

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Відновлення інфраструктури ділянки залізниці для збільшення провізної спроможності

за освітньою програмою: Залізничні споруди та колійне господарство

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт

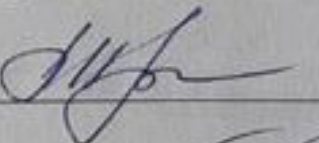
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:



студент групи: КГ 2221
Максим САЦОК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:



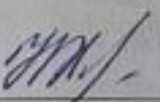
Доцент Марина ГУСАК
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:



Доцент Сергій БАЙДАК
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

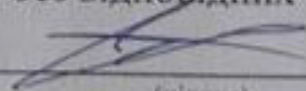
Консультант:



Асистент Неля ХМЕЛЕВСЬКА
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2024 рік

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)

Reconstruction of the infrastructure of the railway section to increase the throughput according to educational curriculum: Railway constructions and track management in the Speciality: 273 Railway Transport

Done by the student

of the group: KG 2221

/Maxim SATSIUK /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Associate Professor Maryna Husak /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak /

(position, name, surname)

Supervisors:

/ Assistant Nelia Khmelevska /

(position, name, surname)

Dnipro – 2023

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Будівництво, архітектура та інфраструктура

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Рівень вищої освіти: Спеціаліст

Освітня програма: Залізничні споруди та колійне господарство

Спеціальність: Залізничний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ПЮТКІН

(підпис)

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ магістр _____

(ступінь вищої освіти)

студенту Сацюку Максиму Валерійовичу

1. Тема роботи: Відновлення інфраструктури ділянки залізниці для збільшення провізної спроможності

Керівник роботи: Гусак Марина Анатоліївна, доцент, кандидат 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 – Житомирська та Рівненська області	Довжина приймально-відправних колій – 850 м
Початковий пункт – Олевськ	Система СЦБ - АБ
Кінцевий пункт – Сарни	Верхня будова колії (існуюча/проектна):
Довжина лінії, км – 78	Тип рейок – Р65, безстикова колія
Керівний ухил, ‰ – 9	Тип шпал – залізобетонні
Кількість головних колій – 2	Маса поїзда, тонн:
Вид тяги – тепловозна	Вантажного 3600/2800, пасажирського – 800
Рухомий склад – 2М62	Ширина земляного полотна – 7 м
Перспективні розміри перевезень:	10/8 млн ткм/км

4. Зміст пояснювальної записки:

1 Аналітична частина

1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою

2 Основна частина

2.1. Технічна характеристика ділянка Олевськ-Сарни

2.2 Визначення максимально допустимих швидкостей руху

2.3 Тягові розрахунки

2.4 Перевлаштування плану лінії в межах існуючого земляного полотна

3 Економічна частина			
3.1 Заходи з підвищення швидкості			
3.2 Дослідження впливу зростання провізної спроможності на тягово-енергетичні показники			
4 Охорона праці			
5. Перелік графічного матеріалу: Криві швидкості руху пасажирських і вантажних поїздів на ділянці			
6. Консультанти розділів роботи:			
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1	Гусак М.А., доцент		
п. 2.1, 2.3 п. 2.2	Гусак М.А., доцент, Хмелевська Н.П., асистент		
3,4	Гусак М.А., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою.	02.10.2023	10
2	Основні цілі реконструкції залізниць	16.10.2023	10
3	Технічна характеристика ділянки Виконання тягових розрахунків	01.11.2023	15
4	Перевлаштування плану лінії в межах існуючого земляного полотна	20.11.2023	25
5	Дослідження впливу зростання провізної спроможності на тягово-енергетичні показники	11.12.2023	20
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища при перебудові плану залізниці	25.12.2023	10
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	10
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	25.01.2024	100

Студент

_____ (підпис)

Максим САЦЮК

Керівник роботи

_____ (підпис)

Марина ГУСАК

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

64 с., 47 рис., 12 табл., 2 додатки, 20 джерел.

Об'єкт дослідження – Дослідження впливу зростання провізної спроможності на тягово-енергетичні показники

Мета роботи – Порівняння варіантів за техніко-економічними показниками. з метою обґрунтування найбільш раціонального варіанту.

Методи дослідження – У роботі використовувались статистичний аналіз. Обробка даних виконувалась із застосуванням програми Microsoft Excel, тягові розрахунки за програмою MoveRW, перебудова плану виконувалась у програмі RWPlan, які були розроблені на кафедрі «Транспортна інфраструктура» УДУНТ.

Одержані результати. У дипломному проекті була надана характеристика технічного стану ділянки залізниці Сарни – Олевськ. Проаналізовані допустимі швидкості руху на цій ділянці та визначені причини, що їх обмежують. Виконані тягові розрахунки для пасажирського та вантажного руху поїздів. За допомогою програм виконані розрахунки з перебудови плану лінії під збільшенні швидкості руху. Проведено дослідження впливу провізної спроможності на тягово-енергетичні показники.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ПЛАН ЛІНІЇ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ШВИДКІСТЬ РУХУ ПОЇЗДА, ПРОВІЗНА СПРОМОЖНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Огляд наукових досліджень за темою проекту	8
1.2 Основні цілі реконструкції залізниць	11
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	13
2.1 Технічна характеристика ділянки.	13
2.2 Виконання тягових розрахунків для пасажирського й вантажного рухів	19
2.3 Заходи з підвищення швидкості.....	27
3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	35
3.1 Перевлаштування плану лінії в межах існуючого земляного полотна	35
3.2 Дослідження впливу зростання провізної спроможності на тягово- енергетичні показники	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ..	53
4.1 Охорона праці.....	53
4.2 Захист навколишнього середовища	56
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	61
ДОДАТКИ.....	64

ВСТУП

Залізничний транспорт відіграє ключову роль[1] у загальній транспортній системі України, забезпечуючи 82% вантажних та майже 50% пасажирських перевезень, що здійснюються всіма видами транспорту. Розвиток цього сектору є важливою ланкою для підвищення добробуту всієї країни.

Експлуатаційна мережа залізниць України налічує майже 19,8 тис. км, з електрифікованими ділянками у розмірі 47,5%. На сучасний момент залізниці України відстають від сучасних стандартів у сфері транспорту. Одним з основних завдань для вирішення цієї проблеми є підвищення швидкостей руху пасажирських і вантажних поїздів, перш за все на існуючих магістральних маршрутах, що сприятиме скороченню часу перебування пасажирів та транспортування вантажів.

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [1] розроблена для комплексного вирішення наявних проблем в галузі транспорту. Стратегія містить пріоритети розвитку транспортного сектору України та відображає останні зміни впровадження євроінтеграційного курсу та імплементацію положень.

Україна намагається розвивати залізницю, доступними ресурсами. Звісно найбільшу цікавість викликають усі варіанти що зможуть принести найбільший результат при мінімальних затратах [2].

Ось декілька основних варіантів які використовують для покращення ситуації на залізницях України:

1. Модернізація інфраструктури: Залізнична інфраструктура, така як рейки, станції та інші елементи, може бути модернізована для збільшення її ефективності та обслуговування. Це може включати реконструкцію та вдосконалення існуючих трас та станцій.

2. Електрифікація трас: Впровадження електрифікації на більшій кількості трас може підвищити швидкість руху поїздів, зменшити час пересування та покращити енергоефективність системи.

3. Оптимізація транспортних потоків: Удосконалення системи логістики та

4. Планування маршрутів може допомогти оптимізувати рух поїздів, уникати заторів та збільшувати швидкість перевезень.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд наукових досліджень за темою проекту

Залізниця України є важливим сектором національної економіки, а її успішна робота є важливим фактором, що визначає загальний добробут країни та позицію України у світовій економіці. Однак, на сьогоднішній день технічні резерви та потужності залізниць України майже вичерпані. Тому метою є будівництво, модернізація та реконструкція залізничної мережі, збільшення її пропускної спроможності та впровадження швидкісного руху для задоволення зростаючих транспортних потреб країни.

Українські залізниці мають особливі умови експлуатації зі значно більшими обсягами перевезень, інтенсивністю руху поїздів, вагою поїздів та навантаженням на вісь транспортних засобів порівняно з західноєвропейськими залізницями. Тому збільшення пропускної спроможності та впровадження швидкісного руху на українських залізницях є набагато складнішим завданням порівняно із західноєвропейськими залізницями, і вирішення цього завдання потребує низки особливих та специфічних підходів.

Проблеми з обмеженнями швидкості на залізницях України тісно пов'язані з параметрами та станом плану залізничної колії. План залізничної лінії грає ключову роль у визначенні економічних показників, умов і швидкостей руху потягів, а також комфорту подорожей. Недоліки у плані можуть впливати на безпеку та ефективність залізничного транспорту.

В Україні багато вчених займалися проблемами взаємодії колії та рухомого складу, питаннями надійності роботи залізничної колії під час експлуатації, питаннями реконструкції плану для впровадження високих швидкостей руху. Серед таких науковців були професори Є. І. Даніленко, В. В. Косарчук, В. Г. Вербицький, В. Д. Петренко, О. Л. Тютюкін, Курган М. Б., Курган Д. М. та ін. [3-10].

Сучасні підходи до вирішення цих проблем зазвичай включають в себе використання комп'ютерних технологій та сучасних методів проектування та управління залізничними мережами. Процеси, що включають визначення проектних параметрів, утримання колії, оцінку стану та вирівнювання плану, тепер

можуть бути вдосконалені завдяки використанню комп'ютерних програм і алгоритмів.

Інтеграція українських залізниць у систему міжнародного транспортного коридору[11], що з'єднує Україну із Західною та Центральною Європою, країнами Центральної Азії і Кавказу, вимагає подальшого збільшення швидкості руху. Цього можна досягти шляхом модернізації колій, розробки та впровадження інноваційних колійних технологій на магістральних лініях, а також суворого забезпечення безпеки руху поїздів. Підвищення швидкості руху пасажирських поїздів є одним з найважливіших завдань розвитку залізничного транспорту в Україні. Про це свідчать активні роботи з технічної реконструкції залізниць для досягнення більш високих швидкостей.

Тому було розроблено схему розмежування маршрутів руху вантажних і пасажиропотоків по території України (див. схему рис. 1.1) і визначено спеціалізовані маршрути пасажирських і вантажних поїздів з урахуванням не тільки внутрішніх потреб у перевезеннях, але й з урахуванням узгодження потреб перевезень найближчих країн-сусідів, а також з урахуванням вимог до перевезень Укрзалізниці по міжнародних транспортних коридорах.



Рисунок 1.1 – Схема розмежування пасажирського та вантажного руху поїздів 2008р.

На схемі (див. рис. 1.1) зображено:

- напрямки пасажирського швидкісного руху, які максимально звільняються від руху вантажних поїздів з переведенням його на паралельні напрямки;
- напрямки переважного пасажирського руху;
- напрямки переважного вантажного руху;
- напрямки суміщеного вантажного і пасажирського руху поїздів



Рисунок 1.2 – Схема розмежування пасажирських перевезень на 2021 р.

Згідно з схемою (див. рис. 1.2) визначено:

- напрямки переважного пасажирського руху

Основними технічними викликами для успішної реалізації інтеграції УЗ в систему міжнародного транспортного коридору є:

- Повна реконструкція колій, тобто приведення їх у технічний стан, що відповідає заданим швидкостям та критеріям, визначеним міжнародними стандартами (наприклад, структура, плавність ходу тощо).
- Виробництво або придбання спеціалізованих транспортних засобів (у тому числі локомотивів і вагонів) для швидкісного руху поїздів;

– Модернізація залізничної інфраструктури (включаючи колії, переїзди, обладнання електропостачання, сигналізації, централізації та блокування) відповідно до потреб високошвидкісного залізничного транспорту; тощо.

1.2 Основні цілі реконструкції залізниць

Реконструкція існуючої залізниці може мати різноманітні цілі, і однією з головних є покращення експлуатаційних показників. Деякі з ключових аспектів реконструкції залізниці включають:

1. Підвищення швидкості поїздів: Однією з основних мет реконструкції може бути збільшення швидкості руху поїздів. Це може досягатися за рахунок вирівнювання кривих, збільшення радіусів кривих та удосконалення геометричних параметрів траси.

2. Збільшення потужності лінії: Реконструкція може бути спрямована на підвищення потужності залізниці, щоб забезпечити зростання вантажонапруженості та покращення ефективності транспорту.

3. Відповідність сучасним нормам проектування: Реконструкція може включати в себе приведення існуючих елементів залізниці до сучасних норм проектування, таких як довжина елементів профілю, їх ухил, різниця суміжних елементів, радіуси кривих, довжина перехідних кривих та прямих вставок між суміжними кривими.

4. Збільшення довжини станцій: Реконструкція може включати в себе розширення або будівництво нових станцій з метою збільшення їхньої потужності та забезпечення зручності для пасажирів.

Остаточне положення траси визначається під час проектування, де враховуються як планові, так і поздовжні параметри лінії. Це дозволяє встановити оптимальні геометричні параметри для досягнення поставлених цілей реконструкції залізниці.

Реконструкція існуючих залізниць та проектування допоміжних головних колій виконуються за тими нормами, що і проектування нових залізниць відповідної категорії.

Згідно з вказаним ДБН В.2.3.19-2018 [12], при реконструкції залізниць можуть застосовуватися пільгові норми, якщо це призводить до відчутних переваг і не створює небезпек для руху поїздів. Це дозволяє інженерам і проектувальникам при реконструкції користуватися спеціальними нормами, які можуть бути менш суворими порівняно з нормами для нових залізниць. Важливо враховувати, що при реконструкції може виникнути необхідність в істотній перебудові капітальних споруд для відповідності новим нормам проектування. Однак це може бути необхідним для покращення експлуатаційних характеристик залізниці.

Застосування пільгових норм у реконструкції може включати оптимізацію витрат, збереження частини існуючої інфраструктури та покращення продуктивності лінії. Проте, необхідно дотримуватися вимог безпеки та забезпечувати відповідність стандартам для уникнення можливих небезпек. Такий підхід дозволяє забезпечити баланс між вимогами безпеки та ефективністю реконструкції залізниці.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Технічна характеристика ділянки

2.1.1 Загальна характеристика ділянки Олевськ – Сарни

Ділянка Львівської залізниці Олевськ – Сарни довжиною 78 км, обслуговується однією дистанцією колії – ПЧ-6, розташована на території Рівенської області. На даній ділянці розташовано 8 станцій (рисунок 2.1).

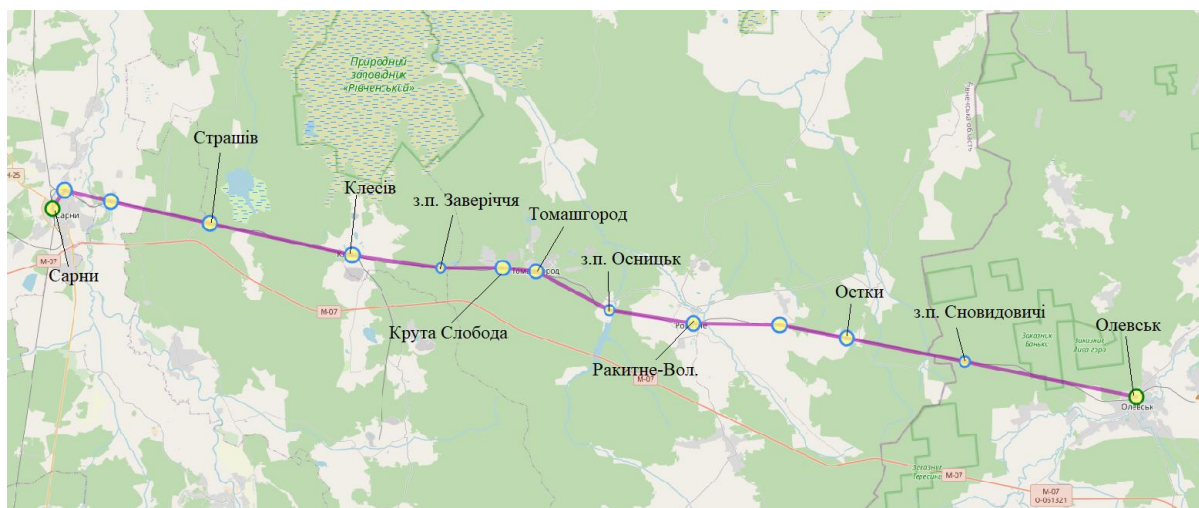


Рисунок 2.1 – Схема ділянки

Ділянка оснащена АБ, дві головні колії. У пасажирському і вантажному русі обслуговується локомотивом 2М62.

Маса пасажирського поїзда 800 т, вантажного поїзда в прямому напрямку – 3600 т, у зворотному – 2800 т.

Львівська залізниця є найстарішою залізницею в Україні і проходить через сім природних регіонів південно-західної України (Карпати, Передкарпаття та Волинь) з численними курортами та туристичними маршрутами. Залізниця має 354 станції, з яких 252 займаються вантажними перевезеннями.

Для пасажирських та вантажних перевезень використовується потужний рухомий склад. Завдяки своєму географічному розташуванню Львівська магістраль відповідає за пасажирські перевезення між Сходом і Заходом, а також за імпорتنі та експортні вантажні перевезення, Тому її називають головними воротами України до Європи.

2.1.2 Характеристика поздовжнього профілю і плану лінії

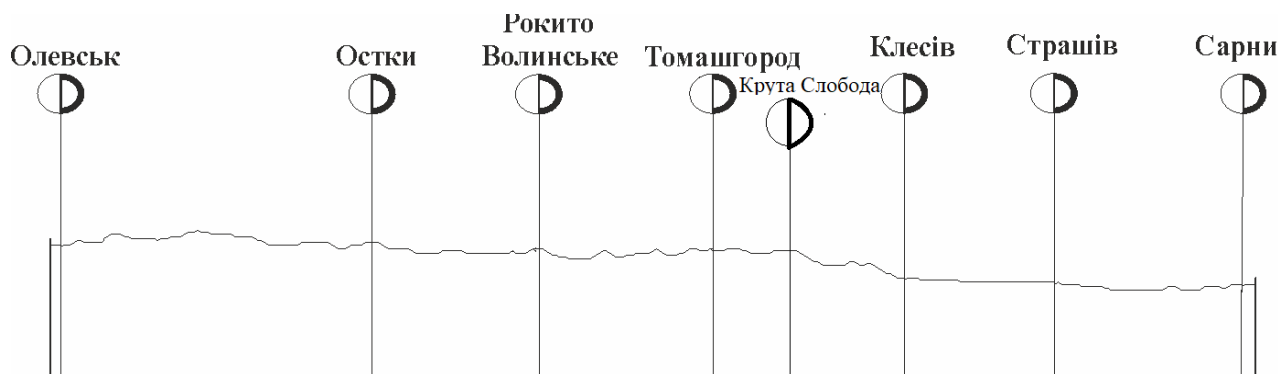


Рисунок 2.2 – Схематичний поздовжній профіль

Вантажонапруженість на ділянці Олевськ – Сарни 10\8 млн.ткм.брутто/рік, тому на головних коліях укладені безстикові пліти з термічно обробленими рейками типу Р65, приведений знос 0,0 – 6,0 мм. Баласт – щебеневий та сортований гравій. Шпали укладені залізобетонні, в основному з епюрою 1840 – 2000 шт./км.

Сумарна довжина прямих на даній ділянці становить 64,906 км (83%). На напрямку Олевськ – Сарни переважними є ділянки з ухилами крутістю від –1 до 1%. Найбільший ухил на ділянці 9%. Протяжність ухилів поздовжнього профілю приведена в таблиці 2.1. Гістограма розподілення ухилів приведена на рисунку 2.3.

Таблиця 2.1 – Протяжність ухилів поздовжнього профілю на ділянці

Ухили	Протяжність, м	Протяжність, %
-9,0...-7,0	2130	2,77
-7,0...-5,0	6450	8,37
-5,0...-3,0	4750	6,17
-3,0...-1,0	12430	16,14
-1,0...1,0	31588	41,01
1,0...3,0	9940	12,90
3,0...5,0	3550	4,61
5,0...7,0	3260	4,23
7,0...9,0	2930	3,80

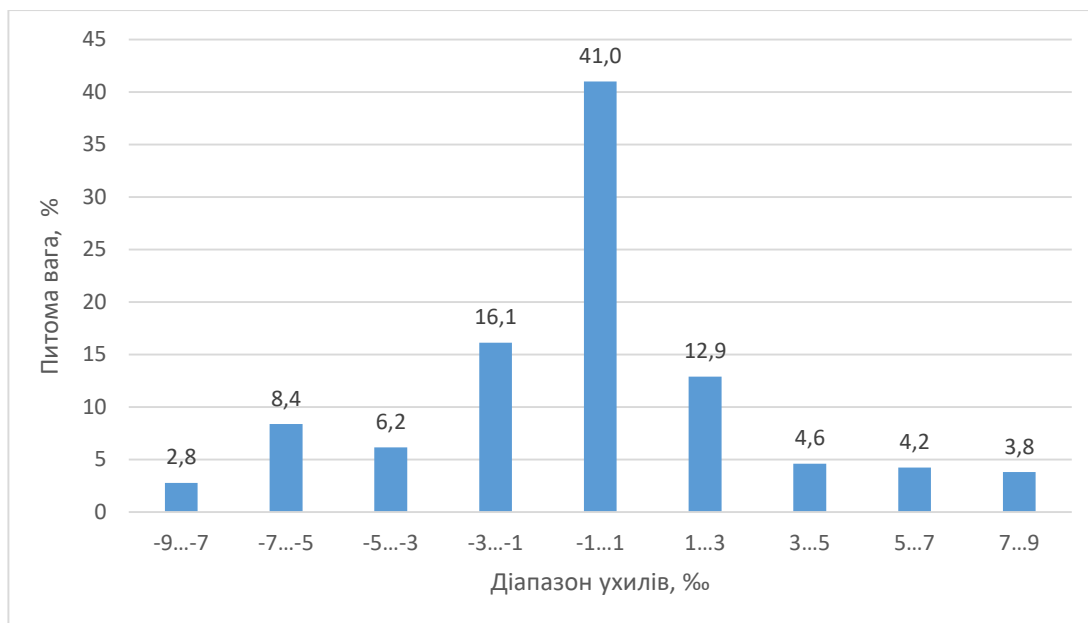


Рисунок 2.3 – Гістограма розподілення ухилів

Аналіз плану показує, що криві складають 16,51% від загальної довжини лінії. Мінімальним є радіус кривої 300 м. Протяжність кривих приведені в таблиці 2.2. Гістограма розподілу довжин кривих приведена на рисунку 2.4.

Таблиця 2.2 – Протяжність кривих на ділянці

Радіуси, м	Протяжність, м	Протяжність, %
200-400	28	0,04
400-600	777	1,02
600-800	2900	3,80
800-1000	1541	2,02
1000-1200	4117	4,40
1200-1400	469	0,62
1400-1600	1003	1,32
1600-1800	167	0,22
1800-2000	321	0,42
2000-3100	1262	1,65
Прямі	63648	83,49

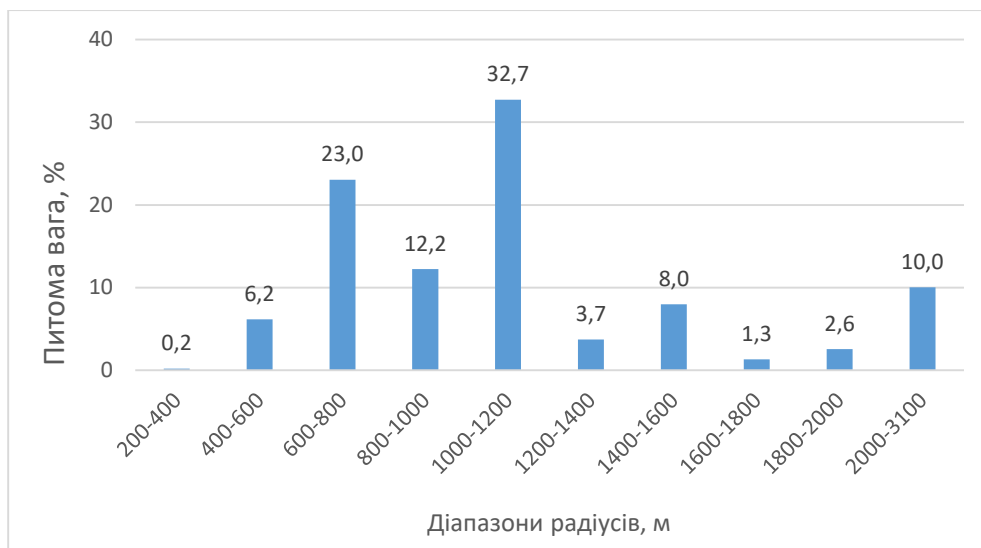


Рисунок 2.4 – Гістограма розподілу радіусів

Відношення прямих та кривих на ділянці наведені на рисунку 2.5.

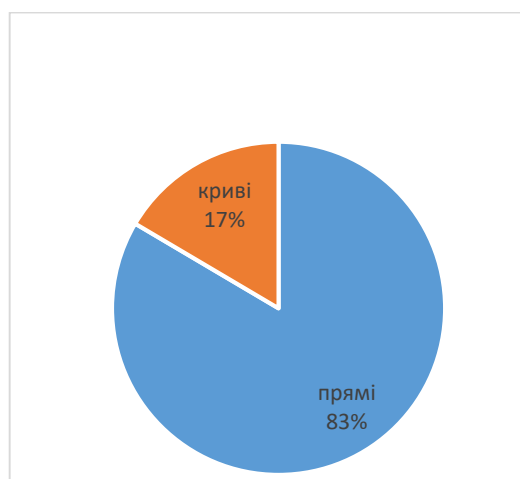


Рисунок 2.5 – Розподіл прямих і кривих у процентах

З рисунку 2.4 видно, що ділянка Олевськ – Сарни характеризується великою кількістю кривих, особливо кривих радіусу 1000 – 1200 м.

Встановлені швидкості руху пасажирських і вантажних поїздів на ділянці Сарни – Олевськ при існуючому стані постійних пристроїв приведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Встановлені швидкості

№ з/п	Станції	Допустимі швидкості за наказом	
		Пасажи́рські	Вантажні
1	Сарни	80	80
2	Сарни- Страшів	100	80
3	Страшів	100	80
4	Страшів – Клесів	100	80
5	Клесів	80	70
6	Клесів – Томашгород	80	80
7	Томашгород	80	70
8	Томашгород – Рок.Волинське	100	80
9	Рокитноволинське	60	60
10	Рок.Волинське – Остки	100	80
11	Остки	70	60
12	Остки – Олевськ	100	80
13	Олевськ	60	60

Таблиця 2.4 – Визначення допустимих швидкостей

Початок кривої, км	Кінець км	Довжина крива, м		h,мм	$V_{дон}$
		l_1	l_2		
233.639	233.798	3000.000	40	50	50
233.798	233.872	500,00	40	50	50
233.947	233.963	1500,00	40	50	50
233.963	233.990	300,00	40	50	50
234.091	234.231	610,00	40	85	85
235.841	235.962	870,00	80	60	110
235.962	236.063	1000,00	0	65	110
236.063	236.358	940,00	0	70	110
238.659	720.00 60	720,00	60	85	90
240.368	240.779	820,00	110	95	115
241.801	241.968	1640,00	0	45	70
241.968	242.469	1475,00	0	40	70
242.469	242.614	1570,00	0	35	70
244.856	245.014	970,00	50	65	100
250.242	250.468	25000,00	0	5	100
259.202	259.510	1150,00	40	65	85
260.074	260.417	1040,00	70	80	110
261.671	261.870	950,00	60	75	100
262.261	262.387	1038,00	0	5	80
263.254	263.472	590,00	60	85	90
263.747	264.034	1230,00	0	40	90

Продовження таблиці 2.4

Початок кривої, км	Кінець км	Довжина крива, м		h, мм	V _{дон}
		l ₁	l ₂		
264.034	264.080	3000,00	0	20	90
264.947	265.091	670,00	40	85	70
265.249	265.439	600,00	75	105	100
266.595	266.777	1200,00	40	70	80
270.682	270.946	634,00	0	95	100

З гістограми 2.4 видно, що кількість кривих, які має радіус 800 м і більше біля 30% всієї довжини ділянки. На таких кривих необхідні відповідні обмеження швидкостей. В таблиці 2.4 видно детальніше, на яких ділянках які обмеження встановленні.

2.1.3 Роздільні пункти і СЦБ

На ділянці розташовано 5 проміжних станцій: Остки, Рокито Волинськ, Томашгород, Клесів, Страшів.

Проміжна станція Остки знаходиться на ПК2539+07,3. Перед станцією розташований переїзд без охорони.

На ПК2644+57,5 розташована проміжна станція Рокито Волинськ. Перед станцією переїзд з охороною, а після станції без охорони.

Перед і після проміжної станції Томашгород знаходяться переїзди без охорони. Станція розташована на ПК2760+18,2.

Проміжна станція Клесів розташована на ПК2884+68,9. Перед станцією знаходиться переїзд з охороною.

На ПК2983+32,1 розташована проміжна станція Страшів. Після станції знаходиться переїзд з охороною.

Довжина приймально-відправних колій 850 м.

Міжстанційні перегони обладнані автоматичним блокуванням. Для поліпшення умов експлуатації при підвищенні швидкостей руху поїздів.

2.1.4 Штучні споруди

Інформація про наявність штучних споруд на напрямку Олевськ – Сарни приведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Кількість штучних споруд на ділянках

Ділянка	Мости		Труби	Переїзди	
	залізобетонні	металеві		з охороною	без охорони
1	2	3	4	5	6
Олевськ – Остки	7	-	1	-	1
Остки – Рокито Волинськ	3	1	-	1	-
Рокито Волинськ – Томашгород	4	2	-	-	3
Томашгород – Клесів	4	2	-	1	1
Клесів – Страшів	4	-	-	1	-
Страшів – Сарни	1	1	-	3	2
Всього:	23	6	1	5	7

2.2 Виконання тягових розрахунків для пасажирського й вантажного рухів

Для визначення допустимих швидкостей на кривих, підвищення зовнішньої рейки, часу руху та витрат електроенергії на кафедрі «Проектування та будівництво доріг» Дніпровського інституту інформаційних технологій (УДУНТ) було створено програму MoveRW. Ця програма дозволяє проводити тягові розрахунки. Інформація щодо профілю, планування та обмежень вимірюється від відстані від осі станції, достатньої для розміщення половини довжини поїзда. Дані про профіль, план і обмеження швидкостей руху зберігаються у відповідних файлах з розширеннями: *.prf, *.cur і *.ogr. Характеристиками поздовжнього профілю є уклон (в тисячних) і довжина елемента (в метрах), представлені у табличному вигляді. Крім того, вказується початковий пікет і відмітка рівня головки рейки на початку ділянки. Після цього автоматично виконується розрахунок відміток елементів. Під час введення даних також здійснюється графічне зображення.

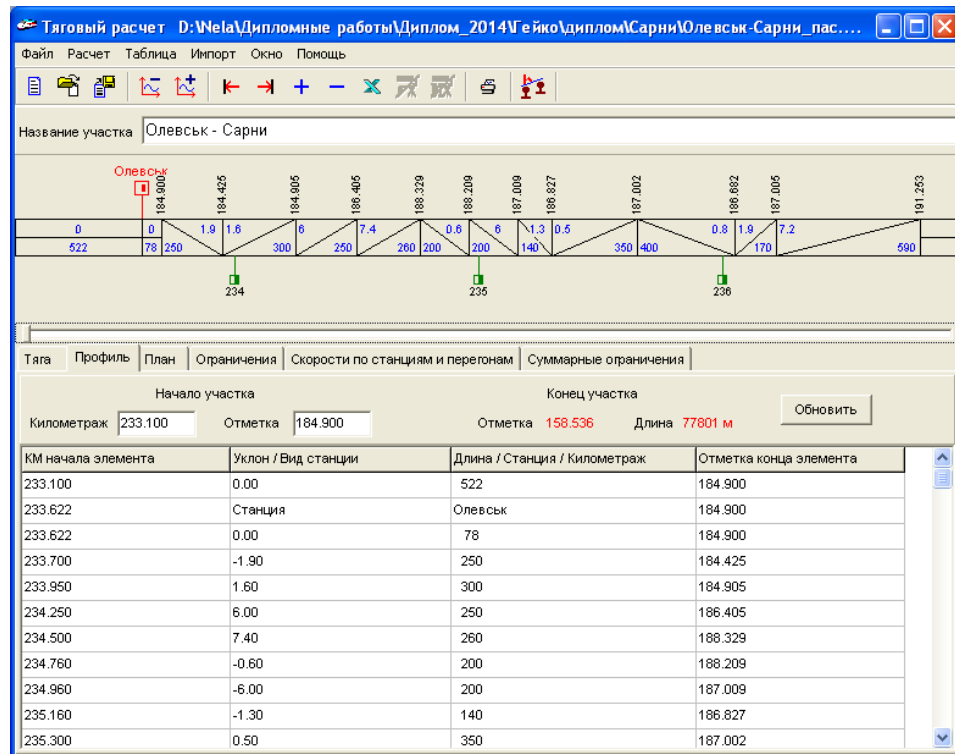


Рисунок 2.6 – Структура файла позадвжнього профілю.

План включає в себе параметри наступних елементів: прямої, перехідної кривої, кругової кривої з поворотом праворуч та кругової кривої з поворотом ліворуч. Для кожного з перерахованих елементів необхідно вказати довжину (у метрах). Для кругової кривої також слід визначити радіус (у метрах) та підвищення зовнішньої рейки (у міліметрах). Під довжиною кругової кривої розуміється її "профільна" довжина, яка враховує перехідні елементи. Для першого елемента введено кілометрову позначку його початку, для подальших ця позначка розраховується автоматично.

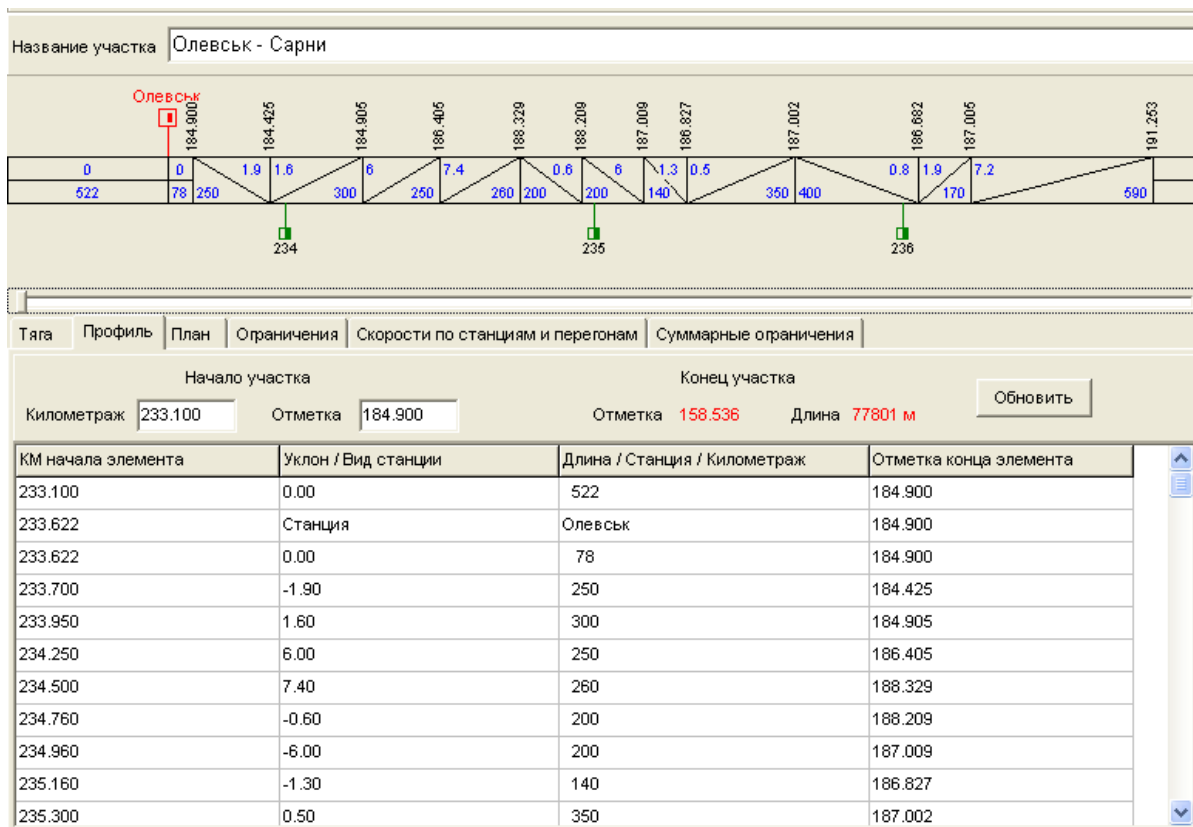


Рисунок 2.7 – Структура файла плану лінії

Тягові розрахунки виконуються з урахуванням обмежень швидкості руху, які вводяться у табличній формі. Для цього вказуються довжина перегону та станції у метрах, а також максимально допустима швидкість на цьому відрізку у км/год (рисунок 2.8).

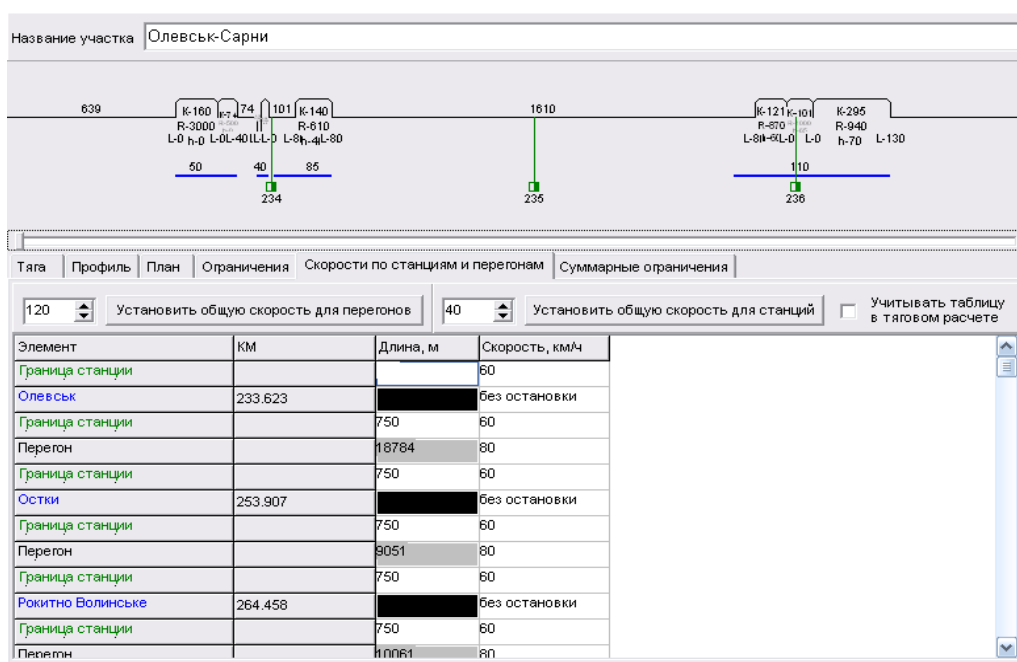


Рисунок 2.8 – Обмеження швидкості на станціях та перегонах

Установка параметров тягового расчета

Основное удельное сопротивление локомотива
 $w'_0 = 1.900 + 0.0080V + 0.000250V^2$

Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу
 $w'_0 = 2.400 + 0.0090V + 0.000350V^2$

Основное удельное сопротивление состава
 $w''_0 = 1.100 + 0.0100V + 0.000300V^2$

Коэффициент трения
 $\Phi = 0.360 \frac{(1.000V + 150.00)}{(2.000V + 150.00)}$

Тормозной коэффициент
0.230

Коэффициент использования тормозной силы
0.600

Выбрать параметры по типу подвижного состава

Отмена OK

Рисунок 2.9 – Вибір параметрів тягового розрахунку

Коэффициенты для расчета сопротивления движению

Принять стандартные коэффициенты по типу подвижного состава

- грузовой поезд
- порожний грузовой поезд
- пассажирский поезд
- дизель-поезд
- электричка
- не менять значения коэффициентов

OK

Рисунок 2.10 – Вибір типу вагонів для розрахунку

Дані про рухомий склад

Інформація зберігається у файлі [ім'я файлу].lok. Відомості щодо рухомого складу включають нормативні дані про локомотиви, такі як швидкість, сила тяги, номер позиції, обсяг споживання електроенергії або дизельного палива, а також коефіцієнти, необхідні для формул. Також враховують розрахунковий гальмівний коефіцієнт і коефіцієнт використання гальмівної сили. На ділянці Олевськ–Сарни використовується ведучий локомотив 2М62 для пасажирських і вантажних поїздів. Деякі характеристики локомотиву наведено в таблиці 2.6

Таблица 2.6 – Відомості по локомотиву

Показники	Локомотив
Осьова характеристика	3о-3о
Рід служби	Пасажирський, вантажний
Конструктивна швидкість, км/год	100
Навантаження на вісь, т	20
Маса локомотива, т	240

Деякі відомості, зокрема тягові характеристики, можна отримати з програми "MoveRW", [5] як показано на рисунку 2.11. Крім того, на рисунку 2.12 подано графіки тягових характеристик локомотива та кривих опору руху.

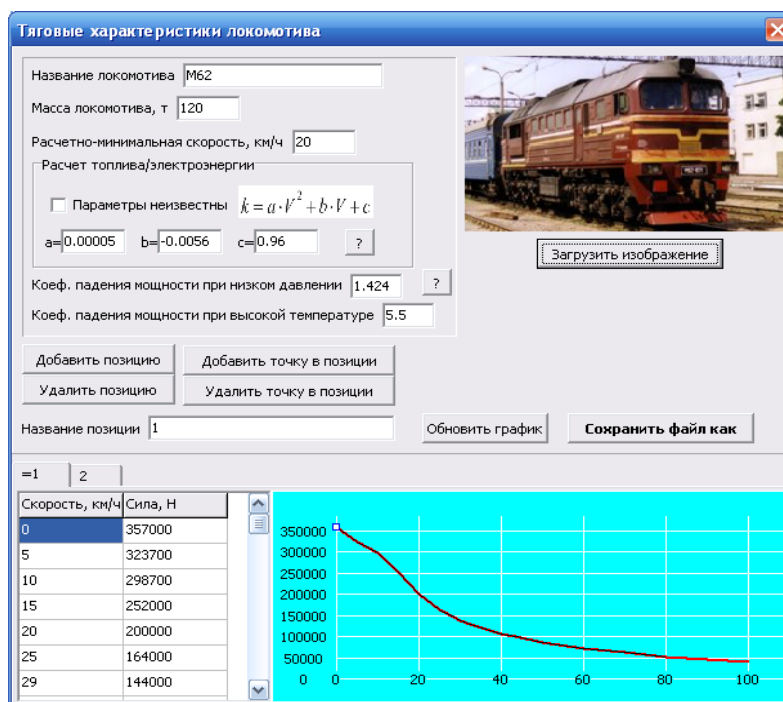


Рисунок 2.11 – Тягові характеристики локомотива 2М62

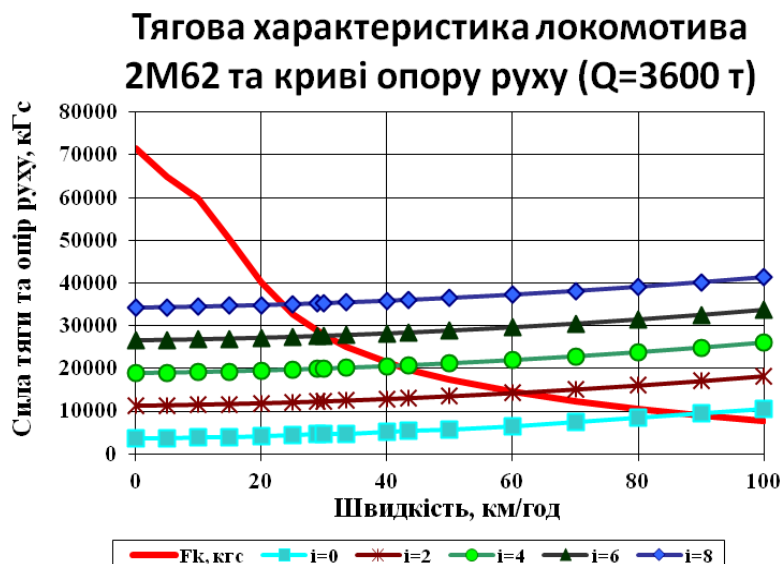


Рисунок 2.12 – Тягові характеристики локомотива та криві опору руху

Видача результатів

Тягові розрахунки, охоплюють прямий і зворотний напрямки руху. Усі дані про ділянку, обмеження та криву швидкості руху поїзда надаються на екрані дисплея для подальшого контролю та аналізу. Функція $V(S)$, що відображає швидкість поїзда в залежності від пройденого шляху, також доступна для детального аналізу. Під час внесення змін у файли даних виконуються різноманітні розрахунки. Результати цих розрахунків записуються у файл [ім'я файлу].tud або [ім'я файлу].obr і включають пікетаж, швидкість (км/год), час (хв.), механічну роботу (ткм), роботу гальмування (ткм) та режими. Програма також надає можливість об'єднувати файли даних за обмеженнями швидкості в кривих, на роздільних пунктах, за станом верхньої будови колії, земляного полотна і враховувати допустиму швидкість в експлуатації, вибираючи найменшу або з урахуванням пріоритету, встановленого під час модернізації залізниці. Відпала необхідність встановлювати на коротких прямих (до 2 – 2,5км), розташованих між кривими малих радіусів, одну загальну швидкість, так як при виконанні тягових розрахунків програмою враховується довжина поїзду.

Після введення усіх даних програма формує текстовий файл результатів (рисунок 2.13) та генерує графічне представлення кривої швидкості, обмежень і контурів профілю ділянки (рисунок 2.14).

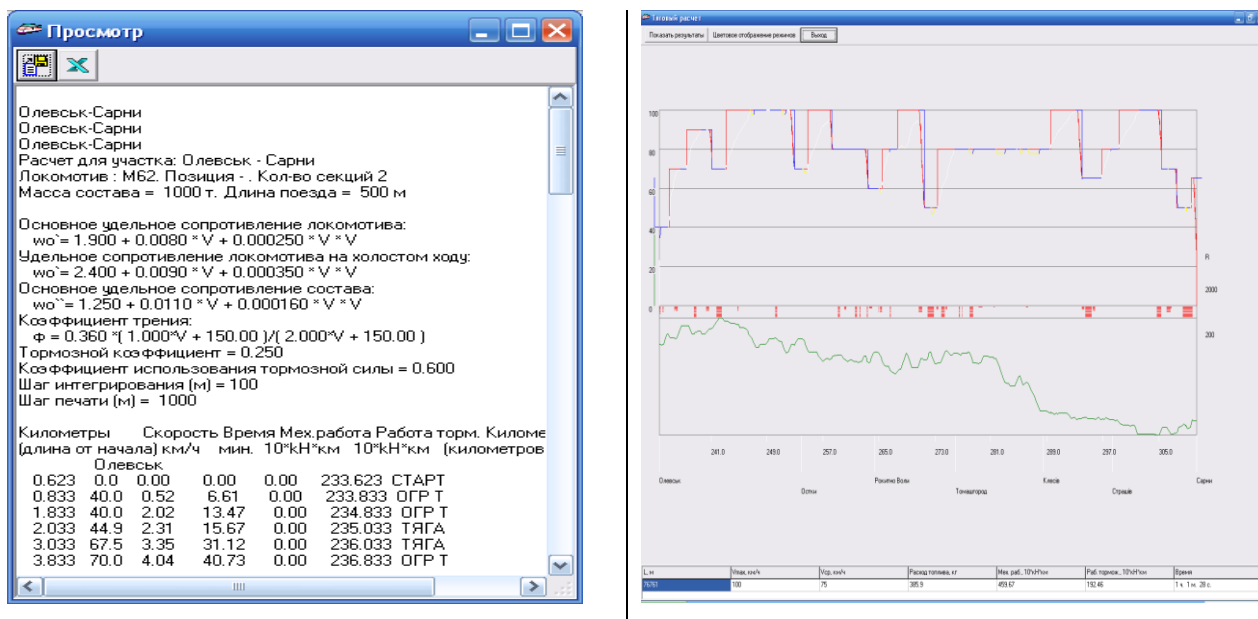


Рисунок 2.13 – Текстовий файл результатів та графічне зображення результатів розрахунків

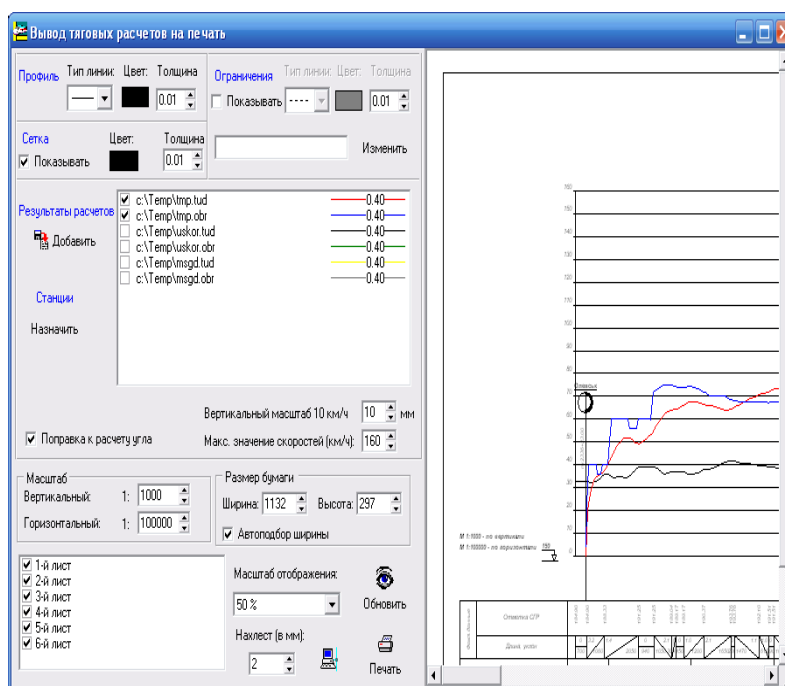


Рисунок 2.14 – Приклад виведення розрахунків на друк

Внаслідок застосування описаної вище програми були виконані розрахунки на ділянці, що дозволило більш обґрунтовано визначити допустиму швидкість руху поїздів на даному відрізку, а також значно скоротити час виконання тягових розрахунків.

Згідно з таблицею 2.7, середня довжина ділянок становить 16,17 км, при цьому найменша довжина є на відрізку Клесів–Страшів, а найбільша – на відрізку Олевськ – Остки. Для пасажирського руху в середньому механічна робота становить 107,24 ткм (прямий напрямок) та 106,68 ткм (зворотний напрямок); час руху складає 13,1 хв (прямий напрямок) та 13,2 хв (зворотний напрямок), а середня ходова швидкість – відповідно 74 км/год та 72 км/год. Для вантажного руху в середньому потрібно механічної роботи в кількості 174,64 ткм (туди) та 184,26 ткм (назад); час руху становить відповідно 15,8 хв (туди) та 16,1 хв (назад), а ходова швидкість – відповідно 62 км/год та 60 км/год.

Таблиця 2.7 – Результати тягових розрахунків по перегону Сарни – Олевськ

Показники			Олевськ – Остки	Остки-Рокино- Волинське	Рокино- Волинське – Томашгород	Томашгород – Клесів	Клесів – Страшів	Страшів – Сарни
Довжина			20,29	10,55	11,56	12,45	9,86	12,05
ПАСАЖИРСЬКИЙ РУХ	Механічна робота, ткм	туди	149,71	58,37	88,08	35,94	62,8	64,77
		назад	122,23	72,96	74,78	76,41	64,52	91,12
	Час руху, хв	туди	16,1	8,1	10,1	9,4	7,6	10,1
		назад	16,0	8,2	10,1	9,4	7,8	10,4
	Ходова швидкість, км/год	туди	76	78	68	79	78	72
		назад	76	63	69	80	76	69
ВАНТАЖНИЙ РУХ	Механічна робота, ткм	туди	255,52	104,35	126,97	100,36	91,7	93,75
		назад	207,31	126,19	131,24	170,73	113,81	161,2
	Час руху, хв	туди	20,3	9,2	11,7	10,3	8,3	11,3
		назад	19,4	9,6	11,3	11,7	8,7	12,8
	Ходова швидкість, км/год	туди	60	69	60	73	71	64
		назад	63	66	61	64	68	57

2.3 Заходи з підвищення швидкості

Для можливості реалізації максимальної швидкості необхідно вирішити низку питань, в тому числі, чи є достатньою потужність локомотивів при існуючих масах рухомого складу, чи є достатньою довжина перегонів для розгону поїзда і який повинен бути рівень швидкості при проходженні станцій.

Перед впровадженням швидкісного руху інфраструктура залізниці повинна бути приведена до стану, який би забезпечував рух швидкісних пасажирських поїздів із найбільшими встановленими швидкостями.

Крім перебудови окремих кривих, необхідно виконання робіт з перебудови тих бар'єрних місць, що обмежують на напрямку реалізацію швидкісного руху.

Основними чинниками, що не дозволяють реалізувати більш високі до 160 км/год швидкості руху є такі:

- наявність кривих радіусом 800...1500 м на перегонах і 600...850 м на станціях;
- стрілочні переводи на станціях, які потребують заміни на нові;
- розташовані в кривих стрілочні переводи;
- хворе земляне полотно;
- наявність не охороняємих переїздів.

Після вводу вихідних даних у програму «MoveRW» та виконання початкового тягового розрахунку було встановлено, що швидкості, які затверджені як допустимі Наказом начальника Південно-Західної залізниці, дійсно виконуються.

Оскільки із такого початкового розрахунку добре видно характер зміни величини швидкостей по окремих перегонах, то для кращого дослідження та запропонування в подальшому деяких висновків щодо можливостей підвищення швидкостей на ділянці Тетерів – Київ-Волинський доцільно розглянути наступні варіанти зон швидкостей, по яких можна виконувати тягові розрахунки. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.8, 2.9, 2.10, 2.11

Таблиця 2.8 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху
(2М62, Q=1000 т)

№ з/п	Варіанти ст./пр(вар)	Ходова швидкість, км/год.		Витрати електроенергії, кВт-г.		Час руху, хв.	
		парна	непарна	парна	непарна	парна	непарна
1	Існуючий	65	65	464,5	501,3	70,43	70,50
2	Проектне пол. + існ. обмеження (1)	65	65	464,5	595,10	70,43	70,50
3	100/100(2)	95	95	359,6	416,6	48,77	48,32

Таблиця 2.9 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху
(ЧС4, Q=1000 т)

№	Варіанти ст/пр(вар)	Ходова швидкість, км/год.		Витрати електроенергії, кВт – г.		Час руху, хв.	
		парна	непарна	парна	непарна	парна	непарна
1	70/80	76	76	1467,9	1676,9	60,89	60,77
2	80/90	85	85	1620,4	1828,5	54,28	54,17
3	80/100	91	91	1947,2	2146,6	50,71	50,59
4	100/110(3)	102	102	2008,5	2226,7	45,18	45,07
5	100/120	106	107	2549,5	2752,4	43,38	43,25
6	120/130(4)	113	114	2811,4	3062,4	40,72	40,46
7	120/140	115	116	3205,9	3405,04	40,12	39,89
8	140/140(5)	118	118	2989,6	3176,4	39,11	38,94

Таблиця 2.10 – Результати тягових розрахунків для вантажного руху (2М62, Q=3600/2800 т)

№ п/п	Варіанти ст./пр(вар).	Ходова швидкість, км/год.		Витрати електроенергії, кВт – г.		Час руху, хв.	
		парна	непарна	парна	непарна	парна	непарна
1	Існуючий	65	65	397,5	428,8	71,03	71,01
2	Проектне пол. + існ. обмеження (1)	65	65	397,6	428,8	71,03	71,01
3	80/100	88	88	341,0	383,3	52,47	52,18
4	100/100(2)	94	95	280,7	333,9	48,95	48,55

Таблиця 2.11 – Результати тягових розрахунків для вантажного руху (2ЕЛ5, Q=3600/2800 т)

№	Варіанти ст/пр(вар)	Ходова швидкість, км/год.		Витрати електроенергії, кВт – г.		Час руху, хв.	
		парна	непарна	парна	непарна	парна	непарна
1	70/80	76	76	1027,9	1198,1	60,79	60,71
2	80/90(3)	85	85	1144,7	1317,0	54,21	54,14
3	80/100	91	91	1409,2	1580,6	50,87	50,81
4	100/110(4)	102	102	1490,2	1687,5	45,30	45,23
5	100/120	102	102	1490,2	1687,5	45,30	45,23

Для наочності на рисунках 2.15 – 2.22 наведенні гістограми проведених досліджень витрати часу, електроенергії та ходової швидкості руху поїздів.

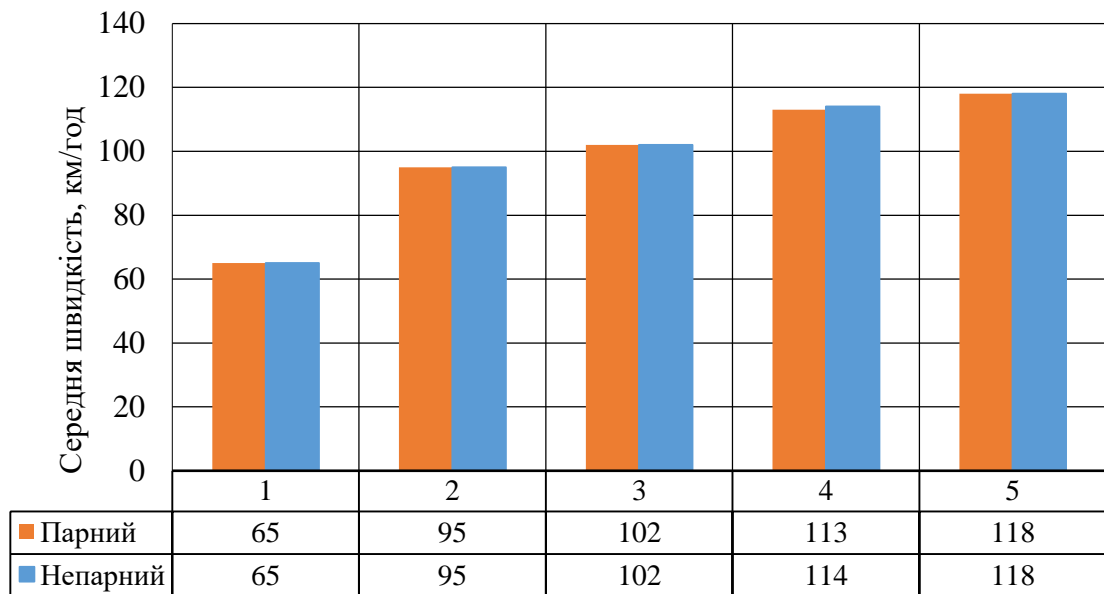


Рисунок 2.15 – Гістограма ходової швидкості пасажирського рухомого складу

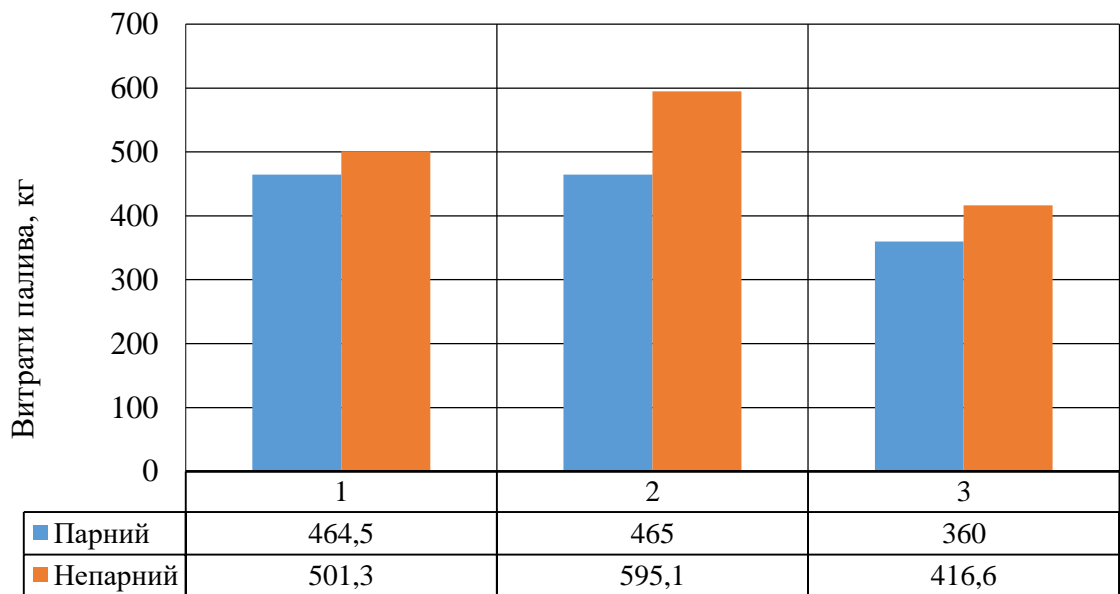


Рисунок 2.16 – Гістограма витрат електроенергії пасажирського рухомого складу(за табл.2.8)

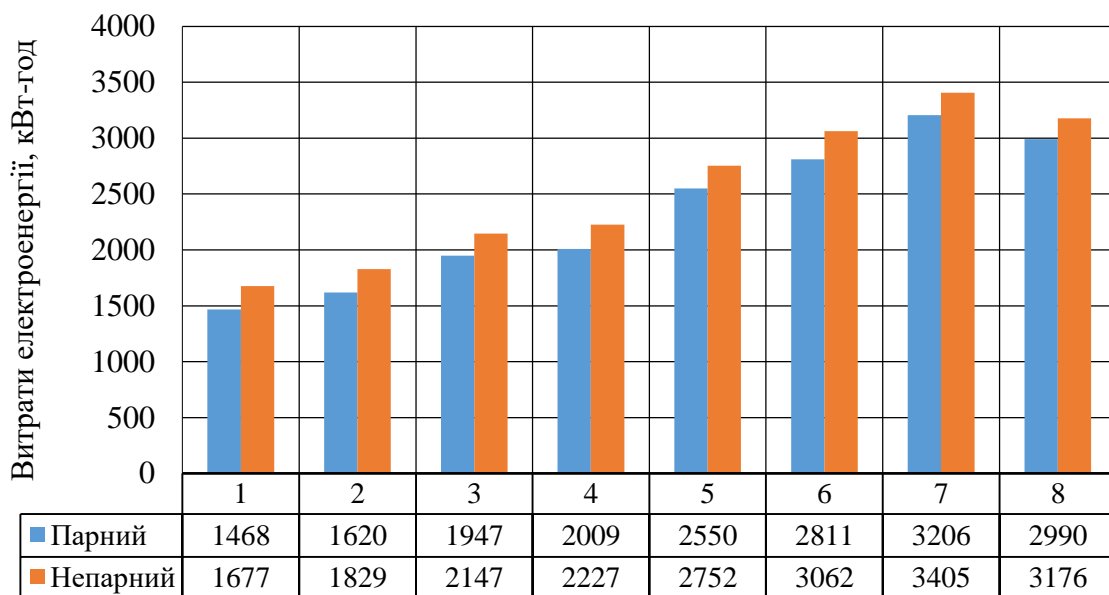


Рисунок 2.17 – Гістограма витрат електроенергії пасажирського рухомого складу(за табл. 2.9)

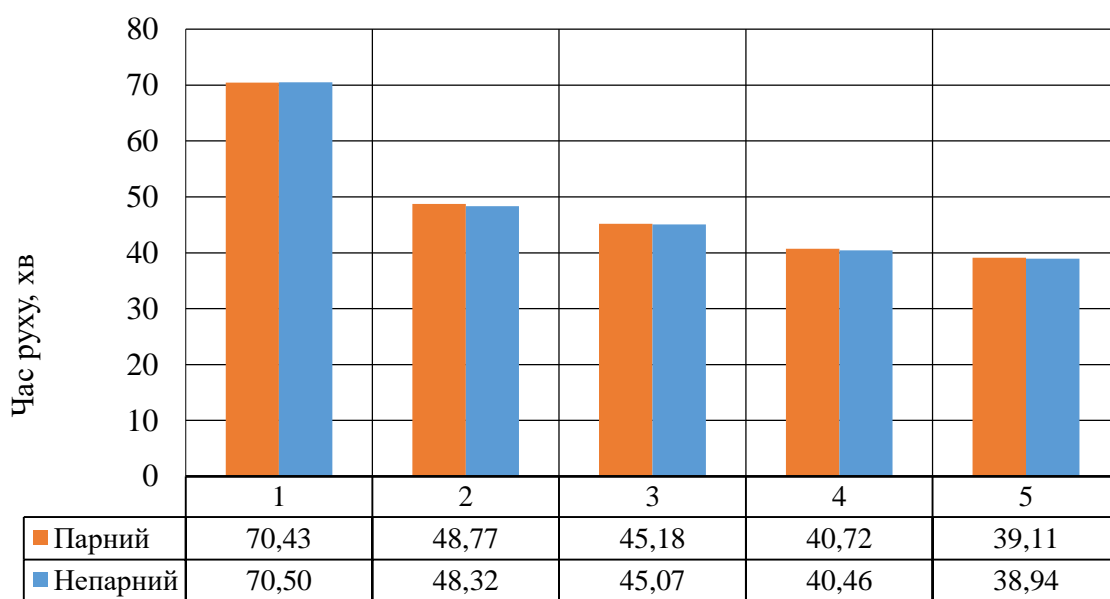


Рисунок 2.18 – Гістограма витрат часу руху пасажирського рухомого складу

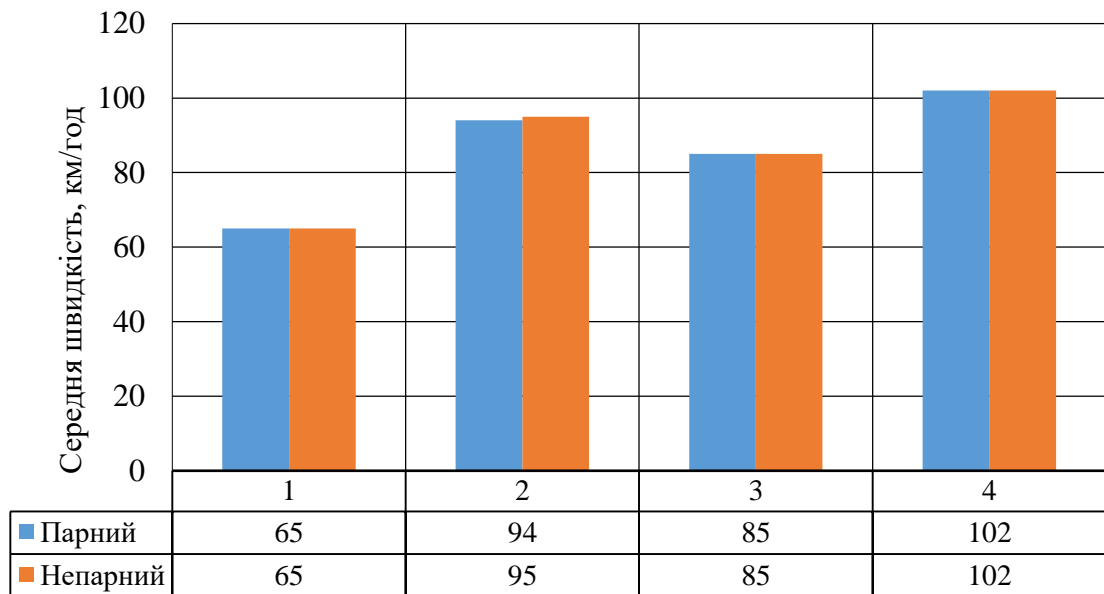


Рисунок 2.19 – Гістограма ходової швидкості вантажного рухомого складу

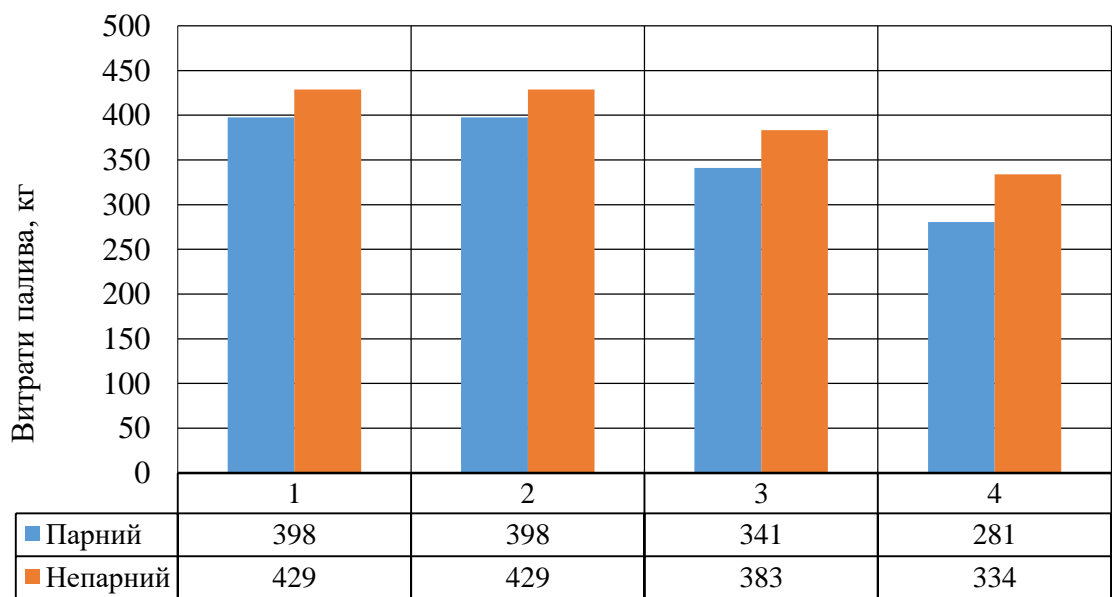


Рисунок 2.20– Гістограма витрат електроенергії вантажного рухомого складу (за табл. 2.10)

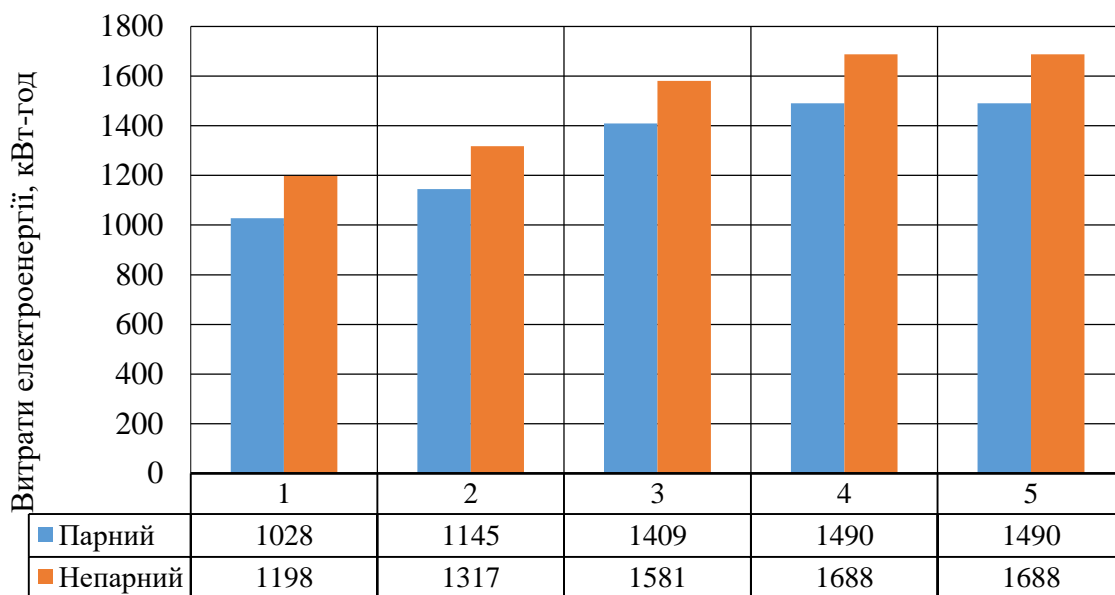


Рисунок 2.21 – Гістограма витрат електроенергії вантажного рухомого складу (за табл. 2.11)

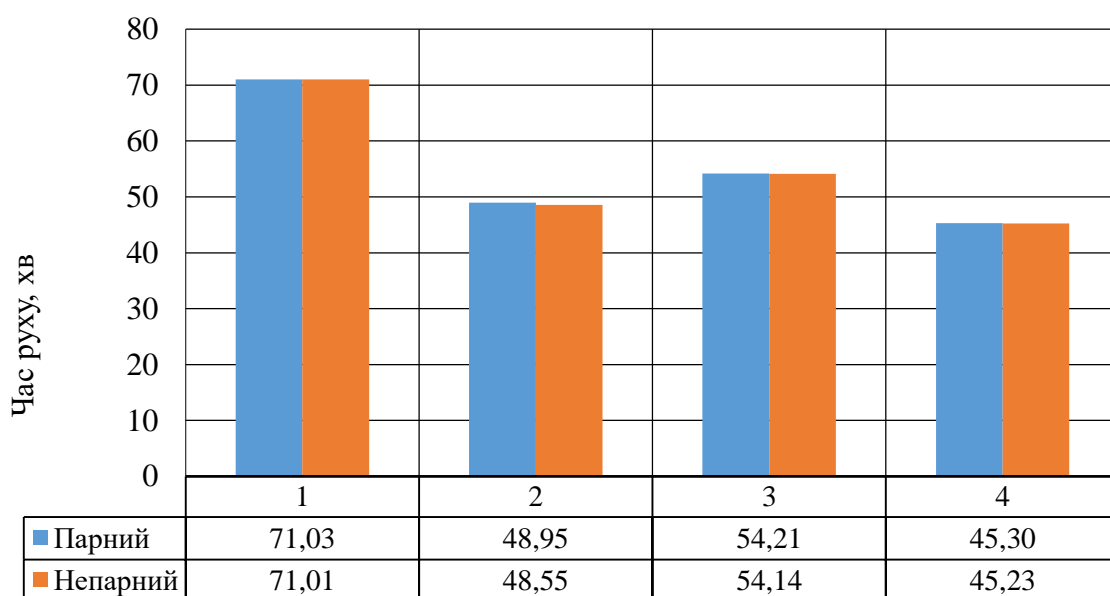


Рисунок 2.22 – Гістограма витрат часу руху вантажного рухомого складу

Проведене дослідження витрат часу, електроенергії та ходової швидкості на рух пасажирського, вантажного та електричного поїздів при різних рівнях максимальної швидкості на перегонах і станціях дозволяє зробити такі висновки:

1. Визначальним параметром, що характеризується проектний варіант є рівень середньої швидкості на ділянці, який є результатом реалізованої швидкості

на перегонах, станціях і обмежень, що встановлені технічним станом ділянки і параметрами кривих.

2. При проведенні відповідних заходів середньо-ходова швидкість зростає в пасажирському й вантажному русі відповідно варіантам;

3. На ділянках суміжного руху зростання рівня ходової швидкості призводить до більш інтенсивного зниження часу руху при підвищених витратах електроенергії на тягу вантажних поїздів. Так при переході зі швидкості з першого на п'ятий варіант $V_{ход}$ зростає в прямому напрямку на 81,53% та зворотному – на 81,53%, скорочення часу складає в прямому напрямку 31,32 хв (80,08%), зворотному – 31,56 хв (81,04%), при підвищених витратах електроенергії в середньому 2525,1 кВт-год ;

Отже, після проведених порівнянь варіантів з підвищення швидкостей руху поїздів, ходової швидкості та витрат електроенергії з таблиць 2.8 – 2.11 та гістограм (рисунок 2.15 – 2.20) можна обрати найкращі варіанти для кожного локомотива: для пасажирського руху (ЧС4) – третій варіант та для вантажного руху (2М62) – другий варіант, або для електровозу 2ЕЛ5 (третій варіант).

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Перевлаштування плану лінії в межах існуючого земляного полотна

На поздовжньому профілі інформація по кривим проектною організацією може бути представлена у різному вигляді. Значення К на профілі може означати повну довжину кривої (тобто довжину чистої кругової кривої і довжини сусідніх перехідних кривих), довжину чистої кругової кривої, довжину чистої кругової кривої з половинками сусідніх перехідних кривих, у складових кривих може бути записана довжина чистої кругової кривої, в залежності від її положення, або з половинками сусідніх перехідних кривих, або з однією повною і однією половинкою перехідних кривих. Причому в примітках до поздовжнього профілю практично всі ці випадки коментуються однією фразою, яка не дозволяє однозначно встановити ці записи.

Для проведення розрахунків плану маршруту Сарни – Олевськ за заданим профілем у програмі RWPlan [13], розрахункові дані вводяться у форматі текстового файлу з координатами. Цей файл легко зчитується програмою. Для вірного відкриття файлу слід скористатися такою послідовністю дій: «Файл / Відкрити / Параметри плану з поздовжнього профілю»..

Форма записи К на продольном профиле

В качестве К записана длина (ПДП - полная длина прямой; ДЧК - длина чистой круговой):

ПДП или ДЧК

ПДП или ДЧК с 2-мя половинками переходных

ПДП или ДЧК с полной длиной конечных и половинками промежуточных переходных

длина прямой или чистой круговой с 2-мя половинками переходных

Пикетаж первого элемента в таблице, м: 233600

№	R, м	K, м	L в конце, м	Пикетаж конца с учетом L, м	h, мм
0	0	38.71	0	233638.71	0
1	3000	159.7	0	233798.41	40
2	500	93.88	40	233932.29	40
3	0	54.25	0	233986.54	0
4	-1500	16.12	0	234002.66	40
5	0	0	0	234002.66	0
6	300	27.75	0	234030.41	40
7	0	60.82	80	234171.23	0
8	610	219.82	80	234471.05	40
9	0	1529.72	80	236080.77	0
10	870	161.22	80	236321.99	61
11	1000	101.23	0	236423.22	66
12	940	360.04	130	236913.26	70
13	0	2206	60	239179.26	0
14	-720	381	85	239645.26	86

Первым и последним элементами следует указывать прямые участки, для которых R=0

Номер первого элемента для записи: 0 Номер последнего элемента: 97

Рисунок 3.1 – Форма запису К на поздовжньому профілі.

Правильність введення даних перевіряється за допомогою пікетажу ділянки. Зміни в даних можна внести безпосередньо в цьому вікні. Для врахування змін необхідно натискати кнопку «Обновить таблицю».

Після перевірки даних, файл координатної моделі зберігається з розширенням *.par. З відомими параметрами плану, такими як радіуси, довжини перехідних і кругових кривих, а також прямих, можна створити файл псевдозйомки з координатами окремих точок такого плану. Потім використовуючи цей файл, можна виконувати розрахунки перебудови. Прочитавши цей файл як координатну зйомку, можна відтворити план ділянки. На рисунку 3.2 показано план ділянки на основі псевдозйомки.

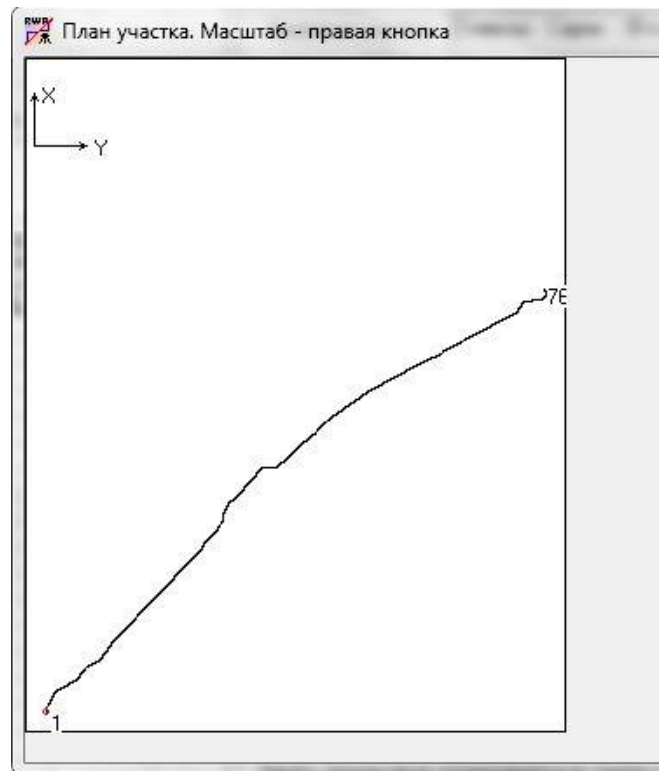


Рисунок 3.2 – План ділянки

З таким файлом зйомки потім можна вирішувати задачі перебудови плану (зміни радіусів, довжин прямих вставок, довжин перехідних кривих та інше), а також визначати допустимі швидкості руху поїздів.

Було розглянуто перевлаштування існуючого плану в межах земельного полотна. Ці розрахунки проводились за допомогою програми RWPlan.[5] При розрахунках проектного положення у програмі використовуються як традиційна

евольвентна модель, так і високоточна координатна модель. При розрахунку рекомендується спочатку провести більш детальну оптимізацію евольвентної моделі і тільки після цього переходити до роботи з координатною моделлю.

При створенні координатної моделі перевлаштовуються суміжні ділянки з однаковими радіусами і перевіряється можливість влаштування радіоїдальних спіралей. Проте близькі по значенню радіуси практично неможливо поєднати радіоїдальною спіраллю, що перевіряється при будівництві координатної моделі. При цьому блокується застосування радіоїд з кутом повороту більш ніж 60 градусів. Величину можливого кута можливо змінити у меню програми.

Отже будівництво координатної моделі дозволяє вводити на існуючій кривій додаткові точки і формувати зйомку з постійним шагом, більш точно визначати напрямки вектора нормалі до точок існуючої колії. Та для більшої точності рекомендується робити розрахунок спочатку за допомогою евольвентної моделі зберігаючи її параметри, а потім виконувати перехід до координатної моделі.

Проектування плану лінії, який забезпечить максимальні швидкості при мінімальних рихтуваннях

Ділянка Сарни – Олевськ, як вже раніше вказувалось, довжиною 78,2 км. Цей факт говорить про те, що для оптимізації даної ділянки доцільно було розбити її на частини оскільки вона має значну кількість кривих ділянок. У подальшому проектуванні плану ці ділянки будуть об'єднуватись у одну.

Програма RWPlan задає кількість частин на які вона автоматично розбиває дану ділянку. На кожній ділянці вказується дві точки по яким була зроблена розбивка. Проте розбивка на частини можлива лише для координатної моделі.

Після вибору пункту меню «Редагування/Розбити ділянку на частини» пропонується зробити вибір типу розбиття – по точках зйомки або по прямих проектних рішеннях в координатній моделі.

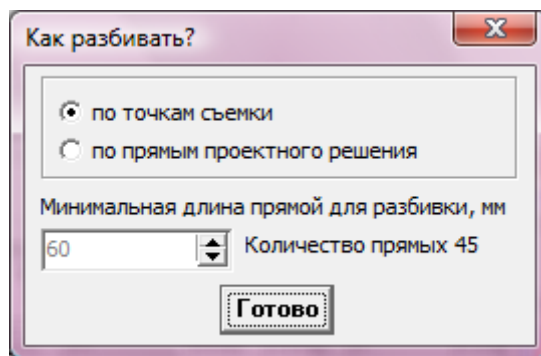


Рисунок 3.3 – Спосіб розбиття ділянки

Під час розбивки ділянки по точкам зйомки з'являється вікно за допомогою якого потрібно вказати допустиму кривизну для прямої ділянки для автоматичного розбиття.

Величина діапазону допустимої кривизни ділянки залежить від величини максимального злому та від величини допустимої кривизни при якій можливо з'єднати пряму з круговою кривою без перехідної. Чим більше число у знаменнику тим менше кількість частин на які розбита ділянка.

При розбивці координатної моделі плану Сарни – Олевськ було розглянуто 35 частини (рисунок 3.4), кутограму (рисунок 3.5) та кривизну ділянки (рисунок 3.6).

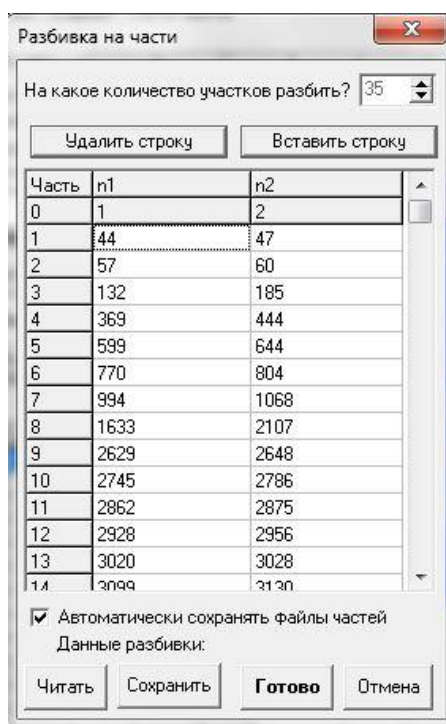


Рисунок 3.4 – Розбивка на частини

Кутограма характеризує зміну кута повороту на протязі існуючої і проектної кривої. При аналізі кутограми слід враховувати те, що поворот рельсової нитки не може бути різким. Такі повороти можуть характеризувати неправильність зйомки плану (рисунок 3.5).

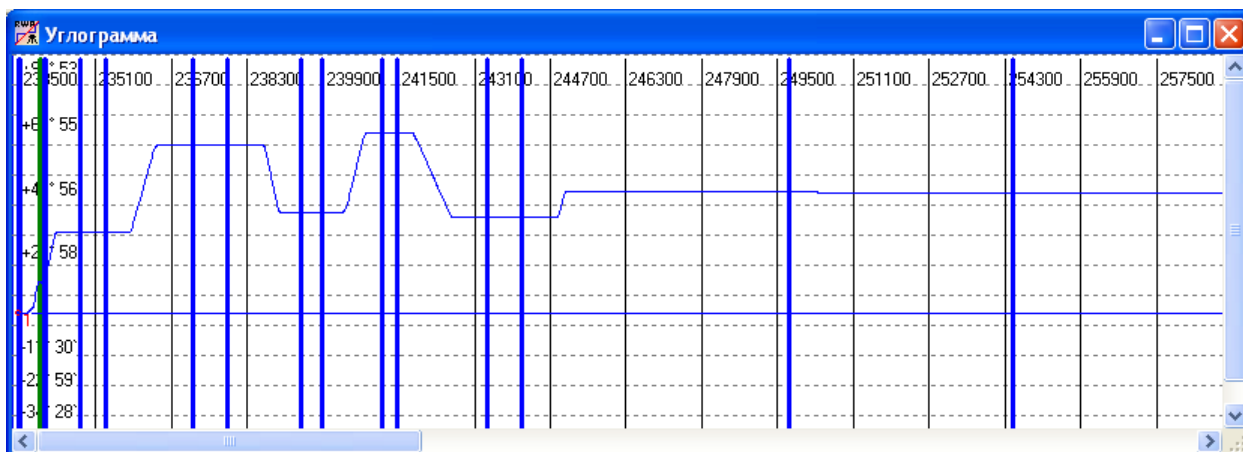


Рисунок 3.5 – Кутограмма ділянки

Графік кривизни ділянки на відміну від основного графіку проектного рішення показує кривизну ділянки з можливістю масштабування та показом конкретних точок (рисунок 3.6)

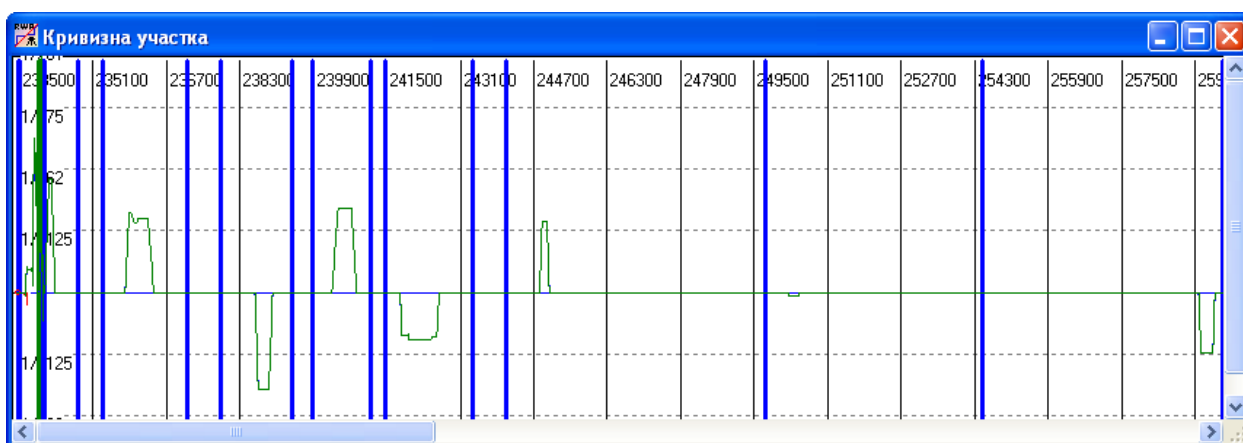


Рисунок 3.6 – Кривизна ділянки

Вибрані варіанти розбивки відображаються синім кольором, а ділянка яка активна відображається зеленим. При кліку лівою клав'яшею миші на графіку кривизни так само як і на кутограммі з'являється вікно за допомогою якого можливе переміщення координат точок зліва та справа.

Набір пар точок можна зберегти в текстовому файлі і в подальшому читати цей файл для повторення або коректування розбиття.

Після введення всіх пар точок і натискання кнопки «Готово» аналізується допустимість номерів точок, і формуються файли частин зі зйомкою. Імена файлів генеруються автоматично, але можна і задати їх «вручну». Після формування файлів їх окремо оптимізують в евольвентній або координатній моделях, а потім виконується відкриття основного файлу зйомки і відкриття параметрів моделі частинами. Після цього виконується оптимізація евольвентної чи координатної моделі для всієї ділянки.

Наведемо приклад розрахунку частини ділянки після розбиття. Відкриваємо файл координатної зйомки.

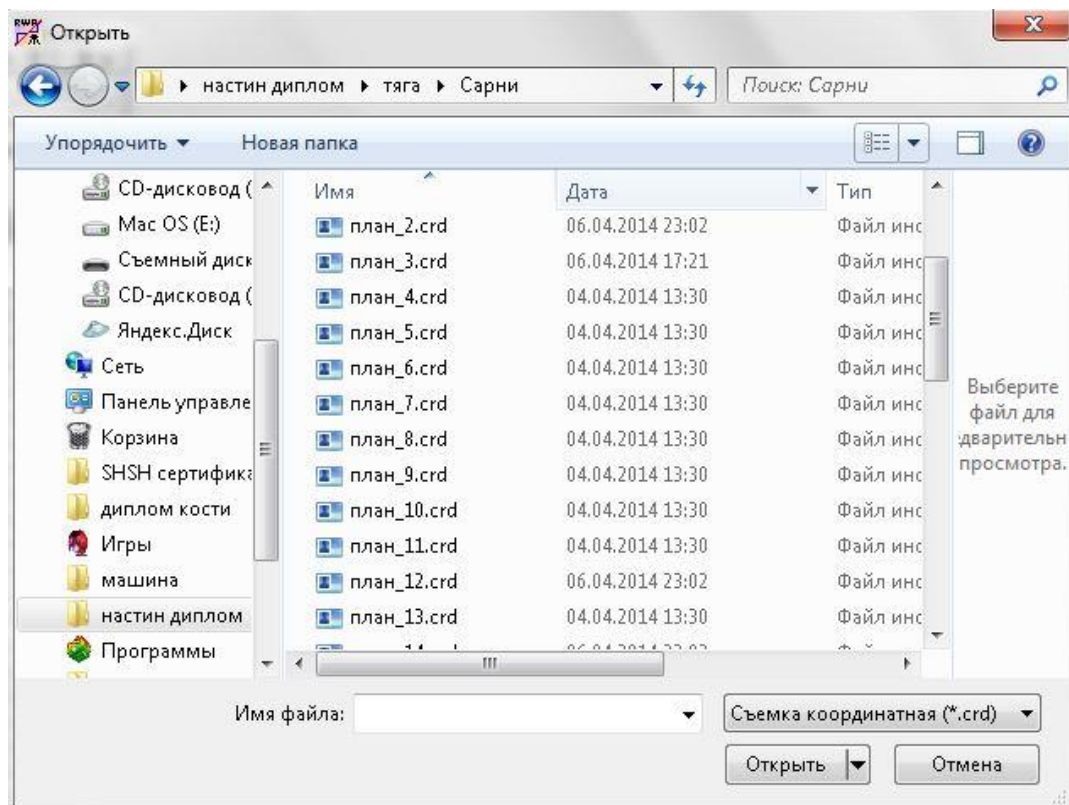


Рисунок 3.7 – Відкриття координатної зйомки розбитої частини

Для прикладу бере ділянку під номером 1. Значним показником у програмі є кількість ділянок постійної кривизни. До таких ділянок відносяться прямі та чисті перехідні криві одного чи різних напрямків. Вони як правило з'єднуються перехідними кривими які можуть мати і нульову довжину. Важливо вірно задати

кількість ділянок постійної кривизни і сторонність першої кривої. Отже для вибраної частини данні матимуть такий вигляд:

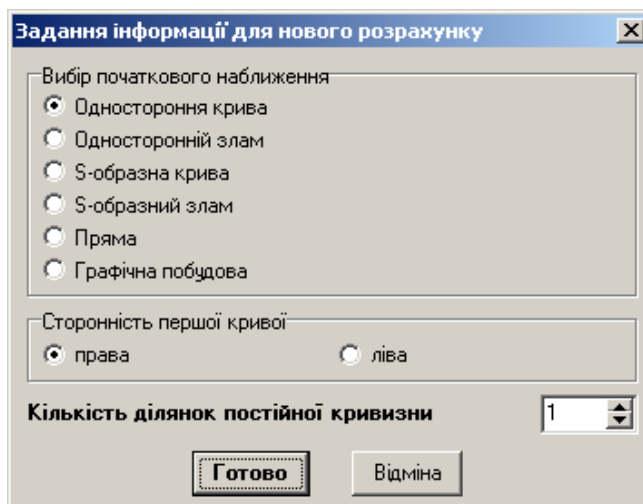


Рисунок 3.8 – Визначення даних для нового розрахунку

Після вводу нових параметрів ми отримуємо евольвентну модель перед оптимізацією (рисунок 3.9)

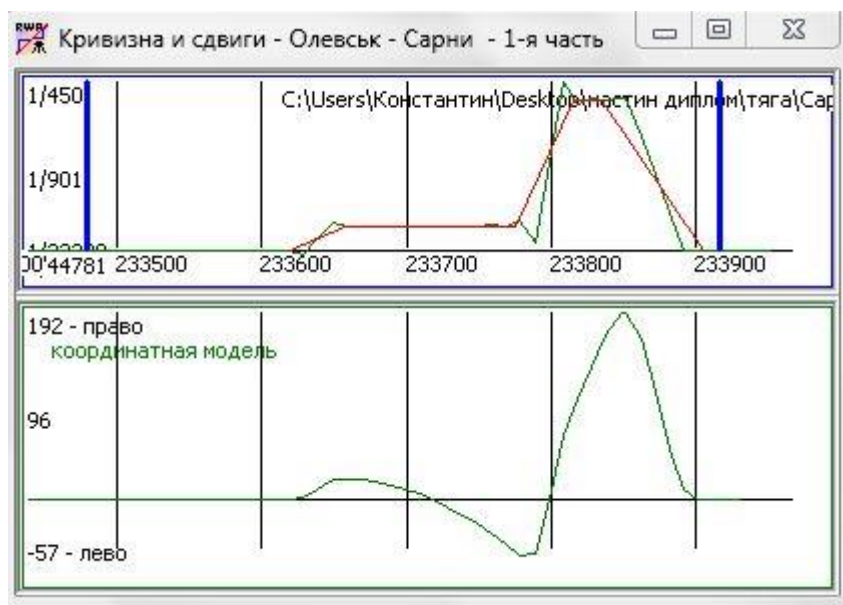


Рисунок 3.9 – Графік кривизни та здвигов до оптимізації

Перед початком оптимізації перевіряємо розрахункові значення. Задаємо швидкість на ділянці та максимальну величину здвигов. Для даної ділянки величина здвигов буде дорівнювати 192 мм. Якщо ці норми не виконуються поступово зменшується швидкість.

Після оптимізації отримуємо евольвентну модель, яка задовольняє всім вимогам по швидкості та здвигам. Після цього створюємо координатну модель та оптимізуємо її.

Далі визначаємо проектне підвищення. Натискаємо «Сервіс-Допустимі V,h і габарити для проектного стану». Натискаємо «Задати». Потім натискаємо на кнопку «Підбір h поVmax»

	Скорость поездов	Удельный вес показателей
Максимальная пассажирских I	160	3
Минимальная грузовых	60	3
При подборе h не учитывать в критерии кривую №		0
Не менять возвышение в кривой №	0	Шаг h, мм 5

Рисунок 3.10 – Вибір потрібних швидкостей

Задаємо швидкість пасажирських поїздів 160 км/год, а вантажних 60 км/год. Натискаємо «Готово» і отримуємо проектні підвищення і швидкості. При цьому створюється текстовий файл з розширенням *.spp.

Расчет возвышений и допускаемых скоростей

Средневзвешенная скорость ($V_{ср}$) на участке, км/ч: 50. Задать $V_{ср}$: h по $V_{ср}$. График возвышений

Допустимое $\frac{m/s^2}{g}$: 0.7 // 0.7. Допустимая скорость нарастания ускорения, м/с³: 0.6. Допустимая скорость опускания колеса, мм/с: 28

ускорение, м/с² $g_{ух}$: 0.3 Учитывать ограничение V по уклону отвода, а не по V_k . $L_{min}=17$. Table

Учитывать ограничения на значения возвышений. Задать ограничения на значение возвышений

h - возвышение наружного рельса, мм; i - уклон отвода возвышения в тысячных
 Обозначения причин ограничения скоростей: НП - непогашенное чскорение; V_a - скорость нарастания чскорений; V_k - скорость опускания колеса; Далее для составных кривых: V_{aL2} - нарастание чскорений на соседних переходных; V_{aL1} - нарастание чскорений на одной из переходных; НП2 - непогашенное чскорение на соседних кривых; $V_{aП}$ - нарастание чскорений на прямой вставке; НП5 - непогашенное чскорение на S-кривой; V_{aS} - нарастание чскорений на S-кривой; V_{a2} - нарастание чскорений на одно-сторонних кривых; max 1, 2 - максимально-допустимые на данной кривой для пассажирских поездов; $V_{гр}$ - min-max скорость для грузовых поездов.

$V_{max}=84$ $V_{гр}=25-67$

n	L	R	K	h	i	НП	V_a	V_k	V_{aL2}	V_{aL1}	НП2	$V_{aП}$	НП5	V_{aS}	V_{a2}	max1	max2	V	v_{ro}	$V_{ср}$	
	40				0.2		157	140													
1		3090	117	10		175										97	97		78	50	
	40				1.4			100	97												
2		501	20	65		84										84	84	25	67	50	
	70				0.9		108	120													

Графики а и износа

Расчет V_{max} Задать поездопоток Подбор h по V_{max} Подбор h по износу Готово

Рисунок 3.11 – Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей

На рисунку 3.12 наведені параметри кривої та швидкість до оптимізації

Определять скорость через модуль RWPlan Критерии Фрагмент Длина 77801 м Обновить

Тип элемента	КМ начала элемента	Длина, м	Радиус, м	Возвышение, мм	* Скорость, км/ч	Причина
прямая	233.100	541.470				
переходная		40.000				
круговая право	233.641	157.190	3090.00	10	85	RWPlan
переходная		40.000				
круговая право	233.799	75.230	501.00	65		
переходная		70.000				
прямая	233.874	56.590				
переходная		0.000				
круговая лево	233.930	15.480	3000.00	30		
переходная		0.000				
прямая	233.946	13.000			70	RWPlan
переходная		26.000				

Рисунок 3.12 – Розрахунок допустимих швидкостей до оптимізації

На рисунку 3.13 наведені параметри кривої та швидкість після оптимізації.

Тип элемента	КМ начала элемента	Длина, м	Радиус, м	Возвышение, мм	*	Скорость, км/ч	Причина
прямая	233.100	541.470					
переходная		40.000					
круговая право	233.641	157.190	3090.00	10	}	85	RVPlan
переходная		40.000					
круговая право	233.799	75.230	501.00	65			
переходная		70.000					
прямая	233.874	56.590					
переходная		0.000					
круговая лево	233.930	15.480	3000.00	30			
переходная		0.000					
прямая	233.946	13.000			}	70	RVPlan
переходная		0.000					

Рисунок 3.13 – Розрахунок допустимих швидкостей після оптимізації

Операції перераховані нижче виконуються для всіх частин ділянки. Після чого вони об'єднуються. Для поєднаних ділянок зйомки або для зйомки усієї ділянки можна відкривати параметри моделі частинами.

Спочатку слід обрати тип моделі для частин – координатну або евольвентну. При виборі евольвентної моделі можуть відкриватися і фрагменти координатної моделі, але при відключенні опції автоматичного читання файлів.

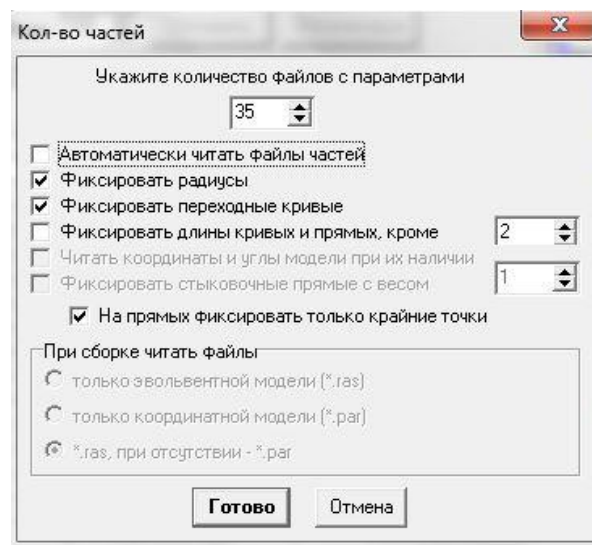


Рисунок 3.14 – Об'єднання файлів зйомки

Якщо файли частин були сформовані автоматично і їх імена не змінилися, є всі розрахунки частин у відповідній моделі, то тоді можна залишити опцію

автоматичного читання файлів. При відключенні цієї опції треба послідовно вказати вручну всі файли частин.

Зберігаємо файл координатної зйомки, параметри координатної моделі та параметри евольвентної моделі. Після цього ми отримуємо графік зсувів в цілому по ділянці (рисунок 3.15).

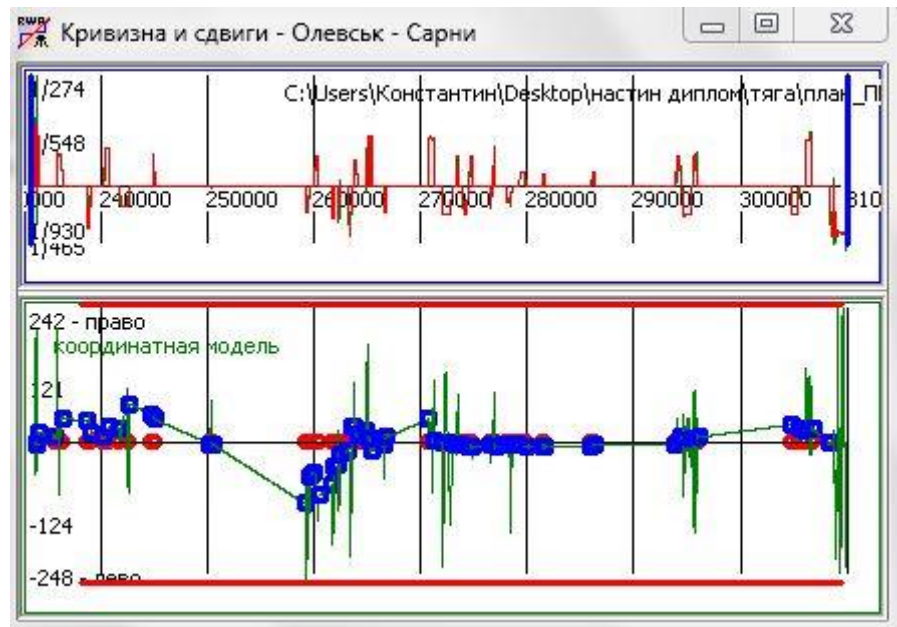


Рисунок 3.15 – Графік кривизни і зсувів для всієї ділянки

В програмі використовувався критерій оптимізації мінімум модулів.

Визначення підвищень для проектного плану, які забезпечують максимальні швидкості

Після отримання оптимізованого плану були виконані розрахунки допустимих швидкостей за допомогою програми RWPlan та підібране підвищення для усієї ділянки. Спочатку для середньозваженої швидкості, а потім підбір підвищення по максимальній швидкості.

Расчет возвышений и допустимых скоростей

Средневзвешенная скорость ($V_{ср}$) на участке, км/ч: Задать $V_{ср}$: График возвышений

Допустимое $\lambda_{доп}$ / // Допустимая скорость нарастания ускорения, м/с³: Допустимая скорость опускания колеса, мм/с:

непогашенное ускорение, м/с² $\lambda_{доп}$ Учитывать ограничение V по уклону отвода, а не по V_k $L_{min}=17$

Учитывать ограничения на значения возвышений

h - возвышение наружного рельса, мм, i - уклон отвода возвышения в тысячных
 Обозначения причин ограничения скоростей: НП - непогашенное ускорение; V_a - скорость нарастания ускорений; V_k - скорость опускания колеса; Далее для составных кривых: V_{aL2} - нарастание ускорений на соседних переходных; V_{aL1} - нарастание ускорений на одной из переходных; НП2 - непогашенное ускорение на соседних кривых; $V_{aП}$ - нарастание ускорений на прямой вставке; НП5 - непогашенное ускорение на S-кривой; V_{aS} - нарастание ускорений на S-кривой; V_{a2} - нарастание ускорений на односторонних кривых; max 1, 2 - максимально-допустимые на данной кривой для пассажирских поездов; $V_{гр}$ - min-max скорость для грузовых поездов.

$V_{max}=66$ $V_{гр}=75-53$

n	L	R	K	h	i	НП	V_a	V_k	V_{aL2}	V_{aL1}	НП2	$V_{aП}$	НП5	V_{aS}	V_{a2}	max1	max2	V	гр	$V_{ср}$	
1	40				0.2		157	160													
	40	3090	117	10	1.4	175		100	97							97	97		78	50	
2		501	20	65	0.9	84		108	120		72	66				66	66	25	53	50	
3			22		**						72	66									
4		-3000	15	30	**	185		134	80		72	66				75	75		54	50	
5			0		**			134	80		151		82	75							
	26				2.3		81	70													
6		483	16	60	2.3	82		81	70							70	70	21	65	50	
7			40		2.3		81	70													
8		80			1.2		125	110													
9		610	60	95		101										101	101	47	94	50	

Рисунок 3.16 – Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей після оптимізації

Закінчуємо підбір – кнопка «Готово». При цьому створюється текстовий файл з розширенням *.spp.

Після запису файлів підвищень програма пропонує побудувати графік допустимих швидкостей (рис 3.17).

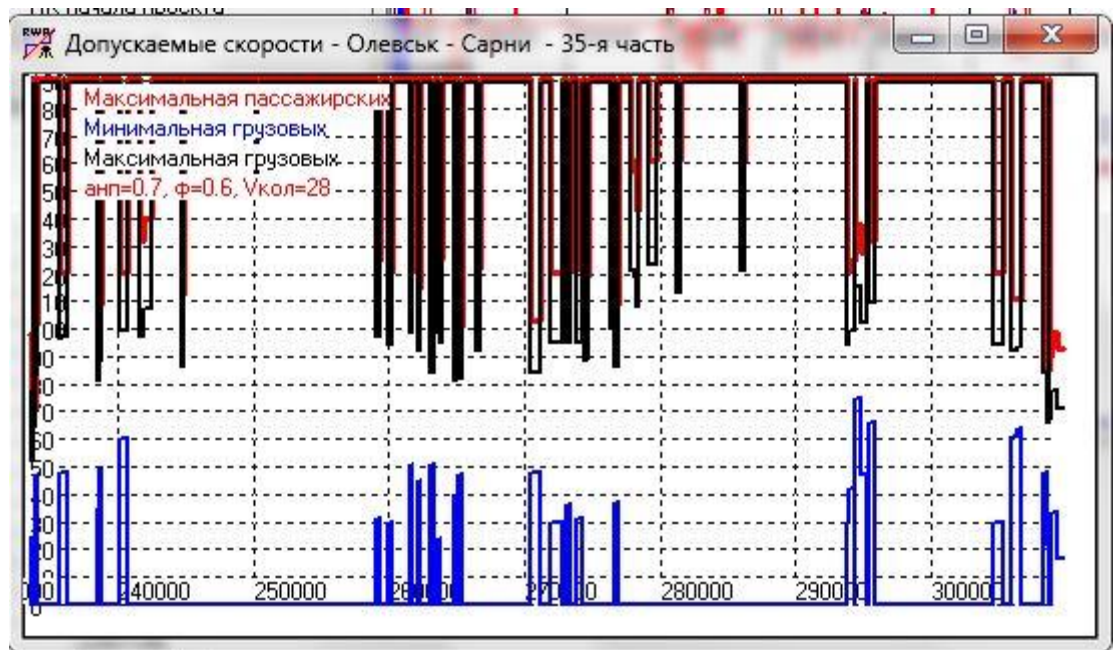


Рисунок 3.17 – Графік допустимих швидкостей

Для отримання рисунка, який суміщує декілька варіантів екранних графіків для плану лінії на одному рисунку виводяться сітка і підписи. На основі отриманого плану лінії після оптимізації в цьому розділі будуть розглянуті варіантні тягові розрахунки.

3.2 Дослідження впливу зростання провізної спроможності на тягово-енергетичні показники

Потужність залізниці визначається її пропускною і провізною спроможністю.

Провізною спроможністю колії називається найбільша кількість вантажів і пасажирів, яких можна провести по даній лінії на протязі року.

Провізна спроможність визначається за формулою:

$$\Gamma = \frac{365 \cdot n_{\text{гр}} \cdot Q_{\text{нт}}}{\gamma \cdot 10^6}, \text{ млн. ткм/км} \quad (3.1)$$

де 365 – кількість днів в році;

$n_{\text{гр}}$ – кількість пар вантажних поїздів ;

γ – коефіцієнт щорічної нерівномірності перевезень (1,15)

$Q_{\text{нт}}$ – маса складу нетто.

Реконструктивні заходи дозволяють забезпечити підвищення пропускної провізної здатності за рахунок застосування більш досконалого технічного оснащення. Зміна вантажонапруженості при збільшенні маси поїзда показано на рисунку 3.1.

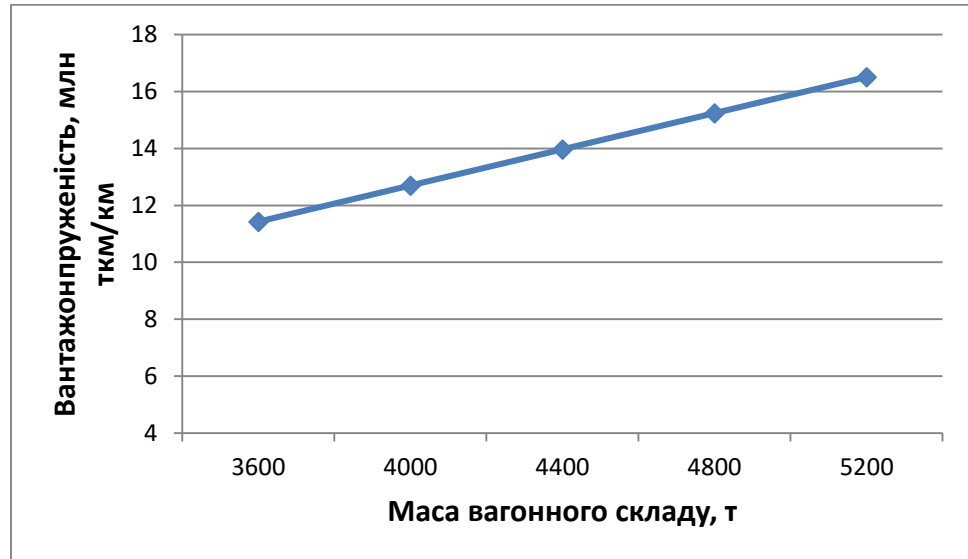


Рисунок 3.18 – Залежність вантажонапруженості від маси поїзда

У роботі було розглянуто збільшення провізної спроможності за рахунок збільшення маси вагонного складу при існуючому тепловозі 2М62 та при новому електровозі 2ЕЛ5. Всі ці варіанти розраховувались для нового проектного стану плану лінії. Крок зміни маси поїзда складав 400 т. Результати розрахунків занесені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати тягово-енергетичних показників при збільшенні провізної спроможності

Маса поїзда, т	V_{\max} , км/год	$V_{\text{ср}}$, км/год	Витрата палива (електроенергії), кг (кВт год)	Механічна робота, 10 кН км	Час руху, хв
існуючий стан					
2М62					
3600	90	52	685,9	843,28	88,8
2ЕЛ5					
3600	103	58	4603,6	1237	79,5
проектний стан					
2М62					
3600	91	73	625,3	753,35	63,5
4000	88	71	654,4	790,35	64,7
4400	86	70	680,1	823,25	66
4800	85	69	704,5	854,44	67,1
5200	84	68	722,17	877,17	68,2
2ЕЛ5					
3600	100	79	3817,4	1042,77	58,5
4000	100	78	4048,4	1105,7	59
4400	100	78	4269,7	1165,89	59,5
4800	100	77	4450,8	1214,76	60
5200	99	76	4573	1247,42	60,5

Виконання тягових розрахунків в програмі MoveRW показало, що зростання маси поїзда з 3600 т до 5200 т не призводить до суттєвого зниження швидкості руху та збільшення інших тягово-енергетичних показників. З гістограм (рис. 3.19, 3.20) видно, що витрата палива та механічна робота при проектному стані плану лінії та існуючому локомотиві значно скорочується, а при застосуванні електровозу 2ЕЛ5 та збільшенні маси поїзда приблизно на 1000 т залишається приблизно такою же як і при існуючому стані та тепловозі 2М62.

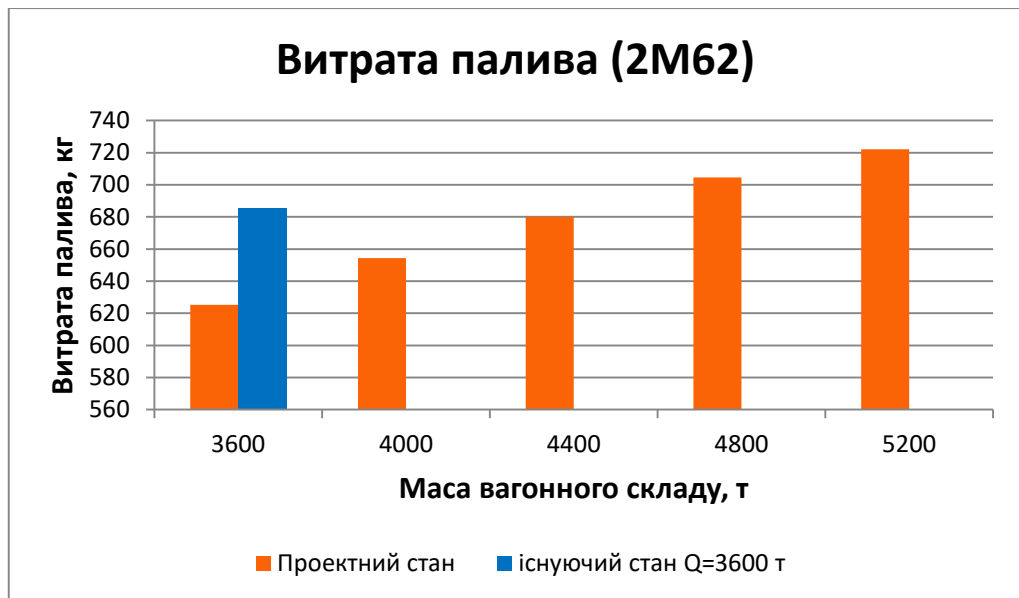


Рисунок 3.19 – Залежність витрати палива від маси вагонного складу

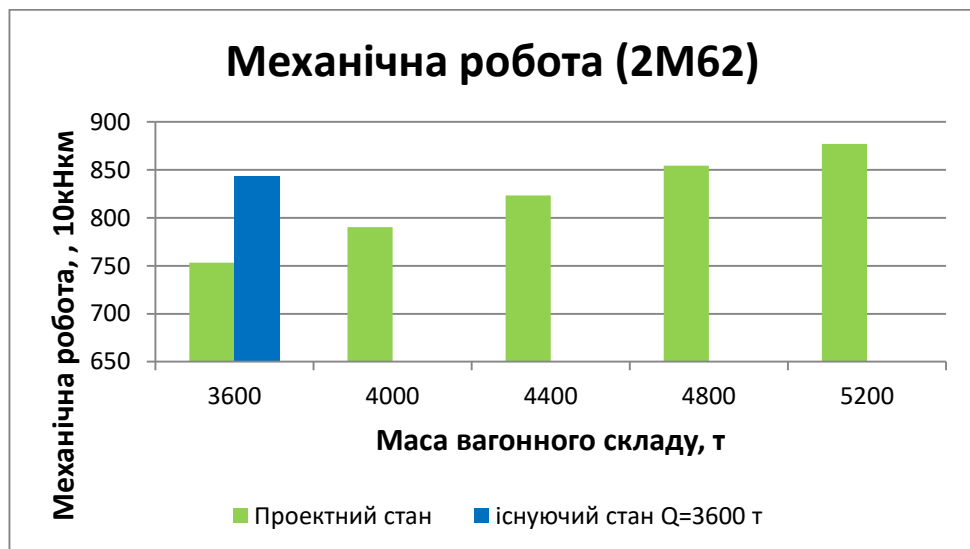


Рисунок 3.20 – Залежність механічної роботи від маси вагонного складу

Якщо ж провести електрифікацію ділянки та впровадити локомотив 2ЕЛ5 на змінному струмі, то витрати електроенергії та механічна робота в порівнянні з локомотивом 2М62 ($Q = 3600$ т) дають такі ж значення, але при масі поїзда аж 5200 т (рис. 3.21, 3.22).

Час руху при збільшенні маси змінюється несуттєво: на 5 хв при 2М62, та на 2 хв при 2ЕЛ5.

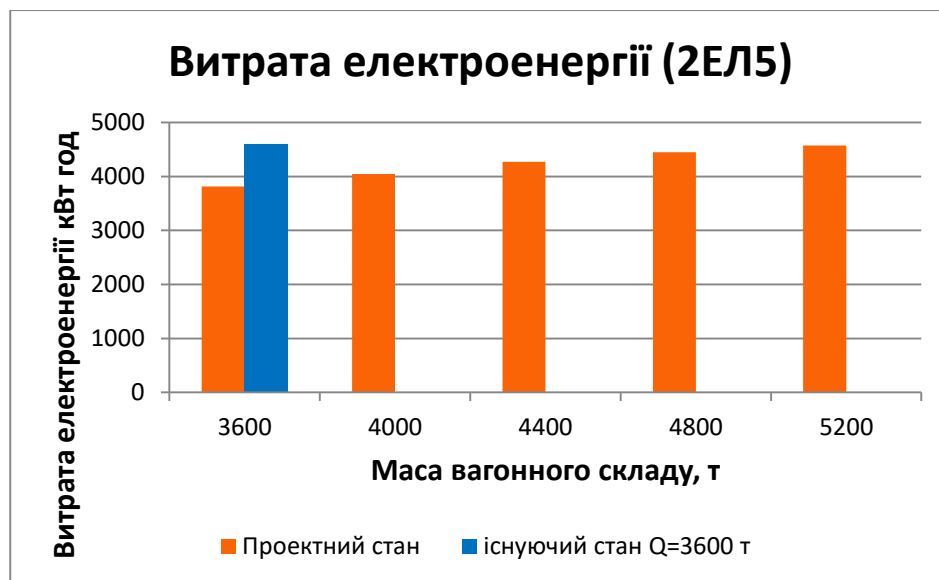


Рисунок 3.21 – Залежність витрати електроенергії від маси вагонного складу

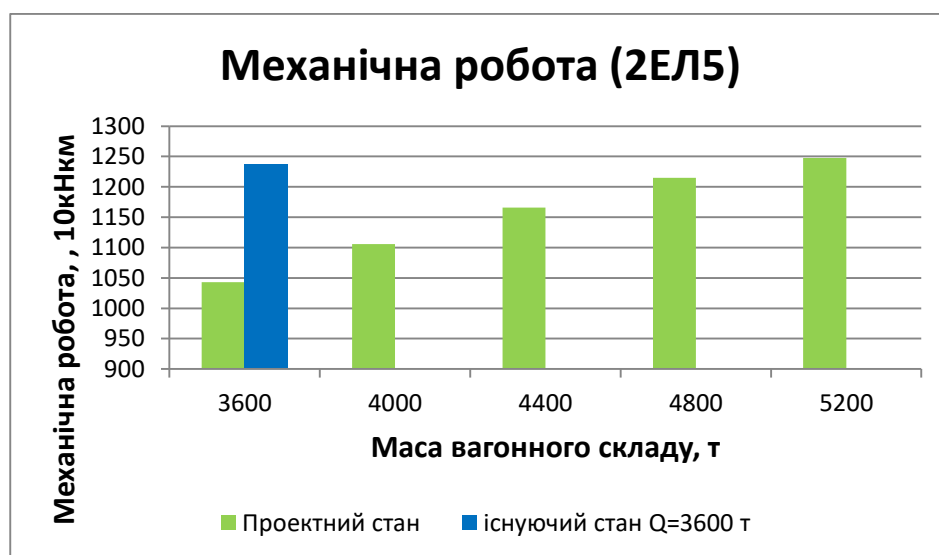


Рисунок 3.22 – Залежність механічної роботи від маси вагонного складу

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що зростання провізної спроможності на 30 % призводить до збільшення витрат палива (електроенергії) та механічної роботи приблизно на 15%, а часу руху на 3% (рисунок 3.23).

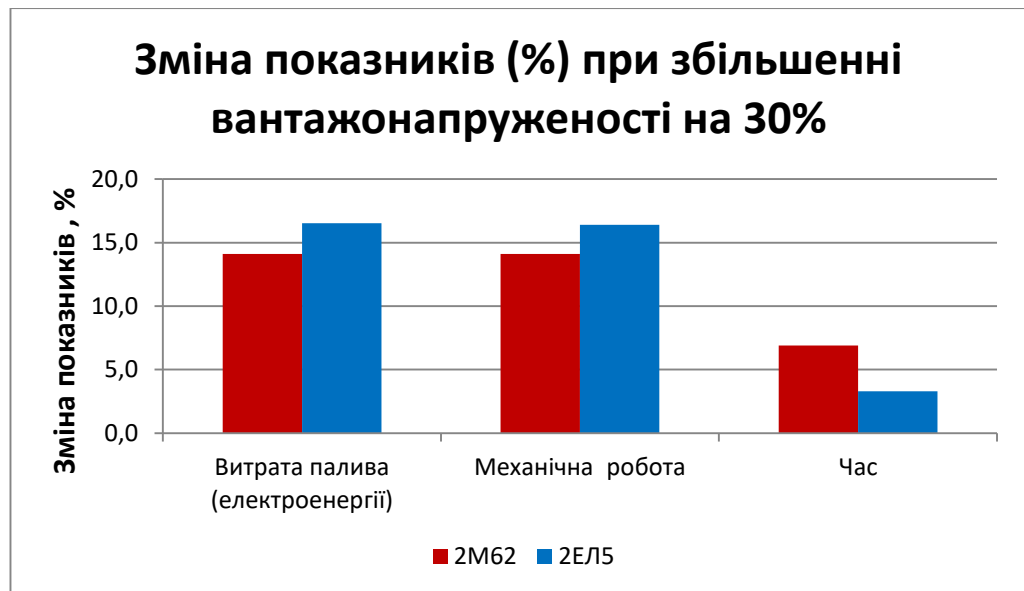


Рисунок 3.23 – Залежність витрати палива від маси вагонного складу

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Охорона праці

Охорона праці – це комплекс заходів та положень, що включає в себе юридичні, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та профілактичні заходи, спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності. В Україні ці заходи закріплені Законом України «Про охорону праці» [14].

Нині виникає актуальне питання про страхування охорони праці, що викликає реакцію уряду. Президент України вніс зміни до Закону України «Про охорону праці». Статтею 19 цього закону змінені правила фінансування витрат на охорону праці: раніше вони складали 0,2% від фонду оплати праці для бюджетних організацій, а за новою редакцією закону – 0,5%. Ці зміни набули чинності з 26.06.2011 року [15].

Залізничному транспорту властиві шкідливі та небезпечні умови праці, особливо для робітників колійного господарства. Роботи виконуються неподалік від діючих магістралей або безпосередньо на них, тому необхідно регулярно проводити навчання та перевірку знань працівників з охорони праці згідно з НПАОП 0.00–4.12-05 [16].

Залізничний транспорт розглядається як зона із підвищеною небезпекою порівняно з іншими видами транспорту. Тому роботи, пов'язані з рухом поїздів, повинні обов'язково супроводжуватися соціальним страхуванням робітників. Умови праці ускладнюються також тим, що залізниці працюють цілодобово та в будь-яку погоду. Таким чином, дотримання вимог з охорони праці стає невід'ємною складовою здорового способу життя працівників. Шкідливі фактори – це чинники життєвого середовища, які можуть призвести до погіршення самопочуття та зниження працездатності. Небезпечні фактори викликають травми, опіки, обмороження та інші пошкодження організму. Забезпечення безпеки під час роботи на залізниці вимагає строгого дотримання інструкцій, особливо при виконанні робіт на діючих залізницях.

Ці фактори важливі для забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників у галузі залізничного транспорту.

1. Шкідливі фактори:

– Підвищена забруднюваність повітря: Очищення повітря від шкідливих речовин є важливим аспектом для забезпечення здоров'я працівників. Застосування систем вентиляції та відповідних заходів для зменшення забруднення може бути ефективним.

– Високий рівень шуму: Захист від шуму, такий як захисні навушники або інші засоби, може бути важливим для зменшення впливу шуму на слух працівників.

– Недостатня освітленість: Забезпечення достатнього освітлення на робочих місцях є важливим для безпеки та зручності працівників.

– Підвищена чи знижена температура повітря: Контроль температури на робочому місці допомагає уникнути стресу від екстремальних температур.

2. Небезпечні фактори:

– Рухомий склад і транспортні засоби: Дотримання правил безпеки на території, де діє рухомий склад, є критичним для уникнення травм та забезпечення безпеки працівників.

– Працюючі машини та механізми: Застосування відповідних заходів безпеки при використанні машин та механізмів допомагає попереджати травми та нещасні випадки.

– Падаючі з висоти предмети та інструменти: Захист від падіння предметів може включати застосування захисного обладнання та відповідних заходів безпеки.

– Електричний струм: Дотримання правил електробезпеки є обов'язковим для запобігання травм, пов'язаних із струмом.

– Отруйні хімічні речовини: Захист від контакту з отруйними речовинами включає в себе правильне зберігання, обробку та використання хімічних речовин.

Правила, які поширюються на вказані фактори, визначають стандарти та норми для забезпечення безпеки та санітарно-гігієнічних умов працівників на підприємствах залізничного транспорту. До роботи в колійному господарстві

допускаються працівники, які пройшли медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстрованого в Міністерстві юстиції Особи, молодші 18 років, не допускаються до роботи на посадах, зазначених у Правилах технічної експлуатації залізниць України, безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів, і до робіт, пов'язаних із впливом вібрації, а також копанням глибоких і мокрих прорізів, установкою та розбиранням в них кріплень, до робіт з ремонту мостових і тунельних споруд, очищення стрілочних переводів, зварювально-наплавлювальних робіт і робіт з отруйними хімікатами та інших робіт відповідно до Переліку важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 46, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 28.07.94 за № 176/385.

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці, а також порядок допуску до самостійної роботи працівників колійного господарства проводиться відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 (далі – НПАОП 60.00-4.12-05)[8], а з питань пожежної безпеки відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання і перевірки знань з питань пожежної безпеки на підприємствах.

З вищевказаного тексту видно, що забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників на залізничному транспорті в Україні включає в себе ряд важливих аспектів, зокрема щодо забезпечення необхідним спецодягом та засобами індивідуального захисту [17]. Основні вимоги та норми регламентуються відповідними нормативно-правовими документами, такими як НПАОП 60.00-4.26-96 та НПАОП 60.1-3.01.04.

Загалом охорона праці це про мінімізацію ризиків та забезпечення безпеки під час виконання робіт на залізничній колі відповідно до встановлених норм та

стандартів.

4.2 Захист навколишнього середовища

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), забруднення повітря є одним з основних факторів ризику для здоров'я, пов'язаних із навколишнім середовищем [18]. Залізничний транспорт, за своєю природою, вважається більш екологічно чистим порівняно з автомобільним і повітряним транспортом. Проте важливо не забувати, що розвиток залізничного транспорту повинен відбуватися з дотриманням екологічних стандартів.[19] Ця проблема надзвичайно актуальна і для України, оскільки її залізнична мережа має велику щільність і високий рівень вантажоперевезень, перевищуючи багато інших країн Центральної Європи. Таким чином, завдання екологізації залізничного транспорту є надзвичайно важливим в контексті подальшого розвитку. Залізничний транспорт має постійний вплив на природне середовище, і цей вплив може знаходитися в межах припустимого балансу або перебувати на кризових рівнях .

За впливом на стан середовища проблема залізничного транспорту має два аспекти: використання природних ресурсів та транспортне забруднення. Залізничний транспорт є значним споживачем палива, лісових ресурсів, земель, мінеральних та будівельних матеріалів, впливаючи на екологію. Хоча порівняно з іншими видами транспорту, особливо автомобільним, його вплив на навколишнє середовище є меншим.

Негативний вплив залізничного транспорту на екосистему включає в себе порушення стійкості природних ландшафтів через розбудову транспортної інфраструктури, що може спричинити ерозію та обвали; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійне зростання рівня забруднення ґрунту нафтою, свинцем, продуктами видування і осипання сипких вантажів (вугілля, руда, цемент). Особливо ризиковими є аварії на залізницях.

Запобігання порушенням стійкості природних ресурсів передбачає вжиття заходів, таких як утримання земляного полотна в належному стані, збільшення максимального навантаження, яке може переносити земляне полотно, і зменшення впливу рухомого складу. Щоб уникнути забруднення атмосфери, можливо

розглядати заміну елементів рухомого складу (зокрема тепловозів), які викидають значну кількість шкідливих речовин, менш шкідливими аналогами. Треба, однак, враховувати, що це може супроводжуватися зниженням продуктивності цих елементів. Запобігання забрудненню ґрунту і атмосфери через осипання або видування сипких вантажів може бути досягнуто шляхом посилення герметичності вагонів і піввагонів, але варто враховувати, що це може бути затратно.

Для уникнення можливих аварій на залізницях важливо дотримуватися експлуатаційних правил, стежити за ступенем зношення рухомого складу і колій, а також вчасно проводити як планові, так і позапланові ремонтні роботи.

Втім, це лише прояв проблеми, основні витoki якої знаходяться в іншій сфері. Сучасна мережа залізниць в Україні обслуговує як пасажирський, так і вантажний транспорт. Великі вантажні поїзди, зазвичай із 50 вагонів і більше, прокладають свої маршрути по коліях значно частіше, ніж пасажирські. Це призводить до швидкого зносу тих колій, де рухаються вантажі, на відміну від тих, де рухаються пасажирські та інші поїзди. Одним із можливих рішень може бути будівництво нових колій, спеціально призначених для пасажирських та інших поїздів, при цьому рух вантажних поїздів буде дозволено лише у виняткових випадках. Розуміючи, що для створення таких нових колій необхідні значні фінансові вкладення, а також відведення земельних ділянок, залучення робочої сили та надання необхідного інструментарію, можна констатувати, що в умовах дефіциту цих ресурсів проблема лишатиметься актуальною, доки не буде визнана однією з найбільш важливих у сучасний період.

Основним джерелом атмосферного забруднення є викиди газів, вироблених дизельними двигунами тепловозів. Наразі ця проблема вирішується шляхом заміни тепловозів на електровози .

Щорічно з пасажирських вагонів, проїжджаючи кожен кілометр, стікає до 200 м³ стічних вод, які містять патогенні мікроорганізми, і викидається до 12 тонн сухого сміття. Це призводить до забруднення залізничного полотна і природного середовища. Крім того, очищення колій від сміття пов'язане із значними матеріальними витратами. Проблему можна вирішити, встановивши в

пасажирських вагонах акумулюючі ємності для збору стічних вод та сміття або встановивши спеціальні очисні споруди.

Шум, що виникає від руху поїздів, супроводжується негативним впливом, таким як порушення якості сну, відчуття хворобливого стану, зміни в психоемоційному стані та збільшення потреби в лікарському втручанні. Зокрема, шум, що генерується від вокзалів та особливо сортувальних станцій, виявляє більш суттєвий вплив, ніж шум від звичайного руху поїздів [20]. Основними джерелами шуму від вагонів є удари коліс по стиках та нерівностях рейок, а також тертя поверхні катання та гребеня колеса об головку рейки. Також варто відзначити шум від ударів у ходових частинах, деренчання гальмівної тяги, колодок, автозчеплення та інших елементів рухомого складу .

Зниження впливу шуму включає в себе різноманітні заходи, такі як використання спеціальних глушників для зменшення рівня акустичного тиску та заміна найбільш шумних частин інфраструктури менш шумними аналогами. Однак цей підхід не лише пов'язаний з високими витратами на запасні частини та глушники, але й може бути обмеженою в ефективності.

Додатковим методом вирішення проблеми шуму є глобальна модернізація не окремих елементів залізничного полотна та рухомого складу, але усього транспортного комплексу за допомогою впровадження передових технологій із зменшеною шумовою емісією. Втім, цей комплексний підхід, хоча і ефективний, але супроводжується значними витратами, які не завжди відповідають отриманим покращенням.

Удосконалення стану природи вимагає комплексного підходу, який включає в себе різноманітні методи впливу, такі як правові, соціально-економічні, організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні і біологічні заходи.

Правові механізми встановлюють норми та правила використання природних ресурсів, враховуючи необхідність збереження рівноваги в природному середовищі. Соціально-економічні методи базуються на відповідальності всіх верств суспільства за стан навколишнього середовища. Економічні стратегії

визначають необхідні видатки для забезпечення екологічної рівноваги, раціональну оплату ресурсів та відшкодування завданих збитків.

Організаційні методи базуються на науковому підході до управління природокористуванням та виконанні адміністративних та правозахисних заходів для запобігання негативному впливу на довкілля. Технічні інновації включають розробку нових технологій та обладнання, спрямованих на зменшення екологічного впливу, а також впровадження ефективних систем очищення викидів в атмосферу та водойми.

Санітарно-гігієнічні заходи передбачають постійний контроль за станом природи з метою своєчасного вжиття заходів для запобігання шкідливому впливу забруднень на здоров'я людей та природу. Біологічні методи орієнтовані на використання природних процесів для відновлення екосистем та підтримання біорізноманіття. Такий інтегрований підхід дозволяє ефективно вирішувати екологічні проблеми і забезпечувати сталість в природокористуванні.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Метою дипломного проекту було виконання наступних завдань:

Виконати огляд наукових досліджень та провести аналіз технічного стану ділянки.

Розглянути існуючі швидкості руху поїздів та запропонувати заходи щодо їх підвищення.

Розробити проект реконструкції ділянки Сарни – Олевськ Львівської залізниці.

Поставлені задачі були виконані наступним чином.

Була надана характеристика технічного стану ділянки залізниці Сарни – Олевськ.

Проаналізовані допустимі швидкості руху на цій ділянці та визначені причини, що їх обмежують.

Виконані тягові розрахунки для даної ділянки залізниці для пасажирського та вантажного рухів.

Особлива увага була приділена вивченню впливу провізної спроможності на тягово-енергетичні показники. Виконанні розрахунки показали, що після перебудови плану та при застосуванні діючого локомотиву 2М62 зростання маси поїзда з 3600 т до 5200 т не призводить до суттєвого зниження швидкості руху та збільшення тягово-енергетичних показників. А в порівнянні з існуючим планом показники однакові при $Q = 3600$ т (існуючий) та $Q = 4600$ т (проектний). Впровадження електровозу 2ЕЛ5 дають однакові показники при ще більшій різниці мас поїздів, а саме при $Q = 3600$ т (існуючий) та $Q = 5200$ т (проектний).

Отримані результати доводять, що зростання провізної спроможності на 30 % призводить до збільшення витрат палива (електроенергії) та механічної роботи приблизно на 15%, а часу руху на 3%.

Також було розглянуті питання охорони праці та захист навколишнього середовища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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> (дата звернення 28.09.23)
2. [Електронний ресурс]. <https://mtu.gov.ua/content/reformi-zaliznichnogo-transportu.html> Реформи залізничного транспорту
3. Даніленко Е. І. Залізнична колія / Е. І. Даніленко // Підручник для вищих навчальних закладів. Київ, Інпрес. – 2010. Том 2 – 456 с.
4. Проектування і розрахунки конструкцій залізничної колії. Підручник для вищих навчальних закладів в 2-х томах: / Е. І. Даніленко, В. М. Молчанов, М. Б. Курган, В. Д. Бойко, В. М. Твердомет, О. А. Олійник, О. О. Сорока. За ред. д.т.н., проф. Е. І. Даніленка. – К.: «Хай-Тек Прес», 2019. ISBN 978-966-910-034-4. – 344 с.
5. Косарчук В. В. Сучасні методи зміцнення і підвищення зносостійкості пар тертя / Косарчук В. В., Кульбовський І. І., Агарков О. В. // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2015. – Випуск 31. – 263-268 с.
6. Вербицький В.Г. Вплив поверхні кочення на коливання та стійкість динамічної системи колесо-рейка / В. Г. Вербицький, О. Ю. Дорошенко, В. О. Демченко // Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». – 2013. – Вип. 23. – С. 5-13.
7. Петренко В. Д. Аналіз стійкості земляного полотна для реалізації умов його безпеки при підвищенні швидкості руху / В. Д. Петренко, О. Л. Тютюкін, В. П. Купрій // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2015. – № 9. – С. 76–85.
8. Петренко В. Д. Estimation of Subgrade Strengthening Influence Using Soilcement Elements/ V. Petrenko, O. Tiutkin, I. Sviatko // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2016. – N 4(64). – С. 161–168.
9. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні: монографія / М. Б. Курган, Д. М. Курган; Дніпротр. нац. ун-т залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – 283 с.

10. Курган М. Б. Наукові основи перебудови існуючих залізниць України для впровадження швидкісного руху поїздів: дис. д-ра техн. наук: 05.22.06. Дніпропетровськ, 2004. - 515 с.

11. Кірпа Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему [Текст]: Монографія. 2-ге вид., переробл. і допов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 248 с.

12. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування. ДБН В.2.3-19:2018. – К.: Мінрегіон, 2018. - 129 с.

13. Корженевич І. П. Виправка та проектування плану залізничної колії з допомогою програми РВПлан/ І. П. Корженевич – Д.: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – 208 с.

14. Закон України «Про охорону праці»: Затверджено Верховною радою України від 14.12.1992 р.

15. Закон України про охорону праці: із змінами і доповненнями внесено Законами України 02.06.2011 р. №3458–VI – К., 2011 р. – 110 с.

16. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: НПАОП 0.00-4.12-05 / Затверджено: Державним комітетом України з нагляду за охороною праці 26.01.2005 № 15 – 25 с.

17. Про затвердження Норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам залізничного транспорту <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0169-04#Text>

18. [Електронний ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-zaschity-okruzhayuschey-sredy-na-zheleznodorozhnom-transporte-ukrainy/pdf>

19. Дубовіч І. А. Економіко-правовий аналіз екологічної політики України щодо запобігання змінам клімату і торгівлі квотами на викиди парникових газів / І.А Дубовіч, М.Г. Булгакова / Кримський економічний вісник : наук. журнал. – № 1 (02) лютий 2013. – Ч. 1. – Херсон : Вид. дім "Гельветика". – 2013. – С. 151- 154.

20. Процько Я. І. Проблема впливу залізничного транспорту на екологію // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 3. – С. 168–170.

ДОДАТКИ