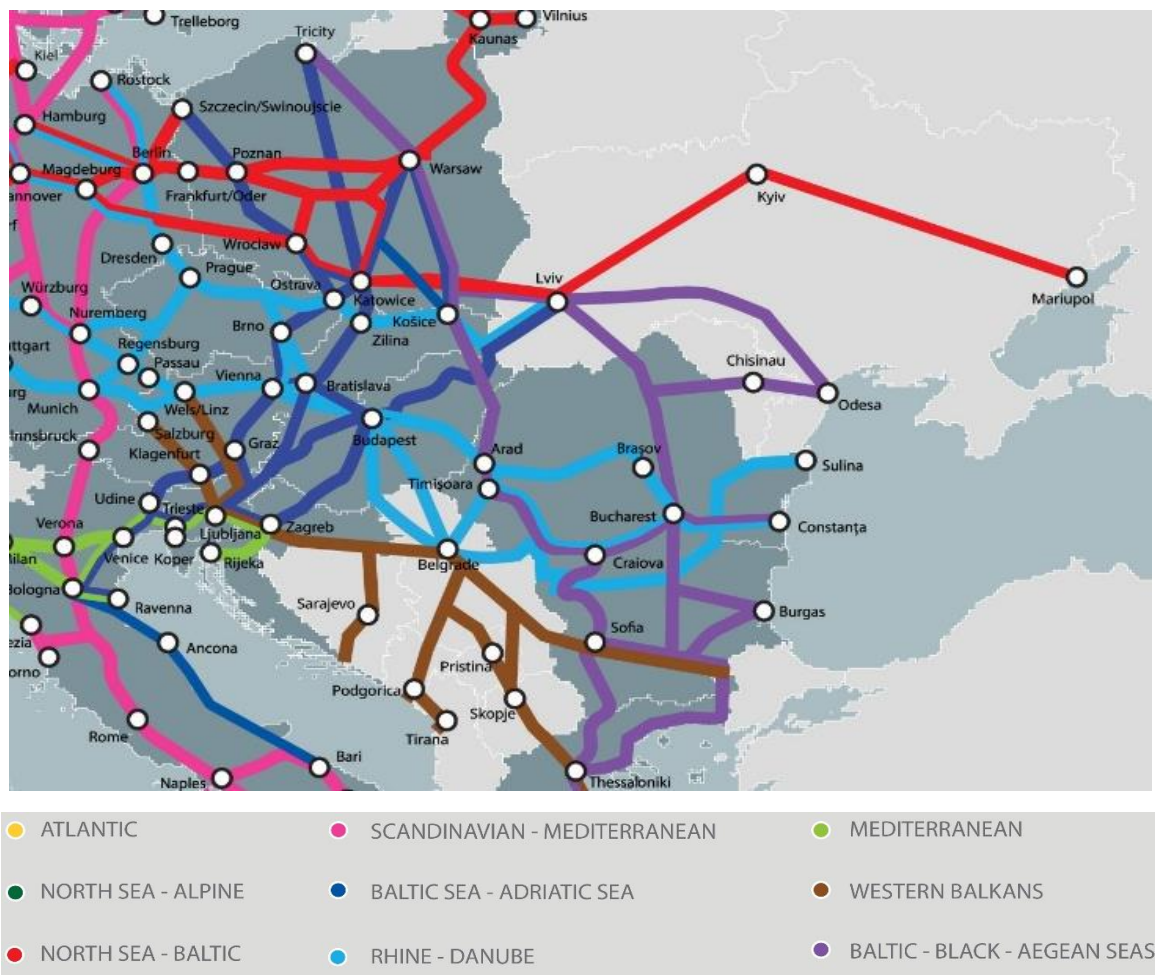


Рисунок 2.3 – Транс’європейська транспортна мережа із змінами від 27.07.2022

Включення логістичних маршрутів до мережі TEN-T дозволяє:

- усунути існуючі перешкоди при проведенні логістичних операцій;
- залучити європейські інвестиції для модернізації транспортної інфраструктури;
- отримати доступ до інструментів допомоги ЄС у питанні розбудови української частини мережі TEN-T;
- розвивати мультимодальні перевезення;
- зменшити логістичні витрати;
- підвищити якість послуг при перевезенні товарів.

Розглянемо для прикладу маршрут Мостиська – Львів – Київ (див. рис. 2.1) з позиції логістики перевезень. Двоколійна ділянка в межах Львівської

залізниці становить 39% від довжини коридору № 3 у межах України. З них 84 км (Державний кордон з Польщею – Львів) електрифіковано постійним струмом: локомотив ВЛ11<sup>м</sup> для вантажного й ВЛ10 для пасажирського руху. Від Львова до Києва залізниця працює на змінному струмі: локомотив ВЛ80 для вантажного й ЧС8 для пасажирського руху. Основні дані наведено в таблиці 2.1. З аналізу даних випливає, що на цьому напрямку довжиною 710 км відбувається зміна виду електричної тяги з постійного струму на змінний, що потребує певного часу на технічні операції з заміною локомотивів.

Таблиця 2.1 – Основні параметри ділянок залізниці

Назва ділянки залізниці	Довжина, км	Керівний ухил,‰	Тип локомотива	Маса поїзда, тонн
<i><b>Електрична тяга, постійний струм</b></i>				
Мостиська – Львів	84	8,0/8,2	ВЛ11м	5000/4500
<i><b>Електрична тяга, змінний струм</b></i>				
Львів – Красне	52	8,0/8,2	ВЛ80	5000/4600
Красне – Тернопіль	90	9,5/7,6	ВЛ80	4200/3400
Тернопіль – Підволочиськ	51	9,5/7,6	ВЛ80	4200/3400
Підволочиськ – Жмеринка	166	9,4/9,2	ВЛ80	4200/4200
Жмеринка – Козятин	109	11,3/9,1	ВЛ80, 2ЕЛ5	5000/5000
Козятин – Фастів	95	9,7/8,4	ВЛ80	4600/5000
Фастів – Київ	63	9,6/8,9	ВЛ80	4000/4000

Виконані Львівською залізницею маркетингові дослідження показали, що існує велика зацікавленість, насамперед Польщі й України, у перебудові існуючої залізниці Державний кордон – Мостиська II – Львів у швидкісну за параметрами європейських стандартів [23].

Характеристика третього міжнародного транспортного коридору з позиції параметрів поздовжнього профілю й плану лінії наведена в таблиці 2.2. Відповідність транспортного коридору № 3 технічним і експлуатаційним параметрам розглянуто в роботі [23]. Найбільші ухили на цьому напрямку сягають 14%, питома вага кривих ділянок майже 25%, мінімальний радіус – 250 м.

Таблиця 2.2 – Характеристика поздовжнього профілю й плану ділянки  
Київ – Мостиська

Поздовжній профіль		План лінії	
Інтервали ухилів,‰	Розподіл ухилів,‰	Інтервали радіусів кривих, м	Розподіл кривих, %
0,0...2,0	40,20	< 300	0.03
2,1...4,0	17,33	300...500	0.65
4,1...6,0	13,80	501...700	2.75
6,1...8,0	16,90	701...900	2.16
8,1...10,0	10,16	901...1200	4.48
10,1...12,0	1,37	1201...1500	2.66
12,1...14,0	0,21	1501...1800	1.79
14,0...16,0	0,03	1801...2500	4.58
		>2500	5.83
Усього:	100,00	Усього:	24,93

Аналіз даних (таблиця 2.2) надає попереднє уявлення про складність траси на цьому маршруті. Якщо найбільш зосереджені ухили в діапазоні від 6 до 10‰ становлять 27%, то стала швидкість вантажного поїзда на таких підйомах буде в діапазоні 55-65 км/год [23].

## 2.2 Виконання тягово-експлуатаційних розрахунків

Для порівняння варіантів у магістерській роботі використана програма тягових розрахунків «MoveRW», розроблена на кафедрі «Транспортна інфраструктура» ДНУЗТ.

В якості вихідних даних задаються параметри поздовжнього профілю та плану лінії, обмеження в кривих, на роздільних пунктах та інших бар'єрних

місцях, а також дані про рухомий склад.

За профілем вводяться такі дані: початок кілометражу і початкова позначка, ухили і довжини елементів. На рисунку 2.4 показано діалогове вікно програми з поздовжнім профілем.

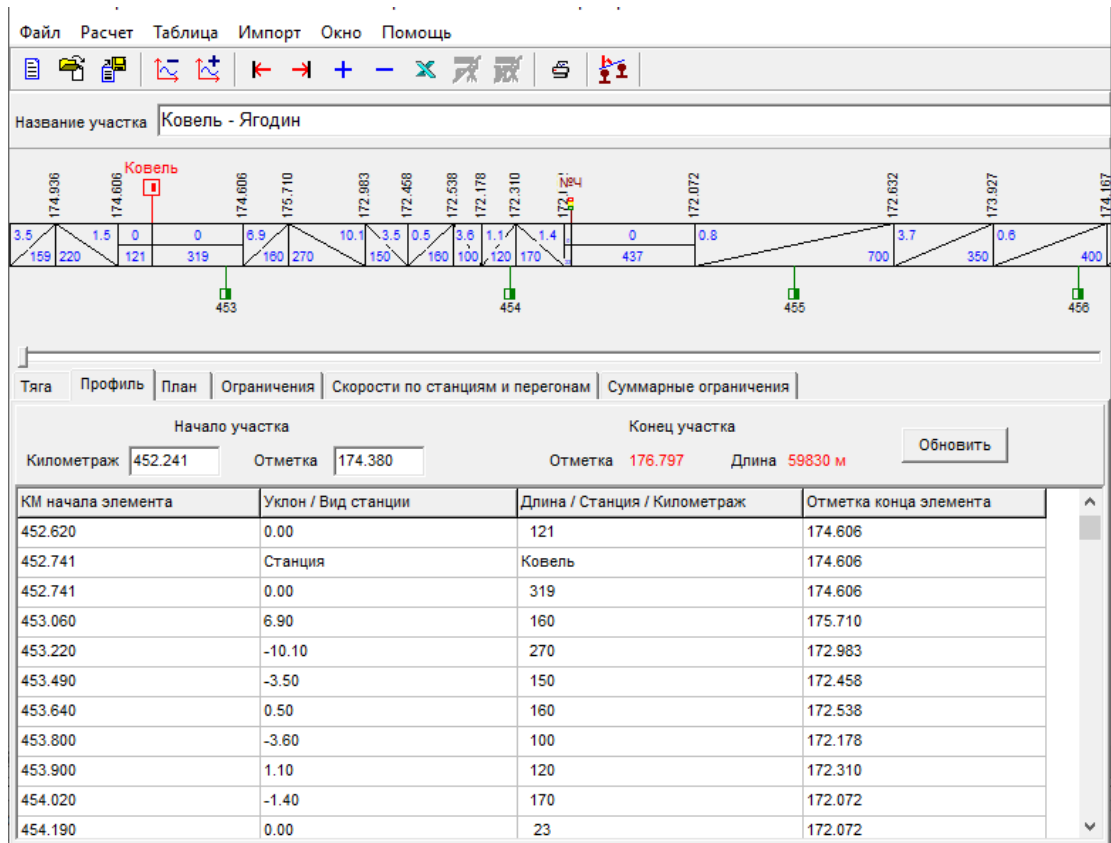


Рисунок 2.4 – Фрагмент параметрів профілю

За планом лінії вводяться такі дані: радіус і довжина кругової кривої, підвищення зовнішньої рейки і довжина перехідної кривої [24]. Якщо зустрічається пряма, то радіус вводиться рівним нулю, а в графі «Довжина кривої» вводиться довжина прямої і кривої (рисунок 2.5).

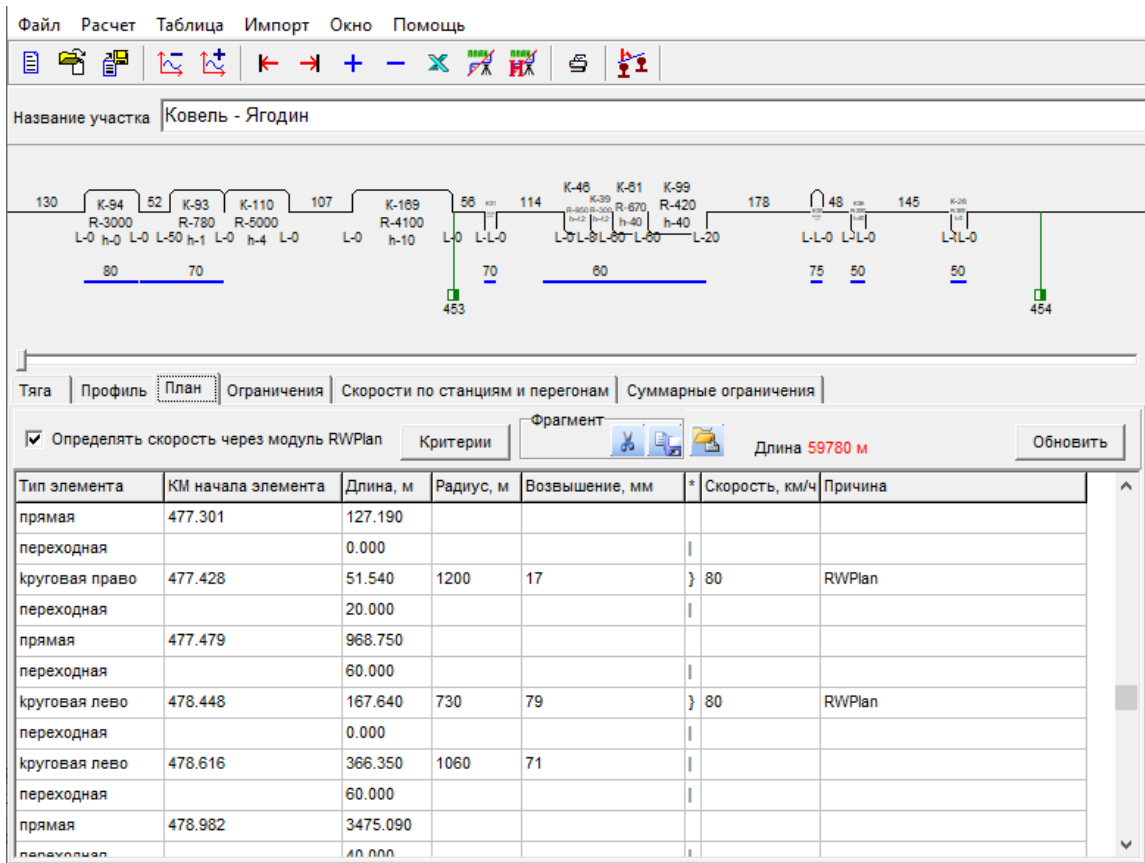


Рисунок 2.5 – Фрагмент плану лінії

На результати розрахунків впливають обмеження швидкості, які представлені на рисунку 2.6. Обмеження кривих визначаються у програмі автоматично згідно з Правилами ЦП-0236 [24].

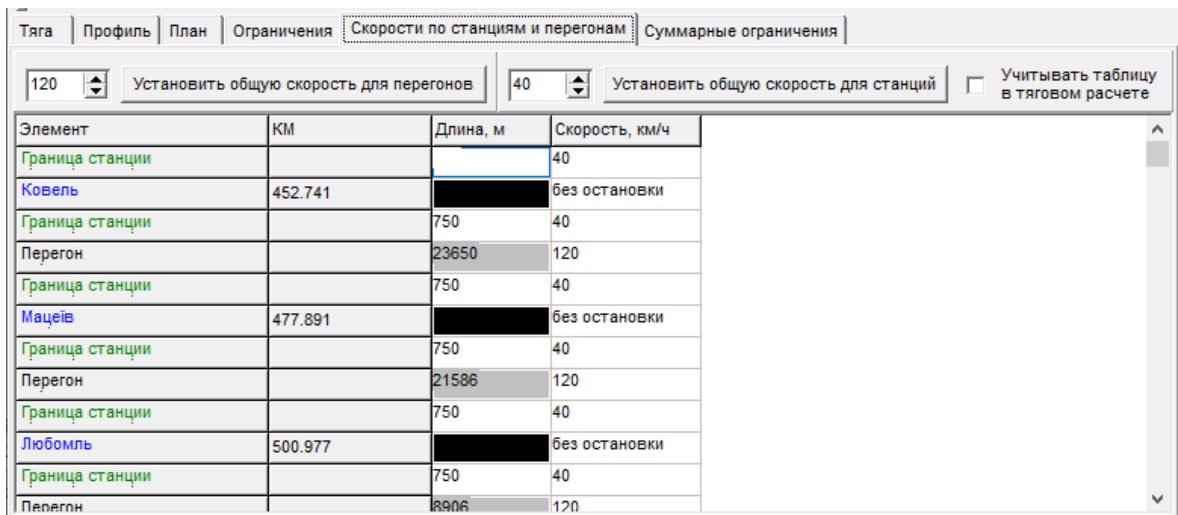


Рисунок 2.6 – Вікно обмежень швидкості станцій і перегонів

На наступному рисунку 2.7 показано тип і тягова характеристика тепловоза М62, який був прийнятий до розрахунків на ділянці Сарни – Ковель – Ягодин. Відповідно до наказу регіональної філії «Львівська залізниця» № 683-Н/од від 07.12.2018 по дирекціях залізничних перевезень на кожному напрямку встановлені серії локомотивів, вагові норми та інші показники до розкладу руху поїздів. Так, на напрямку Сарни – Ковель прийнято локомотив 2М62 з нормою маси 4000 на напрямку Ковель – Ягодин – 3600 тонн. На ділянці 1435 мм локомотив М62 з нормою маси 2200/1800 тонн, що і було враховано при виконанні тягових розрахунків.

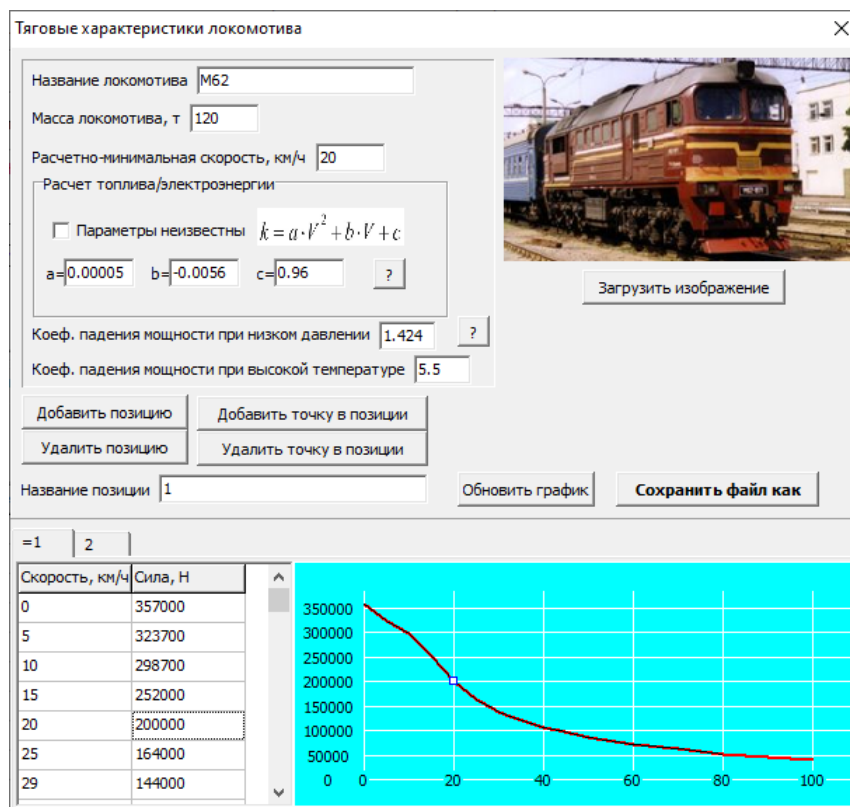


Рисунок 2.7 – Тягова характеристика тепловоза М62

На рисунку 2.8 для ділянки Ковель – Ягодин представлені (знизу вгору): поздовжній профіль, кривизна колії, крива швидкості та обмеження швидкості руху у вигляді прямокутників.



Таблиця 2.3 – Результати тягових розрахунків для вантажного руху

Характеристика руху	Напрямок руху	Відстань м	V max, км/год	Vср, км/час	Витрати дизтопл .кг	Мех робота ткм	Робота гальм ткм	Час руху хв.
<b>Сарни-Маневичі</b>								
2М62, Q=3600 т	на Маневичі	81122	80	59	944.1	1161.0	126.2	83.1
	на Сарни	81122	80	62	812.4	1002.0	213.8	78.0
<b>Маневичі-Ковель</b>								
2М62, Q=3600 т	на Ковель	52490	80	64	533.0	654.1	126.7	49.5
	на Маневичі	52490	77	59	608.8	747.5	85.3	53.4
<b>Ковель-Ягодин</b>								
2М62, Q=3600 т	на Ягодин	58642	76	39	494.7	599.0	177.9	89.5
	на Ковель	58642	73	39	480.7	580.4	167.8	89.9
<b>Сарни-Маневичі</b>								
2М62, Q=4000 т	на Маневичі	81122	80	56	994.1	1222.3	101.7	86.7
	на Сарни	81122	80	60	853.0	1052.9	198.9	80.7
<b>Маневичі-Ковель</b>								
2М62, Q=4000 т	на Ковель	52490	80	61	556.1	683.7	138.6	51.4
	на Маневичі	52490	76	56	642.8	789.17	76.2	55.9
<b>Ковель-Ягодин</b>								
2М62, Q=4000 т	на Ягодин	58642	74	37	530.1	638.2	174.9	95.6
	на Ковель	58642	71	37	514.6	618.1	164.0	96.0

Таблиця 2.4 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху

Характеристика руху	Напрямок руху	Відстань м	V max, км/год	Vср, км/час	Витрати дизтопл .кг	Мех робота ткм	Робота гальм ткм	Час руху хв.
М62, Q=800 т	на Маневичі	81122	80	71	294.9	360.2	72.8	68.5
	на Сарни	81122	80	73	256.3	311.5	86.6	67.0
М62, Q=800 т	на Ковель	52490	80	72	166.7	202.3	56.79	43.6
	на Маневичі	52490	80	71	185.6	225.8	37.2	44.3
М62, Q=800 т	на Ягодин	58642	80	62	187.1	229.1	96.5	56.5
	на Ковель	58642	80	62	189.8	232.2	96.4	57.2

З результатів тягових розрахунків випливає, що час руху від Києва до Ягодина (без урахування стоянок на станціях) становив близько 8 годин при середньоходовій швидкості 60 – 62 км/год.

Витрати на пробіг поїзда (грн/поїзд), пропорційні витратам енергії, пробігу і часу визначалися за формулою:

$$e_{об} = e_l \cdot R_l + e_c \cdot R_c + e_g \cdot G + M \cdot L \cdot e_{ms} \cdot 10^{-3} + t \cdot e_{mh} + m(t \cdot nh + L \cdot e_{ns}) \cdot 10^{-3} + (P + Q) \cdot L \cdot e_{pl} \cdot 10^{-6} \quad (2.1)$$

де  $e_i$  – витратні ставки на відповідний вимірювач [25];

$R_l, R_c, A, t$  – відповідно механічна робота сили тяги локомотива, робота

сил опору, витрата електроенергії (дизельного палива) і час руху - визначаються при тягових розрахунках;

$P + Q$  - відповідно, маса локомотива і рухомого складу;

$L$  - довжина ділянки, км;

$m$  – кількість вагонів у поїзді.

Річні витрати для  $N$  поїздів розраховуються за формулою (2.2).

$$C_{\text{дв}} = \frac{365 \cdot N \cdot e_{\text{дв}}}{10^{-3}}, \quad (2.2)$$

Річні витрати з утримання постійних пристроїв  $C_{\text{ну}}$  включають вартість утримання земляного полотна, колії, лінійних пристроїв СЦБ і зв'язку, пристроїв енергопостачання та роздільних пунктів. При використанні системи групових норм річні витрати (тис. грн/рік) на утримання постійних пристроїв визначаються за формулою:

$$C_{\text{ну}} = L \sum c_i + \sum_{i=1}^m c_{p.n(i)} n_{p.n(i)} + c_{\text{нст}} n_{\text{нст}}, \quad (2.3)$$

де  $\sum c_i$  – сума одиничних видаткових норм з утримання постійних пристроїв, пропорційних довжині, тис. грн/рік;

$m$  – кількість типів роздільних пунктів у межах розглянутої ділянки;

$c_{p.n(i)}$  – витрати з утримання та амортизації одного роздільного пункту  $i$ -го типу, тис. грн/рік;

$n_{p.n(i)}$  – кількість однотипних роздільних пунктів;

$c_{\text{нст}}$  – витрати на утримання та амортизацію однієї тягової підстанції, тис. грн/рік;

$n_{\text{нст}}$  – кількість тягових підстанцій.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Результати експлуатаційних розрахунків за напрямом Сарни – Ковель – Ягодин наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Експлуатаційні витрати

Ділянки залізниці	Довжина, км	$e_{\text{де}}$ , €/поїзд		$C_{\text{де}}$ , тис €		$C_{\text{пу}}$ , тис €	$C_t = C_{\text{де}} + C_{\text{пу}}$ , тис €
		непарн	парний	непарн	парний		
Сарни – Ковель	133,6	1014	993	7964	7803	2863	18630
Ковель – Ягодин	58,6	332	401	2608	3152	1256	7016
Всього	494,6			23962	24466	12268	60696

### Висновки щодо розділу 2

Результати, отримані в роботі, дозволяють зробити висновок, що міжнародні перевезення, які здійснюються через територію України, мають низку особливостей. Зміна стандартів залізничної колії на кордоні з європейськими країнами, змушують шукати найбільш раціональні маршрути для транспортування вантажів.

На ефективність застосування того чи іншого варіанту перевезення вантажів за інших рівних умов впливають технології передачі вантажів на прикордонних пунктах, параметри та стан міжнародних транспортних коридорів, від яких залежить дільнична швидкість і, як результат, потрібна кількість рухомого складу для перевезення.

Вибір відповідного критерію оцінки інвестиційних проектів залежить від методу прийняття належних рішень, плану розвитку транспортних систем, транспортних технологій і транспортно-логістичних послуг. У магістерській роботі, при виборі логістичних схем перевезень залізничним транспортом по міжнародних транспортних коридорах, розглядався весь ланцюжок: «відправник – перевезення по транспортному коридору – перетин кордону з різними стандартами залізничної колії – транспортування вантажу до терміналу», що

дозволило в цілому оцінювати транспортну систему.

Як було показано в п. 1.3, показники, що характеризують техніко-економічний потенціал напрямків - це протяжність, кількість і час знаходження пасажирів в дорозі. Додатковим показником можна вважати витрати на пробіг поїзда або загальні експлуатаційні витрати, як це показано на прикладі ділянки Ягодин – Ковель – Сарни.

Отримати такі дані за встановленими напрямками, що сполучають Київ і Прагу неможливо через відсутність вихідної інформації, що включає дані про поздовжні профілі, рухомий склад, обсяги перевезень.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		46



13 українських коридорів загальною довжиною понад 10 000 км. Ці коридори з'єднують Україну з іншими європейськими країнами та важливими економічними центрами.

Розвиток транспортної системи відбуватиметься в два етапи: до 2030 року має бути завершено побудову «ключової» мережі та до 2050 року – «базової» мережі.

«Ключова мережа» - це частина всеохоплюючої мережі, яка відрізняється стратегічною важливістю для основних європейських та глобальних транспортних потоків та є результатом єдиної європейської методології планування. Загальні показники ключової мережі:

- 50762 км залізничних колій
- 34401 км автомобільних доріг
- 12880 км внутрішніх водних шляхів.

Нова транспортна система на території ЄС об'єднає 94 морські та річкові порти, 38 міжнародних аеропортів та близько 15 тисяч кілометрів швидкісних залізниць.

«Базова мережа» охоплює дев'ять коридорів, які об'єднані у три генеральних напрями: «схід-захід», «північ-південь» та діагональні коридори. Це мультимодальна мережа, яка забезпечує доступність усіх європейських регіонів та сприяє їхньому подальшому економічному, соціальному та територіальному розвитку, а також мобільності їх громадян. Загальні показники базової мережі становлять:

- 138072 км залізничних колій
- 136706 км автомобільних доріг
- 23506 км внутрішніх водних шляхів.

Розділення TEN-T на «Ключову мережу» і «Базову мережу» є необхідним для того, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів та забезпечити пріоритет розвитку найбільш важливих транспортних коридорів.

Ось деякі конкретні переваги розділення TEN-T:

					051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		48

1. Розвиток «Ключової мережі» TEN-T дозволить збільшити пропускну спроможність транспортної системи Європи, що сприятиме зростанню торгівлі та економічного співробітництва.

2. Модернізація транспортної інфраструктури відповідно до стандартів TEN-T сприятиме покращенню безпеки дорожнього руху.

3. Збільшення пропускну спроможності та покращення безпеки дорожнього руху сприятимуть зниженню витрат на транспортні перевезення.

4. Розвиток транспортної інфраструктури сприятиме підвищенню конкурентоспроможності економіки Європи.

Отже, інтеграція транспортних систем різних країн дозволить використовувати транспортні засоби різних країн на єдиній мережі, що підвищить ефективність міжнародних транспортних перевезень.

Між Україною і Чехією здійснюються вантажні та пасажирські перевезення. Основними видами вантажів, що перевозяться між Україною і Чехією, є: мінеральні добрива, металопрокат, хімічні речовини, сільськогосподарські продукти. Вантажні перевезення між Україною і Чехією здійснюються за такими напрямками: Київ – Прага, Львів – Прага, Одеса – Прага, Харків – Прага, Дніпро – Прага. Перевізниками є: АТ «Укрзалізниця», ПАТ «Укрзалізнична інфраструктура», ПрАТ «Закарпатська залізнична компанія».

Пасажирські перевезення між Україною і Чехією здійснюються за такими напрямками: Київ – Прага, Львів – Прага, Одеса – Прага, Харків – Прага, Дніпро – Прага. Перевізником є АТ «Укрзалізниця». Поїзди курсують щодня. Час у дорозі становить від 24 до 36 годин.

У 2023 році між Україною і Чехією було перевезено 1,5 млн тон вантажів і 1,2 млн пасажирів.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		49

### 3.2 Вплив відмінностей інфраструктури на технологію перетину кордону у сполученні Київ – Прага

Можливості залізничного транспорту для організації перевезень між країнами Європейського Союзу та Україною використовуються не в повній мірі. Техніко – економічні та експлуатаційні характеристики залізничного транспорту суттєво знижуються через відмінність у ширині колії.

Для зміцнення транзитного потенціалу транспортної галузі України необхідно забезпечити експлуатаційну сумісність національної транспортної мережі з європейської транспортної мережею. Тому найбільш ефективними виглядають варіанти заведення з країн Євросоюзу на територію України колії 1435 мм.

У процесі дослідження використані методи аналізу і синтезу для вивчення змісту та основних положень наукових публікацій про стан і перспективи європейської та вітчизняної системи міжнародних залізничних перевезень, досвіду створення, функціонування та оптимізації цих систем, що включають міжнародні транспортні коридори, рухомий склад та роботу прикордонних станцій.

Для прикладу розглядаються маршрути від Києва до Праги (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Маршрути руху поїздів

Як впливає з рисунка 3.1 можна виділити три основних маршрути:

1. «Волинський напрям» Прага – Варшава – Київ

Денний потяг ЕС 113 «Сілезія» відправляється з головного вокзалу Праги о 5.50 і прибуває на станцію Варшава-Східна о 14.47; далі пересідаємо на нічний потяг №68/12010 «Київ експрес» сполученням Варшава-Східна – Київ-Пасажирський, який відправляється з Варшави-Східної о 17.49 і прибуває до Києва-Пасажирського о 13.12.

Маршрут Прага – Варшава – Хелм – Ковель – Київ: відстань 1414 км, час руху поїзда 28,3 год.

2. «Галицький напрям» Прага – Перемишль – Львів – Київ

Потяг ЕС 115 «Краковія» з головного вокзалу Праги відправляється о 10.02 до міста Пшемисль (Перемишль), куди прибуває о 20.17. Це – відоме прикордонне з Україною місто. Тут чекаємо трохи менше трьох годин, і пересідаємо на український потяг «Гюндай Ротем» № 33005 Інтерсіті+ сполученням Пшемисль (Перемишль) відправленням о 23.10 – Львів 2.26 – Київ-Пасажирський, прибуття об 11.25 наступного дня.

Маршрут Прага – Катовіце – Перемишль – Львів – Київ: відстань 1398 км, час руху поїзда 21,6 год.

3. «Словацький напрям» з Праги до України дещо довший і вимагає ряд пересадок. Між Чехією та Словаччиною більше поїздів міжнародного сполучення. Проміжні станції пересадки — Кошице, Чіерна над Тісоу, Чоп. Найбільш вдалими можуть бути такі сполучення: поїзд EN 443 «Словакія» Прага, відправлення о 22.05 – Кошице прибуття о 8.29 наступного дня. Далі поїзд Закарпаття – Київ

Маршрут Прага – Братислава – Кошице – Ужгород – Львів – Київ: відстань 1606 км, час руху 27,2 год.

З рисунка 3.1 впливає, що між Прагою і Варшавою а також Праго і Кошиці можливі два варіанта руху поїздів. Для подальших розрахунків прийняті ті, що забезпечують коротшу відстань.

						051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			51

Інформація щодо відстані, часу і середньої швидкості руху наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники, що визначають значимість маршруту

Ділянка	Відстань, км	Час руху, год.	Сер. швидкість км/год
<b>1 «Волинський напрямок»</b>			
Прага – Вроцлав	290	4.6	62.8
Вроцлав – Лодзь	220	3.9	56.2
Лодзь – Варшава	137	3.0	45.9
Варшава – Люблін	153	3.3	46.8
Люблін – Ковель	161	5.3	30.2
Ковель – Сарни	142	2.7	53.3
Сарни – Коростень	155	3.6	43.5
Коростень – Київ	156	2.0	79.3
	<b>1414</b>	<b>28.3</b>	<b>49.9</b>
<b>2 «Галицький напрямок»</b>			
Прага – Острава	376	3.3	83.8
Острава – Краків	165	2.5	66.0
Краків – Перемишль	250	2.8	88.8
Перемишль – Львів	98	2.9	34.0
Львів – Тернопіль	141	1.9	74.2
Тернопіль – Хмельницький	119	2.0	60.5
Хмельницький – Жмеринка	92	1.5	62.0
Жмеринка – Козятин	109	1.9	58.9
Козятин – Київ	146	2.9	50.3
	<b>1503</b>	<b>21.6</b>	<b>64.7</b>
Прага – Братислава	291	4.1	71.0
Братислава – Кошиці	313	5.7	55.1
Кошиці – Ужгород	99	2.1	46.8
Ужгород – Львів	288	5.2	55.0
Львів – Тернопіль	141	1.9	74.2
Тернопіль – Хмельницький	119	2.0	60.5
Хмельницький – Жмеринка	100	1.5	67.4
Жмеринка – Козятин	109	1.9	58.9
Козятин – Київ	146	2.9	50.3
	<b>1606</b>	<b>27.2</b>	<b>59.0</b>

При переході на європейську колію пасажирські поїзди, що йдуть з України, втрачають близько двох годин при заміні колісних пар на кордонах України з Угорщиною, Польщею, Румунією і Словаччиною, або потрібні пересадки [23]. З

аналізу наведених даних в таблиці 3.1 впливає, що саме на прикордонних ділянках мають місце найменші середні швидкості так як витрачається час на технічні операції з вагонами і митні процедури:

1. Волинський напрямок, ділянка Люблін -Ковель  $V_{\min} = 30,2 \text{ км / год}$
2. Галицький напрямок, ділянка Перемишль-Львів  $V_{\min} = 34,0 \text{ км / год}$
3. Словацький напрямок, ділянка Кошиці-Ужгород  $V_{\min} = 46,8 \text{ км / год}$

Як було зазначено в розділі 1, метою даного дослідження є обґрунтування пріоритетних напрямків розвитку залізничного сполучення між Україною і Чехією для регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей української та європейської колійної інфраструктури.

За основу прийнято методику, що була запропонована в роботі [19], яка зводиться до оцінки значимості маршрутів за критерієм середнього геометричного декількох відносних критеріїв (див. п. 1.3).

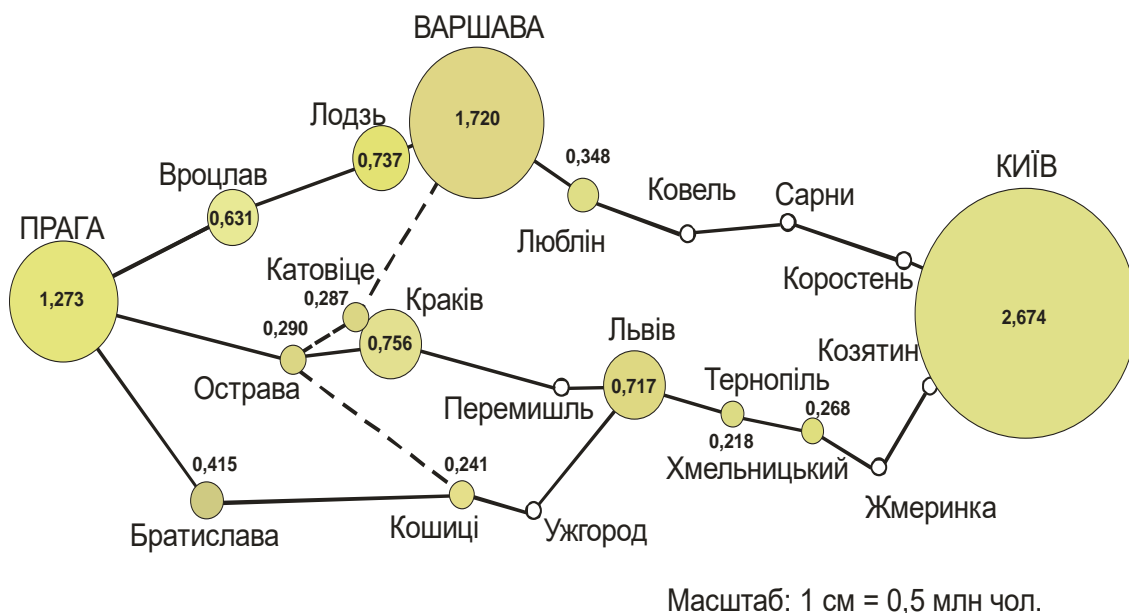
Для подальших досліджень пропонуються певні зміни щодо формування вказаних критеріїв.

Так в роботі [20], на відміну від відомих математичних моделей, об'єктами аналізу обрано міста й регіони, які тяжіють до магістралі. Розглядаються такі показники як чисельність населення в агломерації, величина пасажиропотоку у міжнародному сполученні. Показники, що характеризують техніко-економічний потенціал напрямків - це протяжність, час знаходження пасажирів в дорозі. Один з важливих принципів, які закладаються в оцінку варіантів розподілу перевезень, полягає у формуванні пасажиропотоків і швидкості переміщення пасажирів, а не рухомого складу.

При оцінці важливості маршруту більш аргументовано було б враховувати не загальну кількість жителів, а обсяг перевезень пасажирів. Для цього пропонується використати методику, що наведена в роботі [21] для розрахунку прогнозованих обсягів пасажирських перевезень, яка враховує як транзитні потоки пасажирів через територію тієї чи іншої країни, так і чисельність населення в містах, охоплених відповідним маршрутом.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аржун
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		53

З урахуванням вище викладено, встановлено район тяжіння і міста з вказаною чисельністю населення (млн осіб) (рисунки 3.1, 3.2).



Рисунки 3.1 – Район тяжіння і кількість мешканців

Для покращення візуального сприйняття географічні відстані та кількість мешканців для ключових міст зображено масштабно. При створенні зображення використано матеріал вільного доступу з порталу Google Map.

Відносними критеріями можна вважати співвідношення значень, що наведені в таблиці 3.1, та прогнозні обсягами пасажирських перевезень, що наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики маршруту

Маршрут	Відстань, км	Час у дорозі, год	Прогнозні обсяги пасажирських перевезень, тис. осіб
Прага – Варшава – Ковель – Київ	1414	28,3	1778
Прага – Краків – Львів – Київ	1398	21,6	1379
Прага – Братислава – Львів – Київ	1606	27,2	1211

Так як маршрути відрізняються не тільки довжиною а й параметрами плану й поздовжнього профілю, технічним станом, то для надання характеристики маршруту з позиції наявної інфраструктури в роботі [29] запропоновано метод визначення показника  $K_{инф}$ , який складається з п'яти часткових коефіцієнтів

$$K_{инф} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (3.1)$$

де  $k_1, k_2$  – коефіцієнти, що враховують відповідно протяжність двоколійних ділянок і вид тяги на маршруті перевезень;  $k_3, k_4$  – коефіцієнти, що враховують протяжність одноколійних ділянок і вид тяги на маршруті перевезень;  $k_5$  – коефіцієнт, який враховує час проведення операцій на прикордонних станціях при переході рухомого складу з колії 1520 мм на 1435 мм і навпаки.

Розрахункові формули для коефіцієнтів  $k_1 - k_5$  отримані на основі порівняльного аналізу пропускної спроможності ділянок залізниці – двоколійних і одноколійних, при електричній і тепловозній тязі, з урахуванням простою на прикордонних станціях (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Розрахункові формули для визначення часткових коефіцієнтів

Показники	Розрахункова формула
Частка двоколійних залізниць на маршруті	
електрична тяга	$k_1 = 2.0553x^2 + 0.9312x + 1.032$
тепловозна тяга	$k_2 = 1.3517x^2 + 0.9296x + 1.018$
Частка одноколійних залізниць на маршруті	
електрична тяга	$k_3 = 0.098x^2 + 0.3928x + 1.001$
тепловозна тяга	$k_4 = 0.0524x^2 + 0.2971x + 1.00$
Частка часу на проведення операцій при зміні ширини колії відносно часу руху між кінцевими станціями	$k_5 = 4.4286x^2 - 4.8114x + 2.319$

З урахуванням вище викладеного і розрахунків за формуло (3.1), були визначені відносні критерії, що показують значимість маршруту (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Відносні критерії, що показують значимість маршруту

Маршрут	Середня швидкість, км/год	Відношення обсягів пасажирських перевезень до часу в дорозі, тис. осіб/год	Коефіцієнт характеристики маршруту
	$R_{i1}$	$R_{i2}$	$R_{i3}$
Прага – Варшава – Ковель – Київ	49,9	62,83	5,61
Прага – Краків – Львів – Київ	64,7	63,84	6,69
Прага – Братислава – Львів – Київ	59,0	44,52	6,46

На підставі даних, наведених у таблиці 3.4, можна застосувати багатокритеріальний метод оптимізації для порівняння значущості маршрутів [19]. Кожен маршрут займає певне місце відповідно до значення відносного критерію (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Пріоритетність маршрутів за відносними критеріями

Маршрут	Місце за співвідношенням			Критерій середнього геометричного, $R_i \cdot 100$	Пріоритет маршруту
	середньої маршрутної швидкості	обсягів перевезень до часу у дорозі	коефіцієнтів характеристики маршруту		
Прага – Варшава – Ковель – Київ	1	2	2	15.079	2
Прага – Краків – Львів – Київ	2	1	1	28.997	1
Прага – Братислава – Львів – Київ	3	3	3	12.145	3

Таким чином, при порівнянні пріоритетності напрямів маршрут Прага – Краків – Львів – Київ отримав найбільшу оцінку.

### 3.3 Продовження європейської колії 1435 мм від кордонів Європи на територію України

Будівництво нових залізниць в Україні передбачає перехід на європейську ширину колії 1435 мм. Цей перехід є необхідним для інтеграції української залізниці до європейського транспортного простору.

У 2019 році Україна та Європейський Союз підписали Меморандум про взаєморозуміння щодо розвитку залізничного транспорту. Меморандум передбачає, що Україна до 2025 року перейде на європейську ширину колії на всіх нових залізницях, які будуть побудовані в рамках проекту з розвитку «Ключової мережі» TEN-T.

Інтеграція дасть можливість Україні підвищити ефективність залізничного транспорту, розширити його можливості, збільшити обсяги перевезень і, відповідно, покращити конкурентоспроможність української економіки [23].

В умовах ринкової економіки та реструктуризації галузі виникає необхідність нового підходу в організації вантажних і пасажирських перевезень, який дозволив би, з одного боку, скоротити витрати залізниць, з іншого – підвищити їх привабливість для користувачів. У рамках співпраці планується впровадження стандартів ЄС у сфері проектування, будівництва та обслуговування залізничної інфраструктури, включаючи автоматизацію та телекомунікації [30].

Євроколію для швидкісних перевезень планують будувати від кордону з Польщею у Мостиськах та Раві-Руській до Львова, між Львовом і Києвом та Чопом, а також від Львова до кордону з Румунією (рисунок 1.3). Це частина стратегії з інтеграції залізничних мереж України, яку розробили Європейська комісія і Європейський інвестиційний банк. Передбачають, що нова магістральна мережа колії 1435 мм працюватиме паралельно з теперішньою – 1520 мм. Нову використовуватимуть для міжнародних пасажирських поїздів, Інтерсіті, перевезення вантажів в контейнерах чи на платформах. Теперішню – для

						051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			57

місцевих та регіональних пасажирських поїздів і великовагових вантажів.

Розвивати магістральну мережу пропонується поетапно, зі заходу на схід (див. рис. 3.3). У перспективі – можливе розширення нової залізничної мережі до Запоріжжя, Херсона Николаєва, Маріуполя, Донецька, Луганська та Севастополя. Стратегію з інтеграції залізничних мереж розробили для України та Молдови. Загальна вартість проєкту – близько 11,5 мільярдів євро.

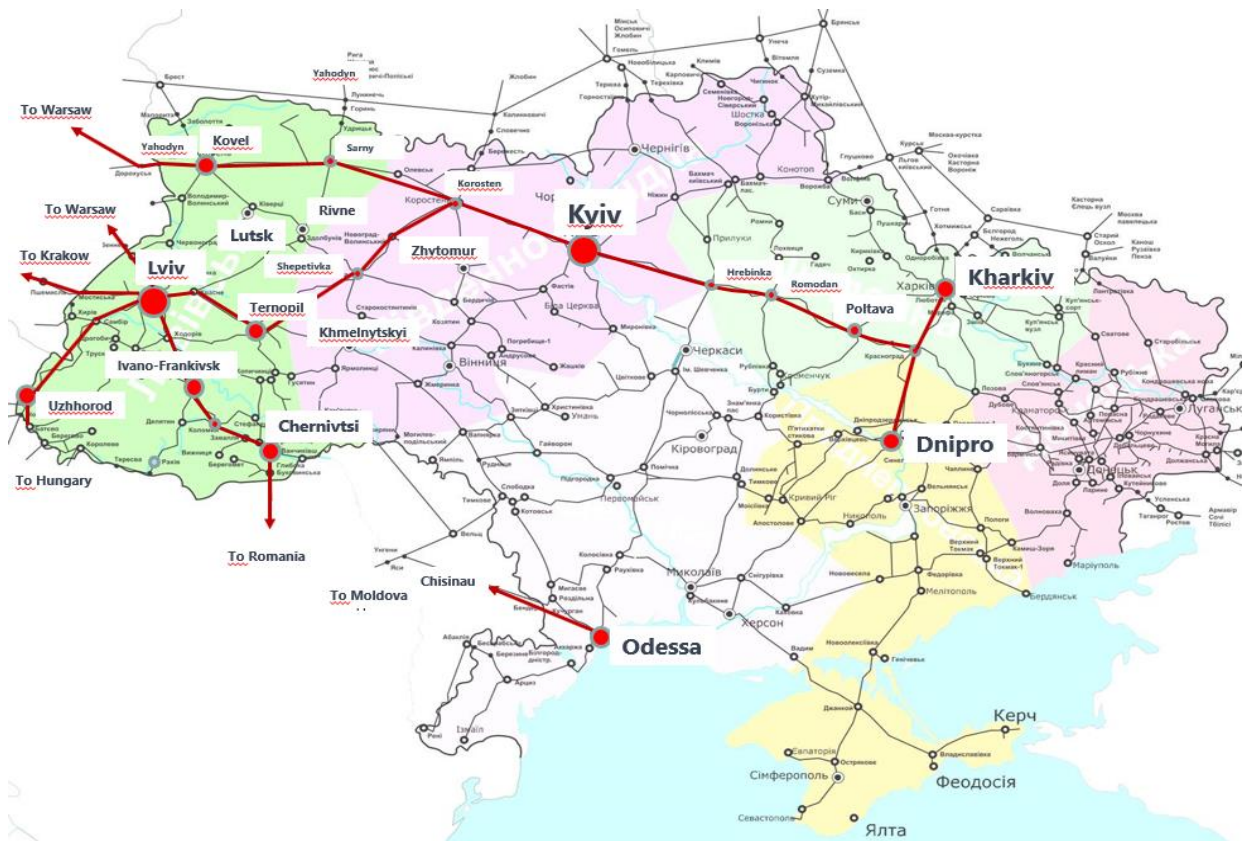


Рисунок 3.3 – План будівництва ділянок залізниць європейського стандарту на території України

Запропонована Європейською комісією та Європейським інвестиційним банком Стратегія визначає основні етапи: будівництво евроколії 1435 мм від кордону з Польщею (Мостиська) до Львова, між Львовом та Києвом, розширення мережі на заході та півдні України; продовження евроколії від Києва на схід. Практичне втілення передбачає різні сценарії, а саме: існуюча двоколійна ділянка перебудовується на дві одноколійні з шириною колії 1435 і 1520 мм; на головній колії укладається суміщена колія (1435/1520 мм); проєктується

залізнична колія європейського стандарту на новій трасі.

### Висновки до розділу 3

Регулярна експлуатація рухомого складу в міжнародному сполученні з урахуванням відмінностей української та європейської колійної інфраструктури можлива за трьома принциповими напрямками: Прага – Варшава – Ковель – Київ (1414 км), Прага – Краків – Львів – Київ (1398 км) і Прага – Братислава – Львів – Київ (1606 км). За обсягами перевезень і характеристиками технічного стану другий варіант виявився кращим за критерієм середнього геометричного декількох відносних критеріїв і тому рекомендується «Галицький» варіант: Прага – Краків – Львів – Київ.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Заходи з охорони праці

Відмінності української та європейської колійної інфраструктури можуть впливати на заходи з охорони праці та оцінку впливу на навколишнє середовище.

Ширина колії в Україні становить 1520 мм, а в Європі – 1435 мм. Це означає, що українські та європейські залізничні вагони не можуть використовуватися на одній і тій же колії. Для перевезень між Україною та Європою необхідно використовувати переобладнані вагони або перевантажувати вантажі. Це може призвести до збільшення ризику нещасних випадків на робочому місці для працівників, які займаються цими операціями.

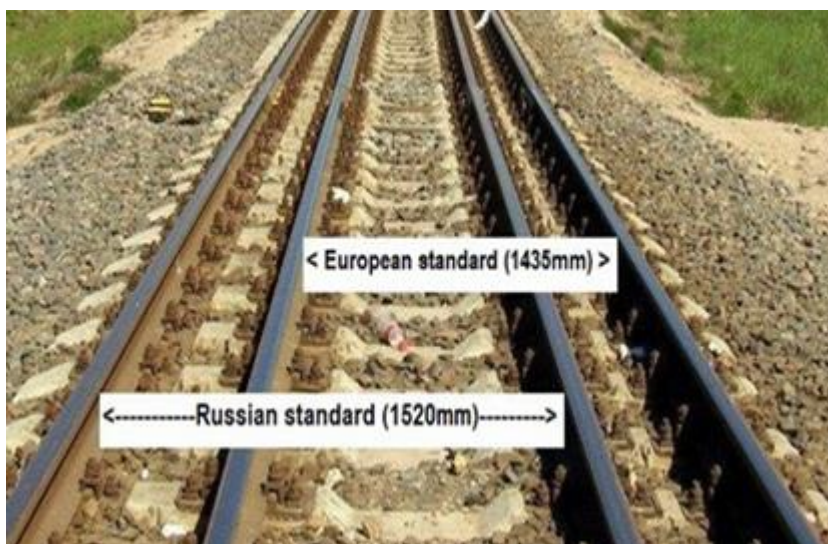


Рисунок 4.1 – Ширина колії в Україні та Європі

Стан колії в Україні часто є гіршим, ніж в Європі. Це може призвести до збільшення ризику нещасних випадків для працівників, які працюють на залізниці, а також для пасажирів і водіїв, які користуються залізничним транспортом.

Освітлення і сигналізація на залізничних переїздах в Україні часто є недостатньою або несправною. Це може призвести до збільшення ризику ДТП на залізничних переїздах.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		60



та механізмів, які б забезпечували схоронність вагонів, а екскаваторами й скреперами. Найбільш поширеними пошкодженнями напіввагонів при вивантаженні є пошкодження кришок люка, нижньої та верхньої обв'язок, торцевих дверей, поперечних балок тощо (рисунок 4.3).

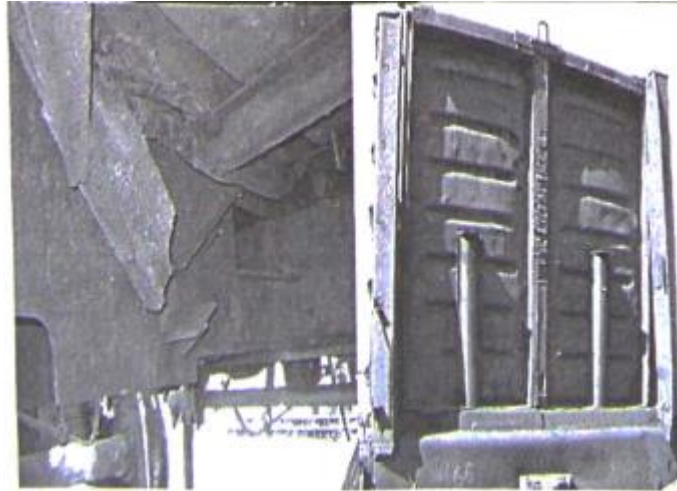


Рисунок 4.3 – Пошкодження вагонів при перевантаженні

Вивантаження вагонів на вагоноперекидачах також призводить до пошкоджень. При цьому найчастіше трапляються пошкодження верхніх обв'язок та стійок. Тому на часі розвиток і впровадження прогресивних технологій, що базуються на використанні техніки для безперевантажувальних технологій.

Пошкодження вагонів колії 1520 мм на закордонних перевантажувальних пунктах негативно впливають на охорону праці в наступних аспектах:

1. Збільшення ризику нещасних випадків. Пошкоджені вагони можуть стати причиною нещасних випадків з працівниками залізничного транспорту, які займаються їх перевантажувально-розвантажувальними роботами. Наприклад, працівники можуть отримати травми внаслідок падіння вантажу з пошкодженого вагона, внаслідок його перекидання або внаслідок виникнення пожежі.

2. Збільшення ризику пошкодження майна. Пошкоджені вагони можуть стати причиною пошкодження майна, як залізничного транспорту, так і інших об'єктів. Наприклад, пошкоджений вагон може зіскочити з рейок, пошкодити інші вагони або залізничну інфраструктуру, або навіть потрапити в аварію.

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ІН2226.МР.2024.000				62

3. Збільшення витрат на ремонт. Пошкоджені вагони потребують ремонту, що вимагає додаткових витрат. Ці витрати можуть бути покладені на перевізника, який відправив вагон, або на перевантажувальну компанію, яка пошкодила вагон.

4. При перевантажувально-розвантажувальних роботах з вагонами, які мають ознаки пошкодження, повинні бути запроваджені додаткові заходи безпеки, такі як використання спецодягу та засобів індивідуального захисту, а також обмеження доступу до вагонів сторонніх осіб.

Виконання цих заходів допоможе зменшити ризик нещасних випадків і пошкодження майна при перевантажувально-розвантажувальних роботах з вагонами колії 1520 мм на закордонних перевантажувальних пунктах.

#### **4.2 Оцінка впливу на навколишнє середовище**

Залізничний транспорт також може мати негативний вплив на навколишнє середовище в інших аспектах, таких як забруднення ґрунтів і вод, порушення місць проживання диких тварин та рослин. Для зменшення негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище в Україні необхідно буде вжити додаткових заходів, таких як будівництво дренажних систем, рекультивация забруднених земель і створення штучних

Залізничний рух є одним із основних джерел шумового забруднення. Шум від залізничного транспорту може негативно впливати на здоров'я людей і тварин (рисунок 4.4). У Європі існують суворіші норми щодо допустимого рівня шуму від залізничного транспорту, ніж в Україні. Це означає, що для зменшення шумового забруднення в Україні необхідно буде вжити додаткових заходів, таких як встановлення шумозахисних екранів або зниження швидкості руху поїздів.

					051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		63



Рисунок 4.4 – Шум від залізничного транспорту

Залізничний транспорт також є одним із основних джерел забруднення повітря (рисунок 4.5). Залізничні локомотиви спалюють паливо, що виділяє в атмосферу шкідливі речовини, такі як оксиди азоту, оксиди сірки та викиди твердих частинок. У Європі існують суворіші норми щодо допустимого рівня забруднення повітря від залізничного транспорту, ніж в Україні. Це означає, що для зменшення забруднення повітря в Україні необхідно буде вжити додаткових заходів, таких як використання більш екологічно чистих видів палива або оновлення парку локомотивів.



Рисунок 4.5 – Забруднення повітря від залізничного транспорту

Порівняння допустимих рівнів викидів від залізничного транспорту в Європі й Україні, що забруднюють повітря.

**Європа.** Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів NO<sub>x</sub> становить 120 мг/кВт\*год.

Оксиди сірки (SO<sub>x</sub>): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів SO<sub>x</sub> становить 20 мг/кВт\*год.

Викиди твердих частинок (PM): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів PM становить 20 мг/кВт\*год.

**Україна.** Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів NO<sub>x</sub> становить 180 мг/кВт\*год.

Оксиди сірки (SO<sub>x</sub>): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів SO<sub>x</sub> становить 30 мг/кВт\*год.

Викиди твердих частинок (PM): для локомотивів, які використовують дизельне паливо, допустимий рівень викидів PM становить 30 мг/кВт\*год.

Як видно з цих даних, у Європі існують суворіші норми щодо допустимого рівня забруднення повітря від залізничного транспорту, ніж в Україні. Це означає, що для зменшення забруднення повітря в Україні необхідно буде вжити додаткових заходів, таких як використання більш екологічно чистих видів палива або оновлення парку локомотивів.

Ось кілька конкретних прикладів того, як можна зменшити викиди забруднення повітря від залізничного транспорту в Україні:

1. Впровадження систем очистки вихлопних газів на локомотивах. Ці системи можуть використовуватися для зниження викидів NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> і PM.
2. Перехід на використання більш екологічно чистих видів палива, таких як біодизель або електрика.
3. Оновлення парку локомотивів на більш сучасні моделі з низьким рівнем викидів.

Реалізація цих заходів дозволить підвищити екологічний рівень залізничного транспорту в Україні та сприятиме її інтеграції в європейський

										051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата							65

транспортний простір.

Для зменшення негативного впливу української та європейської колійної інфраструктури на заходи з охорони праці та оцінку впливу на навколишнє середовище необхідно буде провести комплекс заходів, включаючи:

1. Удосконалення законодавства та нормативної бази: Необхідно привести законодавство та нормативну базу України у відповідність до європейських стандартів у сфері охорони праці та оцінки впливу на навколишнє середовище.

2. Фінансування заходів: Необхідно забезпечити фінансування заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу відмінностей української та європейської колійної інфраструктури.

3. Технічне переоснащення: Необхідно провести технічне переоснащення української залізничної інфраструктури для приведення її у відповідність до європейських стандартів.

Реалізація цих заходів дозволить підвищити рівень безпеки та екологічної безпеки залізничного транспорту в Україні та сприятиме її інтеграції в європейський транспортний простір.

Таблиця 4.1 – Середні дані ДТП на залізницях Європи і України за останні 5 років

Показники	Європа	Україна
Кількість ДТП на 1000 км залізничної колії: 0,2	0,2	0,4
Кількість загиблих у ДТП на 1000 км залізничної колії: 0,07	0,07	0,14
Кількість постраждалих у ДТП на 1000 км залізничної колії: 0,13	0,13	0,27

Як видно з даних (таблиці 4.1), у Європі кількість ДТП на залізницях нижче, ніж в Україні. У Європі також нижчий рівень смертності та травматизму внаслідок ДТП на залізницях.

Є кілька факторів, які можуть пояснити ці відмінності. Одним з факторів є різниця в інфраструктурі. У Європі ширина колії є стандартною, а в Україні вона

відрізняється від європейської. Це може ускладнювати переміщення вантажів між Україною та Європою, що може призводити до збільшення кількості ДТП.

Іншим фактором є різниця в законодавстві та нормативній базі. У Європі існують суворіші правила безпеки на залізницях, ніж в Україні. Наприклад, у Європі заборонено проїзд по залізничних переїздах, якщо шлагбауми закриті або світлофори показують заборонний сигнал. В Україні такі правила існують, але вони не завжди дотримуються.

Нарешті, важливу роль відіграє культура безпеки. У Європі більша увага приділяється безпеці на залізницях, ніж в Україні. Це пов'язано з тим, що в Європі існує більша суспільна свідомість щодо важливості безпеки на залізницях.

Для зменшення кількості ДТП на залізницях в Україні необхідно буде вжити заходів щодо усунення цих факторів. Зокрема, необхідно:

1. Привести інфраструктуру українських залізниць у відповідність до європейських стандартів.
2. Удосконалити законодавство та нормативну базу у сфері безпеки на залізницях.
3. Підвищити рівень обізнаності населення про правила безпеки на залізницях.

Реалізація цих заходів дозволить підвищити рівень безпеки на залізницях в Україні та зменшити кількість ДТП.

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу вітчизняних та зарубіжних робіт з розглянутої проблеми встановлено, що стратегічним завданням науково-технічної політики в галузі транспортної системи України є вихід на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг, що реалізуються транспортом.

Відмічено, що залізничні транспортні системи України, Польщі, Словаччини та Чехії мають схожі риси, але також мають деякі відмінності. Ці відмінності обумовлені розміром країн, їхнім економічним розвитком і географічним положенням. Через відмінності в технічних вимогах до рухомого складу, залізничної колії різних стандартів при організації безперевантажувальних перевезень необхідно вирішити низку технічних питань, частина з яких регламентована в TSI.

Розв'язання поставленого завдання досягнуто за рахунок урахування досвіду європейських залізниць для покращення існуючої системи організації перевезень вантажів у сполученні Київ-Прага, використання наукових праць та матеріалів Міжнародних конференцій, що містять основні принципи з підвищення інтеперабельності.

Для аналізу показників роботи залізничного транспорту був використаний критерій середнього геометричного з декількох відносних характеристик: середня маршрутна швидкість, обсяги перевезень, параметри й стан ділянки залізниці. На основі отриманих результатів рекомендовано «Галицький» варіант: Прага-Краків-Львів-Київ, який може забезпечити умови регулярної експлуатації рухомого складу в міжнародному сполученні.

Дослідження, результати яких викладені в цій роботі, проводились за підтримки гранту Національного фонду досліджень України під час реалізації проєкту «Наукове обґрунтування впровадження європейської колії на території України в повоєнний період» (реєстраційний номер проєкту 2022.01/0021), який було отримано в рамках конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди».

					051.IH2226.MP.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		68

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Tarapata Z. Modelling and analysis of transportation networks using complex networks: Poland case study / Z.Tarapata // *The Archives of Transport*. – 2015. – Vol. 36, Iss. 4. – S. 55-65. DOI: 10.5604/08669546.1185207
2. Scientific and Technical Support Development Railway Transport in International Traffic [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/10482>
3. Decision models in effectiveness evaluation of Europe-Asia transportation systems / M. Szkoda, A. Tulecki // *The 8-th World Congress on Railway Research WCRR 2008* (Seul, Korea), Article number G.3.3.4.2.
4. Dujka J., Seidenglanz D. (Dis)connection of High Speed Rails Between Western and Central Europe – Sheer Coincidence, or Inevitable Consequence? *Proceedings of 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019*. – S. 486-493.
5. Mężyk A., Zagożdżon B. Development of Rail Passenger Transport in the European Union. *Proceedings of 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019*. – S. 83-87.
6. Kurhan M. The Effectiveness Evaluation of International Railway Transportation in the Direction of «Ukraine – European Union» / M. Kurhan, D. Kurhan // *Transport Means*. – 2018. – s. 145-150.
7. Kurhan M. Problems of providing international railway transport / M. Kurhan, D. Kurhan // *MATEC Web of Conferences 230*, 01007 (2018), Transbud-2018, - s. 1-6, doi: 10.1051/matecconf/201823001007
8. Kurhan, M. Providing the railway transit traffic Ukraine–European Union / M. Kurhan, D. Kurhan // *Pollack Periodica*. – 2019. – Vol. 14 (2). – pp. 27-38. doi: 10.1556/606.2019.14.2.3
9. Fischer, S. 2015. Traction energy consumption of electric locomotives and electric multiple units at speed restrictions. *Acta Technica Jaurinensis*, Vol. 8(3): 240-256.

					051.IH2226.MP.2024.000	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		69



21. Бараш Ю. С. Економічна ефективність високошвидкісних пасажирських залізничних перевезень в Україні : монографія / Ю. С. Бараш, А. В. Момот. –Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – 137 с.

22. Андрій Водяний ЄС розробив стратегію переходу України на євроколію 1435 мм - новини України, Транспорт - LIGA.net 12.07.2023 <https://biz.liga.net/ua/all/transport/novosti/evrosoyuz-razrabotal-strategiyu-perehoda-ukrainy-na-evroputi-karta>

23. Науково-технічне забезпечення залізничного сполучення Україна – Євросоюз: монографія / М. Б. Курган, Д. М. Курган; Дніпропрт. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс».– 2018. – 268 с. ISBN 978-617-7382-13-2

24. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії. ЦП-0236. Затв. наказом Укрзалізниці 0236 від 14.12.2010 №778-Ц. Київ, 2011. – 52 с.

25. Курган М.Б. Підвищення ефективності вантажних і пасажирських перевезень на напрямках з паралельними ходам / М. Б. Курган, С. Ю. Байдак, М. А. Гусак, Р. Б. Новік, Н. П. Хмелевська // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень» Вип. 25. 2023 р. – С. 47-59.

26. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018/ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>

27. [Miroslaw Siergiejczyk](#), [Karolina Krzykowska-Piotrowska](#) (2019). Research Methods and Solutions to Current Transport Problems Proceedings of the International Scientific Conference Transport of the 21st Century, 9– 12th of June 2019, Ryn, Poland: Proceedings of the International Scientific Conference Transport of the 21st Century, 9– 12th of June 2019, Ryn, Poland. DOI:[10.1007/978-3-030-27687-4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27687-4), 494 s.

28. Kurhan M., Kurhan D., Černiauskaite L. Rationale of priority areas of rail

					051.IH2226.MP.2024.000	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		71

operation in north-eastern Europe // Transport Means. – 2019. – pp. 1439-1444.

29. Kurhan, M., Fischer, S., Kurhan, D. The Prospect of Using the Dual Gauge Line for the Ukraine–Hungary Railway Connection. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 2023, 51(1), pp. 70–78. DOI: <https://doi.org/10.3311/PPtr.20572>

30. Mężyk A., Zagożdżon B. Development of Rail Passenger Transport in the European Union. *Proceedings of 23rd International Scientific Conference. Transport Means 2019.* – S. 83-87.

					051.IH2226.MP.2024.000	Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		72

## ДОДАТКИ

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		73

## ДОДАТОК А

### Результати тягових розрахунків Сарни – Ковель

Расчет для участка: Сарни - Маневичі  
 Локомотив : М62. Позиция - . Кол-во секций 2  
 Масса состава = 3600 т. Длина поезда = 500 м

Основное удельное сопротивление локомотива:

$$w_0 = 1.900 + 0.0080 * V + 0.000250 * V * V$$

Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу:

$$w_0 = 2.400 + 0.0090 * V + 0.000350 * V * V$$

Основное удельное сопротивление состава:

$$w_0 = 1.100 + 0.0100 * V + 0.000300 * V * V$$

Коэффициент трения:

$$\phi = 0.360 * ( 1.000 * V + 150.00 ) / ( 2.000 * V + 150.00 )$$

Тормозной коэффициент = 0.230

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 100

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость	Время	Мех. работа	Работа торм.	Режим
	км/ч	мин.	10*кН*км	10*кН*км	
Сарни					
310.383	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
311.413	41.8	2.39	32.27	0.00	ТЯГА
312.413	51.4	3.62	50.34	0.00	ТЯГА
313.413	41.0	4.89	68.53	0.00	ТЯГА
314.413	53.2	6.26	88.48	0.00	ТЯГА
314.913	60.0	6.79	95.08	0.00	ОГР Т
315.213	59.9	7.09	99.24	0.00	ТЯГА
316.213	57.9	8.11	114.18	0.00	ТЯГА
317.213	59.6	9.12	129.08	0.00	ТЯГА
318.213	61.9	10.12	143.59	0.00	ТЯГА
319.213	62.8	11.07	157.64	0.00	ТЯГА
320.213	64.4	12.02	171.46	0.00	ТЯГА
321.213	63.8	12.95	185.06	0.00	ТЯГА
322.213	64.6	13.88	198.78	0.00	ТЯГА
323.213	64.9	14.80	212.22	0.00	ТЯГА
324.213	65.5	15.73	225.75	0.00	ТЯГА
325.213	66.1	16.64	239.08	0.00	ТЯГА
326.213	66.1	17.55	252.31	0.00	ТЯГА
327.213	67.3	18.45	265.45	0.00	ТЯГА
328.213	68.0	19.33	278.37	0.00	ТЯГА
329.213	64.4	20.23	291.34	0.00	ТЯГА
330.213	72.2	21.12	304.52	0.00	ТЯГА
331.213	76.7	21.91	315.88	0.00	ТЯГА
332.213	72.4	22.73	327.59	0.00	ТЯГА
333.213	73.5	23.55	339.48	0.00	ТЯГА
334.113	60.0	24.33	353.01	0.00	ОГР Т

334.213	58.9	24.44	354.47	0.00	ТЯГА	
335.108	56.3	25.39	368.37	0.00	ТЯГА	АНТОНІВКА
336.108	57.3	26.43	383.70	0.00	ТЯГА	
337.108	59.2	27.51	399.54	0.00	ТЯГА	
338.108	63.0	28.49	413.91	0.00	ТЯГА	
339.108	65.4	29.42	427.61	0.00	ТЯГА	
340.108	68.4	30.32	440.68	0.00	ТЯГА	
341.108	69.9	31.18	453.23	0.00	ТЯГА	
342.108	72.4	32.03	465.50	0.00	ТЯГА	
343.108	67.5	32.87	477.69	0.00	ТЯГА	
344.108	61.3	33.84	491.69	0.00	ТЯГА	
345.108	71.5	34.73	504.82	0.00	ТЯГА	
346.108	71.4	35.57	516.93	0.00	ТЯГА	
347.108	72.6	36.41	529.07	0.00	ТЯГА	
347.508	67.5	36.74	532.63	14.18	ТОРМОЖ	
347.608	65.0	36.83	533.79	14.18	ОГР Т	
347.908	65.0	37.11	537.83	14.18	ТЯГА	
348.908	58.9	38.06	551.68	14.18	ТЯГА	
349.908	49.9	39.17	567.81	14.18	ТЯГА	
350.908	40.3	40.50	586.82	14.18	ТЯГА	
351.908	31.4	42.23	610.90	14.18	ТЯГА	
352.908	28.1	44.30	639.59	14.18	ТЯГА	
353.908	43.9	46.04	664.60	14.18	ТЯГА	
354.908	40.4	47.42	684.33	14.18	ТЯГА	
355.908	47.4	48.95	706.30	14.18	ТЯГА	
356.908	57.5	50.03	722.26	14.18	ТЯГА	
357.496	54.9	50.66	731.53	14.18	ТЯГА	РАФАЛІВКА
358.496	59.4	51.72	747.08	14.18	ТЯГА	
359.496	61.2	52.68	761.21	14.18	ТЯГА	
360.496	69.1	53.60	774.73	14.18	ТЯГА	
361.496	72.3	54.46	787.21	14.18	ТЯГА	
362.296	76.0	55.10	795.19	15.49	РЕГ Т	
363.296	76.0	55.89	795.19	26.75	РЕГ Т	
363.996	80.0	56.43	795.54	33.00	ОГР Т	
364.196	79.8	56.58	797.81	33.00	ТЯГА	
365.196	75.6	57.36	808.92	33.00	ТЯГА	
365.796	76.0	57.83	814.53	35.19	РЕГ Т	
366.196	80.0	58.14	815.18	38.12	ОГР Т	
366.396	79.9	58.29	817.57	38.12	ТЯГА	
366.496	80.0	58.37	818.20	38.12	ОГР Т	
366.696	76.0	58.52	818.36	38.47	РЕГ Т	
367.096	80.0	58.84	818.63	39.84	ОГР Т	
367.396	80.0	59.06	821.37	39.84	ТЯГА	
368.396	78.0	59.82	832.14	39.84	ТЯГА	
368.996	72.7	60.30	837.74	53.93	ТОРМОЖ	
369.096	70.0	60.38	841.58	53.93	ОГР Т	
369.196	68.8	60.47	842.82	53.93	ТЯГА	
370.032	62.8	61.24	854.06	53.93	ТЯГА	ЧАРТОРИЙСЬК
371.032	61.2	62.19	867.97	53.93	ТЯГА	
372.032	64.9	63.17	882.35	53.93	ТЯГА	

Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
						75

373.032	69.6	64.04	894.94	53.93	ТЯГА
374.032	58.2	64.98	908.52	53.93	ТЯГА
375.032	46.8	66.12	925.08	53.93	ТЯГА
376.032	51.6	67.43	943.99	53.93	ТЯГА
377.032	48.3	68.58	960.84	53.93	ТЯГА
378.032	41.6	69.93	980.05	53.93	ТЯГА
379.032	38.8	71.51	1002.49	53.93	ТЯГА
380.032	55.0	72.81	1021.66	53.93	ТЯГА
381.032	68.7	73.78	1035.91	53.93	ТЯГА
382.032	74.4	74.60	1047.86	53.93	ТЯГА
383.032	72.2	75.42	1059.73	53.93	ТЯГА
384.032	74.2	76.24	1071.46	53.93	ТЯГА
385.032	74.7	77.04	1083.08	53.93	ТЯГА
386.032	75.4	77.84	1094.56	53.93	ТЯГА
387.032	74.9	78.64	1105.99	53.93	ТЯГА
388.032	72.8	79.45	1117.63	53.93	ТЯГА
389.032	71.3	80.31	1130.06	53.93	ТЯГА
390.032	70.0	81.15	1142.16	53.93	ТЯГА
390.332	64.5	81.41	1144.66	68.26	ТОРМОЖ
390.532	50.0	81.62	1148.09	82.82	ОГР Т
390.632	49.0	81.75	1149.83	82.82	ТЯГА
391.332	43.1	82.66	1161.03	98.10	ТОРМОЖ
391.505	4.6	83.10	1161.03	126.24	КОНЕЦ

Маневичі

Расход топлива 944.1 кг

Нормальное завершение расчета

Километры	Скорость	Время	Мех.работа	Работа торм.	Режим
км/ч	мин.	10*кН*км	10*кН*км		

Маневичі

391.505	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
392.535	32.4	2.51	33.52	0.00	ТЯГА
393.535	45.5	4.17	57.32	0.00	ТЯГА
394.535	63.7	5.26	73.52	0.00	ТЯГА
395.535	76.5	6.11	85.97	0.00	ТЯГА
396.035	76.0	6.50	90.37	1.29	РЕГ Т
396.735	80.0	7.05	90.60	6.45	ОГР Т
397.035	80.0	7.27	93.34	6.45	ТЯГА
398.035	79.0	8.02	103.99	6.45	ТЯГА
399.035	78.9	8.79	114.84	6.45	ТЯГА
400.035	77.4	9.56	125.75	6.45	ТЯГА
401.035	72.4	10.35	137.10	6.45	ТЯГА
402.035	64.5	11.23	149.89	6.45	ТЯГА
403.035	74.4	12.10	162.55	6.45	ТЯГА
404.035	74.7	12.90	174.06	6.45	ТЯГА
404.335	71.4	13.14	176.37	20.54	ТОРМОЖ
404.435	70.0	13.23	177.16	20.54	ОГР Т
405.357	70.0	14.02	182.47	20.54	ОГР Т Троянівка
405.757	66.0	14.37	183.71	20.94	РЕГ Т

406.357	70.6	14.90	184.95	23.91	ТЯГА
407.357	72.6	15.73	197.02	23.91	ТЯГА
408.357	72.8	16.56	208.96	23.91	ТЯГА
409.357	71.9	17.39	220.90	23.91	ТЯГА
410.357	71.4	18.23	233.02	23.91	ТЯГА
411.357	71.0	19.07	245.19	23.91	ТЯГА
412.357	73.2	19.90	257.24	23.91	ТЯГА
413.357	72.4	20.73	269.11	23.91	ТЯГА
414.357	67.3	21.58	281.45	23.91	ТЯГА
415.357	59.9	22.51	294.93	23.91	ТЯГА
416.357	64.2	23.49	309.37	23.91	ТЯГА
417.357	69.4	24.38	322.34	23.91	ТЯГА
418.357	68.8	25.25	334.90	23.91	ТЯГА
419.357	65.7	26.14	347.92	23.91	ТЯГА
419.814	66.2	26.56	354.00	23.91	ТЯГА
420.814	67.0	27.46	367.10	23.91	ТЯГА
421.814	64.1	28.37	380.39	23.91	ТЯГА
422.814	65.1	29.31	394.17	23.91	ТЯГА
423.814	66.2	30.21	407.38	23.91	ТЯГА
424.814	65.4	31.13	420.78	23.91	ТЯГА
425.814	66.1	32.04	434.04	23.91	ТЯГА
426.814	60.8	32.97	447.68	23.91	ТЯГА
427.814	54.1	34.04	463.16	23.91	ТЯГА
428.814	62.6	35.06	478.27	23.91	ТЯГА
429.814	60.6	36.01	492.16	23.91	ТЯГА
430.814	57.6	37.04	507.21	23.91	ТЯГА
431.814	52.4	38.12	522.98	23.91	ТЯГА
432.814	50.5	39.35	540.72	23.91	ТЯГА
433.814	64.3	40.39	556.15	23.91	ТЯГА
434.814	73.3	41.27	569.06	23.91	ТЯГА
435.814	74.7	42.07	580.54	23.91	ТЯГА
436.814	75.7	42.87	592.09	23.91	ТЯГА
437.814	73.2	43.67	603.52	23.91	ТЯГА
438.814	71.8	44.51	615.66	23.91	ТЯГА
439.814	66.6	45.37	628.06	23.91	ТЯГА
440.814	72.0	46.24	640.73	23.91	ТЯГА
441.614	68.8	46.91	649.22	38.10	ТОРМОЖ
441.714	61.0	47.01	649.22	38.69	РЕГ Т
442.714	61.0	47.99	649.22	53.06	РЕГ Т
442.914	65.0	48.17	649.52	53.15	ОГР Т
443.614	61.9	48.82	654.05	67.57	ТОРМОЖ
443.995	4.6	49.50	654.05	126.68	КОНЕЦ

Повурськ

Ковель

Расход топлива 533.0 кг

Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода

Маневичі - Троянівка 14.02

Троянівка - Повурськ 12.54

Повурськ - Ковель 22.94

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## ДОДАТОК Б

### Результати тягових розрахунків Ковель – Сарни

Расчет для участка: Маневичі - Ковель

Локомотив : М62. Позиция - . Кол-во секций 2

Масса состава = 3600 т. Длина поезда = 500 м

Основное удельное сопротивление локомотива:

$$w_0 = 1.900 + 0.0080 * V + 0.000250 * V * V$$

Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу:

$$w_0 = 2.400 + 0.0090 * V + 0.000350 * V * V$$

Основное удельное сопротивление состава:

$$w_0 = 1.100 + 0.0100 * V + 0.000300 * V * V$$

Коэффициент трения:

$$\phi = 0.360 * ( 1.000 * V + 150.00 ) / ( 2.000 * V + 150.00 )$$

Тормозной коэффициент = 0.230

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 100

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость	Время	Мех. работа	Работа торм.	Режим
	км/ч	мин.	10*кН*км	10*кН*км	

Ковель

443.995	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
442.965	38.4	2.45	33.03	0.00	ТЯГА
441.965	33.4	4.05	55.64	0.00	ТЯГА
440.965	41.2	5.77	80.05	0.00	ТЯГА
439.965	41.3	7.19	100.32	0.00	ТЯГА
438.965	55.4	8.41	118.41	0.00	ТЯГА
437.965	58.7	9.48	134.12	0.00	ТЯГА
436.965	63.9	10.44	148.26	0.00	ТЯГА
435.965	62.5	11.40	162.20	0.00	ТЯГА
434.965	63.1	12.34	175.97	0.00	ТЯГА
433.965	54.4	13.37	191.03	0.00	ТЯГА
432.965	47.5	14.54	207.95	0.00	ТЯГА
431.965	56.4	15.76	225.75	0.00	ТЯГА
430.965	66.7	16.72	239.96	0.00	ТЯГА
429.965	70.9	17.59	252.71	0.00	ТЯГА
429.265	73.8	18.16	259.81	14.05	ТОРМОЖ
429.065	65.0	18.34	261.39	28.23	ОГР Т
428.965	64.8	18.43	262.74	28.23	ТЯГА
427.965	60.1	19.39	276.62	28.23	ТЯГА
427.165	61.0	20.17	286.65	29.28	РЕГ Т
427.065	66.2	20.26	288.00	29.28	ТЯГА
426.065	73.6	21.11	300.38	29.28	ТЯГА
425.065	74.0	21.92	312.01	29.28	ТЯГА
424.065	74.2	22.73	323.75	29.28	ТЯГА
423.065	75.0	23.53	335.22	29.28	ТЯГА

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		78

422.065	72.9	24.34	346.96	29.28	ТЯГА
421.065	75.9	25.15	358.55	29.28	ТЯГА
420.865	73.5	25.31	359.68	43.32	ТОРМОЖ
420.765	70.0	25.39	360.83	43.32	ОГР Т
420.365	70.0	25.73	365.69	43.32	ТЯГА
419.812	69.5	26.21	372.57	43.32	ТЯГА
419.012	70.0	26.90	381.73	43.32	ОГР Т
418.812	70.4	27.07	383.27	43.32	ТЯГА
417.812	72.4	27.91	395.36	43.32	ТЯГА
416.812	70.9	28.74	407.36	43.32	ТЯГА
415.812	65.4	29.62	420.21	43.32	ТЯГА
414.812	72.1	30.51	433.23	43.32	ТЯГА
413.812	77.0	31.32	444.90	43.32	ТЯГА
412.812	77.4	32.09	455.95	43.32	ТЯГА
411.812	74.8	32.88	467.15	43.32	ТЯГА
410.812	73.5	33.69	478.87	43.32	ТЯГА
409.812	72.9	34.51	490.69	43.32	ТЯГА
408.812	73.2	35.33	502.55	43.32	ТЯГА
407.812	72.1	36.16	514.44	43.32	ТЯГА
406.812	71.0	37.00	526.52	43.32	ТЯГА
405.812	65.2	37.87	539.14	43.32	ТЯГА
405.355	63.5	38.30	545.39	43.32	ТЯГА
404.355	61.7	39.25	559.37	43.32	ТЯГА
403.355	62.7	40.22	573.53	43.32	ТЯГА
402.355	54.9	41.22	588.11	43.32	ТЯГА
401.355	61.5	42.30	603.97	43.32	ТЯГА
400.355	69.4	43.21	617.26	43.32	ТЯГА
399.355	70.2	44.06	629.68	43.32	ТЯГА
398.355	68.5	44.93	642.14	43.32	ТЯГА
397.355	68.9	45.80	654.78	43.32	ТЯГА
396.355	64.5	46.68	667.65	43.32	ТЯГА
395.355	52.6	47.71	682.54	43.32	ТЯГА
394.355	42.8	48.98	700.78	43.32	ТЯГА
393.355	33.5	50.59	723.37	43.32	ТЯГА
392.355	49.3	52.14	745.72	43.32	ТЯГА
392.255	46.0	52.27	745.72	44.55	РЕГ Т
391.955	50.0	52.64	746.06	45.54	ОГР Т
391.655	40.0	53.01	747.50	60.75	ТОРМОЖ
391.505	4.6	53.41	747.50	85.28	КОНЕЦ

Повурськ

Троянівка

Расход топлива 608.8 кг  
 Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода  
 Ковель - Повурськ 26.21  
 Повурськ - Троянівка 12.09  
 -----

Мин. непогашенное ускорение (для  $V > 20$  км/ч), м/с<sup>2</sup> -0.319 (км 85.755)  
 Макс. непогашенное ускорение, м/с<sup>2</sup> 0.078 (км 104.712)

Километры      Скорость    Время    Мех.работа    Работа торм.    Режим  
                  км/ч    мин.    10\*кН\*км    10\*кН\*км

Ковель

443.995	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
442.965	38.4	2.45	33.03	0.00	ТЯГА
441.965	33.4	4.05	55.64	0.00	ТЯГА
440.965	41.2	5.77	80.05	0.00	ТЯГА
439.965	41.3	7.19	100.32	0.00	ТЯГА
438.965	55.4	8.41	118.41	0.00	ТЯГА
437.965	58.7	9.48	134.12	0.00	ТЯГА
436.965	63.9	10.44	148.26	0.00	ТЯГА
435.965	62.5	11.40	162.20	0.00	ТЯГА
434.965	63.1	12.34	175.97	0.00	ТЯГА
433.965	54.4	13.37	191.03	0.00	ТЯГА
432.965	47.5	14.54	207.95	0.00	ТЯГА
431.965	56.4	15.76	225.75	0.00	ТЯГА
430.965	66.7	16.72	239.96	0.00	ТЯГА
429.965	70.9	17.59	252.71	0.00	ТЯГА
429.265	73.8	18.16	259.81	14.05	ТОРМОЖ
429.065	65.0	18.34	261.39	28.23	ОГР Т
428.965	64.8	18.43	262.74	28.23	ТЯГА
427.965	60.1	19.39	276.62	28.23	ТЯГА
427.165	61.0	20.17	286.65	29.28	РЕГ Т
427.065	66.2	20.26	288.00	29.28	ТЯГА
426.065	73.6	21.11	300.38	29.28	ТЯГА
425.065	74.0	21.92	312.01	29.28	ТЯГА
424.065	74.2	22.73	323.75	29.28	ТЯГА
423.065	75.0	23.53	335.22	29.28	ТЯГА
422.065	72.9	24.34	346.96	29.28	ТЯГА
421.065	75.9	25.15	358.55	29.28	ТЯГА
420.865	73.5	25.31	359.68	43.32	ТОРМОЖ
420.765	70.0	25.39	360.83	43.32	ОГР Т
420.365	70.0	25.73	365.69	43.32	ТЯГА
419.812	69.5	26.21	372.57	43.32	ТЯГА
419.012	70.0	26.90	381.73	43.32	ОГР Т
418.812	70.4	27.07	383.27	43.32	ТЯГА
417.812	72.4	27.91	395.36	43.32	ТЯГА
416.812	70.9	28.74	407.36	43.32	ТЯГА
415.812	65.4	29.62	420.21	43.32	ТЯГА
414.812	72.1	30.51	433.23	43.32	ТЯГА
413.812	77.0	31.32	444.90	43.32	ТЯГА
412.812	77.4	32.09	455.95	43.32	ТЯГА
411.812	74.8	32.88	467.15	43.32	ТЯГА
410.812	73.5	33.69	478.87	43.32	ТЯГА
409.812	72.9	34.51	490.69	43.32	ТЯГА
408.812	73.2	35.33	502.55	43.32	ТЯГА
407.812	72.1	36.16	514.44	43.32	ТЯГА
406.812	71.0	37.00	526.52	43.32	ТЯГА
405.812	65.2	37.87	539.14	43.32	ТЯГА

Повурськ

					051.ІН2226.МР.2024.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		80

405.355	63.5	38.30	545.39	43.32	ТЯГА	Троянівка
404.355	61.7	39.25	559.37	43.32	ТЯГА	
403.355	62.7	40.22	573.53	43.32	ТЯГА	
402.355	54.9	41.22	588.11	43.32	ТЯГА	
401.355	61.5	42.30	603.97	43.32	ТЯГА	
400.355	69.4	43.21	617.26	43.32	ТЯГА	
399.355	70.2	44.06	629.68	43.32	ТЯГА	
398.355	68.5	44.93	642.14	43.32	ТЯГА	
397.355	68.9	45.80	654.78	43.32	ТЯГА	
396.355	64.5	46.68	667.65	43.32	ТЯГА	
395.355	52.6	47.71	682.54	43.32	ТЯГА	
394.355	42.8	48.98	700.78	43.32	ТЯГА	
393.355	33.5	50.59	723.37	43.32	ТЯГА	
392.355	49.3	52.14	745.72	43.32	ТЯГА	
392.255	46.0	52.27	745.72	44.55	РЕГ Т	
391.955	50.0	52.64	746.06	45.54	ОГР Т	
391.655	40.0	53.01	747.50	60.75	ТОРМОЖ	
391.505	4.6	53.41	747.50	85.28	КОНЕЦ	

КОНЕЦ  
Расход топлива 608.8 кг  
Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода  
Ковель - Повурськ 26.21  
Повурськ - Троянівка 12.09

-----  
Мин. непогашенное ускорение (для  $V > 20$  км/ч), м/с<sup>2</sup> -0.319 (км 85.755)  
Макс. непогашенное ускорение, м/с<sup>2</sup> 0.078 (км 104.712)