

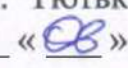


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий центр: *Організація будівництва та експлуатації доріг*

ДО ЗАХИСТУ
зав. кафедри, професор

 О. Л. Тютькін
2021 р.  «»

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття ОС «магістр»

Галузь 27 Транспорт

Спеціальність 273 Залізничний транспорт

Освітня програма Залізничні споруди та колійне господарство

Тема: Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень максимальної швидкості руху поїздів

Theme: Investigation of the influence of technical condition and parameters of curves on the level of maximum speed of trains

	(посада)	(підпис)	(ПІБ)
Керівник дипломної магістерської роботи	доцент		Гусак М.А.
Консультанти	доцент		Заяць Ю.Л.
	асистент		Хмелевська Н.П.
Нормоконтролер	ст. викладач		Байдак С.Ю.
Студент групи	КГ 2023		Каменев І. В.
Student			

Дніпро

2021

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

ДОВІДКА

про відсутність плагіату у випускній кваліфікаційній роботі

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)
здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «магістр»

Каменєв Ігор Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень
максимальної швидкості руху поїздів

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР


(підпис)

Марина Гусак

(прізвище, ім'я, по батькові)

імені академіка В. Лазаряна

Навчально-науковий центр: Організація будівництва та експлуатації доріг

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Спеціальність: Залізничні споруди та колійне господарство

Затверджую:

зав. кафедри

О. Л. Тютюкін

“ ____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»
студента групи КГ2022 Каменєва Ігоря Валерійовича

1. Тема роботи: Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень максимальної швидкості руху поїздів

Затверджена наказом по університету № 160 ст. від 06. 04.2021 р.

2. Термін подання студентом закінченої магістерської роботи – 17 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту:

3. Вихідні дані до проекту:

Район проектування – Київська область	Довжина прийм.- відправн. колій 850 м	
Початковий пункт – ст. Київ	Ширина земляного полотна – 11 м	
Кінцевий пункт – ст. Фастів	Верхня будова колії:	
Довжина лінії, км – 63,3	Тип рейок – Р65	Тип шпал – залізобетонні
Керівний ухил - 9 ‰	Баласт, см	
Кількість головних колій – 2	Щебінь – 30-35	пісок – 20
Вид тяги – Електрична	Маса поїзда, т	
Локомотиви – ВЛ80, ЧС8		
Типи вагонів – 4-вісні	Вант. – 4000/3700	Пас. – 1000
Кліматичні характ. району – помір-контин	Система СЦБ – АБ	

4. Існуючі розміри перевезень:

Напрямок	Вантажонапруженість нетто, млн. ткм/км	Кількість пасаж. поїздів	Кількість приміських поїздів	
Київ - Фастів	25	21	65	3

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Огляд наукових досліджень за темою	4. Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень максимальної швидкості
2. Характеристика технічного стану і параметрів ділянки. Аналіз існуючих швидкостей	5 Охорона праці
3. Розробка заходів з підвищення швидкості руху поїздів	Висновки і рекомендації

5. Консультанти:			
Найменування розділів і магістерської роботи	Консультанти	Завдання	
		видав (дата, підпис)	прийняв до виконання (дата, підпис)
1, 2, 4	Гусак М.А.		
3	Хмелевська Н.П.		
5	Заяц Ю.Л.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва розділу магістерської роботи	Термін виконання розділу	Відсотки	Нар. підс.
1	Огляд наукових досліджень за темою	04.10.2021	10	10
2	Характеристика технічного стану і параметрів ділянки. Аналіз існуючих швидкостей	25.10.2021	20	30
3	Розробка заходів з підвищення швидкості руху поїздів	19.11.2021	20	50
4	Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень максимальної швидкості	29.11.2021	10	60
5	Охорона праці при реконструкції ділянки залізниці	06.12.2021	15	75
6	Висновки й рекомендації	13.12.2021	15	90
7	Оформлення роботи	17.12.2021	10	100

Дата видачі завдання: ___ вересня 2021 р.

Науковий керівник

(підпис)

Гусак М.А.

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Каменєв І. В.

РЕФЕРАТ

Про дипломний проект: томів 1, сторінок ____, рисуноків ____, таблиць __ .

Найменування роботи: Дослідження впливу технічного стану й параметрів кривих на рівень максимальної швидкості руху поїздів

Об'єкт дослідження – процес вибору раціонального швидкісного руху пасажирських поїздів.

Предмет досліджень – ділянки залізниці, що підлягають реконструкції з метою впровадження швидкісного руху поїздів.

Мета роботи – дослідження питань пов'язаних з вибором раціональних параметрів швидкісного руху, при яких забезпечуються максимальної швидкості руху поїздів

Стисла характеристика роботи.

В роботі використовувались статистичний аналіз параметрів плану й поздовжнього профілю, методи математичного моделювання (тягові розрахунки – за програмою MoveRW, розрахунки параметрів плану – за програмою RWPlan), обробка даних проводилась з використанням програми Microsoft Excel.

В магістерській роботі була виконана реконструкція плану ділянки. Досліджені питання пов'язані з технічним станом параметрами кривих та рівень максимальної швидкості руху поїздів

Ключові слова: ШВИДКІСНИЙ РУХ, РЕКОНСТРУКЦІЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПЛАН ЛІНІЇ, КОМФОРТАБЕЛЬНІСТЬ, ДОПУСТИМА ШВИДКІСТЬ, РАДІУС КРИВОЇ, ПІДВИЩЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РЕЙКИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ.....	8
1.1 Розвиток теорії щодо впровадження швидкісного руху поїздів.....	8
1.2 Практика удосконалення плану лінії на швидкісних напрямках залізниць .	10
2 ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ	14
2.1 Технічне оснащення ділянки Київ - Фастів	14
2.2 Характеристика поздовжнього профілю і плану лінії	16
2.3 Земляне полотно, верхня будова колії, штучні споруди	17
2.4 Аналіз існуючих швидкостей	17
2.5 Визначення допустимих швидкостей руху поїздів у кривих.....	18
2.6 Приклад розрахунків допустимої швидкості руху в кривих.....	23
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ .	27
3.1 Послідовність роботи перебудови кривої знятої методом стріл	27
3.2 Використання тягових розрахунків	32
3.3 Результати тягових розрахунків.....	36
3.4 Умови реалізації швидкісного руху	41
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ Й ПАРАМЕТРІВ КРИВИХ НА РІВЕНЬ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ.....	48
4.1 Технологія розрахунку об'ємів та вартості робіт при перебудові плану лінії	48
4.2 Вплив максимальної швидкості руху на вартість перебудови кривих	50
4.3 Ефективність від збільшення швидкості	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
5.1 Система управління охороною праці на АТ «Укрзалізниця»	55
5.2 Система управління охороною праці на Південно – Західній залізниці	61
5.3 Дії керівника під час виникнення надзвичайної ситуації.....	63
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	66
Додатки.....	69

ВСТУП

Впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів, як показує європейський досвід, , що наявність вантажних поїздів на швидкісних ділянках є головною перешкодою як в плані організації руху, так і в плані утримання колії в технічно справному стані.

В той же час, впровадження в Україні швидкісного руху пасажирських поїздів з виходом на європейську мережу і країн СНД є об'єктивною необхідністю для вирішення комплексу соціальних, економічних і екологічних проблем.

На залізничному транспорті провадження швидкісного руху поїздів можлива за умови наявності трьох складових: відповідна максимальній швидкості інфраструктура, рухомий склад і організація руху поїздів, що передбачає відокремлення вантажного руху від пасажирського.

Кабінет міністрів затвердив Національну транспортну стратегію України до 2030 року, метою якої є інтеграція України у світову економіку і технологічний стрибок у сфері інфраструктури [1].

Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року розроблена для комплексного вирішення наявних проблем в галузі транспорту. Стратегія містить пріоритети розвитку транспортного сектору України та відображає останні зміни впровадження євроінтеграційного курсу та імплементацію положень Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами - членами, з іншої сторони, а також зміни геополітичного середовища в регіоні.

Стратегія визначає пріоритетні напрями покращення якості надання транспортних послуг, передбачає наближення рівня їх надання та розвитку інфраструктури до європейських стандартів, підвищення рівня безпеки та зменшення негативного впливу на довкілля, реагує на необхідність покращення системи управління, проведення адміністративної реформи та децентралізації

завдань і функцій центральних органів виконавчої влади, запровадження антикорупційної політики, корпоративного управління у державному секторі економіки.

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 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ

1.1 Розвиток теорії щодо впровадження швидкісного руху поїздів

Реалізація швидкісного руху на тому чи іншому напрямку характеризується двома категоріями швидкостей – максимальною й маршрутною. Перша служить характеристикою загального рівня застосовуваної залізничної техніки, друга – інтегральним вираженням впливу експлуатаційних умов: організації руху, стану колії та ін. Кінцевий результат перевезень (час доставки пасажирів) визначається не максимальною, а маршрутною швидкістю.

Але умови роботи європейських і українських залізниць суттєво відрізняються, що вимагає додаткових досліджень, змін відповідних нормативів і підходів до реалізації програм. Перш за все це питання, пов'язане з розмежуванням напрямків залізниць за своїм функціональним призначенням. По одним напрямках повинні їздити тільки швидкісні пасажирські поїзди, по іншим – вантажні, і як виключення – напрямки, які будуть використовуватися для суміщеного руху. Безумовно, на всіх них повинні бути різні норми утримання колії, різні швидкості руху. Тільки за таких умов можна досягти високих показників у пасажирському сполученні, безпеки у вантажному, і зрештою – ефективного використання існуючої інфраструктури.

Проблеми експлуатаційного і технічного характеру, що виникають при суміщеному русі, призводять до розладу верхньої будови колії, порушення плавності руху поїздів, комфортності пасажирів. При значній різниці у швидкостях пасажирських і вантажних поїздів може суттєво зменшитись провізна спроможність лінії, на якій впроваджується швидкісний рух, і у випадку недостатніх резервів викликати необхідність її посилення.

Проблема швидкості для залізниць України набула великого значення, враховуючи геополітичне положення країни і необхідність інтеграції до європейської транспортної мережі. Сьогодні Укрзалізниця має Концепцію і Програму розвитку швидкісного руху [1, 2].

Комплексні дослідження технічних, економічних і соціальних проблем підвищення швидкості руху поїздів у різні роки проводили і проводять науково-дослідні інститути й вищі навчальні заклади.

Практичне значення має питання, пов'язане з реалізацією й ефективним використанням рівня максимальної швидкості. Підвищення рівня максимальної швидкості прямування поїздів ще не визначає найбільший вигреш у часі. Необхідно домогтися реалізації максимальної швидкості на можливо більшій довжині залізниці.

Огляд маршрутних швидкостей руху пасажирських поїздів показав, що вони змінюються в широкому діапазоні. Так, маршрутна швидкість поїздів в Україні, що відносяться до класу Intersiti+ сьогодні складає від 80-116 км/год, що в 1,3-1,5 рази нижче ніж у сусідніх європейських країнах

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 (ВНІЗТ), 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.

У роботах професорів О. П. Єршкова, А. Ф. Золотарського, М. А. Фрішмана, М. А. Чернишова, розглянуті питання підготовки колії до швидкісного руху [3-5].

Дослідженням процесів взаємодії колії та рухомого складу при високих швидкостях присвячені роботи відомих авторів Є. П. Блохіна, С. В. Вершинського, В. Д. Дановича, В. А. Лазаряна, М. О. Радченка,

В. Ф. Ушкалова.

Питанням реконструкції плану існуючих залізниць при підвищенні швидкостей руху поїздів і виправки кривих присвячені роботи д-рів наук А. А. Босова, М. Б. Кургана, В. В. Рибкіна, канд. наук В. І. Євграфова, М. І. Карпова, І. П. Корженевича, Д. М. Кургана, М. Г. Ренгача та ін.

Актуальною і своєчасною була монографія Г. М. Кірпи [2] присвячена інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему. Книга представляє собою багатоспекторний науково-практичний труд з питань сучасного стану залізниць України, базується на глибоких аналітичних наробітках, має практичну направленість.

1.2 Практика удосконалення плану лінії на швидкісних напрямках залізниць

Великий обсяг робіт з корегування плану лінії, в тому числі з перебудови кривих для збільшення радіусів виконано залізницями в останні роки. Виходили в першу чергу з положення, що криві є основною перешкодою для скорочення часу руху поїздів та створення комфортних умов для пасажирів під час поїздки.

Чому сьогодні таким актуальним є питання встановлення раціонального підвищення зовнішньої рейки в кривих. Тому що від величини підвищення в певній мірі залежить взаємодія головок рейок з колесами рухомого складу і як результат – знос рейок.

Зазначені проблемні питання потребують зваженого і планомірного підходу. Наприклад, розрахунки українських фахівців показали, що тільки за рахунок правильно встановленого підвищення в кривих можна підвищити швидкість руху по кривим на 20-30 км/год (або зменшити знос коліс і рейок при існуючих швидкостях). А за рахунок відповідного розрахунку і постановки колії в проектне положення можна підняти маршрутну швидкість до 120-130 км/год, залишаючи колію у межах існуючого земляного полотна, тобто без величезних витрат на перенесення осі траси. На багатьох кривих, які аналізувалися, підвищення зовнішньої рейки були встановлені за таким параметром як радіус

кривої без урахування довжини перехідних кривих. В результаті визначальними обмеженнями ставали швидкість наростання прискорень ψ (м/с³) і швидкість опускання колеса f (мм/с).

А оскільки швидкість в наказі була встановлена за радіусом, то в таких кривих виникають підвищений знос і порушення безпеки руху поїздів. Як відомо, на двоколійних та багатоколійних ділянках залізниць у кривих доводиться збільшувати міжколійну відстань. Пов'язано це з тим, що при вписуванні рухомого складу в криві його середня частина зсувається відносно осі колії всередину кривої, а кінці – назовні. Крім того, нахил рухомого складу, який відбувається у зв'язку з підвищенням зовнішньої рейки, також зменшує габаритну відстань між одиницями рухомого складу.

Застосування стандарту в автоматизованих системах проектування призводить до необхідності програмного аналізу великої кількості таблиць і у разі зміни деяких нормативів проектування, а особливо ширини колії чи габариту рухомого складу, робить непридатними такі таблиці для вирішення задачі. У той же час відомо, що чим більша кількість якихось зовнішніх чисел використовується в програмі, тим більша вірогідність похибки в розрахунках. Також у стандарті не передбачені проектні норми для підвищених швидкостей руху. Запропонований підхід автором програми РВПлан [6] дозволяє обґрунтовано програмно визначати потрібні габаритні розширення міжколійя у випадках, які не розглядалися в стандарті

У програмному комплексі RWPlan автором Корженевичем І. П. реалізований комплексний підхід до вирішення проектних задач, а також математичні моделі, які з високою точністю описують існуюче і проектне положення залізничної [6]. При оптимізації проектного рішення використовуються критеріїв у вигляді мінімуму суми квадратів або модулів рихтувань, а також запропонований новий критерій – мінімум суми витрат на виконання робіт. Критерій мінімум суми витрат дає можливість визначити об'єм робіт та оцінити вартість робіт при рихтуванні колії або перекладання колії і робіт з розширення або спорудження нового земляного полотна. При виконанні

робіт проєктувальник відразу бачить, до якого збільшення або зменшення витрат приведе те або інше проєктне рішення. Програма дозволяє вирішувати практично будь-які задачі реконструкції плану: подовження прямих вставок і перехідних кривих, збільшення радіусів, зсув осі колії вздовж прямих і кривих, врізання стрілочного перевалу в криву і багато інших. Для вирішення задачі підвищення швидкості руху ефективно використовувати програмний комплекс RWPlan, так як в програмі є можливість створити координатну модель цього плану і файл псевдо зйомки всього напрямку. На основі отриманої інформації в програмі робляться розрахунки реконструкції плану з максимальним підвищенням швидкості руху. Отримані параметри плану передаються в програму тягових розрахунків для визначення часу руху по ділянці .

З метою підвищення швидкості руху поїздів швидкості руху поїздів було розглянуто ділянку Київ – Фастів. Для аналізу скористаємось інформацією про план колії, яка нанесена на поздовжньому профілі.

Статистика підтверджує, що велика кількість кривих на залізницях України у ряді випадків приводить до недоцільного обмеження максимальних швидкостей руху або, навпаки, до їх завищення мінімальних і, як наслідок, до погіршення безпеки та комфортабельності руху поїздів, швидкого розладу колії. Як показали дослідження, обмеження швидкості руху поїздів за радіусами кругових кривих виникає тільки в деяких кривих. Набагато більше проблемних місць пов'язані з недостатньою довжиною перехідних кривих. Тому дуже важливим є розрахунок параметрів плану лінії з урахуванням всіх вимог і приведення його до геометрично правильного стану під час виконання ремонтів колії. Метою роботи є дослідження впливу параметрів плану лінії на обсяги робіт з перебудови кривих. Таким чином ми отримаємо залежність збільшення максимальної швидкості від об'ємів робіт та вартість на них.

Перебудова плану може відбуватися в межах земляного полотна. Значного підвищення швидкості можна досягти при суттєвих змінах параметрів кривих з виносом траси на нове земляне полотно. Такі роботи вимагають

великих витрат і, але не завжди отримуємо суттєве скорочення часу руху і практично ніколи не окупиться.

Об'єми і вартість робіт для конкретних ділянок в залежності від встановленого рівня максимальної швидкості були визначені з використанням програми RWPlan [7].

Дослідження впливу максимальної швидкості руху на вартість перебудови кривих розглядалися на ділянці Київ – Фастів, яка відноситься до Південно-Західної залізниці. Південно-Західна залізниця – одна з найстаріших залізниць України має адміністративний центр в столиці України – місті Києві. Загальна експлуатаційна протяжність залізниці – 4668 км. Розгорнута довжина головних колій складає 6438,1 км. Електроотягою виконується 93,3% усіх перевезень вантажів та пасажирів. Експлуатаційну роботу залізниці здійснюють п'ять дирекцій із залізничних перевезень – Київська, Козятинська, Жмеринська, Коростенська, Конотопська. На Південно-Західній залізниці налічується 315 станцій.

2 ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХ

2.1 Технічне оснащення ділянки Київ - Фастів

Ділянка залізниці Київ - Фастів знаходяться в Південно-Західній частині України. Представляє собою двоколіїну ділянку, електрифіковану на змінному струмі, система СЦБ автоблокування, де пасажирські поїзди уже зараз рухаються зі швидкістю до 120 км/год, а вантажні – 80 км/год.

Ділянка Київ – Фастів розташована у межах ПЧ-4. Пасажирський рух обслуговується локомотивом ЧС8. Маса пасажирського рухомого складу становить 1000 тонн.

У вантажному русі використовуються локомотиви ВЛ80. Уніфікована маса вантажного поїзда 4000/3700 тонн відповідно у непарному і парному напрямках. Довжина приймально-відправних колій 850 м.

Клімат помірно континентальний. Зима м'яка, літо тепле. Середня температура січня – 4,5° С, липня 18,6° С. Опадів 550 – 600 мм на рік. В основі Київської області знаходиться низовина, покрита лісами і болотами. З корисних копалин є буре вугілля, торф і природний газ, але більшість трудових ресурсів і спрямовані на сільське господарство.

Експлуатаційна довжина ділянки становить – 70 км. На рисунку 2.1 наведена схема ділянки, яка досліджується.



Тяга – електрична. Серія ведучого локомотиву пасажирських – ВЛ80 та вантажних поїздів – ЧС8.

Вантажонапруженість ділянки складає 25 млн. т км бруutto/км за рік. На ділянці Київ – Фастів розташовано 9 станцій: Київ Московський, Київ-пас, Жуляни, Боярка, Васильків, Мотовилівка, Сорочий Брід, Фастів

Основні тягові характеристики наведені на рисунку 2.2 та 2.3.

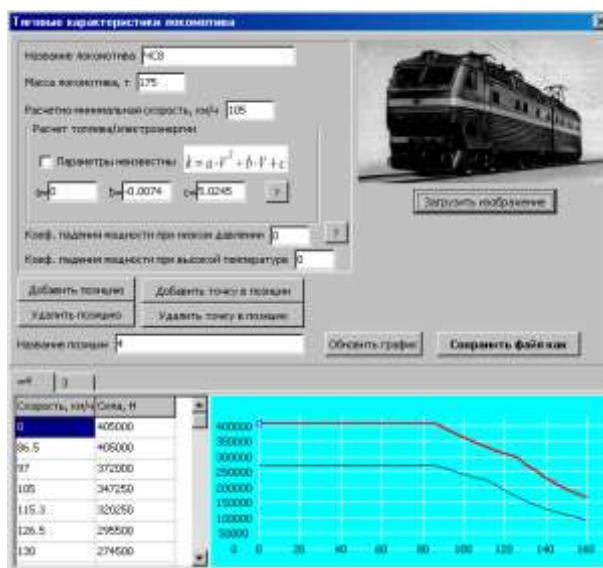


Рисунок 2.2 – Тягові характеристики локомотива ЧС4

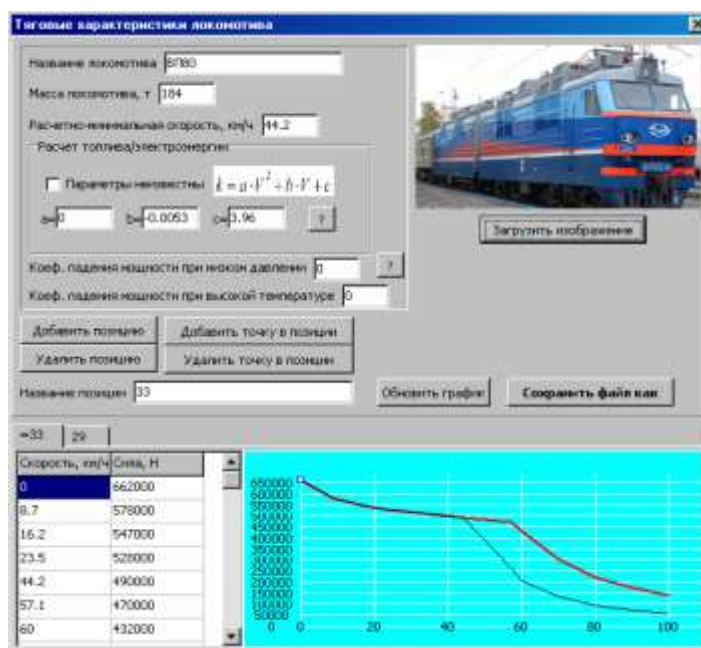


Рисунок 2.3 – Тягові характеристики локомотива ВЛ-80

2.2 Характеристика поздовжнього профілю і плану лінії

Аналіз поздовжнього профілю на ділянці Київ – Фастів показав, що ухили знаходяться в діапазонах від 0 до 11‰ . Ухили в діапазоні від 0 до 2‰, складають 20,1% від всіх інтервалів ухилів на ділянці, ухили більші 8‰ становлять 11,36%. Гістограма розподілу ухилів наведена на рисунку 2.4.

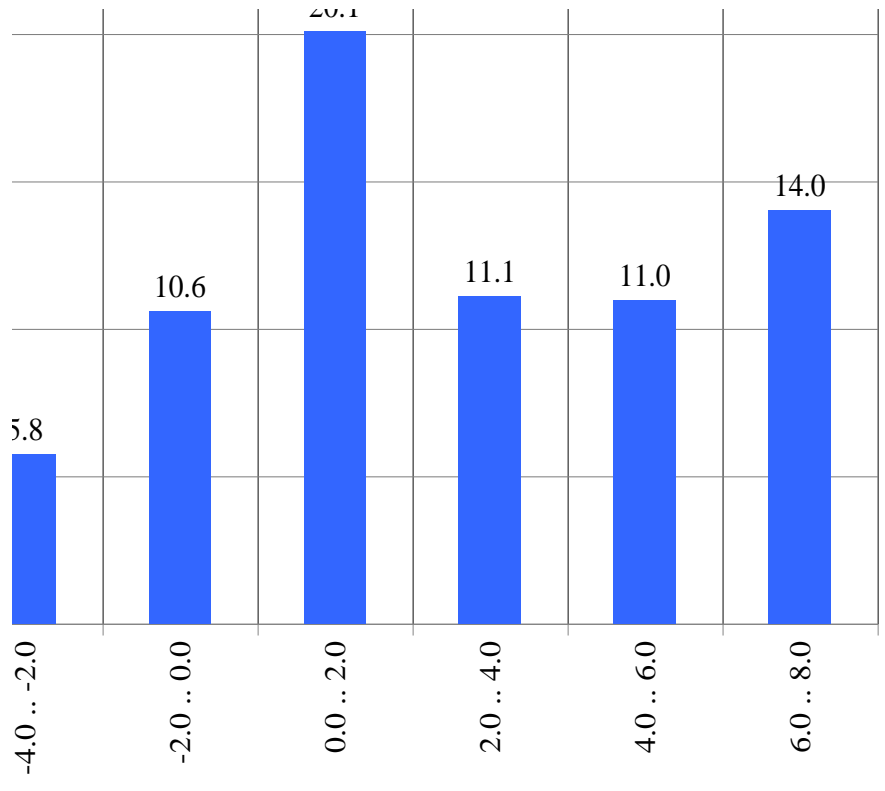


Рисунок 2.4– Гістограма розподілу ухилів на ділянці

Загальна довжина прямих становить 53598 м прями ділянки (79 % від загальної довжини) та 16802 м криві (21 % від загальної довжини Розподіл кривих різних радіусів відносно довжини кожної з ділянок, які досліджуються наведені на рисунку 2.5

Аналіз плану показує, що ділянка характеризується наявністю незначної кількості кривих. Кривих ділянок радіусом до 1500 м становить 10,3%.

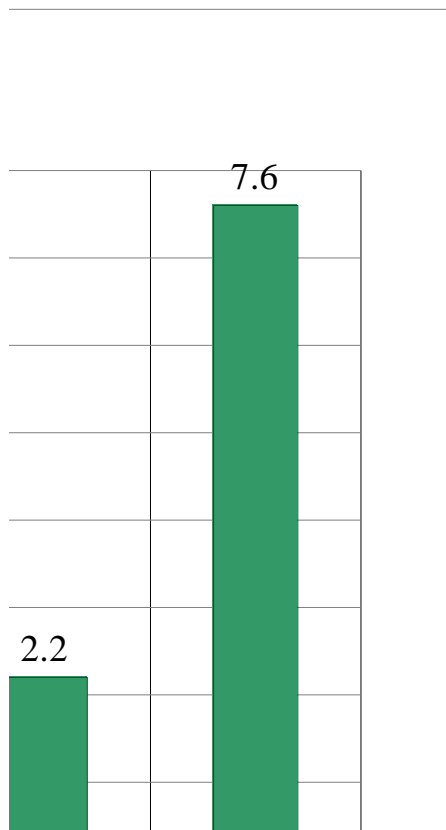


Рисунок 2.5– Гістограма розподілу довжин кривих на ділянці

2.3 Земляне полотно, верхня будова колії, штучні споруди

Переважаючим елементом земляного полотна є виїмка. Ширина земляного полотна складає 11 метрів. На головній колії укладені рейки типу Р65, колія ланкова, шпали залізобетонні (в основному 1840 шт./км), баласт – щебеневий, тип скріплення – КБ. Баластна призма утримується відповідно до типових поперечних профілів. Матеріал, товщина баластного шару та розміри баластної призми на головних коліях, перегонах, станціях встановлені за нормами. Стрілочні переводи на головних коліях станцій звичайні, типу Р65, марки 1/9 та 1/11. Приведений знос рейок менше 10 мм.

На ділянці розташовано 26 штучні споруди, з них 1 міст та 25 труб.

2.4 Аналіз існуючих швидкостей

Максимально допустима швидкість на ділянці становить 120 км/год для пасажирських та 80 км/год для вантажних поїздів.

Але, згідно з наказом начальника залізниці № 188 на деяких перегонах та станціях діють такі обмеження швидкості (по головних коліях) [8]:

Таблиця 2.1 – Обмеження швидкостей на ділянці Київ - Фастів

Станції/перегони	Пасажирський рух, км/год	Вантажний рух, км/год
Київ	70	70
Київ - Київ Пасажирський	100	80
Київ Пасажирський	60	60
Київ Пасажирський - Київ Волинський	120	80
Київ Волинський	70	70
Київ Волинський - Жуляни	120	80
Жуляни	100	80
Жуляни - Боярка	120	80
Боярка	100	80
Боярка - Васильків	120	80
Васильків	80	80
Васильків - Мотовилівка	120	80
Мотовилівка	80	80
Мотовилівка - Сорочий Брод	120	80
Сорочий Брод	100	80
Сорочий Брод - Фастів	120	80
Фастів	70	70

Аналіз причин обмеження швидкості поїздів показав, що основними факторами, що стримують підвищення швидкості до 160 км/год є станційні пристрої, що вимагають модернізації або реконструкції; стрілочні переводи, які не забезпечують високих швидкостей руху по них.

2.5 Визначення допустимих швидкостей руху поїздів у кривих

Допустимі швидкості руху поїздів у кривих встановлюються, виходячи з умови неперевищення норм допустимих непогашених прискорень при

розрахункових параметрах колії. В розрахунках допустиме непогашене прискорення для пасажирських поїздів, за умови комфортабельності їзди пасажирів, приймається $0,7 \text{ м/с}^2$. В обґрунтованих випадках з метою ліквідації обмежень швидкості в окремих кривих в залежності від типу локомотива допустиме непогашене прискорення може бути з дозволу Укрзалізниці збільшене до 1 м/с^2 [4].

Номінальне значення непогашеного прискорення для вантажних поїздів, за умови техніко-економічних показників повинно бути в межах $\pm 0,3 \text{ м/с}^2$.

Допустима швидкість в кругових кривих, за умови неперевикнення норм допустимих прискорень, визначається за формулою

$$V_{\text{доп}} = 3,6 \cdot \sqrt{R \cdot ([\alpha_{\text{ин}}] + 0,00613 \cdot h)} \quad 2.1$$

де R – фактичний радіус кривої, або проектний після виправлення кривої в плані, м;

h – фактичне підвищення або те, що рекомендується, мм;

$[\alpha_{\text{ин}}]$ – допустиме прискорення для відповідних категорій поїздів, м/с^2 .

Допустима швидкість в кривій, що лежить окремо, визначається за параметрами i для середньої частини кривої із використанням формули (2.1). Для багаторадіусної кривої допустима швидкість розраховується по частині кривої із мінімальним радіусом i відповідним підвищенням. Підвищення для частин з іншими радіусами багаторадіусної кривої повинно забезпечувати дотримання нормативів непогашених прискорень [2].

При призначенні допустимих швидкостей для кривих слід перевірити допустимість їхньої реалізації за нормативом, пов'язаним із крутизною відводу підвищення i швидкістю зміни непогашеного прискорення по довжині перехідної кривої. Величини допустимих швидкостей за критерієм крутизни відводу підвищення приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Допустимі швидкості руху в залежності від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривій

Крутизна відводу підвищення зовнішньої рейки, мм/м	Максимально допустима швидкість руху, км/год
до 0,67 включно	160
понад 0,67 до 0,7 включно	140
понад 0,7 до 1,0 включно	120
понад 1,0 до 1,2 включно	110
понад 1,2 до 1,4 включно	100
понад 1,4 до 1,6 включно	90
понад 1,6 до 1,9 включно	80
понад 1,9 до 2,3 включно	70
понад 2,3 до 2,7 включно	60
понад 2,7 до 3,0 включно	50
понад 3,0 до 3,1 включно	40
понад 3,1 до 3,5 включно	25
понад 3,5 до 4,5 включно	15
понад 4,5	Закриття руху поїздів

Допустиму швидкість одного значення рекомендується призначати протягом ділянки колії довжиною не менше 5 км. Якщо на такій довжині зустрічаються криві з різними величинами можливої максимальної допустимої швидкості, то необхідно по них призначити однакову швидкість і розрахувати потім нові розміри підвищень. При новій величині підвищення слід знову перевірити дотримання допустимих норм непогашених прискорень.

Якщо в якійсь одній кривій допустима швидкість нижче, ніж у ряді інших близько розташованих, і немає можливості її підвищити за рахунок збільшення підвищення, то по такій кривій необхідно ввести обмеження допустимої швидкості.

Під сполученнями кривих слід розуміти дві близько розташовані криві, спрямовані в одну або різні сторони, між якими розташовується пряма вставка довжиною менше 25 метрів. В таких кривих може мати місце обмеження допустимих швидкостей у порівнянні зі швидкістю, якби вона визначалася як для поодиноких кривих.

Довжина прямої вставки встановлюється як відстань між початками перехідних кривих у зоні сполучення. У тих випадках, коли відвід підвищення не збігається з відводом кривизни і частина відводу підвищення поширюється на пряму, довжину прямої вставки слід зменшити на величину неспівпадання відводів.

Прямі вставки довжиною менше 5 м утримувати практично важко, тому при визначенні допустимих швидкостей руху в таких випадках слід вважати, що пряма вставка відсутня. Прямі вставки довжиною менше 25 м слід визначати натурною зйомкою за допомогою геодезичних приладів [9].

Якщо довжина перехідної кривої виявилася менше 20 м, то при визначенні допустимих швидкостей руху слід вважати, що перехідна крива відсутня.

Допустимі швидкості руху по сполученнях кривих встановлюються за умови забезпечення плавності і безпеки руху. Формули і графіки по встановленню допустимих швидкостей руху по сполученнях кривих ґрунтуються на додатковій, у порівнянні з поодинокими кривими, оцінці неперевищення допустимих значень непогашених поперечних прискорень і швидкості зміни їх у часі.

У сполученнях без перехідних кривих і при довжині прямої вставки 25 м і менше або при її відсутності, швидкості руху вантажних поїздів повинні бути зменшені на 20% у порівнянні з отриманими по формулах і графіках у кривих радіусів менше 1500 м і на 10% – у кривих радіусів від 1500 до 3000 м.

Після виконання розрахунків за формулами або графіками, що відповідають заданому типу сполучення, за допустимі швидкості в експлуатації

слід прийняти найменше значення з урахуванням допустимої швидкості, визначеної за умови міцності колії.

Якщо фактично реалізовані швидкості більше визначених цими Правилами, то вони можуть бути тимчасово збережені. У цих випадках необхідно передбачити першочергове (у плановому порядку) посилення колії з поліпшенням плану лінії. До проведення робіт потрібно підсилити контроль за станом таких ділянок.

Допустима швидкість руху поїздів в поодиноких і сполучених кривих визначалась за Правилами ЦП-0236 [4] відповідно до схеми (рисунок 2.6)

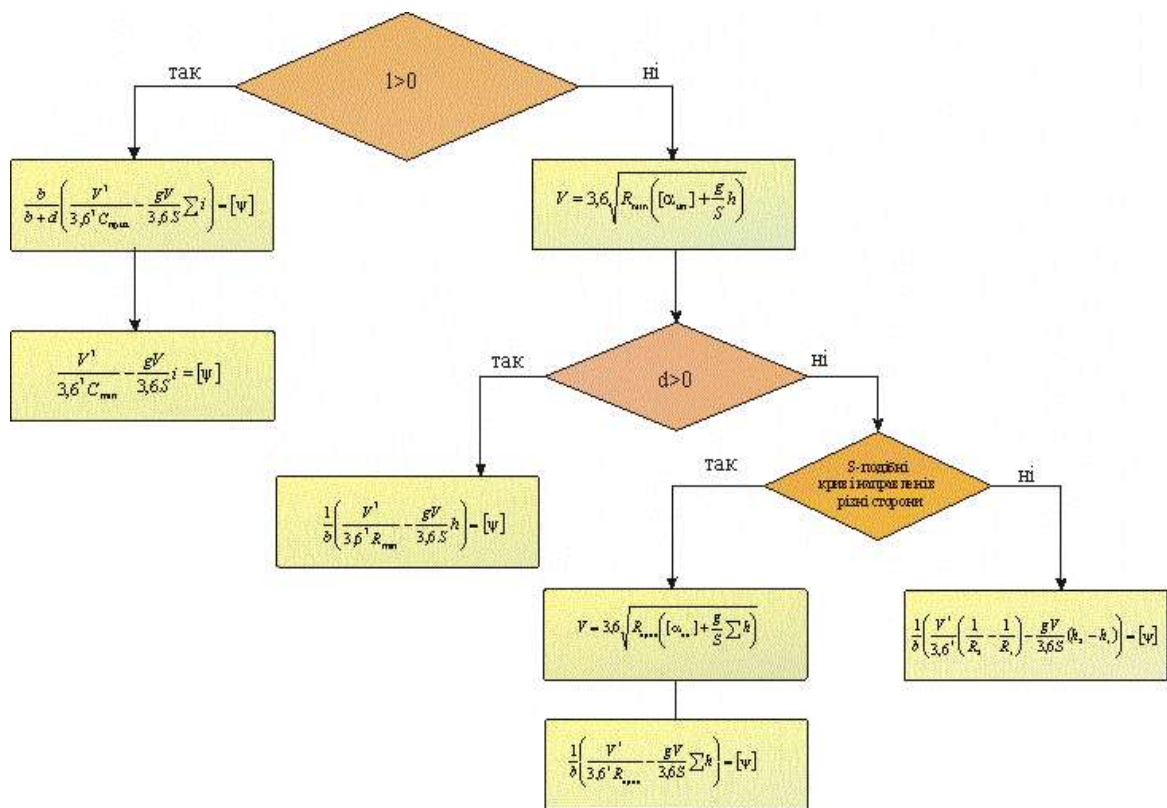


Рисунок 2.6 – Послідовність визначення максимально допустимої швидкості за параметрами сполучення кривих

Допустимі швидкості руху поїздів у кривих ділянках колії встановлюються, виходячи з умови не перевищення норм допустимих непогашених прискорень при розрахункових параметрах колії, а також за умови забезпечення плавності ходу, безпеки руху і комфортабельності їзди пасажирів.

За допустиму швидкість в експлуатації приймається найменша з урахуванням параметрів кривих, міцності колії та ін.

2.6 Приклад розрахунків допустимої швидкості руху в кривих

В якості прикладу була розглянемо ділянки на яких розташовані поодинокі та складові криві для визначення допустимих швидкостей руху пасажирського потяга для ділянки колії

Ділянка 1. Визначаю допустиму швидкість на поодинокій кривій, що має такі параметри

R = 382 м	L ₁ = 80 м L ₂ = 70 м	h = 75 мм
-----------	---	-----------

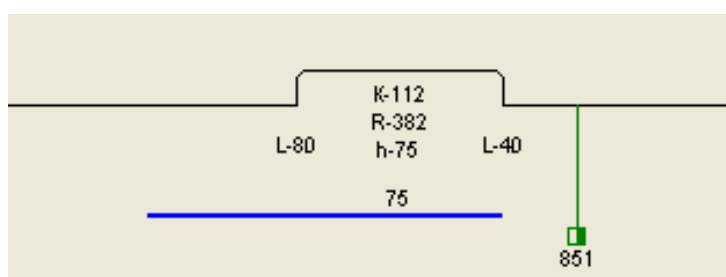


Рисунок 2.7 – Схема поодинокі кривої

Допустима швидкість в кругових кривих, за умови неперевикнення норм допустимих прискорень, визначається за формулою 3.1.

$$V_{\text{доп}} = 3,6 \cdot \sqrt{382 \cdot (0,7 + 0,00613 \cdot 75)} = 75 \text{ км/год}$$

Допустимі швидкості руху в залежності від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривій. $V_{\text{доп}} = 75 \text{ км/год}$

n	L	R	K	h	i	НП	Va	Vk	Val2	Val1	НП2	VaП	НП5	Va5	Va2	max	Vгр
1	80	-382	112	75	0,9	75	103	120								75	
	40				1,9		85	80									

Рисунок 2.8 – Визначення допустимої швидкості на даній кривій

Допустимі швидкості руху по сполученнях кривих встановлюються за умови забезпечення плавності і безпеки руху. Формули і графіки по встановленню допустимих швидкостей руху по сполученнях кривих ґрунтуються на додатковій, у порівнянні з поодинокими кривими, оцінці неперевищення допустимих значень непогашених поперечних прискорень і швидкості зміни їх у часі [4].

Ділянка 2. В якості прикладу, розглянемо криву, яка знаходиться між 851 км та 852 км . Параметри чотирьохрадіусної кривої наведені на рисунку 2,9, 2.10

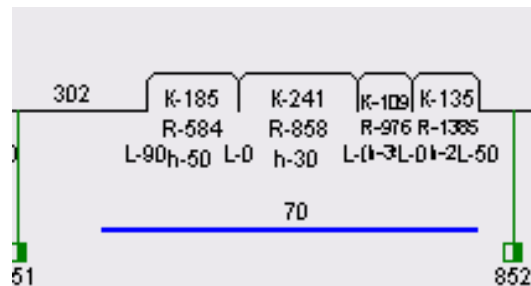


Рисунок 2.9 – Приклад суміжних кривих і рівень допустимої швидкості руху по ним

Прямі вставки і сполучаючи перехідні криві відсутні. На рисунку 2.10 зображений графік зміни кривизни для трьох радіусної кривої.

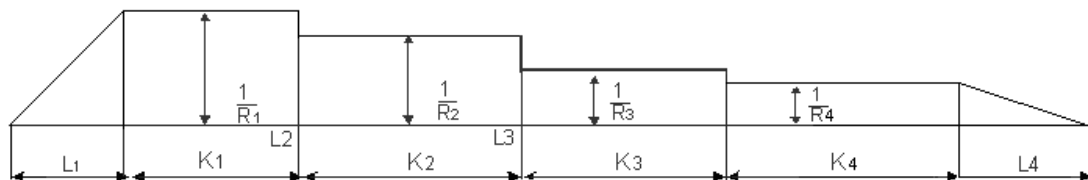


Рисунок 2.10 – Графік зміни кривизни на чотирьохрадіусній кривій

Визначаємо допустиму швидкість руху, розглядаючи дані криві як одиночні:

$$V_1 = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{нн}}] + 0,00613h)} = 3,6\sqrt{584(0,7 + 0,00613 \cdot 50)} = 87 \text{ км/год.}$$

$$V_2 = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{нп}}] + 0,00613h)} = 3,6\sqrt{858(0,7 + 0,00613 \cdot 30)} = 99$$

$$\text{км/ГОД. } V_3 = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{нп}}] + 0,00613h)} = 3,6\sqrt{976(0,7 + 0,00613 \cdot 35)} = 108 \text{ км/ГОД.}$$

$$V_4 = 3,6\sqrt{R([\alpha_{\text{нп}}] + 0,00613h)} = 3,6\sqrt{1385(0,7 + 0,00613 \cdot 20)} = 122 \text{ км/ГОД.}$$

$V_{\text{доп}} = 87 \text{ км/ГОД}$ (найменше обмеження для 1-ї кривої по $[\alpha_{\text{нп пас}}] = 0,7 \text{ м/с}^2$).

Відповідно до Правил ЦП-0236 [4] визначаємо різницю кривизни і різницю підвищення у точці сполучення кривих різних радіусів:

$$1\text{-а} - 2\text{-а криві: } \left(\frac{1}{858} - \frac{1}{584} \right) = \frac{1}{1828}; (50 - 30) = 20 \text{ мм.}$$

За графіком на рис. Д.5 [6] для $[\psi] = 0,6 \text{ м/с}^3$ (тому що $\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) < \frac{1}{3000}$) відповідно до отриманих значень встановлюємо $V_{\text{доп}} = 160 \text{ км/ГОД}$.

$$2\text{-а} - 3\text{-я криві: } \left(\frac{1}{976} - \frac{1}{876} \right) = \frac{1}{8579}; (35 - 30) = 5 \text{ мм.}$$

За графіком на рис. Д.4 [6] для $[\psi] = 0,3 \text{ м/с}^3$ (тому що $\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \geq \frac{1}{3000}$) відповідно до отриманих значень встановлюємо $V_{\text{доп}} = 60 \text{ км/ГОД}$.

$$3\text{-а} - 4\text{-я криві: } \left(\frac{1}{1385} - \frac{1}{976} \right) = \frac{1}{3305}; (20 - 35) = -15 \text{ мм.}$$

За графіком на рис. Д.4 [6] для $[\psi] = 0,3 \text{ м/с}^3$ (тому що $\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \geq \frac{1}{3000}$) відповідно до отриманих значень встановлюємо $V_{\text{доп}} = 70 \text{ км/ГОД}$.

n	L	R	K	h	i	НП	Va	Vk	Val2	Val1	НП2	VaП	НПС	VaS	Va2	max	Vдоп
1	90	-584	185	50	0.6	87	120	160									72
2	0	-858	241	30	**	99		110			72					88	99
3	0	-976	109	35	**	107		160								144	106
4	0	-1385	135	20	**	121		120								106	120
	50				0.4		130	160									

Рисунок 2.11 – Визначення допустимої швидкості на даній кривій

Розрахунок допустимої швидкості в кривій розраховувався за допомогою

програми MoveRW [10]. Підтвердженням таких причин обмеження швидкостей на ділянці Київ - Фастів є встановлені рівні максимально допустимих швидкостей руху для пасажирських і вантажних поїздів.

3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ

3.1 Послідовність роботи перебудови кривої знятої методом стріл

Швидкість руху поїздів обмежується не тільки параметрами кривих, але й геометричним станом, в якому вони утримуються. В розстроєних кривих швидкість руху буде менша у порівнянні з геометрично плавними кривими.

Для розрахунків виправки кривих в дипломному проекті використана програма «RWPlan» [11], розроблена доцентом кафедри «Проектування і будівництво доріг» Корженевичем І. П.

Більшість сучасних методів розрахунків виправки кривих заснована на визначенні зсувів в окремих точках колії через різницю довжин евольвент для існуючого і проектного варіантів (евольвентна модель). При довгих кривих, великих зсувах і значних коливаннях кривизни існуючої колії евольвентна модель може давати суттєві погрішності розрахунків. Найбільш точно зсуви можуть визначатися в системі координат шляхом геометричного представлення проектного варіанту і знаходження відстані на площині від початкової точки до її проектного положення (координатна модель).

В основі програми «RWPlan», лежать оригінальні запропоновані автором методи представлення плану лінії, за рахунок чого програма дозволяє розраховувати цілісні відрізки колії, в яких ділянки постійної кривизни це прямі і криві різних напрямків, як для традиційної евольвентної моделі, так і для координатного представлення плану.

У способі стріл, як правило, ділянку, що знімається, розбивають на відрізки завдовжки 10 м по робочій грані зовнішньої рейки. Потім натягують струну (наприклад рибальську волосінь) і посередині вимірюють відстань від струни до робочої грані рейки на рівні 13 мм нижче за поверхню катання. Так послідовно проходять всю вимірювану ділянку.

Послідовність роботи з програмою RWPlan

Програма RWPlan [12] призначена для виконання розрахунків виправки кривих і перевлаштування плану однієї залізничної колії, яка складається з прямих і кривих різного напрямку.

Оптимізація проводиться по одному з критеріїв: мінімум суми квадратів, модулів або витрат по вибору користувача.

Оцінка швидкості руху по існуючій колії і підбір підвищення зовнішньої колії з визначенням максимальної швидкості по запроєктованій кривій.

Розрахунок зсувів по традиційній евольвентній або точній координатній моделі. Можливість отримання рішення з округленими значеннями радіусів, експорт результатів розрахунків в таблиці Excel.

1. Визиваємо в пункті меню «Файл-Розрахункове значення» і при необхідності змінюємо деякі значення.

2. Для введення нової зйомки використовуємо відповідний пункт меню «Файл – Створити Файл зйомки способом стріл». В результаті відкривається вікно введення результатів зйомки.

3. Заповнюємо верхні поля і натискаємо кнопку «Розпочати введення».

4. Заповнюємо таблицю значеннями стріл і підвищень. в точках, які мають обмеження на здвигки, вводимо значення обмежень.

5. Натиснув кнопку «Готово», включаємо в вікно зрівняння зйомки по координатам. Нічого не змінюємо в цьому вікні і натиснувши кнопку «Готово», потрапляємо в вікно запису файлу. Задаємо ім'я файлу і зберігаємо зйомку.

Після запису файлу отримуємо графік кривизни за введеною інформацією. Встановлюємо розмір вікна і його положення.

6. Виконуємо оцінку допустимої швидкості для існуючої кривої (Сервіс Допустимі швидкості для існуючого стану). Корегуємо при необхідності нормативи, зберігаємо файл швидкостей і аналізуємо графік.

7. Аналіз кривизни ділянки на графіку проектних рішень показує, що крива однорадіусна. Подивимось, які здвигки необхідні, щоб привести криву в проектне положення. Натискаємо кнопку «Нові параметри», в вікні, що

з'явилося видаляємо галочку біля напису «Виповнити графічну побудову начального варіанту». Після цього натискаємо «Готово».

8. Натискаємо кнопку «Обновить» і отримуємо початковий варіант. Автоматично вмикається вікно здвижок.

9. Натискаємо кнопку «Оптимизация методом эволюент» і після оптимізації отримуємо:

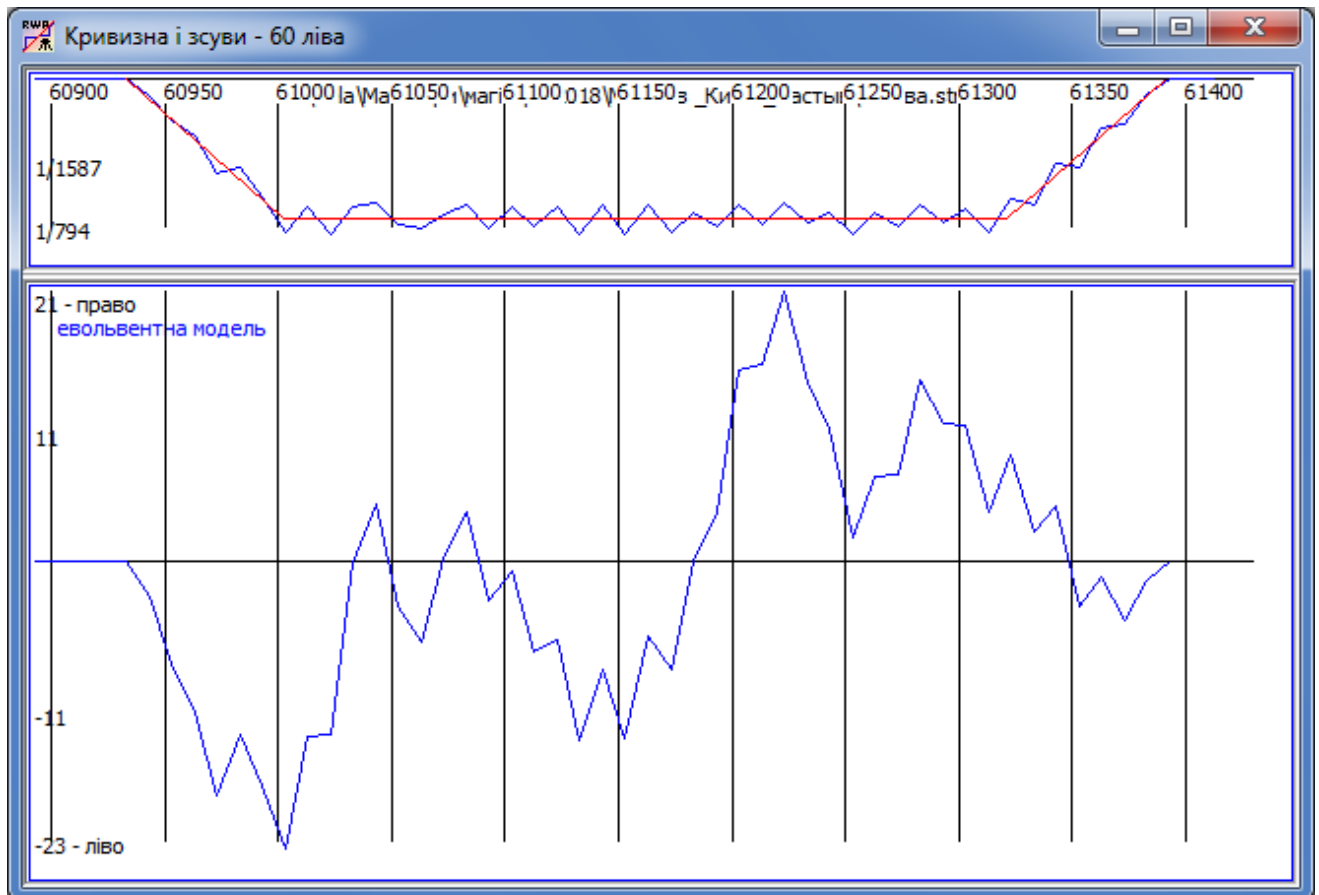


Рисунок 3.2 – Проектне рішення першої кривої

10. Включаємо показник «облік обмеження» і знову проводимо оптимізацію. Отримуємо задовільне рішення.

11. «Округлим» отримані значення радіусів. Обираємо округлення кратне 1 м. Здвижки при цьому, звичайно, змінюються.

12. Визначаємо підвищення зовнішньої рейки і максимальні швидкості для проектного варіанта. Задаємо середньозважену швидкість і натискаємо «Задать».

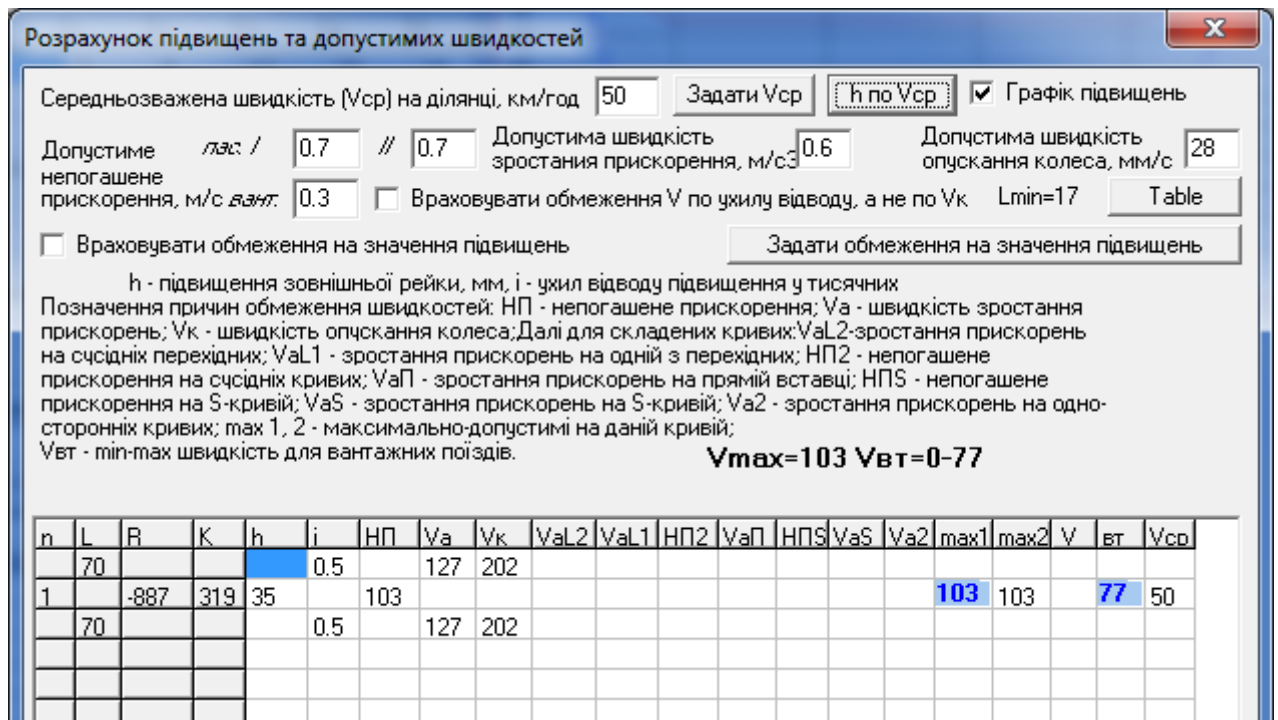


Рисунок 3.3 – Розрахункові значення допустимих швидкостей

13. Зберігаємо файл підвищень і отримуємо графік швидкостей, аналізуємо його і закриваємо вікно з графіком допустимих швидкостей.

Програма дозволяє виконувати розрахунки для S – образних кривих. Оптимізація виконується окремо, а потім поєднується в один файл. Такий підгод дає можливість розрахувати допустиму швидкість в складних кривих. На рисунку 3.4 наведений графік кривизни та зсувів S – образної кривої. На рисунку 3.5 показаний рисунок допустимої швидкості після оптимізації.

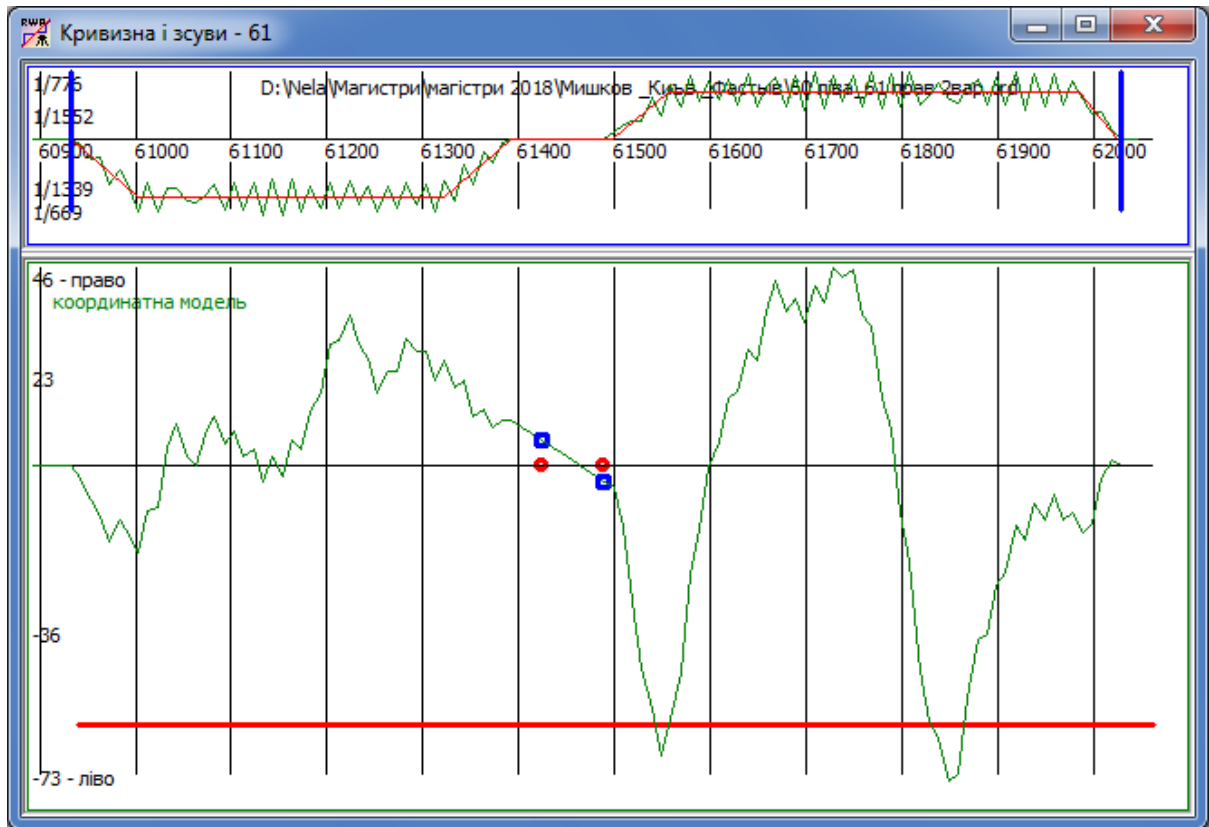


Рисунок 3.4 – Графік кривизни та зсувів

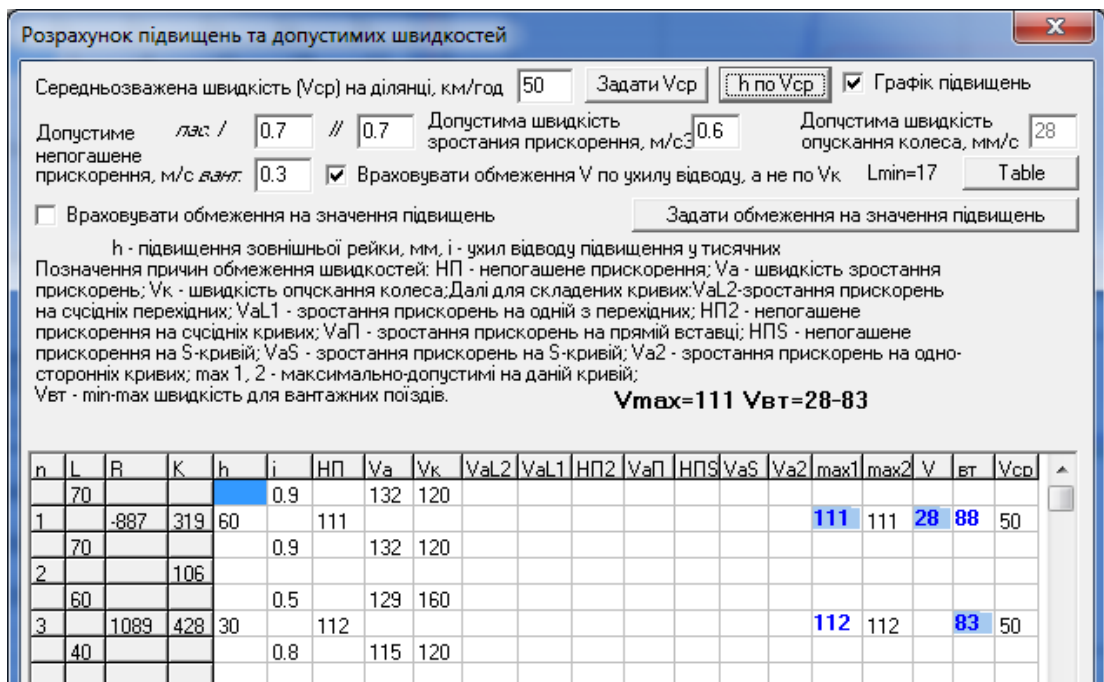


Рисунок 3.5 – Розрахунок допустимої швидкості

Отже після оптимізації допустима швидкість становить 110 км/год
максимальні зсуви становлять ліво 73 мм, право 46 мм.

3.2 Використання тягових розрахунків

Для визначення режиму руху поїзду в залежності від швидкості руху по ділянці використовуються тягові характеристики .

Маючи криву швидкості руху можна визначити швидкість у будь-якій точці, а також режим руху (тяга чи гальмування), що необхідно для правильного проектування профілю та плану нових і реконструкції існуючої лінії. По кривій швидкості можна легко визначити час руху поїзда, силу тяги локомотива в кожній точці та затрати механічної роботи з електроенергією.

Для вирішення поставлених задач використовуються сучасні інформаційні технології. У магістерській роботі була використана програма «MoveRW» [10]. В програмному комплексі тягових розрахунків є можливість працювати з профілем, планом (RWPlan), робити креслення (CadRW), вирішувати гальмівну задачу (Tormoz-Put) та інше.

Для виконання тягових розрахунків необхідно наступні данні: параметри поздовжнього профілю, плану. Данні вводяться у табличному вигляді у форматі: «ухил» «довжина». Елементи необхідно ввести всієї ділянки, від'ємні ухили необхідно вводити зі знаком «-».

На рисунку 3.5 показано діалогове вікно програми з поздовжнім профілем.

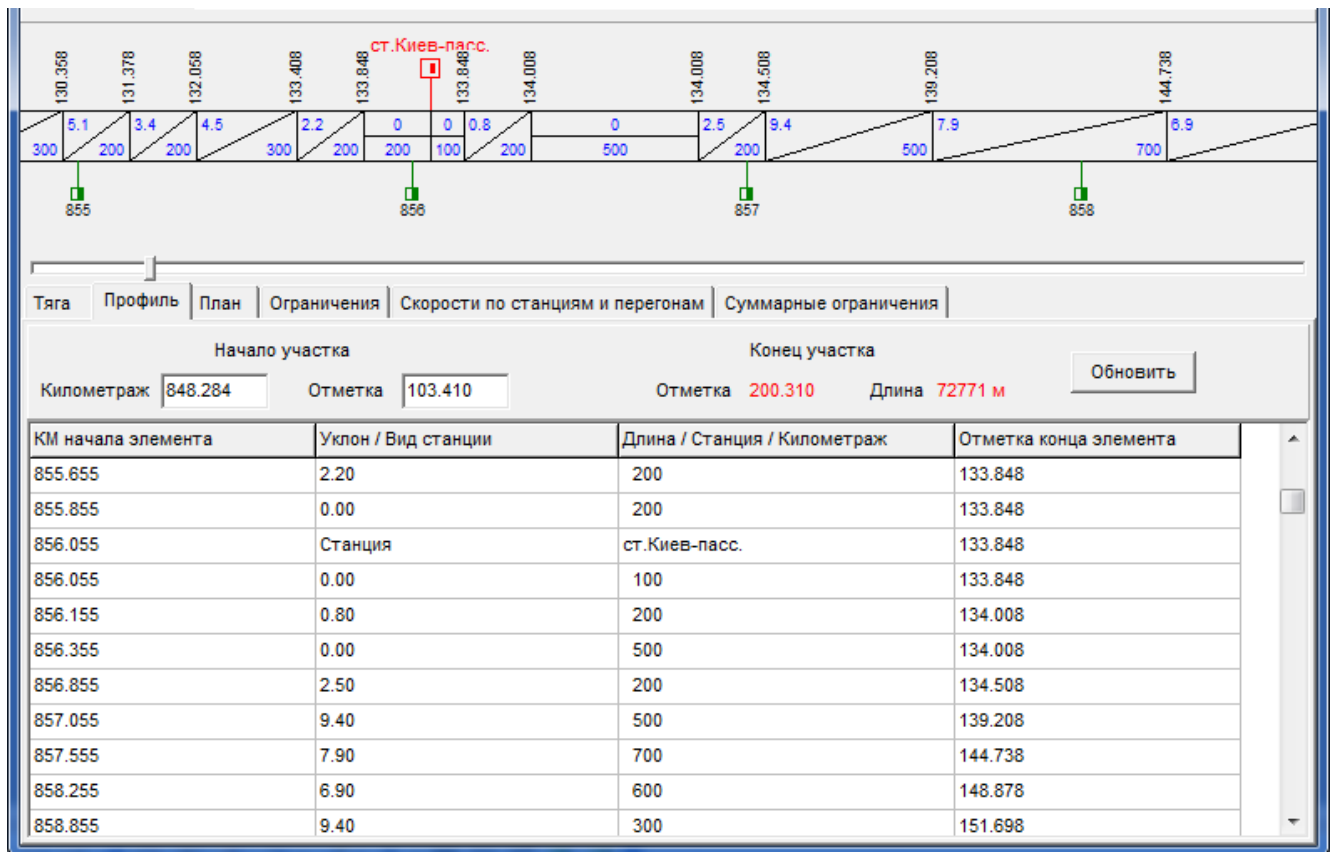


Рисунок 3.5 – Фрагмент параметрів профілю

Для відповідності поздовжньому профілю необхідно ввести початок кілометражу та початкову відмітку. На рисунку 3.5 наведений фрагмент вводу вихідних даних, а саме кілометраж, відмітка, ухили та довжина елемента. Програма автоматично визначає відмітку кінця елемента.

При введенні параметрів плану необхідні наступні данні: пряма; перехідна крива; кругова крива з поворотом праворуч; кругова крива з поворотом ліворуч.

Ці данні вводяться у форматі: радіус кривої її довжина, підвищення зовнішньої рейки та довжина перехідна кривої. Якщо крива ліва, то тоді перед радіусом необхідно поставити знак «мінус».

Якщо це пряма ділянка колії, то радіус буде дорівнювати «0», а в графі «Довжина кривої» необхідно ввести довжину прямої. На рисунку 3.6 наведений фрагмент вводу параметрів плану лінії на якому показано в табличній формі параметри кривих та визначення допустимої швидкості в кривій.

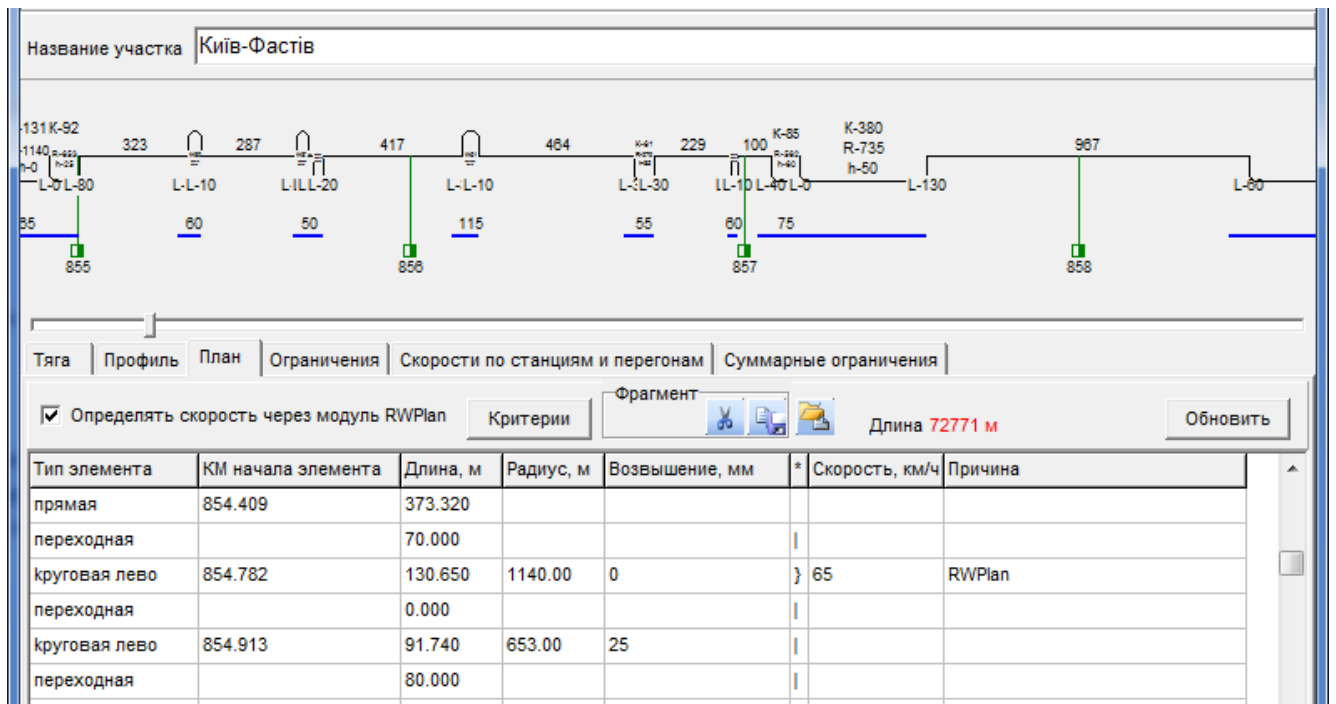


Рисунок 3.6 – Фрагмент плану лінії

Над таблицею з вихідними даними можна побачити графічну побудову плану лінії та визначення максимально допустимих швидкостей в кривих.

На виконання тягових розрахунків впливає також обмеження швидкості рухомого складу, тому необхідно ввести дані допустимих швидкостей по станціям та перегонам, які встановлено.

Элемент	КМ	Длина, м	Скорость, км/ч
Перегон		4080	120
Граница станции		570	60
ст. Киев-пасс.	856.055		без остановки
Граница станции		1800	60
Перегон		4230	120
Граница станции		570	70
ст. Киев_вольнский	862.655		без остановки
Граница станции		850	70
Перегон		3770	120
Граница станции		1150	100
ст. Жуляны	868.425		без остановки
Граница станции		1250	100
Перегон		7070	120
Граница станции		1450	80
ст. Боярка	878.195		без остановки
Граница станции		700	80
Перегон		12610	120

Рисунок 3.7 – Вікно обмеження швидкості по станціям та перегонам

Кожен локомотив має свої власні характеристики, такі, як конструктивну і максимальну швидкості, вагу, силу тяги.

В умовах експлуатації локомотива разом з величиною його сили тяги F_k не менше значення має величина швидкості V , при якій ця сила тяги може бути реалізована. Тому, для оцінки експлуатаційних характеристик локомотива, важливе значення має характер залежності $F_k = f(v)$. Найбільша величина сили тяги необхідна від локомотива при рушанні з місця та при розгоні, а також при русі поїзда по найбільш крутим та затяжним підйомам.

Повна потужність використовується тільки при V_{max} , потужність його залишається не виконаною, невикористаною. Крім цього постійна сила тяги F_k при всіх швидкостях руху локомотива не відповідає перемінному профілю залізниці, яка складається з підйомів, спусків та площадок. При русі по підйомам від локомотива необхідна велика сила тяги, ніж при русі по спусках, зазвичай при русі на підйом швидкість більша ніж по спуску [12].

На наступних рисунках показано зображення локомотивів та приведено їх характеристики.

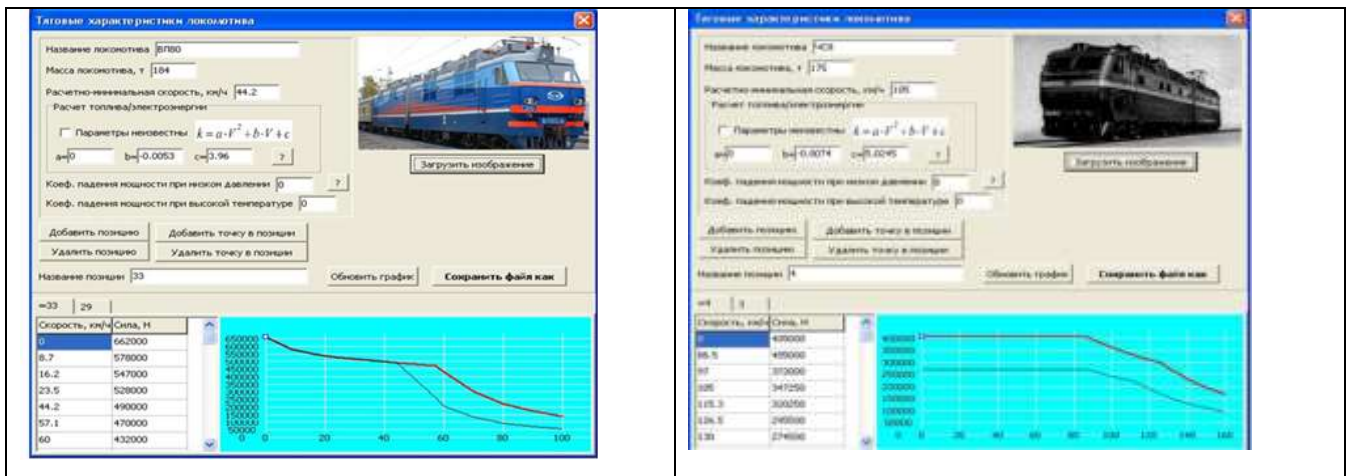


Рисунок 3.8 – Тягові характеристики вантажного локомотива ВЛ-80, ЧС-4

3.3 Результати тягових розрахунків

Результатами тягових розрахунків є значення швидкості руху, режиму руху, механічної роботи, яку виконує локомотив та витрати електроенергії на кожному з елементів профілю в обидва напрямку руху. В таблиці 3.1 наведені результати тягових розрахунків по перегонах.

Таблиця 3.1 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху

Назва перегону	Напрямок руху	Відстань, м	V _{ср} , км/год	Витрати електроенергії кВт*год	Механробота, 10кНкм	Робота гальмівних сил 10кНкм	Час руху, хв
1	2	3	4	5	6	7	8
Київ Пас-Київ Волинський	парна	6600	65	456.5	101.89	28.19	6.1
	непарна		67	169.1	38.57	84.18	5.9
Київ Волинський – Жуляни	парна	5770	91	328	75.95	20.11	3.8
	непарна		90	280.2	65.03	44.1	3.9
Жуляни - Боярка	парна	9770	102	278.2	65.21	32.25	5.8
	непарна		101	348	82.37	37.52	5.8
Боярка - Васильків	парна	14560	105	550.1	130.34	48.31	8.3
	непарна		106	522.6	123.64	49.14	8.3
Васильків – Мотовилівка	парна	9320	100	340.5	79.56	45.55	5.6
	непарна		100	422.9	99.51	40.75	5.6
Мотовилівка – Сорочий Брод	парна	9230	99	433.1	101.46	41.62	5.6
	непарна		99	321.6	75.31	45.16	5.6
Сорочий Брод – Фастів	парна	8130	92	414.1	97.37	61.28	5.3
	непарна		88	391.3	89.5	45.55	5.6

Аналогічно виконуємо розрахунки для вантажного руху. Результати тягових розрахунків наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати тягових розрахунків вантажного руху

Назва перегону	Напрямок руху	Відстань, м	V _{ср} , км/год	Витрати електроенергії кВт*год	Механ робота, 10 Нкм	Робота гальмівних сил 10кНкм	Час руху, хв
1	2	3	4	5	6	7	8
Київ Пас – Київ Волинський	парна	6600	42	1174.6	315.81	1.97	9.4
	непарна		61	139.8	38.76	183.17	6.5
Київ Волинський – Жуляни	парна	5770	68	539.2	150.02	0	5.1
	непарна		74	188.6	52.84	46.98	4.7
Жуляни - Боярка	парна	9770	78	540.4	152.14	17.77	7.6
	непарна		78	449.2	126.71	22.09	7.5
Боярка - Васильків	парна	14560	76	944.9	265.39	41.93	11.5
	непарна		78	729.1	205.51	38.31	11.2
Васильків – Мотовилівка	парна	9320	77	427	120.22	35.97	7.2
	непарна		77	580.1	163.28	12.54	7.3
Мотовилівка – Сорочий Брод	парна	9230	76	730.1	205.01	16.07	7.3
	непарна		78	316.9	89.44	28.76	7.1
Сорочий Брод – Фастів	парна	8130	72	714.5	198.81	14.83	6.8
	непарна		75	361.5	101.6	67.87	6.5

На рисунках 3.9 – 3.10 зображені гістограми витрат електроенергії, середньоходової швидкості та витрати часу на перегонах для пасажирського рухомого складу.

Рисунок 3.9 – Витрата електроенергії по перегонам

Рисунок 3.10 – Середньозходова швидкість по перегонам

Рисунок 3.11 – Час руху по перегонам

Проаналізувавши отримані гістограми та пов'язавши ці данні з профілями перегонів Жуляни Боярка та Боярка Васильків можна помітити закономірність, що поздовжній профіль має великий вплив на механічну роботу та витрати електроенергії. Так, при майже однакових швидкостях на цих двох перегонах (107 км/год та 104 км/год відповідно) маємо значно більші значення механічної роботи та значно більші енерговитрати на перегоні Боярка - Васильків, що пояснюється більш складним профілем та довжиною перегону.

На рисунках 3.12 – 3.13 зображені гістограми витрат електроенергії, середньоходової швидкості та витрати часу на перегонах для вантажного рухомого складу.

Рисунок 3.12 – Витрата електроенергії по перегонам

Рисунок 3.13 – Середньоходова швидкість по перегонам

Рисунок 3.14 – Час руху по перегонам

Результати тягових розрахунки показали, що час руху вантажного рухомого складу становить 55.2/51.9 хв в непарному та парному напрямках відповідно. Витрати електроенергії становить - 5094,0/2935.2 кВт*год та середньоходова швидкість – 69/73 км/год

3.4 Умови реалізації швидкісного руху

Для реалізації максимальної швидкості необхідно вирішити ряд питань, а саме, чи є достатньою потужність локомотивів при існуючих масах рухомого складу, чи є достатньою довжина перегонів для розгону поїзда і який повинен бути обмеження швидкості руху при проходженні станцій.

Для реалізації підвищення швидкості на ділянці Київ – Фастів були виконані варіантні тягові розрахунки для швидкого поїзда масою $Q=1000$ тонн з локомотивом ЧС4 відповідно для максимальної швидкості до 140 км/год і до 160 км/год за умови повного використання розрахункової сили тяги локомотива з метою найбільш повної реалізації допустимих швидкостей встановлених наказом начальника залізниці.

Використання пакета програм дозволило на першому етапі досліджень

розглянути варіанти усунення обмеження по станціям та перегонам. В таблиці 3.3 наведені розрахунки для пасажирського руху.

Таблиця 3.3 – Варіантні тягові розрахунки для поїзда з масою 1000 т

Встановлена швидкість по станціям і перегонам		V_{max} , км / год	$V_{сер}$, км / год	Витрати електро-енергії кВт*год	Механ робота , 10 кНкм	Робота гальмівни х сил 10кНкм	Час руху, хв
$\frac{80}{120}$	прямий	120	88	3192,9	735,49	272,6	46,7
	зворотній	120	88	2382,8	553,74	346,7	46,9
$\frac{100}{140}$	прямий	140	100	3328,8	781,51	272	41,3
	зворотній	140	99	2513,6	597,88	343,0	41,7
$\frac{100}{160}$	прямий	157	99	3455,4	813,61	307,1	41,6
	зворотній	149	98	2501,5	594,75	345,1	42,1
$\frac{120}{140}$	прямий	140	106	3160,2	748,29	209,1	38,8
	зворотній	140	105	2364,5	568,23	282,5	39,1
$\frac{120}{160}$	прямий	160	106	3344,5	795,33	254,1	38,8
	зворотній	154	105	2418,1	582,05	296,8	39,2

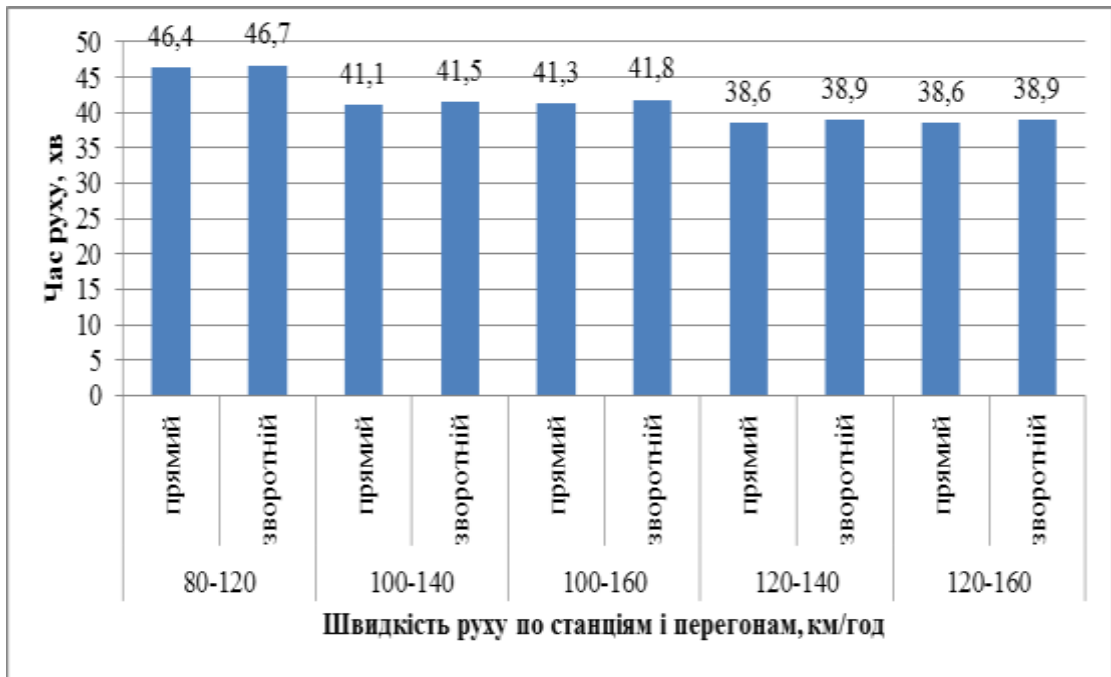


Рисунок 3.15 – Час руху пасажирського поїзда з масою 1000 т

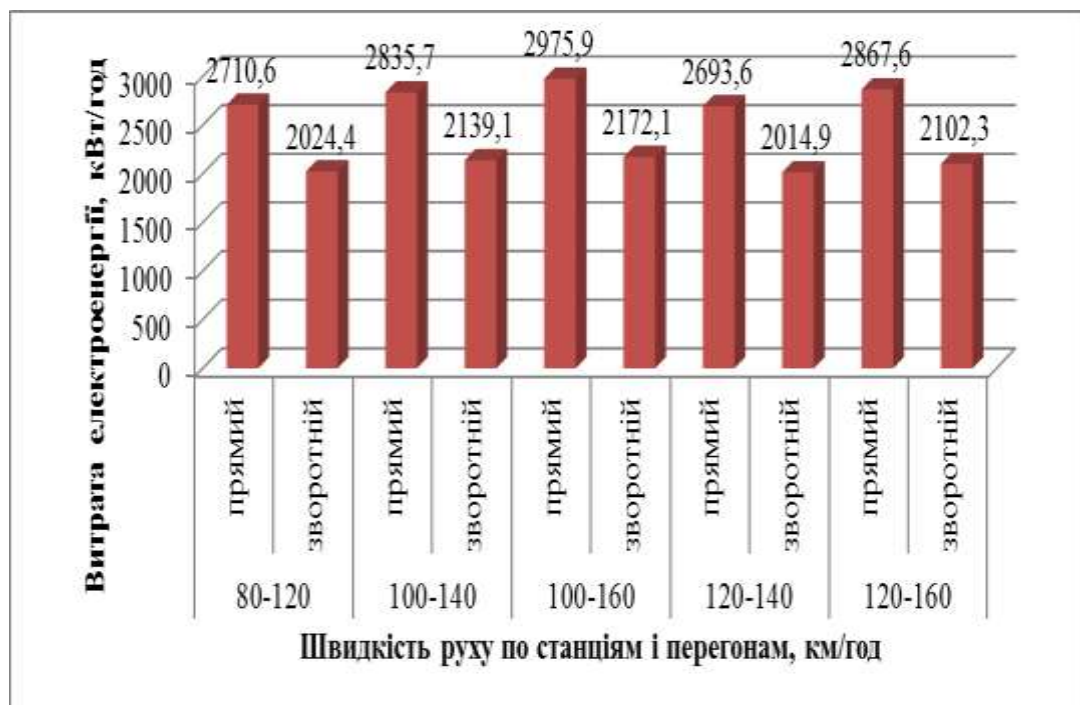


Рисунок 3.16 – Витрата електроенергії пасажирського рухомого складу

Аналогічно виконувались розрахунки для вантажного руху. Результати наведені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Результати тягових розрахунків для поїзда з масою 4600/3700 т

Швидкість по станціям і перегонам		V _{max} , км / год	V _{ср} , км/год	Витрати електроенергії кВт*год	Механ робота , 10 кНкм	Робота гальмівних сил 10кНкм	Час руху, хв
$\frac{60}{80}$	непарний	80	65	4994,	1378,64	290,2	63,1
	парний	80	64	2264,2	629,31	550,47	64
$\frac{80}{80}$	непарний	80	70	4956,5	1378,07	266,37	58,3
	парний	80	75	1855,7	521,26	393,22	55,1
$\frac{80}{90}$	непарний	90	73	5357,8	1497,05	358,53	56,3
	парний	90	78	2184,6	617,77	471,1	52,9
$\frac{80}{100}$	непарний	100	76	4465,3	1254,15	331,89	54
	парний	100	79	2373,2	673,2	517,22	52,3



Рисунок 3.17 – Час руху вантажного поїзда з масою 3700/4600 т



Рисунок 3.18 – Витрати електроенергії для поїзда з масою 3700/4600 т

Аналіз результатів показує, що збільшення максимальної швидкості руху по станціям до 120 км/год на ділянках Київ - Фастів є доцільним, бо дозволяє підвищити загальний рівень швидкостей в діапазоні 120-160 км/год на 30% відносно існуючого технічного стану.

Для досягнення швидкості на перегоні 160 км/год (при відсутності бар'єрних місць) потрібна ділянка розгону залежить від крутизни ухилів, маси поїзду, типу локомотива і коливається для рухомого складу масою 1000 тонн з електровозом ЧС4 від 6 км на нульовому ухилі до 9 км – на підйомі 8‰ (рисунок 3.21).

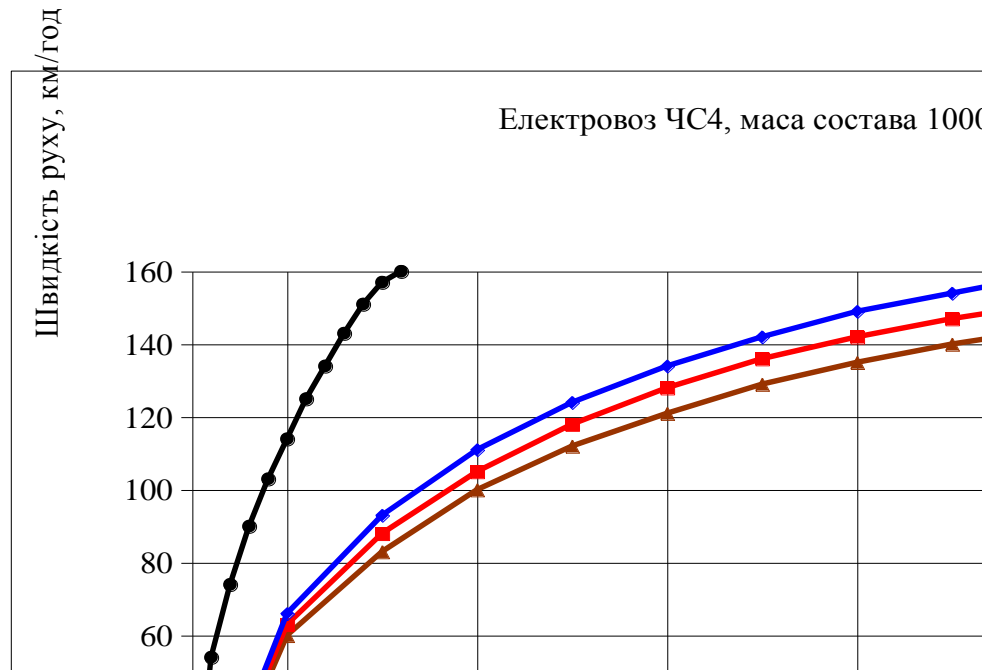


Рисунок 3.19 - Довжина ділянки розгону і гальмування пасажирського поїзду

Аналіз результатів тягових розрахунків за допомогою програми «Гістограма» дозволяє встановити ефективність проведення реконструктивних заходів. На наведених нижче гістограмах, показані швидкості руху до реконструкції ділянки і після реконструкції ділянки

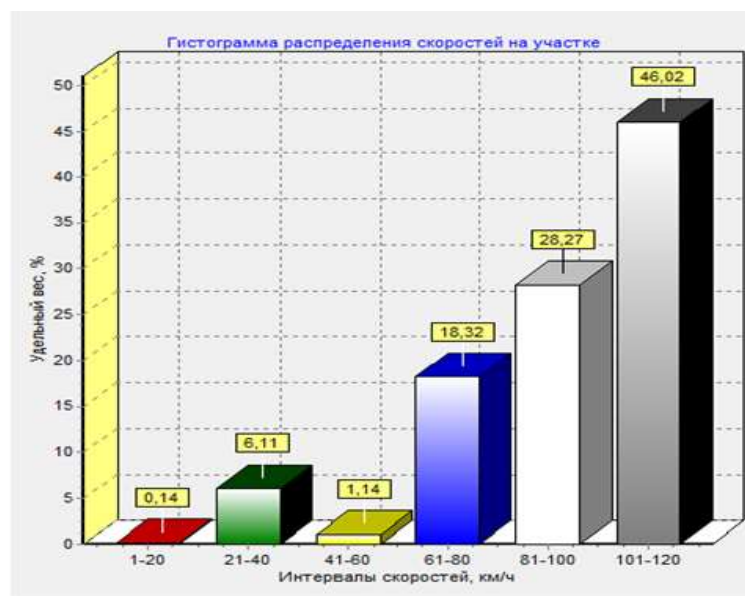


Рисунок 3.20 – Гістограма розподілу швидкостей до реконструкції

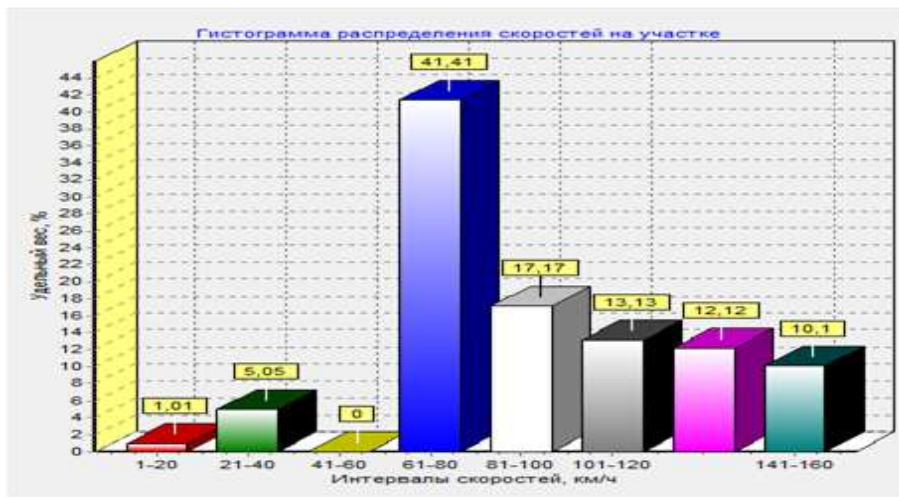


Рисунок 3.21 – Гістограма розподілу швидкостей після реконструкції

З аналізу рисунків 3.20, 3.21 видно, що після усунення обмежень по станціям та перегонам на ділянці Київ - Фастів максимально допустима швидкість в діапазоні 120 - 140 км/год реалізується на 12.1%, в діапазона 140-160 км/год - 10.1%. Таким чином, швидкість більше за 120 км/год реалізується більше за 120 км/год, яка була максимальна при існуючому технічному стані, збільшилась до 160 км/год, що у відсотках склало 22.2%. Результати тягових розрахунків для пасажирського та вантажного руху наведені у додатках Б та В.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ Й ПАРАМЕТРІВ КРИВИХ НА РІВЕНЬ МАКСИМАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ

1.3 Технологія розрахунку об'ємів та вартості робіт при перебудові плану лінії

Ефективність проектних рішень визначає якість проекту в цілому і доцільність його реалізації зокрема. Для вибору найбільш якісного проектного рішення використовується система показників, що характеризують кількісні і якісні властивості об'єкта. Сукупність цих показників дає об'єктивну оцінку доцільності перебудови кривої й економічну ефективність.

Визначення ефективності проектного рішення здійснюється за допомогою показників загальної і порівняльної ефективності інвестиційних витрат [13]. До показників загальної ефективності проектних рішень відносяться чистий дисконтований дохід, індекс прибутковості, внутрішня норма дисконту, строк окупності інвестицій. До порівняльних показників відносять порівняльний інтегральний ефект, приведені будівельно-експлуатаційні витрати і строк окупності додаткових інвестицій.

Як відомо інвестиційні витрати в залізничному будівництві виступають у формі капіталовкладень K . З використанням програми RWPlan і методики, що передбачає урахування відповідних робіт з перебудови кривої [13], була розрахована за формулою (4.1) вартість по кожному варіанту, що розглядається. Алгоритм розрахунку наведений на рисунку 4.3.

Рисунок 4.3 – Алгоритм оцінки витрат

$$K = \sum_{i=1}^{i=4} a_i l_i + \sum_{i=5}^{i=7} a_i l_i + \sum_{i=8}^{i=10} a_i Q_i, \quad (4.1)$$

де a_1, \dots, a_4 – витрати на зміщення осі існуючої колії відповідно до 60 мм, 61-120 мм, 121-120 мм і більше 250 мм;

l_1, \dots, l_4 – довжина ділянок з відповідним діапазоном зсувів;

a_5, \dots, a_7 – витрати відповідно на перекладання верхньої будови колії, перенесення контактної мережі, пристроїв СЦБ;

l_5, \dots, l_7 – довжина ділянок перекладання колії, перенесення контактної мережі, кабелів СЦБ;

a_8, \dots, a_{10} – вартість 1 м³ баласту, ґрунту для розширення існуючого земляного полотна та ґрунту для відсіпання земляного полотна на новій трасі;

Q_8, \dots, Q_{10} – об'єм баласту, ґрунту для розширення існуючого земляного полотна та ґрунту для відсіпання нового земляного полотна.

Якщо зсув перевищує задане для перекладання значення, то замість витрат на рихтування підраховуються витрати на перекладання колії, перенесення контактної мережі і пристроїв СЦБ.

1.4 Вплив максимальної швидкості руху на вартість перебудови кривих

Об'єми і вартість робіт для конкретних ділянок в залежності від встановленого рівня максимальної швидкості були визначені з використанням програми RWPlan. В розрахунках були прийняті наступні нормативи: непогашене прискорення $\alpha_{in}=0,7$ м/с²; швидкість зростання прискорень $\psi=0,6$ м/с³; швидкість підйому колеса по відводу підвищення зовнішньої рейки – у відповідності до таблиці 4.1 ЦП-0236 (для швидкості 160 км/год $f_v=35$ мм/с). Для оцінки ефективності збільшення швидкості в кривих ділянках колії розглядалися варіанти рихтування кривих на 60 мм (поточне утримання, середні ремонти), 100 мм (капітальний ремонт), 200 та 300 мм (капітальний ремонт з рихтуванням в межах земляного полотна), 5 та 10 м (винос траси в межах смуги відведення). Також розглядалося збільшення швидкості до 160 км/год з підрахунком величини зміщення осі траси.

Розглянемо приклад підвищення швидкості руху в межах баластної призми.

В якості прикладу розглянемо одно радіусну криву, яка знаходиться на 904 км. На рисунку 4.4 наведені параметри кривої та допустима швидкість.

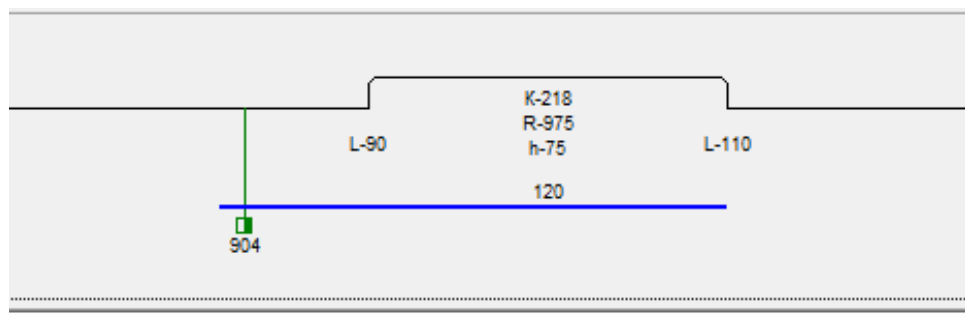


Рисунок 4.4 – Параметри та допустима швидкість існуючої кривої

Розглянемо перший варіант профіль в межах земляного полотна при максимальних зсувах ± 250 мм Для наявності на рисунку 4.5 наведений поперечних в межах баластної призми.

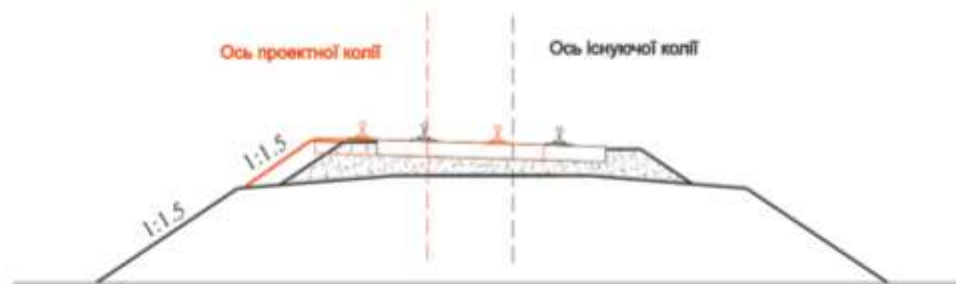


Рисунок 4.5 – Поперечний профіль насипу існуючого та проектного стану плану колії при рихтуванні в межах земляного полотна

Параметри кривої та максимально допустима швидкість після оптимізації наведені на рисунку 4.6.

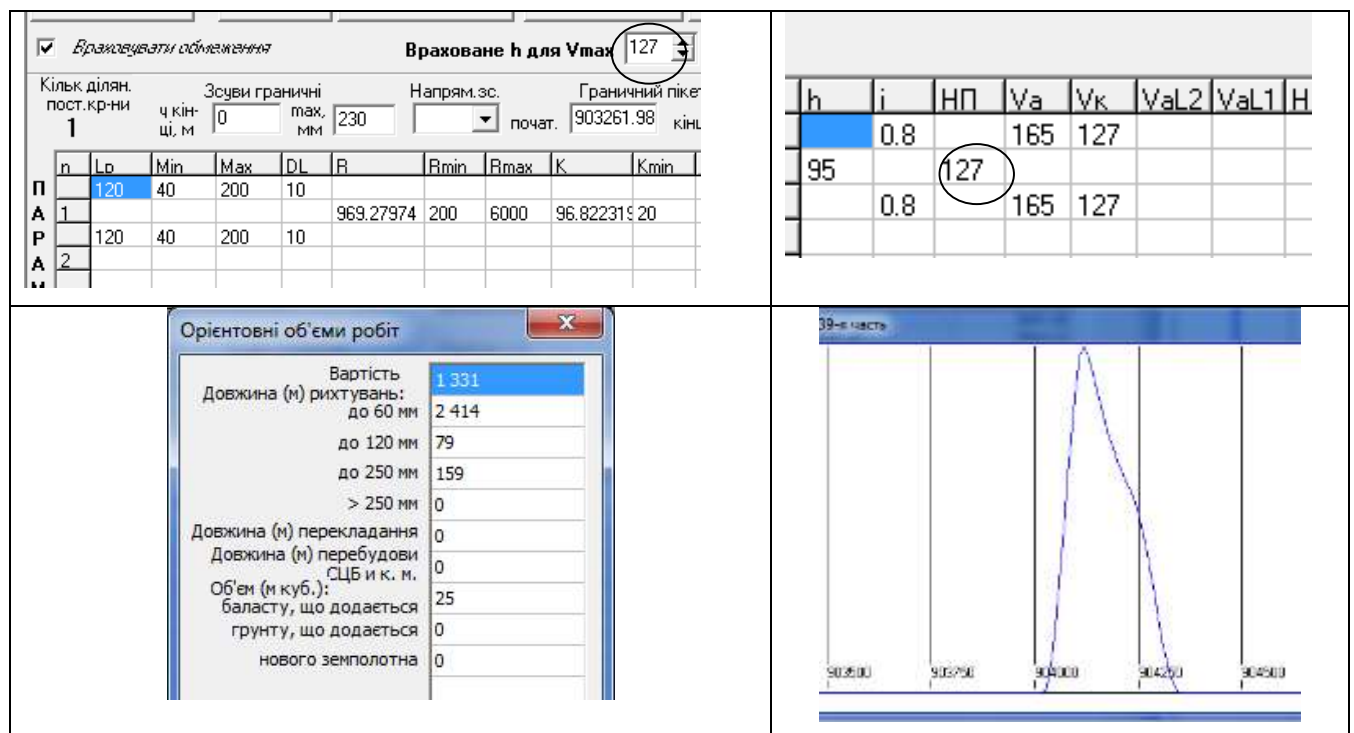


Рисунок 4.6 – Параметри кривої, допустима швидкість, зсуви та орієнтовна вартість робіт (варіант 1)

Розглянемо другий варіант підвищення швидкості руху при рихтуванні в межах земляного полотна > 300 мм (рисунок 4.7)

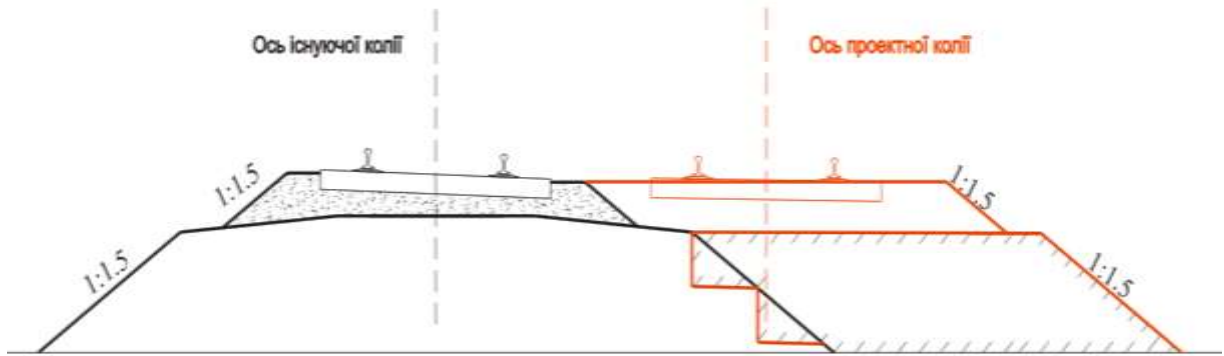


Рисунок 4.7 – Поперечний профіль насипу існуючого та проектного стану плану колії при рихтуванні з розширенням земляного полотна

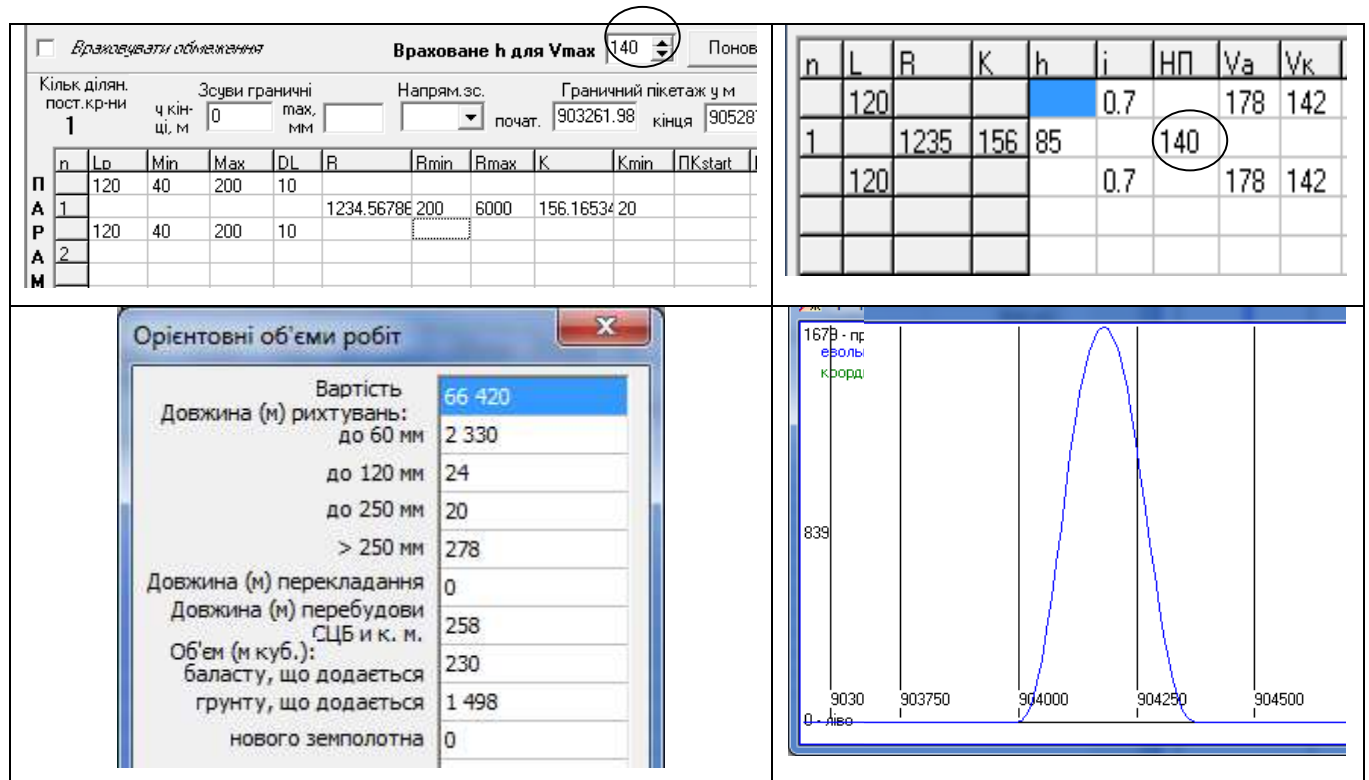


Рисунок 4.8 – Параметри кривої, допустима швидкість, зсуви та орієнтовна вартість робіт (варіант 2)

Розглянемо третій варіант підвищення швидкості руху при винос траси в межах смуги відведення (5 та 10 м).

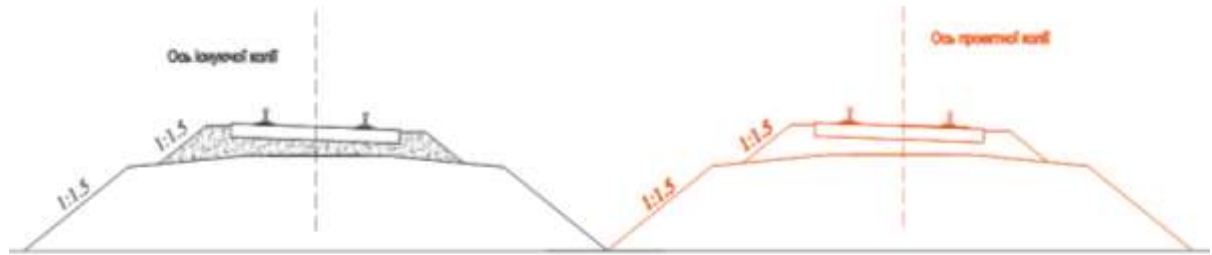


Рисунок 4.9 – Поперечний профіль насипу існуючого та проектного стану плану колії при рихтуванні з виносом траси в межах смуги відведення

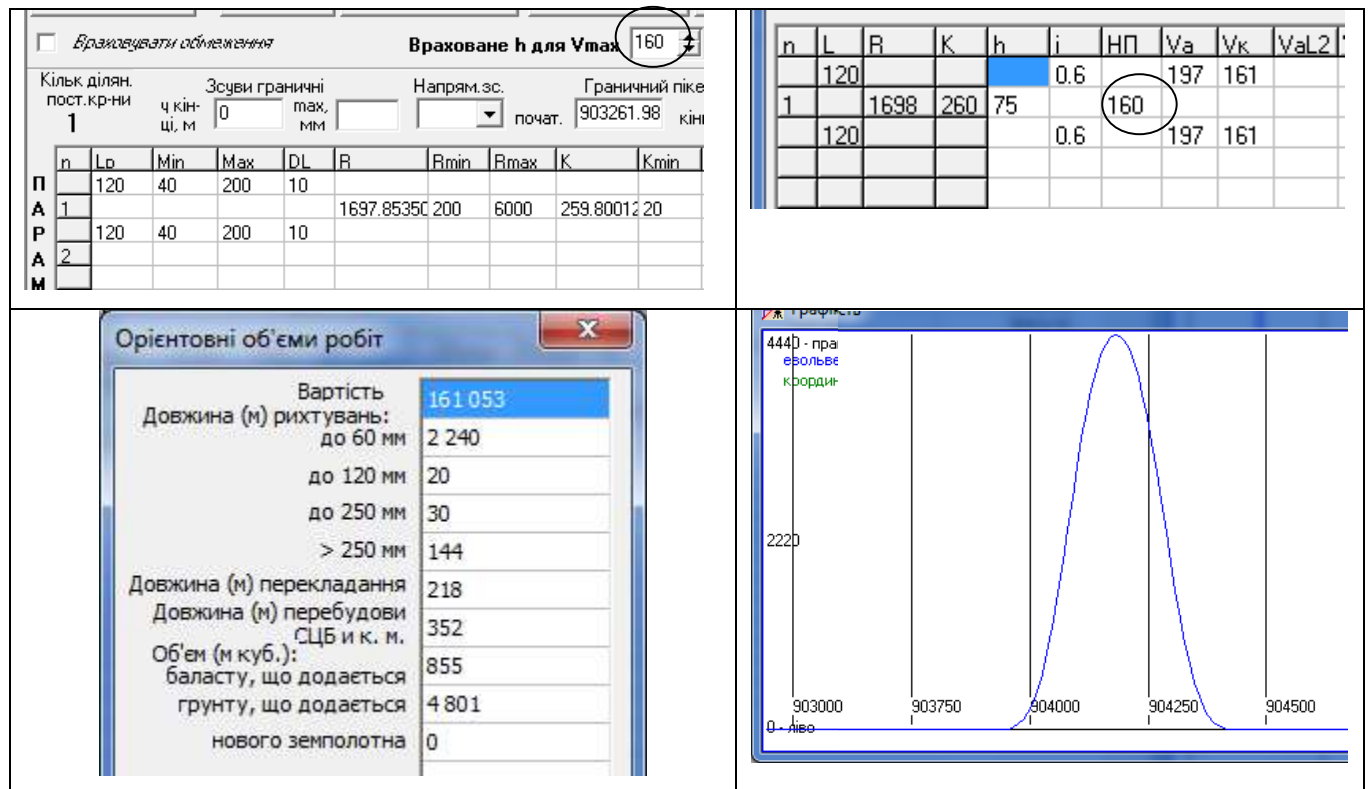


Рисунок 4.10 – Параметри кривої, допустима швидкість, зсуви та орієнтовна вартість робіт (варіант 3)

1.5 Ефективність від збільшення швидкості

Результати досліджень достатньо переконливо показують, що намагання на деяких залізницях підвищувати швидкість до 160 км/год при зміщенні осі колії в межах смуги відведення не дають ніякого суттєвого ефекту у порівнянні з рихтуванням колії в межах основної площадки земляного полотна.

Дослідження результатів розрахунків полягає в тому, що скорочення в

часі руху при рихтуванні колії в межах земляного полотна при великих значеннях радіусу є більшим, порівняно з меншими радіусами.

Розрахунки достатньо наочно показують, що при проектуванні ремонтів колії можна досягнути суттєвого виграшу в часі руху тільки за рахунок виконання вимог ЦП – 113 (п.2.3.2–2.3.4 ... виправлення кривих в плані з відновленням проектних радіусів), тобто встановлювати колію при капремонті в проектне положення.

При рихтуванні колії на відстань більшу за 60 мм будуть виникати додаткові обсяги робіт, які пов'язані з роботами по контактній мережі та досипці баласту. Додаткові обсяги робіт достатньо просто визначаються при розрахунках перебудови плану лінії в програмі RWPlan.

Слід відзначити, що в деяких випадках при визначенні проектних параметрів плану під більшу швидкість були отримані рішення, при яких зменшувався радіус але збільшувалася величина довжина перехідної кривої.

Отже, після аналізу проведених розрахунків можна зробити такі висновки:

- проведений аналіз кривих підтвердив необхідність розробки методики щодо перебудови кривих і визначення їхньої вартості при підвищенні швидкостей;

- при проектуванні ремонтів колії можна досягнути суттєвого виграшу в часі руху тільки за рахунок укладання колії в межах земляного полотна ;

- підвищення швидкості до 160 км/год при зміщенні осі колії в межах смуги відведення не дають суттєвого ефекту у порівнянні з рихтуванням колії в межах основної площадки земляного полотна. Витрати на перебудову кривих в цьому випадку окупаються за межами нормативного терміну або взагалі не окупаються.

- при збільшенні швидкості на бар'єрному місці ефект економії часу знижується в залежності від встановленої швидкості: з меншої до більшої.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Аналіз результатів показує, що збільшення максимальної швидкості руху по станціям до 120 км/год на ділянках Київ - Фастів є доцільним, бо дозволяє підвищити загальний рівень швидкостей.

2. Після усунення обмежень по станціям та перегонам на ділянці Київ - Фастів максимально допустима швидкість в діапазоні 120 - 140 км/год реалізується на 12.1%, в діапазона 140-160 км/год - 10.1%.

3. При проектуванні ремонтів колії можна досягнути суттєвого виграшу в часі руху тільки за рахунок укладання колії в межах земляного полотна.

4. Підвищення швидкості до 160 км/год при зміщенні осі колії в межах смуги відведення не дають суттєвого ефекту у порівнянні з рихтуванням колії в межах основної площадки земляного полотна. Витрати на перебудову кривих в цьому випадку окупаються за межами нормативного терміну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018/ [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>
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. Ершков О.П., Львов А.А., Карцев В.Я. О допустимых значениях непогашенных ускорений и их приращений во времени на участках высокоскоростного движения. Железные дороги мира. 1977. №7. С. 3-10.
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. Сопряжения кривых и особенности движения подвижного состава по ним [Текст]: / Под ред. д-ра техн. наук О. П. Ершков – М.: Транспорт, – 1973. – 96 с. – (Тр. ЦНИИ МПС; Вып. 500).
6. Корженевич І. П. Нові можливості проектування перебудови плану та виправлення кривих при використанні програми RWPlan 1.2 [Текст]: Залізничний трансп. України. – 2007. – № 5. –С. 79-82.
7. Курган М. Б. Перебудова кривих для впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів [Текст] / М. Б. Курган, М. А.Гусак, Н. П.Хмелевська // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2012. № 40. С. 90-97
8. Наказ «Про встановлення максимально допустимих швидкостей руху поїздів на ділянках колії Південно-Західної залізниці» від №188/Н від 16.05.2016: [Текст]/затв. начальник залізниці / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – О., 2016. – 112 с.

9. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничі 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.
10. Корженевич И. П. Знакомство с работой в программе MoveRW [Електронний ресурс] / И. П. Корженевич. – 2011. – 12 с. – Режим доступа: http://www.brailsys.com/MoveRW_0.htm
11. Корженевич И. П. Обработка съёмки и расчеты железнодорожных путей с помощью програми РВПлан [Електронний ресурс] / И. П. Корженевич. – 2009. – 30 с. – Режим доступа: http://www.brailsys.com/RWPlan_0.htm
12. Гребенюк П. Т. Тяговые расчеты [Текст]: Справочник / П. Т. Гребенюк, А. Н. Долганов, А. И. Скворцова – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
13. Курган М. Б. Визначення об'ємів робіт для зняття обмежень швидкості, пов'язаних з планом лінії [Текст] / М. Б. Курган І. П. Корженевич, Н. П. Хмелевська // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, – 2012 – № 41.
14. Курган М. Б. Визначення раціональних параметрів залізничних кривих для заданого рівня максимальної швидкості [Текст] / М. Б. Курган, С. Ю. Байдак, Н. П. Хмелевська // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту «Транспортні системи і технології» 2012 Випуск 21 с. 57-63
15. Курган М. Б. Методика визначення допустимих швидкостей руху поїздів на ділянках складного плану залізничі [Текст]: / М. Б. Курган, Д. М. Курган, С. Ю. Байдак, Н. П. Хмелевська // Вісник Дніпропетр. нац-го ун-ту залізн. тр-ту ім.акад. В. Лазаряна "Наука та прогрес транспорту" – Вип. №2(50).- 2014 С. 83-94
16. Курган М. Б. Критерии определения допускаемой скорости движения в кривых залізничі [Текст] // Вісн. Дніпропет. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2003. – Вип. 2. – С. 127-132.

17. «Розробка рекомендацій з встановлення швидкостей руху поїздів в кривих на напрямках пасажирського, суміщеного й вантажного руху» [Текст]: науково дослідна робота за договором № 56/2012-ЦТех-160/12-ЦЮ від 15.08.2012. – Д., 2012.

18. Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства [Текст] ДНАОП 0.00-4.09-93.: Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 03.08.93.

19. Інструкція з охорони праці під час утримання централізованих стрілочних переводів [Текст] НПАОП 63.21–5.01–08.: Наказ Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 02.09.2008.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Відомість прямих та кривих

03.11.2017 19:28

Участок

Пикетаж проектний - сколько километров и пикетов прошло

Пикет начала съемки: км 848 пк 5 + 0

Пикет начала проекта: км 848 пк 5 + 60

В качестве К записаны чистые длины круговых кривых

В качестве Кс записаны чистые длины круговых кривых с полной длиной конечных и половинами промежуточных переходных кривых

DK - укорочение внутреннего рельса в кривых. При положительных значениях - правого, при отрицательных - левого

№	кривая/ прямая	правая/ левая	L	R	K	h	i	Угол поворота элемента	Кс	Угол поворота кривой/ Дирекционный 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	"+"
			110				1.1	6		5	848	5	60	848	6	70	170					
1	кривая	правая	40	518	118.05	125	0.4	13	3.4	248.05	69	9.9	848	6	70	848	7	88.05	365	99	56	85
				621	285.58	140	0.8	4	3.4				848	7	88.05	848	8	28.05	62			
			40				0.8	2	47.3				848	8	28.05	849	1	13.63	736	112	67	97
				1216	102.94	110	0.5	2	13.8				849	1	13.63	849	1	53.63	113			
			40				0.5	2	13.8				849	2	56.57	849	2	96.57	78			
				890	101.46	90	0.9	6	31.9	221.46			849	2	96.57	849	3	98.03	182	120	54	99
			100				0.9	3	13.1				849	3	98.03	849	4	98.03	156			
	прямая				396.82						69	9.9	849	4	98.03	849	8	94.85				
			60				1	2	1.6				849	8	94.85	849	9	54.85	-57			
2	кривая	левая	60	848	43.6	60	1	2	56.8	163.6	6	60	849	9	54.85	849	9	98.45	-82	108	27	86
			60				1	2	1.6				849	9	98.45	850	0	58.45	-57			
	прямая				23.65						62	9.9	850	0	58.45	850	0	82.1				
			80				1.1	3	45.1				850	0	82.1	850	1	62.1	-105			
3	кривая	левая		611	43.34	90	1.1	4	3.8	203.34	11	34	850	1	62.1	850	2	5.44	-113	100	45	82
			80				1.1	3	45.1				850	2	5.44	850	2	85.44	-105			
	прямая				525.37						50	36	850	2	85.44	850	8	10.81				
			70				1.4	5	16.6				850	8	10.81	850	8	80.81	147			
4	кривая	правая		380	40.98	100	1.4	6	10.7	180.98	16	44	850	8	80.81	850	9	21.79	173	80	39	67
			70				1.4	5	16.6				850	9	21.79	850	9	91.79	147			
	прямая				212.2						67	20	850	9	91.79	851	2	3.99				
			120				1.1	6	1.2				851	2	3.99	851	3	23.99	168			
5	кривая	правая		571	100.73	130	0.4	10	6.5	240.73	46	11	851	3	23.99	851	4	24.72	282	105	61	90
			40				0.4	3	20.4				851	4	24.72	851	4	64.72	56			
				860	136.96	115	0.4	9	7.5	176.96			851	4	64.72	851	6	1.68	255	125	67	106

			40				0	2	37				851	6	1.68	851	6	41.68	93				
				892	100	115		6	25.4	145			851	6	41.68	851	7	41.68	179	120		68	108
			50				0.9	2	41.5				851	7	41.68	851	7	91.68	91				
				1320	100	70		4	20.4	195			851	7	91.68	851	8	91.68	121	120		47	112
			70				1	1	31.2				851	8	91.68	851	9	61.68	105				
	прямая				297.17						113	31	851	9	61.68	852	2	58.85					
			60				0.8	0	47.9				852	2	58.85	852	3	18.85	-22				
6	кривая	левая		2151	143.36	45		3	49.1	263.36	5	25	852	3	18.85	852	4	62.21	-107	120		0	120
			60				0.8	0	47.9				852	4	62.21	852	5	22.21	-22				
	прямая				1008.02						108	6	852	5	22.21	853	5	30.23					
			70				0.4	0	37.9				853	5	30.23	853	6	0.23	18				
7	кривая	правая		3175	50.79	30		0	55	160.79	1	54.5	853	6	0.23	853	6	51.02	26	120		0	120
			40				0.8	0	21.7				853	6	51.02	853	6	91.02	10				
	прямая				50						110	0.5	853	6	91.02	853	7	41.02					
			50				0.7	0	33.8				853	7	41.02	853	7	91.02	-16				
8	кривая	левая		2539	24.64	35		0	33.4	144.64	1	54.6	853	7	91.02	853	8	15.66	-16	140		0	130
			70				0.5	0	47.4				853	8	15.66	853	8	85.66	-22				
	прямая				251.78						108	5.9	853	8	85.66	854	1	37.44					
			50				0.8	0	33.4				854	1	37.44	854	1	87.44	-16				
9	кривая	левая		2572	33.37	40		0	44.6	133.37	1	51.4	854	1	87.44	854	2	20.81	-21	120		0	120
			50				0.8	0	33.4				854	2	20.81	854	2	70.81	-16				
	прямая				0.05						106	14.5	854	2	70.81	854	2	70.86					
			70				0.6	0	47.5				854	2	70.86	854	3	40.86	22				
10	кривая	правая		2534	30.04	45		0	40.8	160.04	2	8.9	854	3	40.86	854	3	70.9	19	120		0	120
			60				0.8	0	40.7				854	3	70.9	854	4	30.9	19				
	прямая				324.32						108	23.4	854	4	30.9	854	7	55.22					
			30				1.2	0	38.1				854	7	55.22	854	7	85.22	-18				
11	кривая	левая		1353	100	35		4	14.1	140	14	37	854	7	85.22	854	8	85.22	-118	102		0	82
			20				1	1	14				854	8	85.22	854	9	5.22	-12				
				707	80.04	55		6	29.2	140.04			854	9	5.22	854	9	85.26	-181	97		18	76
			50				1.1	2	1.6				854	9	85.26	855	0	35.26	-86				
	прямая				271.46						93	46.4	855	0	35.26	855	3	6.72					
			20				1.5	1	1.5				855	3	6.72	855	3	26.72	29				
12	кривая	правая		559	39.51	30		4	3	79.51	6	6	855	3	26.72	855	3	66.23	113	74		0	59
			20				1.5	1	1.5				855	3	66.23	855	3	86.23	29				
	прямая				248.71						99	52.4	855	3	86.23	855	6	34.94					
			20				1.8	0	54.9				855	6	34.94	855	6	54.94	26				
13	кривая	правая		626	21.41	35		1	57.6	61.41	3	47.4	855	6	54.94	855	6	76.35	55	66		0	52
			20				1.8	0	54.9				855	6	76.35	855	6	96.35	26				
	прямая				0						103	39.8	855	6	96.35	855	6	96.35					
			20				1.5	0	54.9				855	6	96.35	855	7	16.35	-26				
14	кривая	левая		626	22.51	30		2	3.6	62.51	3	53.4	855	7	16.35	855	7	38.86	-58	78		0	63
			20				1.5	0	54.9				855	7	38.86	855	7	58.86	-26				

			40				1	1	10				863	8	46.86	863	8	86.86	33				
	прямая				20.01						11	21.9	863	8	86.86	863	9	6.87					
			40				1	1	10				863	9	6.87	863	9	46.87	33				
25	кривая	правая		982	47.52	40		2	46.4	127.52	5	6.4	863	9	46.87	863	9	94.39	77	110		0	83
			40				1	1	10				863	9	94.39	864	0	34.39	33				
	прямая				46.63						16	28.3	864	0	34.39	864	0	81.02					
			80				0.8	1	32.1				864	0	81.02	864	1	61.02	43				
26	кривая	правая		1493	105.74	60		4	3.5	205.74	26	40.2	864	1	61.02	864	2	66.76	113	120		36	114
			40				0.5	1	14.5				864	2	66.76	864	3	6.76	21				
				2418	106.89	40		2	32	186.89			864	3	6.76	864	4	13.65	71	160		0	131
			120				0.1	3	8.4				864	4	13.65	864	5	33.65	104				
				2001	454.61	50		13	1	594.61			864	5	33.65	864	9	88.26	364	160		0	125
			80				0.6	1	8.7				864	9	88.26	865	0	68.26	58				
	прямая				2361.42						43	8.4	865	0	68.26	867	4	29.68					
			40				0.4	0	11.5				867	4	29.68	867	4	69.68	5				
27	кривая	правая		6000	20	15		0	11.5	100	0	34.4	867	4	69.68	867	4	89.68	5	160		0	160
			40				0.4	0	11.5				867	4	89.68	867	5	29.68	5				
	прямая				50						43	42.8	867	5	29.68	867	5	79.68					
			40				0.6	0	18.5				867	5	79.68	867	6	19.68	-9				
28	кривая	левая		3724	20	25		0	18.5	100	0	55.4	867	6	19.68	867	6	39.68	-9	160		0	148
			40				0.6	0	18.5				867	6	39.68	867	6	79.68	-9				
	прямая				120.59						42	47.4	867	6	79.68	867	8	0.27					
			80				0.7	1	13.3				867	8	0.27	867	8	80.27	34				
29	кривая	правая		1876	40.7	55		1	14.6	180.7	3	22.9	867	8	80.27	867	9	20.97	35	120		30	120
			60				0.9	0	55				867	9	20.97	867	9	80.97	26				
	прямая				0						46	10.3	867	9	80.97	867	9	80.97					
			50				0.7	0	38.2				867	9	80.97	868	0	30.97	-18				
30	кривая	левая		2250	46.96	35		1	11.7	186.96	2	58.7	868	0	30.97	868	0	77.93	-33	140		0	122
			90				0.4	1	8.8				868	0	77.93	868	1	67.93	-32				
	прямая				381.99						43	11.6	868	1	67.93	868	5	49.92					
			100				0.4	1	5				868	5	49.92	868	6	49.92	-30				
31	кривая	левая		2645	30.4	40		0	39.5	250.4	3	2.5	868	6	49.92	868	6	80.32	-18	160		0	137
			120				0.3	1	18				868	6	80.32	868	8	0.32	-36				
	прямая				0.01						40	9.1	868	8	0.32	868	8	0.33					
			80				0.6	1	10.2				868	8	0.33	868	8	80.33	33				
32	кривая	правая		1959	20	50		0	35.1	180	2	55.5	868	8	80.33	868	9	0.33	16	160		0	124
			80				0.6	1	10.2				868	9	0.33	868	9	80.33	33				
	прямая				102.99						43	4.6	868	9	80.33	869	0	83.32					
			40				0.4	0	11.5				869	0	83.32	869	1	23.32	-5				
33	кривая	левая		6000	20	15		0	11.5	100	0	34.4	869	1	23.32	869	1	43.32	-5	160		0	160
			40				0.4	0	11.5				869	1	43.32	869	1	83.32	-5				
	прямая				0						42	30.2	869	1	83.32	869	1	83.32					
			40				0.8	0	21.4				869	1	83.32	869	2	23.32	10				

34	кривая	правая		3214	23.47	30		0	25.1	103.47	1		7.9	869	2	23.32	869	2	46.79	12	120		0	120
			40				0.8	0	21.4					869	2	46.79	869	2	86.79	10				
	прямая				1127.19						43		38.1	869	2	86.79	870	4	13.98					
			80				0.7	1	17					870	4	13.98	870	4	93.98	-36				
35	кривая	левая		1787	101.67	55		3	15.6	181.67	34		15	870	4	93.98	870	5	95.65	-91	140		29	121
				2087	1047.11	50		28	44.8	1117.11				870	5	95.65	871	6	42.76	-803	120		0	120
			70				0.7	0	57.7					871	6	42.76	871	7	12.76	-58				
	прямая				2498.34						9		23.1	871	7	12.76	874	2	11.1					
			50				0.7	0	29.3					874	2	11.1	874	2	61.1	-14				
36	кривая	левая		2936	1790.75	35		34	56.8	1910.75	36		7	874	2	61.1	876	0	51.85	-976	140		0	140
			70				0.5	0	41					876	0	51.85	876	1	21.85	-19				
	прямая				1546.13						333		16	876	1	21.85	877	6	67.98					
			70				0.7	1	0.9					877	6	67.98	877	7	37.98	28				
37	кривая	правая		1975	20.79	50		0	36.2	160.79	2		38	877	7	37.98	877	7	58.77	17	120		0	120
			70				0.7	1	0.9					877	7	58.77	877	8	28.77	28				
	прямая				69.59						335		54.1	877	8	28.77	877	8	98.36					
			70				0.7	1	0.9					877	8	98.36	877	9	68.36	-28				
38	кривая	левая		1975	20.33	50		0	35.4	160.33	2		37.2	877	9	68.36	877	9	88.69	-16	120		0	120
			70				0.7	1	0.9					877	9	88.69	878	0	58.69	-28				
	прямая				171.64						333		16.8	878	0	58.69	878	2	30.33					
			30				1	0	18.7					878	2	30.33	878	2	60.33	-9				
39	кривая	левая		2763	52.25	30		1	5	162.25	2		13.4	878	2	60.33	878	3	12.58	-30	120		0	98
			80				0.4	0	49.8					878	3	12.58	878	3	92.58	-23				
	прямая				16.71						331		3.4	878	3	92.58	878	4	9.29					
			40				0.6	0	51.3					878	4	9.29	878	4	49.29	24				
40	кривая	правая		1339.3	25.2	25		1	4.7	85.2	2		21.7	878	4	49.29	878	4	74.49	30	94		0	76
			20				1.2	0	25.7					878	4	74.49	878	4	94.49	12				
	прямая				0						333		25.1	878	4	94.49	878	4	94.49					
			50				0.8	1	0.6					878	4	94.49	878	5	44.49	-28				
41	кривая	левая		1419.1	20.01	40		0	48.5	110.01	2		37.5	878	5	44.49	878	5	64.5	-23	116		0	93
			40				1	0	48.4					878	5	64.5	878	6	4.5	-23				
	прямая				0						330		47.6	878	6	4.5	878	6	4.5					
			50				0.5	0	39.8					878	6	4.5	878	6	54.5	19				
42	кривая	правая		2160.5	59.02	25		1	33.9	139.02	2		37.6	878	6	54.5	878	7	13.52	44	120		0	113
			30				0.8	0	23.9					878	7	13.52	878	7	43.52	11				
	прямая				275.67						333		25.2	878	7	43.52	879	0	19.19					
			100				0.9	3	5.2					879	0	19.19	879	1	19.19	-86				
43	кривая	левая		928	93.24	90		5	45.4	303.24	12		14.4	879	1	19.19	879	2	12.43	-161	120		55	101
			110				0.8	3	23.7					879	2	12.43	879	3	22.43	-95				
	прямая				328.47						321		10.8	879	3	22.43	879	6	50.9					
			100				0.8	2	50.5					879	6	50.9	879	7	50.9	-79				
44	кривая	левая		1008	74.17	85		4	13	274.17	9		54	879	7	50.9	879	8	25.07	-118	120		54	104
			100				0.8	2	50.5					879	8	25.07	879	9	25.07	-79				

ДОДАТОК Б

Результати тягових розрахунків для пасажирського руху поїздів

Київ-Фастив

Расчет для участка: ст.Київ-Моск - ст.Фастов

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

Масса состава = 1000 т. Длина поезда = 400 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:

$$w_0 = 0.850 + 0.0050 * V + 0.000125 * V * V$$

Коэффициент трения:

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

Тормозной коэффициент = 0.130

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 50

Шаг печати (м) = 500

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим	
ст.Київ-Моск						
850.655	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ	
851.170	63.2	0.97	20.86	0.00	ТЯГА	
851.220	65.0	1.02	21.07	0.00	ОГР Т	
851.720	65.0	1.48	24.56	0.00	ОГР Т	
852.220	65.0	1.94	29.66	0.00	ОГР Т	
852.720	65.0	2.40	35.68	0.00	ОГР Т	
852.870	67.4	2.54	38.68	0.00	ТЯГА	
853.220	79.6	2.82	50.83	1.20	ТОРМОЖ	
853.670	60.0	3.21	51.23	11.01	ОГР Т	
854.170	60.0	3.71	56.77	11.01	ОГР Т	
854.670	60.0	4.21	62.98	11.01	ОГР Т	
855.170	60.0	4.71	67.90	11.01	ОГР Т	
855.320	57.9	4.86	68.61	12.27	ТОРМОЖ	
855.470	50.0	5.03	68.96	14.82	ОГР Т	
855.970	50.0	5.63	71.23	14.82	ОГР Т	
856.055	50.0	5.73	71.43	14.82	ОГР Т	ст.Київ-пасс
856.555	50.0	6.33	72.51	14.82	ОГР Т	
857.055	50.0	6.93	74.37	14.82	ОГР Т	
857.555	50.0	7.53	79.88	14.82	ОГР Т	
857.955	52.9	8.01	85.78	14.82	ТЯГА	
858.455	75.0	8.47	104.52	14.82	ОГР Т	
858.955	75.0	8.87	109.82	14.82	ОГР Т	
859.455	75.0	9.27	115.61	14.82	ОГР Т	
859.955	75.0	9.67	121.62	14.82	ОГР Т	
860.205	76.9	9.87	126.12	14.82	ТЯГА	
860.705	93.7	10.22	146.15	14.82	ТЯГА	
861.205	105.7	10.52	164.38	14.82	ТЯГА	
861.255	105.3	10.55	164.38	15.97	ТОРМОЖ	
861.555	95.0	10.73	165.00	21.74	ОГР Т	
862.055	95.0	11.05	169.67	21.74	ОГР Т	
862.105	94.0	11.08	169.67	22.91	ТОРМОЖ	
862.605	80.0	11.43	169.70	33.55	ОГР Т	
862.655	80.0	11.46	169.74	33.55	ОГР Т	ст.Київ_вопы
863.155	80.0	11.84	170.34	33.55	ОГР Т	
863.655	80.0	12.21	171.35	33.55	ОГР Т	
864.155	80.0	12.59	173.45	33.55	ОГР Т	
864.655	80.0	12.96	177.35	33.55	ОГР Т	
865.155	80.0	13.34	180.73	33.55	ОГР Т	
865.255	82.1	13.41	183.12	33.55	ТЯГА	

865.755	100.4	13.74	202.60	33.55	ТЯГА	
866.255	113.0	14.02	218.06	33.65	РЕГ Т	
866.455	114.5	14.13	218.06	35.01	ТОРМОЖ	
866.955	103.4	14.40	218.06	46.40	ТОРМОЖ	
867.105	100.0	14.49	218.33	48.70	ОГР Т	
867.605	100.0	14.79	222.42	48.70	ОГР Т	
868.105	100.0	15.09	224.85	48.70	ОГР Т	
868.425	100.0	15.28	225.74	48.70	ОГР Т	ст.Жуляны
868.925	100.0	15.58	227.37	48.70	ОГР Т	
869.425	100.0	15.88	228.17	48.70	ОГР Т	
869.475	100.0	15.91	228.17	48.72	РЕГ Т	
869.675	100.0	16.03	228.17	48.80	ОГР Т	
870.175	100.0	16.33	230.27	48.80	ОГР Т	
870.675	100.0	16.63	235.25	48.80	ОГР Т	
871.175	100.0	16.93	239.90	48.80	ОГР Т	
871.675	100.0	17.23	241.68	48.80	ОГР Т	
872.175	100.0	17.53	242.81	48.80	ОГР Т	
872.325	101.7	17.62	244.86	48.80	ТЯГА	
872.825	116.6	17.90	261.76	48.80	ТЯГА	
873.325	129.4	18.14	276.95	48.80	ТЯГА	
873.825	137.0	18.36	288.55	48.95	РЕГ Т	
874.225	140.0	18.54	288.53	49.53	ОГР Т	
874.325	139.8	18.58	288.52	50.62	ТОРМОЖ	
874.825	130.7	18.80	288.52	61.60	ТОРМОЖ	
875.325	120.5	19.04	288.52	72.71	ТОРМОЖ	
875.825	108.1	19.30	288.52	84.01	ТОРМОЖ	
876.325	90.5	19.60	288.52	95.57	ТОРМОЖ	
876.375	90.0	19.64	289.12	95.57	ОГР Т	
876.875	90.0	19.97	293.99	95.57	ОГР Т	
877.375	90.0	20.30	296.79	95.57	ОГР Т	
877.875	90.0	20.64	299.61	95.57	ОГР Т	
878.195	90.0	20.85	301.18	95.57	ОГР Т	ст.Боярка
878.545	90.0	21.08	301.92	95.59	РЕГ Т	
878.895	90.0	21.32	301.91	96.16	ОГР Т	
879.395	90.0	21.65	303.66	96.16	ОГР Т	
879.895	90.0	21.99	305.81	96.16	ОГР Т	
880.395	90.0	22.32	311.25	96.16	ОГР Т	
880.445	91.6	22.35	313.22	96.16	ТЯГА	
880.945	105.0	22.66	330.17	96.16	ОГР Т	
881.195	105.0	22.80	330.59	96.19	РЕГ Т	
881.695	103.0	23.09	330.59	97.77	РЕГ Т	
881.895	105.0	23.21	330.65	98.04	ОГР Т	
882.395	105.0	23.49	335.39	98.04	ОГР Т	
882.895	105.0	23.78	341.75	98.04	ОГР Т	
883.395	105.0	24.06	347.58	98.04	ОГР Т	
883.895	105.0	24.35	353.06	98.04	ОГР Т	
884.395	105.0	24.63	356.69	98.04	ОГР Т	
884.895	105.0	24.92	360.69	98.04	ОГР Т	
885.395	105.0	25.21	363.50	98.04	ОГР Т	
885.645	106.5	25.35	366.05	98.04	ТЯГА	
886.145	119.9	25.61	382.42	98.04	ТЯГА	
886.645	133.2	25.85	397.00	98.04	ТЯГА	
886.995	137.0	26.00	404.47	98.19	РЕГ Т	
887.145	140.0	26.07	404.45	98.39	ОГР Т	
887.645	140.0	26.28	406.68	98.39	ОГР Т	
888.145	140.0	26.50	412.40	98.39	ОГР Т	
888.645	140.0	26.71	415.73	98.39	ОГР Т	
888.695	138.0	26.73	415.73	98.47	РЕГ Т	
889.195	137.0	26.95	415.73	100.33	РЕГ Т	
889.495	139.8	27.08	415.73	102.57	ТОРМОЖ	
889.995	132.4	27.30	415.73	113.53	ТОРМОЖ	
890.495	118.6	27.54	415.73	124.64	ТОРМОЖ	
890.995	105.9	27.81	415.73	135.99	ТОРМОЖ	

891.345	98.0	28.02	415.73	143.06	РЕГ Т	
891.845	100.0	28.32	415.73	143.66	РЕГ Т	
891.895	100.0	28.35	415.73	143.66	ОГР Т	
892.395	100.0	28.65	417.48	143.66	ОГР Т	
892.755	100.0	28.86	419.71	143.66	ОГР Т	Васильків
893.255	100.0	29.16	423.79	143.66	ОГР Т	
893.755	100.0	29.46	428.48	143.66	ОГР Т	
894.255	101.3	29.76	434.76	143.66	ТЯГА	
894.755	113.4	30.04	451.90	143.66	ТЯГА	
895.255	124.8	30.30	467.55	143.66	ТЯГА	
895.305	125.0	30.32	467.72	143.66	ОГР Т	
895.755	123.0	30.54	468.18	143.68	РЕГ Т	
895.805	125.0	30.56	468.17	143.68	ОГР Т	
896.305	125.0	30.80	468.79	143.68	ОГР Т	
896.805	125.0	31.04	470.09	143.68	ОГР Т	
896.855	123.0	31.06	470.09	143.72	РЕГ Т	
897.355	123.0	31.31	470.09	144.56	РЕГ Т	
897.505	125.0	31.38	470.10	144.64	ОГР Т	
897.905	126.0	31.57	472.96	144.64	ТЯГА	
898.155	130.0	31.69	479.25	144.64	ОГР Т	
898.655	130.0	31.92	483.28	144.64	ОГР Т	
899.155	130.0	32.15	484.73	144.64	ОГР Т	
899.305	129.8	32.22	484.93	145.75	ТОРМОЖ	
899.805	119.9	32.46	484.93	156.88	ТОРМОЖ	
900.305	110.6	32.72	484.93	168.16	ТОРМОЖ	
900.805	101.9	33.00	484.93	179.60	ТОРМОЖ	
900.905	97.0	33.06	484.93	181.00	РЕГ Т	
901.405	98.0	33.37	484.93	183.98	РЕГ Т	
901.655	100.0	33.53	484.95	184.31	ОГР Т	
902.075	100.0	33.78	485.96	184.31	ОГР Т	ст.Мотовилов
902.575	100.0	34.08	488.72	184.31	ОГР Т	
903.075	100.0	34.38	494.23	184.31	ОГР Т	
903.425	101.2	34.59	499.80	184.31	ТЯГА	
903.625	105.0	34.70	505.69	184.31	ОГР Т	
904.125	105.0	34.99	510.85	184.31	ОГР Т	
904.625	105.0	35.27	515.29	184.31	ОГР Т	
905.125	105.0	35.56	518.23	184.31	ОГР Т	
905.625	105.0	35.85	519.80	184.31	ОГР Т	
906.125	105.0	36.13	520.53	184.31	ОГР Т	
906.625	105.0	36.42	523.04	184.31	ОГР Т	
907.125	105.0	36.70	527.96	184.31	ОГР Т	
907.625	105.0	36.99	531.62	184.31	ОГР Т	
908.125	105.0	37.27	533.92	184.31	ОГР Т	
908.625	105.0	37.56	535.76	184.31	ОГР Т	
909.125	103.0	37.85	536.90	184.37	РЕГ Т	
909.375	104.5	37.99	536.90	186.29	ТОРМОЖ	
909.675	97.0	38.17	536.90	192.34	РЕГ Т	
910.125	100.0	38.44	536.91	193.71	ОГР Т	
910.625	100.0	38.74	539.36	193.71	ОГР Т	
911.125	100.0	39.04	541.78	193.71	ОГР Т	
911.305	100.0	39.15	542.36	193.71	ОГР Т	ст.Сорочий Б
911.805	100.0	39.45	544.88	193.71	ОГР Т	
912.155	101.5	39.66	549.14	193.71	ТЯГА	
912.455	110.0	39.83	558.07	193.71	ОГР Т	
912.955	110.0	40.11	559.35	193.71	ОГР Т	
913.455	110.0	40.38	560.56	193.71	ОГР Т	
913.555	108.0	40.43	560.55	193.76	РЕГ Т	
914.055	107.0	40.71	560.55	195.96	РЕГ Т	
914.555	110.0	40.99	560.55	197.64	ОГР Т	
915.055	110.0	41.26	563.95	197.64	ОГР Т	
915.555	110.0	41.54	571.34	197.64	ОГР Т	
916.055	110.0	41.81	577.92	197.64	ОГР Т	
916.555	110.0	42.08	584.12	197.64	ОГР Т	

917.055	110.0	42.35	590.37	197.64	ОГР Т
917.555	110.0	42.63	595.02	197.64	ОГР Т
917.705	108.9	42.71	596.17	198.77	ТОРМОЖ
918.205	90.3	43.01	596.17	210.34	ТОРМОЖ
918.705	66.9	43.39	596.17	222.37	ТОРМОЖ
919.205	36.9	43.98	596.17	235.25	ТОРМОЖ
919.435	4.9	44.64	596.17	241.77	КОНЕЦ

ст.Фастов

Расход электроэнергии 2570.2 кВт-ч

Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода

ст.Киев-Моск - ст.Киев-пасс	5.73
ст.Киев-пасс - ст.Киев_волы	5.73
ст.Киев_волы - ст.Жуляны	3.82
ст.Жуляны - ст.Боярка	5.57
ст.Боярка - Васильків	8.01
Васильків - ст.Мотовилов	4.91
ст.Мотовилов - ст.Сорочий Б	5.38
ст.Сорочий Б - ст.Фастов	5.49

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.416 (км 9.222)

Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.320 (км 67.072)

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

ст.Фастов					
919.435	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
918.920	63.6	0.97	20.86	0.00	ТЯГА
918.420	93.2	1.35	41.02	0.00	ТЯГА
918.270	97.0	1.45	44.82	0.26	РЕГ Т
918.120	102.1	1.54	46.63	0.75	ТЯГА
917.870	106.0	1.68	53.58	1.09	РЕГ Т
917.370	108.0	1.96	53.58	3.06	РЕГ Т
916.870	107.0	2.24	53.58	5.02	РЕГ Т
916.370	107.0	2.52	53.58	7.25	РЕГ Т
915.870	107.0	2.80	53.58	9.76	РЕГ Т
915.370	106.0	3.08	53.58	12.58	РЕГ Т
914.870	110.0	3.36	53.57	15.03	ОГР Т
914.370	110.0	3.63	56.99	15.03	ОГР Т
913.870	110.0	3.91	63.32	15.03	ОГР Т
913.370	110.0	4.18	68.02	15.03	ОГР Т
912.870	110.0	4.45	70.58	15.03	ОГР Т
912.470	108.7	4.67	72.32	16.16	ТОРМОЖ
912.070	100.0	4.90	72.31	24.20	ОГР Т
912.020	100.0	4.93	72.31	24.24	РЕГ Т
911.670	100.0	5.14	72.34	24.68	ОГР Т
911.304	100.0	5.36	73.56	24.68	ОГР Т
910.804	100.0	5.66	74.90	24.68	ОГР Т
910.304	100.0	5.96	75.42	24.68	ОГР Т
909.804	100.0	6.26	79.53	24.68	ОГР Т
909.604	101.2	6.38	83.21	24.68	ТЯГА
909.404	105.0	6.50	89.18	24.68	ОГР Т
908.904	105.0	6.78	93.49	24.68	ОГР Т
908.404	105.0	7.07	95.31	24.68	ОГР Т
907.904	105.0	7.36	96.97	24.68	ОГР Т
907.404	105.0	7.64	97.64	24.68	ОГР Т
907.354	105.0	7.67	97.64	24.70	РЕГ Т
906.854	103.0	7.96	97.64	25.80	РЕГ Т
906.454	105.0	8.19	97.65	26.83	ОГР Т
905.954	105.0	8.48	99.80	26.83	ОГР Т
905.454	105.0	8.76	102.48	26.83	ОГР Т
904.954	105.0	9.05	104.05	26.83	ОГР Т
904.554	105.0	9.28	104.21	26.85	РЕГ Т

ст.Сорочий Б

904.054	103.0	9.57	104.21	27.73	РЕГ Т	
903.654	104.3	9.80	104.21	29.83	ТОРМОЖ	
903.404	97.0	9.95	104.21	34.72	РЕГ Т	
902.904	98.0	10.26	104.21	37.35	РЕГ Т	
902.504	100.0	10.50	104.20	38.44	ОГР Т	
902.074	100.0	10.76	105.11	38.44	ОГР Т	СТ.МОТОВИЛОВ
901.574	100.0	11.06	107.73	38.44	ОГР Т	
901.074	100.0	11.36	113.85	38.44	ОГР Т	
900.874	101.2	11.48	117.47	38.44	ТЯГА	
900.374	111.9	11.76	134.68	38.44	ТЯГА	
899.874	121.0	12.02	150.64	38.44	ТЯГА	
899.374	130.0	12.26	165.46	38.44	ТЯГА	
899.324	130.0	12.28	165.84	38.44	ОГР Т	
898.824	130.0	12.51	169.41	38.44	ОГР Т	
898.324	130.0	12.74	170.95	38.44	ОГР Т	
898.274	128.0	12.76	170.95	38.50	РЕГ Т	
898.124	129.6	12.83	170.95	39.70	ТОРМОЖ	
897.874	125.0	12.95	171.10	44.14	ОГР Т	
897.374	125.0	13.19	174.56	44.14	ОГР Т	
896.874	125.0	13.43	179.89	44.14	ОГР Т	
896.374	125.0	13.67	182.98	44.14	ОГР Т	
895.874	125.0	13.91	186.82	44.14	ОГР Т	
895.374	125.0	14.15	190.99	44.14	ОГР Т	
895.324	124.2	14.18	190.99	45.25	ТОРМОЖ	
894.824	112.5	14.43	190.99	56.48	ТОРМОЖ	
894.324	101.9	14.71	190.99	67.91	ТОРМОЖ	
894.174	98.0	14.80	190.99	70.35	РЕГ Т	
893.674	98.0	15.11	190.99	71.66	РЕГ Т	
893.174	98.0	15.41	190.99	72.72	РЕГ Т	
892.774	100.0	15.66	190.98	73.12	ОГР Т	
892.754	100.0	15.67	190.98	73.12	ОГР Т	Васильків
892.254	100.0	15.97	191.51	73.12	ОГР Т	
891.754	100.0	16.27	194.26	73.12	ОГР Т	
891.304	101.3	16.54	199.51	73.12	ТЯГА	
890.804	112.9	16.82	216.69	73.12	ТЯГА	
890.304	126.9	17.07	232.29	73.12	ТЯГА	
889.804	136.0	17.30	245.71	73.12	ТЯГА	
889.304	139.4	17.51	257.76	73.12	ТЯГА	
889.154	140.0	17.58	260.80	73.12	ОГР Т	
888.654	140.0	17.79	267.65	73.12	ОГР Т	
888.254	138.0	17.96	269.25	73.15	РЕГ Т	
887.804	140.0	18.16	269.25	73.80	ОГР Т	
887.304	140.0	18.37	271.47	73.80	ОГР Т	
886.904	139.8	18.54	275.51	74.89	ТОРМОЖ	
886.404	125.6	18.77	275.51	85.91	ТОРМОЖ	
885.904	111.9	19.02	275.51	97.14	ТОРМОЖ	
885.604	105.0	19.19	275.67	102.83	ОГР Т	
885.104	105.0	19.48	277.06	102.83	ОГР Т	
884.604	105.0	19.76	277.63	102.83	ОГР Т	
884.104	105.0	20.05	278.22	102.83	ОГР Т	
883.854	105.0	20.19	278.47	102.88	РЕГ Т	
883.354	103.0	20.48	278.47	104.71	РЕГ Т	
882.854	102.0	20.77	278.47	106.95	РЕГ Т	
882.354	102.0	21.07	278.47	109.68	РЕГ Т	
882.004	105.0	21.27	278.55	110.61	ОГР Т	
881.504	105.0	21.56	283.09	110.61	ОГР Т	
881.054	104.8	21.81	286.67	111.76	ТОРМОЖ	
880.554	93.0	22.12	286.67	123.35	ТОРМОЖ	
880.404	88.0	22.22	286.67	125.92	РЕГ Т	
879.904	88.0	22.56	286.67	128.29	РЕГ Т	
879.754	90.0	22.66	286.68	128.45	ОГР Т	
879.254	90.0	22.99	288.02	128.45	ОГР Т	
878.754	90.0	23.33	290.10	128.45	ОГР Т	

878.254	90.0	23.66	292.78	128.45	ОГР Т	
878.194	90.0	23.70	292.90	128.45	ОГР Т	ст.Боярка
877.694	90.0	24.03	293.18	128.45	ОГР Т	
877.194	90.0	24.37	293.62	128.45	ОГР Т	
876.944	90.0	24.53	293.71	128.46	РЕГ Т	
876.444	87.0	24.87	293.71	130.18	РЕГ Т	
876.294	92.6	24.98	295.68	130.74	ТЯГА	
875.794	112.3	25.27	313.51	130.74	ТЯГА	
875.294	124.4	25.52	329.22	130.74	ТЯГА	
874.794	133.2	25.75	343.36	130.74	ТЯГА	
874.294	139.4	25.97	355.74	130.74	ТЯГА	
874.194	140.0	26.02	357.44	130.74	ОГР Т	
873.744	138.9	26.21	362.46	131.84	ТОРМОЖ	
873.244	125.2	26.44	362.46	142.86	ТОРМОЖ	
872.744	111.8	26.69	362.46	154.09	ТОРМОЖ	
872.294	100.0	26.95	362.68	163.24	ОГР Т	
871.794	100.0	27.25	365.01	163.24	ОГР Т	
871.294	100.0	27.55	366.55	163.24	ОГР Т	
871.144	100.0	27.64	366.59	163.29	РЕГ Т	
870.644	98.0	27.94	366.59	165.14	РЕГ Т	
870.144	98.0	28.25	366.59	166.70	РЕГ Т	
870.094	100.0	28.28	366.58	166.70	ОГР Т	
869.594	100.0	28.58	369.00	166.70	ОГР Т	
869.094	100.0	28.88	372.12	166.70	ОГР Т	
868.594	100.0	29.18	373.93	166.70	ОГР Т	
868.424	100.0	29.28	374.53	166.70	ОГР Т	ст.Жуляны
867.924	100.0	29.58	376.54	166.70	ОГР Т	
867.724	100.0	29.70	376.78	166.71	РЕГ Т	
867.224	100.0	30.00	376.78	167.52	ОГР Т	
867.074	101.8	30.09	378.70	167.52	ТЯГА	
866.574	115.0	30.37	394.47	167.52	ОГР Т	
866.424	114.2	30.45	395.39	168.65	ТОРМОЖ	
865.924	99.5	30.73	395.39	180.08	ТОРМОЖ	
865.424	85.6	31.05	395.39	191.79	ТОРМОЖ	
865.174	80.0	31.24	395.39	196.66	РЕГ Т	
864.824	80.0	31.50	395.38	196.93	ОГР Т	
864.724	80.0	31.57	395.38	196.95	РЕГ Т	
864.224	80.0	31.95	395.38	197.76	РЕГ Т	
864.174	80.0	31.99	395.39	197.76	ОГР Т	
863.674	80.0	32.37	396.45	197.76	ОГР Т	
863.174	80.0	32.74	398.45	197.76	ОГР Т	
862.674	80.0	33.12	400.59	197.76	ОГР Т	
862.654	80.0	33.13	400.69	197.76	ОГР Т	ст.Киев_волы
862.554	82.2	33.20	402.96	197.76	ТЯГА	
862.204	95.0	33.44	415.15	197.76	ОГР Т	
861.954	95.0	33.60	415.60	197.78	РЕГ Т	
861.504	97.3	33.89	417.49	199.59	ТЯГА	
861.404	100.2	33.95	419.34	200.74	ТОРМОЖ	
860.904	90.8	34.26	419.34	212.39	ТОРМОЖ	
860.404	80.4	34.61	419.34	224.26	ТОРМОЖ	
860.154	72.0	34.81	419.34	229.44	РЕГ Т	
859.654	72.0	35.23	419.34	233.05	РЕГ Т	
859.154	71.0	35.65	419.34	236.59	РЕГ Т	
858.754	74.7	35.98	419.34	240.65	ТОРМОЖ	
858.254	60.5	36.43	419.34	252.99	ТОРМОЖ	
857.904	47.0	36.82	419.34	261.00	РЕГ Т	
857.404	46.0	37.46	419.34	265.09	РЕГ Т	
856.904	50.0	38.10	419.34	268.46	РЕГ Т	
856.854	50.0	38.16	419.34	268.46	ОГР Т	
856.354	50.0	38.76	419.97	268.46	ОГР Т	
856.054	50.0	39.12	420.42	268.46	ОГР Т	ст.Киев-пасс
855.754	50.0	39.48	420.63	268.49	РЕГ Т	
855.404	54.2	39.90	422.65	269.16	ТЯГА	

855.304	60.0	40.00	424.68	269.28	РЕГ Т
854.804	56.0	40.52	424.68	271.90	РЕГ Т
854.304	56.0	41.06	424.68	276.00	РЕГ Т
853.804	58.0	41.59	424.68	279.75	РЕГ Т
853.604	63.6	41.79	426.70	280.40	ТЯГА
853.304	79.6	42.04	436.83	281.61	ТОРМОЖ
852.804	63.0	42.46	436.83	292.84	РЕГ Т
852.304	62.0	42.95	436.83	296.68	РЕГ Т
851.804	63.0	43.43	436.83	299.43	РЕГ Т
851.404	65.0	43.80	436.82	299.90	ОГР Т
851.354	63.6	43.85	436.82	301.14	ТОРМОЖ
850.854	35.2	44.45	436.82	314.07	ТОРМОЖ
850.655	5.3	45.05	436.82	319.77	КОНЕЦ

КОНЕЦ

Расход электроэнергии 1852.7 кВт-ч
 Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода

ст.Фастов - ст.Сорочий Б	5.36
ст.Сорочий Б - ст.Мотовилов	5.40
ст.Мотовилов - Васильків	4.91
Васильків - ст.Боярка	8.03
ст.Боярка - ст.Жуляны	5.58
ст.Жуляны - ст.Киев_волы	3.85
ст.Киев_волы - ст.Киев-пасс	5.99

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.465 (км 8.970)
 Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.290 (км 69.286)

ДОДАТОК В

Результати тягових розрахунків для вантажного руху

Київ-Фастив

Расчет для участка: ст.Київ-Моск - ст.Фастов

Локомотив : ВЛ80. Позиция - . Кол-во секций 1

Масса состава = 4600 т. Длина поезда = 400 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:

$$w_0 = 0.850 + 0.0050 * V + 0.000125 * V * V$$

Коэффициент трения:

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

Тормозной коэффициент = 0.130

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 50

Шаг печати (м) = 500

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим	
ст.Київ-Моск						
850.655	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ	
851.195	34.8	1.73	28.91	0.00	ТЯГА	
851.695	43.3	2.49	53.87	0.00	ТЯГА	
852.195	46.4	3.16	78.31	0.00	ТЯГА	
852.695	47.0	3.80	102.61	0.00	ТЯГА	
853.195	51.6	4.41	126.76	0.00	ТЯГА	
853.695	56.4	4.97	150.50	0.00	ТЯГА	
854.195	57.1	5.49	173.95	0.00	ТЯГА	
854.695	56.6	6.02	197.47	0.00	ТЯГА	
855.195	58.3	6.55	220.90	0.00	ТЯГА	
855.345	56.4	6.70	225.42	5.16	ТОРМОЖ	
855.495	50.0	6.87	226.79	15.59	ОГР Т	
855.995	50.0	7.47	235.21	15.59	ОГР Т	
856.055	50.0	7.54	235.70	15.59	ОГР Т	ст.Київ-пасс
856.555	50.0	8.14	239.74	15.59	ОГР Т	
857.055	50.0	8.74	246.89	15.59	ОГР Т	
857.555	50.0	9.34	268.94	15.59	ОГР Т	
857.955	50.1	9.82	286.85	15.59	ТЯГА	
858.455	51.6	10.42	310.85	15.59	ТЯГА	
858.955	53.5	10.99	334.69	15.59	ТЯГА	
859.455	54.3	11.54	358.45	15.59	ТЯГА	
859.955	54.8	12.09	382.14	15.59	ТЯГА	
860.455	55.1	12.64	405.82	15.59	ТЯГА	
860.955	55.4	13.18	429.46	15.59	ТЯГА	
861.455	55.9	13.72	453.07	15.59	ТЯГА	
861.955	57.7	14.25	476.63	15.59	ТЯГА	
862.455	65.2	14.74	497.69	15.59	ТЯГА	
862.655	68.0	14.92	504.69	15.59	ТЯГА	ст.Київ_волы
863.155	72.9	15.35	519.80	15.59	ТЯГА	
863.655	76.3	15.75	533.06	15.59	ТЯГА	
864.155	77.8	16.14	545.31	15.59	ТЯГА	
864.655	76.9	16.53	557.41	15.59	ТЯГА	
865.155	76.7	16.92	569.79	15.59	ТЯГА	
865.655	76.6	17.31	582.29	15.59	ТЯГА	
866.155	79.3	17.69	594.36	15.59	ТЯГА	
866.655	84.3	18.06	605.06	15.59	ТЯГА	
867.155	86.1	18.41	614.82	15.59	ТЯГА	
867.655	84.4	18.76	624.58	15.59	ТЯГА	
868.155	85.2	19.12	634.60	15.59	ТЯГА	

868.425	86.1	19.31	639.86	15.59	ТЯГА	ст. Жуляны
868.925	87.4	19.65	649.32	15.59	ТЯГА	
869.425	89.4	19.99	658.44	15.59	ТЯГА	
869.575	90.0	20.09	660.20	15.83	РЕГ Т	
869.775	90.0	20.23	660.23	16.30	ОГР Т	
869.875	90.2	20.29	661.24	16.30	ТЯГА	
870.375	88.8	20.63	669.91	16.30	ТЯГА	
870.875	86.0	20.97	679.16	16.30	ТЯГА	
871.375	85.0	21.32	688.99	16.30	ТЯГА	
871.875	86.6	21.67	698.69	16.30	ТЯГА	
872.375	88.5	22.02	707.95	16.30	ТЯГА	
872.875	90.5	22.35	716.77	16.30	ТЯГА	
873.375	94.1	22.68	725.08	16.30	ТЯГА	
873.875	98.8	22.99	732.60	16.30	ТЯГА	
874.025	96.0	23.08	734.01	17.07	РЕГ Т	
874.525	100.0	23.39	734.01	21.69	РЕГ Т	
874.625	100.0	23.45	734.06	21.74	ОГР Т	
875.125	100.0	23.75	736.46	21.74	ОГР Т	
875.625	100.0	24.05	740.87	21.74	ТЯГА	
876.125	97.7	24.35	747.85	21.74	ТЯГА	
876.425	94.6	24.54	751.56	26.48	ТОРМОЖ	
876.575	90.0	24.64	753.70	36.02	ОГР Т	
876.625	89.7	24.67	754.56	36.02	ТЯГА	
877.125	88.1	25.01	763.53	36.02	ТЯГА	
877.625	87.9	25.35	772.66	36.02	ТЯГА	
878.125	87.5	25.69	781.89	36.02	ТЯГА	
878.195	87.5	25.74	783.18	36.02	ТЯГА	ст. Боярка
878.695	89.6	26.08	792.29	36.02	ТЯГА	
878.745	86.0	26.11	792.29	36.61	РЕГ Т	
878.945	90.0	26.25	792.44	37.47	ОГР Т	
879.095	90.0	26.35	794.35	37.47	ТЯГА	
879.595	90.7	26.68	802.96	37.47	ТЯГА	
880.095	89.1	27.01	811.54	37.47	ТЯГА	
880.595	85.7	27.36	820.80	37.47	ТЯГА	
881.095	85.1	27.71	830.69	37.47	ТЯГА	
881.595	89.6	28.06	840.09	37.47	ТЯГА	
882.095	92.0	28.38	848.50	37.47	ТЯГА	
882.595	88.2	28.72	857.09	37.47	ТЯГА	
883.095	84.2	29.06	866.66	37.47	ТЯГА	
883.595	80.8	29.43	877.10	37.47	ТЯГА	
884.095	79.1	29.80	888.33	37.47	ТЯГА	
884.595	78.6	30.18	899.83	37.47	ТЯГА	
885.095	78.3	30.57	911.57	37.47	ТЯГА	
885.595	79.8	30.95	923.13	37.47	ТЯГА	
886.095	81.9	31.32	934.09	37.47	ТЯГА	
886.595	87.9	31.67	944.11	37.47	ТЯГА	
887.095	93.8	32.00	952.65	37.47	ТЯГА	
887.595	95.4	32.32	960.42	37.47	ТЯГА	
888.095	92.9	32.64	968.25	37.47	ТЯГА	
888.595	91.9	32.96	976.56	37.47	ТЯГА	
889.095	96.8	33.28	984.50	37.47	ТЯГА	
889.445	96.0	33.50	988.81	38.88	РЕГ Т	
889.945	100.0	33.81	988.81	49.45	РЕГ Т	
889.995	100.0	33.84	989.22	49.45	ОГР Т	
890.095	99.9	33.90	990.83	49.45	ТЯГА	
890.595	96.1	34.20	998.00	49.45	ТЯГА	
890.995	96.3	34.45	1003.32	54.19	ТОРМОЖ	
891.345	86.0	34.68	1003.32	83.61	РЕГ Т	
891.845	90.0	35.02	1003.32	87.41	РЕГ Т	
891.995	90.0	35.12	1003.38	87.69	ОГР Т	
892.295	90.0	35.32	1007.14	87.69	ТЯГА	
892.755	89.5	35.63	1015.14	87.69	ТЯГА	Васильків
893.255	87.7	35.97	1024.10	87.69	ТЯГА	

893.755	85.5	36.31	1033.54	87.69	ТЯГА	
894.255	82.9	36.67	1043.59	87.69	ТЯГА	
894.755	81.3	37.03	1054.21	87.69	ТЯГА	
895.255	82.8	37.40	1064.85	87.69	ТЯГА	
895.755	86.1	37.76	1074.95	87.69	ТЯГА	
896.255	89.4	38.10	1084.15	87.69	ТЯГА	
896.755	91.1	38.43	1092.80	87.69	ТЯГА	
897.255	95.0	38.75	1100.95	87.69	ТЯГА	
897.755	97.3	39.06	1108.46	87.69	ТЯГА	
898.255	95.9	39.37	1115.86	87.69	ТЯГА	
898.755	95.1	39.69	1123.57	87.69	ТЯГА	
899.255	96.7	40.00	1131.18	87.69	ТЯГА	
899.755	98.6	40.31	1138.46	87.69	ТЯГА	
900.055	96.0	40.49	1141.98	88.33	РЕГ Т	
900.405	99.6	40.71	1141.98	99.27	ТОРМОЖ	
900.905	86.0	41.03	1141.98	143.09	РЕГ Т	
901.405	86.0	41.38	1141.98	156.63	РЕГ Т	
901.705	90.0	41.58	1142.03	158.59	ОГР Т	
902.075	90.0	41.83	1144.96	158.59	ОГР Т	ст.Мотовилов
902.425	90.0	42.06	1150.40	158.59	ТЯГА	
902.925	87.4	42.40	1159.28	158.59	ТЯГА	
903.425	83.4	42.75	1168.99	158.59	ТЯГА	
903.925	80.5	43.11	1179.61	158.59	ТЯГА	
904.425	78.4	43.49	1190.94	158.59	ТЯГА	
904.925	78.3	43.88	1202.76	158.59	ТЯГА	
905.425	80.0	44.26	1214.27	158.59	ТЯГА	
905.925	82.9	44.62	1225.07	158.59	ТЯГА	
906.425	85.0	44.98	1235.18	158.59	ТЯГА	
906.925	83.4	45.34	1245.17	158.59	ТЯГА	
907.425	81.8	45.70	1255.65	158.59	ТЯГА	
907.925	82.3	46.07	1266.30	158.59	ТЯГА	
908.425	83.7	46.43	1276.69	158.59	ТЯГА	
908.925	85.2	46.78	1286.73	158.59	ТЯГА	
909.425	89.7	47.13	1296.16	158.59	ТЯГА	
909.575	91.1	47.23	1297.89	163.37	ТОРМОЖ	
909.675	86.0	47.30	1297.89	169.48	РЕГ Т	
910.175	90.0	47.64	1298.02	176.26	ОГР Т	
910.425	90.0	47.81	1301.49	176.26	ТЯГА	
910.925	89.5	48.14	1310.23	176.26	ТЯГА	
911.305	90.0	48.40	1316.88	176.26	ТЯГА	ст.Сорочий Б
911.355	90.0	48.43	1317.31	176.26	ОГР Т	
911.655	90.0	48.63	1321.22	176.26	ТЯГА	
912.155	88.4	48.97	1330.06	176.26	ТЯГА	
912.655	89.2	49.30	1339.06	176.26	ТЯГА	
913.155	90.8	49.64	1347.73	176.26	ТЯГА	
913.655	93.2	49.96	1356.10	176.26	ТЯГА	
914.155	98.2	50.28	1363.77	176.26	ТЯГА	
914.355	96.0	50.40	1365.90	177.10	РЕГ Т	
914.655	100.0	50.58	1366.01	179.02	ОГР Т	
914.805	99.9	50.67	1367.87	179.02	ТЯГА	
915.305	95.7	50.98	1374.99	179.02	ТЯГА	
915.805	90.7	51.30	1383.04	179.02	ТЯГА	
916.305	86.5	51.64	1391.99	179.02	ТЯГА	
916.805	82.9	52.00	1401.90	179.02	ТЯГА	
917.305	79.7	52.37	1412.71	179.02	ТЯГА	
917.805	77.7	52.74	1424.16	179.02	ТЯГА	
918.305	74.2	53.14	1436.88	179.02	ТЯГА	
918.605	71.8	53.39	1443.73	184.00	ТОРМОЖ	
919.105	43.6	53.91	1443.73	235.57	ТОРМОЖ	
919.435	4.8	54.73	1443.73	273.03	КОНЕЦ	

ст.Фастов

Расход электроэнергии 5152.7 квт-ч
 Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода
 ст.Киев-Моск - ст.Киев-пасс 7.54
 ст.Киев-пасс - ст.Киев_волы 7.38
 ст.Киев_волы - ст.Жуляны 4.38
 ст.Жуляны - ст.Боярка 6.43
 ст.Боярка - Васильків 9.89
 Васильків - ст.Мотовилов 6.20
 ст.Мотовилов - ст.Сорочий Б 6.57
 ст.Сорочий Б - ст.Фастов 6.33

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.609 (км 3.011)
 Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.134 (км 30.412)

Киев-Фастив
 Киев-Фастив
 Киев-Фастив

Расчет для участка: ст.Киев-Моск - ст.Фастов
 Локомотив : ВЛ80. Позиция - . Кол-во секций 1
 Масса состава = 4000 т. Длина поезда = 400 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:

$$w_0 = 0.850 + 0.0050 * V + 0.000125 * V * V$$

Коэффициент трения:

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

Тормозной коэффициент = 0.130

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 50

Шаг печати (м) = 500

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
ст.Фастов					
919.435	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
918.900	38.4	1.61	28.47	0.00	ТЯГА
918.400	59.2	2.23	52.66	0.00	ТЯГА
917.900	72.3	2.68	70.65	0.00	ТЯГА
917.400	81.0	3.07	83.02	0.00	ТЯГА
916.900	87.4	3.43	93.22	0.00	ТЯГА
916.400	93.3	3.76	101.89	0.00	ТЯГА
915.900	98.7	4.07	109.51	0.00	ТЯГА
915.750	96.0	4.17	110.92	1.13	РЕГ Т
915.250	96.0	4.48	110.92	12.94	РЕГ Т
914.800	100.0	4.76	111.12	19.83	ОГР Т
914.650	99.9	4.85	113.06	19.83	ТЯГА
914.150	97.1	5.15	120.10	19.83	ТЯГА
913.650	93.2	5.47	127.81	19.83	ТЯГА
913.150	92.6	5.79	136.00	19.83	ТЯГА
912.650	92.7	6.11	144.17	19.83	ТЯГА
912.250	93.3	6.37	149.86	24.00	ТОРМОЖ
912.100	90.0	6.47	149.86	32.40	РЕГ Т
911.650	90.0	6.78	149.90	35.09	ОГР Т
911.304	90.0	7.01	153.37	35.09	ОГР Т
910.804	90.0	7.34	156.96	35.09	ОГР Т
910.604	90.0	7.47	157.19	35.12	РЕГ Т
910.404	90.0	7.61	157.27	35.35	ОГР Т
910.104	89.9	7.81	161.06	35.35	ТЯГА
909.604	87.0	8.15	169.98	35.35	ТЯГА
909.104	83.8	8.50	179.78	35.35	ТЯГА

ст.Сорочий Б

908.604	85.1	8.85	189.85	35.35	ТЯГА	
908.104	86.8	9.20	199.52	35.35	ТЯГА	
907.604	88.9	9.55	208.75	35.35	ТЯГА	
907.104	92.3	9.88	217.36	35.35	ТЯГА	
906.604	96.9	10.19	225.23	35.35	ТЯГА	
906.104	98.3	10.50	232.46	35.35	ТЯГА	
905.604	97.7	10.81	239.66	35.35	ТЯГА	
905.104	98.1	11.11	246.91	35.35	ТЯГА	
904.604	99.9	11.42	253.98	35.35	ТЯГА	
904.554	100.0	11.45	253.98	35.51	РЕГ Т	
904.054	96.0	11.76	253.98	39.56	РЕГ Т	
903.904	99.8	11.85	253.98	44.80	ТОРМОЖ	
903.404	86.0	12.17	253.98	83.31	РЕГ Т	
902.904	86.0	12.52	253.98	93.84	РЕГ Т	
902.404	90.0	12.86	254.08	98.74	ОГР Т	
902.074	90.0	13.08	256.26	98.74	ОГР Т	СТ.МОТОВИЛОВ
901.674	90.0	13.35	261.94	98.74	ТЯГА	
901.174	87.1	13.68	270.82	98.74	ТЯГА	
900.674	83.6	14.04	280.60	98.74	ТЯГА	
900.174	80.2	14.40	291.20	98.74	ТЯГА	
899.674	79.6	14.78	302.44	98.74	ТЯГА	
899.174	80.2	15.15	313.60	98.74	ТЯГА	
898.674	81.3	15.53	324.57	98.74	ТЯГА	
898.174	85.4	15.89	334.97	98.74	ТЯГА	
897.674	88.2	16.23	344.36	98.74	ТЯГА	
897.174	86.9	16.57	353.53	98.74	ТЯГА	
896.674	85.5	16.92	363.15	98.74	ТЯГА	
896.174	86.4	17.27	372.78	98.74	ТЯГА	
895.674	85.6	17.62	382.37	98.74	ТЯГА	
895.174	85.9	17.97	392.13	98.74	ТЯГА	
894.674	87.9	18.32	401.61	98.74	ТЯГА	
894.224	91.6	18.62	408.65	102.92	ТОРМОЖ	
894.124	86.0	18.69	408.65	107.68	РЕГ Т	
893.624	86.0	19.03	408.65	113.57	РЕГ Т	
893.124	86.0	19.38	408.65	118.25	РЕГ Т	
892.754	90.0	19.63	408.65	120.34	РЕГ Т	Васильків
892.604	90.0	19.73	408.68	120.43	ОГР Т	
892.104	90.0	20.07	410.77	120.43	ОГР Т	
891.954	90.0	20.17	413.27	120.43	ТЯГА	
891.454	88.8	20.50	422.03	120.43	ТЯГА	
890.954	86.0	20.85	431.27	120.43	ТЯГА	
890.454	88.8	21.19	440.77	120.43	ТЯГА	
889.954	93.1	21.52	449.19	120.43	ТЯГА	
889.454	89.4	21.85	457.53	120.43	ТЯГА	
888.954	85.3	22.19	466.80	120.43	ТЯГА	
888.454	83.5	22.55	476.93	120.43	ТЯГА	
887.954	88.6	22.90	486.66	120.43	ТЯГА	
887.454	91.7	23.23	495.24	120.43	ТЯГА	
886.954	90.3	23.56	503.62	120.43	ТЯГА	
886.454	86.2	23.90	512.65	120.43	ТЯГА	
885.954	84.6	24.25	522.53	120.43	ТЯГА	
885.454	86.4	24.60	532.30	120.43	ТЯГА	
884.954	88.7	24.95	541.60	120.43	ТЯГА	
884.454	91.4	25.28	550.30	120.43	ТЯГА	
883.954	93.6	25.60	558.50	120.43	ТЯГА	
883.454	97.6	25.92	566.22	120.43	ТЯГА	
883.154	96.0	26.10	569.77	121.25	РЕГ Т	
882.654	96.0	26.41	569.77	131.13	РЕГ Т	
882.154	96.0	26.73	569.77	140.68	РЕГ Т	
882.004	100.0	26.82	569.95	141.27	ОГР Т	
881.904	100.0	26.88	571.19	141.27	ТЯГА	
881.404	97.1	27.18	578.25	141.27	ТЯГА	
880.904	96.2	27.49	585.77	141.27	ТЯГА	

880.404	99.9	27.80	593.04	141.27	ТЯГА	
880.354	96.0	27.83	593.04	142.06	РЕГ Т	
879.854	96.0	28.14	593.04	149.98	РЕГ Т	
879.754	100.0	28.20	593.09	150.14	ОГР Т	
879.554	100.0	28.32	595.00	150.14	ТЯГА	
879.454	99.7	28.38	595.69	154.26	ТОРМОЖ	
879.054	90.0	28.64	595.93	183.33	ОГР Т	
878.904	90.0	28.74	598.05	183.33	ТЯГА	
878.404	88.9	29.07	606.86	183.33	ТЯГА	
878.194	89.6	29.21	610.58	183.33	ТЯГА	ст.Воярка
878.044	90.0	29.31	612.42	183.33	ОГР Т	
877.894	90.0	29.41	612.49	183.35	РЕГ Т	
877.744	90.0	29.51	612.51	183.43	ОГР Т	
877.244	90.0	29.85	613.53	183.43	ОГР Т	
876.994	90.0	30.01	613.76	183.46	РЕГ Т	
876.544	90.6	30.32	614.63	187.16	ТЯГА	
876.044	96.2	30.64	622.71	187.16	ТЯГА	
875.544	98.9	30.95	629.96	187.16	ТЯГА	
875.044	98.8	31.25	636.99	187.16	ТЯГА	
874.544	98.5	31.56	644.07	187.16	ТЯГА	
874.044	96.4	31.86	651.34	187.16	ТЯГА	
873.544	92.8	32.18	659.12	187.16	ТЯГА	
873.044	90.0	32.51	667.53	187.16	ТЯГА	
872.544	89.7	32.84	676.22	187.16	ТЯГА	
872.044	90.2	33.18	684.89	187.16	ТЯГА	
871.544	90.9	33.51	693.46	187.16	ТЯГА	
871.044	93.3	33.84	701.80	187.16	ТЯГА	
870.544	97.9	34.15	709.48	187.16	ТЯГА	
870.244	99.4	34.33	713.01	191.28	ТОРМОЖ	
869.844	90.0	34.59	713.84	220.33	ОГР Т	
869.794	90.0	34.62	714.71	220.33	ТЯГА	
869.294	89.2	34.95	723.44	220.33	ТЯГА	
868.794	90.0	35.29	732.24	220.33	ТЯГА	
868.744	90.0	35.32	732.77	220.33	ОГР Т	
868.424	90.0	35.54	736.15	220.33	ОГР Т	ст.Жуляны
867.924	90.0	35.87	742.13	220.33	ОГР Т	
867.724	90.0	36.00	742.64	220.51	РЕГ Т	
867.224	90.0	36.35	742.64	224.56	РЕГ Т	
867.174	90.0	36.38	742.66	224.56	ОГР Т	
866.774	90.0	36.65	746.63	224.56	ТЯГА	
866.274	88.5	36.98	755.43	224.56	ТЯГА	
865.774	88.7	37.32	764.52	224.56	ТЯГА	
865.524	88.2	37.49	768.09	228.76	ТОРМОЖ	
865.174	80.0	37.74	768.09	254.56	РЕГ Т	
864.674	80.0	38.12	768.09	256.25	РЕГ Т	
864.174	80.0	38.50	768.09	259.38	ОГР Т	
863.674	80.0	38.88	771.43	259.38	ОГР Т	
863.174	80.0	39.25	778.09	259.38	ОГР Т	
862.674	80.0	39.63	785.27	259.38	ОГР Т	
862.654	80.0	39.64	785.58	259.38	ОГР Т	ст.Киев_вопы
862.154	80.0	40.02	793.86	259.38	ОГР Т	
862.004	80.0	40.13	794.34	259.42	РЕГ Т	
861.504	80.9	40.52	795.45	267.17	ТЯГА	
861.004	88.3	40.87	805.50	267.17	ТЯГА	
860.504	94.7	41.20	813.94	267.17	ТЯГА	
860.454	91.0	41.23	813.94	268.24	РЕГ Т	
859.954	91.0	41.56	813.94	280.08	РЕГ Т	
859.904	94.1	41.60	813.94	284.24	ТОРМОЖ	
859.404	84.3	41.93	813.94	326.20	ТОРМОЖ	
858.904	71.0	42.31	813.94	366.17	РЕГ Т	
858.754	74.3	42.44	813.94	373.21	ТОРМОЖ	
858.254	60.4	42.88	813.94	417.19	ТОРМОЖ	
857.904	46.0	43.27	813.94	445.74	РЕГ Т	

857.404	46.0	43.93	813.94	460.65	РЕГ Т	
856.904	50.0	44.57	813.94	472.96	РЕГ Т	
856.804	50.0	44.69	813.95	473.01	ОГР Т	
856.304	50.0	45.29	816.08	473.01	ОГР Т	
856.054	50.0	45.59	817.29	473.01	ОГР Т	ст.Киев-пасс
855.804	50.0	45.89	817.89	473.05	РЕГ Т	
855.404	51.7	46.37	820.30	475.78	ТЯГА	
855.104	56.0	46.70	832.11	476.52	РЕГ Т	
854.604	56.0	47.23	832.11	490.20	РЕГ Т	
854.104	56.0	47.77	832.11	505.07	РЕГ Т	
853.604	61.4	48.30	834.27	515.12	ТЯГА	
853.104	70.8	48.75	851.93	515.12	ТЯГА	
852.654	77.1	49.11	862.89	519.42	ТОРМОЖ	
852.154	65.1	49.54	862.89	563.01	ТОРМОЖ	
852.104	61.0	49.58	862.89	564.16	РЕГ Т	
851.604	65.0	50.07	862.89	570.89	РЕГ Т	
851.354	63.3	50.30	862.89	575.78	ТОРМОЖ	
850.854	35.1	50.90	862.89	621.84	ТОРМОЖ	
850.655	5.3	51.50	862.89	642.16	КОНЕЦ	

КОНЕЦ

Расход электроэнергии 3033.7 кВт-ч
Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода

ст.Фастов - ст.Сорочий Б	7.01
ст.Сорочий Б - ст.Мотовилов	6.07
ст.Мотовилов - Васильків	6.55
Васильків - ст.Боярка	9.58
ст.Боярка - ст.Жуляны	6.32
ст.Жуляны - ст.Киев_волы	4.10
ст.Киев_волы - ст.Киев-пасс	5.95

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.455 (км 9.120)
Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.244 (км 31.521)