

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: Обґрунтування ефективності розмежування пасажирських та вантажних перевезень

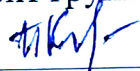
за освітньою
програмою:
зі спеціальності:

Залізничні споруди та колійне господарство

273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав:

студент групи: КГ2326



(підпис студента)

Павло КАШНИЙ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

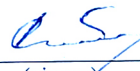


(підпис)

доцент Марина ГУСАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:



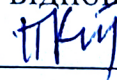
(підпис)

доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент



(підпис)

Дніпро – 2025 рік

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

Building, architecture and infrastructure

(faculty)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

magistr

(higher education degree)

on the topic: Justification of the effectiveness of the separation of passenger and cargo transportation

in the Speciality: 273 Railway Transport

according to educational curriculum: Railway constructions and track management

Done by the student of the group: KG2326

/ Pavlo KASHNYI /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ Associate Professor Maryna Husak /

(position, name, surname)

Normative controller:

/ Associate Professor Sergiy Baidak /

(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: Залізничні споруди та колійне господарство

Спеціальність: Залізничний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Олексій ПЮТЬКІН

(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу на здобуття ОС _____ **магістр**
студента групи КГ2326 **Кашного Павла Вячеславовича**

1. Тема: Обґрунтування ефективності розмежування пасажирських та вантажних перевезень Затверджена наказом по університету від «16» 02 2024 р. № 157 ст.		
2. Термін подання студентом закінченого проекту 15.01. 2025 р.		
3. Вихідні дані до проекту:		
Район проектування – Тернопільська обл.	Довжина прийм.- відправн. колій 850 м	
Початковий пункт – ст. Тернопіль	Ширина земляного полотна – 11 м	
Кінцевий пункт – ст. Підволочиськ	Верхня будова колії:	
Довжина лінії, км – 53	Тип рейок – Р65	Тип шпал – з/б
Керівний уклон, ‰ – 8	Баласт, см	
Кількість головних колій – 2	Щебінь – 30 -35	пісок – 20
Вид тяги – Електрична. Локомотиви – ВЛ80, ЧС4, ЧС8	Маса поїзда, т	
Типи вагонів – 4-вісні	Вант. – 3400/2800	Пас. – 1000
Кліматичні хар-ки району – помірний	Система СЦБ – АБ	

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:
1. Вимоги до впровадження швидкісного руху
2. Характеристика технічного стану і параметрів ділянки
3. Розробка заходів з підвищення швидкості руху поїздів
4. Обґрунтування ефективності розмежування пасажирських та вантажних перевезень
5. Охорона праці

5. Консультанти:			
Найменування розділів магістерської роботи	Консультанти	Завдання	
		видав (дата, підпис)	прийняв (дата, підпис)
1-5	Байдак С. Ю.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва розділу дипломного проекту	Термін виконання розділу	Відсотки
1	Вимоги до впровадження швидкісного руху	7 жовтня	15
2	Характеристика технічного стану і параметрів ділянки. Аналіз допустимих швидкостей	18 жовтня	20
3	Розробка заходів з підвищення швидкості руху поїздів	01 листопада	20
4	Обґрунтування ефективності розмежування пасажирських та вантажних перевезень	24 грудня	30
5	Охорона праці	06 січня	15
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15 січня	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	За розкладом ЕК	

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Павло КАШНИЙ

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Марина ГУСАК

РЕФЕРАТ

Про дипломний проект: томів 1, сторінок 73, рисунків 29, таблиць 11 .

Найменування роботи: Обґрунтування ефективності розмежування пасажирських та вантажних перевезень

Об'єкт дослідження – вплив параметрів плану лінії на допустиму швидкість.

Предмет досліджень – обмеження швидкості на існуючій залізниці, зумовлені параметрами поїздопотоків.

Мета роботи – розробити заходи щодо підвищення швидкості руху пасажирських поїздів.

Стисла характеристика роботи.

Проведено аналіз інфраструктури, поздовжнього профілю і плану лінії, установлені причини, що стримують підвищення швидкостей руху до 160 км/год. Запропоновані заходи, що дозволяють підвищити швидкість руху, також розроблені заходи перебудови кривих.

Дослідження ґрунтуються на аналізі фактичних даних поздовжніх профілів, обмежень швидкостей руху, які закладено до графіка руху поїздів. Розрахунки виконано на ЕОМ з застосуванням програм *MoveRW*, *RWPlan*, *Microsoft Excel*, *AutoCAD*, *CadRW*.

Ключові слова: ШВИДКІСНИЙ РУХ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПЛАН ЛІНІЇ, ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ, ДОПУСТИМА ШВИДКІСТЬ, РАДІУС КРИВОЇ, ПІДВИЩЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РЕЙКИ, ВИТРАТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ВИМОГИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ	8
1.1 Постановка питання.....	8
1.2 Мета роботи.....	9
1.3 Основні вимоги до інфраструктури залізниць прискореного руху поїздів	10
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДІЛЯНКИ ТЕРНОПІЛЬ – ПІДВОЛОЧИСЬК	14
2.1 Технічне оснащення	14
2.2 Характеристика поздовжнього профілю ділянки.....	14
2.3 Характеристика плану лінії	16
2.4 Характеристика верхньої будови колії.....	17
2.5 Характеристика штучних споруд.....	17
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ	20
3.1 Загальні положення	20
3.2 Побудова координатної моделі плану для початкового стану	22
3.3 Перебудова плану лінії.....	25
4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМЕЖУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТА ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	34
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ... ..	46
5.1 Вимоги безпеки під час використання колійних машин типу ВПО–3000	46
5.2 небезпечні та шкідливі фактори, що приводять до нещасного випадку під час використання колійних машин типу ВПО–3000	48
5.3 Вимоги безпеки праці під час виконання колійних робіт з виправки колії	48
5.4 Вимоги безпеки після закінчення колійних робіт з виправки колії	50
5.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	52
5.6 Висновки.....	52
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	54
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	55
ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП

Необхідність скорочення терміну доставки вантажів і пасажирів, усунення постійно діючих і тривалих обмежень швидкості руху поїздів поставила перед практиками і науковцями завдання підвищення ефективності заходів зі збільшення рівня швидкості руху поїздів і зменшення кількості обмежень. Наявність бар'єрних місць практично на кожній залізниці викликає обмеження швидкості, вимагає в кожному окремому випадку індивідуальних рішень. Зниження швидкості відносно максимального її рівня приводить до втрат часу руху, збільшення витрат електроенергії на тягу поїздів.

При підготовці лінії до руху пасажирських поїздів зі швидкістю до 160 км/год більша частина капітальних вкладень припадає на проміжні розділені пункти (обгоні пункти та проміжні станції) у зв'язку з їх численністю.

Станція представляє собою складну систему, що характеризується багатьма параметрами, серед яких необхідно виділити кількість приймально-відправних колій та стрілочних переводів, розташування та параметри пасажирських пристроїв.

Як показує практика, одночасна перебудова великого числа об'єктів на напрямках, що підлягають модернізації, неможлива з безлічі різних причин, основними з яких є обмеження фінансових і матеріально-технічних ресурсів. Звідси виникає задача вибору при реконструкції лінії раціональної послідовності усунення бар'єрних місць і обмежених ресурсах. На сьогодні такі задачі успішно вирішуються з застосуванням математичних методів і комп'ютерних технологій. Вирішення задачі є досить складним уже тому, що необхідно розглядати взаємозалежні ділянки (об'єкти). Для таких ділянок характерним є те, що скорочення часу руху поїзда отримане на кожній ділянці після усунення обмеження швидкості руху не дорівнює виграшу в часі, якщо зняти всі обмеження швидкості. Тобто отримати раціональний варіант можна при аналізі різних комбінаціях зняття обмежень швидкостей (усунення бар'єрних місць) з паралельним виконанням тягових розрахунків.

1 ВИМОГИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ

1.1 Постановка питання

Сьогодні практично в усіх розвинених країнах ведуться роботи щодо підвищення швидкості руху поїздів. Вимоги європейського співтовариства до залізничної інфраструктури міжнародних транспортних коридорів, що проходять територією України, достатньо жорсткі. Головна з них – забезпечення швидкості 160 км/год. Вирішення цієї проблеми неможливе без усунення обмежень швидкості руху поїздів, які на залізницях України є поширеним явищем.

З підвищенням дільничної швидкості у пасажирському та вантажному русі прискорюється доставка пасажирів чи вантажів і поліпшується їх обслуговування. Величина цього показника залежить від безлічі факторів: профіль та план колії, двоколійна або одноколійна лінія, довжина рухомого складу, потужність локомотива та ін. Зростання швидкості руху поїздів дає великий економічний ефект, що виражається у збільшенні провізної спроможності ліній, зниженні експлуатаційних витрат, зменшенні витрат трудових ресурсів (локомотивних бригад), скороченні потрібного парку вагонів і локомотивів, витрат на паливо і електроенергію. Відповідно економляться експлуатаційні витрати.

Однак підвищення швидкості не тільки забезпечує економію, але викликає додаткові транспортні витрати. Їх величина залежить від того, за рахунок яких заходів забезпечується зростання швидкостей. При зростанні технічної швидкості підвищуються витрати палива (електроенергії) на тягу, ростуть витрати на утримання рухомого складу, верхньої будови колії. В окремих випадках їх величина не обмежується тільки експлуатаційними витратами. Так, якщо зростання швидкості буде забезпечуватися за рахунок посилення верхньої будови колії або впровадження більш потужних локомотивів, дорозі будуть потрібні додаткові інвестиції. Ще більші вкладення потребують перебудова плану та профілю лінії.

Проблема підвищення швидкостей руху не є новою, але залишається різнобічною і складною. Комплексні дослідження технічних, економічних, соціальних проблем підвищення швидкості руху поїздів у різні роки проводили і проводять науково-дослідні й вищі навчальні заклади: Всеросійський науково-дослідний інститут залізничного транспорту (ВНИИЖТ), Інститут технічної механіки Національної академії наук України (ІТМ НАН України), Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна (ДНУЗТ), Державний економіко-технологічний університет транспорту (ДЕТУТ), Українська державна академія залізничного транспорту (УкрДАЗТ) та ін.

1.2 Мета роботи

На першому етапі досліджень, пов'язаних з розробкою заходів щодо підвищення швидкостей до 160 км/год, були зібрані дані про план і профіль колії, технічні й експлуатаційні показники, що характеризують розглянутий напрямок, отриманий перелік «бар'єрних» штучних споруд, переїздів, горловин станцій, наявність хворих ділянок земляного полотна, тощо, проаналізовані дані рейко-шпало-баласних карт і швидкостей, що прийняті до діючого графіку руху поїздів.

Дослідження першого етапу показали, що основними перешкодами на розглянутому напрямку є криві радіусами менше за 1500 м. Вибір кривих, що підлягають перебудові, був зроблений на підставі оцінки можливості реалізації по ним швидкості 160 км/год згідно тягових розрахунків. Виходячи зі зробленого на першому етапі аналізу технічного стану колії й отриманих результатів, були поставлені задачі другого етапу досліджень, вирішення яких дозволить видати службі колії і проектним організаціям наступні рекомендації:

- допустимі швидкості по перегонам і станціям;
- по перебудові кривих ділянок колії з метою уположення радіусів і встановленню необхідного підвищення зовнішньої рейки, що забезпечує реалізацію максимально допустимих швидкостей;
- по етапності підвищення швидкостей і обсягам робіт на кожному етапі;
- про бар'єрні місця і необхідності поетапного усунення тривалих

обмежень швидкості;

- про заміну стрілочних переводів на головних коліях станцій і виносі деяких з кривих ділянок колії;

- по заміні чи посиленню дефектних штучних споруд.

Для виконання поставленої задачі в програму робіт було включене виконання наступних розрахунків:

- тягові розрахунки при різних варіантах максимально допустимих швидкостей на перегонах і станціях і встановлення часу руху по кожному перегону;

- встановлення підвищення зовнішньої рейки в кривих для перспективних швидкостей руху;

- установа необхідних радіусів при перебудові кривих під задану максимальну швидкість;

- визначення обсягів ремонтних робіт і реконструктивних заходів на різних етапах підготовки лінії до впровадження підвищених швидкостей відповідно до виділених коштів.

При виконанні досліджень дані про фактичний стан колії були отримані на підставі аналізу рейко-шпало-баласних карт, наказу начальника залізниці про встановлення допустимих швидкостей руху та комп'ютерної моделі тягових розрахунків. Проаналізовано всі схеми станцій на предмет можливості їхньої підготовки до підвищення швидкостей.

Досліджено можливість запозичення світового досвіду та запровадження швидкісного руху на досліджуваній ділянці, як складовій магістрального напрямку Київ – Львів.

1.3 Основні вимоги до інфраструктури залізниць прискореного руху поїздів

Для проведення магістерських наукових досліджень, однакового підходу прийняті наступні трактування [1].

Транспортний коридор. В останні роки в Європі одержав розвиток такий напрямок транспортної політики як створення міжнародних транспортних

коридорів (МТК). Далі будемо під транспортними коридорами розуміти перш за все головні залізничні лінії України, що включені в міжнародну транспортну мережу [2].

Швидкісний рух пасажирських поїздів. За існуючими у даний час нормативами до категорії швидкісних відносяться поїзди, які хоча б на одному перегоні розвивають максимальну швидкість у межах від 161 до 200 км/год. У сучасних умовах такий підхід не можна вважати задовільними, оскільки кінцевий результат перевезення визначається не максимальною, а маршрутною швидкістю. Тому пропонується швидкісними вважати поїзди, що реалізують максимальну швидкість більшу за 160 км/год при забезпеченні маршрутної швидкості не меншої 85-90 км/год.

Маршрутна швидкість – це середня швидкість руху поїздів на даному напрямку від початкової до кінцевої станції з урахуванням часу на розгін-гальмування поїзда і всіх стоянок на роздільних пунктах.

Змішаний рух поїздів на швидкісній лінії – рух на одній ділянці залізниці поїздів різних категорій: пасажирських – 141-200 км/год; вантажних – до 120 км/год.

Модернізація залізниці – заміна конструкцій верхньої будови колії, штучних споруд, інших пристроїв залізниці більш потужними, досконаліми, що відповідають сучасним вимогам.

Реконструкція залізниці – більш складний, дорогий і трудомісткий етап, в процесі якого можуть змінюватись елементи траси, пов'язані з перебудовою кривих, профілю тощо (часто зі зміною положення вісі колії).

Організація пришвидшеного руху пасажирських поїздів на залізницях України можлива після проведення модернізації та реконструкції інфраструктури залізниць на основі відповідної нормативно-технічної бази. У чинних нормах і правилах такі вимоги передбачені в основному для швидкостей до 120 км/год [3]. При введенні швидкостей руху 140 км/год, а в перспективі – 160 км/год потрібні відповідні нормативи щодо параметрів плану і поздовжнього

профілю, додаткові вимоги до земляного полотна, верхньої будови колії та штучних споруд при реконструкції лінії.

Перед впровадженням пришвидшеного руху інфраструктура залізниці повинна бути приведена до стану, який би забезпечував рух пасажирських поїздів із найбільшими встановленими швидкостями [3].

На ділянках залізниць з пришвидшеним рухом необхідно укласти безстикову колію з використанням нових матеріалів верхньої будови колії [4] (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Вимоги до верхньої будови колії

Елементи верхньої будови колії	Вимоги до елементів верхньої будови колії на ділянках з пришвидшеним рухом
Рейки	Нові рейки типу Р65, вищої категорії, термозміцненні, зварені електроконтактним способом у довгомірні рейки безстикової колії довжиною до 800 м, котрі на місці зварюються між собою без зрівнювальних прольотів у довгомірні рейки безстикової колії довжиною з блок-ділянку або перегін в залежності від прийнятої системи автоблокування.
Скріплення	Проміжні рейкові скріплення повинні бути з пружними клемами. На ділянках зі швидкостями руху до 160 км/год допускається застосування скріплень типу КБ із жорсткими клемами до організації серійного виробництва скріплень із пружними клемами. Стикові ізолюючі скріплення-клеєболтові підвищеної міцності.
Шпали	Залізобетонні, нові. Епюра шпал у прямих і кривих радіусом більше 2000 м - 1840 шт./км; у кривих менших радіусів - 2000 шт./км. Підсилення епюри в кривих з радіусами у межах 1200-2000 м здійснюється при планових капітальних ремонтах.
Баласт	Новий чи очищений щебінь фракцій 25-60 мм марки не нижче І-20.
Баластова призма	Баластова призма двошарова, товщина щебеневого шару під шпалою не менше 40 см. Нижній шар (баластова подушка) – щебінь фракції 5-25 мм товщиною не менше 15 см. Допускається використовувати існуючу подушку товщиною не менше 20 см. При забрудненій подушці чи при слабкому ґрунті основної площадки земляного полотна може бути укладений захисний шар із полімерних матеріалів. Плече баластової призми - не менше 45 см із крутизною уклонів 1:1,5.
Стрілочні переводи	Стрілочні переводи на головних коліях типу Р65 не крутіше 1/11 з гнучкими гостряками, хрестовиною з безперервною поверхнею кочення при гнучких сердечниках. Гостряки, рамні рейки, вусовики і рухомі сердечники – термозміцненні. Стрілочні переводи повинні бути вварені у пліть безстикової колії, що примикає до них, і укладатись на щебений баласт. Підрейкові опори можуть бути дерев'яні або залізобетонні, скріплення – пружні. Стрілочні переводи облаштовуються додатковими зовнішніми замкачами гостряків і рухомих сердечників, стаціонарними пристроями очищення їх від снігу й льоду.

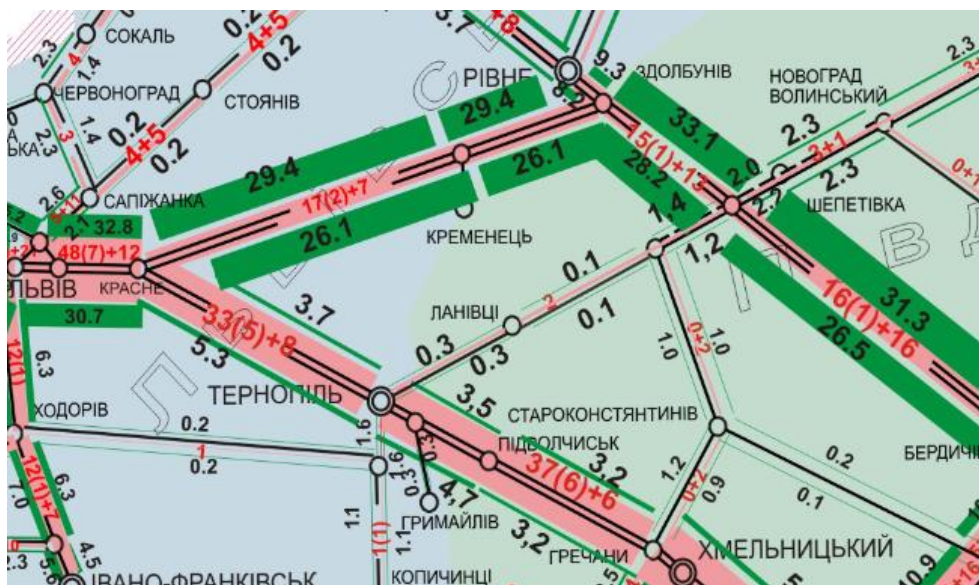
При максимальній швидкості 160 км/год і масі пасажирського поїзда 900-1100 т стрілочні переводи повинні забезпечувати швидкість руху по станціях (на прямому напрямку) не менше 120 км/год.

Для підвищення швидкостей руху по станціях, на Дніпропетровському стрілочному заводі почали виготовляти стрілочні переводи нового покоління з хрестовинами з безперервною поверхнею кочення та гнучким осердям (проекти Дн060, Дн300 та Дн400), які дають можливість руху по прямому напрямку зі швидкістю до 200 км/год.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДІЛЯНКИ ТЕРНОПІЛЬ – ПІДВОЛОЧИСЬК

2.1 Технічне оснащення

Дана ділянка міжнародного транспортного коридору знаходиться в межах Львівської залізниці. Початковий пункт – ст. Тернопіль, кінцевий – ст. Підволочинськ відноситься до дистанції № 8. Ділянка являє собою двоколіїну лінію з розгорнутою довжиною 102,97 км, оснащену автоблокуванням.



цього необхідно побудувати гістограму ухилів на заданій ділянці, на якій буде відображено питому вагу ухилів по всій довжині ділянки.

Величина повторюваності - це частка довжини всіх елементів профілю однакового ухилу, виражена в процентному співвідношенні до всієї довжини ділянки:

$$P = \frac{l_i}{L} \cdot 100 \% \quad (2.1)$$

де l_i – довжина елементів з однаковим ухилом, м;

L – довжина всієї ділянки, м.

Розрахунок наведений у таблиці 2.1, для наочності на рисунку 2.2 наведена гістограма ухилів.

Таблиця 2.1 – Питома вага ухилів парної колії

Ухили	Довжини елементів, м	Питома вага, %
0-1	7203	13,9
1-2	6730	13,0
2-3	2730	5,3
3-4	3577	6,9
4-5	2580	5,0
5-6	5600	10,8
6-7	6616,6	12,8
7-8	7421	14,3
8-9	5330	10,3
9-10	1910	3,7
10-11	1310	2,5
11-12	430	0,8
12-13	0	0,0
13-14	430	0,8

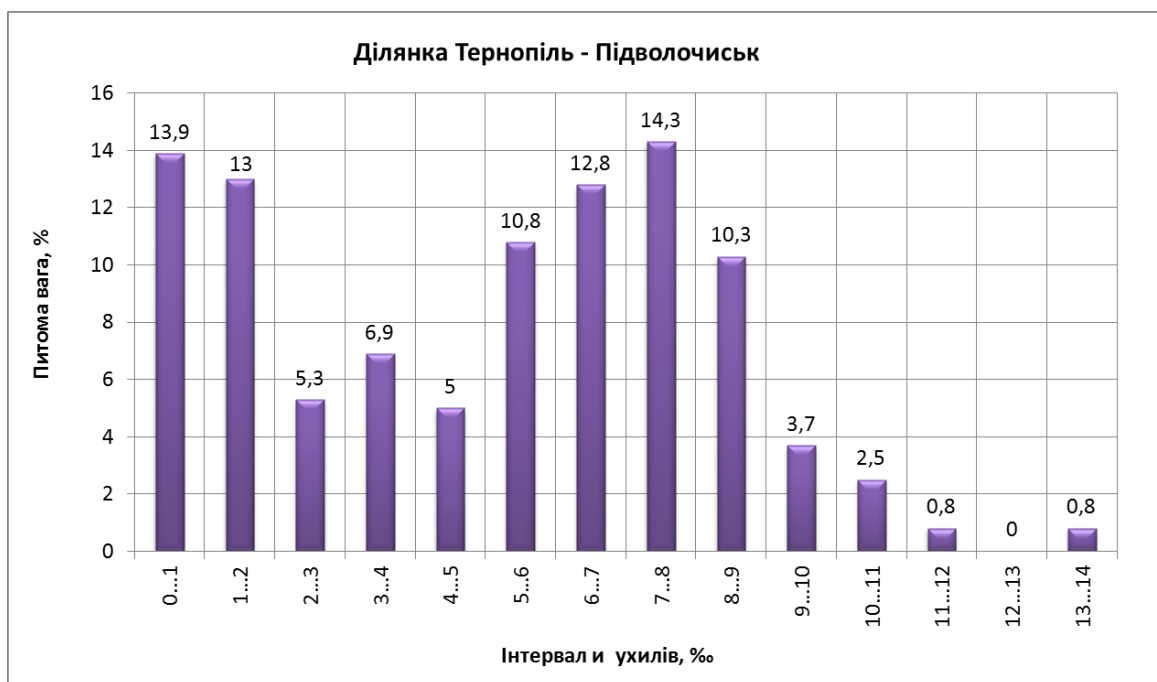


Рисунок 2.2 – Розподіл ухилів

Аналіз гістограми показує, що діапазон ухилів досить значний від -14,0 до 14,0‰, ухили від 8 до 14‰ становить 18,1%. За даними побудованої гістограми величина керівного ухилу рівною 8‰.

2.3 Характеристика плану лінії

Реалізація високих швидкостей руху поїздів залежить насамперед від показників плану лінії. Криві ділянки колії мають радіуси в межах 350 – 6000 м. Багаторадіусні криві складають 34,5% від загальної довжини всіх кривих даної ділянки. Необхідно розглянути можливості заміни їх однорадіусними.

На рисунку 2.3 наведена гістограма розподілу кривих на ділянці. Аналіз гістограми показав, що на ділянці найбільше кривих радіусом від 400 до 600 м. Їхня питома вага від загальної довжини кривих на ділянці складає більше 13%. Також важливо відмітити питому вагу кривих радіусом менше 400 м – 3,54%. Важливими показниками з точки зору впровадження на ділянці прискореного руху є питома вага кривих радіусом менше 1500 та 1200 м, вона складає відповідно 26,55 та 24,4%. Також слід відмітити, що на ділянці значна кількість кривих, які динамічно залежні.



Рисунок 2.3 – Розподіл радіусів

2.4 Характеристика верхньої будови колії

Характеристика верхньої будови колії відповідає III-й категорії колії.

На перегонах застосовуються рейки типу Р65 на залізобетонних шпалах. Епюра шпал складає 1840 шт/км в прямих та кривих радіусом більше 1200 м.

Тип скріплення на перегонах – КБ, на станціях – КБ, ДО, КПП.

Баласт – щебеневий на піщаній подушці. Товщина щебеню – 30-35 см, піщаної подушки – 20 см.

2.5 Характеристика штучних споруд

Серед штучних споруд велика кількість – залізобетонні та металеві мости невеликого отвору. Труби в більшості випадків – круглі.

Відомість штучних споруд представлена в таблиці 2.2. В цій таблиці у дужках наведені дані для другої колії у тих випадках, коли тип штучної споруди або місце її розташування відрізняються від наведених даних для першої колії

Таблиця 2.2 – Відомість штучних споруд

№ з/п	Місце розташування		Тип споруди,м	Отвір, м
	ПК	+		
1	2	3	4	5
1	12880	60,8	м.м	46
2	12891	75,2 (71,4)	з.б.м	12,8
3	12903	73,2	з.б.м	1
4	12914	89	з.б.м	3
5	12919	38,3 (37,9)	з.б.м	3,8
6	12935	12,8	з.б.м	3 (2,5)
7	12940	22,3	з.б.м	5
8	129,49	46,1 (40,5)	м.м	25,4
9	12956	81,7(72,6)	з.б.м (м.м)	4,4 (3,0)
10	12959	84,5	з.б.м	6 (7,4)
11	12970	78,4 (85,7)	к.т. (з.б.м.)	3,8
12	12979	7,2 (10,8)	з.б.м	3x5,9
13	12997	67,1	з.б.м (м.м)	3x5,9 (18,8)
14	13012	61,5 (76,2)	к.т.	3,75 (3,0)
15	13020	59,5	з.б.м (к.т.)	6,1
16	13027	5,9	з.б.т	5
17	13033	91,6	з.б.м (з.б.т.)	4,0 (3,7)
18	13036	91,9	з.б.м.	1
19	13039	89	к.т.	3
20	13041	68	з.б.м	2
21	13044	39,6	к.т.	2,15 (3,0)
22	13046	27,5 (38,6)	з.б.м.	3 (3,7)
23	13050	52,5	з.б.т	1,1
24	13054	94,1	з.б.м	2x3,0 (3,2)
25	13057	86,2	з.б.м (м.м)	3 +2,9+3,0 (2,6)
26	13061	30,5	з.б.м	3,0 +2,9+2,9 (1,7)
27	13077	16,6	к.т.	3,8
28	13084	14,5	з.б.м	1
29	13092	21,2	к.т.	3,9
30	13092	34,2	к.т.	3,9
31	13103	63,2	з.б.т	0,6
32	13108	86,4	к.т. (з.б.т.)	1,6 (2,0)
33	13125	42,3	з.б.м	1,7 (1,8)
34	13127	55,6	з.б.м	3,7 (3,8)
35	13133	52,1	з.б.т	1,4 (1,5)
36	13135	38,1	з.б.т	1,5
37	13139	68,7	з.б.т	1,5
38	13146	96	к.т. (з.б.т.)	5,6 (4,0)
39	13154	99,6	к.т.	5,7 (4,9)
40	13165	31,9	к.т.	5,1 (4,3)
41	13176	9,9	к.т.	4 (3,5)

Продовження таблиця 2.2

1	2	3	4	5
42	13182	51,2	К.Т.	3,8 (3,5)
43	13195	70,5	К.Т.	2,9
44	13207	40	К.Т.	5,6 (4,9)
45	13213	23,1	К.Т.	3,9 (3,2)
46	13219	39	К.Т.	3,5
47	13227	83,4	К.Т.	3,7 (3,0)
48	13231	40,3	К.Т.	1,5
49	13238	68,3	К.Т.	1,5
50	13244	73,7	З.Б.М	3
51	13255	93,7	З.Б.М	3,8 (4,1)
52	13260	29,2	М.М	20,6
53	13263	14,2	З.Б.Т	1,2
54	13270	78	З.Б.Т	1
55	13272	88,7	З.Б.М	1,5
56	13278	17,2	М.М	40,5 (34,6)
57	13285	30,1	З.Б.М	1
58	13290	70,4	К.Т.	3 (5,7)
59	13299	29,4 (29,2)	М.М	27,3 (30,5)
60	13324	74,2	З.Б.М	5 (5,6)
61	13352	36,7	З.Б.М	3,9
62	13359	3,7	З.Б.М	6
63	13365	33,4	З.Б.М	0,4 (1,0)
64	13383	5,5	К.Т.	4,9 (7,5)
65	13386	12,7	К.Т.	2 (1,5)
66	13392	4,2	К.Т.	3 (3,8)
67	13401	56	К.Т.	3

3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ

3.1 Загальні положення

Збільшення швидкостей руху в кривих ділянках колії досягається за рахунок зміни їх основних параметрів (радіусу кривої, довжини перехідної кривої, підвищення зовнішньої рейки).

Найбільш раціональним варіантом є зміна підвищень та довжин перехідних кривих, оскільки вони призводять до менших зсувів. Можливість зміни радіусу необхідно розглядати в кожному випадку окремо.

Під час створення першого проектного варіанту зміни параметрів в першу чергу виконується аналіз причини обмеження швидкості, що дає можливість в першому наближенні визначити який з параметрів потребує зміни. Однак, в більшості випадків, зміна одного з параметрів кривої вимагає зміни інших. Наприклад, якщо змінюється підвищення зовнішньої рейки необхідно перевірити достатність довжин перехідних кривих для його відводу. Якщо швидкість обмежується величиною зміни непогашеного прискорення необхідно збільшити довжини перехідних. Але збільшення довжин перехідних кривих зменшує довжину чистої кругової кривої, яка повинна бути не менше 20 м. Тому необхідно розглядати всі параметри в комплексі, поступово намічаючи шляхи подальшого збільшення швидкостей.

Допустимі швидкості руху поїздів у кривих устанавлюються виходячи з умови не перевищення норм допустимих непогашених прискорень. Допустимі непогашені прискорення для пасажирських поїздів за умовами комфортабельності їзди пасажирів складають $0,7 \text{ м/с}^2$. В окремих обґрунтованих випадках з метою ліквідації обмежень швидкості в окремих кривих з дозволу Укрзалізниця залежно від типу локомотива може збільшити поперечне непогашене прискорення, що допускається, до 1 м/с^2 [4].

Допустиме непогашене прискорення для вантажних поїздів з умови неперевантаження зовнішньої або внутрішньої нитки кривої – $\pm 0,3 \text{ м/с}^2$.

Допустима швидкість у кругових кривих з умови не перевищення норм

допустимих прискорень визначається за формулою:

$$V_{\text{дон}} = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{нн}}] + 0,00613h)} \quad (3.1)$$

де R – фактичний радіус кривої, м;

h – фактичне або рекомендоване підвищення, мм;

$[\alpha_{\text{нн}}]$ – допустиме прискорення для відповідної категорії поїздів, м/с^2 .

Допустима швидкість в окремо розташованій кривій визначається по радіусу R , величині підвищення h і для середньої частини кривої з використанням формули 3.1. Для багаторадіусних кривих допустима швидкість розраховується по частині кривої з мінімальним радіусом і відповідному цій частині підвищенню. При цьому для ділянок з іншими радіусами багаторадіусних кривих повинне забезпечуватися дотримання нормативів по граничних непогашених прискореннях.

В окремих випадках при розбіжностях відводів підвищення й кривизни та при коротких довжинах одного з відводів варто перевірити допустиму швидкість по неперевищенню величини зміни непогашеного прискорення [4].

Перевірка здійснюється з використанням формули:

$$V_{\text{дон}} = 3,6 \cdot \frac{[\varphi] \cdot l_{\text{пер}}}{[\alpha_{\text{нн}}]} \quad (3.2)$$

де $[\varphi]$ – величина зміни непогашеного прискорення, яке дорівнює $0,6 \text{ м/с}^2$;

$l_{\text{пер}}$ – довжина перехідної кривої, м.

Також необхідною є перевірка допустимої швидкості за умовою неперевищення допустимої величини відводу підвищення зовнішньої рейки. Величина відводу $l_{\text{пер}}$ розраховується за формулою:

$$i = \frac{h}{l_{\text{пер}}} \quad (3.3)$$

Допустима швидкість за умовою неперевищення допустимої величини відводу підвищення зовнішньої рейки визначається за даними [5].

Допустимі швидкості руху по сполученнях кривих встановлюються з умови забезпечення плавності і безпеки руху. При наявності сполучень кривих, що не відповідають технічним вимогам (по довжині прямих вставок, перехідним кривим, крутості відводів підвищень), слід передбачати виконання необхідних робіт з їхньої перебудови і приведення плану лінії у відповідність із чинними технічними умовами і нормами.

При визначенні допустимих швидкостей руху по сполученнях слід керуватися формулами, які приведені в графіках, які наведені у додатку Д «Правил визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей у кривих ділянках колії» [4].

3.2 Побудова координатної моделі плану для початкового стану

Евольвента модель є традиційною. В складних випадках рішення, що отримане за допомогою цієї моделі, так чи інакше не відповідатиме дійсності. Точне рішення дає тільки координатна модель. При проектуванні слід остаточне рішення обов'язково отримувати у вигляді координатної моделі, оскільки вона є точною. При створенні координатної моделі видаляються суміжні фрагменти з однаковими радіусами і перевіряється можливість влаштування радіоїдальних спіралей. Слід відзначити, що близькі значення радіусів практично неможливо поєднати радіоїдальною спіраллю, що перевіряється при побудові координатної моделі. В програмі при побудові координатної моделі блокується застосування радіоїд з кутом повороту більше 60 градусів (величину можливого кута можливо змінити у меню програми). Для запобігання таких ситуацій слід обмежувати максимальну довжину проміжної перехідної кривої (особливо поміж кривими з близькими значеннями радіусів), задаючи менше відповідне значення, або застосовувати нульові перехідні криві.

Отже будування 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.

Для розрахунку плану по заданому профілю у програму RWPlan [6] розрахункові дані задаються у вигляді текстового файлу з координатами. Ці дані доволі легко читаються у програмі. В програмі RWPlan реалізована можливість розглянути всю ділянку, яка складається різноманітними кривими. На рисунку 3.1 наведений алгоритм послідовності виконання розрахунків.

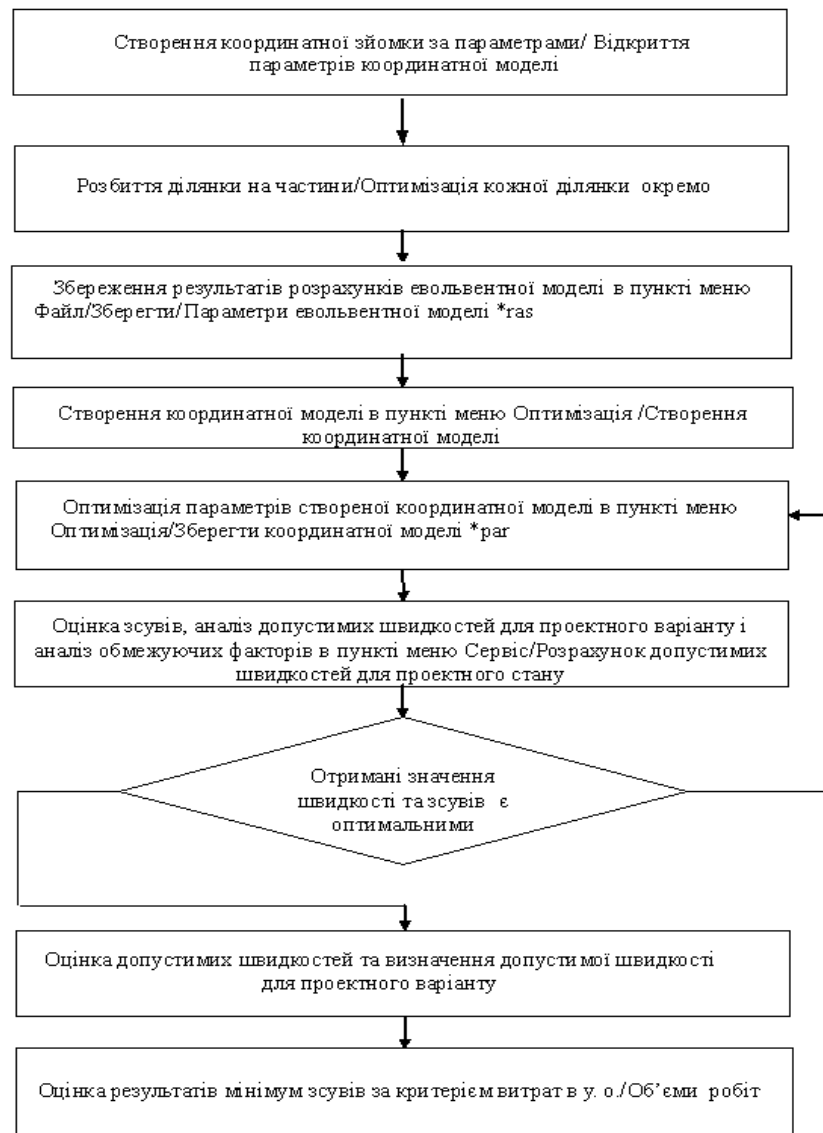


Рисунок 3.1 – Алгоритм послідовності виконання розрахунків

При відомих параметрах плану (радіусах, довжинах перехідних і кругових кривих, а також прямих) можна створити файл псевдозйомки з координатами окремих точок такого плану, а потім виконувати розрахунки перебудови, прочитавши цей файл як координатну зйомку. Обравши в меню

«Файл/Створити/Файл координатної зйомки за параметрами», ми отримуємо наступне вікно (рисунок 3.2).

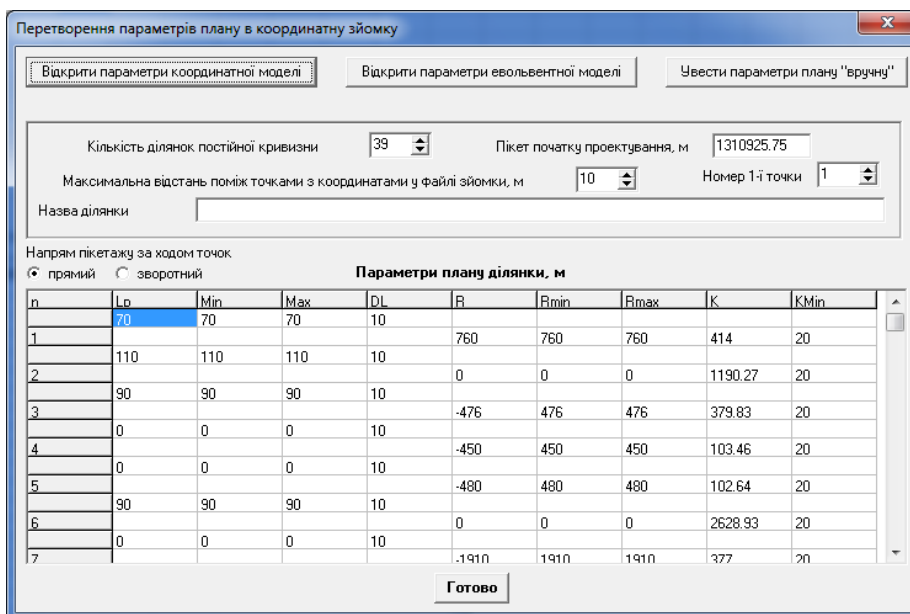


Рисунок 3.2 – Перетворення параметрів плану в координатну зйомку

Для отримання параметрів плану можна прочитати файл програми з параметрами евольвентної або координатної моделей, а також створити параметри плану «вручну» безпосередньо в цьому вікні.

При читанні файлів кількість ділянок постійної кривизни і пікет початку проектування беруться з цих файлів і не редагуються, а при «ручному» введенні ці характеристики можна змінювати. Після заповнення таблиці параметрів значеннями вони перевіряються на коректність, за ними створюється координатна модель і записується файл координатної зйомки.

Перед записом файлу зйомки надається можливість завдання початкових координат і довжин прямих на початку і в кінці (рисунок 3.3). Після чого ми можемо отримати план ділянки (рисунок 3.3)

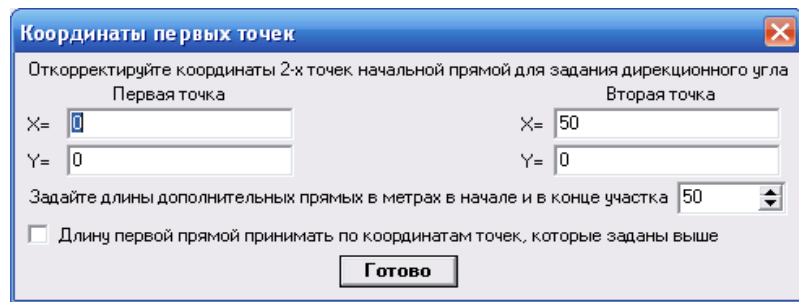


Рисунок 3.3 – Координати перших точок

Якщо потрібно, щоб координати першої прямої відповідали заданим, увімкніть прапорець на цій формі.

Якщо параметри плану вводились «вручну», то записується і файл з параметрами координатної моделі.

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.

3.3 Перебудова плану лінії

При розрахунку довгих ділянок, що містять криві різних напрямків і проміжні прямі, у ряді випадків оптимізація йде достатньо довго. Більш ефективно в такому випадку попередньо розбити ділянку на частини, оптимізувати кожну з цих частин, а потім завантажити для всієї ділянки параметри ділянки частинами і оптимізувати їх.

Розбиття на частини можливе тільки для координатної зйомки, тому у випадку іншого типу зйомки доцільно спочатку зберегти таку зйомку як координатну.

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

При виборі розбиття по точках зйомки з'являється вікно, яке пропонує вказати, яка кривизна на прямій допустима для автоматичного розбиття на частини (рисунок 3.4).

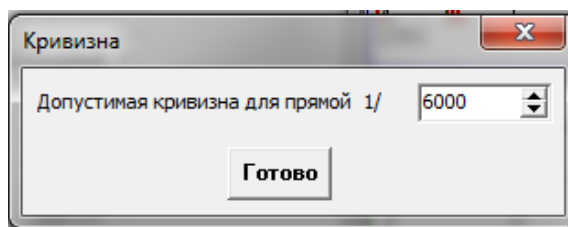


Рисунок 3.4 – Допустима кривизна для прямої

Допустимий діапазон залежить від кривизни, при якій можна сполучити пряму з круговою кривою без перехідної кривої, і від максимального радіусу зламу. Чим менший знаменник буде вказаний в цьому вікні, тим більше частин буде отримано в результаті розбиття.

Після цього з'являється вікно введення точок розбиття, кутотограма і кривизна ділянки (рисунок 3.5 – 3.7).

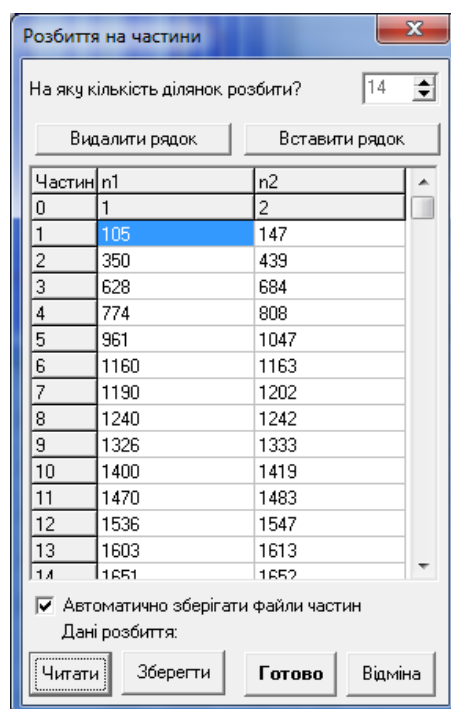


Рисунок 3.5 – Вікно границь частин, на які розбитий план

Відшукування потрібних точок проводиться візуально за допомогою графіків кутотограми і кривизни ділянки. На графіках при відповідному збільшенні або по лівій кнопці миші легко відшукати точки, які орієнтовно лежать на прямій, що розділяє фрагменти. Пари точок, які фіксують прямі, вводяться в таблицю і відображаються вертикальними синіми лініями на графіках. При вказані мишею

на рядок в таблиці розбиття, відповідна пара показується зеленим кольором.

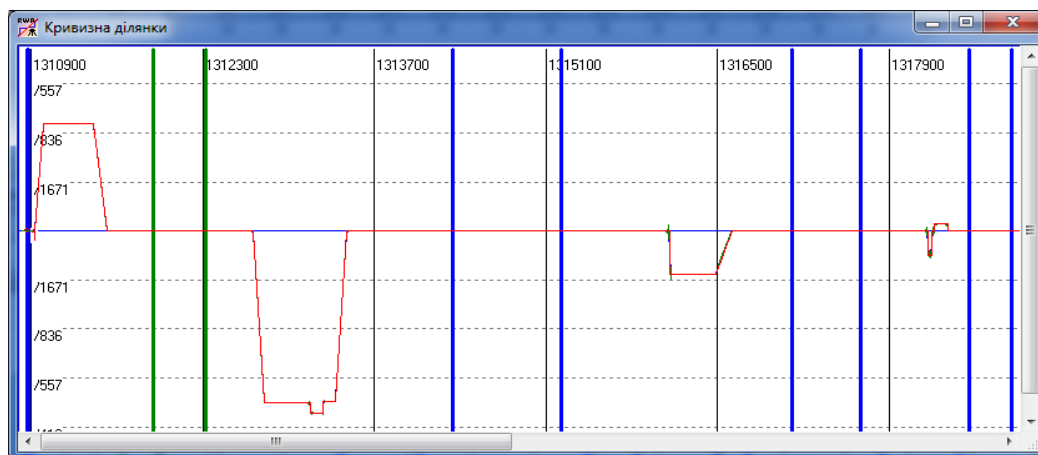


Рисунок 3.6 – Кривизна ділянки

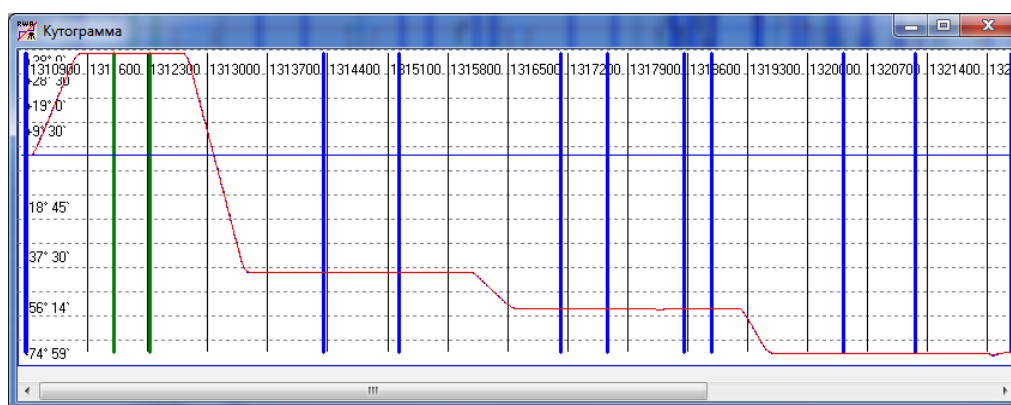


Рисунок 3.7 – Кутограма ділянки

Аналіз графіків кривизни та кутограми дає можливість уточнити кількість частин для розбиття і пікетаж або номери точок в місцях розбиття. Слід зазначити, що ці показники можна корегувати в процесі розбиття. Відшукування потрібних точок проводиться візуально за допомогою графіків кутограми і кривизни ділянки, фрагмент яких наведені на рисунках 3.6 та 3.7 відповідно. На графіках при відповідному збільшенні або по лівій кнопці миші легко відшукати точки, які орієнтовно лежать на прямій, що розділяє фрагменти. Пари точок, які фіксують прямі, вводяться в таблицю і відображаються вертикальними синіми лініями на графіках. При вказанні мишею на рядок в таблиці розбиття, відповідна пара показується зеленим кольором.

Набір пар точок можна зберегти в текстовому файлі і в подальшому

читати цей файл для повторення або коректування розбиття.

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):

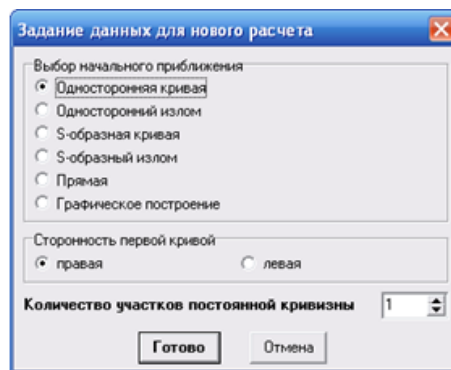


Рисунок 3.8 – Вибір початкового наближення

Для прикладу візьмемо ділянку під номером 5

Після вводу нових параметрів отримуємо початкове наближення кривої.

Після чого виконуємо оптимізацію евольвентної моделі (рисунок 3.9).

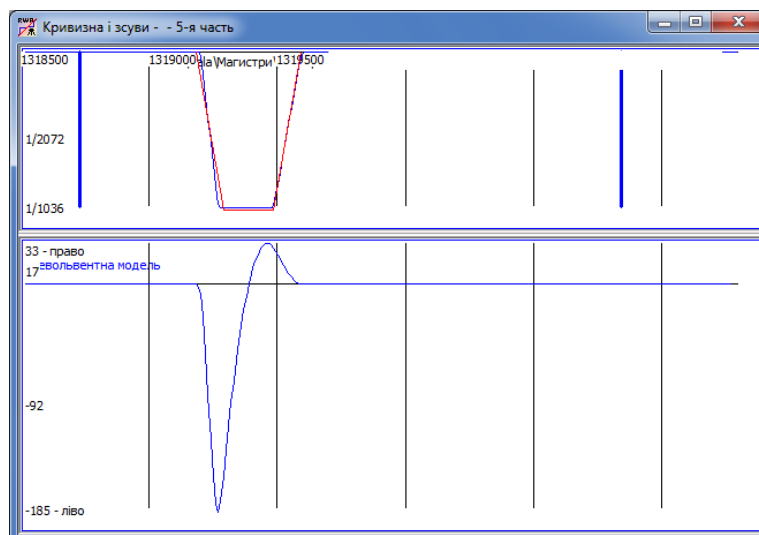


Рисунок 3.9 – Графік кривизни та зсувів евольвентної моделі

Перед початком оптимізації перевіряємо розрахункові значення. Задаємо

швидкість на ділянці та максимальну величину зсувів. Якщо ці норми не виконуються поступово зменшується швидкість.

Після оптимізації отримуємо евольвентну модель, яка задовольняє всім вимогам по швидкості та зсувам. Після цього створюємо координатну модель та оптимізуємо її. При даній оптимізації виконується згладжування складових частин моделі (рисунок 3.10).

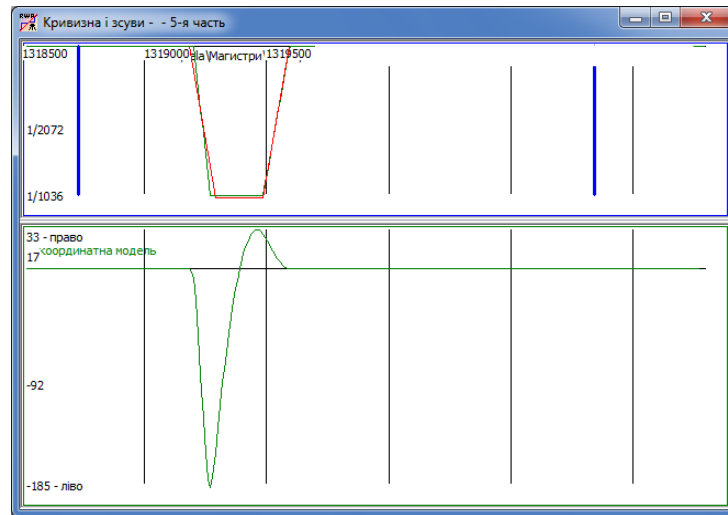


Рисунок 3.10 – Оптимізація координатної моделі

Далі визначаємо підвищення по максимальній швидкості (рисунок 3.11).

Рисунок 3.11 – Вибір потрібних швидкостей

Задаємо швидкість пасажирських поїздів, натискаємо «Готово» і отримуємо проектні підвищення і швидкості (рисунок 3.12). При цьому створюється текстовий файл з розширенням *.spp.

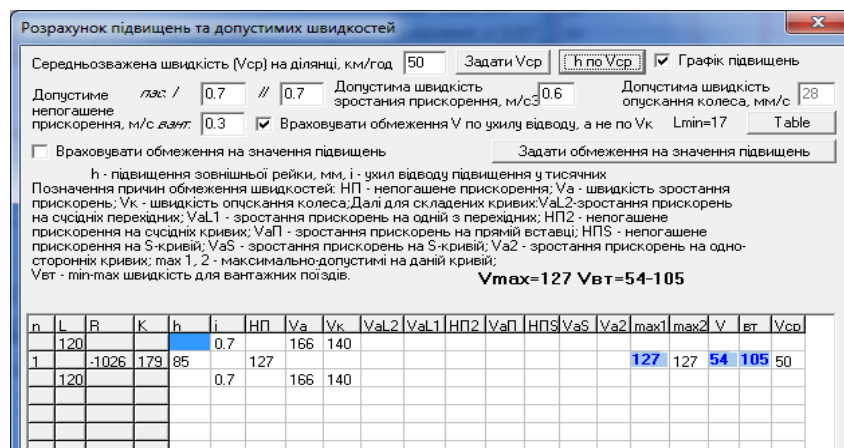
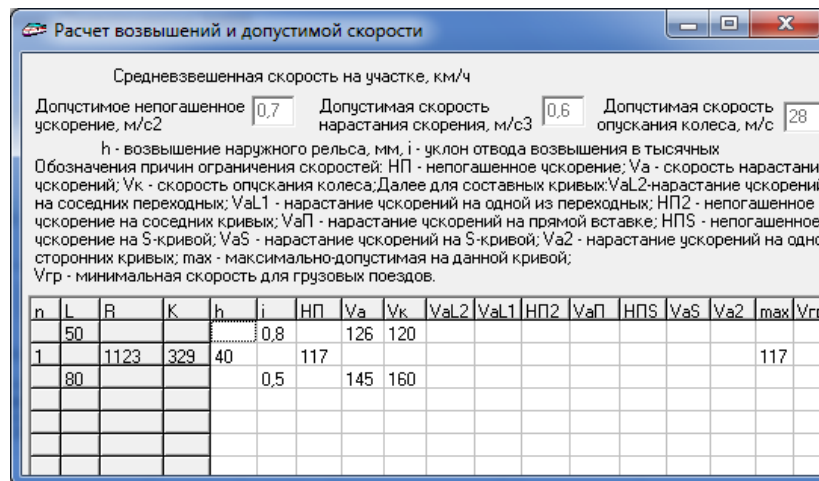


Рисунок 3.12 – Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей до та після оптимізації

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.

Зберігаємо файл координатної зйомки, параметри координатної моделі та параметри евольвентної моделі. Після цього ми отримуємо графік зсувів в цілому по ділянці (рисунок 3.13).

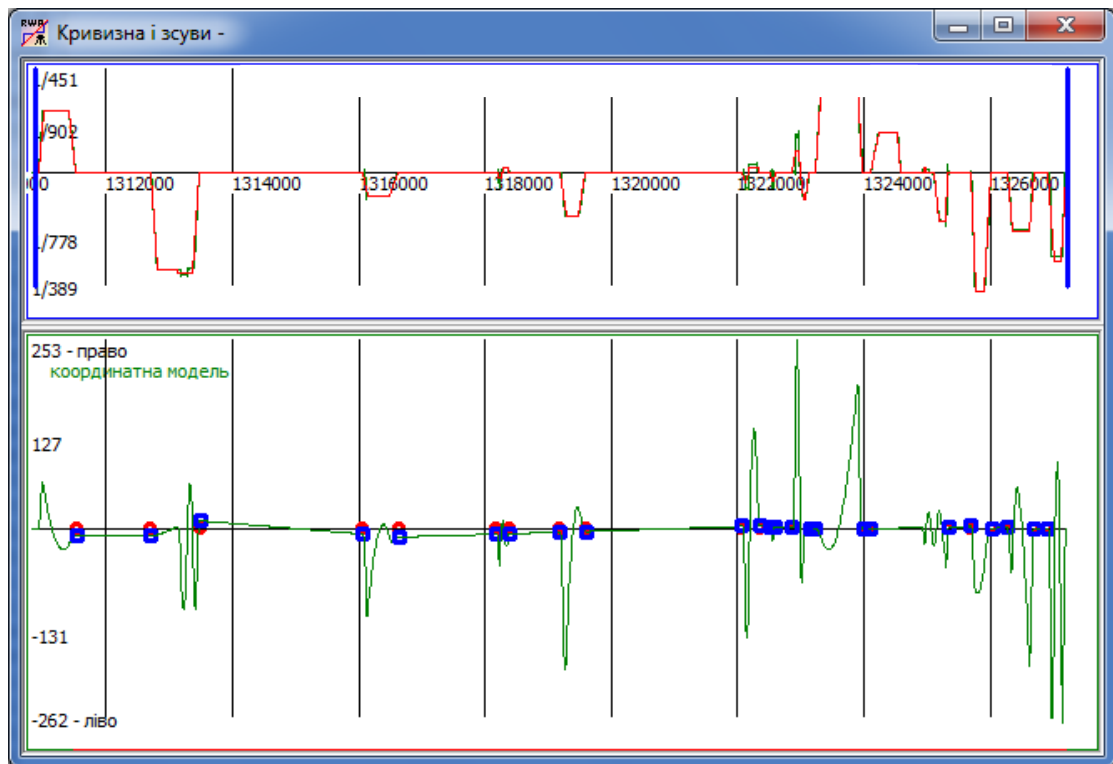


Рисунок 3.13 – Графік кривизни і зсувів для всієї ділянки

Використовуючи програму RWPlan розрахуємо можливі швидкості на ділянці Тернопіль – Підволочиськ. Максимально допустимі швидкості для існуючої лінії розраховуємо в меню «Сервіс».

Розрахунки допустимої швидкості для існуючих кривих потребують існуючих значень підвищень зовнішньої рейки. Задаємо спочатку середньозважену швидкість, потім виконуємо підбір підвищення по максимальній швидкості (рисунок 3.14).

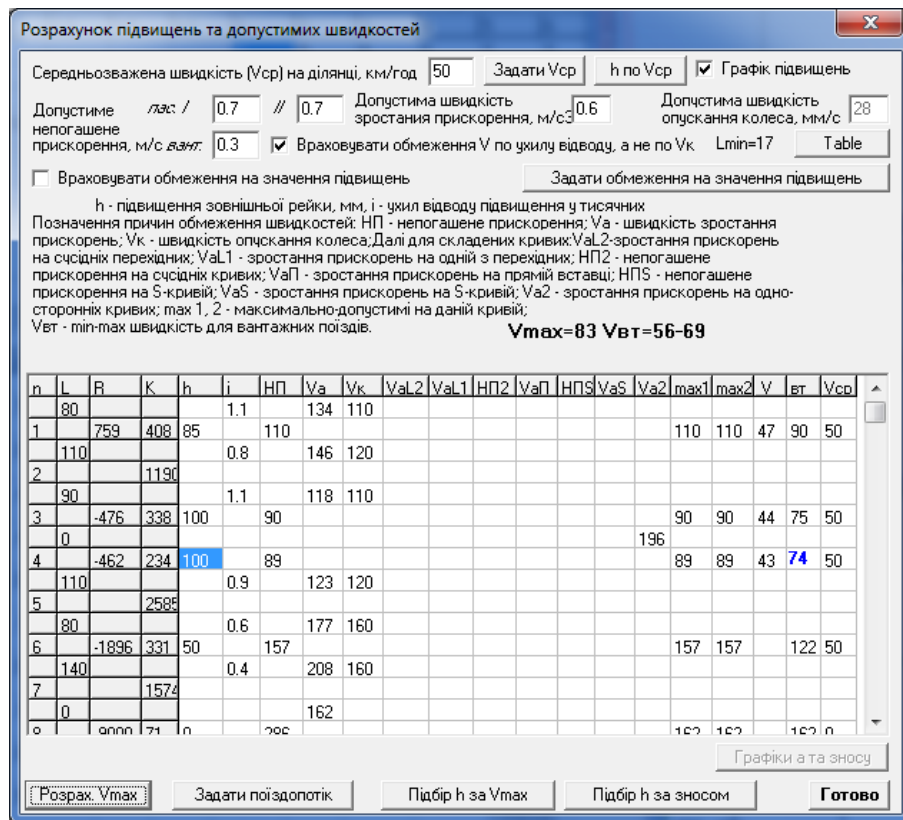


Рисунок 3.14 – Розрахунок підвищень і швидкості

Закінчуємо підбір – кнопка «Готово».

В результаті підрахунку створюється текстовий файл з уширенням *.spr і будуватиметься графік допустимих швидкостей (рисунком 3.15).

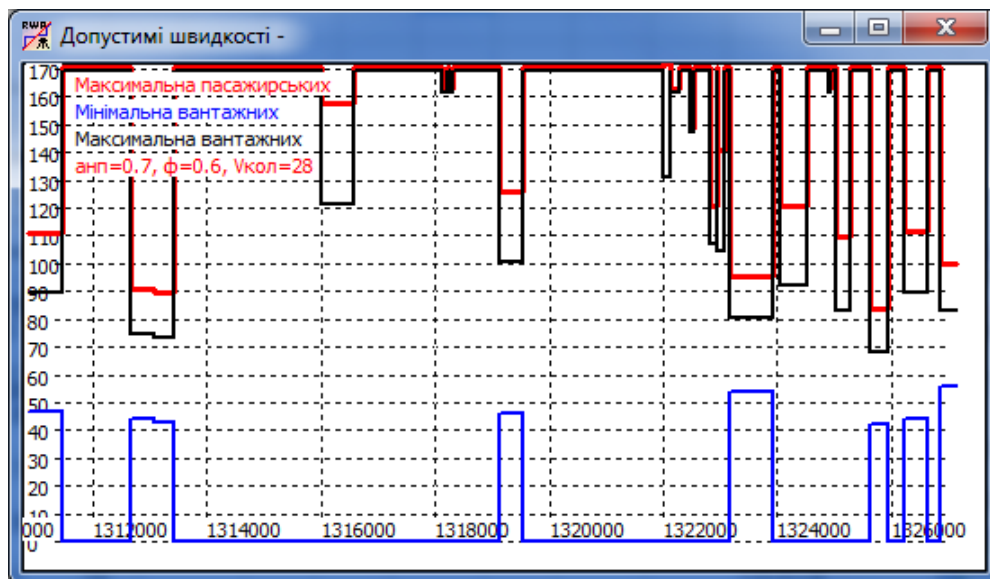


Рисунок 3.15 – Графік допустимих швидкостей

На графіку показано максимальна швидкість руху пасажирських

поїздів, мінімальна та максимальна швидкість вантажних поїздів.

Отримане таким шляхом рішення не забезпечує нормативи непогашених прискорень. Тому його слід відкоригувати з використанням методики визначення підвищень з мінімізацією зносу.

В програмі RWPlan треба визначити підвищення, що забезпечують мінімальній знос, а потім за допомогою програми MoveRW відкоригувати швидкість поїздів, щоб забезпечити нормативи непогашених прискорень.

Таким чином викладена методика перевлаштування плану ділянок з великою кількістю кривих дає можливість виконати тягові розрахунки і порівняти з існуючим планом. Результати параметрів кривих та максимально допустимої швидкості для ділянки Тернопіль – Підволочиськ після оптимізації наведені у додатку Б.

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗМЕЖУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТА ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

До цього часу на головних напрямках мережі залізниць України зберігається суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів. Одним з основних завдань, викладених у Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [14] є вирішення проблеми розподілу мережі на лінії з переважно вантажним та переважно пасажирським рухом та підвищити пропускну спроможність перевезень. Різниця між максимальною швидкістю вантажних і пасажирських поїздів за останніх десять років збільшилася в середньому в 1,5 рази. При цьому зменшується провізна спроможність лінії, на якій впроваджується швидкісний рух, і у випадку недостатніх резервів виникає необхідність її посилення. Суттєво відрізняються й маси поїздів, а тому загострилися проблеми експлуатаційного й технічного характеру, пов'язані з розладами верхньої будови колії.

При суміщеному русі поїздів порівняно з напрямками, спеціалізованими для перевезень вантажів та пасажирів, різко знижується пропускну спроможність і надійність виконання графіка руху та в 1,5-2 рази збільшуються витрати на ремонт і утримання залізничної колії [15]. Внаслідок цього на практиці часто застосовують передачу транзитного вантажопотоку на паралельні ходи. Як результат виникає необхідність у реконструкції таких напрямків для освоєння вантажопотоку, що передається. На сьогодні пропускну спроможність окремих напрямків залізниць не задовольняє вимогам щодо обсягів та швидкості вантажних перевезень, суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів по одних і тих же ділянках стримує впровадження швидкісного руху.

В даній роботі розглянуто задачу розподілення поїздопотоків в комплексі (рисунок 4.1):

- 1) збільшення терміну служби елементів ВБК
- 2) підвищення швидкості руху поїздів

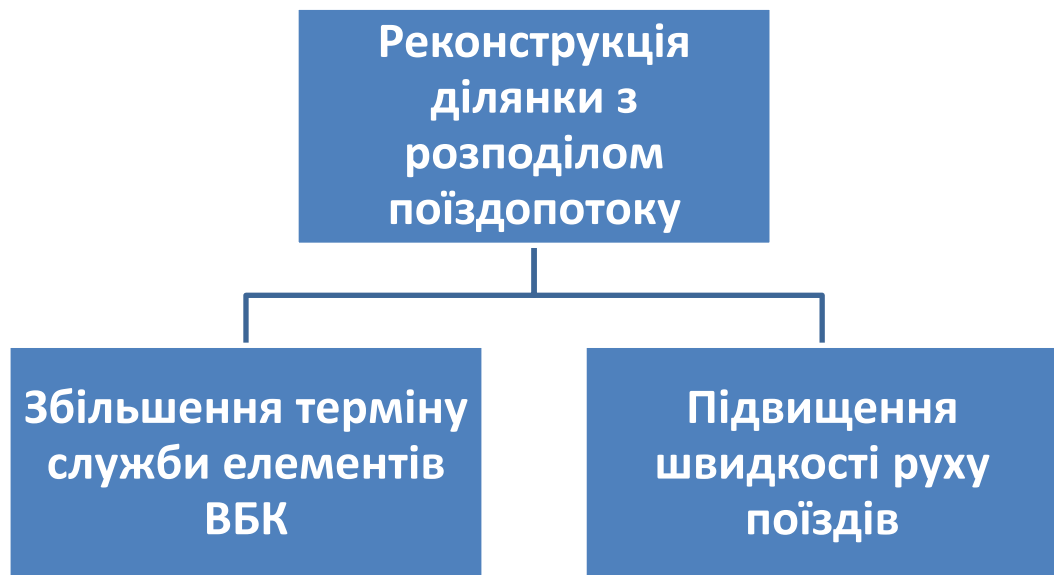


Рисунок 4.1 – Задача розподілення поїздопотоків

Для вирішення першої задачі було визначено додатковий приведений знос на дослідній ділянці при різних варіантах поїздопотоків.

Максимально-допустимі швидкості для початкового і проектного станів розраховуються в меню **Сервіс**. розрахунки допустимої швидкості для [початкового стану](#) вимагають існуючих значень підвищень зовнішньої рейки.

Для проектного варіанту можна попередньо визначити значення підвищень, задавши спочатку середньозважену швидкість і допуски по всій ділянці («h по V_{cp} »).

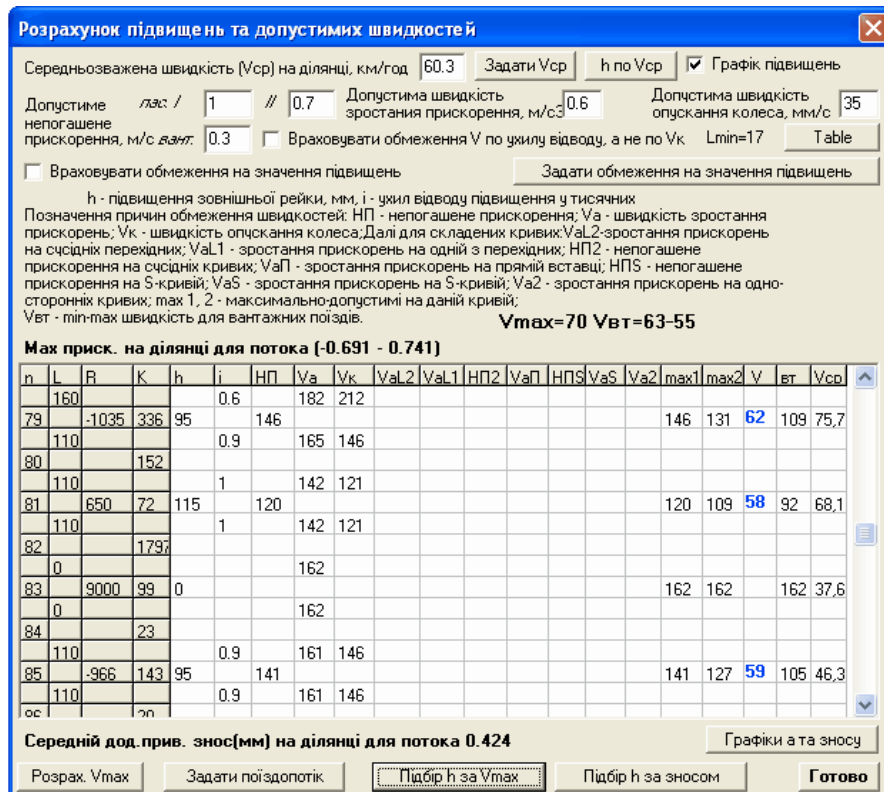


Рисунок 4.2 – Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей

Відкорегувавши h , можна перерахувати допустиму швидкість («Розрахунок V_{max} »).

Також в цьому вікні задається порядок обліку відведення підвищення за відсутності перехідної кривої. В цьому випадку довжина відведення для оцінки допустимої швидкості по ухилу відведення може задаватися або рівній довжині бази вагону, або меншою. При завданні нуля довжина відведення буде прийнята 0,1 м.

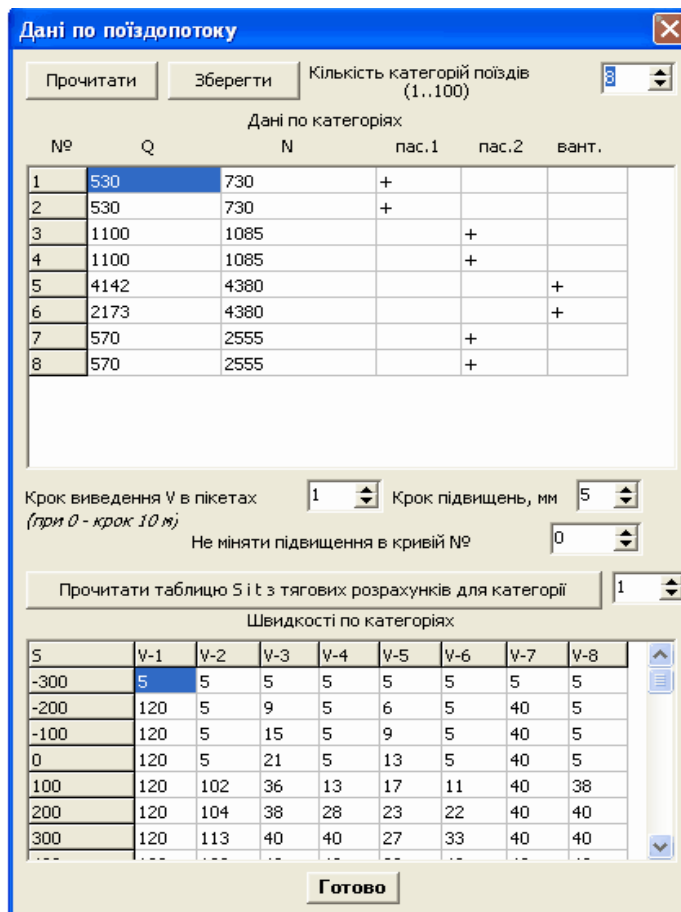


Рисунок 4.3 – Дані поїздопотокі

Головка рейки під час впливу коліс рухомого складу зношується по площинам контакту рейки і коліс. Контактна взаємодія коліс і рейки відбувається по верхній поверхні кочення головки рейки, а також по боковій робочій грані і радіусній викружці, яка з'єднує поверхню кочення і бокову робочу грань (рисунок 4.4).

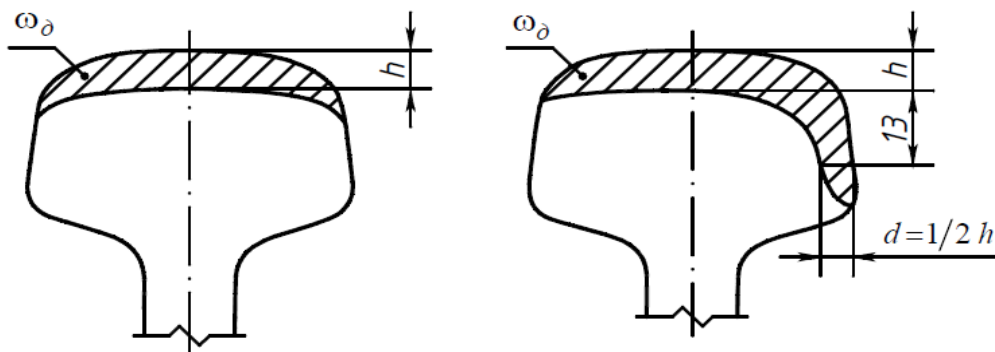


Рисунок 4.4 – Вертикальний знос поверхні кочення головки і боковий знос робочої грані рейки

В кількісному відношенні – величина зносу залежить від кількості колісних впливів (тобто пропущеного по рейках тоннажу, T), а також від величини діючих колісних навантажень P і швидкості руху коліс відносно рейок та інших фактів. В якісному відношенні слід розуміти, що те, що прийнято називати зносом поверхні кочення головки рейки, є насправді деформація (тобто зміни розміру і форми) головки рейки під впливом навантажень. Фізично ця деформація початкового окреслення головки рейки пояснюється наслідком двох процесів, що протікають одночасно: зминанням металу під впливом високих контактних тисків і його стиранням внаслідок тертя кочення. В першому випадку відбувається деформація зминання, в другому – винос частинок металу з поверхні кочення рейки. І в тому і в іншому випадку це виражається у зменшенні початкових розмірів головки рейки по висоті і ширині, що й прийнято називати вертикальним і боковим зносом.

Дослідження показали, що знос ω залежить від цілої низки експлуатаційних факторів:

$$\omega = f(T, P_{cm}, V, d, \Delta P_{дин}) \quad (4.1)$$

До експлуатаційних факторів відносяться:

T – пропущений по рейках тоннаж, млн. т брутто за період, який розглядається;

P_{cm} – статичні колісні навантаження на осі рухомого складу, який пройшов по рейках (в розрахунках зазначена характеристика враховується середньозваженою по тоннажу величиною пропущених колісних навантажень, кН/вісь);

V – дотична швидкість переміщення коліс відносно рейки (в розрахунках слід враховувати середньозважену по тоннажу швидкість рухомого складу, м/с);

d – діаметри коліс рухомого складу, який пройшов по рейках (в розрахунках враховується середньозваженим значенням діаметрів коліс, що пройшли по рейках, м);

$\Delta P_{дин}$ – додаткові до статичного колісного навантаження динамічні сили добавки від коливань рухомого складу, які передаються від коліс на рейки.

Підвищення швидкості руху (друга задача) було досягнуто за рахунок винесення вантажних поїздів на паралельні ходи.

Дослідження пропускної спроможності залізничного напрямку з паралельними ходами показали, що добове розподілення поїздопотоків між напрямками з паралельними ходами неоднорідне. Внаслідок цього витрати залізниці на просування поїздопотоків є неоптимальними. Виявлено, що при подальшому зростанні обсягів перевезень необхідно проводити перерозподіл поїздопотоків між паралельними ходами залізничного напрямку.

Для вирішення поставлених завдань розглянуто ділянку Тернопіль – Підволочиськ, яка є частиною напрямків Львів – Київ, Львів – Одеса.

Структура поїздопотоку по варіантам наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Структура поїздопотоку по варіантам

Варіанти	Важкі		Середні		Легкі		Пасажирські		Прискорені	
	Q=4000		Q=3000		Q=2000		Q=1000		Q=175	
	N	V	N	V	N	V	N	V	N	V
0	15	70	15	80	15	90	10	100	4	140
1	10	70	15	80	15	90	10	100	4	140
2	5	70	15	80	15	90	10	100	4	140
3	0	70	15	80	15	90	10	100	4	140
4			10	80	15	90	10	100	4	140
5			5	80	15	90	10	100	4	140
6			0	80	15	90	10	100	4	140
7					10	90	10	100	4	140
8					5	90	10	100	4	140
9					0	90	10	100	4	140

Визначення додаткового приведенного зносу

За допомогою програми *RWPlan* було визначено декілька варіантів зносу рейок. Для забезпечення мінімального зносу рейок, було вирішено зробити перерозподіл поїздопотоку. Таким чином було вирішено перерозподілити вантажні поїзди за іншим напрямком та залишити пасажирські і прискорені, що призвело до зменшення зносу рейок.

Таблиця 4.2 – Варіанти розрахунку

Варіанти	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мін. знос	0.331	0.301	0.269	0.237	0.209	0.181	0.153	0.121	0.088	0.054
Vmax	0.362	0.331	0.301	0.270	0.238	0.206	0.174	0.134	0.095	0.056

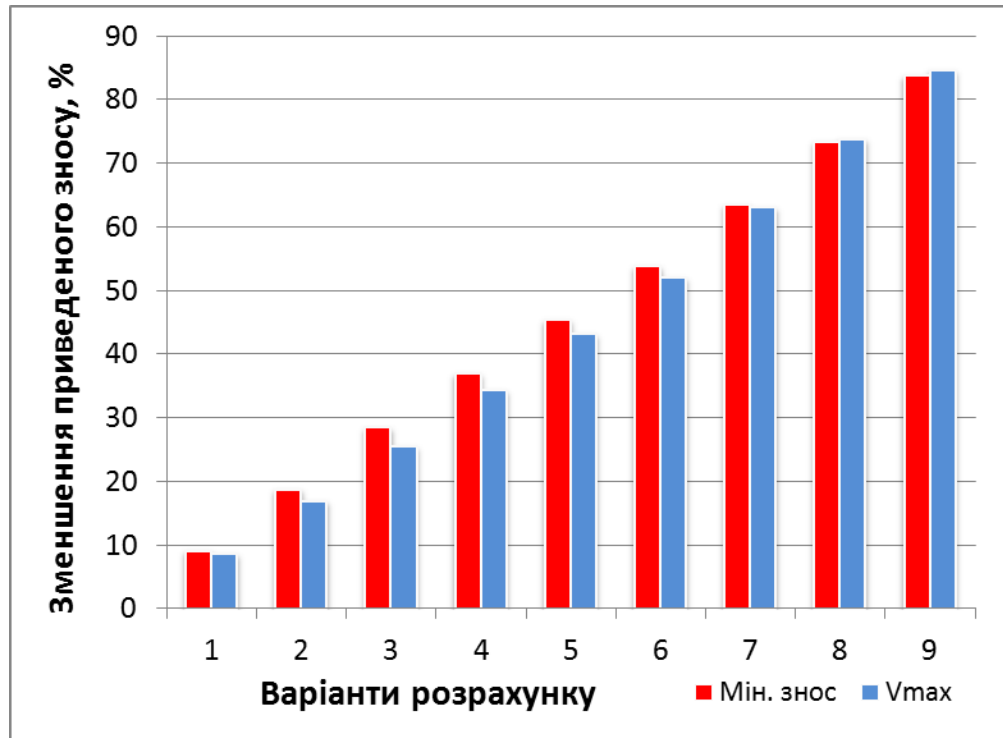


Рисунок 4.4 – Діаграма зменшення зносу рейок при перерозподілі поїздопотоків

Підвищення швидкості руху

Для підвищення швидкості руху був розглянутий варіант зі зменшенням кількості вантажних поїздів з переводом на паралельні ходи (див. рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Напрямки перерозподілу поїздопотоків

Для кожного варіанту було пораховано середньозважена швидкість та мінімально рекомендовані радіуси з урахуванням непогашених прискорень.

Середньозважена швидкість поїздопотоків:

$$V_{\text{ср.зв}}^2 = \frac{\sum N_i \cdot Q_i \cdot V_i^2}{\sum N_i \cdot Q_i} \quad (4.2)$$

де N_i – кількість поїздів;

Q_i – маса поїздів, т;

V_i – ходові швидкості поїздів, км/год.

Мінімально рекомендовані радіуси:

$$R_{\text{max нас}} = \frac{V_{\text{max нас}}^2 - V_{\text{ср.зв}}^2}{3,6^2 [\alpha_{\text{нп}}]_{\text{нас}}}$$

(4.3)

Результати розрахунків занесені до таблиці 4.3, 4.4.

Таблиця 4.3 – Середньозважена швидкість

Варіанти	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vсер.звж.	80,3	81,8	83,8	86,7	88,1	90,2	93,6	94,8	97,0	103,1

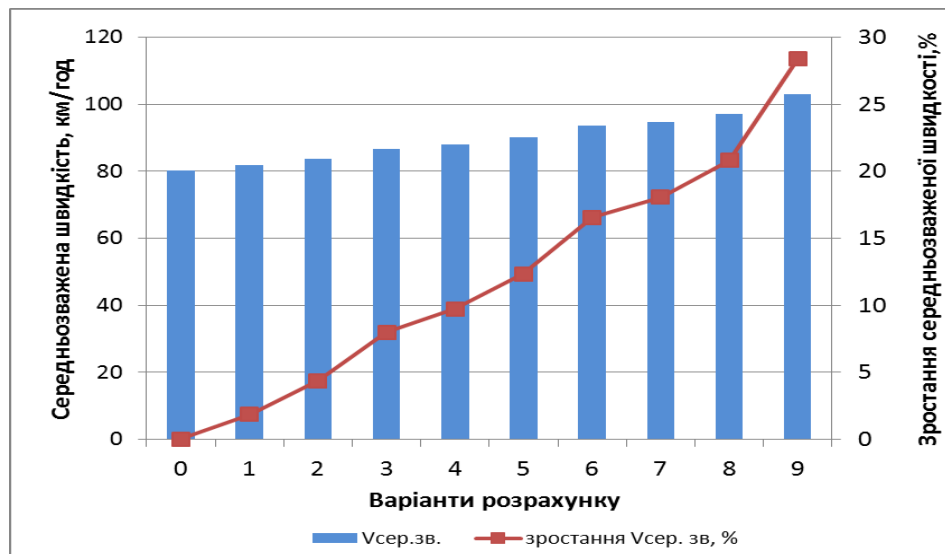


Рисунок 4.6 – Зміна середньозваженої швидкості

Таблиця 4.4 – Мінімальні рекомендовані радіуси

Варіанти	Мінімально рекомендовані радіуси			
	$\alpha=0,7$	$\alpha=0,8$	$\alpha=0,9$	$\alpha=1,0$
0	1450	1269	1128	1015
1	1423	1245	1107	996
2	1386	1213	1078	970
3	1331	1165	1035	932
4	1305	1142	1015	913
5	1265	1106	984	885
6	1194	1045	929	836
7	1171	1024	910	819
8	1124	983	874	787
9	989	865	769	692

Таким чином мінімально допустимі радіуси з прибиранням важких поїздів зменшуються і при цьому не втрачається швидкість руху поїздів.

Також було пораховано:

– розрахункові підвищення

$$h_p = 12,5 \frac{V_{\text{сер}}^2}{R} \quad (4.4)$$

– мінімальні підвищення пасажирських поїздів

$$h_{\text{min пас}} = 12,5 \frac{V_{\text{max пас}}^2}{R} - 115 \quad (4.5)$$

– максимальні підвищення вантажних поїздів

$$h_{\text{max}} = 12,5 \frac{V_{\text{min вантаж}}^2}{R} + 49 \quad (4.6)$$

– мінімальні підвищення вантажних поїздів

$$h_{\text{min вантаж}} = 12,5 \frac{V_{\text{max вантаж}}^2}{R} - 49 \quad (4.7)$$

Залежність розрахункових підвищень зовнішньої рейки від радіуса кривої ділянки можемо побачити на рисунках 4.6 – 4.9.

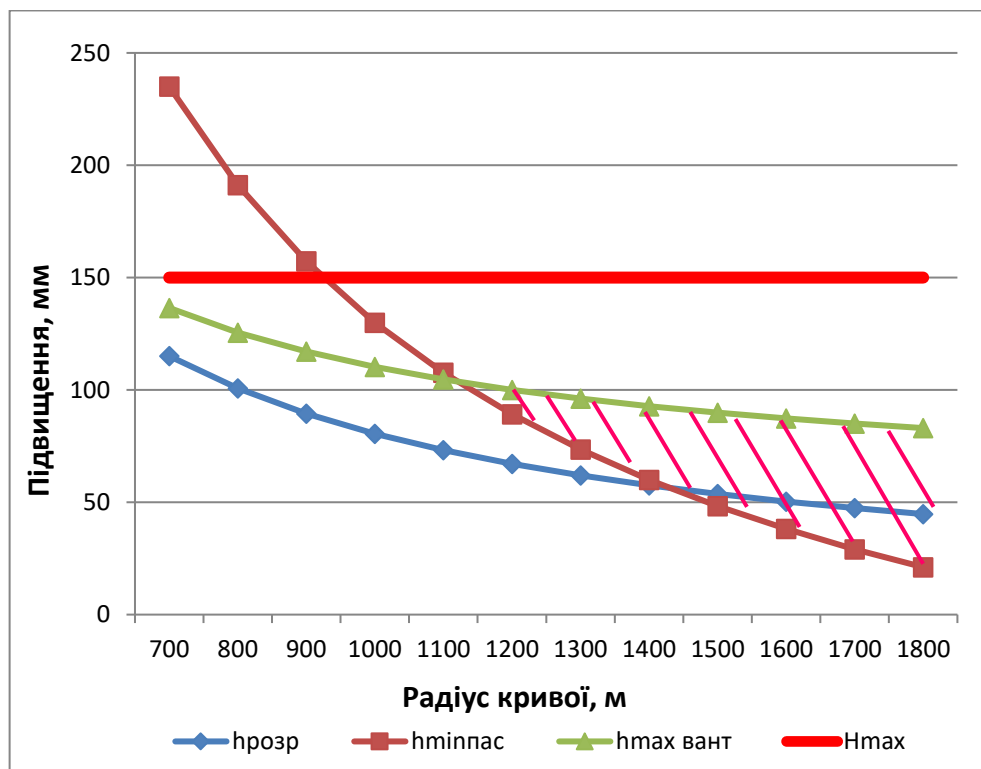


Рисунок 4.6 – Радіус кривої існуючого варіанту

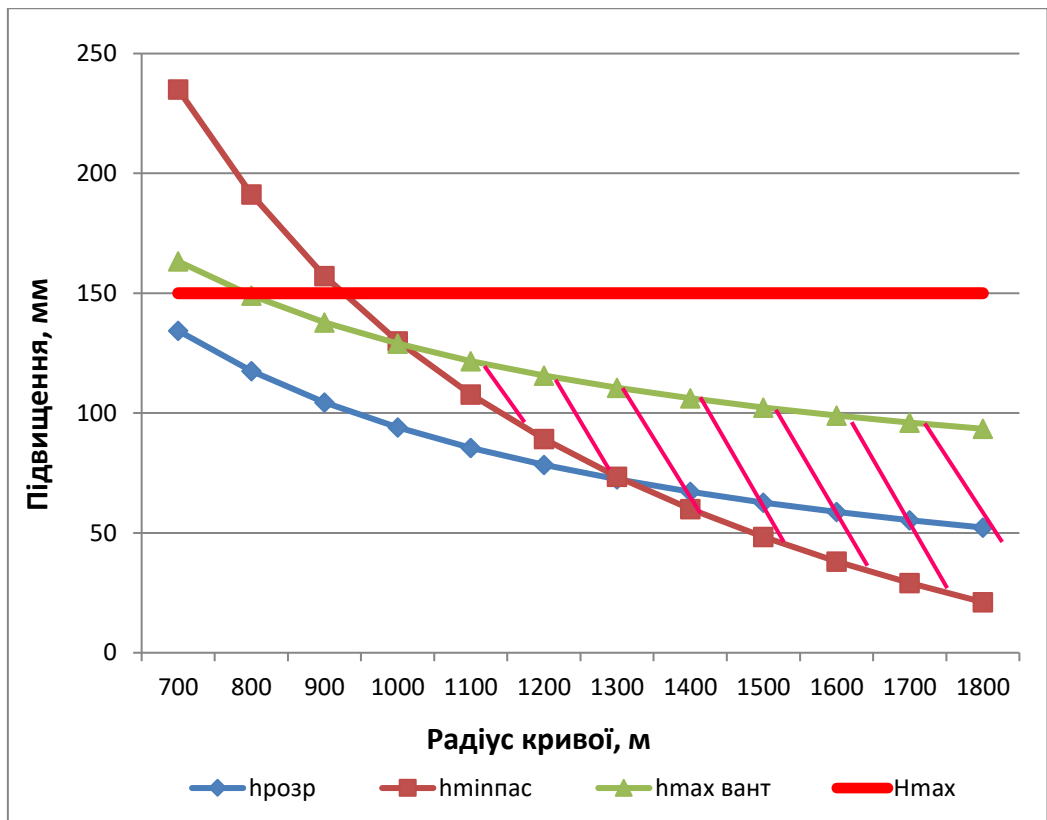


Рисунок 4.7 – Радіус кривої без важких вантажних поїздів

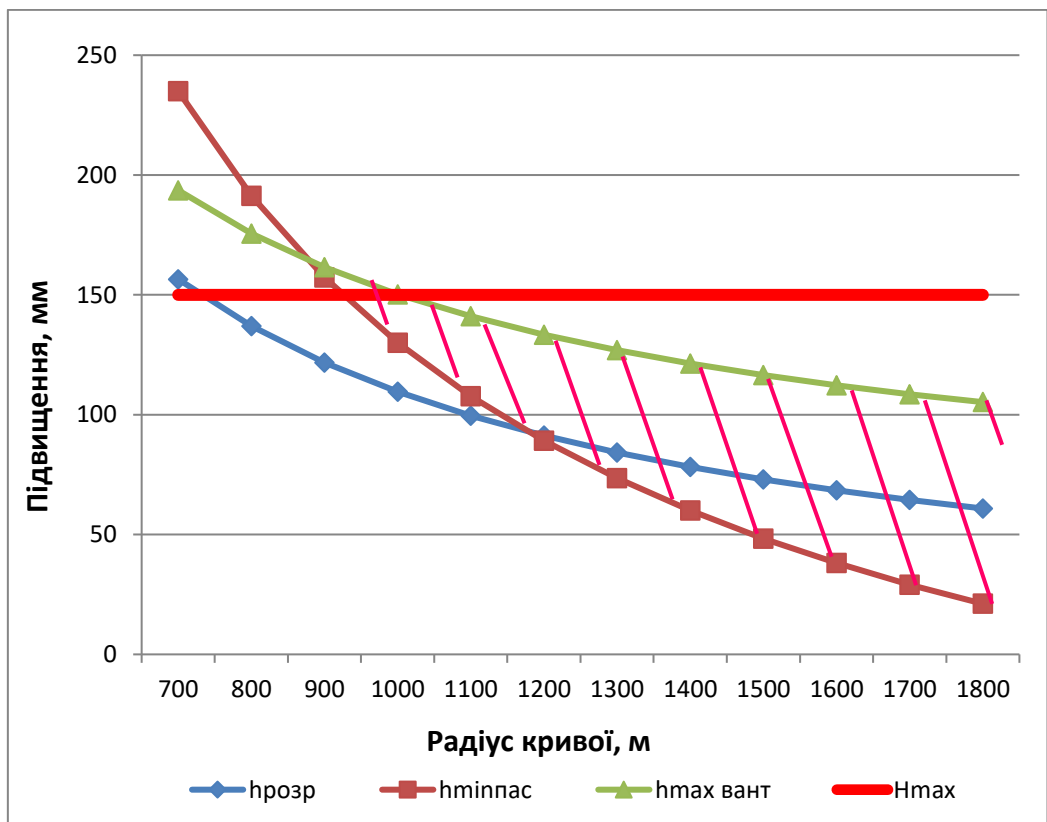


Рисунок 4.8 – Радіус кривої без середніх і важких вантажних поїздів

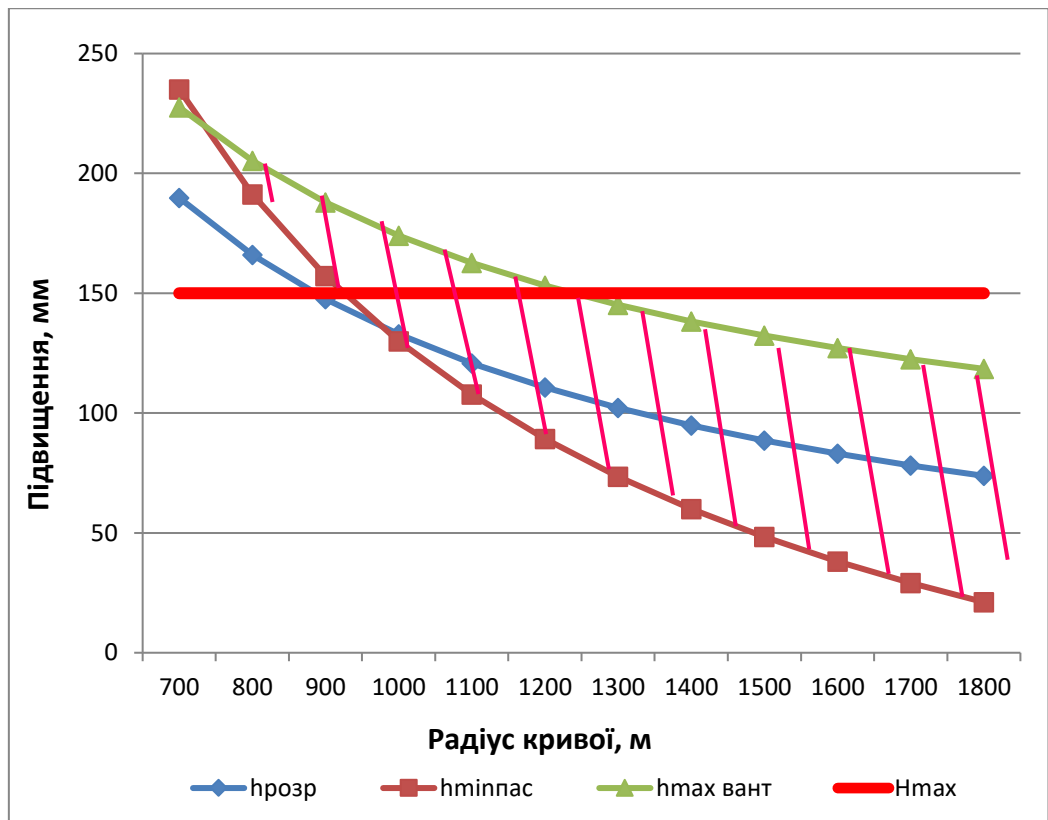


Рисунок 4.9 – Радіус кривої без вантажних поїздів

Проаналізувавши графіки (див. рис. 4.6 – 4.9), можемо зробити висновок, що зростає середньозважена швидкість і область допустимих значень радіусів збільшується. Так при існуючих параметрах поїздопоток з одночасним пропуском всіх категорії поїздів максимальне підвищення зовнішньої рейки (встановлене за середньозваженою швидкістю руху поїздів) складає близько 100 мм. При поступовому прибиранні вантажних поїздів, допустиме теоретичне значення підвищення збільшується і становить 130 мм, 160 мм, 220 мм відповідно для варіантів без важких, середніх та легких вантажних поїздів.

Тобто при прибиранні вантажних поїздів можемо забезпечити проектні швидкості руху до 120/160 км/год без значних капіталовкладень у перебудову плану лінії.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Одними з основних принципів державної політики в області охорони праці є:

- пріоритет життя і здоров'я працівника щодо результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці.

Законом передбачені гарантії громадян на охорону праці при укладенні трудового договору і під час роботи на підприємстві. Під час укладення трудового договору громадянин має бути поінформованим власником під розписку про умови праці на підприємстві: наявність на робочому місці, де він працюватиме, небезпечних і шкідливих виробничих чинників, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, а також про його права на пільги та компенсації за роботу в таких умовах згідно з законодавством і колективним договором.

Залізничному транспорту притаманні шкідливі та небезпечні умови праці, зокрема для робітників колійного господарства. Роботи виконують поблизу діючих магістралей або безпосередньо на них, тому систематично необхідно проводити навчання та перевірку знань працівників з охорони праці згідно «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» (НПАОП 0.00-4.12-05).

5.1 Вимоги безпеки під час використання колійних машин типу ВПО–3000

Для забезпечення нормальних умов праці працівників повинні виконуватися вимоги відповідно до «Правил безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві» (НПАОП 63.21-1.25.07).

Під час виконання робіт на колії з використанням виправно–підбивно–оздоблювальних машин (далі – ВПО–3000), на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі (далі – КМ), має бути знята на весь період роботи і КМ має бути заземлена.

Усі роботи, що пов'язані з будівництвом, модернізацією, демонтажем, ремонтом і реконструкцією колії та колійного оснащення повинні виконуватися відповідно до затверджених технологічних процесів.

Місця проведення колійних робіт повинні бути огорожені та мати попереджувальні знаки, попередження про роботи передається на поїзди локомотивним бригадам відповідно до вимог ЦП–0273 Інструкції з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт на залізницях України, затвердженої наказом Міністерства інфраструктури України від 02 квітня 2012 року № 204 (далі – ЦП–0273).

Для попередження працівників про наближення поїзда по сусідній колії при виконанні колійних робіт на одній колії дво– або багатоколійної ділянки, незалежно від того, якими сигналами огорожується місце виконання робіт, по сусідній колії повинні встановлюватися сигнальні знаки «С» (про подачу свистка), крім робіт, у разі яких сусідня колія огорожується сигналами зупинки.

Під час проведення робіт на залізничній колії, керівник робіт повинен:

- вказати робітникам місце, куди вони повинні сходити з колії під час пропуску поїзда;
- вживати заходів, щоб у зоні виконання робіт не знаходилися сторонні люди;
- не дозволяти робітникам сідати на рейки, кінці шпал, баластову призму.

Керівник робіт перед початком робіт на сусідніх коліях визначає та вказує бригаді, що обслуговує машину ВПО–3000, найбільший дозволений виліт крил дозатора та планувальника.

На час проходу поїзда по сусідній колії робота машини ВПО–3000 припиняється, а крила дозатора та планувальника прибираються в межі її габариту.

При роботі з виправочно–підбивальною машиною ВПО–3000 забороняється проводити колійні роботи попереду неї в межах 25м.

У темний час доби, під час грози та сильного туману робота машини не допускається.

При роботі виправно–підбивально–рихтувальних машин (ВІР, ВІРС тощо) забороняється знаходитися на відстані 1 м від опущених ущільнювачів баласту і підбивальних блоків машини.

На період проходу поїзду по сусідній колії обслуговуючому персоналу необхідно знаходитися в кабінах керування, а бригада монтерів колії повинна зійти з міжколійя в колею закритої колії або на узбіччя.

5.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що приводять до нещасного випадку під час використання колійних машин типу ВІО–3000

Небезпечні виробничі фактори:

- рухаючі рухомі склади;
- працюючі машини і їх робочі органи;
- напруга в контактній мережі;
- ураження струмом генератора машин важкого типу;
- падіння з висоти, падіння предметів на людину, падіння на колії;
- небезпечна робота на крутих відкосах виїмках і насипах;
- опіки від попадання стружки на шкіру при роботі з ручним молотком, рейко–різним станком, свердлильним станком.

Шкідливі виробничі фактори:

- підвищена загазованість;
- шум;
- вібрація;
- запиленість повітря робочої зони;
- кліматичні умови;
- аерозолі;
- ультрафіолетові випромінювання;
- недостатнє або надмірне освітлення робочого місця.

5.3 Вимоги безпеки праці під час виконання колійних робіт з виправки колії

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», відповідальними за охорону праці працюючих під час виконання робіт із застосуванням колійних

машин є керівник робіт, який призначається начальником структурного підрозділу, та начальник колійної машини.

Експлуатувати машини та механізми, які оглянуті та випробувані у встановленому порядку, а також укомплектовані відповідно до інструкцій з їх експлуатації.

Керівник робіт зобов'язаний:

- правильно організувати роботу, в разі необхідності розставити сигналістів і сигнали огороження (відповідно до інструкції з сигналізації та Інструкції з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт);
- правильно розставити робітників по фронту робіт і вказати місце, куди вони мають відійти на час проходу поїзда;
- стежити, щоб в зоні виконання робіт не було сторонніх особи;
- стежити за дотриманням вимог безпеки на залізничних коліях.

У разі наближення поїзда відвести працівників в бік від колії так, щоб на відстані до поїзда не менш ніж за 400 м на колії не залишилося працюючих. Відвід працюючих з колії має здійснюватися на такі відстані від ближчої рейки: при наближенні поїзда – 2 м; під час роботи колійних машин важкого типу – 5 м.

До експлуатації допускаються машини і механізми, які пройшли технічний огляд і випробування у відповідні терміни. Відповідальність за дотримання вимог безпеки і пожежної безпеки персоналом покладається на керівника виправно-підбивально-оброблювальної машини (начальник, головний механік, інженер-технолог або машиніст). Усі особи, які допущені до обслуговування колійної машини, повинні мати документи на право керування та про складення іспитів з техніки безпеки й охорони праці у відповідні терміни.

Колійна машина має бути обладнана справними вогнегасниками, що розташовані в легкодоступному місці. Обслуговуючий персонал має бути забезпечений спеціальним одягом.

Перед запуском двигуна та випробуванням гальм необхідно впевнитися в тому, що відсутні люди під машиною чи поряд з нею. Перед пуском робочих органів і початком руху машиніст (помічник машиніста) має подати звуковий

сигнал. Під час прямування колійних машин самотужки або в складі поїзда робочі органи мають бути приведені в транспортне положення.

Забороняється:

- передавати керування іншій особі, яка не має права на керування;
- приступати до роботи при несправних гальмах, ходових частинах, звукової й світлової сигналізації;
- проводити роботи з ремонту та усунення несправностей під час роботи машини, механізмів, силового привода;
- зберігати та перевозити в кабінах машини легкозаймисті речовини;
- перевозити працюючих на колійних машинах;
- палити в кабіні машини та поблизу неї, користуватися відкритим вогнем під час обслуговування та поряд з машиною;
- сідати чи сходити з машини під час руху та знаходитися на приступках чи робочих органах.

Під час роботи колійної машини працівникам забороняється:

- знаходитися в межах зони дії робочих органів машини після подання машиністом звукового сигналу і про початок роботи;
- підлазити під машини для переходу колії на інший бік;
- сідати чи ставати на робочі органи машини;
- йти попереду чи позаду розкритих крил, а також знаходитися поблизу їх відкривання чи закривання;
- знаходитися на міжколійї під час проходу поїзда по сусідній колії;
- під час роботи виправно–підбивально–оброблювальної машини проводити колійні роботи спереду неї в межах 25 м;
- під час роботи з виправно–підбивально–оброблювальними машинами знаходитися на відстані менше 1 м від робочих органів машини.

5.4 Вимоги безпеки після закінчення колійних робіт з виправки колії

Після закінчення робіт у «вікно» керівник робіт зобов'язаний терміново (письмово, телефонограмою, або радіозв'язком) у відповідності до інструкції доповісти поїзному диспетчеру й черговим по станціях, що обмежують перегін,

де виконують роботи, про закінчення робіт і умови пропуску поїздів місцем робіт. В разі виконання робіт на електрифікованих ділянках керівник робіт зобов'язаний надати представнику енергодільниці письмове повідомлення про те, що колійні роботи, виконання яких вимагало зняття напруги з контактної мережі, закінчені, заземлення елементів монтажної мережі знято, можна подавати напругу. У повідомленні обов'язково вказується час, з якого у подальшому контактна мережа може бути під напругою. Керівник робіт, крім того, зобов'язаний доповісти вищестоящому керівнику про недоліки, що були виявлені в період роботи у «вікно», особливо про ті, які пов'язані з забезпеченням охорони праці і безпеки руху, телефоном або письмово.

Потім необхідно ретельно перевірити стан колії в межах фронту робіт, прибрати інструмент і матеріали з колії у габаритне положення і, в разі справності колії, доповісти керівнику про можливість пропуску поїздів по місцю виконання робіт з дозволеною або зі зменшеною швидкістю руху. Керівник робіт, в залежності від того, обмежувалась або ні по фронту робіт швидкість руху поїздів, надає відповідну інформацію поїзному диспетчеру, а якщо роботи виконувались на станції – черговому по станції.

В разі виявлення несправностей колії або неможливості своїми силами усунути негабаритність, монтер колії, що призначений керівником робіт або старшим групи, терміново доповідає про це керівнику, у підпорядкованості якого знаходиться, і приймає заходи по усуненню виявлених недоліків.

Після вирішення питання щодо закінчення колійних робіт необхідно інструмент і матеріали верхньої будови колії відвезти до визначених місць схорону. Монтери колії по вказівці керівника робіт завантажують інструмент і матеріали на рейкові візки або автотранспорт і слідуєть з місця робіт до постійного місця призначення (складових, побутових приміщень) порядком, вказаним у розділі «Порядок проходу до місця робіт». Після повернення монтери колії складують інструмент і матеріали у призначених місцях, знімають з себе робочий одяг, приймають душ або, в разі відсутності належних побутових умов, миють руки, обличчя, ноги у теплій воді, переодягаються у чистий одяг, після

чого робота рахується закінченою.

Час, відведений для особистої гігієни, визначається нормативним часом, передбачений колективним договором підприємства. У місцях збору колійних бригад у обов'язковому порядку повинна бути кип'ячена або мінеральна вода. Вживати будь-яку не перевірену на якість воду не дозволяється.

5.5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

До аварійних ситуацій відносяться випадки виробничих аварій, пожеж, вибухів, стихійних лих, в результаті яких сталися значні порушення встановленого порядку роботи залізничного транспорту, руйнування будівель і споруд або мають місце випадки травмування людей з тяжкими наслідками.

При виявленні пошкоджень колії, споруд, пристроїв чи рухомого складу, які створюють загрозу безпеці руху, довкіллю та людям, працівник залізничного транспорту повинен негайно вжити заходи по збереженню майна, життя і здоров'я людей, небезпечне місце обгородити і терміново включитись у роботу по усуненню виявлених несправностей.

Роботи ведуться порядком, встановленим «Інструкцією з організації відбудовних робіт при ліквідації наслідків транспортних подій на залізницях України» (затверджено Наказом Мінтрансу № 258 від 27.04.2001 р.).

5.6 Висновки

Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті – це підготовка та реалізація комплексу правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу (спостережень), експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Під час проектування та реконструкції необхідно дотримуватися всіх вимог охорони та безпеки праці.

Основні небезпечні фактори при реконструкції ділянки:

- вантажно-розвантажувальні роботи пов'язані з небезпекою падінь стропальників і вантажників, травмування їх вантажем;
- загрози наїзду рухомого складу та ряд небезпек, пов'язаних із застосуванням вантажопідіймальних механізмів, гідравлічних пристроїв, електрифікованого інструменту;
- враження електричним струмом при обслуговуванні контактної мережі.

Основними шкідливими факторами при реконструкції діляки є:

- погіршення самопочуття та зниження працездатності внаслідок роботи з токсичними речовинами, при роботі зі сваркою, при підвищенні температури повітря;
- велика маса знаряддя праці, що застосовуються монтерами, що крім небезпеки механічних травм, створює великі фізичні навантаження;
- необхідність роботи в зоні, яка істотно обмежена габаритом рухомого складу, велика протяжність фронту робіт при обмеженому огляді, низька освітленість робочої зони в темний час доби;
- вплив кліматичних факторів: у зимовий період погіршується стан виробничої території через снігові замети, ускладнюються умови переходів шляхів, пересування по міжколійя; у ожеледь різко збільшується небезпека падінь; тривала робота на відкритому повітрі в сильні морози може призвести до обмороження.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

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. В результаті проведеного дослідження встановлені максимальні швидкості, які можуть бути реалізовані в залежності від довжини перегону, плану і профілю залізниці, типу локомотива і маси рухомого складу, а також рівня швидкості по станціях. При проведенні відповідних заходів середньохорова швидкість зростає в пасажирському й вантажному русі відповідно варіантам на 10 до 20%.

3. Наявність бар'єрних місць, що має місце на кожній залізниці, викликають обмеження швидкості руху поїздів і вимагають в кожному окремому випадку індивідуальних рішень щодо підвищення швидкості на цих ділянках

4. Розрахунки показали, що врахування впливу поїздів на інфраструктуру через приведений вантажообіг є недостатньо точним, бо не враховує багатьох технічних і експлуатаційних факторів.

5. Використаний в магістерській роботі підхід, надав можливість давати попередню оцінку впливу різних факторів на знос інфраструктури, не виконуючи багатоваріантні тягові розрахунки та тривалі статистичні спостереження. Оскільки в розрахунках важливими є не абсолютні значення тих чи інших показників, а їх співвідношення, то апроксимуючі залежності можуть використовуватися при визначенні частки кожного поїзду та груп поїздів в загальних витратах на утримання інфраструктури.

6. Рух вантажних і пасажирських поїздів по різних коліям дозволить одержати додатковий прибуток за рахунок зменшення зносу колії. Так, за умови змішаного пасажирського і вантажного руху колію необхідно обновляти кожні 4 – 6 років, а на ділянках, де курсують винятково пасажирські поїзди, залізнична колія може служити без капітального ремонту в два-три рази довше.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] / затв.: постанова КМУ від 27.12.24. № 1550. – К., 2024. – Режим доступу: [http:// https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text](http://https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1550-2024-%D0%BF#Text)
2. 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.
3. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]: ДБН В.2.3-19-2008 / затв.: наказ Мін-ва регіонального розвитку та будівництва України 26.01.08. № 42 / Мін-во регіон. розвитку та буд-ва України. – К.: Мінрегіонбуд, 2008. – 123 с.
4. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих [Текст] / А. М. Орловський, О. М. Патласов, В. В. Циганенко, Л. Я. Воробейчик, В. І. Климов, М. Б. Курган (ЦП/0236) – Дніпропетровськ: Арт-Прес, 2011. – 52 с.
5. «Розробка рекомендацій з встановлення швидкостей руху поїздів в кривих на напрямках пасажирського, суміщеного й вантажного руху» за договором № 56/2012-ЦТех-160/12-ЦЮ від 15.08.2012
6. Корженевич І. П. Нові можливості проектування перебудови плану та виправлення кривих при використанні програми РВПлан 1.2 [Текст] / І. П. Корженевич // Залізничний транспорт України, №5. – С. 79-82.
7. Наказ «Про встановлення максимально допустимих швидкостей руху поїздів на дільницях колії Львівської залізниці» від №188/Н від 16.05.2016: [Текст] / затв. начальник залізниці / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – О., 2016. – 112 с.
8. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України [Текст] / ЦП-0138, Е.І. Даніленко, В.О. Яковлев, А.М. Орловський, М.І. Карпов та інші. – К.: Транспорт України, 2006.

9. Корженевич И. П. Знакомство с работой в программе MoveRW [Электронный ресурс] / И. П. Корженевич. – 2011. – 12 с. – Режим доступа: http://www.brailsys.com/MoveRW_0.htm
10. Корженевич И. П. Обработка съемки и расчеты железнодорожных путей с помощью програми RWПлан [Электронный ресурс] / И. П. Корженевич. – 2009. – 30 с. – Режим доступа: http://www.brailsys.com/RWPlan_0.htm
11. Корженевич И. П. Модифицированный инструментальный способ съемки плана железнодорожного пути [Текст] / И. П. Корженевич // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: вид-во ДНУЗТ, 2012 – вип. 24. с. 85- 87.
12. Туровский И. Я. Каким способом замерять кривые? [Текст]/ И. Я. Туровский // Путь и путевое хозяйство. –1965. – №8. – С. 26-28.
13. Курган М. Б. Критерии определения допускаемой скорости движения в кривых залізниці [Текст] /Курган М. Б. // Вісн. Дніпропет. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2003. – Вип. 2. – С. 127-132.
14. Транспортній стратегії України на період до 2020 року [Текст]: / затв.: розпорядж. КМУ 20.10.10. № 2174-р/ Кабінет Міністрів України. – К., 2010..
15. Гусак М. А. Підвищення ефективності роботи залізничної колії при спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.22.06 / М. А. Гусак ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. В. Лазаряна. – Д., 2012. – 217 с.
16. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Текст]: НПАОП 0.00-4.12-05 / Затверджено наказом з нагляду за охороною праці від 26.01.2005 № 15 – К., 2005 р.
17. Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві [Текст]: НПАОП 63.21–1.25–07 / Зареєстровано в Міністерстві Юстиції України 03.04.2007 р. № 303/13570. – К., 2007 р.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

РОЗРАХУНОК ДОПУСТИМИХ ШВИДКОСТЕЙ В КРИВИХ НА ДІЛЯНЦІ ТЕРНОПІЛЬ – ПІДВОЛОЧИСЬК

Початок кривої	Кінець кривої	Радіус кривої, м	Підвищення мм	Швидкість км/год	Причина обмеження
1289.021	1289.071	4100.0030	15	,	
1289.144	1289.243	350.00 10	30	45	
1289.259	1289.300	535.00 20	25	45	Д.2 C=3500; i=0.0030; p=0.3
1289.727	1289.912	1091.0030	25	105	φ 2 C=32730; i=0.0008; p=0.6
1290.121	1290.151	2055.0010	15	105	φ 2 C=34935; i=0.0009; p=0.6
1290.198	1290.337	528.00 40	45	80	φ 1 R=528; h=45; a=0.7
1290.337	1290.418	1787.0050	35	80	φ 1 R=528; h=45; a=0.7
1291.745	1291.865	1700.000	30	130	φ 2 C=63750; i=0.0007; p=0.6
1291.865	1291.970	2125.000	20	130	φ 2 C=63750; i=0.0007; p=0.6
1292.175	1292.491	1143.0040	35	115	φ 1 R=1143; h=35; a=0.7
1292.754	1292.908	708.11 80	115	105	φ 1 R=634; h=110; a=0.7
1292.908	1293.032	634.39 80	110	105	φ 1 R=634; h=110; a=0.7
1293.647	1293.762	806.00 60	55	105	φ 1 R=806; h=55; a=0.7
1294.514	1294.632	653.00 60	55	95	φ 1 R=653; h=55; a=0.7
1294.700	1294.822	391.00 70	85	80	φ 1 R=391; h=85; a=0.7
1295.111	1295.244	476.94 40	70	85	
1295.244	1295.489	623.31 40	105	85	φ 1 R=477; h=70; a=0.7
1295.489	1295.724	445.58 80	90	85	φ 1 R=477; h=70; a=0.7
1295.952	1296.099	522.00 30	60	80	φ 1 R=548; h=45; a=0.7
1296.099	1296.263	548.00 30	45	80	φ 1 R=548; h=45; a=0.7
1296.560	1296.628	2446.0020	15	120	φ 3 i=0.00075
1296.675	1296.748	1967.0030	20	125	φ 2 C=59010; i=0.0007; p=0.6
1297.151	1297.201	1656.0030	25	120	φ 3 i=0.00083
1297.286	1297.498	531.89 30	105	80	
1297.498	1297.548	516.04 30	75	80	φ 1 R=542; h=40; a=0.7
1297.548	1297.647	541.67 30	40	80	φ 1 R=542; h=40; a=0.7
1298.165	1298.414	739.89 60	60	100	φ 1 R=740; h=60; a=0.7
1298.592	1298.738	403.00 70	85	80	φ 1 R=403; h=85; a=0.7
1298.893	1299.064	423.31 0	65	75	φ 1 R=423; h=65; a=0.7
1299.064	1299.134	428.45 0	85	75	φ 1 R=423; h=65; a=0.7
1299.614	1299.664	3813.0020	15	120	
1299.696	1299.749	2872.0020	15	120	φ 3 i=0.00075
1300.230	1300.306	1509.2830	40	135	
1300.306	1300.356	1710.1830	55	135	φ 1 R=1509; h=40; a=0.7
1300.356	1300.454	1601.7730	60	135	φ 1 R=1509; h=40; a=0.7
1301.881	1302.077	4000.0030	10	135	φ 1 R=1509; h=40; a=0.7
1302.077	1302.172	3416.0030	10	90	
1302.331	1302.629	528.00 80	85	90	φ 1 R=528; h=85; a=0.7
1303.748	1303.904	463.00 30	110	80	
1303.904	1304.020	512.00 30	135	80	φ 1 R=433; h=85; a=0.7
1304.020	1304.141	467.00 60	145	80	φ 1 R=433; h=85; a=0.7
1304.141	1304.419	433.00 60	85	80	φ 1 R=433; h=85; a=0.7
1304.597	1305.096	549.00 90	95	95	φ 1 R=549; h=95; a=0.7
1306.051	1306.187	1486.0030	70	120	
1306.187	1306.244	1870.0030	55	120	φ 3 i=0.00075
1306.244	1306.314	1484.0040	30	120	φ 3 i=0.00075
1307.996	1308.149	548.66 40	110	80	
1308.149	1308.247	600.11 30	85	80	φ 3 i=0.00183
1308.247	1308.436	569.29 30	55	80	φ 3 i=0.00183
1310.951	1311.059	753.94 70	65	105	
1311.059	1311.190	769.74 30	115	105	φ 1 R=754; h=65; a=0.7
1311.190	1311.457	744.58 30	90	105	φ 1 R=754; h=65; a=0.7
1312.748	1312.881	507.00 70	85	90	
1312.881	1313.081	486.00 50	150	90	φ 1 R=440; h=115; a=0.7
1313.081	1313.254	440.00 50	115	90	φ 1 R=440; h=115; a=0.7
1313.254	1313.411	494.00 80	95	90	φ 1 R=440; h=115; a=0.7

1316.100	1316.351	2018.1130	20	125	
1316.351	1316.401	2520.1230	15	125	Φ 2 C=60540; i=0.0007; p=0.6
1316.401	1316.533	1950.9930	30	125	Φ 2 C=60540; i=0.0007; p=0.6
1319.217	1319.546	1123.0050	40	115	Φ 1 R=1123; h=40; a=0.7
1322.951	1323.566	400.00 110	100	80	Φ 1 R=400; h=100; a=0.7
1324.118	1324.395	728.00 110	100	110	Φ 1 R=728; h=100; a=0.7
1324.703	1325.039	570.00 90	90	95	Φ 1 R=570; h=90; a=0.7
1325.734	1325.913	410.00 80	95	80	Φ 1 R=410; h=95; a=0.7
1326.331	1326.626	830.00 30	30	95	Φ 2 C=24900; i=0.0010; p=0.6
1326.967	1327.170	550.00 40	45	80	Φ 1 R=550; h=45; a=0.7
1327.303	1327.521	400.00 70	85	80	Φ 1 R=400; h=85; a=0.7
1328.011	1328.300	500.00 0	95	90	Φ 1 R=455; h=110; a=0.7
1328.300	1328.427	455.00 0	110	90	Φ 1 R=455; h=110; a=0.7
1329.390	1329.523	560.00 40	45	85	
1329.523	1329.616	500.00 60	105	85	Φ 1 R=555; h=45; a=0.7
1329.616	1329.802	555.00 40	45	85	Φ 1 R=555; h=45; a=0.7
1329.855	1329.905	1240.0030	25	110	
1329.905	1330.006	2820.0030	10	110	Φ 2 C=37200; i=0.0008; p=0.6
1330.006	1330.072	1650.0030	25	110	Φ 2 C=37200; i=0.0008; p=0.6
1330.146	1330.390	6888.6830	5	115	
1337.143	1337.334	1080.0050	40	115	Φ 1 R=1080; h=40; a=0.7
1337.334	1337.596	1200.0050	40	115	Φ 1 R=1080; h=40; a=0.7
1339.789	1339.870	362.00 0	55	55	Д.7 C=560; i=0.0250; p=0.3
1339.870	1339.928	1024.000	30	55	Д.7 C=560; i=0.0250; p=0.3
1339.994	1340.049	350.00 30	55	70	Φ 1 R=350; h=55; a=0.7
1340.049	1340.149	850.00 30	30	70	Φ 1 R=350; h=55; a=0.7

ДОДАТОК Б

ВІДОМІСТЬ ПРЯМИХ ТА КРИВИХ ПІСЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ

№	кривая/ прямая	правая/ левая	L	R	K	h	i	Угол поворота элемента	Kс	Угол поворота кривой/ Дирекционный и угол прямой	Пикетаж начала элемента	Пикетаж конца элемента	DK	Скорость пассажирских , км/ч		Скорости грузовых, км/ч						
			м	м	м	мм	%	град		мин				м	град	мин	км	пк	"+"	км	пк	"+"
			40				1.5	2	32.8		1289	0	0.07	1289	0	40.07	71					
1	кривая	правая		450	23.664	60		3	0.8	103.664	8	6.4	1289	0	40.07	1289	0	63.73	84	80	20	62
			40				1.5	2	32.8				1289	0	63.73	1289	1	3.73	71			
	прямая				0						8	6.4	1289	1	3.73	1289	1	3.73				
			30				1.2	0	51				1289	1	3.73	1289	1	33.73	-24			
2	кривая	левая		1012	29.866	35		1	41.5	89.866	3	23.4	1289	1	33.73	1289	1	63.6	-47	105	0	82
			30				1.2	0	51				1289	1	63.6	1289	1	93.6	-24			
	прямая				39.391						4	43	1289	1	93.6	1289	2	32.99				
			40				1.4	2	18.1				1289	2	32.99	1289	2	72.99	-64			
3	кривая	левая		498	20.1	55		2	18.8	100.1	6	54.9	1289	2	72.99	1289	2	93.09	-65	91	15	64
			40				1.4	2	18.1				1289	2	93.09	1289	3	33.09	-64			
	прямая				384.598						357	48.1	1289	3	33.09	1289	7	17.69				
			30				1.2	0	53.9				1289	7	17.69	1289	7	47.69	-25			
4	кривая	левая		956	30.021	35		1	48	80.021	9	40.7	1289	7	47.69	1289	7	77.71	-50	102	0	80
			40				0.1	2	7.8				1289	7	77.71	1289	8	17.71	-33			
				1230	89.104	30		4	9	139.104			1289	8	17.71	1289	9	6.81	-116	111	0	88
			30				1	0	41.9				1289	9	6.81	1289	9	36.81	-45			
	прямая				56.667						348	7.4	1289	9	36.81	1289	9	93.48				
			30				1.2	0	54.6				1289	9	93.48	1290	0	23.48	-25			
5	кривая	левая		945	20.028	35		1	12.9	80.028	3	2	1290	0	23.48	1290	0	43.51	-34	102	0	79
			30				1.2	0	54.6				1290	0	43.51	1290	0	73.51	-25			
	прямая				18.433						345	5.4	1290	0	73.51	1290	0	91.94				
			20				1.2	0	12				1290	0	91.94	1290	1	11.94	-6			
6	кривая	левая		2858	23.502	25		0	28.3	63.502	0	52.3	1290	1	11.94	1290	1	35.44	-13	94	0	76
			20				1.2	0	12				1290	1	35.44	1290	1	55.44	-6			
	прямая				0						344	13.1	1290	1	55.44	1290	1	55.44				
			50				1.4	2	49.2				1290	1	55.44	1290	2	5.44	79			
7	кривая	правая		508	79.173	70		8	55.8	189.173	23	55.4	1290	2	5.44	1290	2	84.62	249	97	29	69
			120				0.2	9	41.4				1290	2	84.62	1290	4	4.62	189			
				1176	25.985	45		1	16	135.985			1290	4	4.62	1290	4	30.6	35	120	0	94
			50				0.9	1	13.1				1290	4	30.6	1290	4	80.6	113			
	прямая				1207.021						8	8.6	1290	4	80.6	1291	6	87.62				
			70				0.8	0	58.8				1291	6	87.62	1291	7	57.62	27			
8	кривая	правая		2046	165.084	55		4	37.4	305.084	6	35	1291	7	57.62	1291	9	22.71	129	120	31	120
			70				0.8	0	58.8				1291	9	22.71	1291	9	92.71	27			

19	кривая	левая		2425	32.842	35		0		46.6	132.842	1		57.4	1296	5	70.16	1296	6	3	-22	138		0		124
			50				0.7	0		35.4					1296	6	3	1296	6	53	-16					
	прямая				0.151							342		57.6	1296	6	53	1296	6	53.15						
			50				0.7	0		35.6					1296	6	53.15	1296	7	3.15	17					
20	кривая	правая		2411	43.384	35		1		1.9	143.384	2		13.2	1296	7	3.15	1296	7	46.53	29	140		0		127
			50				0.7	0		35.6					1296	7	46.53	1296	7	96.53	17					
	прямая				315.808							345		10.8	1296	7	96.53	1297	1	12.34						
			40				1	0		30					1297	1	12.34	1297	1	52.34	14					
21	кривая	правая		2293	37.844	40		0		56.7	117.844	1		56.7	1297	1	52.34	1297	1	90.18	26	118		0		94
			40				1	0		30					1297	1	90.18	1297	2	30.18	14					
	прямая				0							347		7.5	1297	2	30.18	1297	2	30.18						
			110				0.7	5		34.1					1297	2	30.18	1297	3	40.18	-155					
22	кривая	левая		566	308.548	80		31		14	488.548	40		20.7	1297	3	40.18	1297	6	48.73	-872	105		37		76
			70				1.1	3		32.6					1297	6	48.73	1297	7	18.73	-99					
	прямая				374.375							306		46.8	1297	7	18.73	1298	0	93.11						
			80				0.7	1		18.3					1298	0	93.11	1298	1	73.11	-36					
23	кривая	левая		1757	167.874	55		5		28.5	327.874	8		5	1298	1	73.11	1298	3	40.98	-153	140		29		120
			80				0.7	1		18.3					1298	3	40.98	1298	4	20.98	-36					
	прямая				125.354							298		41.8	1298	4	20.98	1298	5	46.34						
			100				0.8	7		23					1298	5	46.34	1298	6	46.34	206					
24	кривая	правая		388	49.138	80		7		15.4	249.138	22		1.4	1298	6	46.34	1298	6	95.47	203	87		31		63
			100				0.8	7		23					1298	6	95.47	1298	7	95.47	206					
	прямая				59.733							320		43.2	1298	7	95.47	1298	8	55.21						
			95				1.1	6		55.5					1298	8	55.21	1298	9	50.21	193					
25	кривая	правая		393	126.633	100		18		27.7	335.633	33		41.8	1298	9	50.21	1299	0	76.84	516	91		40		68
			114				0.9	8		18.6					1299	0	76.84	1299	1	90.84	232					
	прямая				384.081							354		25	1299	1	90.84	1299	5	74.92						
			40				0.6	0		20.5					1299	5	74.92	1299	6	14.92	10					
26	кривая	правая		3358	20.001	25		0		20.5	100.001	1		1.4	1299	6	14.92	1299	6	34.92	10	140		0		140
			40				0.6	0		20.5					1299	6	34.92	1299	6	74.92	10					
	прямая				0.011							355		26.4	1299	6	74.92	1299	6	74.93						
			40				0.6	0		21.4					1299	6	74.93	1299	7	14.93	-10					
27	кривая	левая		3214	38.933	25		0		41.6	118.933	1		24.4	1299	7	14.93	1299	7	53.87	-19	160		0		137
			40				0.6	0		21.4					1299	7	53.87	1299	7	93.87	-10					
	прямая				59.808							354		2	1299	7	93.87	1299	8	53.67						
28	кривая	левая		5000	37.814	10		0		26	37.814	0		26	1299	8	53.67	1299	8	91.49	-12	143		0		143
	прямая				71.708							353		36	1299	8	91.49	1299	9	63.2						
29	кривая	правая		6000	69.881	10		0		40	69.881	0		40	1299	9	63.2	1300	0	33.08	19	153		0		153
	прямая				125.498							354		16	1300	0	33.08	1300	1	58.57						
			90				0.8	1		52.1					1300	1	58.57	1300	2	48.57	-52					
30	кривая	левая		1380	156.322	70		6		29.4	356.322	10		38.5	1300	2	48.57	1300	4	4.9	-181	120		48		114
			110				0.6	2		17					1300	4	4.9	1300	5	14.9	-64					
	прямая				1383.96							343		37.5	1300	5	14.9	1301	8	98.86						
			40				0.9	0		19.8					1301	8	98.86	1301	9	38.86	9					

31	кривая	правая		3469	188.302	35		3	6.6	268.302	3	46.2	1301	9	38.86	1302	1	27.16	87	120	0	104
			40				0.9	0	19.8				1302	1	27.16	1302	1	67.16	9			
	прямая			24.469						347	23.7	1302	1	67.16	1302	1	91.63					
			100				1.1	5	10.3				1302	1	91.63	1302	2	91.63	144			
32	кривая	правая		554	182.539	110		18	52.7	282.539	43	19.5	1302	2	91.63	1302	4	74.17	527	110	52	84
				534	122.143	125		13	6.3	237.143			1302	4	74.17	1302	5	96.31	366	110	57	86
			115				1.1	6	10.2				1302	5	96.31	1302	7	11.31	338			
	прямая			987.16						30	43.2	1302	7	11.31	1303	6	98.47					
			97				1.1	5	56.3				1303	6	98.47	1303	7	95.47	166			
33	кривая	правая		468	399.379	105		48	53.7	580.379	59	58.5	1303	7	95.47	1304	1	94.85	1365	100	46	76
			84				1.2	5	8.5				1304	1	94.85	1304	2	78.85	144			
	прямая			265.206						90	41.7	1304	2	78.85	1304	5	44.05					
			120				1.1	6	4.4				1304	5	44.05	1304	6	64.05	-170			
34	кривая	левая		566	383.451	130		38	49	623.451	50	57.8	1304	6	64.05	1305	0	47.5	-1084	110	60	90
			120				1.1	6	4.4				1305	0	47.5	1305	1	67.5	-170			
	прямая			816.98						39	43.8	1305	1	67.5	1305	9	84.48					
			140				0.4	2	45.4				1305	9	84.48	1306	1	24.48	-77			
35	кривая	левая		1455	168.465	55		6	38	388.465	10	57.9	1306	1	24.48	1306	2	92.95	-185	140	26	110
			80				0.7	1	34.5				1306	2	92.95	1306	3	72.95	-44			
	прямая			1567.658						28	45.9	1306	3	72.95	1307	9	40.61					
			109				0.7	5	19.2				1307	9	40.61	1308	0	49.61	-149			
36	кривая	левая		587	362.689	80		35	24.1	541.689	44	8.2	1308	0	49.61	1308	4	12.3	-989	106	38	78
			70				1.1	3	25				1308	4	12.3	1308	4	82.3	-95			
	прямая			2428.629						344	37.7	1308	4	82.3	1310	9	10.93					
			110				1	4	11.8				1310	9	10.93	1311	0	20.92	117			
37	кривая	правая		751	382.042	105		29	8.8	612.042	37	55.2	1311	0	20.92	1311	4	2.97	814	120	58	96
			120				0.9	4	34.7				1311	4	2.97	1311	5	22.97	128			
	прямая			1177.382						22	32.9	1311	5	22.97	1312	7	0.35					
			110				1.2	6	34.7				1312	7	0.35	1312	8	10.35	-184			
38	кривая	левая		479	279.049	130		33	22.7	389.049	81	57.9	1312	8	10.35	1313	0	89.4	-932	106	56	83
				458	180.841	120		22	37.4	180.841			1313	0	89.4	1313	2	70.24	-632	102	51	78
				470	104.014	130		12	40.8	214.014			1313	2	70.24	1313	3	74.25	-354	105	55	82
			110				1.2	6	42.3				1313	3	74.25	1313	4	84.25	-379			
	прямая			2583.283						300	35	1313	4	84.25	1316	0	67.54					
			80				0.7	1	12.8				1316	0	67.54	1316	1	47.53	-34			
39	кривая	левая		1889	344.569	55		10	27.1	534.569	13	20	1316	1	47.53	1316	4	92.11	-292	140	30	125
			110				0.5	1	40.1				1316	4	92.11	1316	6	2.11	-47			
	прямая			2573.265						287	15	1316	6	2.11	1319	1	75.37					
			107				0.8	2	49.4				1319	1	75.37	1319	2	82.37	-79			
40	кривая	левая		1086	210.479	90		11	6.3	424.479	16	45	1319	2	82.37	1319	4	92.85	-310	120	60	109
			107				0.8	2	49.4				1319	4	92.85	1319	5	99.85	-79			
	прямая			3289.6						270	30	1319	5	99.85	1322	8	89.45					
			130				0.7	9	21.4				1322	8	89.45	1323	0	19.45	261			
41	кривая	правая		398	491.63	85		70	46.5	751.63	89	29.4	1323	0	19.45	1323	5	11.08	1976	89	34	65

ДОДАТОК В

РЕЗУЛЬТАТИ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ ПАСАЖИРСЬКОГО РУХУ

Тернопіль-Підволочинськ Іколія

Расчет для участка: Підволочинськ - Тернопіль

Локомотив : ЧС8. Позиция - . Кол-во секций 1

Масса состава = 1000 т. Длина поезда = 600 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:

$$w_0 = 1.250 + 0.0110 * V + 0.000160 * V * V$$

Коэффициент трения:

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

Тормозной коэффициент = 0.250

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 10

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех. работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
Підволочинськ					
1289.384	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
1290.387	87.0	1.36	40.62	0.00	ТЯГА
1290.477	90.7	1.42	44.21	0.00	ТЯГА
1290.587	95.0	1.49	48.10	0.00	ОГР Т
1290.827	95.4	1.64	49.10	0.00	ТЯГА
1291.827	122.4	2.19	82.60	0.00	ТЯГА
1292.267	130.4	2.40	95.14	0.42	ТОРМОЖ
1292.407	125.0	2.46	95.21	5.97	ОГР Т
1293.407	125.0	2.94	101.73	5.97	ОГР Т
1293.567	124.9	3.02	102.82	6.39	ТОРМОЖ
1294.077	100.0	3.29	102.93	28.16	ОГР Т
1294.527	99.5	3.56	108.02	28.61	ТОРМОЖ
1294.767	85.0	3.72	108.13	38.97	ОГР Т
1295.767	85.0	4.42	115.56	38.97	ОГР Т
1296.607	85.4	5.02	119.76	38.97	ТЯГА
1297.167	105.0	5.37	140.50	38.97	ОГР Т
1297.827	104.7	5.74	144.46	39.41	ТОРМОЖ
1298.177	85.0	5.96	144.54	54.66	ОГР Т
1299.177	85.0	6.67	152.49	54.66	ОГР Т
1299.527	85.4	6.92	154.22	54.66	ТЯГА
1300.527	111.0	7.52	190.57	54.66	ТЯГА
1301.527	125.0	8.03	221.90	54.66	ТЯГА
1301.627	126.0	8.07	224.58	55.08	ТОРМОЖ
1301.947	110.0	8.24	224.73	68.48	ОГР Т
1302.947	110.0	8.78	239.79	68.48	ОГР Т
1303.277	109.7	8.96	244.68	68.91	ТОРМОЖ
1303.457	100.0	9.07	244.82	76.41	ОГР Т
1304.457	100.0	9.67	259.79	76.41	ОГР Т
1305.417	100.2	10.24	272.86	76.41	ТЯГА
1306.417	117.9	10.79	306.39	76.41	ТЯГА
1307.247	128.1	11.19	331.19	76.84	ТОРМОЖ
1307.697	105.0	11.43	331.34	95.88	ОГР Т
1308.697	105.0	12.00	340.03	95.88	ОГР Т
1309.112	105.0	12.23	342.25	95.88	ОГР Т
1309.182	104.8	12.27	342.62	96.32	ТОРМОЖ
1309.282	100.0	12.33	342.69	100.31	ОГР Т
1310.282	100.0	12.93	349.51	100.31	ОГР Т
1310.326	100.0	12.96	349.73	100.31	ОГР Т
1311.326	100.0	13.56	356.31	100.31	ОГР Т

№П

№Н

Максимівка

1311.376	100.3	13.59	357.02	100.31	ТЯГА	
1311.433	101.8	13.62	359.08	100.31	ТЯГА	№П
1312.013	116.9	13.94	378.26	100.74	ТОРМОЖ	
1312.463	97.0	14.19	378.26	120.08	РЕГ Т	
1313.463	96.0	14.81	378.26	125.65	РЕГ Т	
1313.733	100.4	14.98	378.62	126.84	ТЯГА	
1314.733	131.3	15.50	410.22	126.84	ТЯГА	
1315.163	137.0	15.69	420.72	126.86	РЕГ Т	
1315.613	140.0	15.88	420.72	127.53	ОГР Т	
1316.613	140.0	16.31	421.99	127.53	ОГР Т	
1317.613	140.0	16.74	424.31	127.53	ОГР Т	
1318.613	140.0	17.17	430.94	127.53	ОГР Т	
1319.543	138.0	17.57	432.84	127.54	РЕГ Т	
1319.563	140.0	17.58	432.83	127.54	ОГР Т	
1320.563	140.0	18.00	433.93	127.54	ОГР Т	
1321.403	139.8	18.36	435.21	127.96	ТОРМОЖ	
1322.403	102.5	18.86	435.21	170.95	ТОРМОЖ	
1322.663	90.0	19.02	435.21	182.14	ОГР Т	
1322.693	90.0	19.04	435.20	182.14	РЕГ Т	
1323.693	88.0	19.73	435.20	186.44	РЕГ Т	
1323.753	90.0	19.77	435.20	186.47	ОГР Т	
1323.883	90.4	19.86	435.66	186.47	ТЯГА	
1324.263	103.0	20.09	449.34	186.47	РЕГ Т	
1324.583	104.9	20.28	449.34	187.32	ТОРМОЖ	
1325.003	85.0	20.54	449.34	205.70	ОГР Т	
1325.110	85.0	20.62	449.39	205.70	ОГР Т	№Н
1326.045	85.0	21.28	451.44	205.70	ОГР Т	Бірки Великі
1327.008	85.0	21.96	454.12	205.70	ОГР Т	№П
1327.908	85.4	22.59	458.77	205.70	ТЯГА	
1328.028	90.0	22.68	463.23	205.70	ОГР Т	
1328.968	90.3	23.30	472.92	205.70	ТЯГА	
1329.328	100.0	23.53	486.27	205.70	ОГР Т	
1330.328	100.0	24.13	499.77	205.70	ОГР Т	
1330.468	100.2	24.21	501.84	205.70	ТЯГА	
1331.468	119.2	24.76	535.21	205.70	ТЯГА	
1332.468	132.1	25.23	564.36	205.70	ТЯГА	
1333.458	140.0	25.67	588.75	205.70	ОГР Т	
1334.458	140.0	26.10	603.75	205.70	ОГР Т	
1335.458	140.0	26.53	618.86	205.70	ОГР Т	
1336.458	140.0	26.95	634.10	205.70	ОГР Т	
1336.878	138.0	27.14	636.75	205.71	РЕГ Т	
1337.468	139.9	27.39	636.75	208.23	ТОРМОЖ	
1338.468	106.7	27.88	636.75	251.10	ТОРМОЖ	
1338.834	91.7	28.10	636.75	267.40	ТОРМОЖ	№Н
1338.984	82.0	28.21	636.75	273.81	РЕГ Т	
1339.294	84.9	28.43	636.75	275.93	ТОРМОЖ	
1340.027	3.9	29.38	636.75	311.89	КОНЕЦ	

Тернопіль

Расход электроэнергии 2686.8 квт-ч
Нормальное завершение расчета

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.051 (км 9.928)
Макс. непогашенное ускорение, м/с² 1.011 (км 13.928)

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
Тернопіль					
1340.027	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
1339.023	80.3	1.43	40.66	0.00	ТЯГА
1338.834	86.6	1.57	48.32	0.00	ТЯГА
1337.834	109.9	2.17	84.88	0.00	ТЯГА
1336.834	123.2	2.69	116.58	0.00	ТЯГА

№Н

1335.964	137.0	3.08	139.80	0.01	РЕГ Т	
1334.964	138.0	3.52	139.80	0.74	РЕГ Т	
1333.964	138.0	3.95	139.80	1.72	РЕГ Т	
1333.784	140.0	4.03	139.80	1.82	ОГР Т	
1332.784	140.0	4.46	139.79	1.82	ОГР Т	
1331.784	140.0	4.89	139.91	1.82	ОГР Т	
1331.584	139.8	4.98	139.89	2.24	ТОРМОЖ	
1330.584	104.8	5.47	139.89	45.18	ТОРМОЖ	
1330.464	98.0	5.54	139.89	50.08	РЕГ Т	
1329.464	98.0	6.15	139.89	53.56	РЕГ Т	
1329.184	99.8	6.33	139.89	54.40	ТОРМОЖ	
1328.954	87.0	6.47	139.89	64.32	РЕГ Т	
1328.564	90.0	6.74	139.89	65.61	ОГР Т	
1327.984	89.5	7.13	142.12	66.06	ТОРМОЖ	
1327.904	85.0	7.18	142.17	69.25	ОГР Т	
1327.008	85.0	7.81	143.91	69.25	ОГР Т	№П
1326.045	85.0	8.49	147.89	69.25	ОГР Т	Бірки Великі
1325.110	85.0	9.15	152.81	69.25	ОГР Т	№Н
1324.990	85.4	9.24	154.20	69.25	ТЯГА	
1324.320	105.0	9.66	179.12	69.25	ОГР Т	
1324.140	104.7	9.76	180.64	69.69	ТОРМОЖ	
1323.870	90.0	9.93	180.71	81.30	ОГР Т	
1322.870	90.0	10.59	195.58	81.30	ОГР Т	
1322.650	90.4	10.74	198.22	81.30	ТЯГА	
1321.650	115.7	11.32	233.25	81.30	ТЯГА	
1320.650	130.7	11.80	263.17	81.30	ТЯГА	
1319.650	140.0	12.24	288.11	81.30	ТЯГА	
1319.640	140.0	12.25	288.25	81.30	ОГР Т	
1318.640	140.0	12.68	300.41	81.30	ОГР Т	
1317.640	140.0	13.11	308.13	81.30	ОГР Т	
1316.640	140.0	13.53	320.05	81.30	ОГР Т	
1315.640	140.0	13.96	332.76	81.30	ОГР Т	
1314.640	140.0	14.39	348.73	81.30	ОГР Т	
1314.520	139.6	14.44	350.53	81.72	ТОРМОЖ	
1313.720	100.0	14.85	350.66	115.75	ОГР Т	
1312.720	100.0	15.45	363.58	115.75	ОГР Т	
1312.450	100.2	15.61	367.51	115.75	ТЯГА	
1311.720	115.4	16.01	392.05	116.18	ТОРМОЖ	
1311.433	102.7	16.17	392.05	128.76	ТОРМОЖ	№П
1311.373	100.0	16.21	392.07	130.97	ОГР Т	
1310.373	100.0	16.81	395.68	130.97	ОГР Т	
1310.326	100.0	16.84	395.89	130.97	ОГР Т	Максимівка
1309.326	100.0	17.44	398.67	130.97	ОГР Т	
1309.276	100.3	17.47	399.14	130.97	ТЯГА	
1309.126	105.0	17.55	404.15	130.97	ОГР Т	
1309.112	105.0	17.56	404.20	130.97	ОГР Т	№Н
1308.152	103.0	18.11	407.78	130.98	РЕГ Т	
1307.692	105.4	18.38	408.13	132.53	ТЯГА	
1306.692	134.2	18.88	438.55	132.53	ТЯГА	
1306.512	137.8	18.96	442.79	132.95	ТОРМОЖ	
1305.512	104.2	19.45	442.79	175.96	ТОРМОЖ	
1305.402	97.0	19.52	442.79	180.43	РЕГ Т	
1304.402	96.0	20.14	442.79	185.74	РЕГ Т	
1303.442	100.4	20.73	443.16	189.27	ТЯГА	
1303.182	107.0	20.88	451.84	189.31	РЕГ Т	
1302.182	108.0	21.44	451.84	192.79	РЕГ Т	
1301.932	110.4	21.58	452.18	193.62	ТЯГА	
1300.932	137.3	22.06	481.37	193.62	ТЯГА	
1300.892	137.8	22.08	482.10	194.04	ТОРМОЖ	
1299.892	103.3	22.58	482.10	237.08	ТОРМОЖ	
1299.512	85.0	22.82	482.13	253.68	ОГР Т	
1298.622	85.0	23.45	485.37	253.69	РЕГ Т	
1298.162	85.5	23.78	485.77	254.02	ТЯГА	

1297.662	105.0	24.09	504.22	254.02	ОГР Т
1296.982	105.1	24.48	506.14	254.46	ТОРМОЖ
1296.602	85.0	24.72	506.19	271.05	ОГР Т
1295.602	85.0	25.43	510.01	271.05	ОГР Т
1295.392	85.0	25.57	510.13	271.05	РЕГ Т
1294.752	85.5	26.04	510.53	272.30	ТЯГА
1294.422	98.0	26.25	522.85	272.31	РЕГ Т
1294.072	100.4	26.46	523.21	272.91	ТЯГА
1293.162	125.0	26.94	552.50	272.91	ОГР Т
1292.392	125.2	27.31	557.50	272.91	ТЯГА
1291.732	135.7	27.61	575.23	273.34	ТОРМОЖ
1290.812	95.0	28.09	575.29	312.78	ОГР Т
1290.477	95.0	28.30	577.47	312.78	ОГР Т №П
1290.247	94.8	28.45	578.76	313.23	ТОРМОЖ
1289.384	3.7	29.47	578.76	354.96	КОНЕЦ

КОНЕЦ

Расход электроэнергии 2438.8 кВт-ч

Нормальное завершение расчета

Мин. непогашенное ускорение (для $V > 20$ км/ч), м/с² -0.065 (км 9.843)

Макс. непогашенное ускорение, м/с² 1.049 (км 34.831)

ДОДАТОК Г

РЕЗУЛЬТАТИ ТЯГОВИХ РОЗРАХУНКІВ ВАНТАЖНОГО РУХУ

Тернопіль-Підволочинськ Іколія
 Расчет для участка: Підволочинськ - Тернопіль
 Локомотив : ВЛ80. Позиция - . Кол-во секцій 1
 Масса состава = 3400 т. Длина поезда = 600 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:

$$w_0 = 1.250 + 0.0110 * V + 0.000160 * V * V$$

Кoeffициент трения:

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

Тормозной коoeffициент = 0.250

Кoeffициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 10

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
Підволочинськ					
1289.384	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
1290.391	53.2	2.09	51.00	0.00	ТЯГА
1290.477	55.4	2.18	55.08	0.00	ТЯГА №П
1291.477	71.6	3.11	91.88	0.00	ТЯГА
1292.477	78.5	3.91	117.74	0.00	ТЯГА
1293.477	82.5	4.65	139.76	0.00	ТЯГА
1294.477	79.9	5.39	161.08	0.00	ТЯГА
1295.477	78.8	6.15	184.32	0.00	ТЯГА
1296.477	82.0	6.90	206.47	0.00	ТЯГА
1297.477	85.0	7.61	226.82	0.00	ТЯГА
1298.477	84.3	8.32	246.49	0.00	ТЯГА
1299.477	84.7	9.03	266.86	0.00	ТЯГА
1300.477	80.1	9.75	287.53	0.00	ТЯГА
1301.477	73.7	10.53	312.07	0.00	ТЯГА
1302.477	69.4	11.37	341.17	0.00	ТЯГА
1303.477	66.1	12.26	374.69	0.00	ТЯГА
1304.477	64.0	13.19	411.26	0.00	ТЯГА
1305.477	65.0	14.12	448.74	0.00	ТЯГА
1306.477	64.5	15.05	485.81	0.00	ТЯГА
1307.477	64.5	15.98	523.28	0.00	ТЯГА
1308.477	68.9	16.90	559.56	0.00	ТЯГА
1309.112	74.3	17.43	577.86	0.00	ТЯГА №Н
1310.112	77.8	18.21	603.15	0.00	ТЯГА
1310.326	78.7	18.38	608.21	0.00	ТЯГА Максимівка
1310.596	80.0	18.58	614.24	0.00	ОГР Т
1311.116	80.0	18.97	623.08	0.00	ТЯГА
1311.433	79.9	19.21	630.13	0.00	ТЯГА №П
1312.433	88.1	19.94	651.18	0.00	ТЯГА
1313.423	96.0	20.57	666.71	0.18	РЕГ Т
1314.423	96.0	21.20	666.71	14.23	РЕГ Т
1315.423	96.0	21.82	666.71	27.76	РЕГ Т
1316.423	96.0	22.45	666.71	32.61	РЕГ Т
1317.243	100.0	22.96	666.71	36.02	ОГР Т
1318.053	100.0	23.44	673.36	36.02	ТЯГА
1318.573	100.0	23.76	680.45	36.02	ОГР Т
1319.003	96.0	24.01	682.26	36.02	РЕГ Т
1320.003	96.0	24.64	682.26	42.12	РЕГ Т
1321.003	96.0	25.26	682.26	44.66	РЕГ Т

1322.003	96.0	25.89	682.26	48.24	РЕГ Т	
1322.233	100.0	26.03	682.26	48.55	ОГР Т	
1322.463	99.6	26.17	683.24	49.90	ТОРМОЖ	
1322.663	90.0	26.30	683.24	75.91	РЕГ Т	
1323.663	86.0	26.99	683.24	89.35	РЕГ Т	
1323.773	90.0	27.07	683.24	89.56	ОГР Т	
1323.883	90.1	27.14	683.56	89.56	ТЯГА	
1324.693	95.9	27.67	696.57	90.92	ТОРМОЖ	
1325.003	80.0	27.88	696.57	132.49	ОГР Т	
1325.110	80.0	27.96	696.60	132.49	ОГР Т	№Н
1326.045	80.0	28.66	701.91	132.49	ОГР Т	Бірки Великі
1327.008	80.0	29.38	709.08	132.49	ОГР Т	№П
1327.098	80.0	29.45	710.17	132.49	ТЯГА	
1328.098	83.1	30.18	731.59	132.49	ТЯГА	
1329.098	79.1	30.92	752.87	132.49	ТЯГА	
1330.098	73.8	31.70	777.86	132.49	ТЯГА	
1331.098	71.0	32.53	806.31	132.49	ТЯГА	
1332.098	69.9	33.39	836.29	132.49	ТЯГА	
1333.098	69.3	34.25	866.98	132.49	ТЯГА	
1334.098	68.8	35.12	898.25	132.49	ТЯГА	
1335.098	67.8	36.00	930.84	132.49	ТЯГА	
1336.098	67.4	36.88	964.08	132.49	ТЯГА	
1337.098	76.8	37.75	995.40	132.49	ТЯГА	
1338.098	92.0	38.45	1015.15	132.49	ТЯГА	
1338.598	97.4	38.77	1022.80	133.86	ТОРМОЖ	
1338.834	87.0	38.92	1022.80	166.30	ТОРМОЖ	№Н
1338.984	76.0	39.03	1022.80	186.06	РЕГ Т	
1339.394	79.5	39.35	1022.80	194.20	ТОРМОЖ	
1340.027	4.1	40.23	1022.80	289.87	КОНЕЦ	

Тернопіль

Расход электроэнергии 3658.5 квт-ч

Нормальное завершение расчета

Мин. непогашенное ускорение (для $V > 20$ км/ч), м/с² -0.147 (км 17.798)

Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.913 (км 34.784)

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим	
Тернопіль						
1340.027	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ	
1339.021	48.9	2.10	51.08	0.00	ТЯГА	
1338.834	51.4	2.33	60.07	0.00	ТЯГА	№Н
1337.834	61.7	3.38	105.64	0.00	ТЯГА	
1336.834	64.2	4.33	144.81	0.00	ТЯГА	
1335.834	82.3	5.16	173.40	0.00	ТЯГА	
1334.834	94.8	5.84	191.35	0.00	ТЯГА	
1334.304	96.0	6.16	198.96	0.10	РЕГ Т	
1333.304	96.0	6.79	198.96	7.61	РЕГ Т	
1332.304	96.0	7.41	198.96	14.10	РЕГ Т	
1331.304	96.0	8.04	198.96	20.50	РЕГ Т	
1330.304	96.0	8.66	198.96	28.47	РЕГ Т	
1329.304	96.0	9.29	198.96	36.71	РЕГ Т	
1329.184	99.8	9.36	198.96	38.39	ТОРМОЖ	
1328.954	86.0	9.51	198.96	63.57	РЕГ Т	
1328.554	90.0	9.79	198.97	66.96	ОГР Т	
1327.904	89.5	10.22	205.46	68.11	ТОРМОЖ	
1327.814	84.9	10.28	205.66	77.36	ТЯГА	
1327.784	85.0	10.30	206.14	77.36	ОГР Т	
1327.174	84.6	10.73	208.20	78.52	ТОРМОЖ	
1327.084	80.0	10.80	208.25	87.86	ОГР Т	
1327.008	80.0	10.86	208.76	87.86	ОГР Т	№П
1326.045	80.0	11.58	218.09	87.86	ОГР Т	Бірки Великі
1325.110	80.0	12.28	229.79	87.86	ОГР Т	№Н

1325.020	80.0	12.35	231.75	87.86	ТЯГА	
1324.020	80.0	13.10	254.18	87.86	ТЯГА	
1323.020	74.8	13.86	277.29	87.86	ТЯГА	
1322.020	76.6	14.66	303.46	87.86	ТЯГА	
1321.020	77.1	15.44	328.18	87.86	ТЯГА	
1320.020	77.7	16.22	352.45	87.86	ТЯГА	
1319.020	77.5	16.99	376.74	87.86	ТЯГА	
1318.020	82.3	17.75	399.52	87.86	ТЯГА	
1317.020	84.0	18.46	419.87	87.86	ТЯГА	
1316.020	82.4	19.19	440.61	87.86	ТЯГА	
1315.020	78.8	19.93	462.35	87.86	ТЯГА	
1314.020	74.8	20.71	487.16	87.86	ТЯГА	
1313.020	73.1	21.52	514.35	87.86	ТЯГА	
1312.020	71.9	22.35	542.50	87.86	ТЯГА	
1311.433	77.4	22.82	558.28	87.86	ТЯГА	№П
1311.183	80.0	23.02	563.90	87.86	ОГР Т	
1310.326	80.0	23.66	570.11	87.86	ОГР Т	Максимівка
1309.326	80.0	24.41	574.47	87.86	ОГР Т	
1309.276	80.1	24.45	574.85	87.86	ТЯГА	
1309.112	81.4	24.57	578.44	87.86	ТЯГА	№Н
1308.112	88.0	25.28	598.48	87.86	ТЯГА	
1307.112	100.0	25.92	614.31	87.86	ТЯГА	
1307.102	96.0	25.92	614.31	87.97	РЕГ Т	
1306.102	96.0	26.55	614.31	100.43	РЕГ Т	
1305.102	96.0	27.17	614.31	112.40	РЕГ Т	
1304.102	96.0	27.80	614.31	126.04	РЕГ Т	
1303.102	96.0	28.42	614.31	136.36	РЕГ Т	
1302.102	96.0	29.05	614.31	146.52	РЕГ Т	
1301.102	96.0	29.67	614.31	158.81	РЕГ Т	
1300.102	96.0	30.30	614.31	169.68	РЕГ Т	
1299.712	99.6	30.54	614.31	173.71	ТОРМОЖ	
1299.422	84.9	30.73	614.51	205.75	ТЯГА	
1299.402	85.0	30.74	614.82	205.75	ОГР Т	
1298.642	85.0	31.28	621.74	205.75	РЕГ Т	
1298.292	85.1	31.54	621.94	206.52	ТЯГА	
1297.292	92.2	32.21	639.73	206.52	ТЯГА	
1296.292	94.6	32.85	655.64	206.52	ТЯГА	
1296.182	94.2	32.92	657.21	207.66	ТОРМОЖ	
1296.012	85.0	33.03	657.31	226.06	ОГР Т	
1295.422	85.0	33.45	660.06	226.07	РЕГ Т	
1294.812	85.1	33.90	660.26	228.99	ТЯГА	
1293.812	95.4	34.56	677.48	228.99	ТЯГА	
1292.812	97.9	35.18	692.21	228.99	ТЯГА	
1291.812	99.3	35.79	706.40	228.99	ТЯГА	
1291.082	99.0	36.23	716.42	230.12	ТОРМОЖ	
1290.752	80.0	36.45	716.56	266.91	ОГР Т	
1290.477	80.0	36.66	720.60	266.91	ОГР Т	№П
1289.987	79.6	37.02	725.48	268.09	ТОРМОЖ	
1289.384	3.9	37.86	725.48	344.04	КОНЕЦ	

КОНЕЦ

Расход электроэнергии 2582.7 кВт-ч
Нормальное завершение расчета

Мин. непогашенное ускорение (для $V > 20$ км/ч), м/с² -0.224 (км 48.925)
Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.705 (км 39.925)

ДОДАТОК Д
ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1. Дипломний проект – 73 стор.
2. Мультимедійний демонстраційний матеріал – _____ слайдів.