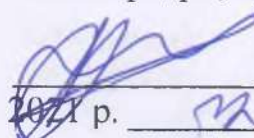




МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ ТА ТЕХНІКИ

Навчально-науковий центр: *Організація будівництва та експлуатації доріг*

ДО ЗАХИСТУ

зав. кафедри, професор

 О. Л. Тют'кін
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 структури поїздопотоків на вибір параметрів плану при реконструкції залізниці

Theme: Study of the impact of train flow structure on the choice of plan parameters during railroad reconstruction

	(посада)	(підпис)	(ПІБ)
Керівник дипломної магістерської роботи	доцент		Гусак М.А.
Консультант	доцент		Заяць Ю.Л.
	асистент		Хмелевська Н.П.
Нормоконтролер	ст. викладач		Байдак С.Ю.
Студент групи	КГ 2022		Войтович Р.В.
Student	KG 2022		Voitovych R.V.

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»

Войтович Роман Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Дослідженням впливу структури поїздопотоків на вибір параметрів
плану при реконструкції залізниці

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.

З А В Д А Н Н Я

до дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»

студента групи КГ2022 Войтовича Романа Васильовича

1. Тема роботи: Дослідження впливу структури поїздопотоків на вибір параметрів плану при реконструкції залізниці

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:

Район проектування – Хмельницька область	Довжина прийм.- відправн. колій -850м	
Початковий пункт – ст. Волочиськ	Ширина земляного полотна – 7 м	
Кінцевий пункт – ст. Хмельницький	Верхня будова колії:	
Довжина лінії, км – 100	Тип рейок – Р65	Тип шпал –
Керівний уклон, ‰ – за розрах.	Баласт, см	Залізобетонні
Кількість головних колій – 2	Щебінь – 30-35	пісок – 20
Вид тяги – Електрична	Маса поїзда, т	
Локомотиви – ВЛ80, ЧС4, ЧС8		
Типи вагонів – 4-вісні	Вант. – 3600/2800	Пас. – 1000
Система СЦБ – АБ	Система СЦБ –	
Кліматичні хар-ки району – помірноконтин.	Вид ґрунтів –	

4. Існуючі розміри перевезень:

Напрямок	Вантажонапруженість нетто, млн. т/км/км		Кількість пасаж. поїздів	Кількість приміських поїздів
2	3.2	3.2	37(6)	3

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою	4. Дослідження впливу структури поїздопотоків на вибір параметрів плану лінії
2. Характеристика технічного стану і параметрів ділянки залізниці, що досліджується	5. Охорона праці при реконструкції ділянки залізниці
3. Визначення тягово-енергетичних показників траси. Розробка заходів з підвищення швидкості й плавності руху поїздів	6. Висновки й рекомендації

5. Консультанти:

Найменування розділів і магістерської роботи	Консультанти	Завдання	
		видав (дата, підпис)	прийняв до виконання (дата, підпис)
1, 2	Гусак М.А.		
3	Хмелевська Н.П.		
4,6	Гусак М.А.		
5	Заяц Ю.Л.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва розділу магістерської роботи	Термін виконання розділу	Відсотки	Нар. підс.
1	Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою	04.10.2021	10	10
2	Характеристика технічного стану і параметрів ділянки залізниці, що досліджується	25.10.2021	20	30
3	Визначення тягово-енергетичних показників траси. Розробка заходів з підвищення швидкості й плавності руху поїздів	19.11.2021	20	50
4	Дослідження впливу структури поїздопотоку на вибір параметрів плану лінії	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)

Войтович Р. В.

РЕФЕРАТ

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

Найменування роботи: Дослідження впливу структури поїздопотоку на вибір параметрів плану при реконструкції залізниці

Мета роботи. Вибір раціональних заходів зі зменшення обмежень швидкості, зумовлених параметрами плану лінії для збільшення швидкості руху пасажирських і вантажних поїздів.

Об'єкт дослідження – дослідження питань пов'язаних з вибором раціональних параметрів швидкісного руху, при яких забезпечуються плавність і комфортабельність їзди.

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

Методи досліджень. Актуальність 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. Але пропускна спроможність ділянки Підволочиськ – Хмельницький не задовольняє вимогам щодо обсягів та швидкості вантажних перевезень, а суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів стримує впровадження прискореного руху.

Магістерська робота виконана відповідно до головних напрямків, які сформульовані в Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2030 року.

Дослідження ґрунтуються на аналізі фактичних даних щодо обмежень швидкості, які закладено в графік руху поїздів. Розрахунки виконано на ЕОМ з застосуванням програм MoveRW, RWPlan, Microsoft Excel.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПІДВИЩЕННЯ, НЕПОГАШЕНЕ ПРИСКОРЕННЯ, СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНА ШВИДКІСТЬ, КРИВА, КОМФОРТАБЕЛЬНІСТЬ, ПЛАВНІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ ПРОЕКТА	7
2 ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ	9
2.1 Технічне оснащення	9
2.2 Штучні споруди	10
2.3 Характеристика поздовжнього профілю та плану лінії.....	11
2.4 Допустима швидкість руху поїздів в кривих	14
2.5 Програма MoveRW для виконання тягових розрахунків	17
3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ	26
3.1 Підвищення швидкості руху поїздів при перебудові плану лінії при мінімальних зсувах	28
3.2 Визначення підвищення для проектного плану	36
3.3 Умови реалізації швидкісного руху	38
4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАНУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦЬ	42
4.1 Визначення підвищення зовнішньої рейки за максимальною швидкістю ...	42
4.2 Визначення додаткового приведенного середнього додаткового зносу структурою поїздопотоків з використанням програми RWPlan.....	44
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	53
ДОДАТКИ.....	56

					051.16-БЗ-721К.МР.2018.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	Магістерська робота	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробник	Войтович Р.					П	5	
Гол. кер.	Гусак М.А..					ДНУЗТ		
Консульт.	Хмелевська Н.П.							
Нормокон.	Байдак С. Ю.							

ВСТУП

Однією основних цілей країни є інтеграція залізничного транспорту України в міжнародну транспортну систему країн європейського економічного співтовариства (ЄЕС). Вирішення даного питання пов'язане з утворенням на території України мережі міжнародних транспортних коридорів, реконструкцією головних залізничних магістралей, що зв'язують Європу й Україну, організацією швидкісного руху поїздів.

Тема магістерської роботи пов'язана з вирішенням питання зі зменшення обмежень швидкості, зумовлених параметрами плану лінії для збільшення швидкості руху пасажирських і вантажних поїздів на конкретній ділянці.

Отже основною задачею магістерської роботи є знаходження найбільш оптимального варіанту збільшення швидкості руху поїздів при сполученні пасажирських та вантажних перевезень. Європейські залізниці вирішують дане питання шляхом розмежування пасажирських та вантажних перевезень, завдяки чому весь обсяг або його частка вантажних перевезень переноситься на паралельні ходи.

Укрзалізниця з 2008р. почала відокремлювати пасажирські та вантажні перевезення. На сьогоднішній день основною метою залізниць України є забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту та підвищення ефективності її роботи.

1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ТЕМОЮ ПРОЕКТА

Підвищення швидкостей руху поїздів є одним з основних показників технічного прогресу у сфері залізничного транспорту. Суміщений рух пасажирських і вантажних поїздів негативно впливає на умови експлуатації і плавність руху, сприяє інтенсивному розладу колії. Першим кроком до її вирішення була розроблена в 2007 році Укрзалізницею схема розмежування вантажного та пасажирського руху для підвищення швидкості пасажирських поїздів на окремих ділянках після їх реконструкції.[1]

До цього часу на головних напрямках мережі залізниць України зберігається суміщений рух вантажних і пасажирських поїздів. Різниця між максимальною швидкістю вантажних і пасажирських поїздів за останніх десять років збільшилася в середньому в 1,5 рази. При цьому зменшується провізна спроможність лінії, на якій впроваджується швидкісний рух, і у випадку недостатніх резервів виникає необхідність її посилення.

Суттєво відрізняються й маси поїздів, а тому загострилися проблеми експлуатаційного й технічного характеру, пов'язані з розладами верхньої будови колії. Вітчизняні й закордонні дослідження показують, що при суміщеному русі поїздів порівняно з напрямками, спеціалізованими для перевезень вантажів та пасажирів, різко знижується пропускна спроможність і надійність виконання графіка руху та в 1,5-2 рази збільшуються витрати на ремонт і утримання залізничної колії. Внаслідок цього на практиці часто застосовують передачу транзитного вантажопотоку на паралельні ходи. Як результат виникає необхідність у реконструкції таких напрямків для освоєння вантажопотоку, що передається[2]

У своїй дисертації, доцент Українського державного університету науки та техніки Гусак М.А., на тему: “Підвищення ефективності роботи залізничної колії при спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень” розробила математичну модель сумісного формування раціональної схеми

етапного оволодіння перевезеннями для паралельних залізничних ліній, яка відрізняється від відомих моделей тим, що дає можливість урахувати специфіку кожного з паралельних напрямів (пасажирський, вантажний, суміщений рух). Вказані дослідження дають змогу отримувати розв'язки задачі при мінімальних експлуатаційних витратах і раціональних капітальних вкладеннях, у тому числі на перебудову залізниці для підвищення швидкості пасажирських поїздів. [2]

Наявність «бар'єрних» місць практично на кожній залізниці викликає обмеження швидкості, вимагає в кожному окремому випадку індивідуальних рішень. Стан залізничної колії та пристроїв залізниці завжди повинен гарантувати безпеку руху поїздів. У разі виявлення несправностей у колії виконуються роботи, які дозволяють відновити технічний стан залізниці, у противному випадку встановлюється обмеження швидкості або закривається рух поїздів. Наявність попереджень з обмеження швидкості руху поїздів знижує пропускну і провізну спроможність ділянок та призводить до втрат. Тому питання зменшення кількості обмежень і збільшення рівня швидкості руху поїздів заслуговує підвищеної уваги. До того ж умови ринкової економіки потребують впровадження нових підходів щодо оцінки ефективності капітальних вкладень та обґрунтування вибору найбільш ефективних варіантів.[3]

2 ТЕХНІЧНИЙ СТАН ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦІ. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ

2.1 Технічне оснащення

У середині ХІХ століття виникла необхідність у будівництві залізниці, яка б з'єднала Австро-Угорщину та Російську імперію. Такою залізницею стала дільниця Тернопіль – Жмеринка. 4 листопада 1871 року з боку Австро-Угорщини була побудована прикордонна станція Підволочиськ, на яку прибув перший поїзд. Тоді станція розташовувалася на кордоні Австро-Угорщини та Російської імперії. Того ж дня було відкрито залізничне сполучення між Підволочиськом та Волочиськом – ця лінія стала найпершою, що сполучила обидві частини України – австрійську та російську. [4]

Ділянка Хмельницький – Підволочиськ Південно – Західної та Львівської залізниці довжиною 69 км знаходиться у Хмельницькій області.



Рисунок 2.1 – Ділянка Хмельницький – Підволочиськ

На цій ділянці розташовано 7 станцій: Хмельницький, Гречани, Грузевиці, Чорний Острів, Наркевичі, Войтівці, Волочиськ, Підволочиськ.

Вантажонапруженість на ділянці Хмельницький – Підволочиськ становить 9,7 млн.ткм нетто. Розмір руху поїздів пасажирських 37 (6) пар поїздів, приміських.

Всі проміжні станції, пасажирські поїзди проходять без зупинок, що впливає на рівень допустимих швидкостей по станціях і на можливість скорочення часу руху в межах перегонів. Ділянка Підволочиськ – Хмельницький є двоколійна електрифікована. На даній ділянці пасажирські поїзди рухаються зі швидкістю до 120 км/год, а вантажні рухаються до 80 км/год.

У пасажирському русі використовуються електровози типу ЧС4, маса рухомого складу якого становить 1000 тонн, а у вантажному русі використовуємо локомотив ВЛ80, маса якого 3600 тонн .

2.2 Штучні споруди

На ділянці Хмельницький – Підволочиськ є наступні типи штучних споруд. Перелік штучних споруд наведенні у таблиці 2.

Таблиця 2.1 – Відомість штучних споруд

Місце розташування	Вид штучної споруди
ПК 12245+75.1	К.Ж.Б.Т.отв.2.0 м
ПК 12257+91.9	Ж.Б.М.отв.5.6 м
ПК 12280+94.2	К.Ж.Б.Т.отв.1.5 м
ПК 12300+81.1	Ж.Б.М.отв.2.14 м
ПК 12310+07.3	Ж.Б.М.отв.1.5 м
ПК 12319+00.3	Ж.Б.М.отв.3.15 м
ПК 12395+22.0	К.М.Т.отв.1.07 м
ПК 12333+61.2	К.Ж.Б.Т.отв.0.95 м
ПК 12349+64.4	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12358+97.7	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12366+87.9	Ж.Б.М.отв.3.2 м
ПК 12372+75.7	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12380+64.2	Ж.Б.М.отв.2.15 м

ПК 12390+71.9	Ж.Б.М.отв.1.5 м
ПК 12395+22.0	К.М.Т.отв.1.07 м
ПК 12401+85.7	Ж.Б.М.отв.4.85 м
ПК 12420+64.0	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12436+07.0	Ж.Б.М.отв.2.05 м
ПК 12444+00.1	К.Ж.Б.Т.отв.1.0 м
ПК 12449+76.3	Ж.Б.М.отв.3.25 м
ПК 12464+85.0	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12487+00.9	ОВ.К.Т.отв.4.9 м
ПК 12504+72.7	К.Ж.Б.Т.отв.1.0 м
ПК 12544+44.1	К.Ж.Б.Т.отв.1.0 м
ПК 12625+97.9	К.Ж.Б.Т.отв.1.35 м
ПК 12630+59.2	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12682+37.0	К.М.Т.отв.1.07 м
ПК 12700+21.1	ОВ.Б.Т.отв.2.65 м
ПК 12730+84.4	Ж.Б.М.отв.3.2 м
ПК 12756+59.7	К.М.Т.отв.1.09 м
ПК 12783+16.2	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12792+44.7	ОВ.Б.Т.отв.0.8 м
ПК 12806+60.4	ОВ.К.Т.отв.1.1 м
ПК 12810+94.2	К.Ж.Б.Т.отв.1.25 м
ПК 12817+00.1	К.Б.Т.отв.0.5 м

2.3 Характеристика поздовжнього профілю та плану лінії

Для виконання заходів реконструкції ділянки необхідно провести аналіз технічного стану лінії, а також параметрів поздовжнього профілю й плану. Аналіз поздовжнього профілю виконувався за допомогою програми «GISTOGR.EXE», яка визначає питому вагу у відсотках. У таблиці 2.2 наведена загальна характеристика профілю ділянки Підволочиськ – Хмельницький.

Таблиця 2.2 – Розподіл ухилів на ділянці

Діапазон ухилів	Протяжність	Питома вага, %
-10 - -9	1200	1.9
-9 - -7	5800	9.2

-7 - -5	2700	4.3
-5 - -3	2600	4.1
-3 - -1	3400	5.4
-1 - 1	21000	33.4
1 - 3	8991	14.3
3 - 5	2800	4.4
5-7	6900	10.9
7-9	6500	10.3
9-11	900	1.4

На ділянці Підволочиськ – Хмельницький ухили знаходяться в основному в діапазоні до 1 ‰ складає близько 34 %. Ухили в діапазоні від 7 до 11 ‰ становить близько 25 %. На рисунку 2.2 у вигляді гістограми показаний розподіл ухилів на ділянці Хмельницький – Підволочиськ.

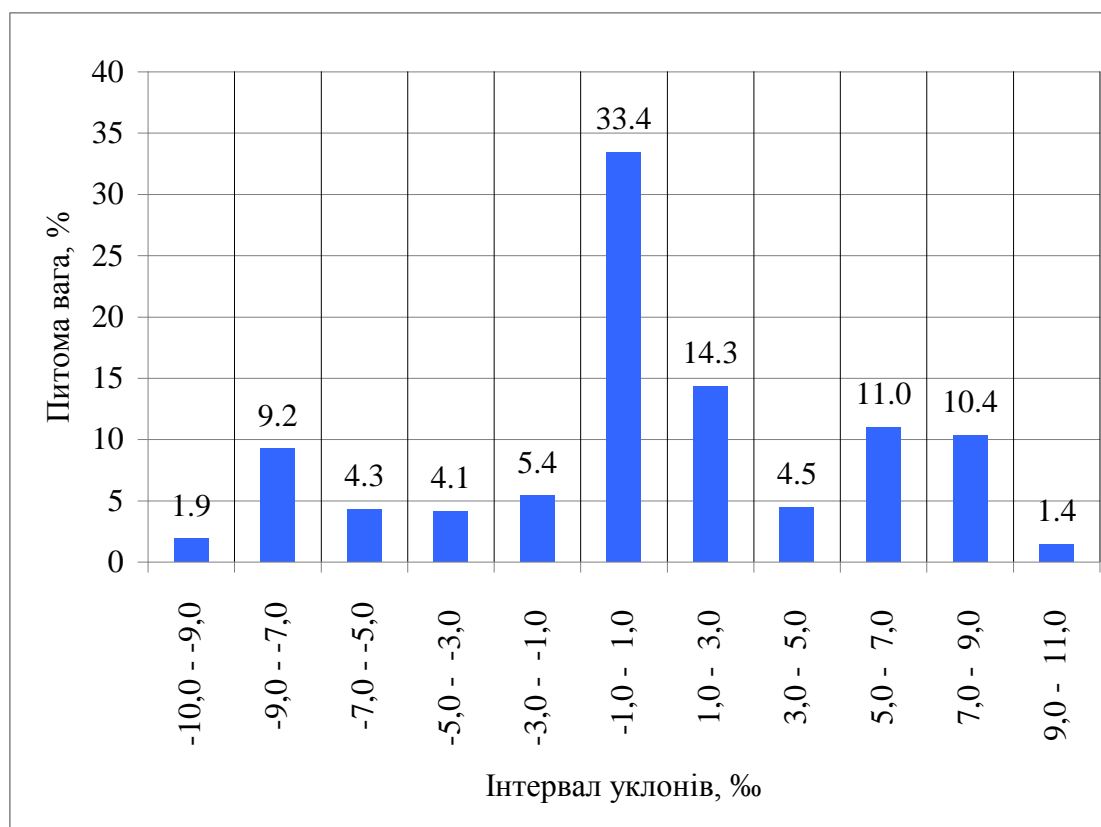


Рисунок 2.2 – Гістограма розподілу ухилів на ділянці Хмельницький – Підволочиськ

Від параметрів плану ділянки залежить реалізація швидкості руху поїздів. Основною проблемою підвищення швидкості руху поїздів на існуючих ділянках є суміщений вантажний і пасажирський рух поїздів. При суміщеному русі максимальне підвищення зовнішньої рейки в кривих не може бути більшим за 90 – 100 мм. При такому значенні підвищення і нормативі непогашених поперечних прискорень $0,7 \text{ м/с}^2$ отримаємо залежність

$$V = 4,15\sqrt{R},$$

де V - максимальна допустима швидкість для пасажирських поїздів;

R - радіус кругової кривої.

З формули виходить, що швидкість 120 км/год може бути забезпечена в кривих радіусом не менше 1500 м при мінімальній швидкості вантажних поїздів 75–85 км/год. У таблиці 2.3 показана питома вага у відсотках в залежності від діапазону та протяжності кривих на ділянці Хмельницький – Підволочиськ.[4]

Таблиця 2.3 – Розподіл кривих на ділянці

Діапазон радіусів кривих	Протяжність кривих, км	Питома вага, %
400 - 600	448	0.75
600-800	0	0
800-1000	0	0
1000-1200	2360	3.94
1200-1500	112	0.19
1500-2000	85	0.14
2000-4600	7008	11.70
прямі	49863	83.28

Для наочності на рисунку 2.3 показаний розподіл кривих різних радіусів відносно довжини кожної з ділянок, які досліджуються.

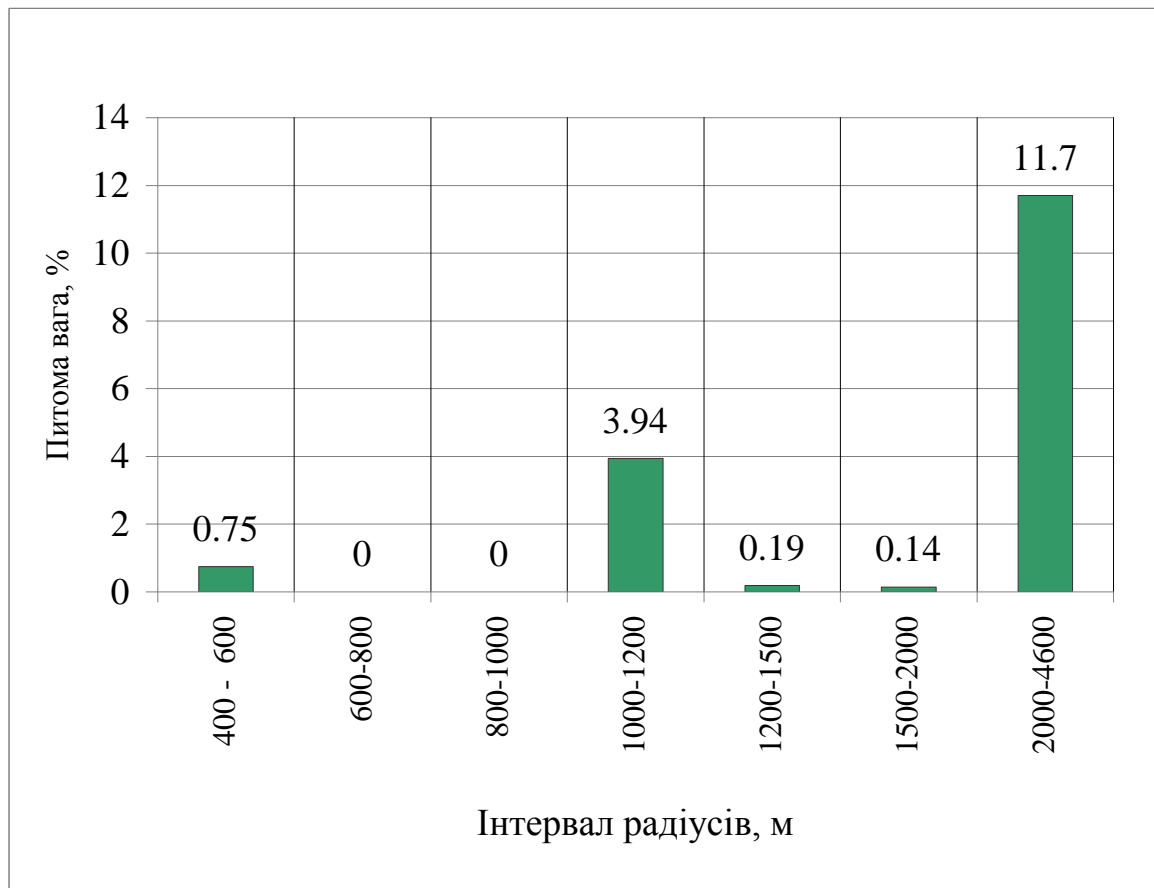


Рисунок 2.3 – Гістограми розподілення кривих на ділянці
Хмельницький – Підволочиськ

За проведеним аналізом ділянки Хмельницький – Волочиськ криві до 1200 м становлять 4,7 %. Довжина кривих 13,14 км, довжина прямих 49,86 км.

2.4 Допустима швидкість руху поїздів в кривих

Допустимі швидкості на ділянці встановленні за наказом начальника Південно-Західної залізниці. Цьому наказі встановлені швидкості руху по станціям та перегонам для вантажного та пасажирського руху поїздів.

У таблиці 2.3 наведено допустимі швидкості руху пасажирських і вантажних поїздів при існуючому стані постійних пристроїв на ділянці Хмельницький – Волочиськ Південно – Західної залізниці, згідно наказу начальника Південно – Західної залізниці [8].

Таблиця 2.3 – Допустимі швидкості руху поїздів

Станції та перегони	Встановлені швидкості руху поїздів згідно з наказом начальника Південно-Західної залізниці	
	Вантажні	Пасажи́рські
1	2	3
Хмельницький	80	80
Перегін	80	100
Гречани	50	50
Перегін	80	120
Грузевиці	80	80
Перегін	80	100
Чорний Острів	80	80
Перегін	80	100
Наркевичі	80	80
Перегін	80	120
Войтівці	80	80
Перегін	80	120
Волочиськ	80	80

Також у наказі вказані допустимі швидкості руху в кривих ділянках. Допустимі швидкості руху поїздів у кривих ділянках колії встановлюються за умови забезпечення плавності ходу, безпеки руху і комфортабельності їзди пасажирів. За допустиму швидкість в експлуатації приймається найменша з урахуванням параметрів кривих та ін.

Допустима швидкість у кругових кривих за умови неперевищення норм прискорень, рекомендується визначається за формулою [8]

$$V = 3,6\sqrt{R([\alpha_{nn}] + 0,00613h)}, \quad (2.1)$$

де R - радіус кривої, м;

h - підвищення зовнішньої рейки, мм;

$[\alpha_{nn}]$ - допустиме значення прискорення, м/с².

У якості прикладу наведена поодинокі крива радіусом 1083 м на 1224 км (рисунок 2.4). Згідно формули 2.1 допустима швидкість по даній кривій становить 115 км/год.

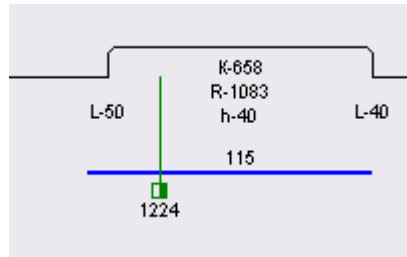


Рисунок 2.4 – Рівень допустимої швидкості руху однорадіусної кривої

При призначенні допустимих швидкостей для кривих, що мають підвищення, але розташовані у стиснутих умовах враховується крутість відводу підвищення [8]:

при швидкості 50...120 км/год

$$V = \frac{181}{i + 0,5} \quad (2.2)$$

Прикладом розрахунку допустимої швидкості за формулою 4.2 для кривої є крива радіусом 1060 м між 1222 та 1223 км (рисунок 2.5).

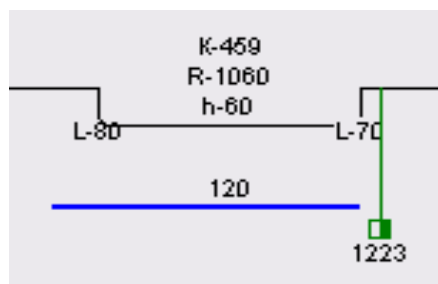


Рисунок 2.5 – Схема кривої і рівень допустимої швидкості руху по ній

Згідно формули 4.2 рівень допустимої швидкості по даній кривій становить 120 км/год.

Швидкості руху, що допускаються по сполученнях кривих з прямими вставками довжиною до 25 метрів, чи без прямих вставок, розраховуються за формулами, що приведені у ЦП-0236 [8].

У якості прикладу наведена двохрадiусна крива між 1244 та 1246 км (рисунок 2.6) радіусами 4549 м та 2004 м.

Допустима швидкість визначена за формулою в залежності від приведених параметрів $C_{прив}$ і $\sum i$:

$$\frac{V^3}{3,6^3 C_{\min}} - \frac{gV}{3,6S} i = [\Psi] \quad (2.3)$$

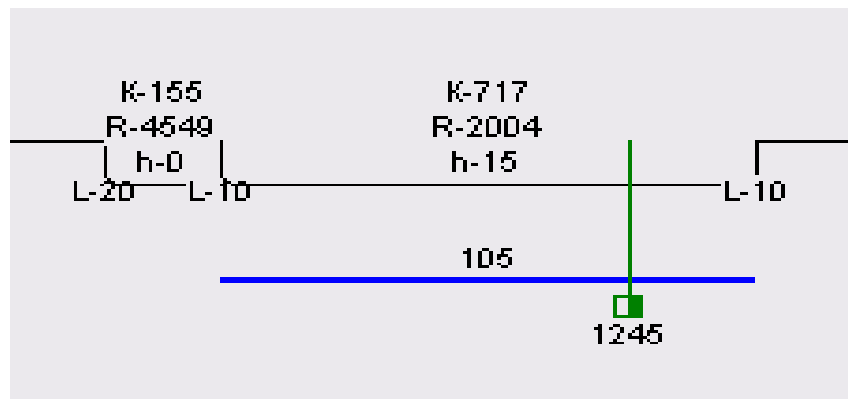


Рисунок 2.6 – Схема сполучених кривих і рівень допустимої швидкості руху по ним

Допустима швидкість по даній кривій згідно формули 2.3 становить 105 км/год. Аналогічно виконуються розрахунки для всіх кривих за допомогою програми MoveRW.

2.5 Програма MoveRW для виконання тягових розрахунків

Програма MoveRW використовується для виконання комплексних розрахунків за умовою реалізації максимально допустимою швидкості руху поїздів.

Основними вихідними даними для виконання тягових розрахунків є параметри поздовжнього профілю та плану лінії. На рисунку 2.7 наведений фрагмент введення вихідних даних по профілю. У вигляді ланцюжка елементів задаються параметри подовжнього профілю у табличному вигляді, і характеризують уклон (у ‰) і довжину елемента (у метрах). Також задається кілометраж і відмітка рівня головки рейки на початку ділянки Хмельницький – Підволочиськ. Далі розрахунок відміток елементів виконується автоматично. Паралельно з уведенням даних відбувається графічна побудова. Вказується пікетажне положення вісі станції [10].

Параметри плану представляється параметрами наступних чотирьох елементів: пряма, перехідна крива, кругова крива з поворотом праворуч, кругова крива з поворотом ліворуч.

Довжина елементів прямої, перехідної та кругової вводяться у метрах, а підвищення зовнішньої рейки у міліметрах. Під довжиною кругової кривої розуміється повна довжина кривої – з половинками перехідних кривих. Для першого елемента вводиться кілометрова позначка його початку, для наступних вона розраховується автоматично. На рисунку 2.8 наведений фрагмент вводу вихідних даних плану лінії.

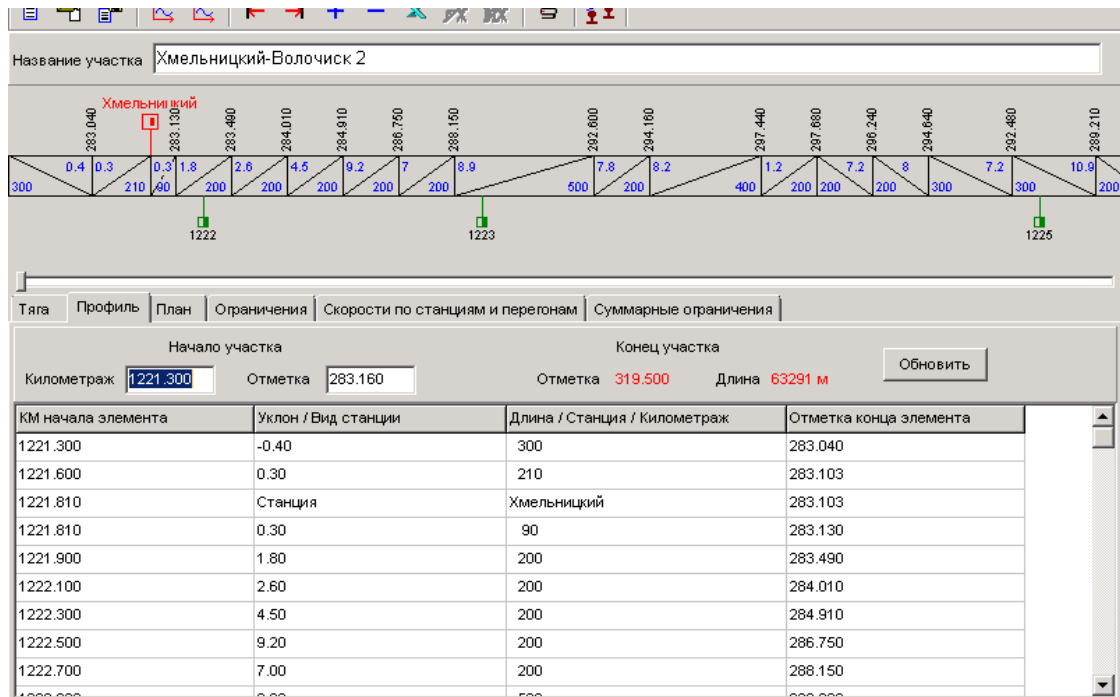


Рисунок 2.7 – Фрагмент структури файлу поздовжнього профілю

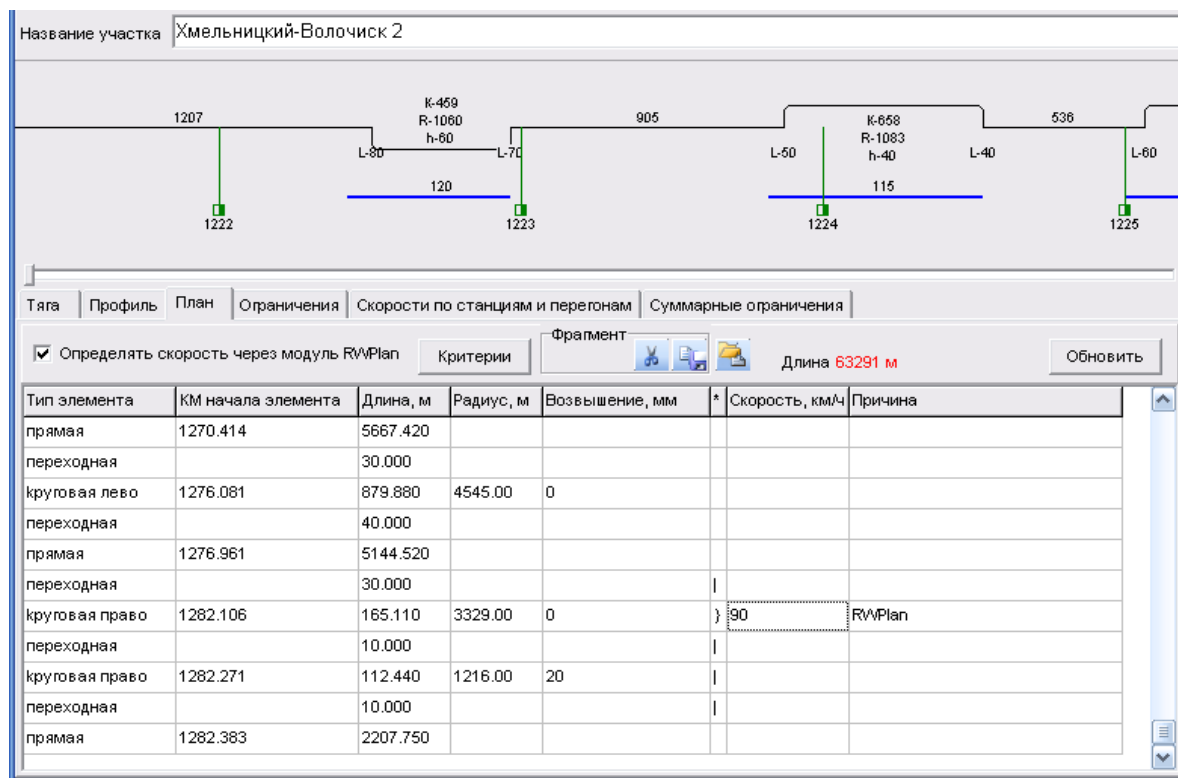


Рисунок 2.8 – Фрагмент структури файлу плану лінії

Тягові розрахунки виконуються з урахуванням обмеження швидкості руху (рисунок 2.9). Значення обмежень вводяться в табличній формі і являють собою ланцюжок елементів – довжина (у метрах) і максимально допустима швидкість на цьому протязі (у км/год).

120	Установить общую скорость для перегонов	40	Установить общую скорость для станций	<input checked="" type="checkbox"/> Учитывать таблицу в тяговом расчете
Элемент	КМ	Длина, м	Скорость, км/ч	
Граница станции		510	80	
Хмельницкий	1221.810		без остановки	
Граница станции		1300	80	
Перегон		4390	80	
Граница станции		1224	50	
Гречаны	1228.724		без остановки	
Граница станции		1815	50	
Перегон		3461	80	
Граница станции		718	80	
Грузевцы	1234.718		без остановки	

Рисунок 2.9 – Обмеження швидкості руху поїздів

Тягові характеристики локомотивів зберігаються у файлі [назва локомотива].lok у папці «Lokomotiv».

Додатково можна вказати кількість секцій і номер позиції. Дані про рухомий склад включають такі характеристики: номери позиції тягової характеристики локомотива, значення швидкості руху і відповідна сила тяги, споживання електроенергії чи дизельного пального, а також коефіцієнти формул, основного питомого опору руху локомотива ω'_o і вагонів ω''_o , розрахунковий гальмовий коефіцієнт поїзда ϑ_p і коефіцієнт використання гальмової сили, що приведені в ПТР [11] На рисунку 2.10 показано зображення локомотивів, які використовуються на ділянці, що досліджується.

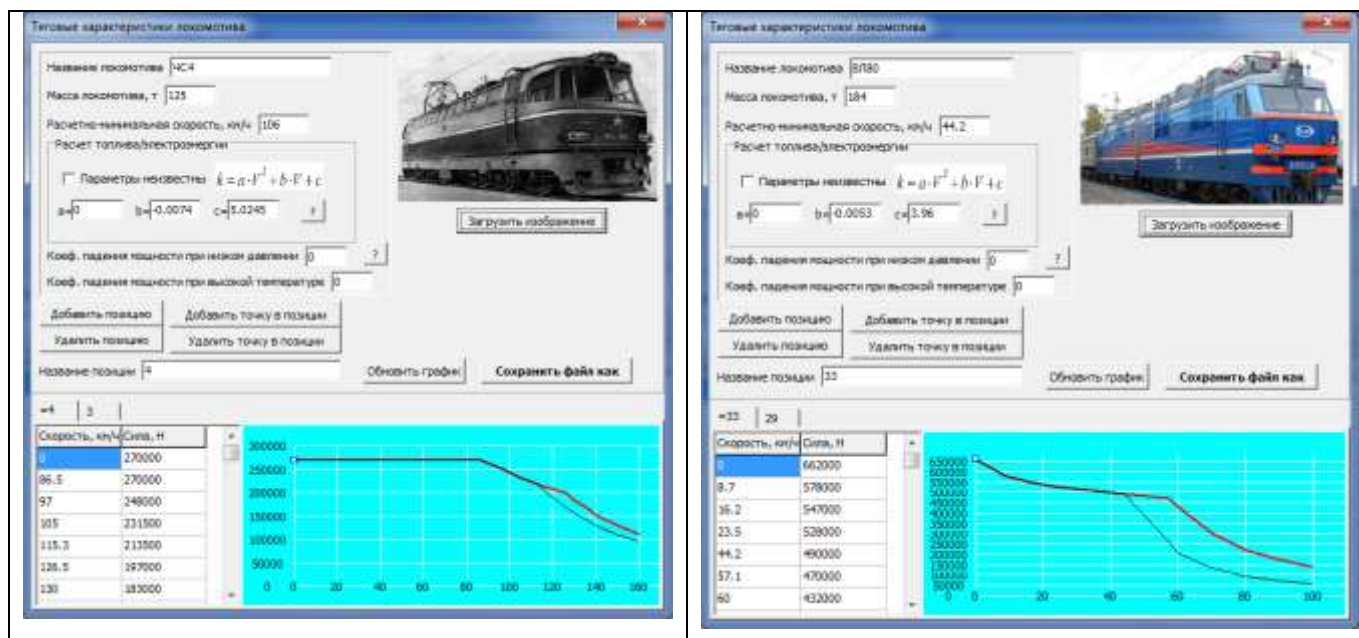
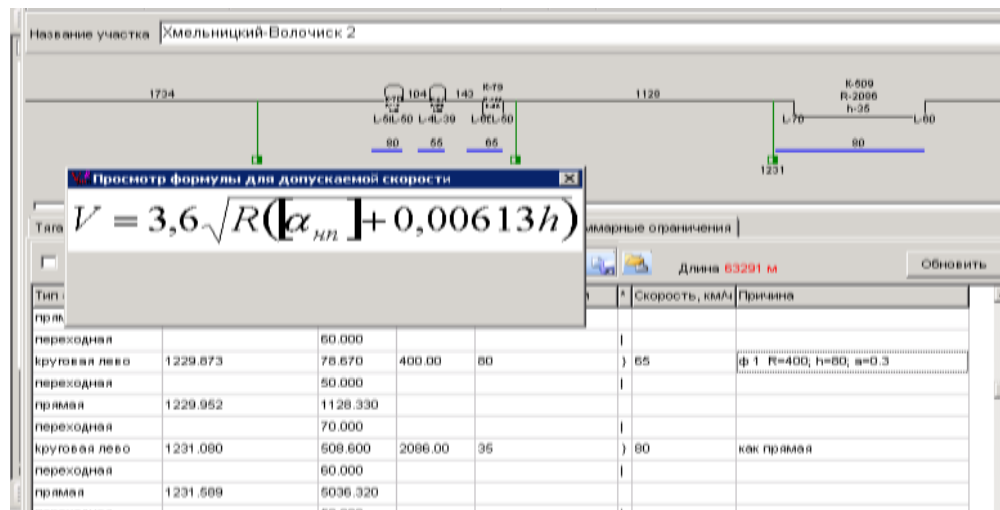


Рисунок 2.10 – Тягові характеристики локомотива ЧС4, ВЛ80

Розрахунки допустимої швидкості руху в кривих виконуються за методикою «Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей у кривих ділянках колії» [8]. Приклад розрахунку допустимої швидкості в кривих на рисунку 2.11.



В програмі при необхідності є можливість змінювати критерій допустимої швидкості руху в кривих[8]. На рисунку 2.12 наведено вікно критерію допустимої швидкості руху в кривих

Критерии допускаемой скорости движения в кривых

Непогашенное ускорение, м/с ² для одиночной кривой <input type="text" value="0.7"/> для смежных кривых <input type="text" value="0.4"/>	Скорость изменения непогашенного ускорения, м/с ³ для одиночной кривой <input type="text" value="0.6"/> для смежных кривых <input type="text" value="0.3"/>
Уклон отвода воззшения для V > таблицы V=f(i) $a = $ <input type="text" value="0.48"/> $b = $ <input type="text" value="181.4"/> $V = \frac{b}{i+a}$	Скорость подъема колеса по рельсу, м/с <input type="text" value="28"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Разрешать 15 км/ч при i > таблицы V=f(i)	Используется в расчете <input type="text" value="Таблица 4.1 ЦП-0236"/>
Модуль расчета допускаемой скорости в кривых <input checked="" type="radio"/> RWPlan <input type="radio"/> MoveRW	Максимальный радиус круговой кривой, м <input type="text" value="6000"/>






Рисунок 2.12 – Критерії допустимої швидкості руху в кривих

Діючі обмеження впливають на швидкість поїзда можна побачити з графіків, що виводяться на екран монітора. Криві швидкості руху для пасажирського та вантажного руху наведений на рисунку 2.13

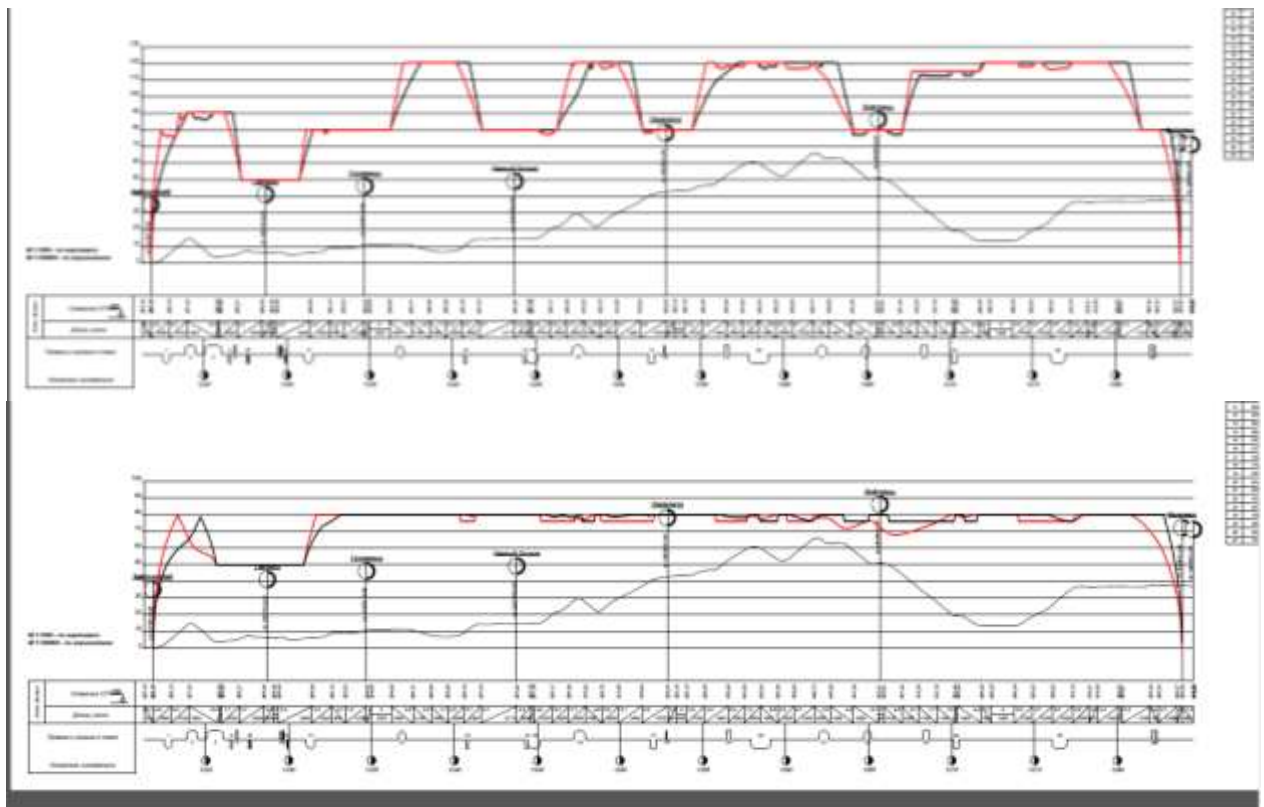


Рисунок 2.13 – Крива швидкості руху для пасажирського та вантажного руху

Результатами тягових розрахунків є значення швидкості руху, часу ходу, механічної роботи і режиму руху, отримані з заданим кроком по довжині ділянки. Файли з результатами мають текстовий формат і можуть бути роздруковані будь-яким текстовим редактором.[10]

Для розрахунків, прийнятий локомотив ЧС4, для пасажирських поїздів і ВЛ80 для вантажних з масою вантажного поїзда 3400/2800 т, пасажирського 1000 т. В таблиці 2.4 наведені результати тягових розрахунків ділянки Хмельницький –Підволочиськ по перегонам.

Таблиця 4.1 – Результати тягових розрахунків пасажирського рухомого складу

Назва перегону	Напрямок руху	Витрати електроенергії кВт-год	Мех робота 10 кНкм	Робота гальмівних сил 10кНкм	Час руху, хв.
ЧС4 Q=1000 т					
Хмельницьк – Гречани	непарна	351,6	77,84	34,71	6,6
	парна	262,6	59,55	54,38	5,9
Гречани – Грузевичі	непарна	270,2	60,88	15,55	5,5
	парна	146,2	33,19	34,35	5,4
Грузевичі – Чорний Острів	непарна	238,5	54,99	15,76	5,6
	парна	217	50,01	18	5,6
Чорний Острів – Наркевичі	непарна	375,7	87,11	16,98	5,8
	парна	148,1	34,21	26,22	5,8
Наркевичі – Войтовці	непарна	382,8	88,66	26	8,2
	парна	327,7	75,56	28,16	8,2
Войтовці – Волочиськ	непарна	405,8	94,03	30,56	11,7
	парна	495,2	114,64	22,83	11,7
Волочиськ – Підволочиськ	непарна	71,1	16,28	47,72	4,3
	парна	372,5	83,93	13,17	4,4
ВЛ-80 Q=3400/2800 т					
Хмельницьк – Гречани	непарна	601,7	163,41	60,06	7,9
	парна	341,1	95,12	107,04	6,5
Гречани – Грузевичі	непарна	425,1	118,35	2,07	5,8
	парна	89,8	24,91	51,5	5,5
Грузевичі – Чорний острів	непарна	279,2	78,89	2,57	6,4
	парна	201,8	57,06	12,07	6,4
Чорний острів – Наркевичі	непарна	632,1	178,08	13,7	7,0
	парна	130,3	36,8	62,03	7,0
Наркевичі – Войтовці	непарна	600,4	169,19	48,07	9,8
	парна	410,4	115,86	54,14	9,8
Войтовці – Волочиськ	непарна	632,1	178,11	87,6	14,0
	парна	686,2	193,35	44,71	14,0
Волочиськ – Підволочиськ	непарна	99,7	28,58	148,37	4,0
	парна	592,7	164,61	0	4,8

Для аналізу результатів побудовані гістограми витрати електроенергії та часу руху для пасажирського та вантажного руху поперегінне наведені на рисунках 2.14- 2.17.

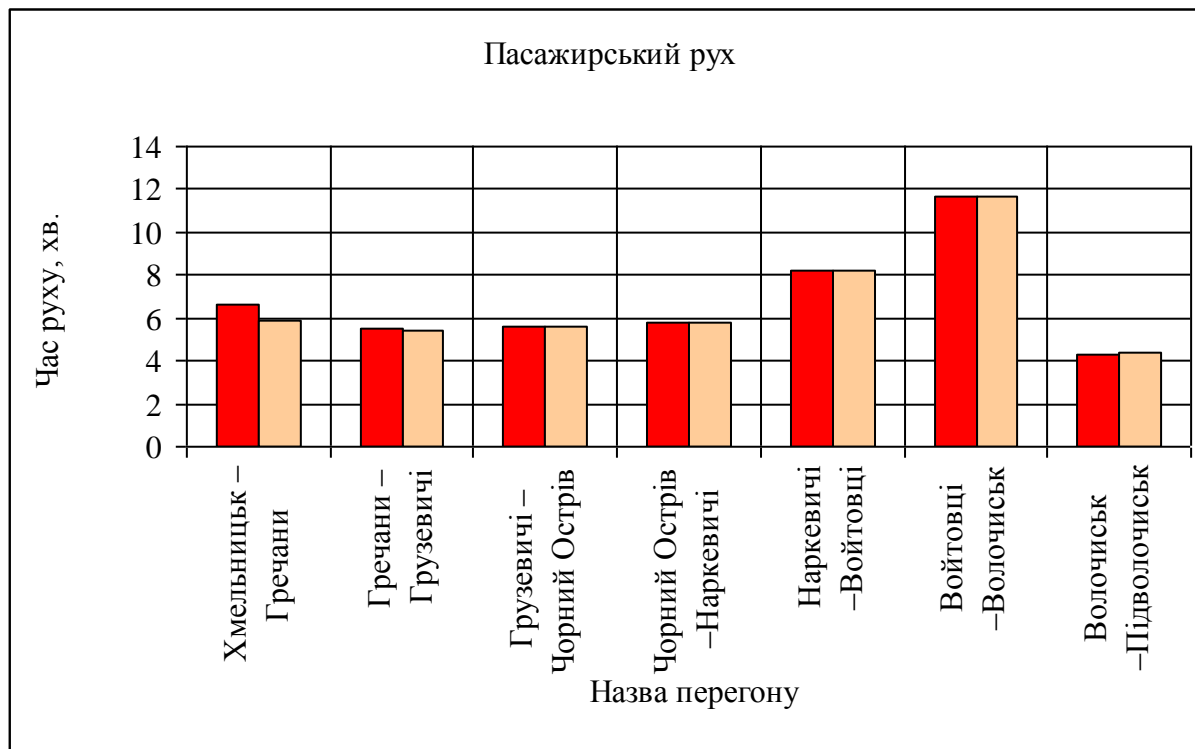


Рисунок 2.14 – Час руху пасажирського поїзду

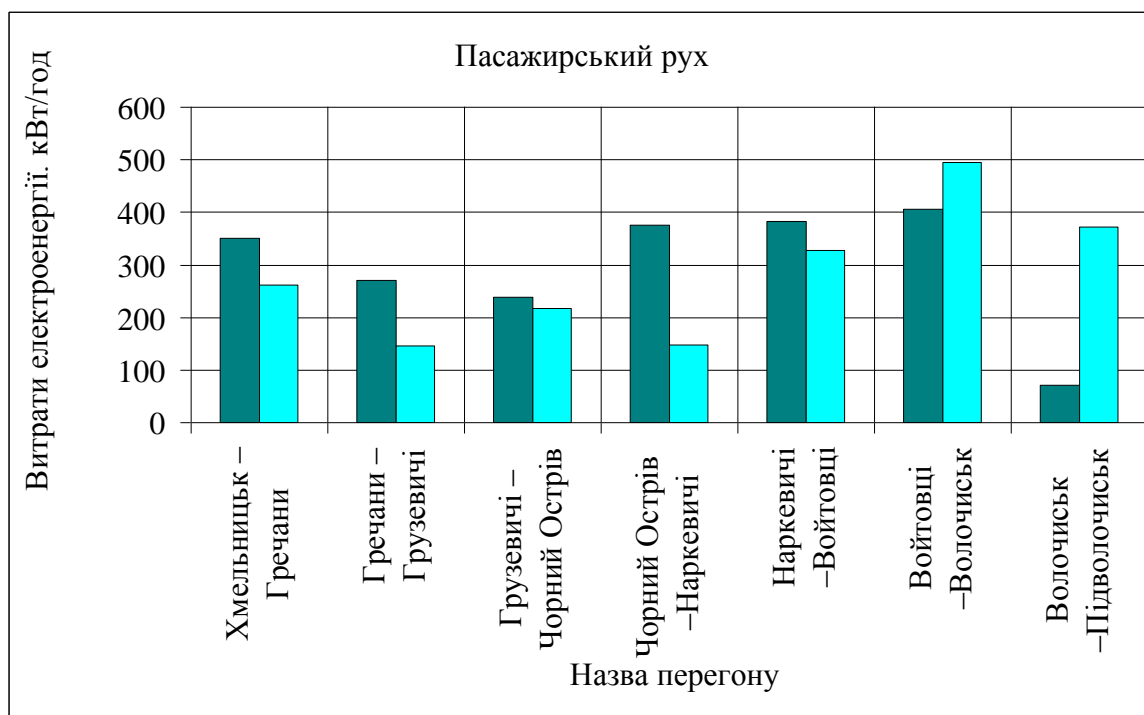


Рисунок 2.15 – Витрати електроенергії пасажирського поїзду

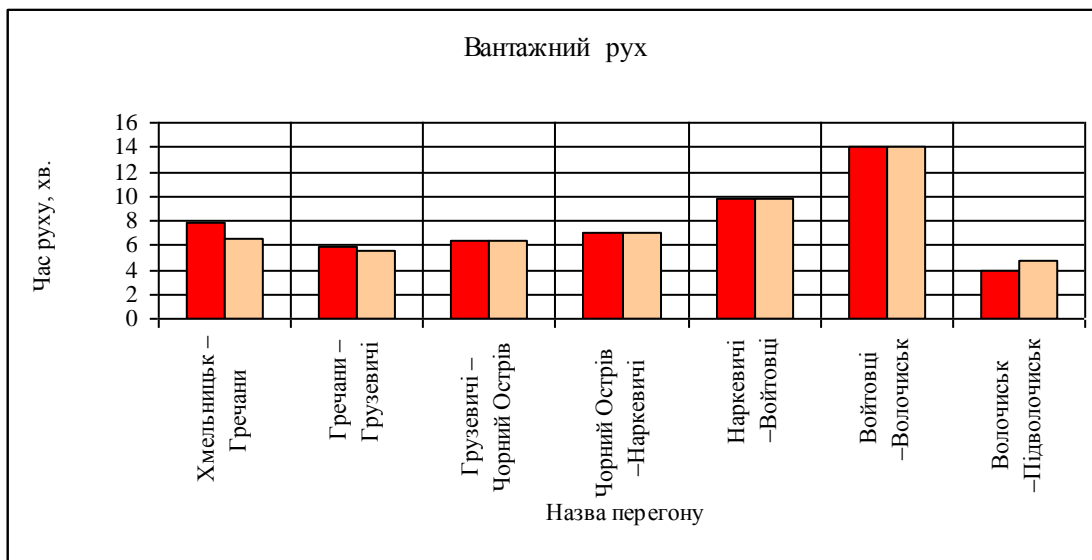


Рисунок 2.16 – Час руху вантажного поїзду

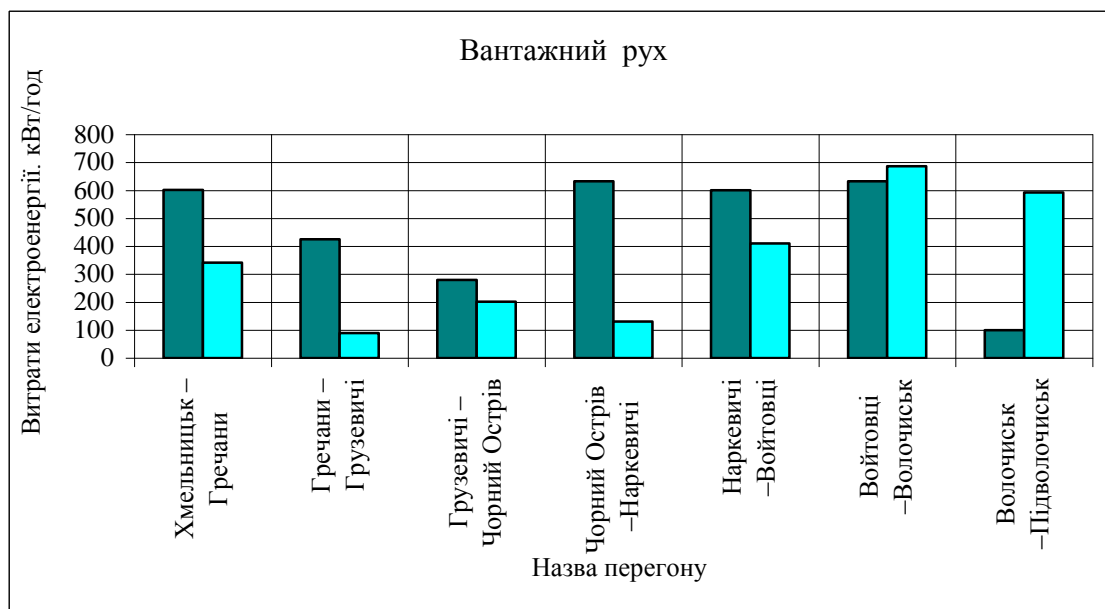


Рисунок 2.17 – Витрати електроенергії вантажного поїзду

Середньоходова швидкість на ділянці в пасажирському русі становить 90 км/год парному та непарному напрямках. Час руху пасажирського поїзду в парному та непарному напрямках становить – 40,0 хв. Витрати електроенергії – 2461/2132 кВт*год відповідно. Результати тягових розрахунків для пасажирського та вантажного руху наведені у додатках А, Б.

3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ

Підвищення руху на ділянці за рахунок перебудови кривих – це складна задача, яка потребує врахування різних факторів. В магістерській роботі для підвищення швидкості руху виконувалося за допомогою програми RWPlan [8].

Програма працює з різними способами зйомки кривих ділянок. Призначення програми для виконання розрахунків виправки і перебудови плану залізничної колії, що складається з прямих і кривих різних напрямків, з різноманітними обмеженнями на проектне рішення, а також для контролю міжколійної відстані.

Сучасні методи розрахунків виправки кривих базується на визначенні зсувів в окремих точках колії через різницю довжин евольвент для існуючого і проектного варіантів. При довгих кривих, великих значеннях і значних коливаннях кривизни існуючої колії евольвентна модель може давати суттєві похибки. Більш точно зсуви можуть визначатися в системі координат шляхом геометричного представлення проектного варіанту і знаходженні відстані на площині від початкової точки до її проектного положення (в даній програмі – координатна модель).

В основі програми лежать оригінальні авторські методи представлення плану лінії у вигляді евольвентної і координатної моделей, за рахунок чого програма дозволяє розраховувати ділянки колії, що мають фрагменти постійної кривизни (прямі і криві різних напрямків), як для традиційного, так і для координатного представлення плану[8]

Програма дозволяє контролювати в процесі оптимізації можливість відводу підвищення зовнішньої рейки в межах перехідної кривої. Контроль здійснюється тільки на ненульових перехідних кривих, які з'єднують прямі з круговими кривими.

Для розрахунку плану Хмельницький - Підволочиськ по заданому профілю у програму RWPlan розрахункові данні задаються у вигляді текстового файлу в якому вказані наступні параметри: довжина прямої, радіус кривої,

довжина перехідної та підвищення зовнішньої рейки. Для вірного відкриття файлу використовуємо такий шлях: «Файл/Відкрити/Параметри плану з поздовжнього профілю». Після читання файлу з'являється вікно з інформацією з прочитаного файлу.

Після натиснення кнопки «Готово» створюємо файл координатної моделі з розширенням *.par. На основі отриманого файлу створюємо псевдозйомку. При відомих параметрах плану (радіусах, довжинах перехідних і кругових кривих, а також прямих) можна створити файл псевдозйомки з координатами окремих точок такого плану, а потім виконувати розрахунки перебудови, прочитавши цей файл як координатну зйомку. Такий підхід дає можливість обравши в меню «Файл/Створити/Файл координатної зйомки за параметрами», виконувати розрахунки для координатної зйомки (рисунки 3.1).

n	L0	Min	Max	DL	R	Rmin	Rmax	K	KMin
1	80	80	80	10	-1064	1064	1064	559.12	20
2	70	70	70	10	0	0	0	784.92	20
3	50	50	50	10	1083	1083	1083	660.52	20
4	40	40	40	10	0	0	0	433.48	20
5	60	60	60	10	2170	2170	2170	1013.18	20
6	80	80	80	10	0	0	0	291.82	20
7	20	20	20	10	-1100	1100	1100	120.5	20

Рисунок 3.1 – Перетворення параметрів плану в координатну зйомку

Перед записом файлу зйомки надається можливість завдання початкових координат, дирекційного кута (через координати другої точки) і довжин прямих на початку і в кінці (рисунки 3.2).

Рисунок 3.2 – Координати перших точок

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

3.1 Підвищення швидкості руху поїздів при перебудові плану лінії при мінімальних зсувах

При перебудові плану лінії, яка має велику, що містять криві різних напрямків і проміжні прямі, оптимізація в такому випадку йде достатньо довго. Для перебудови таких ділянок більш ефективно буде попередньо розбити ділянку на частини, оптимізувати кожну з цих частин окремо, а потім розглядати всю ділянку [8].

Для розбиття ділянки на частини необхідно на основі параметрів існуючого плану необхідно зйомку зберегти як координатну.

Після вибору пункту меню «Редагування/Розбити ділянку на частини» пропонується зробити вибір розбиття – по точках зйомки проектного рішення в координатній моделі. При виборі розбиття по точках зйомки з'являється вікно, яке пропонує вказати, яка кривизна на прямій допустима для автоматичного розбиття на частини.

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

Після цього з'являється вікно введення точок розбиття, кутотограма і кривизна ділянки (рисунок 3.3-3.5).

Розбиття на частини

На яку кількість ділянок розбити? 76

Видалити рядок Вставити рядок

Частин	n1	n2
0	1	2
1	114	141
2	257	273
3	409	420
4	453	458
5	503	520
6	623	680
7	744	746
8	764	767
9	819	856
10	1116	1282
11	1613	1735
12	1989	2103
13	2375	2444
14	2696	2808

☒ Автоматично зберігати файли частин

Дані розбиття:

Читати Зберегти Готово Відміна

Рисунок 3.3 – Вікно границь частин, на які розбитий план

Пошук потрібних точок проводиться візуально за допомогою графіків кутотограми і кривизни ділянки. На графіках при відповідному збільшенні легко відшукати точки, які орієнтовно лежать на прямій, що розділяє фрагменти. Пари точок, які фіксують прямі, вводяться в таблицю і відображаються вертикальними синіми лініями на графіках. При виборі відповідного рядка в таблиці розбиття, відповідна пара показується зеленим кольором.

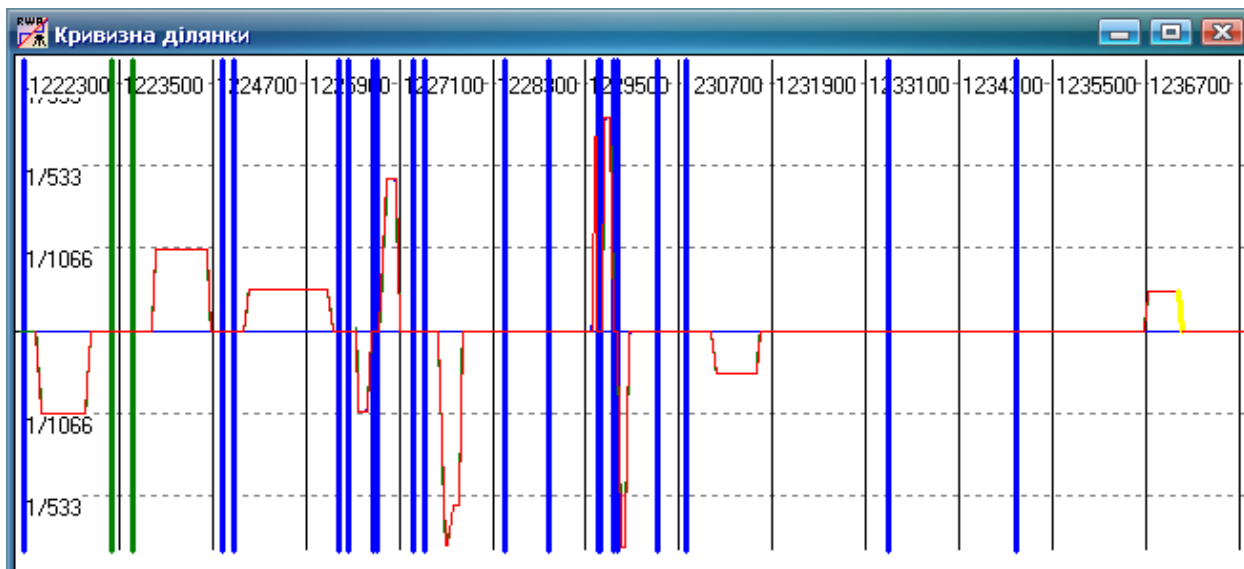


Рисунок 3.4 – Кривизна ділянки

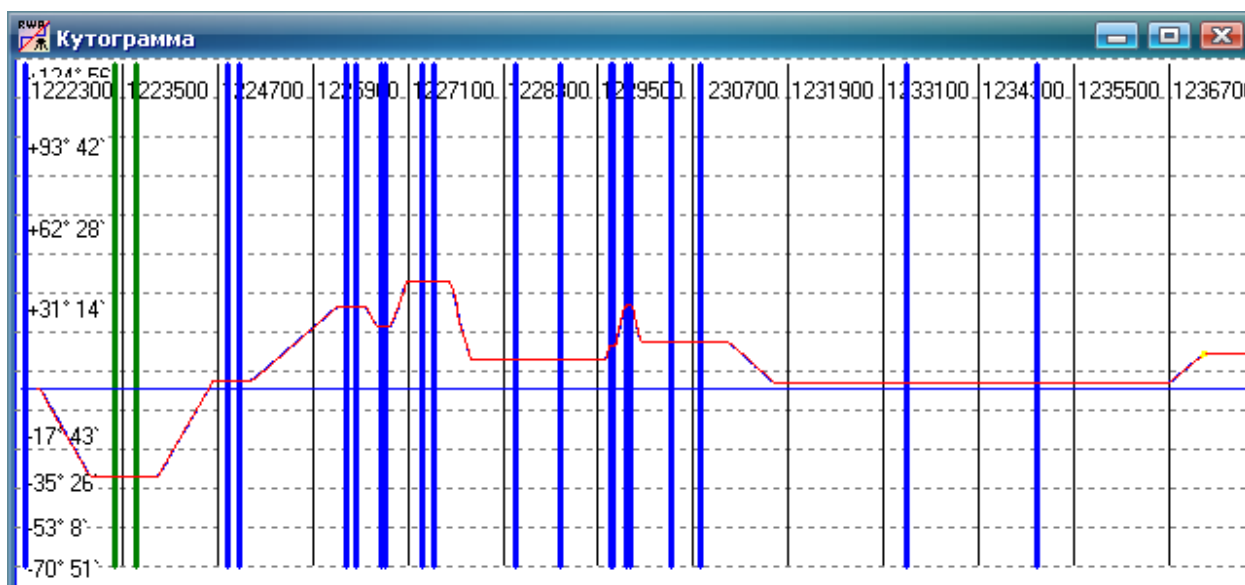


Рисунок 3.5 – Кутограма ділянки

Можна скопіювати в буфер імена точок зліва або справа. Якщо перед цим була вказана клітинка в таблиці розбиття, то з'являється можливість відразу занести ім'я точки зліва або справа в цю клітинку, внести пару точок до виділеного ряду або вставити рядок після виділеного і занести туди пару точок.

При виборі переміщення лінії розбиття можна переміщати по графіку.

При цьому автоматично міняються відповідні значення в таблиці розбиття.

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

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

Для прикладу візьмемо ділянку під номером 15. Параметри відповідної кривої наведені на рисунку 3.6.

Таблиця 3.1 – Параметри кривої

L	R	K	h	Максимальна швидкість пасажирських поїздів
м	м	м	мм	км/год
До оптимізації				
80				
	1087	431	55	120
100				
Після оптимізації				
110				
	1073	336	85	131
110				

Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей

Середньозважена швидкість ($V_{ср}$) на ділянці, км/год: Задати $V_{ср}$ ☒ Графік підвищень

Допустиме $\lambda_{ср}$ / // Допустима швидкість зростання прискорення, м/с³: Допустима швидкість опускання колеса, мм/с:

непогашене прискорення, м/с $\lambda_{внт}$: ☐ Враховувати обмеження V по ухилу відводу, а не по V_k $L_{min}=17$

☐ Враховувати обмеження на значення підвищень

h - підвищення зовнішньої рейки, мм, i - ухил відводу підвищення у тисячних
 Позначення причин обмеження швидкостей: НП - непогашене прискорення; V_a - швидкість зростання прискорень; V_k - швидкість опускання колеса; Далі для складених кривих: V_{aL2} - зростання прискорень на сусідніх перехідних; V_{aL1} - зростання прискорень на одній з перехідних; НП2 - непогашене прискорення на сусідніх кривих; $V_{aП}$ - зростання прискорень на прямій вставці; НП3 - непогашене прискорення на S-кривій; V_{aS} - зростання прискорень на S-кривій; V_{a2} - зростання прискорень на односторонніх кривих; max 1, 2 - максимально-допустимі на даній кривій;
 $V_{вт}$ - min-max швидкість для вантажних поїздів.

$V_{max}=130$ $V_{вт}=55-107$

n	L	R	K	h	i	НП	V_a	V_k	V_{aL2}	V_{aL1}	НП2	$V_{aП}$	НП3	V_{aS}	V_{a2}	max1	max2	V	вт	$V_{ср}$
	110				0.8		165	130												
1		-1073	226	85		130										130	130	55	107	90
	110				0.8		165	130												

Рисунок 3.6 – Параметри кривої

Після вводу нових параметрів отримуємо початкове наближення кривої. Після чого виконуємо оптимізацію евольвентної моделі (рисунок 3.7).

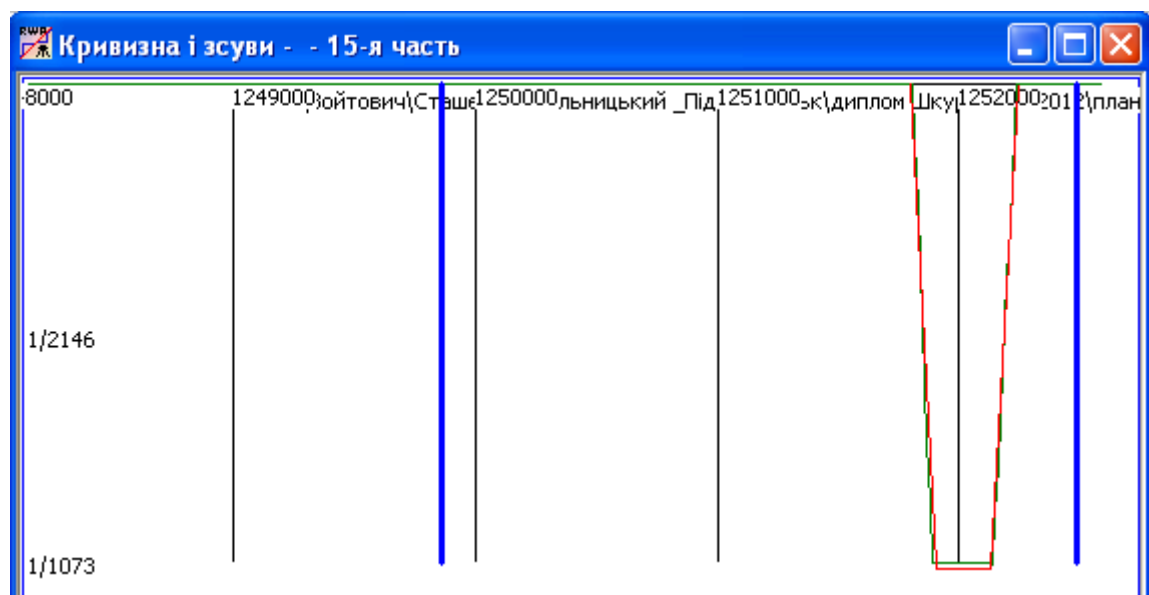


Рисунок 3.7 – Графік кривизни

Значним показником у програмі є кількість ділянок постійної кривизни.

До таких ділянок відносяться прямі та чисті перехідні криві одного чи різних напрямків. Вони як правило з'єднуються перехідними кривими які можуть мати і нульову довжину. Важливо вірно задати кількість ділянок

постійної кривизни і сторонність першої кривої.

Перед початком оптимізації перевіряємо розрахункові значення. Задаємо швидкість на ділянці та максимальну величину зсувів. Якщо ці норми не виконуються поступово зменшується швидкість. Отже, для вибраної частини данні матимуть такий вигляд (рисунок 3.8):

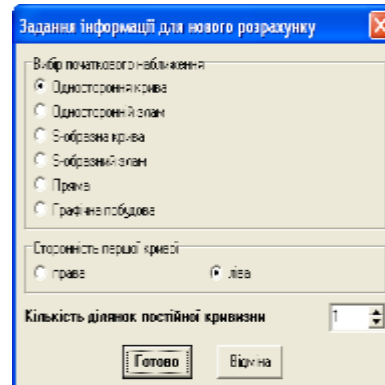


Рисунок 3.8 – Вибір початкового наближення та розрахункових значень

Розрахунки виконувалися за критерієм оптимізації зсувів – мінімум суми модулів. Оптимізації спочатку виконувалась по евольвентній моделі, яка задовольняє всім вимогам по швидкості та зсувам, а далі по координатній моделі (рисунок 3.9).

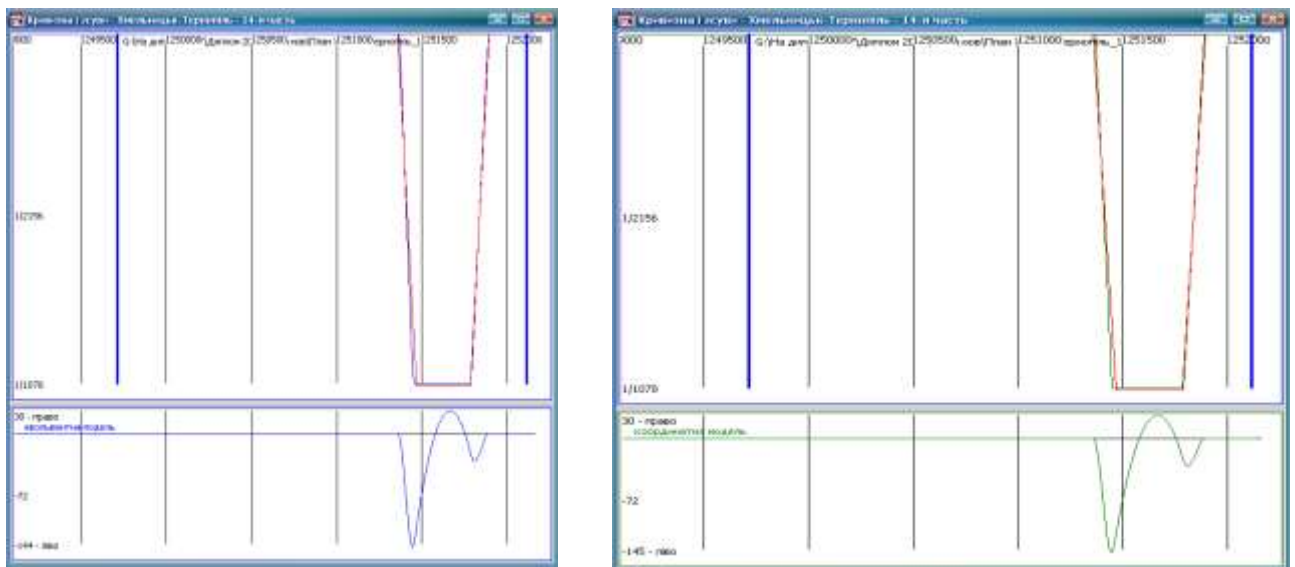


Рисунок 3.9 – Координатна та евольвентна моделі

Для підбору підвищень зовнішньої рейки за умови забезпечення

максимальної швидкості в кривих необхідно задати мінімальну швидкість для вантажних і максимальну швидкість для пасажирських поїздів (рисунок 3.10).

Рисунок 3.10 – Швидкість поїздів

Задаємо швидкість пасажирських поїздів і отримуємо проектні підвищення і швидкості (рисунок 3.11, 3.12). При цьому створюється текстовий файл з розширенням *.spp.

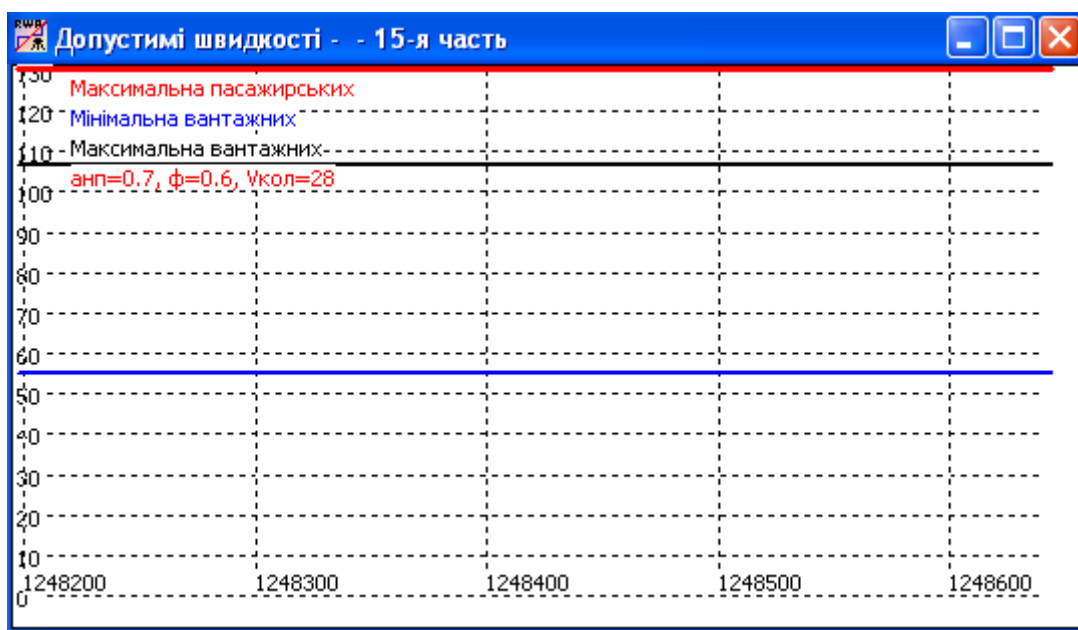


Рисунок 3.11 – Розрахунок допустимих швидкостей

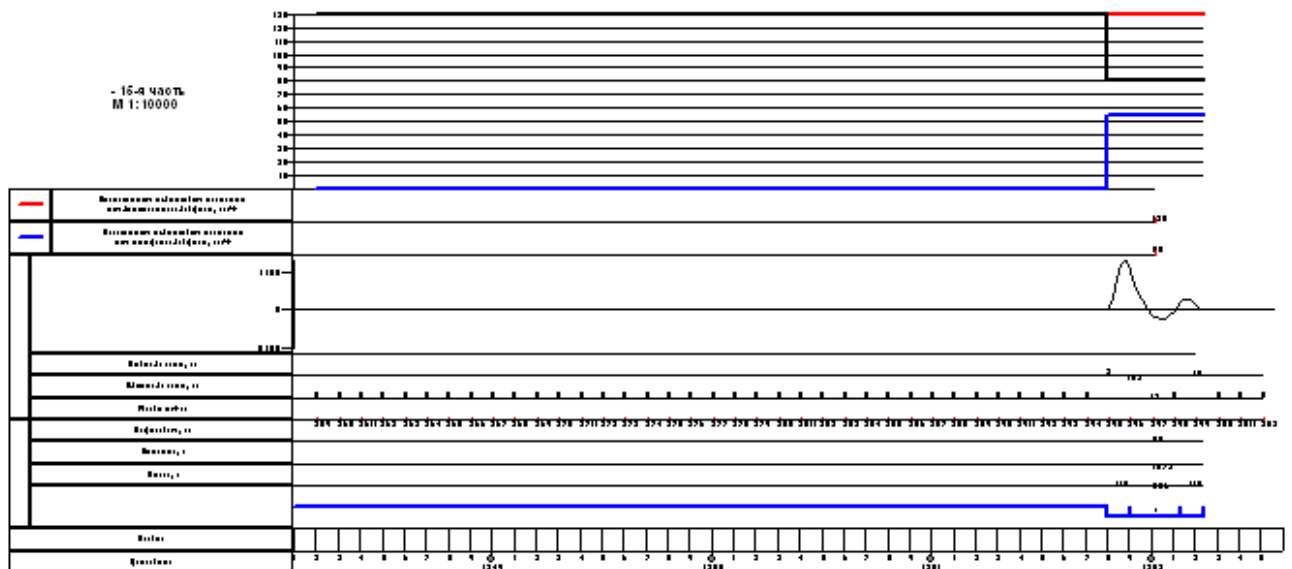


Рисунок 3.12 – Графік допустимих швидкостей та рихтувань

Операції, які були описані вище, виконуються для всіх частин ділянки. Після оптимізації всіх частин ділянка поєднується в одну. Для поєднаних ділянок усієї ділянки необхідно відкрити всі частини.

Спочатку обираємо тип моделі для частин – координатну або евольвентну. Виконуємо оптимізацію для всієї ділянки. Зберігаємо файл координатної зйомки, параметри координатної моделі та параметри евольвентної моделі. Після цього ми отримуємо графік зсувів в цілому по ділянці (рисунок 3.13).

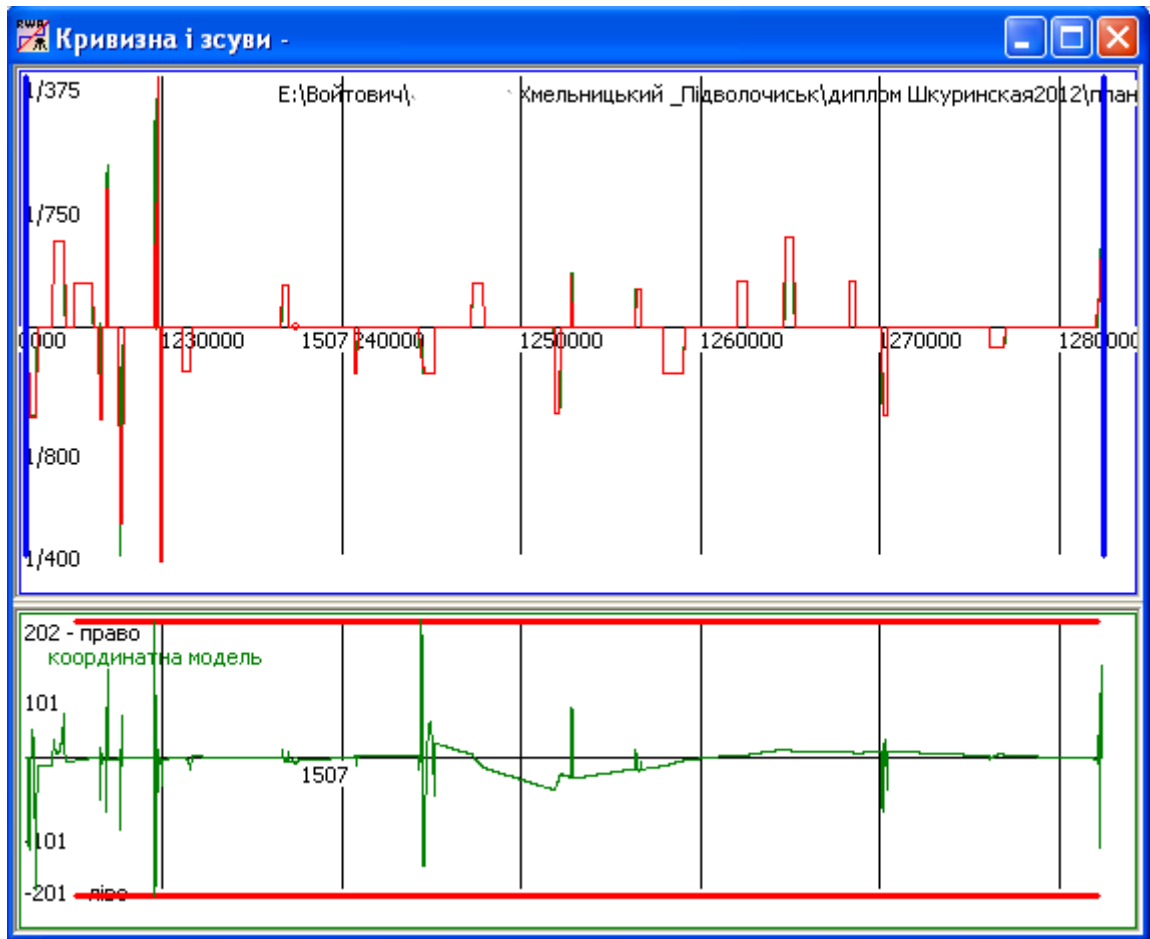


Рисунок 3.13 – Графік кривизни та зсувів для всієї ділянки

Результати параметрів кривих до та після оптимізації наведені у додатках В.

3.2 Визначення підвищення для проектного плану

Використовуючи програму RWPlan розрахуємо можливі швидкості для пасажирського та вантажного руху на ділянці Хмельницький – Підволочиськ.

Задаємо спочатку середньозважену швидкість, потім виконуємо підбір підвищення по максимальній швидкості для цієї ділянки (рисунок 3.14).

Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей

Середньозважена швидкість ($V_{ср}$) на ділянці, км/год: Задати $V_{ср}$: ☒ Графік підвищень

Допустиме $\lambda_{зп}$ / // Допустима швидкість зростання прискорення, м/с³: Допустима швидкість опускання колеса, мм/с:

непогашене прискорення, м/с $\lambda_{зп}$: ☐ Враховувати обмеження V по ухилу відводу, а не по V_k $L_{min}=17$

☐ Враховувати обмеження на значення підвищень

h - підвищення зовнішньої рейки, мм, i - ухил відводу підвищення у тисячних

Позначення причин обмеження швидкостей: НП - непогашене прискорення; V_a - швидкість зростання прискорень; V_k - швидкість опускання колеса; Далі для складених кривих: V_{aL2} - зростання прискорень на сусідніх перехідних; V_{aL1} - зростання прискорень на одній з перехідних; НП2 - непогашене прискорення на сусідніх кривих; $V_{aП}$ - зростання прискорень на прямій вставці; НПС - непогашене прискорення на S-кривій; V_{aS} - зростання прискорень на S-кривій; V_{a2} - зростання прискорень на односторонніх кривих; max 1, 2 - максимально-допустимі на даній кривій; $V_{вт}$ - min-max швидкість для вантажних поїздів.

$V_{max}=52$ $V_{вт}=56-41$

n	L	R	K	h	i	НП	V_a	V_k	V_{aL2}	V_{aL1}	НП2	$V_{aП}$	НПС	V_{aS}	V_{a2}	max1	max2	V	вт	$V_{ср}$
	80				0.7		145	147												
1		-1064	559	55		120										120	120	23	94	50
	70				0.8		140	128												
2			775																	
	70				0.8		141	128												
3		1081	634	55		121										121	121	23	94	50
	70				0.8		141	128												
4			419																	
	60				0.6		167	173												
5		2170	1013	35		160										160	160		120	50
	80				0.4		181	230												
6			271																	
	70				0.8		139	128												
7		-1048	78	55		119										119	119	22	93	50
	70				0.8		139	128												
8			102																	

Рисунок 3.14 – Розрахунок підвищень та допустимих швидкостей

В результаті підрахунку створюється текстовий файл з розширенням *.spp та будується графік допустимих швидкостей (рисунок 3.15).

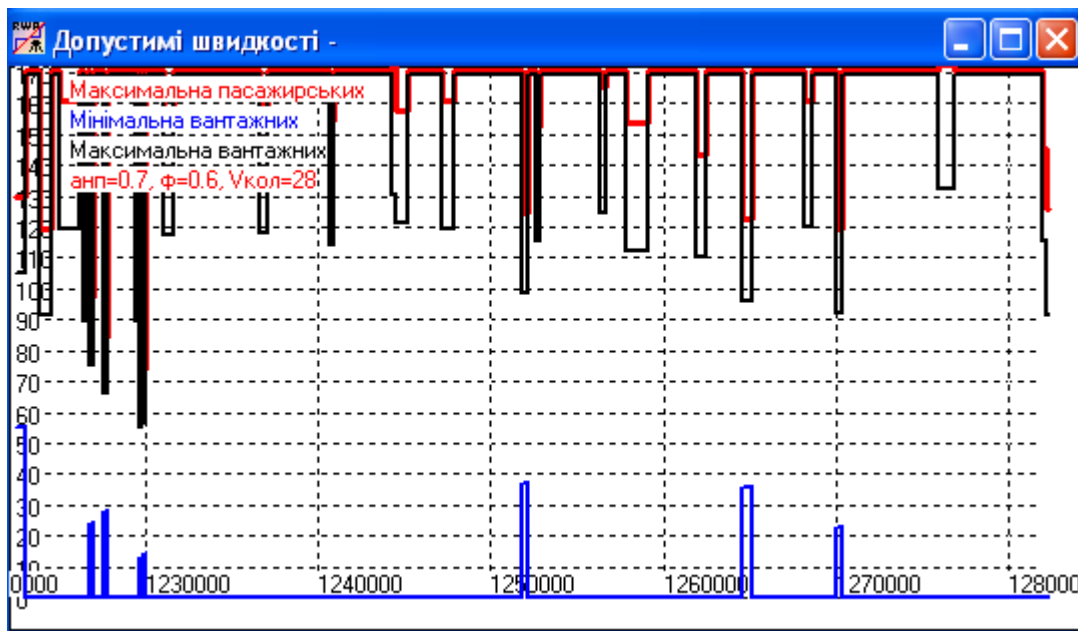


Рисунок 3.15 – Графік допустимих швидкостей для пасажирських та вантажних поїздів

На графіку показано максимальна швидкість руху пасажирських поїздів, мінімальна та максимальна швидкість вантажних поїздів.

Таким чином викладена методика перевлаштування плану ділянок з великою кількістю кривих дає можливість виконати тягові розрахунки і порівняти з існуючим планом.

3.3 Умови реалізації швидкісного руху

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

Були виконанні варіантні тягові розрахунки для різних швидкостей на станціях та перегонах. Результати розрахунків для пасажирського та вантажного руху наведені в таблицях 3.2 та 3.3 відповідно.

Таблиця 3.2 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху

Напрямок руху	V _{max} , км/год	V _{ср} , км/год	Витрата електроенергії, кВт*год	Мех. робота, 10*кН*км	Робота гальмування, 10*кН*км	Час, хв
1 варіант (станція /перегін 100/140)						
Парний	140	106	2775,7	664,85	290,13	35,1
Непарний	140	107	2452,8	585,13	290,50	34,1
2 варіант (станція /перегін 100/160)						
Парний	154	106	2900,3	697,02	321,30	35,1
Непарний	160	108	2734,9	658,14	354,86	34,3
3 варіант (станція /перегін 120/160)						
Парний	155	113	2791,4	678,75	274,75	33,1
Непарний	160	115	2647,1	644,14	311,13	32,2
4 варіант (станція /перегін 120/140)						
Парний	140	112	2591	626,49	227,71	33,1
Непарний	140	113	2270,6	545,98	228,9	33,5

Таблиця 3.3 – Результати тягових розрахунків для пасажирського руху

Напрямок руху	V _{max} , км/год	V _{ср} , км/год	Витрата електроенергії, кВт*год	Мех. робота, 10*кН*км	Робота гальмування, 10*кН*км	Час, хв
1 варіант (станція /перегін 80-90)						
Парний	90	75	3421,6	960,86	331,10	49,50
Непарний	90	77	2361,1	665,25	369,47	48,11
2 варіант (станція /перегін 80/100)						
Парний	100	76	3586,6	1010,61	370,88	49,4
Непарний	100	80	2573,7	728,72	414,27	46,39

За даними розрахунків, які наведені в таблиці 3.16 будуємо гістограми за часом руху та витратою електроенергії для пасажирського та вантажного руху.

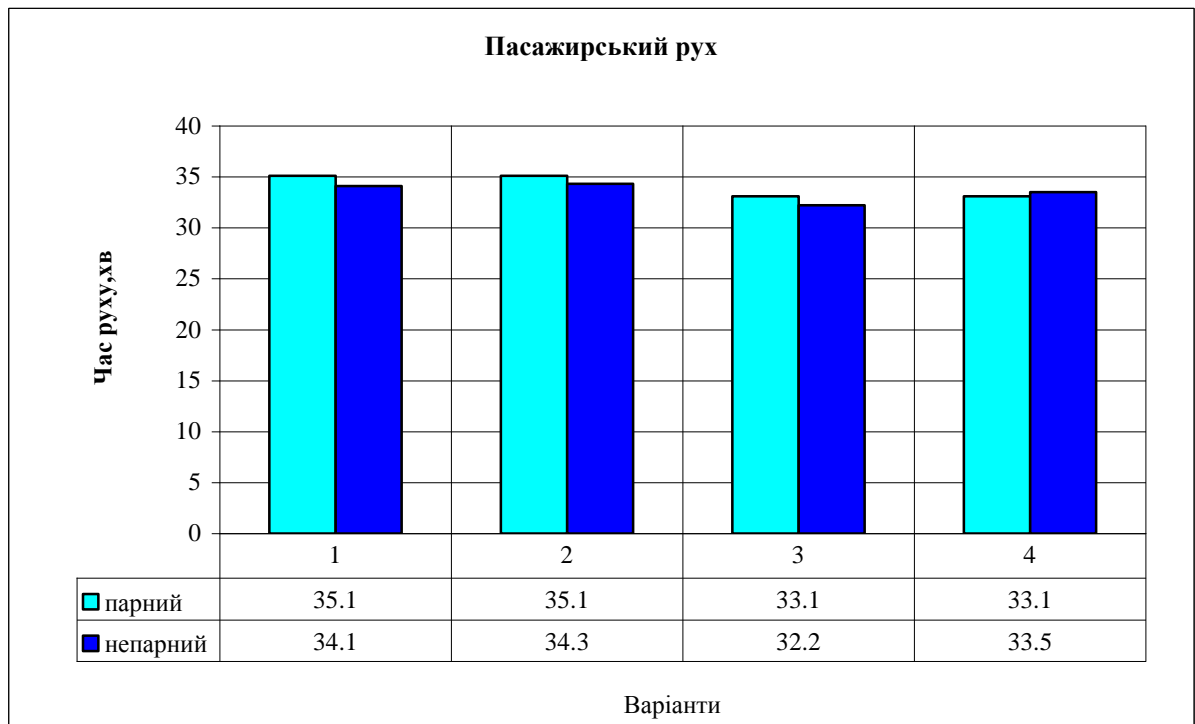


Рисунок 3.16 – Гістограма залежності часу руху від усунення обмеження швидкості на станціях та перегонах

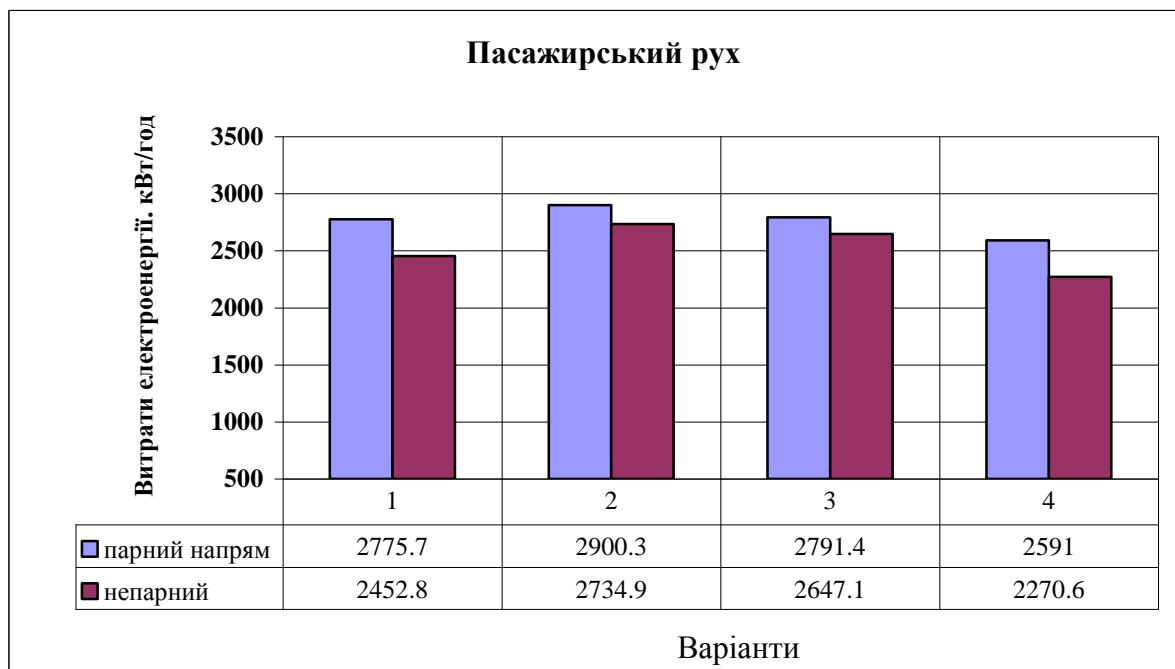


Рисунок 3.17 – Гістограма залежності витрати електроенергії від усунення обмеження швидкості на станціях та перегонах

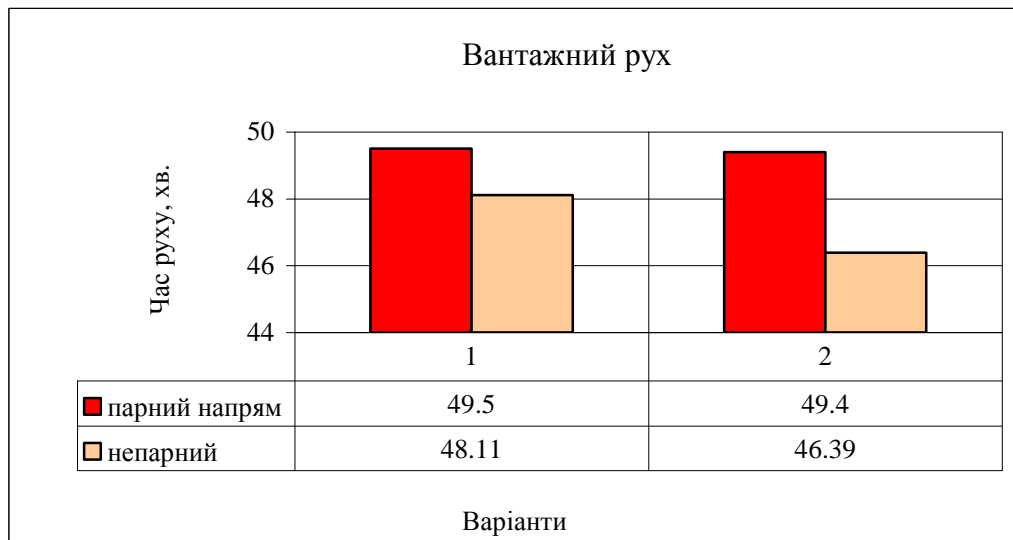


Рисунок 3.18 – Гістограма залежності часу руху від усунення обмеження швидкості на станціях та перегонах

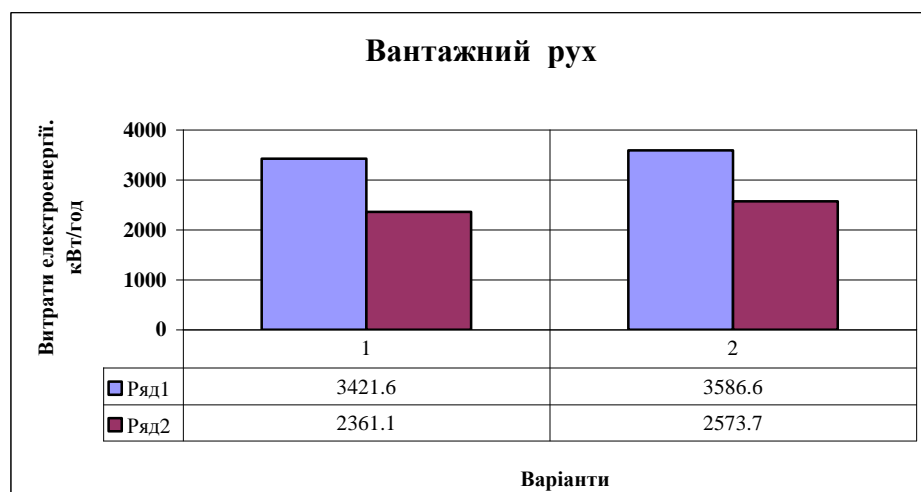


Рисунок 3.19 – Гістограма залежності витрати електроенергії від усунення обмеження швидкості на станціях та перегонах

1. Результати розрахунків показали, що підвищення швидкості руху по станціям та перегонам не дає суттєвого скорочення часу руху на ділянці. Наявність бар'єрних місць, що має місце на ділянці, викликають обмеження швидкості руху поїздів і вимагають в кожному окремому випадку індивідуальних рішень щодо підвищення швидкості на цих ділянках.

4 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАНУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦЬ

4.1 Визначення підвищення зовнішньої рейки за максимальною швидкістю

У кривих ділянках пристрій колії має ряд особливостей, основними з яких є: підвищення зовнішньої рейки над внутрішнім, наявність перехідних кривих, розширення колії при малих радіусах, укладання вкорочених рейок на внутрішній рейковій нитці, посилення колії, збільшення відстані між осями колій на двох- і багатоколійних лініях.

Підвищення зовнішньої рейки передбачається при радіусі кривій 4000 м і менш для того, щоб навантаження на кожен рейкову нитку були приблизно однакової з урахуванням дії відцентрової сили.

Відомо, що при проходженні рухомого состава по кривій радіусом R виникає відцентрова сила

$$I = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (4.1)$$

де: m – маса;

G – маса одиниці рухомого складу;

g – прискорення сили тяжіння.

При підвищенні зовнішньої рейки на величину h з'являється складова сила ваги H , спрямована усередину кривій. Видно, що $\frac{H}{G} = \frac{h}{S1}$, звідки $H = \frac{G \cdot h}{S1}$

Для однакового тиску на рейкові нитки необхідно, щоб H урівноважувала I , тоді рівнодіюча N буде перпендикулярна похилої площини колії.

З огляду на, що кут α малий і при максимально припускаємому підвищенні, зовнішньої рейки 150 мм $\cos \alpha = 0,996$, можна прийняти, що $H=I$.

Тоді

$$\frac{G \cdot v^2}{g \cdot R} = G \cdot \frac{h}{S1} \quad \text{Звідки} \quad h = \frac{S1 \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (4.2)$$

Підставляючи $s_1=1,6\text{м}$, $g=9,81\text{ м/с}^2$ і виражаючи швидкість v у км/год, а

радіус R у метрах, одержимо підвищення в мм
$$h_p = 12,5 \cdot \frac{V_{cp}^2}{R}$$

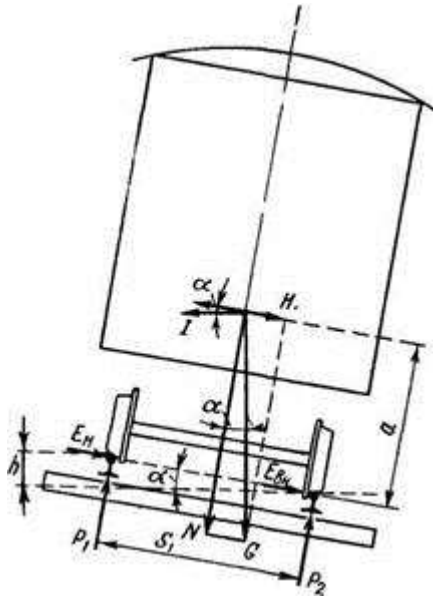


Рисунок 4.1 - Схема сил, що діють на рухомий склад у кривій при підвищенні зовнішньої рейки

Оскільки в реальних умовах по кривих проходять поїзда різної маси Q_i , і з різними швидкостями V_i , то для рівномірного зносу рейок у наведену формулу підставляють середню квадратичну швидкість

$$v_{cp} = \sqrt{\frac{\sum Q_i \cdot v_i^2}{\sum Q_i}}$$

При $h_p = 12,5 \cdot \frac{V_{cp}^2}{R}$ у поїздах, що впливають зі швидкостями вище v_{cp} , на пасажирів і вантажі буде діяти непогашене прискорення, рівне різниці між відцентровим прискоренням v^2/R і спрямованим до центра кривої прискоренням gh/s_1 .

На залізницях непогашене прискорення, що допускає, становить $0,7\text{ м/с}^2$ і лише у виняткових випадках $0,9\text{ м/с}^2$. При русі поїздів зі швидкістю менш v_{cp} навантаження на внутрішню рейку буде більше, ніж на зовнішню.

Улаштування підвищення в кривих повинно здійснюватися відповідно до вимог "Інструкції з будови й утримання колії (ЦП 0138).

Розрахунки підвищення зовнішньої рейки в кривих проводяться у випадках:

- проведення планового капітального ремонту колії;
- підвищеного зносу однієї з рейкових ниток;
- інтенсивного розладу колії в плані і по ширині колії;
- розбіжності початку і кінця відводів кривизни й підвищення більше 20м;
- коли різниця між середньозваженими швидкостями, що реалізуються, і прийнятими раніше для розрахунків підвищення перевищує 15.. 20%;
- введення тривалих обмежень швидкості.

4.2 Визначення додаткового приведенного середнього додаткового зносу структурою поїздопотоків з використанням програми RWPlan

В магістерській роботі розрахунки виконуються в такій послідовності:

1. У програмі RWPlan створюється за результатами зйомки або за докладними профілями існуючий план з існуючими підвищеннями зовнішньої рейки

2. Для існуючої ділянки виконуються за програмою MoveRW тягові розрахунки для різних категорій поїздів, що обертаються на ділянці

3. У програмі RWPlan задаються поїздопотоки для існуючого стану. Швидкості поїздів в окремих точках колії визначаються за результатами тягових розрахунків

4. Для заданого поїздопотоків визначається робота поперечних сил для існуючого стану і знаходяться підвищення, які для цього поїздопотоків забезпечать потрібні швидкості і мінімум роботи поперечних сил

5. Для отриманих оптимальних підвищень знову виконуються тягові розрахунки після чого уточнюються поїздопотоки і підвищення в кривих

6. Визначається робота поперечних сил для існуючого стану і плану лінії з оптимальними підвищеннями в кривих для пасажирського та вантажного напрямків

7. Для пасажирського напрямку за спеціальною методикою в програмі RWPlan виконуються розрахунки модернізації плану в межах земляного полотна, яка забезпечить максимальні швидкості пасажирських поїздів

8. Для модернізованого плану лінії виконуються розрахунки підвищень зовнішньої рейки за умови максимальних швидкостей на ділянці і тягові розрахунки

9. На основі результатів тягових розрахунків формуються нові поїздопотоки і знаходяться підвищення для модернізованого плану за умови мінімуму роботи поперечних сил і дотримання встановлених швидкостей руху.

Для визначення такого підвищення задається характеристика поїздопотоку: по кожній категорії поїздів задаються маса поїзда і їх кількість на рік (рис. 4.2). Ці дані можна зберегти або прочитати з відповідного файлу з розширенням *.por.

№	Q	N	пас.1	пас.2	вант.
1	1000	15330		+	
2	1000	15330		+	
3	4000	15750			+
4	4600	13655			+

Рисунок 4.2- Вихідні дані по категоріям поїздів

За результатами тягових розрахунків (програма MoveRW) для кожної категорії поїздів задається з певним кроком швидкості у вигляді структурованого текстового файлу.

Прочитати таблицю S і t з тягових розрахунків для категорії 4

Швидкості по категоріях

S	V-1	V-2	V-3	V-4
237600	5	5	5	5
237700	54	10	7	54
237800	54	17	12	54
237900	54	24	17	54
238000	54	31	22	54
238100	54	38	27	54
238200	43	46	34	43

Після натиснення "Готово" будуть розраховані значення середньозважених швидкостей

Готово

Рисунок 4.3- Швидкість по категоріям

В результаті розрахунків програма RWPlan видає підвищення зовнішньої рейки в кривих і середній додатковий приведенного знос при встановлених проектних підвищеннях (рис. 8.7).

Середній дод.прив. знос(мм) на ділянці для потоку пр./існ. 1.709/0.81

Графіки а та зносу

Розрах. Vmax Задати поїздопотік Підбір h за Vmax Підбір h за зносом Готово

Рисунок 4.4- Результати середнього додаткового приведенного зносу

Розглянемо криву знятої методом стріл знаходиться на ПК 144+23 виконаємо розрахунки . На рисунку 4.5 наведена залежність середнього додаткового приведенного зносу від середньозваженої швидкості.

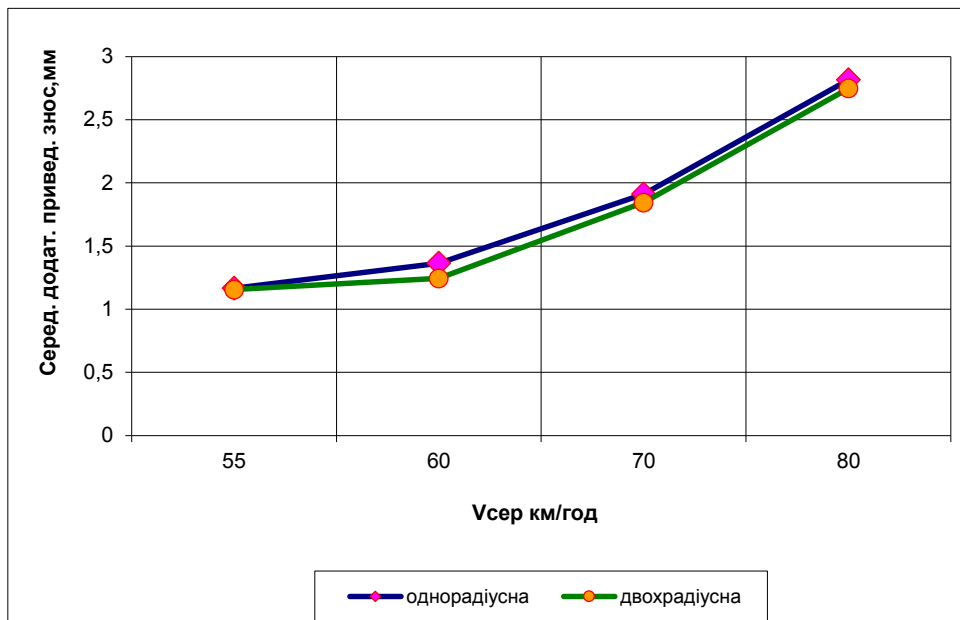


Рисунок 4.5- Залежність середнього додаткового приведенного зносу від середньозваженої швидкості

Входимо в розрахунок підвищень і допустимих швидкостей. Розглянемо, як змінюється середній додатковий приведений знос при збільшенні вантажонапруженні в кривій.

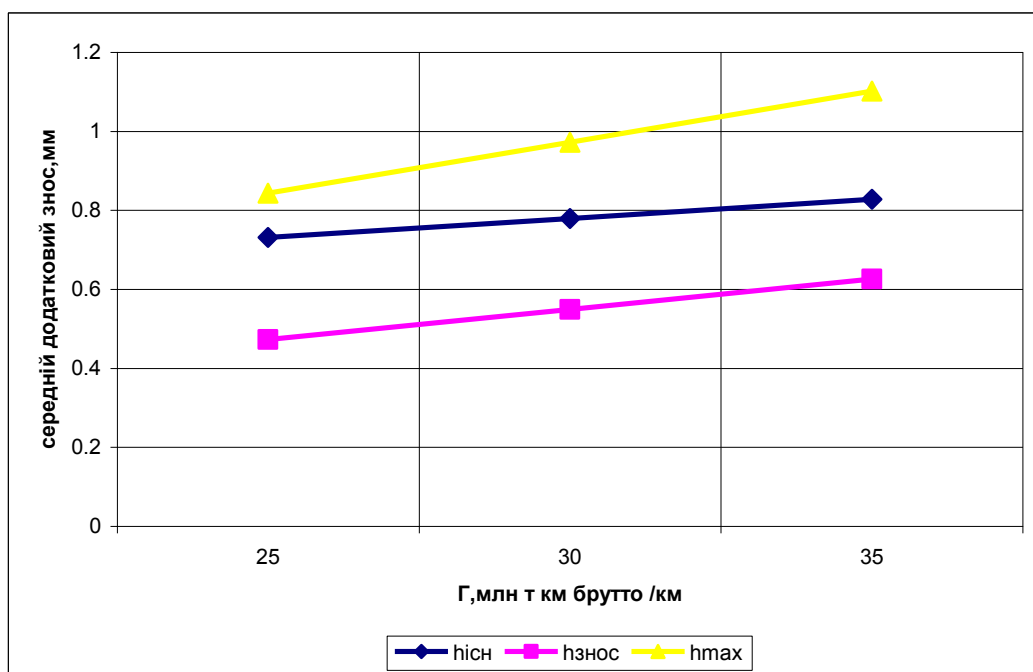


Рисунок 4.6 – Залежність середнього додаткового приведенного зносу при збільшенні вантажонапруженості

За викладеною методикою визначаємо приведений середній додатковий знос для ділянки Хмельницький - Підволочиськ. Розрахунки виконувалися для наступних варіантів перший для існуючого стан, другий – для проектного плану, третій – розподілення потоків

Таблиця 4.1 – Результати розрахунків Хмельницький - Підволочиськ

Напрямок	Хмельницьк - Підволочиськ											
Назва категорії	Столичний експрес			Пасажирські			Приміський			Вантажний 1		
Локомотив	ЧС8			ЧС8			ЭР9			ВЛ80		
Маса поїзда	600			1000			430			3400		
Максимальна швидкість, км/год	160			120			120			80		
Варіант	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кількість поїздів на рік	730	730	730	15695	15695	21095	2190	2190	2190	1168	1168	1168
Час руху: с	2833	1965	2114	3685	2652	2695	3528	2837	2837	5750	4925	4933
Середня швидкість, км/год	79	114	106	61	85	83	64	79	79	39	46	46
Витрати електроенергії на поїзд, кВт-год	2382	2071	2201	2459	2353	2345	1242	1231	1231	3534	3449	3451
Витрати електроенергії на рік, тис. кВт-год	1739	1512	1607	38594	36930	49468	272	2696	2696	4128	4028	4031
Економія електроенергії на рік, тис. кВт-год		227	132		1664	2405		24	24		99	97
Вартість кВт-год, грн.	0,6											
Економія електроенергії на рік, тис. грн.		136	79		998	1443		14	14		60	58
Загальна економія (2-1), тис. грн. на рік	2622											
Загальна економія (3-1), тис. грн. на рік	3241											
Економія часу руху, с		868	719		1033	990		691	691		825	817
Довжина ділянки	70380											
Середнього додаткового приведеного зносу												
Варіант 1, мм	0,225											
Варіант 2, мм	0,076											
Варіант 3, мм	0,066											

Таблиця 8.2 – Результати розрахунків для другого варіанту

Напрямок	Підволочиськ - Хмельницький											
Назва категорії	Швидкісні			Пасажирські			Приміський			Вантажний		
Локомотив	Hyundai			ЧС8			ЕР9			ВЛ80		
Маса поїзда	600			1000			430			2800		
Максимальна швидкість, км/год	160			120			100			80		
Варіант	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кількість поїздів на рік	730	730	730	15695	15695	21095	2190	2190	2190	1168	1168	1168
Час руху: с	2834	1894	2115	3680	2647	2692	3469	2780	2773	5620	4804	4812
Середня швидкість, км/год	79	114	106	61	85	83	65	81	81	40	47	47
Витрати електроенергії на поїзд, кВт-год	2194	1966	2043	2153	2019	2037	1151	1133	1093	2914	2874	2863
Витрати електроенергії на рік, тис. кВт-год	1602	1435	1491	33791	31688	42971	2521	2481	2394	3404	3357	3344
Економія електроенергії на рік, тис. кВт-год		166	110		2103	2447		39	127		47	60
Вартість кВт-год, грн.	0,6											
Економія електроенергії на рік, тис. грн.		100	66		1262	1468		24	76		28	36
Загальна економія (2-1), тис. грн. на рік	1413											
Загальна економія (3-1), тис. грн. на рік	1646											
Економія часу руху, с		940	719		1033	988		689	696		816	808
Довжина ділянки	70380											
Середнє зношення рейок на ділянці (1), мм	0,059											
Середнє зношення рейок на ділянці (2), мм	0,057											
Середнє зношення рейок на ділянці (3), мм	0,065											

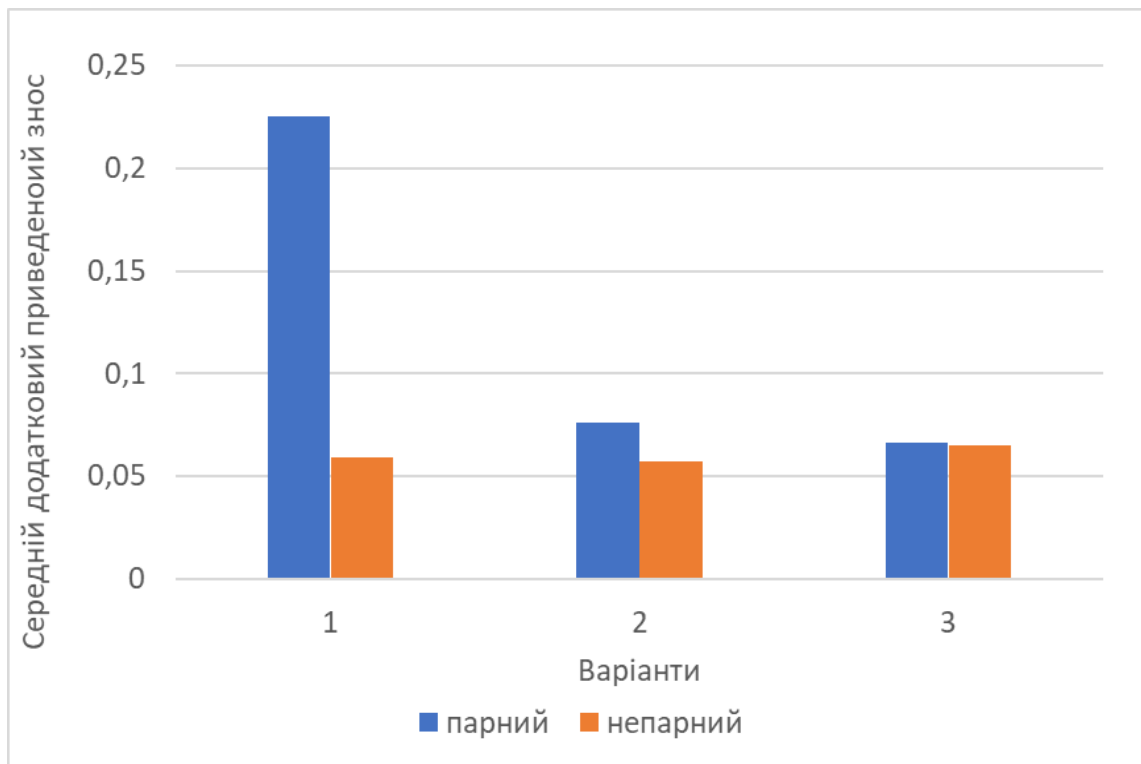


Рисунок 4.7 – гістограма залежності середнього додаткового приведенного зносу від типу поїзда

1. Теоретично вірний підхід до визначення підвищення зовнішньої рейки через середньозважену швидкість поїздопотoku, що передбачає рівномірне навантаження на рейкові нитки від поїздів упродовж доби, при практичному використанні має суттєві недоліки.

2. Перехід на нові методики розрахунку при відсутності необхідних даних про середньозважену швидкість призвели до того, що підвищення визначається з похибкою. Як результат, сьогодні в одних і тих же умовах руху поїздів його значення відрізняється на 30-50 мм і більше. Бажання урахувати якомога повно умови експлуатації призвели на практиці прямо до протилежного результату.

3. Рациональне підвищення необхідно розраховувати виходячи за умови забезпечення пропуску поїздів з найкращим наближенням до максимально допустимих швидкостей руху, встановленого для поїздопотoku. Методом математичного моделювання (варіюючи кількістю поїздів, їхню масою та реалізованими швидкостями руху у межах 0,70—0,95 від встановлених максимальних швидкостей), можна встановити мінімальні, середні і максимальні швидкості характерні для кожної із перерахованих структур поїздопотoku .

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На ділянці Хмельницький – Підволочиськ є можливість збільшення швидкості руху пасажирських та вантажних поїздів, зумовлених параметрами плану лінії .

2. Обмеження, що є постійно діючими на даній ділянці, можна частково ліквідувати при виконанні модернізації колії. В наступних розділах дипломного проекту будуть розроблені рекомендації по перебудові кривих.

3. Аналіз показав, що однією з причин зниження швидкості руху поїздів є бар'єрні місця, через що відбувається втрата часу руху та збільшення витрат електроенергії.

4. Заходи щодо зменшення обмежень швидкості, тобто бар'єрних місць, потребують розгляду та вирішення питань підвищення швидкості індивідуально, відповідно до розглянутих участків ділянки.

5. У магістерській роботі на основі використаної методики вирішено поставлену задачу, що дає можливість розгляду варіантів збільшення швидкості руху на даній ділянці за рахунок перебудови кривих, визначення орієнтовної вартості та об'ємів робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 69 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 21-22 мая 2009 г.) – Д.: ДИИТ, 2009. – 330с
2. Гусак М.А. Підвищення ефективності роботи залізничної колії при спеціалізації напрямків для вантажних і пасажирських перевезень [електронний ресурс]/ Гусак М.А.; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Режим доступа: <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/1349>
3. Чернишова О.С. Підвищення ефективності заходів зі зменшення обмежень швидкості руху поїздів, зумовлених станом залізничної колії [електронний ресурс] / Чернишова О.С.; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Режим доступа: <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/175>
4. Загальні відомості станції Підволочинськ [електронний ресурс]: <https://bit.ly/3q1u8wS>
5. Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року [Текст] / затв.: наказ Мінтрансу та зв'язку України 16.12.09. № 1555 / Мін-во транспорту та зв'язку України. – К., 2009. – 112 с.
6. 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.
7. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]: ДБН В.2.3-19-2018 / 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.
8. Наказ «Про встановлення максимально допустимих швидкостей руху поїздів на ділянках колії «Південно-Західної залізниці» від 02.09.2016 № 188/Н: [Текст] / затв. начальник залізниці / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – О., 2016. – 112 с.

					051.16-БЗ-721К.МР.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		53

9. 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.

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. Гребенюк П. Т. Тяговые расчеты [Текст]: Справочник / П. Т. Гребенюк, А. Н. Долганов, А. И. Скворцова– М.: Транспорт, 1987. – 272 с.

12. Корженевич И.П. Обработка съемки и расчеты железнодорожных путей с помощью программы РВПлан [Електронний ресурс] / И.П. Корженевич. – 2009. – 30 с. – Режим доступа: http://www.brailsys.com/RWPlan_0.htm

13. Проектування реконструкції поздовжнього профілю. Методичні вказівки до курсового і дипломного проектування [Текст]: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім акад. В Лазаряна. Укл./ М. Б Курган, О. В Гоц, Д. М Курган – Д.: 2005 – 25 с.

14. Корженевич И.П. Оценка достоверности основных параметров железнодорожных кривых при установлении по ним допускаемой скорости движения поездов / И.П. Корженевич, Н.Б. Курган, Д.Н. Курган, Н.Г. Ренгач // Будівництво. Зб. наук. праць. Вип.10 Дніпропетровськ, 2002. – С. 28-34.

15. «Розробка рекомендацій з встановлення швидкостей руху поїздів в кривих на напрямках пасажирського, суміщеного й вантажного руху» за договором № 56/2012-ЦТех-160/12-ЦЮ від 15.08.2012

16. Норми допустимих швидкостей руху рухомого складу по залізничних коліях державної адміністрації залізничного транспорту України шириною 1520 мм: ЦП-0235 / затв. наказом Укрзалізниці від 14.12.2010 № 776-Ц. – К., 2011. – 51 с.

17. Дюнин А. К. Аналитический метод проектирования переустройства железнодорожного пути в плане / А. К. Дюнин, А. И. Проценко – Новосибирск: НИИЖТ, 1967. – 226 с.

18. Оценка достоверности основных параметров железнодорожных кривых при установлении по ним допускаемой скорости движения поездов / И. П. Корженевич, Н. Б. Курган, Д. Н. Курган, Н. Г. Ренгач // Будівництво: Зб. наук. пр. ДПТУ. – Дніпропетровськ, 2002. – Вип.10. – С. 28-34.

19. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України (ЦП-0269) / Е.І. Даниленко, А.М. Орловський, М.Б. Курган, В.О. Яковлев та ін. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.

					051.16-БЗ-721К.МР.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ДОДАТКИ

Додаток А

А.1 Результати тягових розрахунків для пасажирського руху в парному напрямку

Хмельницький- Підволочиськ

Локомотив : ЧС4. Позиція - . Кол-во секцій 1

Масса состава = 1000 т. Длина поезда = 500 м

Основное удельное сопротивление локомотива:

$$w_o' = 1.900 + 0.0080 * V + 0.000250 * V * V$$

Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу:

$$w_o' = 2.400 + 0.0090 * V + 0.000350 * V * V$$

Основное удельное сопротивление состава:

$$w_o'' = 1.250 + 0.0110 * V + 0.000160 * V * V$$

Кoeffициент трения:

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

Тормозной коoeffициент = 0.250

Кoeffициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 10

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
Хмельницький					
1221.810	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
1222.810	65.2	1.71	27.00	0.00	ТЯГА
1223.490	80.0	2.27	45.22	0.00	ОГР Т
1224.290	80.0	2.87	51.66	0.00	РЕГ Т
1225.290	77.0	3.64	51.66	4.57	РЕГ Т
1225.490	80.0	3.80	51.66	4.97	ОГР Т
1226.490	80.0	4.55	55.86	4.97	ОГР Т
1227.060	79.7	4.97	59.51	5.41	ТОРМОЖ
1227.410	50.0	5.30	59.57	20.95	ОГР Т
1227.720	50.0	5.67	60.16	20.95	РЕГ Т
1227.950	50.0	5.95	60.16	21.07	ОГР Т
1228.751	50.0	6.91	62.05	21.07	ОГР Т
1229.751	50.0	8.11	64.25	21.07	ОГР Т
1229.761	50.0	8.12	64.25	21.07	РЕГ Т
1229.971	50.0	8.37	64.25	21.11	ОГР Т
1230.741	50.5	9.30	66.11	21.11	ТЯГА
1231.741	85.9	10.18	93.11	21.11	ТЯГА
1232.401	100.0	10.60	109.78	21.11	ОГР Т
1233.401	100.0	11.20	115.48	21.11	ОГР Т
1233.761	100.0	11.42	117.06	21.54	ТОРМОЖ
1234.111	80.0	11.65	117.11	36.26	ОГР Т
1235.111	80.0	12.40	122.79	36.26	ОГР Т
1235.159	80.0	12.44	122.96	36.26	ОГР Т
1236.109	80.3	13.15	126.57	36.26	ТЯГА
1236.889	100.0	13.67	146.60	36.26	ОГР Т
1237.889	100.0	14.27	149.23	36.26	ОГР Т
1238.889	100.0	14.87	151.11	36.26	ОГР Т
1239.889	100.0	15.47	155.51	36.26	ОГР Т
1240.889	100.0	16.07	164.91	36.26	ОГР Т
1241.749	99.9	16.59	171.70	36.69	ТОРМОЖ
1242.109	80.0	16.83	171.74	51.85	ОГР Т
1243.109	80.0	17.58	175.81	51.85	ОГР Т
1243.753	80.0	18.06	177.96	51.85	ОГР Т
1244.303	80.3	18.47	180.28	51.85	ТЯГА
1245.063	100.0	18.97	199.80	51.85	ОГР Т
1246.063	100.0	19.57	210.68	51.85	ОГР Т
1247.063	100.0	20.17	221.69	51.85	ОГР Т
1247.723	98.0	20.57	227.35	51.85	РЕГ Т

Гречани

Грузевиці

Чорний острі

1248.603	100.0	21.11	227.35	54.88	ОГР Т	
1249.603	100.0	21.71	237.74	54.88	ОГР Т	
1250.603	100.0	22.31	247.91	54.88	ОГР Т	
1251.603	100.0	22.91	258.31	54.88	ОГР Т	
1251.753	99.6	23.00	259.81	55.31	ТОРМОЖ	
1252.073	80.0	23.22	259.89	68.74	ОГР Т	
1252.915	80.0	23.85	265.08	68.74	ОГР Т	Наркевичі
1253.915	80.0	24.60	269.30	68.74	ОГР Т	
1254.365	80.3	24.94	271.61	68.74	ТЯГА	
1255.265	100.0	25.54	294.81	68.74	ОГР Т	
1256.265	100.0	26.14	303.45	68.74	ОГР Т	
1257.265	100.0	26.74	315.22	68.74	ОГР Т	
1258.265	100.0	27.34	323.26	68.74	ОГР Т	
1258.505	98.0	27.48	323.57	68.75	РЕГ Т	
1259.505	98.0	28.09	323.57	71.13	РЕГ Т	
1259.665	100.0	28.19	323.57	71.31	ОГР Т	
1260.665	100.0	28.79	332.99	71.31	ОГР Т	
1261.665	100.0	29.39	346.24	71.31	ОГР Т	
1262.115	98.0	29.66	348.49	71.31	РЕГ Т	
1262.555	100.0	29.93	348.49	72.11	ОГР Т	
1263.555	100.0	30.53	351.79	72.11	ОГР Т	
1263.575	98.0	30.54	351.79	72.12	РЕГ Т	
1264.315	99.8	31.00	351.79	74.95	ТОРМОЖ	
1264.745	77.0	31.29	351.79	93.21	РЕГ Т	
1265.155	80.0	31.60	351.79	94.70	ОГР Т	
1265.736	80.0	32.04	353.75	94.70	ОГР Т	Войтовці
1266.226	80.0	32.41	354.66	94.70	РЕГ Т	
1266.736	80.4	32.80	354.93	96.12	ТЯГА	
1267.276	97.0	33.16	368.70	96.16	РЕГ Т	
1268.276	97.0	33.77	368.70	100.62	РЕГ Т	
1269.276	97.0	34.39	368.70	104.50	РЕГ Т	
1270.186	100.0	34.95	368.70	108.04	ОГР Т	
1270.836	98.0	35.34	369.91	108.04	РЕГ Т	
1271.596	100.0	35.81	369.91	109.27	ОГР Т	
1272.596	100.0	36.41	373.39	109.27	ОГР Т	
1273.596	100.0	37.01	377.90	109.27	ОГР Т	
1274.596	100.0	37.61	386.46	109.27	ОГР Т	
1275.596	100.0	38.21	396.73	109.27	ОГР Т	
1276.596	100.0	38.81	409.67	109.27	ОГР Т	
1277.596	100.0	39.41	421.57	109.27	ОГР Т	
1278.596	100.0	40.01	426.02	109.27	ОГР Т	
1279.596	100.0	40.61	431.06	109.27	ОГР Т	
1280.596	100.0	41.21	435.54	109.27	ОГР Т	
1281.596	100.0	41.81	440.01	109.27	ОГР Т	
1281.796	99.7	41.93	441.08	109.69	ТОРМОЖ	
1282.136	80.0	42.16	441.12	123.99	ОГР Т	
1283.136	80.0	42.91	444.83	123.99	ОГР Т	
1283.985	80.0	43.54	448.24	123.99	ОГР Т	Волочиськ
1284.545	80.0	43.96	449.61	123.99	РЕГ Т	
1284.935	80.4	44.26	449.88	125.07	ТЯГА	
1285.475	97.0	44.62	463.66	125.11	РЕГ Т	
1286.475	97.0	45.24	463.66	128.99	РЕГ Т	
1287.475	97.0	45.86	463.66	132.79	РЕГ Т	
1287.685	99.9	45.99	463.66	134.06	ТОРМОЖ	
1288.305	67.0	46.42	463.66	160.77	РЕГ Т	
1288.765	69.9	46.84	463.66	163.54	ТОРМОЖ	
1288.915	58.0	46.97	463.66	169.98	РЕГ Т	
1289.185	60.0	47.25	463.66	170.28	ОГР Т	
1289.459	60.0	47.52	464.01	170.28	ОГР Т	Підволочиськ

А.2 Результати тягових розрахунків для пасажирського руху в непарному напрямку

Километри		Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим	
1289.459	60.0	35.57	390.08	200.75	ОГР Т	Підволочиськ	
1288.909	60.3	36.12	393.30	200.75	ТЯГА		
1288.539	70.0	36.46	403.14	200.75	ОГР Т		
1288.299	70.2	36.67	406.11	200.75	ТЯГА		
1287.299	89.1	37.42	433.07	200.75	ТЯГА		
1286.439	100.0	37.96	454.63	200.75	ОГР Т	Волочиськ	
1285.439	100.0	38.56	467.92	200.75	ОГР Т		
1285.239	99.5	38.68	470.31	201.17	ТОРМОЖ		
1284.929	80.0	38.89	470.41	214.17	ОГР Т		
1283.985	80.0	39.60	476.24	214.17	ОГР Т		
1282.985	80.0	40.35	479.45	214.17	ОГР Т		
1282.135	80.3	40.99	482.70	214.17	ТЯГА		
1281.395	100.0	41.48	501.67	214.17	ОГР Т		
1280.395	100.0	42.08	506.55	214.17	ОГР Т		
1279.395	100.0	42.68	510.83	214.17	ОГР Т		
1278.395	100.0	43.28	514.94	214.17	ОГР Т		
1277.435	98.0	43.85	518.69	214.18	РЕГ Т		
1276.435	96.0	44.47	518.69	218.08	РЕГ Т		
1275.525	100.0	45.03	518.69	221.45	ОГР Т		
1275.415	98.0	45.10	518.68	221.45	РЕГ Т		
1274.415	98.0	45.71	518.68	223.13	РЕГ Т	Войтовці	
1274.105	100.0	45.90	518.68	223.62	ОГР Т		
1273.105	100.0	46.50	522.36	223.62	ОГР Т		
1272.105	100.0	47.10	526.91	223.62	ОГР Т		
1271.105	100.0	47.70	535.54	223.62	ОГР Т		
1270.105	100.0	48.30	543.74	223.62	ОГР Т		
1269.105	100.0	48.90	556.69	223.62	ОГР Т		
1268.105	100.0	49.50	569.60	223.62	ОГР Т		
1267.105	100.0	50.10	583.28	223.62	ОГР Т		
1267.035	100.0	50.14	584.08	224.05	ТОРМОЖ		
1266.735	80.0	50.34	584.20	236.61	ОГР Т		
1265.736	80.0	51.09	591.87	236.61	ОГР Т		
1264.736	80.2	51.84	599.05	236.61	ТЯГА		
1263.736	96.5	52.52	625.35	236.61	ТЯГА	Наркевичі	
1263.516	100.0	52.65	630.60	236.61	ОГР Т		
1262.516	100.0	53.25	636.37	236.61	ОГР Т		
1261.706	98.0	53.74	642.87	236.61	РЕГ Т		
1260.706	96.0	54.36	642.87	240.62	РЕГ Т		
1260.056	100.0	54.76	642.87	243.03	ОГР Т		
1259.056	100.0	55.36	651.58	243.03	ОГР Т		
1258.056	100.0	55.96	660.27	243.03	ОГР Т		
1257.786	98.0	56.12	660.67	243.03	РЕГ Т		
1256.786	98.0	56.74	660.67	245.14	РЕГ Т		
1255.856	100.0	57.31	660.67	247.83	ОГР Т		
1254.856	100.0	57.91	663.26	247.83	ОГР Т		
1254.746	99.6	57.97	663.29	248.25	ТОРМОЖ		
1254.356	80.0	58.23	663.30	264.72	ОГР Т		
1253.356	80.0	58.98	666.34	264.72	ОГР Т		
1252.915	80.0	59.32	667.43	264.72	ОГР Т		
1252.155	80.0	59.89	668.44	264.72	РЕГ Т		
1252.065	80.4	59.95	668.71	264.77	ТЯГА		
1251.475	98.0	60.34	683.78	264.80	РЕГ Т		
1250.475	98.0	60.96	683.78	266.17	РЕГ Т		
1249.475	98.0	61.57	683.78	267.55	РЕГ Т		
1248.865	100.0	61.95	683.78	269.69	ОГР Т		

1247.865	100.0	62.55	694.63	269.69	ОГР Т	
1247.405	98.0	62.82	697.81	269.69	РЕГ Т	
1246.455	100.0	63.41	697.81	272.78	ОГР Т	
1246.185	98.0	63.57	697.94	272.79	РЕГ Т	
1245.325	100.0	64.10	697.94	275.26	ОГР Т	
1244.655	99.8	64.50	699.79	275.68	ТОРМОЖ	
1244.295	80.0	64.74	699.82	290.85	ОГР Т	
1243.753	80.0	65.15	701.65	290.85	ОГР Т	Чорний острі
1242.753	80.0	65.90	705.32	290.85	ОГР Т	
1242.103	80.3	66.38	707.51	290.85	ТЯГА	
1241.353	100.0	66.88	726.76	290.85	ОГР Т	
1241.223	98.0	66.96	726.83	290.85	РЕГ Т	
1240.373	100.0	67.48	726.83	293.08	ОГР Т	
1239.373	100.0	68.08	729.90	293.08	ОГР Т	
1238.373	100.0	68.68	736.01	293.08	ОГР Т	
1237.373	100.0	69.28	743.50	293.08	ОГР Т	
1236.463	99.8	69.83	748.19	293.50	ТОРМОЖ	
1236.103	80.0	70.07	748.22	308.67	ОГР Т	
1235.159	80.0	70.78	751.67	308.67	ОГР Т	Грузевиці
1234.499	80.0	71.27	753.10	308.67	РЕГ Т	
1234.439	80.0	71.32	753.10	308.68	ОГР Т	
1234.109	80.3	71.57	753.62	308.68	ТЯГА	
1233.359	100.0	72.06	772.86	308.68	ОГР Т	
1232.459	98.0	72.60	775.98	308.68	РЕГ Т	
1232.209	100.0	72.76	775.97	308.83	ОГР Т	
1231.489	99.9	73.19	778.45	309.25	ТОРМОЖ	
1230.729	50.0	73.79	778.46	342.64	ОГР Т	
1229.729	50.0	74.99	781.91	342.64	ОГР Т	
1228.751	50.0	76.17	784.87	342.64	ОГР Т	Гречани
1227.751	50.0	77.37	787.74	342.64	ОГР Т	
1227.421	50.0	77.76	788.43	342.64	РЕГ Т	
1227.401	50.6	77.79	788.70	342.64	ТЯГА	
1226.741	80.0	78.39	806.26	342.64	ОГР Т	
1225.741	80.0	79.14	808.68	342.64	ОГР Т	
1224.741	80.0	79.89	819.40	342.64	ОГР Т	
1223.971	80.0	80.47	825.98	342.64	РЕГ Т	
1222.971	77.0	81.25	825.98	347.39	РЕГ Т	
1222.441	79.9	81.66	825.98	350.74	ТОРМОЖ	
1221.810	4.7	82.53	825.98	380.67	КОНЕЦ	

КОНЕЦ

Расход электроэнергии 3602.8 кВт-ч
Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода

Підволочиськ - Волочиськ	4.03
Волочиськ - Войтовці	11.49
Войтовці - Наркевичі	8.22
Наркевичі - Чорний острі	5.83
Чорний острі - Грузевиці	5.63
Грузевиці - Гречани	5.39

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.159 (км 6.981)
Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.714 (км 104.939)

Додаток Б

Б.1 Результати тягових розрахунків для пвантажного руху в парному напрямку

Хмельницький-Підволочиськ

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

Масса состава = 3400 т. Длина поезда = 500 м

Основное удельное сопротивление локомотива:

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

Удельное сопротивление локомотива на холостом ходу:

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

Основное удельное сопротивление состава:

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

Коэффициент трения:

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

Тормозной коэффициент = 0.200

Коэффициент использования тормозной силы = 0.600

Шаг интегрирования (м) = 10

Шаг печати (м) = 1000

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим
Хмельницький					
1221.810	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
1222.818	46.2	2.19	51.46	0.00	ТЯГА
1223.818	56.2	3.36	99.35	0.00	ТЯГА
1224.818	76.1	4.29	136.03	0.00	ТЯГА
1225.028	76.0	4.45	140.80	0.23	РЕГ Т
1225.578	80.0	4.88	140.81	8.32	ОГР Т
1226.578	80.0	5.63	151.41	8.32	ОГР Т
1226.978	79.8	5.93	158.13	9.44	ТОРМОЖ
1227.408	50.0	6.33	158.27	58.35	ОГР Т
1227.618	50.0	6.58	159.58	58.35	РЕГ Т
1228.018	50.0	7.06	159.58	59.69	ОГР Т
1228.751	50.0	7.94	163.43	59.69	ОГР Т
1229.641	50.0	9.01	167.84	59.69	РЕГ Т
1230.101	50.3	9.56	168.32	60.86	ТЯГА
1231.101	68.4	10.55	208.89	60.86	ТЯГА
1232.101	77.1	11.37	236.75	60.86	ТЯГА
1233.031	80.0	12.08	258.76	60.86	ОГР Т
1234.031	80.0	12.83	266.84	60.86	ОГР Т
1235.031	80.0	13.58	281.38	60.86	ОГР Т
1235.159	80.0	13.68	282.35	60.86	ОГР Т
1236.159	80.0	14.43	289.86	60.86	ОГР Т
1237.159	80.0	15.18	297.89	60.86	ОГР Т
1237.539	80.0	15.46	298.72	60.86	РЕГ Т
1238.529	80.0	16.21	298.72	62.97	ОГР Т
1239.529	80.0	16.96	302.61	62.97	ОГР Т
1240.379	80.0	17.59	313.87	62.97	ТЯГА
1241.379	78.0	18.36	337.19	62.97	ТЯГА
1241.729	80.0	18.62	345.11	62.97	ОГР Т
1242.729	80.0	19.37	353.71	62.97	ОГР Т
1243.729	80.0	20.12	361.10	62.97	ОГР Т
1243.753	80.0	20.14	361.28	62.97	ОГР Т
1244.753	80.0	20.89	368.72	62.97	ОГР Т
1245.353	80.0	21.34	376.12	62.97	ТЯГА
1246.353	77.6	22.11	399.66	62.97	ТЯГА
1247.353	74.7	22.89	424.61	62.97	ТЯГА
1247.903	76.0	23.32	438.14	63.14	РЕГ Т
1248.673	80.0	23.93	438.14	76.67	ОГР Т
1248.883	80.0	24.09	440.86	76.67	ТЯГА
1249.883	76.9	24.86	464.60	76.67	ТЯГА

Гречани

Грузевиці

Чорний острі

1250.883	76.8	25.64	489.34	76.67	ТЯГА	
1251.883	76.2	26.42	514.32	76.67	ТЯГА	
1252.883	79.3	27.20	538.63	76.67	ТЯГА	
1252.915	79.4	27.22	539.36	76.67	ТЯГА	Наркевичі
1253.055	80.0	27.33	542.40	76.67	ОГР Т	
1254.055	80.0	28.08	551.38	76.67	ОГР Т	
1254.575	80.0	28.47	559.59	76.67	ТЯГА	
1254.785	80.0	28.62	564.25	76.67	ОГР Т	
1255.785	80.0	29.37	577.96	76.67	ОГР Т	
1255.845	80.0	29.42	579.23	76.67	ТЯГА	
1256.845	76.6	30.19	602.84	76.67	ТЯГА	
1257.845	76.0	30.98	628.26	76.67	ТЯГА	
1258.395	80.0	31.40	641.27	76.70	РЕГ Т	
1259.395	76.0	32.19	641.27	90.30	РЕГ Т	
1259.785	80.0	32.49	641.28	93.68	ОГР Т	
1260.065	80.0	32.70	644.51	93.68	ТЯГА	
1261.065	75.2	33.47	668.44	93.68	ТЯГА	
1262.065	76.2	34.28	695.29	93.68	ТЯГА	
1262.325	76.0	34.48	701.25	93.85	РЕГ Т	
1262.695	80.0	34.77	701.25	97.18	ОГР Т	
1263.445	80.0	35.33	705.86	97.19	РЕГ Т	
1264.445	76.0	36.11	705.86	112.70	РЕГ Т	
1265.215	80.0	36.72	705.86	124.62	ОГР Т	
1265.736	80.0	37.11	709.94	124.62	ОГР Т	Войтовці
1266.076	80.0	37.36	711.27	124.63	РЕГ Т	
1267.076	76.0	38.15	711.27	138.54	РЕГ Т	
1268.076	76.0	38.94	711.27	159.59	РЕГ Т	
1269.076	76.0	39.72	711.27	178.34	РЕГ Т	
1270.076	76.0	40.51	711.27	199.22	РЕГ Т	
1270.316	80.0	40.70	711.27	200.68	ОГР Т	
1270.646	80.0	40.95	711.94	200.69	РЕГ Т	
1271.646	80.0	41.73	711.94	210.88	РЕГ Т	
1271.786	80.0	41.83	711.94	211.21	ОГР Т	
1272.786	80.0	42.58	718.30	211.21	ОГР Т	
1273.786	80.0	43.33	726.01	211.21	ОГР Т	
1274.106	80.0	43.57	731.12	211.21	ТЯГА	
1275.106	77.9	44.33	754.18	211.21	ТЯГА	
1276.106	76.5	45.11	778.22	211.21	ТЯГА	
1277.106	72.2	45.92	805.12	211.21	ТЯГА	
1278.106	76.9	46.73	832.53	211.21	ТЯГА	
1278.496	80.0	47.03	841.50	211.21	ОГР Т	
1279.496	80.0	47.78	850.68	211.21	ОГР Т	
1280.496	80.0	48.53	858.54	211.21	ОГР Т	
1281.496	80.0	49.28	865.53	211.21	ОГР Т	
1282.496	80.0	50.03	875.58	211.21	ОГР Т	
1283.496	80.0	50.78	883.71	211.21	ОГР Т	
1283.985	80.0	51.15	888.12	211.21	ОГР Т	Волочиськ
1284.455	80.0	51.50	890.57	211.22	РЕГ Т	
1284.935	80.2	51.87	890.79	216.36	ТЯГА	
1285.935	94.7	52.56	909.25	216.36	ТЯГА	
1286.425	96.0	52.86	916.30	216.54	РЕГ Т	
1287.425	96.0	53.48	916.30	233.48	РЕГ Т	
1287.895	99.8	53.78	916.30	243.30	ТОРМОЖ	
1288.895	60.8	54.52	916.30	355.63	ТОРМОЖ	
1288.915	56.0	54.54	916.30	356.93	РЕГ Т	
1289.275	60.0	54.90	916.30	358.88	ОГР Т	
1289.459	60.0	55.09	916.72	358.88	ОГР Т	Підволочиськ

Расход электроэнергии 6269.6 кВт-ч
Нормальное завершение расчета

Поперегонные времена хода
Хмельницький - Гречани 7.94
Гречани - Грузевиці 5.74

Грузевиці - Чорний острі	6.46
Чорний острі - Наркевичі	7.08
Наркевичі - Войтовці	9.89
Войтовці - Волочиськ	14.04
Волочиськ - Підволочиськ	3.94

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с² -0.205 (км 1.758)

Макс. непогашенное ускорение, м/с² 0.610 (км 76.719)

Б.1 Результати тягових розрахунків для вантажного руху в непарному напрямку

Километры	Скорость км/ч	Время мин.	Мех.работа 10*кН*км	Работа торм. 10*кН*км	Режим	
1289.459	60.0	40.18	612.12	349.79	ОГР Т	Підволочиськ
1288.909	60.1	40.73	619.02	349.79	ТЯГА	
1287.909	66.3	41.67	656.88	349.79	ТЯГА	
1286.909	69.1	42.56	690.20	349.79	ТЯГА	
1285.909	69.2	43.43	722.09	349.79	ТЯГА	
1284.909	71.5	44.29	752.34	349.79	ТЯГА	Волочиськ
1283.985	78.4	45.03	776.93	349.79	ТЯГА	
1283.805	80.0	45.17	780.87	349.79	ОГР Т	
1282.805	80.0	45.92	786.40	349.79	ОГР Т	
1281.805	80.0	46.67	791.89	349.79	ОГР Т	
1280.805	80.0	47.42	797.65	349.79	ОГР Т	
1279.805	80.0	48.17	804.71	349.79	ОГР Т	
1278.805	80.0	48.92	809.70	349.79	ОГР Т	
1277.805	80.0	49.67	816.81	349.79	ОГР Т	
1277.605	80.0	49.82	817.25	349.79	РЕГ Т	
1276.605	76.0	50.60	817.25	363.08	РЕГ Т	Войтовці
1275.605	76.0	51.39	817.25	379.78	РЕГ Т	
1274.605	76.0	52.18	817.25	388.71	РЕГ Т	
1273.945	80.0	52.70	817.25	394.50	ОГР Т	
1272.945	80.0	53.45	822.92	394.50	ОГР Т	
1271.945	80.0	54.20	829.67	394.50	ОГР Т	
1271.435	80.0	54.58	837.73	394.50	ТЯГА	
1270.735	80.0	55.11	853.32	394.50	ОГР Т	
1270.045	80.0	55.62	863.11	394.50	ТЯГА	
1269.045	77.0	56.39	886.37	394.50	ТЯГА	
1268.045	75.3	57.17	911.62	394.50	ТЯГА	
1267.045	73.5	57.98	938.42	394.50	ТЯГА	
1266.045	75.7	58.80	965.62	394.50	ТЯГА	
1265.736	78.2	59.04	973.25	394.50	ТЯГА	
1265.536	80.0	59.19	977.67	394.50	ОГР Т	
1265.036	80.0	59.56	983.06	394.50	ТЯГА	
1264.036	76.7	60.33	1006.68	394.50	ТЯГА	
1263.076	80.0	61.08	1029.96	394.50	ОГР Т	
1262.466	80.0	61.53	1036.90	394.50	ТЯГА	
1261.976	80.0	61.90	1047.78	394.50	ОГР Т	
1261.796	80.0	62.04	1048.83	394.50	РЕГ Т	
1260.796	76.0	62.82	1048.83	409.34	РЕГ Т	
1259.976	80.0	63.47	1048.84	421.25	ОГР Т	
1259.546	80.0	63.79	1054.49	421.25	ТЯГА	
1258.546	79.1	64.55	1077.12	421.25	ТЯГА	
1258.326	80.0	64.71	1081.98	421.25	ОГР Т	
1257.956	80.0	64.99	1084.06	421.25	РЕГ Т	
1256.956	76.0	65.77	1084.06	431.05	РЕГ Т	
1255.956	76.0	66.56	1084.06	444.57	РЕГ Т	
1255.696	80.0	66.76	1084.05	445.80	ОГР Т	
1254.986	80.0	67.29	1086.03	445.81	РЕГ Т	
1254.306	80.0	67.82	1086.03	448.55	ОГР Т	

1253.306	80.0	68.57	1091.16	448.55	ОГР Т	
1252.915	80.0	68.86	1092.44	448.55	ОГР Т	Наркевичі
1252.355	80.0	69.28	1093.04	448.55	РЕГ Т	
1251.355	76.0	70.06	1093.04	457.45	РЕГ Т	
1250.355	76.0	70.85	1093.04	466.16	РЕГ Т	
1249.355	76.0	71.64	1093.04	476.17	РЕГ Т	
1248.795	80.0	72.08	1093.04	483.65	ОГР Т	
1248.545	80.0	72.26	1096.23	483.65	ТЯГА	
1247.545	78.7	73.03	1119.58	483.65	ТЯГА	
1247.415	80.0	73.13	1122.32	483.70	РЕГ Т	
1246.415	80.0	73.91	1122.32	497.51	РЕГ Т	
1245.415	76.0	74.70	1122.32	509.14	РЕГ Т	
1245.115	80.0	74.92	1122.32	510.39	ОГР Т	
1244.115	80.0	75.67	1127.15	510.39	ОГР Т	
1243.753	80.0	75.95	1129.25	510.39	ОГР Т	Чорний острі
1242.753	80.0	76.70	1135.82	510.39	ОГР Т	
1241.753	80.0	77.45	1141.32	510.39	ОГР Т	
1241.383	80.0	77.72	1143.14	510.39	РЕГ Т	
1240.383	76.0	78.51	1143.14	521.57	РЕГ Т	
1240.193	80.0	78.65	1143.14	522.08	ОГР Т	
1239.193	80.0	79.40	1147.51	522.08	ОГР Т	
1238.193	80.0	80.15	1159.23	522.08	ОГР Т	
1237.193	80.0	80.90	1172.90	522.08	ОГР Т	
1236.193	80.0	81.65	1179.71	522.08	ОГР Т	
1235.193	80.0	82.40	1186.12	522.08	ОГР Т	
1235.159	80.0	82.43	1186.34	522.08	ОГР Т	Грузевиці
1234.669	80.0	82.79	1188.42	522.08	РЕГ Т	
1234.209	80.0	83.14	1188.42	523.12	ОГР Т	
1233.209	80.0	83.89	1193.61	523.12	ОГР Т	
1232.629	80.0	84.32	1196.59	523.12	РЕГ Т	
1232.069	80.0	84.76	1196.59	526.02	ОГР Т	
1231.199	80.0	85.41	1200.24	526.02	РЕГ Т	
1230.919	80.0	85.62	1200.24	526.25	ОГР Т	
1230.569	79.9	85.88	1201.13	527.19	ТОРМОЖ	
1230.099	50.0	86.32	1201.20	571.73	ОГР Т	
1229.099	50.0	87.52	1210.02	571.73	ОГР Т	
1228.751	50.0	87.93	1211.03	571.73	ОГР Т	Гречани
1227.751	50.0	89.13	1216.37	571.73	ОГР Т	
1227.481	50.0	89.46	1217.54	571.74	РЕГ Т	
1227.401	50.4	89.55	1218.02	571.87	ТЯГА	
1226.401	75.0	90.48	1254.22	571.87	ТЯГА	
1225.941	80.0	90.84	1265.13	571.87	ОГР Т	
1225.401	80.0	91.24	1271.27	571.87	ТЯГА	
1224.401	76.8	92.01	1294.87	571.87	ТЯГА	
1223.921	76.0	92.38	1306.15	571.94	РЕГ Т	
1222.921	76.0	93.17	1306.15	588.30	РЕГ Т	
1222.651	79.8	93.38	1306.15	594.34	ТОРМОЖ	
1221.810	4.7	94.52	1306.15	678.77	КОНЕЦ	
КОНЕЦ						
Расход электроэнергии 4660.2 кВт-ч						
Нормальное завершение расчета						
Поперегонные времена хода						
Підволочиськ - Волочиськ			4.85			
Волочиськ - Войтовці			14.00			
Войтовці - Наркевичі			9.82			
Наркевичі - Чорний острі			7.09			
Чорний острі - Грузевиці			6.48			
Грузевиці - Гречани			5.51			

Мин. непогашенное ускорение (для V>20 км/ч), м/с2 -0.167 (км 66.989)						
Макс. непогашенное ускорение, м/с2 0.714 (км 104.979)						

Додаток В Відомість прямих та кривих на ділянці Хмельницький - Підволочиськ

13.01.2018 22:01

Ведомость кривых и прямых

Участок

Файл D:\Магистри\магістри 2018\Сташенко Хмельницький _Підволочиськ\диплом Шкуринская2012\план\Юля_ПРОЕКТ.crd

D:\Nela\Магистри\магістри 2018\Сташенко Хмельницький _Підволочиськ\диплом Шкуринская2012\план\Юля_ПРОЕКТ.ras

Пикетаж проектный - сколько километров и пикетов прошло

Пикет начала съёмки: км 1222 пк 4 + 6.9

Пикет начала проекта: км 1222 пк 4 + 54.58

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		Kс	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	"+"	мм	max	min	max
			110				0.8	3	0.6				1222	4	54.58	1222	5	64.58	-84			
1	кривая	левая		1047	343.548	85		18	48	563.548	24	49.2	1222	5	64.58	1222	9	8.13	-525	129	55	106
			110				0.8	3	0.6				1222	9	8.13	1223	0	18.13	-84			
	прямая				823.116								1223	0	18.13	1223	8	41.24				
			60				0.8	1	35.3				1223	8	41.24	1223	9	1.24	44			
2	кривая	правая		1082	596.913	50		31	36.5	716.913	34	47.2	1223	9	1.24	1224	4	98.16	883	119	0	92
			60				0.8	1	35.3				1224	4	98.16	1224	5	58.16	44			
	прямая				476.839								1224	5	58.16	1225	0	35				
			60				0.6	0	47.5				1225	0	35	1225	0	95	22			
3	кривая	правая		2170	943.176	35		24	54.2	1083.176	26	45.1	1225	0	95	1226	0	38.17	695	160	0	120
			80				0.4	1	3.4				1226	0	38.17	1226	1	18.17	29			
	прямая				326.247								1226	1	18.17	1226	4	44.42				
			60				0.8	1	40.7				1226	4	44.42	1226	5	4.42	-47			
4	кривая	левая		1024	53.101	50		2	58.3	173.101	6	19.7	1226	5	4.42	1226	5	57.52	-83	116	0	90
			60				0.8	1	40.7				1226	5	57.52	1226	6	17.52	-47			
	прямая				190.34								1226	6	17.52	1226	8	7.86				
			60				1	2	32.8				1226	8	7.86	1226	8	67.86	71			
5	кривая	правая		675	56.495	60		4	47.7	176.495	9	53.3	1226	8	67.86	1226	9	24.35	134	97	24	76
			60				1	2	32.8				1226	9	24.35	1226	9	84.36	71			
	прямая				562.436								1226	9	84.36	1227	5	46.79				
			70				1	4	11.7				1227	5	46.79	1227	6	16.79	-117			
6	кривая	левая		478	113.267	70		13	34.6	243.267	21	22.1	1227	6	16.79	1227	7	30.06	-379	84	28	67
			60				1.2	3	35.8				1227	7	30.06	1227	7	90.06	-100			

	прямая				1679.307								1227	7	90.06	1229	4	69.36						
			50				0.8	1	15.3				1229	4	69.36	1229	5	19.36	35					
7	кривая	правая		1141	20.001	40		1	0.3	120.001	3		30.9	1229	5	19.36	1229	5	39.37	28	118		0	90
			50				0.8	1	15.3					1229	5	39.37	1229	5	89.37	35				
	прямая				57.192									1229	5	89.37	1229	6	46.56					
			44				1.2	3	21.7					1229	6	46.56	1229	6	90.56	94				
8	кривая	правая		375	20.021	55		3	3.5	103.021	9		24	1229	6	90.56	1229	7	10.58	85	71		13	56
			39				1.4	2	58.8					1229	7	10.58	1229	7	49.58	83				
	прямая				98.441									1229	7	49.58	1229	8	48.02					
			50				1.1	3	34.9					1229	8	48.02	1229	8	98.02	-100				
9	кривая	левая		400	33.673	55		4	49.4	123.673	11		16.1	1229	8	98.02	1229	9	31.69	-135	73		14	57
			40				1.4	2	51.9					1229	9	31.69	1229	9	71.69	-80				
	прямая				1073.327									1229	9	71.69	1231	0	45.02					
			70				0.5	0	57.7					1231	0	45.02	1231	1	15.02	-27				
10	кривая	левая		2086	443.599	35		12	11.1	573.599	13		58.2	1231	1	15.02	1231	5	58.62	-340	157		0	118
			60				0.6	0	49.4					1231	5	58.62	1231	6	18.62	-23				
	прямая				4981.325									1231	6	18.62	1236	5	99.94					
			50				0.6	0	38					1236	5	99.94	1236	6	49.94	18				
11	кривая	правая		2264	353.314	30		8	56.5	453.314	10		12.4	1236	6	49.94	1237	0	3.26	250	159		0	119
			50				0.6	0	38					1237	0	3.26	1237	0	53.26	18				
	прямая				3611.243									1237	0	53.26	1240	6	64.5					
			60				0.6	0	51.9					1240	6	64.5	1240	7	24.5	-24				
12	кривая	левая		1988	88.994	35		2	33.9	208.994	4		17.6	1240	7	24.5	1240	8	13.49	-72	154		0	115
			60				0.6	0	51.9					1240	8	13.49	1240	8	73.5	-24				
	прямая				3387.952									1240	8	73.5	1244	2	61.45					
			200				0.2	2	29.4					1244	2	61.45	1244	4	61.45	-70				
13	кривая	левая		2301	100	30		2	29.4	300	22		27.9	1244	4	61.45	1244	5	61.45	-70	162		0	120
				1990	572.278	40		16	28.6	642.278				1244	5	61.45	1245	1	33.72	-460	156		0	119
			70				0.6	1	0.5					1245	1	33.72	1245	2	3.72	-52				
	прямая				1999.791									1245	2	3.72	1247	2	3.52					
			60				0.6	0	47.5					1247	2	3.52	1247	2	63.51	22				
14	кривая	правая		2170	594.02	35		15	41.1	724.02	17		24	1247	2	63.51	1247	8	57.53	438	160		0	120
			70				0.5	0	55.4					1247	8	57.53	1247	9	27.53	26				
	прямая				3881.011									1247	9	27.53	1251	8	8.55					
			80				0.8	2	6.5					1251	8	8.55	1251	8	88.54	-59				
15	кривая	левая		1087	250.661	65		13	12.7	430.661	17		57.4	1251	8	88.54	1252	1	39.21	-369	124		37	99
			100				0.6	2	38.1					1252	1	39.21	1252	2	39.21	-74				
	прямая				477.763									1252	2	39.21	1252	7	16.97					
			70				0.6	1	6.2					1252	7	16.97	1252	7	86.97	31				
16	кривая	правая		1817	20.001	45		0	37.8	160.001	2		50.3	1252	7	86.97	1252	8	6.97	18	152		0	116
			70				0.6	1	6.2					1252	8	6.97	1252	8	76.97	31				
	прямая				3466.761									1252	8	76.97	1256	3	43.73					
			50				0.6	0	34.6					1256	3	43.73	1256	3	93.73	16				

17	кривая	правая		2485	262.961	30		6	3.8	372.961	7	19.9	1256	3	93.73	1256	6	56.69	169	165	0	125
			60				0.5	0	41.5				1256	6	56.69	1256	7	16.69	19			
	прямая				1153.315								1256	7	16.69	1257	8	70.01				
			50				0.6	0	42				1257	8	70.01	1257	9	20.01	-20			
18	кривая	левая		2045	1080.283	30		30	16	1260.283	32	47.3	1257	9	20.01	1259	0	0.29	-845	153	0	113
			130				0.2	1	49.3				1259	0	0.29	1259	1	30.29	-51			
	прямая				2856.716								1259	1	30.29	1261	9	87.01				
			50				0.5	0	41.2				1261	9	87.01	1262	0	37.01	19			
19	кривая	правая		2085	500.772	25		13	45.7	590.772	14	59.9	1262	0	37.01	1262	5	37.78	384	143	0	111
			40				0.6	0	33				1262	5	37.78	1262	5	77.78	15			
	прямая				2074.728								1262	5	77.78	1264	6	52.51				
			80				0.8	2	12.5				1264	6	52.51	1264	7	32.51	62			
20	кривая	правая		1038	399.286	65		22	2.4	579.286	27	0.5	1264	7	32.51	1265	1	31.79	615	122	36	97
			100				0.6	2	45.6				1265	1	31.79	1265	2	31.79	77			
	прямая				3018.201								1265	2	31.79	1268	2	49.99				
			80				0.5	1	6.1				1268	2	49.99	1268	3	29.99	31			
21	кривая	правая		2079	243.962	40		6	43.4	393.962	8	47.4	1268	3	29.99	1268	5	73.96	188	160	0	121
			70				0.6	0	57.9				1268	5	73.96	1268	6	43.96	27			
	прямая				1444.577								1268	6	43.96	1270	0	88.53				
			70				0.8	1	54.2				1270	0	88.53	1270	1	58.53	-53			
22	кривая	левая		1054	218.549	55		11	52.8	358.549	15	41.1	1270	1	58.53	1270	3	77.08	-332	119	23	93
			70				0.8	1	54.2				1270	3	77.08	1270	4	47.08	-53			
	прямая				5614.338								1270	4	47.08	1276	0	61.42				
			40				0.6	0	15.1				1276	0	61.42	1276	1	1.42	-7			
23	кривая	левая		4544	839.685	25		10	35.3	919.685	11	5.5	1276	1	1.42	1276	9	41.11	-296	161	0	161
			40				0.6	0	15.1				1276	9	41.11	1276	9	81.11	-7			
	прямая				5099.695								1276	9	81.11	1282	0	80.8				
			40				0	0	18.4				1282	0	80.8	1282	1	20.8	9			
24	кривая	правая		3745	107.566	0		1	38.7	167.566	8	8.4	1282	1	20.8	1282	2	28.37	46	145	0	116
			40				0.6	1	8.8				1282	2	28.37	1282	2	68.37	9			
				1364	100.032	25		4	12.1	160.032			1282	2	68.37	1282	3	68.4	117	123	0	90
			40				0.6	0	50.4				1282	3	68.4	1282	4	8.4	32			

Пикет конца проекта: км 1282 пк 4 + 8.4