

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий центр: Мости і тунелі

ДО ЗАХИСТУ

зав. кафедри, професор

О. Л. Тютюкін

2021 р. 12 « 06 »

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
на здобуття ОС «магістр»

Галузь 27 Транспорт

Спеціальність 273 Залізничний транспорт

Освітня програма Інфраструктура високошвидкісного залізничного транспорту



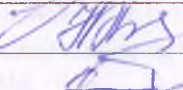
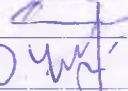
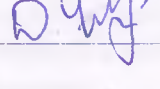
**Тема:** Дослідження впливу проектних рішень на навколишнє середовище при проектуванні високошвидкісної магістралі Одеса-Західний кордон України

**Theme:** Research of the impact of design on the environment in the design of the high-speed highway Odessa-Western border of Ukraine

(посада)

(підпис)

(ПІБ)

Керівник дипломної магістерської роботи	професор		Курган М. Б.
Консультант	доцент		Заяць І.Л.
	асистент		Хмелевська Н.П.
Нормоконтролер	ст. викладач		Байдак С.Ю.
Студент групи	КГ 2023		Чернов Д.С.
Student	KG 2023		Chernov D.S.

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»

Чернов Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Дослідження впливу проектних рішень на навколишнє середовище при проектуванні високошвидкісної магістралі Одеса-Західний кордон України

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР

  
(підпис)

Микола Курган

(прізвище, ім'я, по батькові)

**Український державний університет науки і технологій**

**Навчально-науковий центр:** *Мости і тунелі*

**Кафедра:** *Транспортна інфраструктура*

**Спеціальність:** *Інфраструктура високошвидкісного залізничного транспорту*

**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 КГ2023 Чернова Дмитра Сергійовича**

**1. Тема роботи:** Дослідження впливу проєктних рішень на навколишнє середовище при проєктуванні високошвидкісної магістралі Одеса-Західний кордон України

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

**2. Термін подання** студентом закінченої магістерської роботи – 15 грудня 2021 р.

**3. Вихідні дані до проєкту:**

Район проєктування – Одеська обл.	Конфігурація поїзда: 2МВ+8П	
Початковий пункт – Жмеринка	Довжина прийм.- відправних колій – 400 м	
Кінцевий пункт – Одеса	Верхня будова колії:	
Довжина лінії, км – 420	Тип рейок – Р65	Баласт, см
Керівний ухил, 3.3 ‰ – за розрахунком	Тип шпал – СБЗ	щебінь – 40
Кількість головних колій – 2	залізобетонні	пісок – 20
Вид тяги – електрична	Маса високошвидкісного поїзда – 400 т	
Рухомий склад – TGV POS	Ширина земляного полотна – 13 м	

**4. Перспективні розміри перевезень:** визначаються розрахунком

**5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:**

1. Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою	4. Визначення тягово-енергетичних і техніко-економічних показників траси ВШМ
2. Район проєктування. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки. Вибір положення траси.	5. Екологічні вимоги до проєктів залізниць. Моніторинг стану навколишнього середовища
3. Проєктування плану й поздовжнього профілю з використанням САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D.	6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

<b>5. Консультанти:</b>			
<i>Найменування розділів і магістерської роботи</i>	<i>Консультанти</i>	<i>Завдання</i>	
		<i>видав (дата, підпис)</i>	<i>прийняв до виконання (дата, підпис)</i>
1	Курган М. Б.		
2	Хмелевська Н.П.		
3	Хмелевська Н.П.		
4	Курган М. Б.		
5	Курган М. Б.		
6	Заяц Ю.Л.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<i>№</i>	<i>Назва розділу магістерської роботи</i>	<i>Термін виконання розділу</i>	<i>Відсотки</i>	<i>Нар. підс.</i>
1	<i>Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою</i>	<i>04.10.2021</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
2	<i>Район проєктування. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки. Вибір положення траси.</i>	<i>25.10.2021</i>	<i>20</i>	<i>30</i>
3	<i>Проектування плану й поздовжнього профілю з використанням САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D.</i>	<i>19.11.2021</i>	<i>20</i>	<i>50</i>
4	<i>Визначення тягово-енергетичних і техніко-економічних показників траси ВШМ</i>	<i>29.11.2021</i>	<i>10</i>	<i>60</i>
5	<i>Екологічні вимоги до проєктів залізниць. Моніторинг стану навколишнього середовища</i>	<i>06.12.2021</i>	<i>15</i>	<i>75</i>
6	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>13.12.2021</i>	<i>15</i>	<i>90</i>
7	<i>Висновки і рекомендації. Оформлення роботи</i>	<i>18.12.2021</i>	<i>10</i>	<i>100</i>

Дата видачі завдання: \_\_\_\_ вересня 2021 р.

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Курган М.Б.  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Чернов Д.С.  
(підпис)

## ЗМІСТ

ВСТУП (мате і актуальність роботи)

### 1. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ, НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

- 1.1 Історія виникнення високошвидкісного руху поїздів
- 1.2 Аналіз міжнародного досвіду високошвидкісного руху
- 1.3 Передумови створення високошвидкісних магістралей в Україні
- 1.4 Європейські вимоги до сумісництва інфраструктури залізниць
- 1.5 Поздовжній профіль і план високошвидкісної магістралі
- 1.6 Верхня будова колії
- 1.7 Вимоги до земляного полотна і штучних споруд
- 1.8 Роздільні пункти

Висновки до розділу 1

### 2. РАЙОН ПРОЄКТУВАННЯ. ФОРМУВАННЯ ЦММ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ. ВИБІР ПОЛОЖЕННЯ ТРАСИ

- 2.1 Район тяжіння до ВШМ, прогнозування перевезень
- 2.2 Рельєф і орфографія
- 2.3 Клімат
- 2.4 Формування ЦММ на основі супутникової зйомки
- 2.5 Вибір положення траси

Висновки до розділу 2

### 3. ПРОЄКТУВАННЯ ПЛАНУ Й ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D

- 3.1 Критерії трасування
- 3.2 Технічні вимоги і норми проєктування траси ВШМ

					051.170297.MP.2021.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернов Д.С.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Курган М.Б.					4	
Реценз.						УДУНТ		
Н. Контр.		Байдак С.Ю.						
Затверд.								

3.3 Доцільність застосування САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D

3.4 Вибір положення траси і основних параметрів ВШМ

3.5 Проектування плану траси

3.6 Проектування поздовжнього профілю

3.7 Побудова конструкції й коридору в AutoCAD Civil 3D

#### 4. ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНІ Й ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТРАСИ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ МАГІСТРАЛІ

4.1 Обґрунтування вибору високошвидкісного рухомого складу

4.2 Виконання тягових розрахунків

4.3 Розрахунки техніко-економічних показників магістралі

Висновки до розділу 4

#### 5. ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦЬ

5.1 Моніторинг стану навколишнього середовища

5.2 Дослідження впливу проєктних рішень на захист навколишнього  
середовища від шуму

5.3 Захист колії та споруд від несприятливих природних та техногенних  
процесів і явищ

Висновки до розділу 5

#### 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Вимоги безпеки праці під час влаштування шумозахисних екранів

6.2 Дії працівників в аварійних ситуаціях

Висновки до розділу 6

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

У всі часи швидкість пересування була тим інтегруючим показником, який характеризував розвиток пасажирського транспорту і в цілому рівень інженерно-технічного й економічного розвитку суспільства.

Перший рекорд швидкості – 38,6 км/год офіційно зафіксований на залізниці Великобританії 8 жовтня 1829 р. (паровоз «Ракета» з одним пасажирським вагоном). І ось через 178 років швидкість збільшилася в 15 разів! Третього квітня 2007 р. французький поїзд TGV Duplex V150 встановив новий світовий рекорд швидкості, розігнавшись до позначки 574,8 км/год на 72-кілометровій ділянці залізниці між Парижем і Страсбургом.

Можна стверджувати, що проблема підвищення швидкості на залізницях досягла тієї стадії у своєму розвитку, що перетворилася в постійно діючий фактор. Пройдено шлях від встановлення рекордних рівнів швидкості та кропіткої роботи з адаптації залізниці до руху з високими швидкостями до організації постійного обігу високошвидкісних поїздів.

Сьогодні у світі введено в експлуатацію швидкісні магістралі, на яких поїзди розвивають швидкість до 350 км/год Найбільшу довжину ВШМ у Європі мають Іспанія, Франція, Німеччина, Італія. Найінтенсивніше розвиваються високошвидкісні перевезення в Іспанії та Китаї. Загальна довжина ВШМ на 01.01.2020 становила близько 35 тис. км, а полігон, де обертаються високошвидкісні поїзди у Європі з урахуванням реконструйованих залізниць, – понад 12 тис. км.

Обсяг виконуваної пасажирської роботи на ВШМ в багато разів перевищує загальний обсяг пасажирських перевезень, що говорить про високу конкурентоспроможність і затребуваність високошвидкісного транспорту.

У передових у технічному плані країнах вже не ставиться питання про

					051.170297.MP.2021.000					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			Лім.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Чернов Д.С.								
Перевір.		Курган М.Б							6	
Реценз.								УДУНТ		
Н. Контр.		Байдак С.Ю								
Затверд.										

необхідність будівництво ВШМ, там ведеться пошук оптимальних схем фінансування для реалізації таких проєктів.

В Україні підготовка до організації високошвидкісного руху ведеться з 2002 року. Виходячи із завдань створення високошвидкісної мережі залізниць, географічного положення України, адміністративного поділу регіонів, розташування міст і економічної ситуації, запропонована мережа високошвидкісних магістралей загальною довжиною понад 3 тис. км. Для подальшого підвищення конкурентоспроможності залізничних пасажирських перевезень в Україні необхідно побудувати ВШМ для швидкості руху поїздів 300-350 км/год та включити її в євразійський транспортний простір.

Розвиток високошвидкісних магістралей окремих європейських країн, а потім створення загальноєвропейської високошвидкісної залізничної мережі поставили питання про сумісність технічних пристроїв окремих національних ВШМ між собою (рухомого складу і стаціонарних пристроїв). Йдеться про ширину колії, системи електропостачання, габарити рухомого складу й наближення будівель, пристрої управління й гарантування безпеки руху та інші компоненти інфраструктури.

В Україні ці питання перебувають у стадії досліджень, оскільки необхідне удосконалення закордонних методик розрахунку перспективної мобільності населення України з урахуванням транзиту, організаційних і технічних передумов впровадження високошвидкісного руху (вибір ширини колії, основних концептуальних підходів до інфраструктури й організації високошвидкісного руху тощо).

Актуальним завданням сьогодення є розробка теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій щодо визначення технічних можливостей створення високошвидкісних магістралей в Україні. А для цього потрібно розробити технічні вимоги й норми проєктування траси високошвидкісної магістралі, обґрунтувати максимально допустиму швидкість, раціональні конструкції колійної інфраструктури, дослідити динамічні процеси взаємодії

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залізничної колії з високошвидкісним рухомим складом та вплив проєктних рішень на навколишнє середовище. Останньому з перерахованих питань і присвячена магістерська робота.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ, НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ

## 1.1 Історія виникнення високошвидкісного руху

Міжнародний союз залізниць визначає високошвидкісні залізниці, як залізничні траси, що забезпечують рух швидкісних поїздів зі швидкістю не менше 200 км/год для звичайних модернізованих залізничних трас і 250км/год або швидше для спеціально побудованих під високі швидкості трас. Регулярний рух високошвидкісних поїздів почалося вперше в 1964 році в Японії, з 1981 року - у Франції, з 1984 року - в Італії. У цих країнах, а також в Німеччині і в Іспанії національні системи високошвидкісного руху засновані на вітчизняному швидкісному рухомому складі, в той час як в ряді інших країн, включаючи Росію, використовуються іноземні поїзди. Західну частину Європи нині об'єднує єдина високошвидкісна залізнична мережа Eurostar і Thalys. На початку ХХІ століття світовим лідером в мережі високошвидкісних ліній, а також експлуатантом першого регулярного високошвидкісного маглева став Китай. На відміну від швидкісного, для високошвидкісного руху використовуються як правило, не реконструйовані звичайні, а спеціально побудовані залізничні колії. Станом на 2015 рік, загальна протяжність ВСМ в світі становила 32 тис. км, до кінця 2018 року вона перевищила 44 тис. км.

## 1.2 Досвід високошвидкісного руху в економічно розвинених країнах

Розглянемо високошвидкісні залізниці, що у експлуатації чи стадії будівництва (табл. 1.1).

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ		
Розроб.		Чернов Д.С.					
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						9	
					УДУНТ		

Таблиця 1.1- Високошвидкісні лінії на 2020 рік(швидкість 200 км/год і більше)

Країна	В експлуатації (км)	На стадії будівництва (модернізації) (км)	Загальна протяжність (км)	Максимальна швидкість (км / год)
Австрія	352	298	650	250
Бельгія	354,8	147,9	502,7	250
Великобританія	113	620	733	300
Німеччина	3641	1122	4763	300
Гонконг	26	0	26	200
Греція	700	695	1395	200
Данія	65	646,8	711,8	250
Індія	0	508	508	
Іран	0	410	410	
Іспанія	3567	1958	5525	310
Італія	1467	890,96	2357,96	300
Китай	36000	34000	70000	350
Марокко	186	1287	1473	320
Норвегія	103,5	445,55	549,05	210
Нідерланди	175	116,8	291,8	300
Росія	650	1298,1	1948,1	250
Саудівська Аравія	453	2354	2807	300
США	362	1789,3	2151,3	240
Тайвань	348	54,6	402,6	300
Туреччина	802	3798	4600	300
Польща	272,2	492,5	764,7	200
Португалія	227	626	853	220
Узбекистан	741	50	791	250
Фінляндія	1079,4	95	1174,4	220
Франція	3460,8	341,3	3802,1	320
Швейцарія	163,1	362,11	525,19	250
Швеція	1706	349,1	2055,1	205
Південна Корея	1104,5	425	1529,5	305
Японія	2764,6	684,3	3448,9	320

Мережа високошвидкісних залізниць в Японії, призначена для перевезення пасажирів між великими містами країни. Належить компанії Japan Railways. Перша лінія була відкрита між Осакою і Токіо в 1964 році. Станом на 2015 рік, в Японії функціонують сім конкуруючих між собою залізничних компаній, які володіють та експлуатують всі швидкісні і високошвидкісні магістралі. Сукупний щорічний дохід від діяльності ліній ВСМ в Японії становить 60 млрд євро.

### Франція

Французька мережа швидкісних електропоїздів, розроблена GEC-Alsthom (нині Alstom) і національним французьким залізничним оператором SNCF. В даний час управляється, в основному, SNCF. Перша гілка була відкрита в 1981 році між Парижем і Ліоном.

### Німеччина

Мережа швидкісних поїздів, в основному поширена в Німеччині, розроблена компанією Deutsche Bahn. Сучасне покоління поїздів Intercity-Express, ICE 3, розроблені консорціумом з компаній Siemens AG і Bombardier під загальним керівництвом Siemens AG. Максимальна швидкість поїздів ICE на спеціально для них побудованих ділянках залізничної мережі складає 320 км/год. На стандартних ділянках мережі швидкість ICE становить в середньому 160 км/год. Довжина ділянок, на яких ICE може розвивати швидкість більше 230 км/год, становить 1200 км.

### Іспанія

В Іспанії є система високошвидкісного залізничного транспорту AVE. По протяжності високошвидкісних ліній Іспанія займає перше місце в Європі і друге в світі. AVE є торговою маркою компанії-оператора Іспанських залізниць Ренфе-Операдора, створеної для надання послуг високошвидкісного залізничного транспорту в країні. Назва перекладається буквально Іспанський високошвидкісний (транспорт), аббревіатура одночасно обіграє слово Аве (ісп. Ave - птах), яка зображена на логотипі компанії. Перевезення здійснюються по спеціально побудованим лініям стандартної європейської колії 1435 мм зі

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкістю до 330 км/год .

За офіційними даними уряду Іспанії, протяжність високошвидкісних ліній в Іспанії в 2017 році становить 3100 км. Однак міжнародної стандартизації ВСМ відповідно до їх реальної швидкістю відповідає не більше половини довжини цих магістралей. Решта можуть вважатися швидкісними, але не ВСМ (подібно лінії Москва - Санкт-Петербург, 200-230 км / год). До загальновизнаних лініях ВСМ відносяться Мадрид-Барселона-Перпіньян (Франція), Мадрид-Валенсія-Альбасете, Мадрид-Кордова-Малага-Севілья, Мадрид-Вальядолід-Леон загальною протяжністю понад 1500 км.

### Великобританія

High Speed 1 (en) - швидкісна лінія між Лондоном і Євротунель довжиною 113 кілометрів, що проходить по графству Кент. Лінія була побудована, в основному, для перевезення пасажирів і вантажів між Великобританією і континентальною Європою, проте використовується і для внутрішніх перевезень між Лондоном і містами в Кенті. Пасажирський поїзд Eurostar англійською ділянці лінії розвиває швидкість до 300 км/год, що дозволило скоротити час у дорозі між Лондоном і Парижем до 2 годин 15 хвилин.

2019: Перший з нових високошвидкісних поїздів, що випускаються за технологією японської компанії Hitachi (який отримав назву "Адзума" - "схід" по-японськи), курсуватиме між Лондоном і Лідсом в центральній частині Британії.

### Італія

Лінії ВСМ Італії, станом на 2015 рік, майже досягли 1 тис. Км. Вони проходять з півночі на південь Апеннінського півострова, пов'язуючи Турин, Мілан, Болонью, Флоренцію, Рим, Неаполь, Салерно. В Італії вперше в Європі в 1970-х роках створена оригінальна серія поїздів «Pendolino», що володіють спеціальною системою нахилу, що створює комфорт пасажиром і не знижує швидкість в кривих ділянках колії. Перша ВСМ в Італії запущена в 1984 році, відстань в 254 км між Римом і Флоренцією поїзд долав за 90 хвилин. З тих пір залізниці Італії отримали потужний технічний розвиток і до 2015 року є одними

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

з найбільш модернізованих і оснащених в Європі, максимальна швидкість досягає 300 км/год. За даними Інституту проблем природних монополій РФ (2013), на 1000 км залізничної інфраструктури Італія щорічно вкладає 268 млн євро держінвестицій, перебуваючи за цим показником на першому місці в Європі.

### США

Єдина лінія, що нагадує ВСМ, пов'язує Вашингтон і Бостон через Філадельфію і Нью-Йорк. Американський пасажирський високошвидкісний поїзд експлуатується компанією Amtrak під брендом Acela. Його максимальна швидкість становить 240 км/год (150 миль/год), хоча середня швидкість вдвічі нижче. Цей експрес є єдиним високошвидкісним поїздом на американському континенті. При цьому Acela експлуатується на звичайних (але реконструйованих) лініях, в зв'язку з чим поїзд обладнаний пристроями для нахилу кузова - це дозволяє краще вписуватися на високій швидкості в криві малого радіуса. У 2021-2022 роках планується повна заміна рухомого складу на 28 поїздів Avelia Liberty (англ.) Рос. виробництва Alstom і переобладнання окремих ділянок залізничної мережі, що дозволить збільшити максимальну швидкість до 160 миль на годину (257 км/год), а за умови подальшої модернізації мережі - до 186 миль на годину (299 км/год).

Високошвидкісна магістраль Каліфорнії (англ.) Рос. (CAHSR) планується до відкриття в 2029 році; перша ділянка з'єднає міста Мерсед на півночі і Бейкерсфілд на півдні. Надалі планується продовжити магістраль до Лос-Анджелеса і Анахайма на півдні і Сан-Франциско на півночі (фаза 1), потім до Сан-Дієго на півдні і Сакраменто на півночі (фаза 2). Планована максимальна швидкість - 220 миль на годину (354 км/год), довжина першої ділянки 171 миля (275 км), загальна довжина ділянок фази 1 - 520 миль (840 км), фази 2 - 800 миль (1300 км).

### Китай

Швидкісні та високошвидкісні залізниці Китаю - всі види комерційного залізничного транспорту Китаю, середня швидкість руху якого становить 200

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

км/год або вище. За цим показником Китай володіє найбільшою в світі мережею швидкісних і високошвидкісних залізниць, що перевищує такі у всіх інших країнах світу, разом узятих.

Швидкісні та високошвидкісні дороги Китаю включають: модернізовані звичайні залізничні лінії, нові лінії, побудовані спеціально для руху високошвидкісних поїздів, а також перші в світі комерційні лінії для руху поїздів на магнітній подушці - Шанхайський маглев, що розвиває швидкість понад 430 км/год.

До кінця 2014 року загальна протяжність ВСМ в КНР становила понад 16000 км (9900 миль), включаючи ділянки (довжиною 7268 км) з максимальною швидкістю руху поїздів 350 км/год і очікувалося, що за підтримки держави і завдяки спеціальним заходам стимулювання до кінця 12- го п'ятирічного плану в 2020 році сумарна протяжність швидкісної залізничної мережі досягне 18000 км. Фактично до кінця 2020 року протяжність мережі склала 38000 км. Планується, що до 2035 року протяжність мережі повинна досягти 70000 км.

У технологічному плані організація високошвидкісного залізничного сполучення відбувається за рахунок угод з передачі технологій від зарекомендували себе зарубіжних виробників таких як Бомбард'є, Алстом, і Кавасакі. Переймаючи зарубіжні технології, Китай прагне на основі їх зробити власні розробки. Прикладом є розробка поїздів серії CRH-380A, на якому встановлений рекорд, для високошвидкісних доріг Китаю, близько 500 км/год, вироблених в Китаї і розвивають швидкість понад 350 км / год і з 2010 р знаходяться в регулярній експлуатації. Також повідомляється, що новий поїзд Пекін - Шанхай буде розроблений китайською компанією Шагун Рейл Віклз.

Передбачається, що високошвидкісне залізничне сполучення вийде за межі Китаю. Плануються ВСМ «Євразія» Пекін - Москва (протяжністю 7000 км з орієнтовним часом в дорозі 32 години, будівництво якої очікується до 2030 року) через Казахстан в центральну частину Росії і далі в Європу, ВСМ в Монголію і потім в сибірську частину Росії, ВСМ в Киргизію і Узбекистан і далі до Ірану, Туреччини та Європи.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Тайвань

Тайванська високошвидкісна залізниця(THSR) - високошвидкісна залізнична система, прокладена вздовж західного узбережжя Тайваню. Її довжина зараз становить 335,5 км, побудований ділянку з'єднує Тайбей і Гаосюн. Дорога відкрилася для регулярного пасажирського руху 5 січня 2007 року.

THSR використовує технологію японської високошвидкісної мережі Сінкансен. Склад Taiwan High Speed 700T був проведений консорціумом японських компаній на чолі з Кавасакі. Загальна вартість проєкту оцінюється в 18 мільярдів американських доларів і є однією з найдорожчих транспортних систем в світі, з числа побудованих за рахунок приватного фінансування. Швидкість поїздів досягає 300 км / ч, загальний час шляху з Тайбея в Гаосюн займає 90 хвилин (у порівнянні з 4,5 годинами для звичайного експреса). Для тих поїздів THSR, які зупиняються на всіх станціях, повний час у дорозі складає дві години. В даний час генеральним менеджером корпорації Taiwan High Speed Rail Corp. є Оу Цзіньде, головою ради директорів - Нита Ін Ци.

## Росія

Міжнародний союз залізниць визначає високошвидкісні залізниці, як залізничні траси, що забезпечують рух швидкісних поїздів зі швидкістю не менше 200 км / год для звичайних модернізованих залізничних трас і 250 км/год або швидше для спеціально побудованих під високі швидкості трас. За стандартами міжнародного союзу залізниць зараз в Росії немає спеціально побудованих під високі швидкості високошвидкісних залізничних магістралей (зі швидкістю понад 250 км/год), йде проєктування першої ВСМ Москва - Санкт-Петербург через Великий Новгород з орієнтовним початком руху в 2028 році і часом в дорозі 2 год 15 хв (за оприлюдненими в грудні 2020 ж року даними відповідального за ВСМ заступника гендиректора - головного інженера РЖД Сергія А. Кобзева). Однак за стандартами міжнародного союзу залізниць Жовтнева залізниця, що з'єднує Москву з Санкт-Петербургом (650 км), є першою модернізованою високошвидкісного залізничною магістраллю в Росії (зі швидкістю понад 200 км / год). Більшу частину шляху Москва - Санкт-Петербург

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

поїзди прямують з максимальною швидкістю 200 км/год; на ділянці Окуловка - Мстінській міст - до 250 км/год, мінімальний час у дорозі між двома столицями становить 3 год 30 хв. Розглядається також питання про проектування другої ВСМ Москва - Казань. У січні 2019 року був схвалено будівництво першої ділянки магістралі від Залізничного Московської області до Гороховца у Володимирській; проте потім проєкт був відкладений через нерентабельність і недостатнього пасажиропотоку.

### Польща

На даний момент в Польщі є одна високошвидкісна залізнична лінія (лінія №4 [en]), відкрита ще 23 грудня 1977 року і вважається першою високошвидкісної залізничної лінією побудованої в Європі. Геометрія лінії, залізничні колії та стрілочні переводи були побудовані під швидкості в 250 км/год, але через технічні проблем, поїзди можуть розвивати швидкість в 200 км/год, тільки на двох ділянках лінії (на 143 км з 224 км лінії). На 2023 рік намічено закінчення модернізації лінії під спочатку розраховану швидкість в 250 км/год. 13 грудня 2020 роки після модернізації була підвищена швидкість до 200 км/год на частини лінії №9. Дістатися з Варшави до Гданська можна за 2 години 32 хвилини, в Гдині - 2 години 59 хвилин, Краків - 2 години 28 хвилин, Катовіце - 2 години 34 хвилини.

### Марокко

Існують плани по створенню високошвидкісних залізничних магістралей в Марокко з максимальною можливою швидкістю руху в 320 км / ч. Буде побудовано лінії протяжністю 1500 км: від Агадира до Танжера, і з Касабланки на Атлантичному узбережжі до міста Уджда на алжирському кордоні. Першу лінію зв'язує Танжер з Касабланкою (через Рабат) планується відкрити на початку 2018 рік (вона стане першою на Африканському континенті). Будівництво високошвидкісних ліній може бути закінчено в 2030 році, вартість будівництва оцінюється в \$ 3,37 млрд. 15 листопада 2018 року ВСМ протяжністю 186 км з'єднала Танжер і Кенітра, експлуатаційна швидкість 320 км/год. Існуюча лінія від Кенітра до Рабату і Касабланки довжиною 137 км

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реконструйована для руху зі швидкістю 160 км/год, на ній для збільшення пропускної здатності прокладений третій шлях. Максимальна швидкість ділянки зросла до 220 км/год. Час у дорозі між Танжером і Касабланкою скоротилося більш ніж удвічі: з 4 годин 45 хвилин до 2 годин 10 хвилин. У 2020 році передбачається продовжити ВСМ до Касабланки для скорочення часу в дорозі з Танжера до 1 години 30 хвилин. Вартість ВСМ в Марокко склала близько 2,12 млрд євро.

### Узбекистан

Високошвидкісна залізниця Ташкент-Самарканд, що має довжину в 344 кілометра, що з'єднує два найбільших міста Узбекистану Ташкент і Самарканд. Дорога проходить через 4 області: Ташкентську, Сирдар'їнський, Джізакської і Самаркандську. Лінію обслуговує поїзд «Afrosiyob», що курсує щодня зі швидкістю  $\approx 250$  км/год і долає відстань до Самарканда за дві години.

Узбекистан реалізував проєкт по запуску нової швидкісної залізниці вартістю 520 млн доларів в 2016 році. Даний проєкт з будівництва швидкісної магістралі Самарканд - Бухара - Карші був здійснений за рахунок кредитів Азіатського банку розвитку, японського агентства міжнародного співробітництва (JICA) та власних коштів компанії. Загальна вартість проєкту становить 961,5 млн доларів. В даний час експлуатаційна довжина ВСМ становить понад 740 км.

## 1.3 Передумови створення високошвидкісних магістралей в Україні

Сучасні тенденції на ринку транспортних пасажирських перевезень диктують скорочення часу пасажира в дорозі. Тому впровадження ВШМ в Україні вкрай потрібне, оскільки це насущна необхідність сьогодення.

Для приведення об'єктів інфраструктури у відповідність з європейськими стандартами необхідно виконати цілий комплекс робіт і заходів.

Влітку 2012 року Україна спільно з Польщею прийняла 14-й Чемпіонат Європи по футболу (UEFA Euro 2012, УЕФА Євро 2012). У рамках підготовки до Євро 2012 Україна провела масштабне перевлаштування інфраструктури

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

великих міст пов'язаних з підготовкою до чемпіонату.

У 2012 році почалася активне виконання Державної цільової програми впровадження на залізницях України швидкісного руху поїздів. В цей час було впроваджено швидкісний рух на окремих ділянках, на окремих напрямках між містами учасниками ЄВРО 2012. Для цього було куплено 10 електропоїздів південнокорейського виробництва "Hyundai Rotem" категорії "Интерсити+" із швидкістю 160 км/годину і електропоїзди категорії "Интерсити" виробництва компанії "Skoda". Були проведені значні роботи з підготовки залізничної інфраструктури ділянок руху швидкісних поїздів :

у 2011 році модернізовано 346,5 км колії, електрифіковано ділянки Фастів-Житомир (101км), Полтава-Кременчук-Брути (95км); у 2012 році проведено модернізацію 20,2 км шляху на напрямку Київ-Львів та 6,9 км – на напрямку Київ-Донецьк, реконструкцію вокзалу станції Донецьк, завершено електрифікацію ділянки Полтава – Красноград – Лозова (176 км), збудовано сучасний високотехнологічний центр по обслуговування швидкісних міжрегіональних електропоїздів у Харкові та Києві (станція Дарниця), закуплено 10 міжрегіональних двосистемних електропоїздів виробництва Hyundai Rotem у дев'ятивагонній комплектації та 2 електропоїзди виробництва компанії «Skoda».

Незважаючи на вжиті заходи щодо оновлення ВСП, земляного полотна та рухомого складу, максимально допустима швидкість руху пасажирських поїздів залишається невисокою – до 160 км/год. Час у дорозі між Києвом та Харковом – 4 години 35 хв., між Києвом (ст. Дарниця) та Львовом – 5 годин, між Києвом та Одесою – 7 годин 13 хвилин (див. таблицю 1.2).

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 1.2 - Аналіз існуючих маршрутів руху поїздів "Інтерсіті+"

Напрямок руху	Час відправлення	Тривалість в дорозі, год	Основні показники	
	Час прибуття		Протяжність, км	Середня швидкість, км/год
Київ - Харків	6:48	4:35	493	107
	11:23			
Київ - Львів	6:45	5:15	586	117
	12:00			
Київ - Одеса	16:36	7:13	669	97
	23:49			
Київ - Дніпро	7:08	6:09	532	95
	13:17			

Чемпіонат дав перший великий поштовх розвитку економіки, який видимий неозброєним поглядом. Але ці досягнення незрівнянні з сучасним розвитком країн.

Проаналізувавши можливі варіанти розвитку ВШМ, для України є оптимальним варіантом поетапного підвищення швидкості:

- 1) з 160 – 200 км/рік;
- 2) з 200 – 250 км/рік;
- 3) з 250 - 350 км/год на окремих відокремлених ділянках.

Згідно зі світовим досвідом, будівництво ВШМ необхідно вводити поетапно, за безпосередньої підтримки у фінансуванні Держави, інвестиційних та консеціонних компаній. При реалізації високошвидкісного руху необхідно зв'язати основні густонаселені райони країни з великими містами європейських країн.

Першим етапом організації високошвидкісного залізничного руху в Україні необхідно здійснити напрям "Україна - Європа". Це одне з перспективних напрямів організації високошвидкісного пасажирського руху.

Запуск ділянки забезпечить скорочення часу проходження між європейськими містами. Між Львовом та Вроцлавом у 3 рази на першому етапі підвищення швидкості, та у 4 рази на другому етапі підвищення швидкості

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

проходження поїздів. Між Львовом та Будапештом, Львовом та Братиславою у 4 рази та у 5 разів відповідно. Напрямок "Україна - Європа", сприятиме підвищенню зв'язності територій України з Європейськими державами, підвищенню мобільності населення. Реалізація цього напрямку дозволить Україні інтегруватися в єдину високошвидкісну мережу Європи.

#### 1.4 Європейські вимоги до сумісництва інфраструктури залізниць

##### Технічні специфікації для взаємодії

##### Стаття 5

1. Кожна з підсистем має бути охоплена TSI. У випадку підсистем, що стосуються навколишнього середовища, експлуатації або користувачів, TSI будуть складатися тільки в тій мірі, якою це необхідно для забезпечення взаємодії транс'європейської високошвидкісної залізничної системи в галузях інфраструктури, енергетики, управління та командування, сигналізації та рухомого складу.

2. Підсистеми повинні відповідати TSI; ця відповідність повинна постійно підтримуватись під час використання кожної підсистеми.

3. Наскільки це необхідно для забезпечення функціональної сумісності транс'європейської системи високошвидкісних залізниць, TSI повинні:

- (а) визначити основні вимоги до підсистем та їх інтерфейсів;
- (б) встановити основні параметри, описані в Додатку II (3), необхідні для виконання основних вимог;
- (с) встановити умови, які повинні дотримуватись для досягнення зазначених характеристик для кожної з наступних категорій ліній:
  - лінії, спеціально побудовані для високої швидкості;
  - лінії, спеціально модернізовані для високої швидкості;
  - лінії, спеціально модернізовані для забезпечення високої швидкості руху, які мають особливості внаслідок топографічних, рельєфних чи містобудівних обмежень;

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(d) встановити можливі імплементаційні положення у певних конкретних випадках;

(e) визначати компоненти функціональної сумісності та інтерфейси, які повинні відповідати європейським специфікаціям, включаючи європейські стандарти, необхідні для досягнення функціональної сумісності в рамках транс'європейської високошвидкісної залізничної системи при дотриманні основних вимог;

(f) вказати у кожному розглянутому випадку, який із модулів, визначених у Рішенні 93/465/ЕЕС, або, при необхідності, які конкретні процедури повинні використовуватися для оцінки відповідності чи придатності для використання функціональної сумісності. складових та перевірка підсистем ЕС.

4. TSI не повинен перешкоджати прийняттю державами-членами рішень щодо використання нової або модернізованої інфраструктури для руху інших поїздів.

5. Дотримання всіх TSI дозволить створити сумісну транс'європейську високошвидкісну залізничну систему, яка збереже, при необхідності, сумісність існуючої залізничної мережі кожної держави-члена.

## 1.5 Поздовжній профіль і план високошвидкісної магістралі

### 1.5.1.План колії

При проєктуванні плану безпека та комфортабельність, надійна взаємодія рейкового шляху та рухомого складу забезпечуються під час виконання вимог СНиП 32-01-95, а частини розглянутих нижче питань – вимог цього розділу.

#### План колії на перегонах.

План шляху на перегонах проєктують з урахуванням топографічних, ситуаційних та інших умов залежно від швидкості руху поїздів по ділянці за обов'язкового забезпечення наступних вимог:

- непогашене поперечне прискорення на буксі за максимальної

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкості руху за умовами комфортабельності проїзду для пасажирів, плавності руху та допустимого динамічного впливу на шлях не повинно перевищувати:

для високошвидкісних пасажирських поїздів:

- плюс 0,4 м/с<sup>2</sup> – при швидкості 400 км/год;
- плюс 0,5 м/с<sup>2</sup> – при швидкості 350 км/год;
- плюс 0,6 м/с<sup>2</sup> – при швидкості 300 км/год;
- плюс 0,7 м/с<sup>2</sup> - при швидкості 250 км/год і менше (проміжних рівнів

швидкості нормативні значення непогашеного поперечного прискорення визначаються шляхом інтерполяції);

для швидкісних пасажирських поїздів:

- плюс 0,7 м/с<sup>2</sup>;

для вантажних контейнерних поїздів:

- мінус 0,3 м/с<sup>2</sup> (у важких умовах: мінус 0,4 м/с<sup>2</sup>).
- підвищення зовнішньої рейки в кривій не повинно перевищувати 150 мм.

Розрахункове його значення визначається у взаємозв'язку з рівнем швидкості руху поїздів та величиною радіуса кругової кривої виходячи з умов забезпечення вимог, зазначених у цьому пункті 1.5.1

Рівень швидкості руху поїздів визначається з урахуванням можливих обмежень за результатами тягових розрахунків та перевіряється на відповідність цим вимогам. При необхідності відповідність цим вимогам досягається зміною піднесення зовнішньої рейки, радіуса кругової кривої або рівня максимальної швидкості руху поїзда на даній ділянці магістралі.

1.5.1.1 Кругові криві протягом усього повинні мати постійне значення радіуса. Мінімальна довжина кругової кривої має бути менше 200 м при швидкостях руху пасажирських поїздів до 350 км/год і щонайменше 250 м - при швидкостях руху 351 – 400 км/год.

1.5.1.2 Довжину перехідної кривої визначають виходячи із забезпечення таких вимог:

- а) допустиме значення вертикальної складової швидкості

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підйому колеса з підвищення зовнішньої рейки має перевищувати 28 мм/с;

б) допустимі значення крутизни відведення піднесення зовнішньої рейки не повинні перевищувати величин, відповідних допустимому значенню вертикальної складової швидкості підйому колеса в межах відведення піднесення зовнішньої рейки та реалізованої на даній ділянці максимальної швидкості руху поїздів;

в) допускається у межах перехідної кривої швидкість наростання непогашеного поперечного прискорення має перевищувати 0,4 м/с<sup>3</sup>.

Зі значень довжини перехідної кривої, встановлених відповідно з перерахованими вимогами, як остаточне значення приймають найбільшу довжину перехідної кривої.

1.5.1.3 Довжина прямої вставки між початковими точками сусідніх перехідних кривих має бути не менше 400 м; у важких умовах при техніко-економічному обґрунтуванні довжину прямої вставки допускається зменшити до 300 м.

#### 1.5.1.4 План колії на роздільних пунктах.

План лінії головних шляхів на окремих пунктах слідую проектувати за нормами п.1.5.1 цього розділу.

Головні та приймально-відправні колії в межах пасажирських платформ слід розташовувати на прямій ділянці шляху у плані. При відповідному обґрунтуванні допускається розташування пасажирських платформ на кривих, які відповідають вимогам п. 1.5.1.

1.5.1.5 Проектування інших станційних шляхів здійснюється з використанням чинних нормативних документів.

1.5.1.6 Розташування тунелів у плані має задовольняти вимогам до відкритих ділянок траси ВШМ

#### Поздовжній профіль колії

1.5.2 При проектуванні поздовжнього профілю безпека, комфортабельність, надійна взаємодія колії та рухомого складу забезпечуються за дотримання вимог СНіП 32-01-95, СНіП 2.06.04-82\*, СП 122.13330.2012, СП 33-101-03, а в частині

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розглянутих нижче питань, вимог цього розділу.

#### Поздовжній профіль колії на перегонах

1.5.2.1 Величина найбільшого ухилу поздовжнього профілю головних шляхів не повинна перевищувати 24 ‰.

1.5.2.2 Прямолінійні елементи поздовжнього профілю слідують сполучати вертикальною кривою.

Радіус вертикальної кривої визначають з урахуванням обмеження найбільшої величини вертикального прискорення при дотриманні поїздів по цій кривій (для забезпечення пасажирам комфортних умов поїздки та плавності руху поїздів), яке приймають:

- для пасажирських поїздів на опуклих переломах профілю – не понад 0,3 м/с<sup>2</sup>;
- для пасажирських поїздів на увігнутих переломах профілю – трохи більше 0,4 м/с<sup>2</sup>.

1.5.2.3 Відстань між кінцевою та початковою точками сусідніх вертикальних кривих, тобто. довжина ділянки колії з постійним ухилом поздовжнього профілю повинна бути не менше 300 метрів.

У важких умовах довжина ділянки колії з постійним ухилом поздовжнього профілю, розташованого між суміжними вертикальними кривими, може бути зменшена до 200 м, за умови, що на цій ділянці поїзда йдуть у режимі тяги або холостого ходу.

1.5.2.4 Вертикальні криві слід розміщувати:

- поза перехідними кривими в плані;
- поза пролітними будовами мостів довжиною понад 50 м;
- поза стрілочними переказами.

1.5.2.5 У виїмках довжиною понад 400 м поздовжній профіль колії допускається проєктувати одним і більше елементами профілю напрямки ухилів яких повинні забезпечувати безперебійне відведення поверхневих вод у сторони початку та кінця виїмки. Величина ухилів поздовжнього профілю у виїмках має

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути не менше 3 ‰.

1.5.2.6 На підходах до мостів та труб, а також при розташуванні траси ВСМ вздовж берегів річок і водойм, брівка основного майданчика земляного полотна має височіти над найвищим рівнем води ймовірності перевищення 0,33% з урахуванням підпору, вітрового нагону, нахату хвилі на укис насипу та льодових явищ - не менше ніж на 0,9 м. Верхня відмітка незатоплюваних регуляційних споруд та берм повинна підніматися над зазначеним найвищим рівнем води не менше ніж на 0,25 м.

1.5.2.7 Бровка основного майданчика земляного полотна на снігозаносних ділянках має височіти над розрахунковим рівнем снігового покриву, ймовірності перевищення один раз на 50 років не менше ніж на 1,0 метра.

1.5.2.8 У районах розвитку активного карсту слід уникати проектувати поздовжній профіль шляху у вигляді виїмок.

#### Поздовжній профіль колії на роздільних пунктах

1.5.3 На роздільних пунктах профіль головних шляхів має відповідати нормам, встановленим для основних шляхів на перегонах.

1.5.3.1 Головні та приймально-відправних коліях в межах пасажирських платформ слід розташовувати на майданчику в поздовжньому профілі. При відповідному обґрунтуванні допускається розташування ділянок пасажирських платформ на вертикальних кривих, що відповідають вимогам п. 1.5.2.2.

Профіль станційних колій, де можлива стоянка спеціальних контейнерних та господарських поїздів з відчіпкою локомотивів, проектується відповідно до чинних нормативних документів.

1.5.3.2 Для станційних колій, крім головних, приймально-відправних та сполучних, за якими здійснюватиметься пропуск високошвидкісного рухомого складу допускається застосовувати радіус вертикальної кривої не менше 900 метрів.

#### Ухил поздовжнього профілю в тунелях

1.5.3.4 Ухил поздовжнього профілю на підйом у тунелях повинен відповідати вимогам п. 1.5.9 та не перевищувати величини, що дозволяє реалізувати

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкість 350 км/год на всьому протязі тунелю.

## 1.6 Верхня будова колії

### 1.6.1 Загальні вимоги

Конструкцію підрейкової основи слід вибирати залежно від максимальних швидкостей руху дільницею. Для головних шляхів ВСМ із максимальною швидкістю руху високошвидкісних поїздів понад 200 км/год слід передбачати безбаласну конструкцію. При відповідному обґрунтуванні допускається застосування баластної конструкції колії. Між безбаластною та баластовою конструкцією колії мають бути передбачені перехідні ділянки.

1.6.1.1 Конструкцію верхньої будови колії визначають виходячи з конкретних інженерно-геологічних умов будівництва, економічних та технічних розрахунків. Протягом ВШМ можуть застосовуватись різні конструкції колії. Довжина ділянки конструкції одного типу визначається проектом. Вибір конструкції шляху здійснюють з мінімізації вартості життєвого циклу при безумовному забезпеченні надійної експлуатації із заданими навантаженнями та швидкостями руху поїздів.

1.6.1.2 Продукція, що застосовується в конструкціях верхньої будови колії ВШМ підлягає сертифікації або декларуванню відповідності на підставі власних доказів та доказів, отриманих за участю органу з сертифікації та (або) акредитованої випробувальної лабораторії (центру) відповідно до Додатків № 3 та 4 безпеки високошвидкісного залізничного транспорту» [87] або документів, що його замінюють.

1.6.1.3 Конструкція верхньої будови колії повинна враховувати вимоги до мінімізації вібрації та шуму.

1.6.1.4 Конструкція верхньої будови колії має забезпечувати вимоги щодо високої точності її укладання та подальшої експлуатації.

Вимоги до елементів конструкції верхньої будови колії

1.6.1.5 На всій протяжності ВШМ (у тому числі на штучних спорудах)

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

укладають безстиковий шлях.

Рейкові батоги безстикового шляху повинні бути закріплені при оптимальній температурі  $35 \pm 5^\circ\text{C}$ . Оптимальна температура закріплення має бути перевірена за умовами міцності та стійкості.

Конструкції та елементи верхньої будови колії (стрілочні переводи, зрівнювальні стики, зрівнювальні прилади та інші) на головних коліях ВШМ та інших коліях, де здійснюється експлуатація високошвидкісного рухомого складу зі швидкостями руху більше 200 км/год повинні бути зварені в рейкові батоги безстикового шляху. Довжина рейкових батогів, положення зварювальних стиків, зрівнювальних стиків, зрівнювальних приладів і т.д. визначається індивідуальним проєктом.

Температурні переміщення кінців рейкових батогів, що примикають до стрілочних переводів, не повинні викликати переміщень елементів 30 стрілочних переводів. Для компенсації температурних переміщень у місцях примикання до стрілочного переведення безстикових рейкових батогів повинні зварюватися зрівняльні стики. Кількість та схеми розташування зрівняльних стиків для захисту горловин станцій, груп стрілочних переводів та окремо розташованих стрілочних переводів визначають з урахуванням фактичного розташування стрілочних переводів у межах станції.

1.6.1.6 На головних коліях ВШМ слід укласти рейкові батоги, зварені з нових рейок завдовжки 100 м без болтових отворів із погонною масою не менше 60 кг/п.м.

Рейки повинні відповідати таким вимогам ГОСТ Р 51685-2013:

- за призначенням – маркою ПС;
- за термічним зміцненням – маркою ДП або ВІД;
- за якістю поверхні – нормою Е;
- за прямолінійністю - класу А.

Рейки, що укладаються в головні колійні лінії ВШМ, і рейкові пліті повинні задовольняти умовам зварюваності.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система контролю цілісності рейкових батоїв повинна забезпечувати виведення результатів контролю на пульт управління руху поїздів. З метою забезпечення роботи системи контролю цілісності рейкових батоїв системами сигналізації, централізації та блокування має бути передбачено використання рейкових батоїв.

1.6.1.7 Конструкція безбаластної верхньої будови колії (БВБК) в загальному випадку складається з рейкових батоїв, пружних проміжних рейкових скріплень, підрейкових опор, несучої основи з плит або монолітного бетону, гідравлічно пов'язаного несучого шару.

Рішення про застосування конкретного конструктивного типу БВБК приймають виходячи з техніко-економічного обґрунтування з урахуванням оптимізації вартості життєвого циклу конструкції.

Усі елементи БВБК повинні забезпечувати свої експлуатаційні параметри у діапазоні температур від мінус 48 до плюс 67 °С.

Пружні елементи БВБК повинні мати розрахункову жорсткість.

Рекомендується застосовувати пружні елементи, що мають оборотне збільшення жорсткості за низьких температур не більше 2 разів.

Для забезпечення довговічності елементів БВБК модуль пружності колії не повинен перевищувати значення для конструкції на баласті.

Конструкція БВСП на штучних спорудах (на мостах, тунелях тощо) має передбачати встановлення охоронних пристроїв.

Виробником БВБК мають бути розроблені та узгоджені встановленим порядком технічні умови на проектування, будівництво та експлуатацію безбаластної конструкції колії.

1.6.1.8 Проміжні рейкові скріплення БВБК повинні забезпечувати: стабільність положення рейкової колії, притискання рейки до основи із зусиллям не менше 20 кН, опір поздовжньому зсуву рейки у вузлі скріплення не менше 14 кН.

При безбаласній конструкції колії повинні застосовуватися пружні скріплення, що дозволяють проводити регулювання за висотою до 10 мм, у плані

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

до  $\pm 4$  мм.

На підходах до штучних споруд повинні застосовуватись спеціальні скріплення, що дозволяють проводити регулювання положення рейок за висотою у більших розмірах – до мінус 4 мм і плюс 56 мм.

Проміжні рейкові скріплення повинні мати пружні клеми. У вузлах скріплень необхідна жорсткість забезпечується за рахунок застосування пружних елементів. Пружні властивості цих елементів мають бути стабільними. Динамічна жорсткість не повинна змінюватися більш ніж на 50%, статична не більше ніж на 20% за зміни температури від плюс 20°C до мінус 48°C.

На штучних спорудах та на ділянках з необхідністю віброгасіння можуть застосовуватися додаткові пружні елементи між підрейковою опорою та її основою.

На стрілочних переводах необхідно забезпечити рівномірний прогин рейок та конструктивних елементів переведення під поїздним навантаженням.

Епюра шпал (або інших підрейкових опор) для БВБК незалежно від плану повинна бути не менше ніж 1660 шт./км.

Електричний опір вузла скріплення має бути понад 10 кОм.

1.6.1.9 Несуча конструкція БВБК може складатися з плит або монолітний бетон. Поперечний переріз та матеріал несучої конструкції визначають розрахунком.

Для пристрою несучої конструкції застосовується бетон класом не нижче 40. Зміст арматури в поперечному перерізі несучої конструкції повинен бути більше 0,9%.

При укладанні шляху відхилення по ширині колії не повинно перевищувати  $\pm 0,5$  мм. Відхилення по висоті у вузлах скріплення не повинні перевищувати 0,5 мм.

1.6.1.10 Як матеріал гідравлічно пов'язаного несучого шару застосовують цементно-піщану, бетонну або асфальтобетонну суміш. Товщину та матеріал шару визначають розрахунком.

Ступінь ущільнення укріпленого шару має бути не менше 98% (щільність за

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методом Проктора).

Укладання шару повинне проводитися тільки після закінчення процесу ущільнення земляного полотна по всьому перерізу. Просадка земляного полотна не допускається.

1.6.1.11 У місцях сполучення безбаластної верхньої будови колії та колії на баласті слід передбачати спеціальну конструкцію шляху із плавною зміною жорсткості (ділянка змінної жорсткості, далі – ДЗЖ).

Ділянки переходів слід виконувати автономно, не включаючи в потокові роботи зі спорудження шляху.

1.6.1.12 Конструкція верхньої будови колії на баласті складається з рейкових батогів, пружних проміжних рейкових скріплень, шпал та баластного шару.

Область застосування конструкції верхньої будови колії на баласті визначається проектом з урахуванням забезпечення надійної експлуатації із встановленими швидкостями руху та осьовими навантаженнями рухомого складу на ділянці проектування за умови оптимізації вартості життєвого циклу конструкції.

Конструкція верхньої будови колії на баласті застосовується, як правило, на ділянках з максимальними швидкостями руху поїздів 200 км/год і менше або на мостах при будь-яких швидкостях руху.

1.6.1.13 Проміжні рейкові скріплення конструкції колії на баласті повинні забезпечувати стабільність положення рейкової колії.

Проміжні рейкові скріплення повинні забезпечувати опір поздовжньому зсуву рейки у вузлі скріплення не менше 14 кН, за винятком скріплень, які повинні забезпечувати вільне ковзання рейок щодо опор у конструкції колії (у маякових шпалах, зрівняльних приладах та на штучних спорудах у місцях, де передбачено таку умову).

Проміжні рейкові скріплення повинні забезпечувати опір бічним силам не менше 50 кН.

Проміжні рейкові скріплення повинні мати пружні елементи, що забезпечують необхідну твердість шляху. Пружні властивості цих елементів

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні бути стабільними у діапазоні зміни розрахункових температур рейок від мінус 48°C до плюс 67°C протягом нормативного ресурсу експлуатації.

Конструкція скріплень має забезпечити зниження резонансних коливань у залізобетонній основі шпал.

Пружні проміжні скріплення повинні забезпечувати стабільність положення рейкової колії, можливість регулювання положення рейки за висотою до  $\pm 10$  мм і до  $\pm 4$  мм на один вузол скріплення по ширині.

1.6.1.14 На Ділянках ВШМ на баласті повинні укладатися залізобетонні шпали.

Кількість шпал на 1 км (епюра шпал) на головних коліях ВШМ приймається 1840 шт./км у прямих та кривих ділянках колії.

1.6.16 Матеріал баластного шару, що застосовується на головних шляхах ВШМ, повинен відповідати категорії I за ГОСТ Р 54748-2011.

Як матеріал баластового шару, що застосовується на коліях ВШМ, де швидкість руху поїздів не перевищує 200 км/год, допускається використання щебеню категорії II за ГОСТ Р 54748-2011.

Модуль деформації баластної призми на рівні підшви шпал, що визначається відповідно до ГОСТ 20276-2012, повинен бути не нижче 180 МПа.

Товщина шару баласту на головних шляхах під підшвою шпал підрейковому перерізі на прямих і в кінці шпал з боку внутрішньої рейки в кривих повинна бути не менше 30 см. З боку зовнішньої рейки товщина баластового шару повинна розраховуватися з урахуванням величини піднесення.

Поверхня баластової призми повинна бути нижчою за підшву рейки не менше, ніж на 30 мм.

Ширина плеча баластної призми, незалежно від плану лінії, повинна бути не менше 50 см. Крутизна укосів баластної призми не крутіша за 1:1,75.

Міжколія при відстані між осями сусідніх колій до 6500 мм заповнюється баластом тих же характеристик, що і для баластування колії.

Щебінь на плечах баластової призми з польової сторони і міжколія, а також у шпальних ящиках повинен бути ущільнений.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6.1.15 Для запобігання аеродинамічного підйому щебінь при проході високошвидкісного поїзда зі швидкістю понад 200 км/год поверхня баласту повинна бути закріплена, наприклад, полімерним в'язким матеріалом.

#### Вимоги до конструкції стрілочних переводів

1.6.2 Технічні характеристики та конструкції застосовуваних видів стрілочної продукції (стрілочних переводів, з'їздів, зрівнювальних стиків та зрівнювальних приладів) повинні забезпечувати безпечний та безперебійний рух поїздів залежно від встановлених швидкостей руху поїздів.

1.6.2.1 Стрілочні переводи та окремі елементи їхньої конструкції (продукція), підлягають сертифікації або декларуванню відповідності на підставі власних доказів та доказів, отриманих за участю органу з сертифікації та (або) акредитованої випробувальної лабораторії (центру) відповідно до додатків 3 та 4 технічного регламенту ТЗ «Про безпеку високошвидкісного залізничного транспорту» [87] або документів, що його замінюють.

1.6.2.2 Стрілочні переводи, що експлуатуються головними шляхами:

- диспетчерські з'їзди (як у межах станцій, обгінних пунктів, так і в диспетчерських пунктах) – з'їзди єдиної конструкції зі спеціальних стрілочних переводів, що забезпечують швидкість руху за прямим напрямом 400 км/год, по бічному – не менше 220 км/год;
- при дорозі поїздів ВШМ без відхилення на бічний напрямок – спеціальні стрілочні переводи, що забезпечують швидкість руху за прямим напрямом 400 км/год;
- при відхиленні поїздів ВШМ з головних на приймально-відправні колії до пасажирських платформ для посадки/висадки пасажирів та при відхиленні на сполучні колії з існуючими залізничними лініями – спеціальні стрілочні переводи, що забезпечують швидкість руху за прямим напрямом 400 км/год, з бокового – не менше 120 км/год;
- на ділянках зі швидкостями руху поїздів ВШМ до 200 км/год (кінцеві станції при заході поїздів ВШМ у великі міста) - не крутіше марки 1/11.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

1.6.2.3 Стрілочні переводи, що експлуатуються в приймально-відправних коліях:

- при відхиленні поїздів ВШМ на сусідній приймально-відправній колії до пасажирської платформи для посадки/висадки пасажирів – не крутіше за марку 1/18;
- при пропуску поїздів ВШМ тільки за прямим напрямом не крутіший за марку 1/11;
- примикання до приймально-відправних колій інших станційних колій - не крутіше марки 1/11;
- на іншому колійному розвитку - не крутіше марки 1/9.

1.6.2.4 На головних шляхах високошвидкісної лінії слід використовувати стрілочні переведення з безперервною поверхнею катання в хрестовині (далі - БПК).

1.6.2.5 Гарнітури переводних пристроїв стрілок та хрестовин з БПК стрілочних переводів повинні бути обладнані зовнішніми замкачами та системами контролю положення вістряків та сердечників хрестовин.

1.6.2.6 Конструкції стрілок та хрестовин з БПК повинні забезпечувати безвідмовну роботу стрілочного переводу без змащення робочих поверхонь, якими проводиться переміщення рухомих елементів стрілок і хрестовин з БПК.

1.6.2.7 Конструкції переводних механізмів та пристроїв, що забезпечують роботу стрілочного переводу, а також пристроїв, що контролюють умови безпеки руху поїздів по стрілочному переводу, повинні забезпечувати можливість проведення виправних робіт на стрілочному переводу машинізованим способом.

1.6.2.8 Стрілочні переводи, укладені в головних коліях та з'їзди головних колій, а також стрілки та хрестовини з БПК стрілочних переводів приймально-відправних колій за маршрутом прямування високошвидкісних поїздів, повинні бути обладнані системою обігріву, у тому числі елементів гарнітури електроприводів та зовнішніх замкачів. Система обігріву повинна

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

забезпечувати роботу стрілок та хрестовин у межах усього температурного діапазону зимового періоду.

1.6.2.9 Конструкція високошвидкісного стрілочного переводу повинна забезпечувати можливість встановлення ізолюючих стиків по бічному шляху за кореневою частиною вістряків.

1.6.2.10 Нахил поверхонь катання головок рейкових елементів стрілочного переводу повинен відповідати нахилу поверхонь катання рейок (подухилці) шляхів, що примикають.

1.6.2.11 Захрестовинні криві стрілочних переводів повинні мати радіус не менше мінімального радіусу перевідної кривої стрілочного переводу.

1.6.2.12 Розташування стрілочних переводів та з'їздів у межах вертикальних та горизонтальних кругових та перехідних кривих не допускається.

## 1.7 Вимоги до земляного полотна та штучних споруд

### 1.7.1 Загальні положення для земляного полотна

1.7.1.1 Земляне полотно ВШМ слід проєктувати під максимально допустиме вертикальне динамічне навантаження від колеса на рейку 160 кН (16,3 т), а також з урахуванням навантаження від застосовуваного типу верхньої будови колії.

1.7.1.2 Проєктування земляного полотна слід виконувати у поєднанні з конструкціями верхньої будови колії, штучних споруд та інженерних комунікацій.

1. 7.1.3 Земляне полотно має проєктуватися на основі результатів інженерно-геологічних, інженерно-геодезичних, інженерно-гідрометеорологічних та гідрологічних досліджень. За потреби у важких умовах додатково слід виконувати гідрогеологічні, інженерно-сейсмологічні та інші види досліджень, а також натурні визначення деформативних властивостей ґрунтів основи.

1. 7.1.4 Під час проєктування та будівництва необхідно забезпечити необхідний рівень надійності за міцністю, стійкістю та деформативністю

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

земляного полотна з урахуванням вібродинамічного впливу поїздів за мінімальних витрат, а також за максимального збереження цінних земель, найменшу шкоду природному середовищу.

1. 7.1.5 Ґрунти, що використовуються для земляного полотна, класифікуються в відповідно до ГОСТ 25100-2011 «Ґрунти. Класифікація».

1. 7.1.6 У проєкті спорудження ВСМ обов'язково має передбачатися пошарове ущільнення ґрунтів земляного полотна. Товщина шарів, що відсипаються, число проходів ущільнюючих машин по одному сліду, тривалість впливу робочих органів на ґрунт, та інші технологічні параметри, що забезпечують проєктну щільність ґрунта повинні визначатися дослідним шляхом.

1.7.1.7 При проєктуванні земляного полотна слід застосовувати стандартні (групові) рішення. Ці рішення розробляються проєктною організацією для найпоширеніших умов будівництва. Земляне полотно, що споруджується за стандартними (груповими) рішенням, що не вимагає індивідуального обґрунтування для кожного об'єкта.

Земляне полотно проєктується в індивідуальному порядку наступних випадках:

- насипи висотою понад 12 м, що відсипаються роздробленими скельними ґрунтами, великоуламковими ґрунтами, пісками, а також глинистими ґрунтами твердої та напівтвердої консистенції;
- насипи на заплавах річок, на ділянках перетину водойм та водотоків, а також на ділянках тимчасового підтоплення, на ділянках земляного полотна, розташованих уздовж водотоків, водойм та водосховищ;
- насипи на косогорах крутіше 1:5, складених скельними ґрунтами, на косогорах крутіше 1:3, складених нескальними ґрунтами, а також на косогорах крутістю від 1:5 до 1:3 при висоті низових укосів понад 12 м;
- насипи на слабких підставах, за винятком ділянок, де слабкі ґрунти залягають з поверхні землі та мають потужність до 4 м;
- насипи на слабких підставах на ділянках укладання безбаластного шляхи;

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- насипи в зоні сполучення зі штучними спорудами;
- земляне полотно, при спорудженні якого використовується гідромеханізація та вибухові способи виконання робіт;
- земляне полотно на ділянках виходу ключів у межах основи;
- виїмки при висоті укосів понад 12 м у будь-яких ґрунтах;
- виїмки в скельних ґрунтах у важких інженерно-геологічних умовах, у тому числі при заляганні пластів гірських порід з нахилом крутіше 1:3 у бік шляху;
- виїмки в глинистих ґрунтах з показником консистенції більше 0,5 або водоносні горизонти, що розкривають;
- виїмки глибиною понад 6 м у глинистих і пілуватих ґрунтах у районах надмірного зволоження;
- виїмки в ґрунтах, що різко знижують свої міцнісні та деформативні характеристики при впливі кліматичних факторів та динамічних впливах (глинисті ґрунти з вологістю на межі плинності більше 0,4);
- виїмки на ділянках залягання рівня ґрунтових вод вище підосви другого захисного шару;
- земляне полотно у місцях активних схилових процесів;
- земляне полотно на ділянках з розвитком карстових процесів;
- земляне полотно в місцях перетину його трубопроводами.

1.7.1.8 При проектуванні земляного полотна повинні бути розглянуті варіанти переходу колії з земляного полотна на естакади та тунелі. Рішення про перехід на естакади та тунелі має прийматися на основі техніко-економічного порівняння варіантів конструктивних рішень.

#### Конструкція земляного полотна

1. 7.1.9 Земляне полотно ВШМ, за винятком окремих пунктів, проектується під два шляхи.

1.7.1.10 Конструкція сполучення мостових переходів з насипами повинна забезпечувати плавний з'їзд та в'їзд поїзда на міст та унеможливлювати

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

утворення наднормативних місцевих просадок.

1.7.1.11 Конструкція земляного полотна головних шляхів станцій та диспетчерських постів має відповідати нормам, прийнятим для основних шляхів перегонів.

1.7.1.12 Під час проєктування ВШМ для забезпечення безпеки руху поїздів мають бути передбачені заходи щодо захисту земляного полотна та водовідвідних споруд від прогнозованих можливих несприятливих природних та техногенних процесів та явищ.

1.7.1.13 У межах перегонів та окремих пунктів слідую проєктувати пристрої для відведення від земляного полотна поверхневих та у необхідних випадках ґрунтових вод.

1.7.1.14 Земляне полотно, що зводиться в районах з розвитком карстових процесів, слід проєктувати переважно у вигляді насипів у комплексі з протидеформаційними заходами, у тому числі такими, що виключають активізацію карстових процесів.

1.7.1.15 На спорудження земляного полотна розробляється технологічний регламент, у складі якого має бути передбачено ведення моніторингу під час будівництва та подальшої експлуатації.

## 1.7.2 Штучні споруди

### Мостові переходи

#### 1.7.2.1 Габарити

Габарити наближення конструкцій споруд ВШМ мають відповідати габариту наближення будов С400. Габарити споруд для пропуску польових доріг та прогону худоби (міграції диких тварин) за відсутності спеціальних вимог слід приймати, м:

а) для польових доріг: висоту не менше 4.5, ширину – 6.0, але не менш ніж максимальна ширина, збільшена на 1.0 м, сільськогосподарських машин, рух яких можливий на дорозі;

б) для прогону худоби: висоту щонайменше 3.0, ширину щонайменше 8.0.

Габарити підмостових судноплавних прольотів на внутрішніх водних шляхах

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слід приймати відповідно до ГОСТ 26775-97.

На шляхопроводах через автомобільні дороги загального користування відстань від низу конструкцій до проїжджої частини має бути не менше 5,50 м. З обох боків споруди повинні влаштовуватись жорсткі габаритні ворота.

#### 1.7.2.2 Верхня будова колії на мостах

На мостах ВШМ укладається тільки безстиковий шлях, при цьому вибір схем і конструкцій мостів повинен визначатися мінімальними додатковими напругами в колії від температурних і силових впливів. Мостове полотно на штучних спорудах повинне відповідати конструкції верхньої будови колії на підходах на довжині 500 м від споруди в кожний бік і може влаштовуватись як на безбаласних залізобетонних плитах, так і на баласті.

Зазначається, що розміщення зрівнювальних приладів по довжині моста довжиною понад 55 м має визначатися розрахунком поздовжньої взаємодії елементів системи «міст-безстикова колія» на температурні та силові впливи. При цьому сили, що виникають від спільної роботи конструкцій моста та рейкових колій, повинні бути враховані при розрахунку пролітних будов, нерухомих опорних частин, опор, а також при визначенні зусиль у рейковій колії без стиків.

#### 1.7.2.3 Поєднання мостів з підходами

У зоні примикання підхідного насипу до мостів і труб слід звертати увагу на необхідність улаштування перехідних ділянок, що забезпечують поступове зростання жорсткості підходу до спорудження.

#### 1.7.2.4 Експлуатаційні облаштування

Для забезпечення безпечної експлуатації споруд, усі мости та путепроводи повинні мати двосторонні службові проходи шириною не менше 1 м, розташовані поза габаритом наближення будівель. Для проведення робіт з нагляду за спорудженням та його ремонту мости повинні мати пристрої, призначені для безпечного обслуговування самих споруд та колій: спеціальні оглядові пристрої та пристосування, мостовий настил, сходи, сходи з поручнями, оповіщувальну сигналізацію, засоби енергопостачання для ремонтного

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

обладнання, механізований інструмент, стаціонарні повітропроводи, засоби електроосвітлення об'єкта, контрольно-габаритні пристрої, судноплавну сигналізацію та ін.

### 1.7.3 Тунельні перетини

1.7.3.1 Вимоги безпеки під час проєктування тунелів ВШМ визначаються вимогами СП 122.13330.2012, СП 119.13330.2012, СП 120.13330.2012, СП 32-106-2004.

1.7.3.2 Для тунелів та притонельних споруд приймається клас КС-3. Відповідно до табл.2 Зміни №1 до ГОСТ Р 54257–2010 від 01.07.2014 р. рівень відповідальності приймається підвищений.

1.7.3.3 Конструкції обробок тунелів, порталів, що споруджуються в районах (зонах) сейсмічності 7 балів і більше, повинні задовольняти вимоги СП 14.13330.2014.

1.7.3.4 Вимоги СП 119.13330.2012 та СП 51.13330.2011 застосовуються при проєктуванні природоохоронних заходів.

1.7.3.5 Інженерно-геологічні дослідження для розробки проєкту та робочої документації тунелів повинні виконуватись відповідно до вимог СП 47.13330.2010, СП 22.13330.2011, СП 122.13330.2012.

1.7.3.6 Проєктна документація повинна включати гірничо- екологічний моніторинг при будівництві та експлуатації.

## 1.7 Роздільні пункти

1.8.1.1 Розміщення та технічне оснащення окремих пунктів на проєктованій ВШМ Москва – Казань повинні забезпечувати:

- задану швидкість та безпеку руху поїздів та маневрової роботи, а також особисту безпеку працівників ВШМ, пасажирів та населення. Виконання цієї вимоги досягають за рахунок дотримання потрібних параметрів плану, профілю колії, параметрів стрілочних переводів, встановлених габаритів, обладнанням окремих пунктів електричною централізацією стрілок та сигналів, улаштуванням

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- перетину колій з проходами для людей, автошляхами та іншими залізничними коліями лише на різних рівнях, відповідним розміщенням та розмірами пасажирських платформ, огороженням території, обладнанням окремих пунктів системами візуального та звукового сповіщення про наближення поїздів;

- задану пропускну та переробну здатність, яка досягається укладанням необхідної кількості колій, спорудженням вокзальних комплексів, пасажирських платформ та переходів необхідних розмірів, будівництвом потрібного числа та потужності пристроїв для технічного обслуговування та ремонту рухомого складу та інфраструктури, екіпірування та сервісного обслуговування поїздів;

- комплексність проєктного рішення шляхом обліку розміщення

- населених пунктів, забезпечення зручного зв'язку з існуючою інфраструктурою суміжних видів транспорту, вимог екології та БЖНС;

- економічність проєкту за рахунок техніко-економічного обґрунтування варіантів обслуговування населених пунктів, зв'язків із існуючою залізничною мережею, розміщення баз технічного обслуговування та ремонту пристроїв інфраструктури та рухомого складу;

- облік перспективи розвитку, який досягають резервуванням розмірів станційного майданчика для можливості подовження та збільшення кількості колій, заміни стрілочних переводів у горловинах на нові типи, забезпеченням можливості примикання нових підходів та додаткових станційних пристроїв;

- технологічність проєктного рішення, що означає можливість і зручність виконання всього комплексу технологічних операцій, що включає прийом, відправлення і пропуск поїздів, посадку, висадку і обслуговування пасажирів, технічне обслуговування,

- екіпірування та ремонт рухомого складу, технічне обслуговування та ремонт пристроїв інфраструктури, зв'язок з існуючою залізничною мережею, пересадку пасажирів на інші види транспорту.

1.8.1.2 Для здійснення зазначеного комплексу технологічних операцій на

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ділянці Москва – Казань проєктованої ВШМ мають бути передбачені такі види окремих пунктів:

- кінцеві пасажирські станції;
- пасажирські технічні станції для комплексного технічного обслуговування та ремонту високошвидкісного рухомого складу у кінцевих пунктах (з основним чи оборотним депо);
- пасажирські проміжні станції, на яких високошвидкісні пасажирські поїзди мають зупинку для виконання пасажирських операцій і потім йдуть далі за встановленим маршрутом.

Крім цього, пасажирські проміжні станції можуть мати примикання з'єднувальних ліній з існуючою залізничною мережею або з'єднувальних ліній для заходу високошвидкісних пасажирських поїздів у центральну частину міст на вокзальні комплекси (вузлові станції), що створюються спеціально для створення, пристрої для обороту частини складів високошвидкісних поїздів (зонні станції), а також примикання баз ремонту, технічного обслуговування та відстою рухомого складу, машин та механізмів для діагностики, поточного утримання та ремонту споруд та пристроїв ВШМ (опорні станції);

- обгонні пункти для можливості обгону високошвидкісними поїздами інших категорій поїздів, а також забезпечення пересадки в резервний поїзд пасажирів з технічно несправного поїзда. За потреби на обгінному пункті можлива організація бази ремонту, технічного обслуговування та відстою рухомого складу, машин та механізмів для діагностики, поточного утримання та ремонту споруд та пристроїв ВСМ;

- диспетчерські пости, що складаються з пари різнобічних стрілочних з'їздів та службовці для переведення поїздів з одного головного шляху на інший під час виконання робіт з діагностики, технічного обслуговування та ремонту пристроїв ВШМ та у позаштатних ситуаціях. При необхідності пристрою відгалужень від основної траси ВШМ та недоцільності пристрою в цьому місці роздільного пункту з шляховим розвитком, примикання з'єднувальних шляхів

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

можуть бути поєднані з диспетчерськими постами.

1.8.1.3 Виходячи з міжнародного досвіду, залежно від планованої інтенсивності руху, середня відстань між роздільними пунктами, що рекомендується, як правило, приймається 20-40 км, для роздільних пунктів з колійним розвитком - 50-70 км, а для опорних станцій - 200-250 км.

Кількість та розміщення на лінії окремих пунктів, характер їх функцій, склад проєктованих пристроїв та примикань визначити та обґрунтувати проєктом.

1.8.1.4 У плані лінії головні колії на пасажирських проміжних станціях та обгінних пунктах мають бути розміщені на прямих ділянках, а у профілі, у межах розміщення пасажирських платформ – на горизонтальних майданчиках.

За відповідного техніко-економічного обґрунтування допускається розміщення в плані лінії головних та прийомовідправних шляхів на пасажирських проміжних станціях та обгінних пунктах у кривих ділянках з дотриманням вимог до параметрів плану лінії, прийнятих для головних шляхів на перегонах та прийомовідправних шляхів на станціях.

Стрілочні переводи повинні бути розташовані поза вертикальними кривими.

Радіуси крестовинних кривих повинні бути прийняті не менше радіусів перехідних кривих прилеглих стрілочних переводів.

1.8.1.5 Дорожні схеми окремих пунктів слід, як правило, проєктувати однотипними по всій магістралі, відступ від цього принципу має бути обґрунтовано в проєкті.

Пасажирські проміжні станції та обгонні пункти передбачаються з паралельним розташуванням основних шляхів із укладанням по парі диспетчерських з'їздів на підходах із кожного з напрямків.

На проміжних пасажирських станціях має бути передбачено по два приймально-відправних коліях в кожному напрямку, для прийому та відправлення високошвидкісних, звичайних пасажирських та контейнерних поїздів, з розташуванням між ними високих острівних платформ. При необхідності передбачаються колії для відстою колійних машин та іншої

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонтної техніки.

На опорних станціях у складі баз поточного утримання та ремонту пристроїв ВШМ передбачаються спеціальні приймально-відправні колії для техніки, колійних машин, пожежного та відновлювального поїздів.

Дорожні схеми баз розробляються у проєкті.

Шляховий розвиток вузлових станцій має забезпечувати одночасний прийом та відправлення поїздів по головному та прилеглому підходам.

На обгінних пунктах має бути передбачено з одного боку від головних колій улаштування двох приймально-відправних колій з високою платформою між ними для пересадки пасажирів з несправного поїзда в резервний та одного приймально-відправній колії з іншого боку. Парна та непарна сторонність розташування колій із платформою повинна, як правило, чергуватись по трасі ВШМ. За потреби передбачаються колії для відстою колійних машин та іншої ремонтної техніки.

Якщо першому етапі реалізації проєкту буде передбачено менша кількість з'їздів або приймально-відправних колій, ніж у типовому рішенні, при виділенні станційних майданчиків необхідно виходити з повного дорожнього розвитку окремого пункту.

1.8.1.6 Норма корисної довжини приймально-відправних колій на проміжних пасажирських станціях та обгінних пунктах має становити не менше 650 м та враховувати можливість розміщення пасажирських платформ завдовжки не менше 400 м; остаточна величина має бути прийнята у проєкті з урахуванням довжини всіх можливих типів поїздів, передбачених до звернення на ВШМ.

Корисна довжина спеціальних приймально-відправних шляхів опорних станцій обґрунтовується у проєкті на підставі прийнятої системи експлуатації ВСМ.

1.8.1.7 Беручи до уваги неприпустимість перебування в міжколії людей у період організованого руху високошвидкісних поїздів із встановленими швидкостями, відстань між осями суміжних колій на проміжних станціях та обгінних пунктах ВШМ слід приймати виходячи з обрисів габариту наближення

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

будов С400, з урахуванням розміщення в міжколії необхідних пристроїв:

- між головними коліями – рівною відстані між осями колій на сусідніх перегонах;
- між головним коліями та суміжним з ним приймально-відправним – 7650 мм. У важких умовах, у разі відсутності необхідності розташування цих міжколій опор контактної мережі, пішохідних мостів, путепроводів та інших споруд, проєктом може бути обґрунтовано зменшення цієї відстані до 5300 мм;
- між приймально-відправними коліями для руху поїздів – за розрахунком з урахуванням ширини та габариту високих пасажирських платформ, а за їх відсутності – 5300 мм.

Ширина острівних пасажирських платформ повинна визначатися в проєкті виходячи з необхідності влаштування виходів з пасажирського тунелю (сходового, ескалаторного або ліфтового), конструкції навісу над платформою, розрахункового пасажиропотоку, але в усіх випадках повинна бути прийнята щонайменше 8500 мм. При необхідності пристрою бічної платформи її ширина повинна бути прийнята не менше ніж 6000 мм.

Відстань між осями колій баз поточного утримання та ремонту пристроїв ВШМ має бути встановлена у проєкті з урахуванням розміщення технологічного обладнання та обрису габариту Сп.

1.8.1.8 У проєкті слід розробити графік руху поїздів для узгодження основних параметрів проєктованої інфраструктури та рухомого складу, перевірки виконання цільових показників високошвидкісної лінії, що встановлюються замовником (часу доставки пасажирів, обсягів пасажирських та вантажних перевезень, пропускної та переробної спроможності), при безумовному виконанні вимог безпеки.

## 1.9 Вплив високошвидкісного транспорту на природу

Залізниці, поряд із позитивним впливом на розвиток економіки тих регіонів, де вони будувалися, завдавали непоправної шкоди екології. Вони руйнували

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природні ландшафти, призводили до загибелі або дроблення популяцій диких тварин, забруднювали повітря і створювали нестерпний, на думку того часу, шум. Зараз, коли залізниці стали невід'ємною частиною людської цивілізації, цікаво оцінити їх вплив на навколишнє природне середовище, чи воно таке велике, як іноді уявляється. У роботі дана оцінка трьох основних складових цього впливу: інгредієнтних забруднювачів, електромагнітних полів та шуму рухомого складу. Показано, що забруднення повітря шкідливими викидами не перевищує такого для інших видів транспорту, а часто значно нижче. Електромагнітні поля, що створюються контактною мережею та високовольтними лініями автоблокування, значно нижчі за санітарні норми. Шум рухомого складу, хоч і викликає скарги населення там, де залізниці близько підходять до житлових районів, може бути значно знижений за рахунок простих технічних рішень.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РАЙОН ПРОЄКТУВАННЯ. ФОРМУВАННЯ ЦММ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВОЇ ЗОЙМКИ. ВИБІР ПОЛОЖЕННЯ ТРАСИ

### 2.1 Загальні положення. Район проєктування

Проведений у першому розділі аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень показав, що пасажир вибирає для подорожі поїзд, якщо час поїздки становить 3 – 4 години. Отже, для залучення пасажирів на відстанях до 1000 км. необхідно реалізувати маршрутну швидкість на рівні 250 км/год. Виходячи з того, що середнє співвідношення між маршрутною та максимальною швидкостями становить 0.7 – 0.85, необхідно забезпечити максимальну швидкість на рівні 300 – 320 км/год. Практично рівень реалізованої швидкості визначатиметься типом рухомого складу, параметрами плану колії та станом інфраструктури.

Для проєктування ділянки Одеса – Жмеринка напрямки Одеса – Львів прийнято експлуатаційно-технічні параметри згідно з рекомендаціями Організації співробітництва залізниць (ОСЗ), які відповідають параметрам спеціалізованих високошвидкісних ліній, рекомендованих Директивою:

Передбачається будівництво нової, двоколіїної, електрифікованої, спеціалізованої для обігу високошвидкісного пасажирського рухомого складу залізничної лінії завширшки колії 1520 мм з окремими технологічними з'єднаннями з наявною мережею залізниць.

Траса ВШМ Одеса-Львів охоплює територію п'яти адміністративних областей України, проходить територією Одеської, Вінницької, Хмельницької Тернопільської та Львівської областей.

Більшість території України належить до південно-західної околиці Східноєвропейської рівнини і має рівнинний і горбистий рельєф. Східно-Європейська рівнина в межах України складається з піднесених та низовинних

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			РАЙОН ПРОЄКТУВАННЯ	Літ.	Арк.
Перевір.		Курган М.Б.					Аркушів
Реценз.							46
Н. Контр.		Байдак С.Ю.				УДУНТ	
Затверд.							

ділянок. На схід, між Південним Бугом та Дніпром, знаходиться Придніпровська височина (висота до 323 м), а на лівобережжі Дніпра, у південно-східній частині республіки, вузькою смугою тягнеться Приазовська височина (висота до 324 м).



Рисунок 2.1 – План ділянки місцевості

Основні критерії вибору напрямку проходження траси базувалися на збалансованому обліку наступних принципово важливих умов:

- максимального скорочення довжини ВШМ;
- забезпечення оптимальних техніко-експлуатаційних та будівельних показників лінії (зменшення кількості кривих, великих штучних споруд, об'єктів земляних робіт тощо);
- скорочення площі земель, які займатимуться як у постійне, так і в тимчасове користування, збитків сільськогосподарським угіддям;
- забезпечення нормативних санітарних вимог до населених пунктів у зоні впливу ВШМ.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 2.2 Прогнозування пасажирських перевезень

В опублікованих закордонних дослідженнях, присвячених аналізу ефективності реалізованих у різних країнах проєктів високошвидкісних магістралей, констатується, що транспортний коридор, передбачуваний для спорудження ВШМ, повинен мати певні соціально-економічні характеристики. Сумарне населення зони тяжіння до ВШМ має бути не менше 20-25 млн чоловік, а загальний сумарний пасажиропотік (в обох напрямках), що склався в цьому транспортному коридорі до моменту початку експлуатації ВШМ, має становити не менше 5-6 млн пасажирів на рік.

Істотними факторами, що визначають успіх проєктів ВШМ, є економічні показники розвитку країни й конкретних територій транспортних коридорів, а також матеріальне становище громадян, які проживають в зоні тяжіння ВШМ.

При дослідженні полігона майбутньої мережі ВШМ доцільно розглядати напрямки, які вже мають залізничні лінії. Транспортні потоки на таких напрямках найбільш інтенсивні. Таким чином, наявність залізниці – один з важливих критеріїв визначення напрямків, перспективних для організації високошвидкісного руху поїздів.

З метою оцінки доцільності будівництва ВШМ можна використати класифікацію основних критеріїв для визначення напрямку магістралі (рис. 2.2).

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Рисунок 2.2 - Класифікація основних критеріїв для визначення перспективних напрямків спорудження ВШМ

Перша група критеріїв характеризує агломерацію, яка тяжіє до проєктованої ВШМ. Друга група критеріїв характеризує техніко-економічний потенціал напрямків перспективної мережі ВШМ. Довжина ліній варіюється, як правило, у діапазоні від 400 до 900 км, що пов'язано з можливістю конкурувати з авіасполученням. Вартість спорудження ВШМ залежить від довжини лінії й складності умов будівництва. За міжнародними оцінками середня вартість 1 км високошвидкісної магістралі становить близько 25 млн євро.

Прогнозування пасажирських транспортних потоків на перспективу є найважливішою і невід'ємною частиною складного процесу проєктування ВШМ. Напрямок ВШМ і її параметри визначаються обсягами пасажирських перевезень.

Прогнозуванню пасажирських потоків присвячено багато наукових праць. Глибокий аналіз різних моделей і підходів виконано в роботі.

Перші спроби використання математичних методів для прогнозування сягають кінця XIX століття, коли А. Веллінгтон (США) і Е. Лілль (Австро-Венгрія)

зробили спробу встановити математичну залежність між величиною транспортного потоку, населенням кореспондуючих пунктів і відстанню між ними. Пізніше були запропоновані модифікації цієї моделі, які здобули назву «гравітаційні».

В основі цих моделей лежить твердження, що між двома великими населеними пунктами існує транспортне "тяжіння", прямо пропорційне добутку чисельності населення цих пунктів і обернено пропорційне відстані між ними в степені  $\beta$

$$\Pi_{ij} = \alpha_{ij} \frac{P_i \cdot P_j}{L_{ji}^\beta}, \quad (2.1)$$

де  $\Pi_{ij}$  – потік з пункту  $i$  в пункт  $j$ ;

$\alpha_{ij}$  – коефіцієнт пропорційності;

$P_i, P_j$  – чисельність населення відповідно в пунктах  $i, j$ ;

$L_{ij}$  – відстань між населеними пунктами;

$\beta$  – стала величина.

Слід зауважити, що моделі, розроблені як «гравітаційні», набули широкого застосування. Обсяг перевезень пасажирів розраховувався за формулою

$$\Pi_{AB} = k_m \frac{H_A H_B}{f(L_m, T_m)}, \quad (2.2)$$

де  $k_m$  – коефіцієнт моделі.

З формули (2.2) випливає, що обсяг пасажирських перевезень  $\Pi_{AB}$  між двома кінцевими містами  $A$  і  $B$  залежить від кількості населення в цих містах  $H_A, H_B$ , частоти поїздок  $f$ , довжини маршруту  $L_m$  і тривалості поїздки високошвидкісним поїздом  $T_m$  між містами  $A$  і  $B$ .

Аналізуючи формулу (2.2), видно, що вона не враховує транзитний пасажиропотік, який доцільно частково перевести на швидкісне сполучення.

На відміну від формули (2.2), у роботі наведено формулу для розрахунку прогнозованих обсягів пасажирських перевезень, яка враховує транзитні потоки пасажирів через територію України й чисельність населення в містах, охоплених

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

високошвидкісною мережею:

$$P_{AB} = 2 \frac{(H_A + T_A) \cdot (H_B + T_B)}{H_{\text{ВШМ}} + T_{\text{ВШМ}}} \cdot k_{\text{рух}}^{\text{н}} \cdot k_t \cdot k_{\text{дод}}, \quad (2.3)$$

де  $P_{AB}$  – прогнозна річна кількість перевезених пасажирів між двома містами  $A$  і  $B$ , тис. чол.;

$H_A, H_B$  – населення міст відповідно  $A$  і  $B$ , тис. чол.;

$T_A, T_B$  – транзитний пасажиропотік по станції  $A$  та у зворотному русі зі станції  $B$ , тис. чол.;

$H_{\text{ВШМ}}$  – загальна кількість населення на всіх станціях високошвидкісної магістралі, тис. чол.;

$T_{\text{ВШМ}}$  – транзитний пасажиропотік по всіх станціям високошвидкісної магістралі, тис. чол.;

$k_{\text{рух}}^{\text{н}}$  – рухливість населення України по ВШМ, частка;

$k_t$  – коефіцієнт, що враховує термін поїздки пасажирів на заданій ділянці відповідно до середнього терміну поїздки 4 години, який коливається в межах від 0,75 до 1,25, частка;

$k_{\text{дод}}$  – коефіцієнт, що враховує додатково частоту поїздки пасажирів на заданій ділянці (відрядження, пересадку на літак, відпочинок, туризм), який коливається в межах від 0,75 до 0,9 для обласних міст з населеністю до 600 тис. осіб та міст Кривий Ріг, Мелітополь і Маріуполь; 0,9 – 1,1 для обласних міст з населеністю 600-1000 тис. осіб та міст Львів і Харків, 1,3 – 1,5 для міст Київ, Одеса.

Визначимо зону тяжіння і обсяги пасажиропотоку відповідно до рис. 2.3 і 2.4.

На рис. 2.3 представлено зони тяжіння до майбутньої мережі ВШМ в Україні, що включають такі міста, економічні й туристичні центри:

- Київ (столиця України) і Київська область, у місті Києві налічується близько 2,9 млн жителів;
- Туристичні регіони – Одеса (понад 1 млн чол.), Миколаїв (500 тис. чол.), Херсон (300 тис. чол.), Сімферополь і Севастополь (близько 700 тис. чол.);
- Західний регіон. У Львові проживають 730 тис. чол., а у області – більше 2,5

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

млн жителів;

- Закарпатська область розташована на краю Західної України по сусідству з одразу 4 країнами: Польща, Словаччина, Угорщина і Румунія. У Закарпатті діє понад 250 курортів різних напрямків та екскурсійні об'єкти туризму та відпочинку.

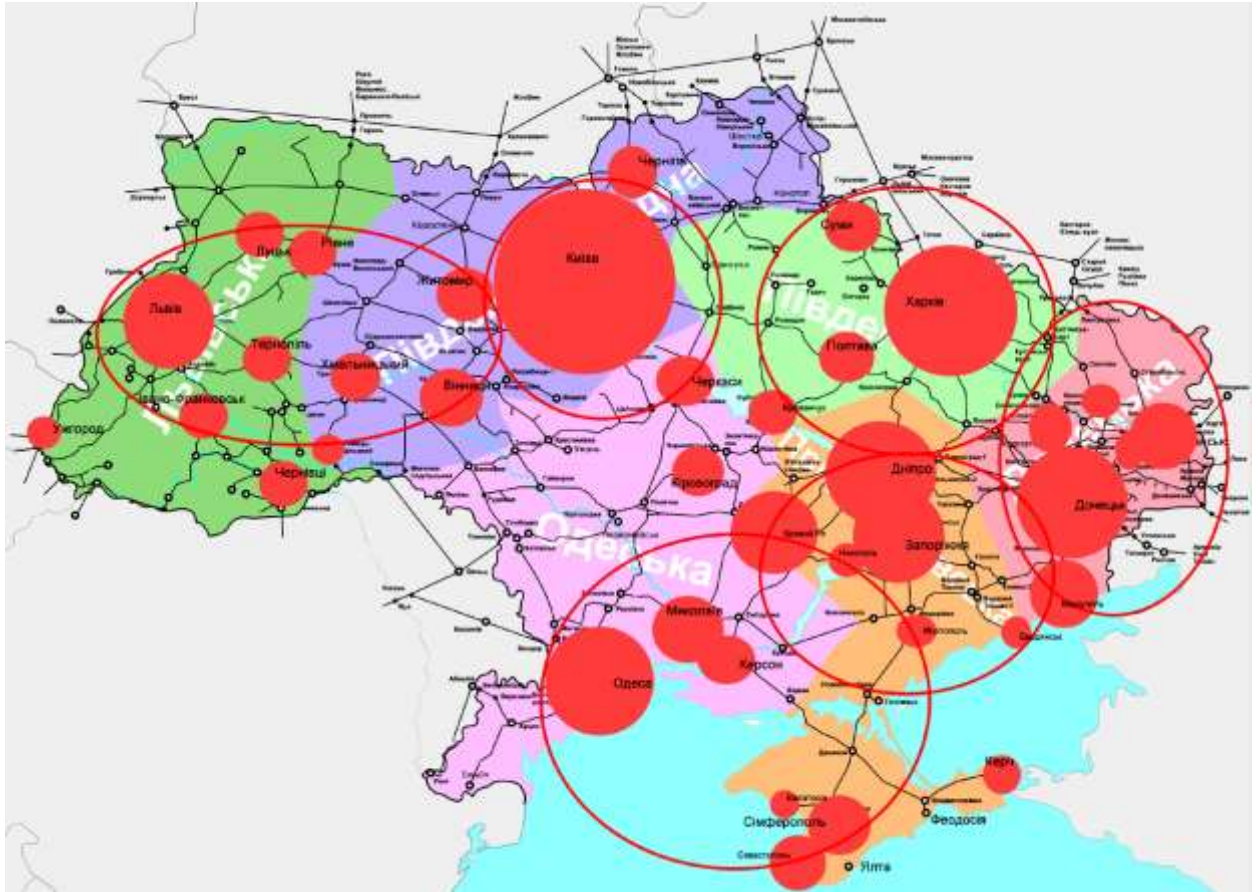


Рисунок 2.3 - Зони тяжіння пасажирських перевезень

Ґрунтуючись на прогнозних даних, передбачається, що в Україні в 2035–2040 роках щорічно послугами високошвидкісної мережі будуть користуватися близько 130 мільйонів пасажирів. Зазначені обсяги перевезень відповідають щорічному обороту 54 млрд пас.-км. Одна із можливих схем розвитку в Україні ВШМ наведена на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Прогнозовані варіанти мережі ВШМ

Основним призначенням нової ВШМ Одеса-Львів, яка розглядається в магістерській роботі, є забезпечення великих обсягів пасажирських перевезень між двома й більше обласними містами і їх районами тяжіння з мінімальними втратами часу пасажирями. Прилеглисть великих населених пунктів до обраного напрямку ВШМ визначає розміри пасажирських перевезень і доходи від експлуатації.

На рис. 2.5 наведено чисельність населення на 01.01.2021 р. (у тис. осіб), що проживає у містах, що тяжіють до ВШМ Одеса – Львів.



Рисунок 2.5 – Чисельність населення у містах, що тяжіють до високошвидкісної магістралі

Прогнозна річна кількість перевезених пасажирів між трьома містами визначається за формулою:

$$P_{Од-Льв} = k_m \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot H_3}{H_1 \cdot H_2 + H_1 \cdot H_3 + H_2 \cdot H_3} \cdot k_{рух}^n \cdot k_t \cdot k_{дод} \quad (2.4)$$

У формулі (2.4)  $H_1, H_2, H_3$  – населення міст відповідно Одеси, Вінниці і Львова, тис. осіб.

Результати розрахунків за формулою (2.4) для різних напрямків високошвидкісного руху наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Прогнозна річна кількість перевезених пасажирів

Напрямок	Кількість перевезених пасажирів між двома містами, тис. пас./рік
Одеса - Вінниця	1325
Одеса - Київ	3689
Одеса - Львів	2056
Львів – Вінниця	1194
Вінниця - Київ	1608
Львів - Київ	2828

Як було зазначено раніше, загальний сумарний пасажиропотік (в обох напрямках) має становити не менше 5-6 млн пасажирів на рік. З табл. 2.1 випливає, що за розрахунковий пасажиропотік може бути прийнято 2,1 млн. пас./рік між містами і 1,6 млн. пас./рік як транзит, тобто сумарно 3,7 млн пасажирів на рік, що менше рекомендованого значення.

З метою підвищення ефективності ВШМ можна запланувати перевезення вантажів прискореними поїздами в контейнерах, наприклад, з Одеського порту.

Реалізація масштабного інвестиційного проєкту передбачає великі інвестиційні витрати й потребує застосування відповідних методів оцінки ефективності.

На кафедрі «Транспортна інфраструктура» розроблена модель прогнозування й оцінки ефективності здійснення залізничних перевезень з урахуванням усіх витрат за показником  $NPV$ :

$$NPV(t) = \sum_{t=0}^{T_p} (D_t - K_t^i - K_t^l - K_t^e - C_t - C_{st}) \eta_t, \quad (2.5)$$

де  $D_t$  – прогнозні річні доходи, які будуть отримані як плата за перевезення вантажів і пасажирів у внутрішньому й міжнародному залізничному сполученні;

$K_t^i$  – прогнозні інвестиції для реконструкції інфраструктури залізниці й прикордонної станції, що забезпечують перевезення й технологічні операції з

вантажем;

$K_{\text{л}}, K_{\text{в}}$  – прогнозні річні вкладення на придбання, відповідно, локомотивів і вагонів;

$C_t, C_{st}$  – прогнозні річні експлуатаційні витрати на здійснення перевезень і витрати, що залежать від виду технологічних операцій і часу перебування вагонів на станції стикування колій різної ширини;

$\eta_t$  – коефіцієнта дисконтування різночасових витрат.

Для визначення плати за перевезення вантажів використовувався Міжнародний залізничний транзитний тариф (МТТ), який застосовується для відправки вантажів, а також при перевезеннях через прикордонні й припортові станції.

Для визначення найбільш раціонального поєднання на новій трасі високошвидкісних пасажирських і спеціалізованих вантажних перевезень розглядались різні комбінації: рис. 2.6 і рис. 2.7.

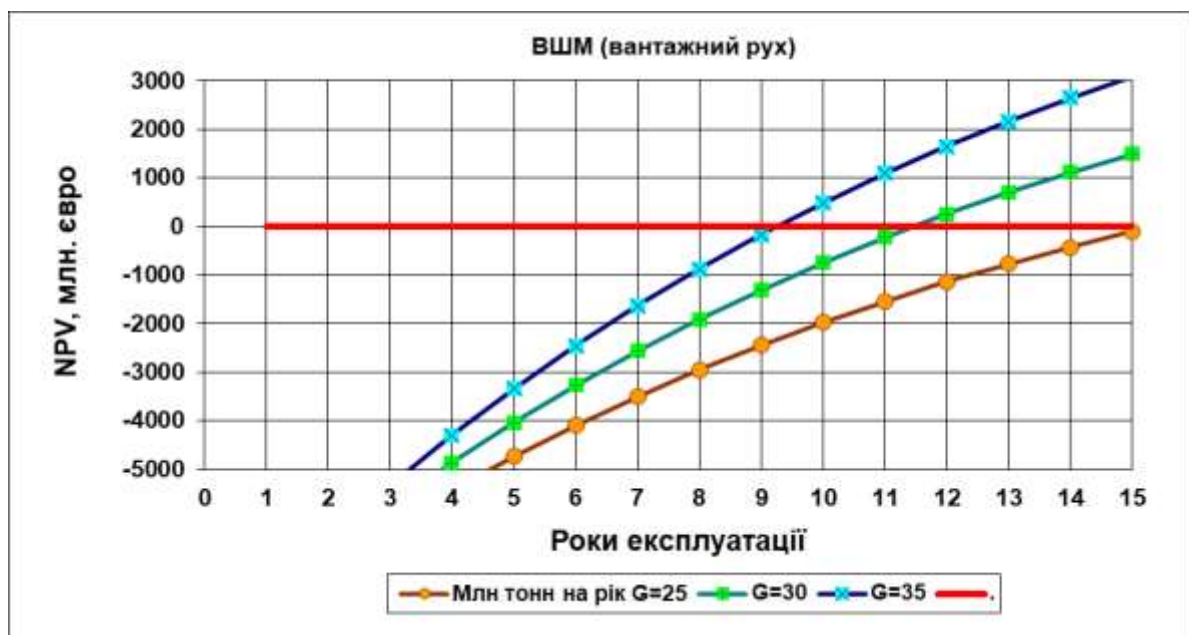


Рисунок 2.6 – Діаграма розподілу NPV за роками (вантажний рух)

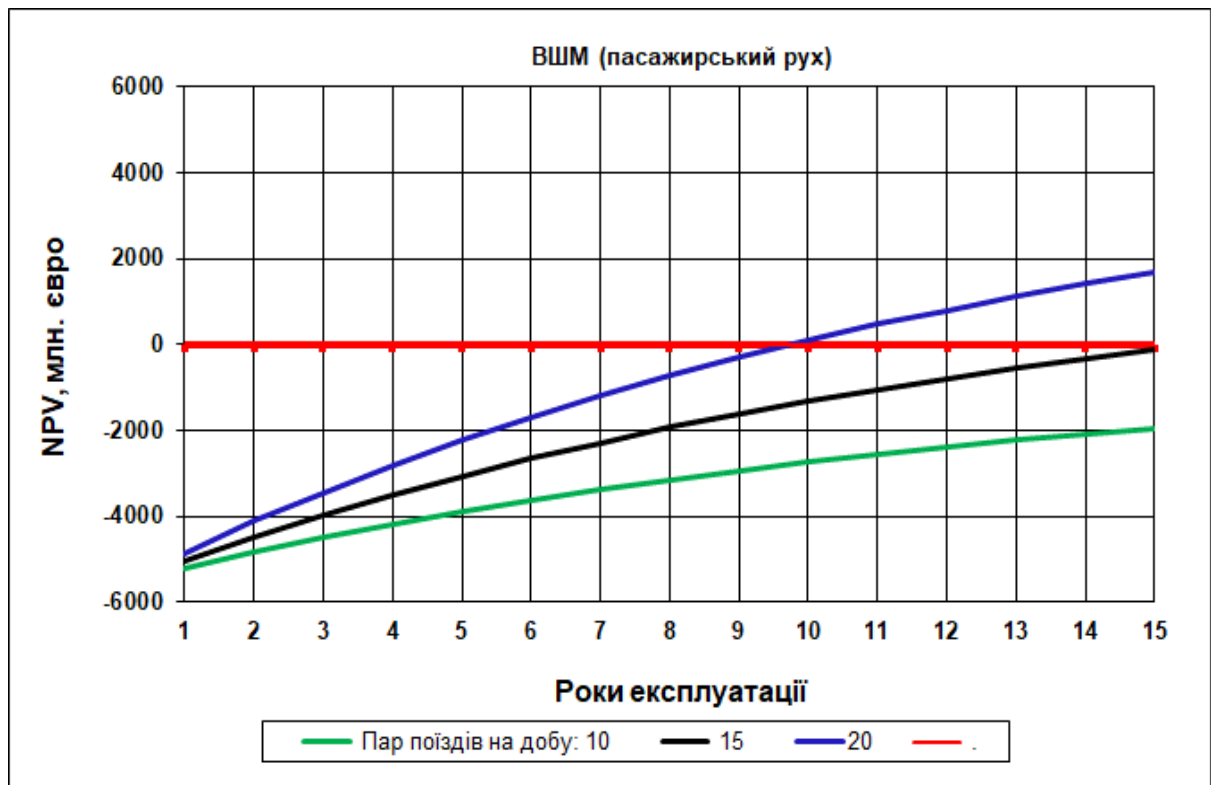


Рисунок 2.7 – Діаграма розподілу NPV за роками (пасажирський рух)

Відповідно до рис. 2.6 і 2.7 чистий дисконтований дохід буде складатися

$$NPV = NPV_{нас} + NPV_{ван} \geq 0$$

Аналіз результатів, отриманих за формулою (2.5) показав, що організація швидкісного руху на напрямку Одеса-Львів може буде виправдана при річних обсягах вантажних перевезень 30-35 млн тонн (рис. 2.6) і обсягах пасажирського руху 10-15 пар поїздів на добу (рис. 2.7).

## 2.3 Рельєф і орфографія

Поверхня землі в районі проєктованої ВШМ має загальний ухил на північ і північний схід. На півночі розташовується широка Поліська низина, на півдні – височина, на південному заході – Карпатські гори, а за ними Середньо – Дунайська низина.

Велику центральну частину о  $K_6$  бласті займає Подільська височина (переважні висоти – 270 – 370 м), якою проходять вододіли Дніпра, Південного Бугу та Дністра. На північному заході у межі області заходить Волинська височина (висоти до 329 м), а на півночі – Поліська низовина (висоти 200 – 250 м). Південний захід перетинає Толтровий кряж, на якому знаходиться найвища точка області – гора Велика Бугачиха (409 м).

Тернопільська область знаходиться в межах Подільського височини, крайня північно-західна частина – на рівнинах Малого Полісся. Рельєф області – піднесений платоподібний із загальним ухилом із півночі на південь. Амплітуда абсолютних висот перевищує 300 м, максимальна висота 443 м (у Бережанському районі на околицях села Мечищів на кордоні з Івано-Франківською областю), мінімальна 116 м (на південному сході). Рельєф крайньої північно-західної частини області низовинний горбистий, абсолютні висоти 210-250 м. Плоскі та горбисті ділянки переважають у центральній частині (Тернопільське плато).



Рисунок 2.8 – Рельєф України

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Окремо виділяється район Товтр (шириною 6-12 км і висотою 380-400 м), що перетинають центральну частину області з північного заходу на південний схід. На півночі області знаходяться Кременецькі гори (висоти до 408 м), на крайньому південному заході – Опілля (висоти 360–400 м). Рельєф Придністров'я горбистий лісовий, глибоко розрізаний каньйоподібними долинами річок, балками та ярами; абсолютні висоти 120-170 м. На південному сході переважають карстові форми рельєфу (рисунок 2.9).

Львівська область розташована головним чином у межах Волинської (Сокальська прядка; 200–276 м) та Подільської (300–400 м) височин (Волино-Подільська височина), окремі частини яких називаються: Мале Полісся (Верхнебузько – Стирська рівнина, 284 м); Розточчя (висота 414 м), Опілля; Гологори (Камула, 472 м; найвища точка височини) та Вороняки (436 м) (Гологоро-Кременецький кряж).

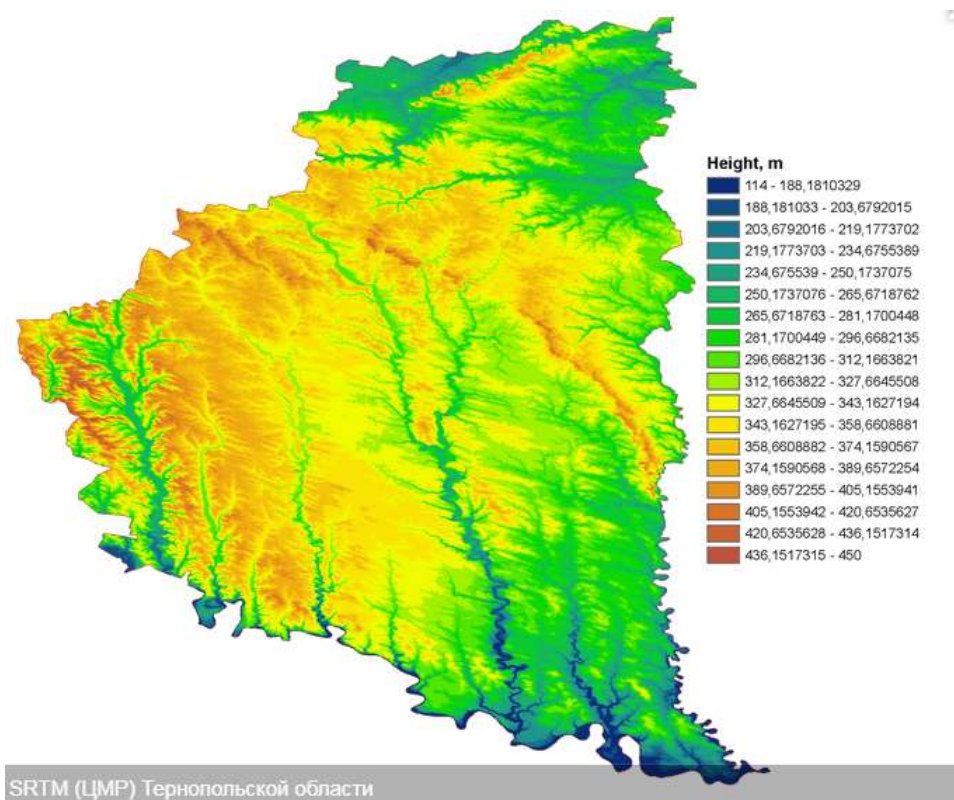


Рисунок 2.9 – Рельєф Тернопільської області

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

На південь тягнеться смуга передгір'їв Карпат, для рельєфу яких характерне чергування терасових рівнин (Верхнідністровської (Надсянської, Сяно-Дністровської вододілової та Придністровської рівнин), Стрийської та інших) з овалистими та плоскими вододілами (висота 300–400 м). На півдні різким уступом височіють Українські Карпати (частина Східних Карпат), представлені тут системою хребтів з висотою 600–1000 м, так званими Східними Бескидами, а також Сано-Стрийською верховиною та Верховинським (рисунок 2.10).

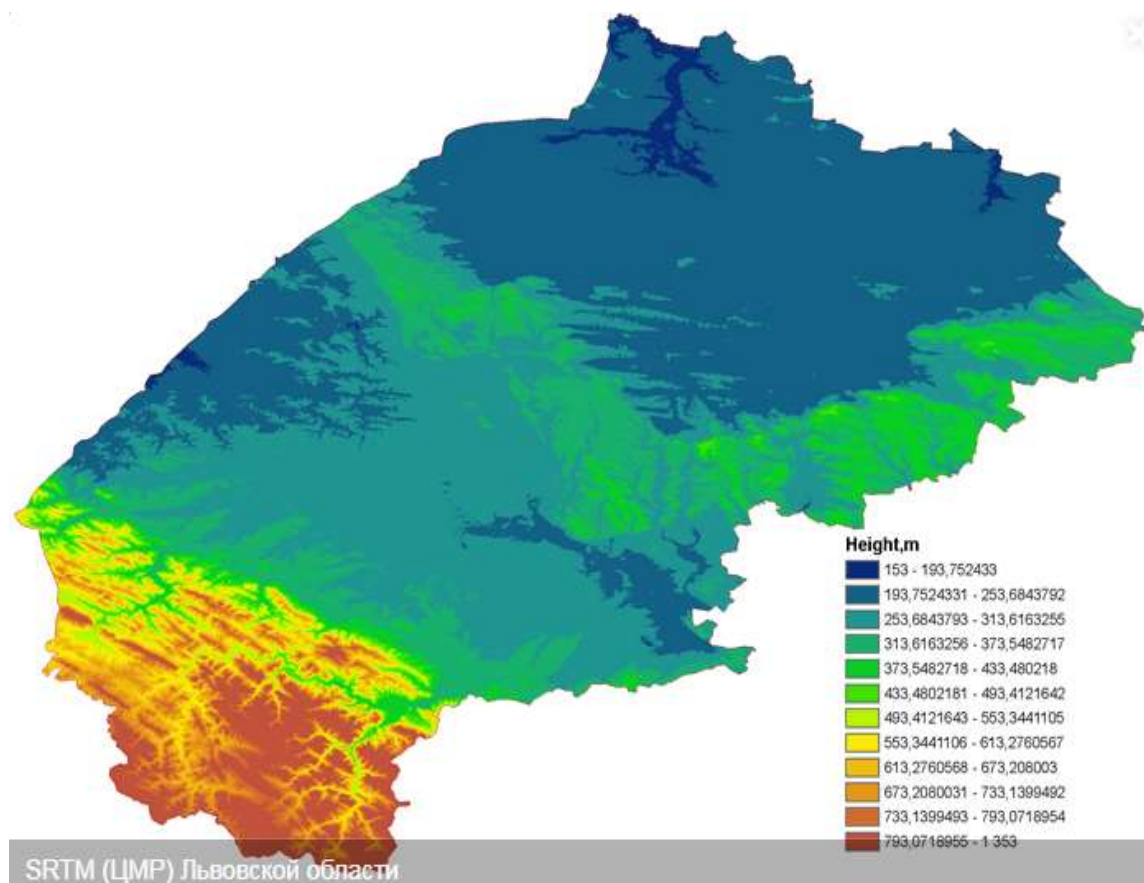


Рисунок 2.10 – Рельєф Львівської області

## 2.4 Клімат

Вся магістраль проходить в помірно теплому кліматі магістраль проходить по кліматичним підрайоном ІІВ.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Середньорічна температура по трасі ВШМ коливається в незначних межах 6,7 - 7,4 ° С. Середньомісячна температура найхолоднішого місяця січня - 4,4 ÷ 5,9 ° С, найспекотнішого - липні 18,4 ÷ 19,8 ° С. Спостерігається закономірність збільшення середньомісячних та середньорічних температур і відповідно зменшення глибини промерзання ґрунтів зі сходу на захід.

І в січні, і в липні переважають західні, північно-західні та південно-західні вітри. Для цієї ділянки характерна наявність великої кількості штильових днів: 27% – взимку та 25% влітку.

Середня швидкість вітру в зимовому періоді відповідно становить 4 м/с.

Середньорічна кількість опадів 400 – 600 мм.

## 2.5 Формування ЦММ на основі супутникової зйомки

З використанням супутникових карток виконано перший етап трасування лінії - визначення напрямку. Зупинка швидкісних поїздів на проміжних пунктах не передбачається, тому трасу необхідно прокладати по найкоротшій відстані максимально близько до геодезичної лінії.

На основі наявних матеріалів супутникової зйомки місцевості було сформовано цифрову модель місцевості (ЦММ) для подальшого проєктування траси.

Пошук необхідної ділянки місцевості здійснювався з використанням програми Google Earth, що відображає вигляд Землі із супутника.

Для пошуку необхідної ділянки проєктування ВШМ, вводимо перше та останнє розташування нашої траси (рисунок 2.11). На рисунку 2.11 спеціальними значками відображено трасу залізниці, що проєктується, ділянки Львів-Жмеринка-Одеса (довжина 653,74 км).

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

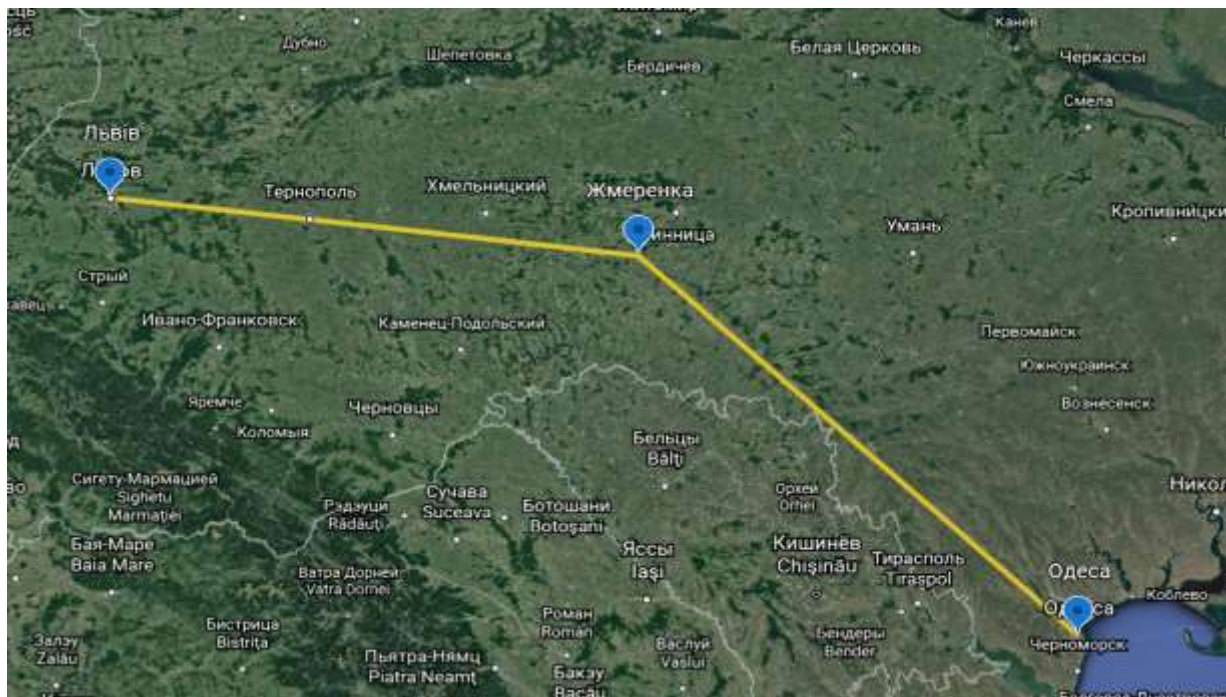


Рисунок 2.11 – Ділянка Львів-Жмеринка-Одеса

Надалі здійснювався імпорт поверхні ділянки з Google Earth до AutoCad Civil 3D. Можливість використання в AutoCAD Civil 3D даних про місцевість у вигляді цифрової моделі рельєфу та растрового супутникового зображення становить інтерес на етапі, коли відсутня детальна топографічна зйомка місцевості.

При імпорті зображення Google Earth у AutoCAD Civil 3D рельєф відображається на кресленні у вигляді об'єкта – зображення у градаціях сірого кольору. Зображення масштабується як за лінійними одиницями у кресленні, так і за межами зображення за широтою/довготою. Масштаби рисунка в Google Earth та AutoCAD співпадають (рисунок 2.12).

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.12 – Імпорт зображення та поверхня з Google Earth

Імпонована з Google Earth цифрова модель рельєфу разом із супутниковим зображенням та оцифрованою ситуацією є основою для наочного візуального представлення місцевості в проєктах об'єктів інфраструктури (рисунок 2.13).

У Civil 3D для створення моделі рельєфу використовується нерегулярна триангуляційна мережа (TIN). Поверхні TIN формуються на основі інформації про горизонталі, точки та структурні лінії.

Прибравши кольоровий рисунок, отримаємо цифрову модель місцевості, яку можна використовувати для проєктування плану траси. На рисунку 2.14 представлено відображення поверхні у вигляді горизонталей.



Рисунок 2.13 – Візуальне подання місцевості

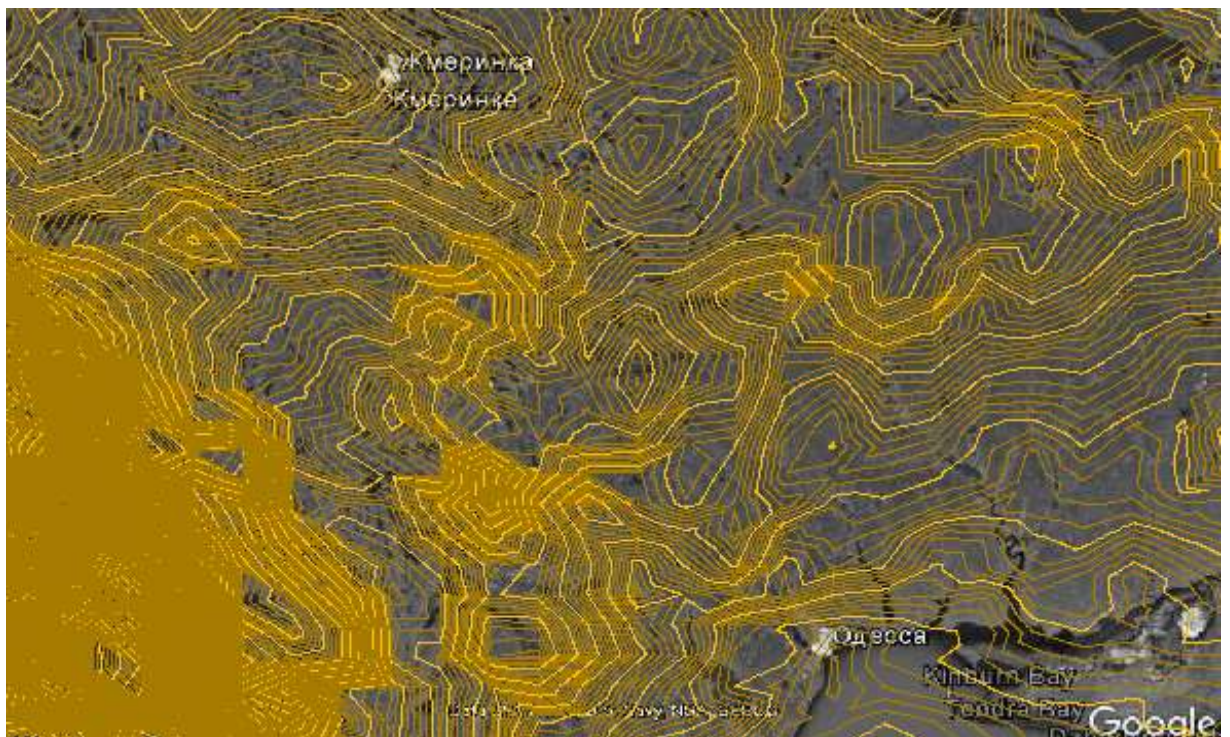


Рисунок 2.14 – Відображення поверхні у вигляді горизонталей

## 2.6 Вибір положення траси

Траса лінії прокладалася з відхиленням від найкоротшого напрямку лише у важких топографічних умовах, а також для обходу населених пунктів, великих водойм та ін. Для прокладання траси використовувалися коридори існуючих комунікацій (ЛЕП, газопроводи тощо). Враховувалася також та обставина, що наближення ВШМ до існуючої залізниці дозволить заощадити витрати на будівництво між ними технологічних з'єднань, витрати на будівництво самої ВШМ (за рахунок здешевлення доставки матеріалів, техніки по існуючій лінії, організації робіт на широких фронтах, можливість маневру трудовими та матеріальними ресурсами).

Відповідно до завдання магістерської дипломної роботи розглядається ділянка високошвидкісної магістралі Жмеринка-Одеса (рисунк 2.15)

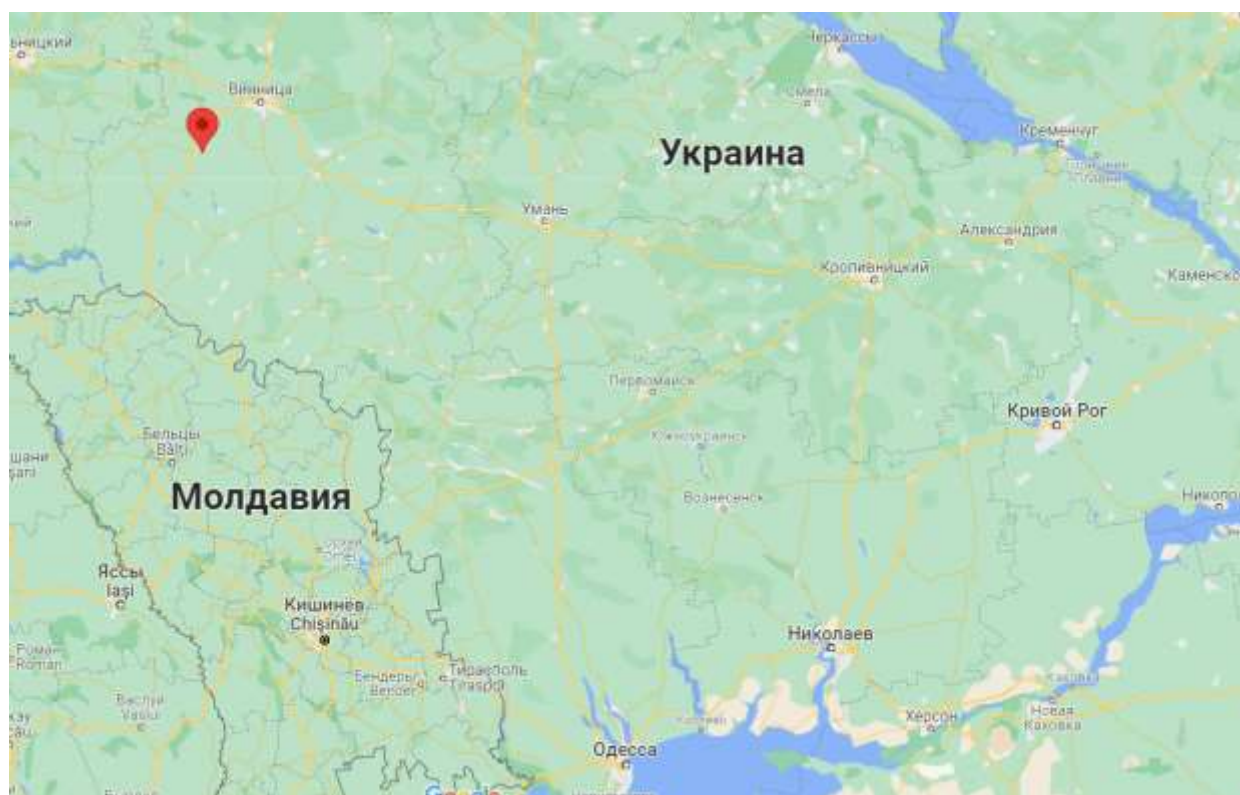


Рисунок 2.15 – Ділянка ВШМ Жмеринка-Одеса

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## Висновки до розділу 2

На основі аналізу й виконаних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Для визначення раціональних маршрутів високошвидкісних залізничних ліній на основі прогнозованих обсягів пасажирських перевезень набули широкого застосування «гравітаційні» математичні моделі, що базуються на припущенні, що сила взаємодії міст і регіонів, які тяжіють до проєктованої ВШМ, пропорційна добутку якісних і кількісних показників регіонів і обернено пропорційна відстані між містами.

2. Економічна інтеграція країн Європейського союзу дає можливість збільшувати потоки пасажирів у міждержавному сполученні, а реалізація європейської програми розширення високошвидкісної мережі на країни Східної Європи і СНД дозволить інтегрувати залізницям України в швидкісну мережу Європи.

3. Дослідження показують, що для залучення пасажирів на відстанях до 600–800 км нижньою межею є максимальна швидкість 250 км/год, при якій час у дорозі складе не більше 4 год. Виходячи з того що середнє співвідношення між маршрутною і максимальною швидкостями становить 0,7–0,85, необхідно забезпечити максимальну швидкість на рівні 300–350 км/год.

4. Впровадження мережі ВШМ в Україні потребує значних інвестицій на будівництво транспортної інфраструктури й закупівлю рухомого складу. Виконані дослідження з будівництва високошвидкісних магістралей в Україні дозволили встановити орієнтовну вартість будівництва, яка склала 22–25 млн євро на 1 км магістралі, що відповідає досвіду зарубіжного будівництва.

5. Таким чином, передбачається будівництво нової електрифікованої двоколіїної залізниці довжиною 800 км, спеціалізованої для руху високошвидкісного пасажирського транспорту і прискореної доставки контейнерних і цінних вантажів. При цьому високошвидкісні поїзди можуть виходити на існуючу лінію Одеса–Київ–Львів з метою обслуговування їх на існуючих пасажирських станціях, але поїздам існуючої залізниці вихід на

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

високошвидкісну заборонений. Час руху поїзда 3 години без урахування зупинок, маршрутна швидкість близько 270 км/год.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.ПРОЄКТУВАННЯ ПЛАНУ І ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D

#### 3.1 Критерії трасування

Трасування залізниці мають бути плавними з мінімальними змінами як у плані, так і у профілі. Зовнішній вигляд, простота експлуатації та якість руху – це все доповнює плавність трасування з рідкісною та легкою зміною напрямку. Більше чотирьох змін у напрямку на кілометр утворюють винятковий стан.

Всі елементи ділянок трасування (вертикальні криві, величина кута між вертикальними кривими, крива в плані, перехідна крива) повинні мати мінімальну довжину, достатню для гасіння змін руху рухомого складу. Ця довжина визначається часом проходження дільницею і, отже, безпосередньо залежить від проектної швидкості. Не всі системи мають вимоги певного часу. Час гасіння змінюється від 1,0 до 2,4 секунди, а на SNCF (Французька національна залізнична компанія) до 3,1 секунди при високих швидкостях. Вимоги довжини ділянки регулюватимуться лише там, де проектним вимогам різних елементів не потрібна велика довжина ділянки.

Траси вертикальних та горизонтальних частин можуть накладатися. Накладання перехідних кривих у плані та вертикальних кривих можливе у виняткових умовах. Основними стандартами європейських високошвидкісних магістралей є мінімальна довжина 50 м між кінцем перехідної кривої та початком вертикальної кривої або кінцем вертикальної кривої та початком перехідної, або при винятковому обмеженні 30 м.

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЄКТУВАННЯ ПЛАНУ І ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ		
Розроб.		Чернов Д.С.					
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.					УДУНТ		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						68	

### 3.2 Норми проєктування плану траси

План траси – це проєкція осі колії на горизонтальну площину, а елементами плану лінії є: прямі ділянки, кругові криві та перехідні криві.

Параметри кругових кривих вказані на рисунку 3.1.

Розглянемо нормативи проєктування плану ВШМ відповідно до технічних інструкцій.

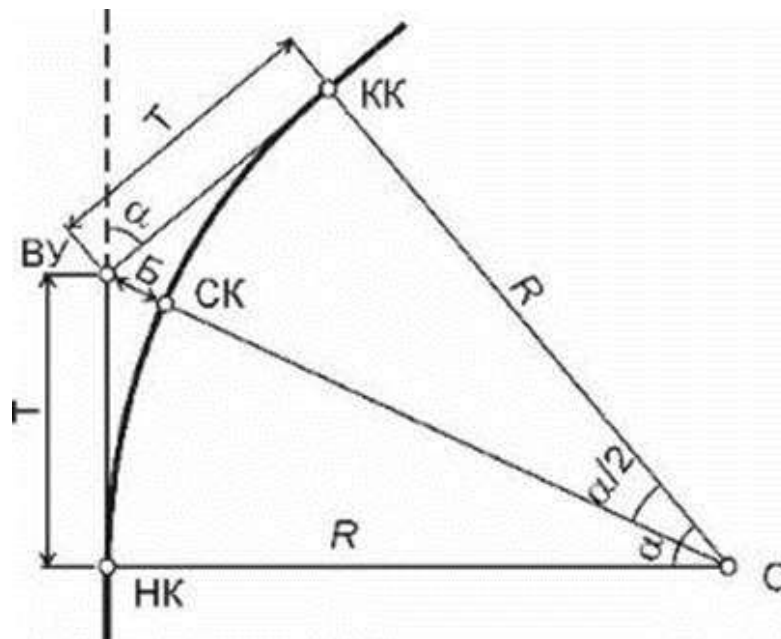


Рисунок 3.1 – Параметри кругової кривої

Традиційно, підвищення зовнішньої рейки обмежено 150 мм або менше, як у США, і незбалансоване підвищення зовнішньої рейки – 76 мм. Однак у минулому більше використовувалися деякими залізницями з метою забезпечення високих швидкостей пасажирських поїздів. На сьогодні, до підвищення зовнішньої рейки встановлено обмеження в 101 мм або менше на лініях з переважно вантажним рухом поїздів та 150 мм на лініях з переважно пасажирським рухом.

Практичне обмеження незбалансованого підвищення зовнішньої рейки засноване на комфортності пасажирів. Безпечні межі незбалансованості для

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

пасажирського рухомого складу значно перевищують межі комфорту. Обмеження незбалансованості складає 100 мм і вимагає відмови для обмежень понад 75 мм. TSI (Специфікація інтероперабельності) дозволяє більш високі обмеження варіюється від 180 мм до 130 мм при швидкості до 300 км/год. У системі Сінкансен дозволяє підвищення 110 мм без посилання на тип конструкції колії або швидкість поїздів.

У таблиці 3.1, 3.2 та 3.3 наведено верхні межі комбінованого практичного та незбалансованого підвищення зовнішньої рейки. Радіуси розроблені з цих обмежень, визначені найменшим бажаним, мінімальним та винятковим радіусом, є допустимими для будь-якої заданої швидкості.

Таблиця 3.1 - Максимальне значення підвищення

Проектна швидкість	Комбіновані підвищення		
	Рекомендовані	Максимальні	Виняткові
<i>км/год</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>
<300	150	230	280
≥300	150	230	250

Таблиця 3.2 - Максимальне значення практичного підвищення

Проектна швидкість	Практичні підвищення		
	Рекомендовані	Максимальні	Виняткові
<i>км/год</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>
<300	50	75	100
≥300	50	75	75

Таблиця 3.3 - Максимальне значення незбалансованого підвищення

Проектна швидкість	Незбалансоване підвищення		
	Рекомендовані	Максимальні	Виняткові
<i>км/год</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>мм</i>
<300	100	150	180
≥300	100	150	180

Усі криві головних та станційних колій повинні мати перехідні криві. Криві більше, ніж мінімальний радіус, вимагають меншого підвищення зовнішньої рейки, що забезпечує комфортну їзду при широкому діапазоні швидкостей. У разі, коли відсутні значні відмінності швидкостей руху поїздів, криві великих радіусів є переважними для зменшення проблем якості ходу поїзда завдяки підвищенню зовнішньої рейки або незбалансованого підвищення, ефекти, що відбуваються зі зміною між розрахунковою швидкістю та фактичною швидкістю руху поїздів на кривій.

Обмеження підвищення зовнішньої рейки використовуються визначення значень мінімальних радіусів таблиця 3.4. Два значення для швидкості 300 км/год є результатом розриву допустимої незбалансованості вимог TSI (Технічні стандарти інтероперабельності).

Таблиця 3.4 - Мінімальний радіус кривої

Проектна швидкість	Мінімальний радіус, заснований на обмеженнях підвищення зовнішньої рейки		
	Рекомендовані	Максимальні	Виняткові
<i>км/год</i>	<i>м</i>	<i>м</i>	<i>м</i>
400	13700	8500	7600
355	10700	6700	6000
320	9200	5500	4900
300	7600	4700	4250
<300	7600	4700	3850
280	6700	4200	3400
240	4900	3100	2500
200	3200	2100	1750

### 3.3 Проектування плану траси за допомогою Autodesk AutoCAD Civil 3D

Використання AutoCAD Civil 3D раціоналізує та прискорює роботи на всіх етапах від геодезичних вишукувань до детального проектування та розрахунків.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Спеціалізовані функції автоматизують трудомісткі завдання та дозволяють спрогнозувати витрати на етапі підготовки проєкту.

У AutoCAD Civil 3D існують різні способи побудови траси. Найпоширеніший спосіб побудови траси «Інструменти побудови траси» – це коли рисуємо трасу, як полілінію, початок, кінець і вершини вписування кривих (рисунок 3.2).

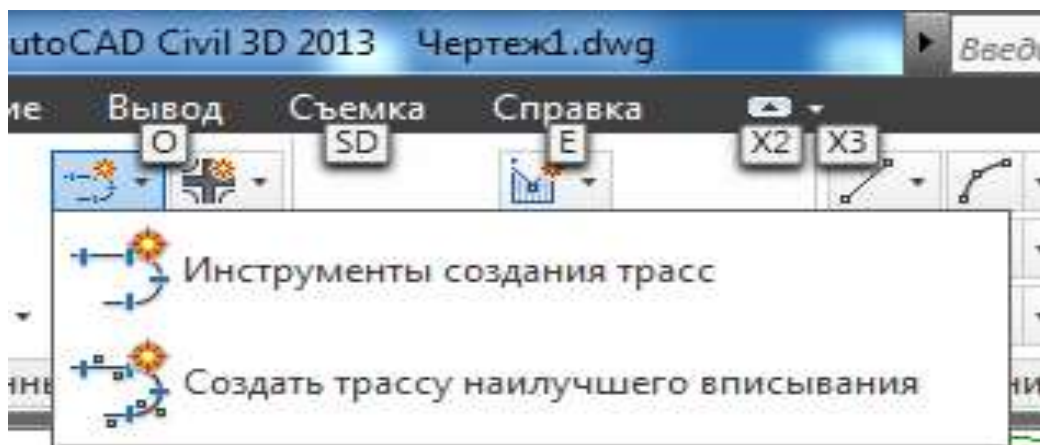


Рисунок 3.2 – Вікно інструментів створення трас

Наступний спосіб – це створення траси найкращого вписування – це коли визначаються точки, через які має проходити траса та AutoCAD Civil 3D аналізує та вписує необхідні елементи траси. Вікно побудова траси по компонування наведені на рисунку 3.3.

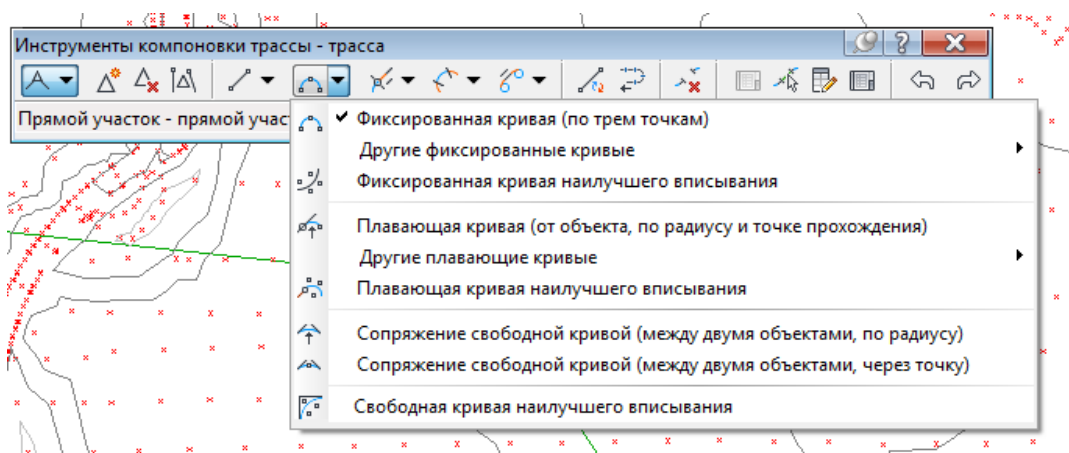


Рисунок 3.3 – Вікно інструментів компонування траси

Спочатку рисуємо лінію, а потім вписуємо криву. Вибираємо пряму ділянку (без кривих). Існують різні варіанти вписування кривих. У цій магістерській роботі використовується інструмент «Вільна перехідна крива – крива – перехідна, між двома об'єктами» (рисунок 3.4).

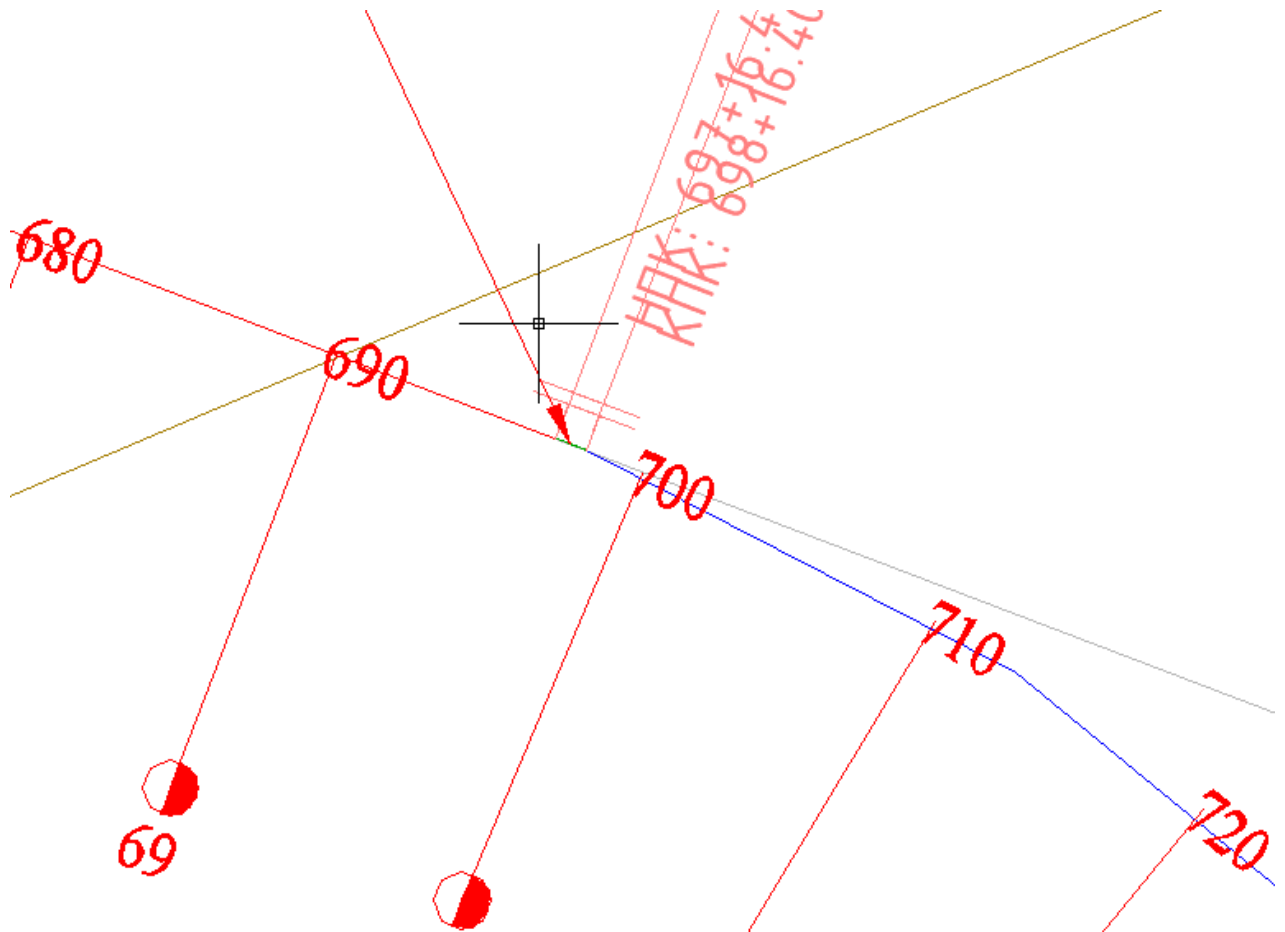


Рисунок 3.4 – Вписана крива (вільна перехідна крива – крива – перехідна між двома об'єктами) ділянки Жмеринка - Одеса  
ПК 697+16.40 – 698+16.40

Характеристика плану ділянки, що проєктується, наведена в таблиці 3.5.

Для проєктування плану та поздовжнього профілю були задані необхідні критерії (пункт 3.1). Необхідно проаналізувати отриманий рельєф із програми Google Earth (рисунок 3.5).

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73



Рисунок 3.5 – Рельєф місцевості проєктованої ВШМ із відмітками землі  
на ділянці Жмеринка – Одеса

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Таблиця 3.5 - Відомість елементів плану траси ділянки, що проєктується

## Жмеринка - Одеса

Відомість елементів плану траси						
Номер елемента	Положення елемента, пікет	Положення елемента, +	Радіус початку елемента, М	Радіус кінця елемента, М	Довжина елемента, М	Дирекційний кут
1	2	3	4	5	6	7
Пр1	0	00.00			69716.40	Півд69°06'45.59"Сх
ПерКр1	697	16.396	∞	7000.00	100.00	Півд69°06'45.59"Сх
Кр1	698	16.397	7000.00	7000.00	5914.67	Півд68°42'12.27"Сх
ПерКр2	757	31.062	7000.00	∞	100.00	Півд20°17'28.37"Сх
Пр2	758	31.063			54628.02	Півд19°52'55.05"Сх
ПерКр3	1304	59.080	∞	7000.00	100.00	Півд19°52'55.05"Сх
Кр2	1305	59.080	7000.00	7000.00	5271.97	Півд20°17'28.37"Сх
ПерКр4	1358	31.046	7000.00	∞	100.00	Півд63°26'34.24"Сх
Пр3	1359	31.046			70426.47	Півд63°51'07.56"Сх
ПерКр5	2063	57.520	∞	7000.00	100.00	Півд63°51'07.56"Сх
Кр3	2064	57.520	7000.00	7000.00	3390.48	Півд63°26'34.24"Сх
ПерКр6	2098	48.000	7000.00	∞	100.00	Півд35°41'28.99"Сх
Пр4	2099	48.000			5863.31	Півд35°16'55.67"Сх
ПерКр7	2685	81.807	∞	7000.00	100.00	Півд35°16'55.67"Сх
Кр4	2686	81.807	7000.00	7000.00	4133.10	Півд34°52'22.35"Сх
ПерКр8	2728	14.905	7000.00	∞	100.00	Півд1°02'34.83"Сх
Пр5	2729	14.905			55019.41	Півд0°38'01.51"Сх
ПерКр9	3279	34.311	∞	7000.00	100.00	Півд0°38'01.51"Сх
Кр5	3280	34.311	7000.00	7000.00	2989.74	Півд1°02'34.83"Сх
ПерКр10	3310	24.050	7000.00	∞	100.00	Півд25°30'51.69"Сх
Пр6	3311	24.050			86836.58	Півд25°55'25.01"Сх

Необхідно враховувати вписування кривих радіусом щонайменше 4000 м (таблиця 3.4), за необхідності обходити бар'єрні місця. Найвища позначка траси 320 м, найнижча 0,59 м. Попередньо можна сказати, що місцевість проєктованої ВШМ полого.

					051.170297.MP.2021.000	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		75

### 3.4 Проєктування плану траси

Для того, щоб запроєктувати трасу в Autocad Civil, необхідно нанести полілінію на поверхню цифрової моделі місцевості.

Використовуючи інструменти компонування траси (рисунк 3.6), було встановлено радіус кругових кривих 7000 м і довжину перехідних кривих 100 м (рисунк 3.7).

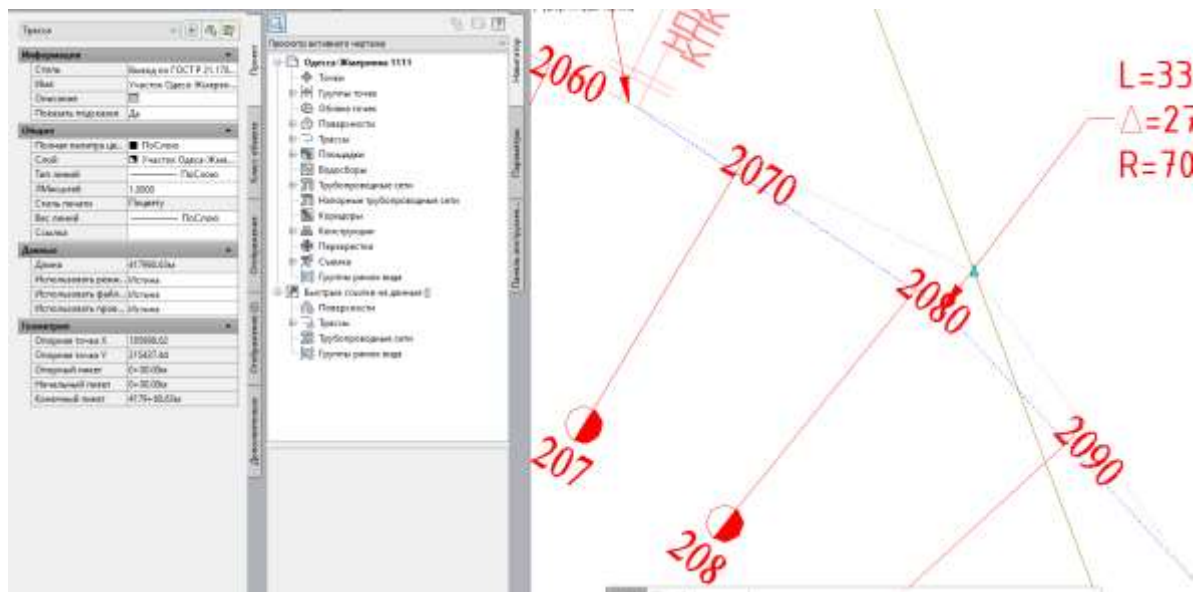


Рисунок 3.6 – Параметри кривих та перехідних кривих

Вписування кривих радіусу 7000 м до плану траси дозволяє обійти бар'єрні місця. Лінія кривих не проходить через населені пункти, зменшує різницю ухилів.

					051.170297.MP.2021.000	Арк
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		

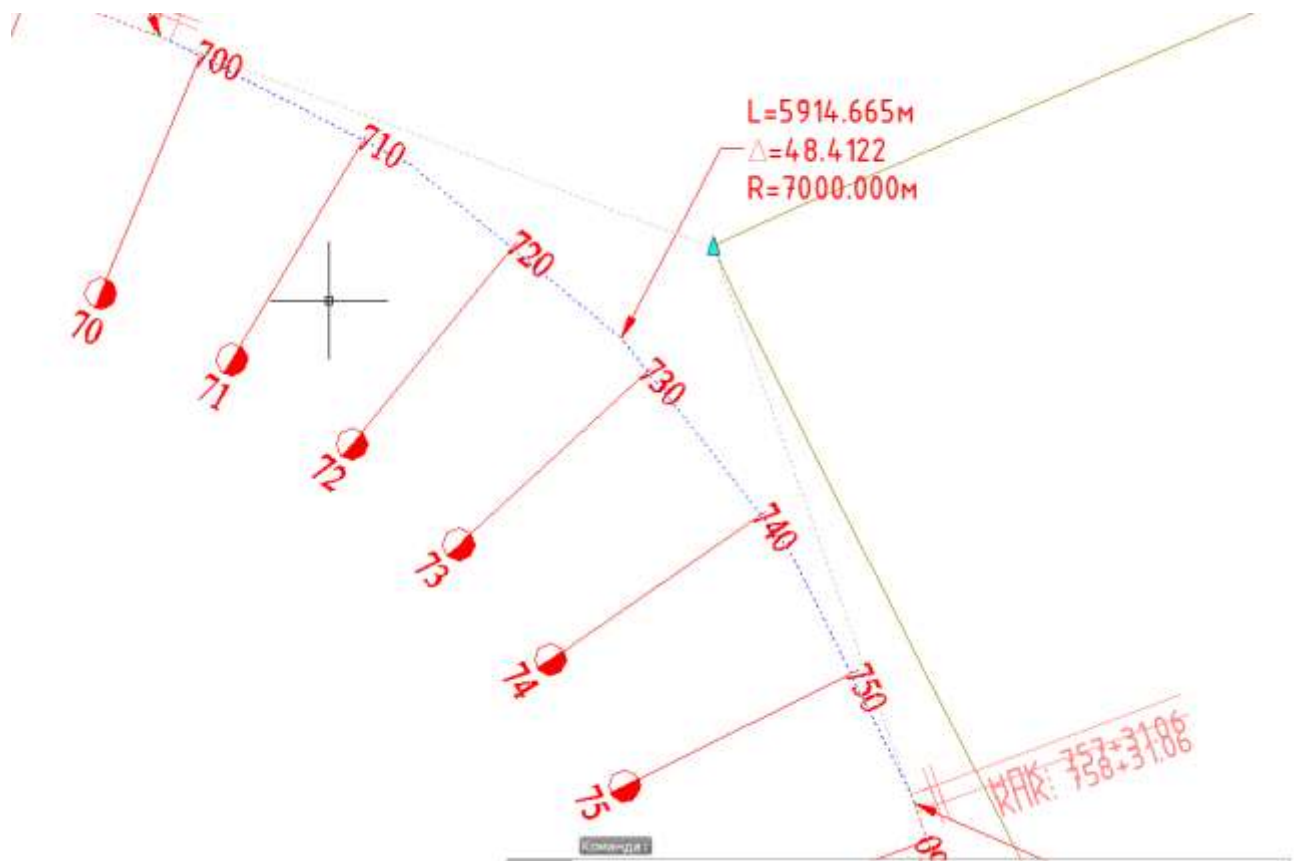


Рисунок 3.7 – Крива на пікеті ПК 73+00

### 3.5 Проєктування поздовжнього профілю

Виходячи із запроєктованого плану траси Жмеринка - Одеса у AutoCAD Civil 3D, необхідно побудувати поздовжній профіль. Бровка земляного полотна була запроєктована в межах від 1.5 м. Максимальна виїмка 14.91 м розташовується на пікет 95+00 – 123+00 (рисунок 3.8). Виїмка була запроєктована для створення більш пологого профілю та зменшення різниці ухилів.

					051.170297.MP.2021.000	Арк
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		





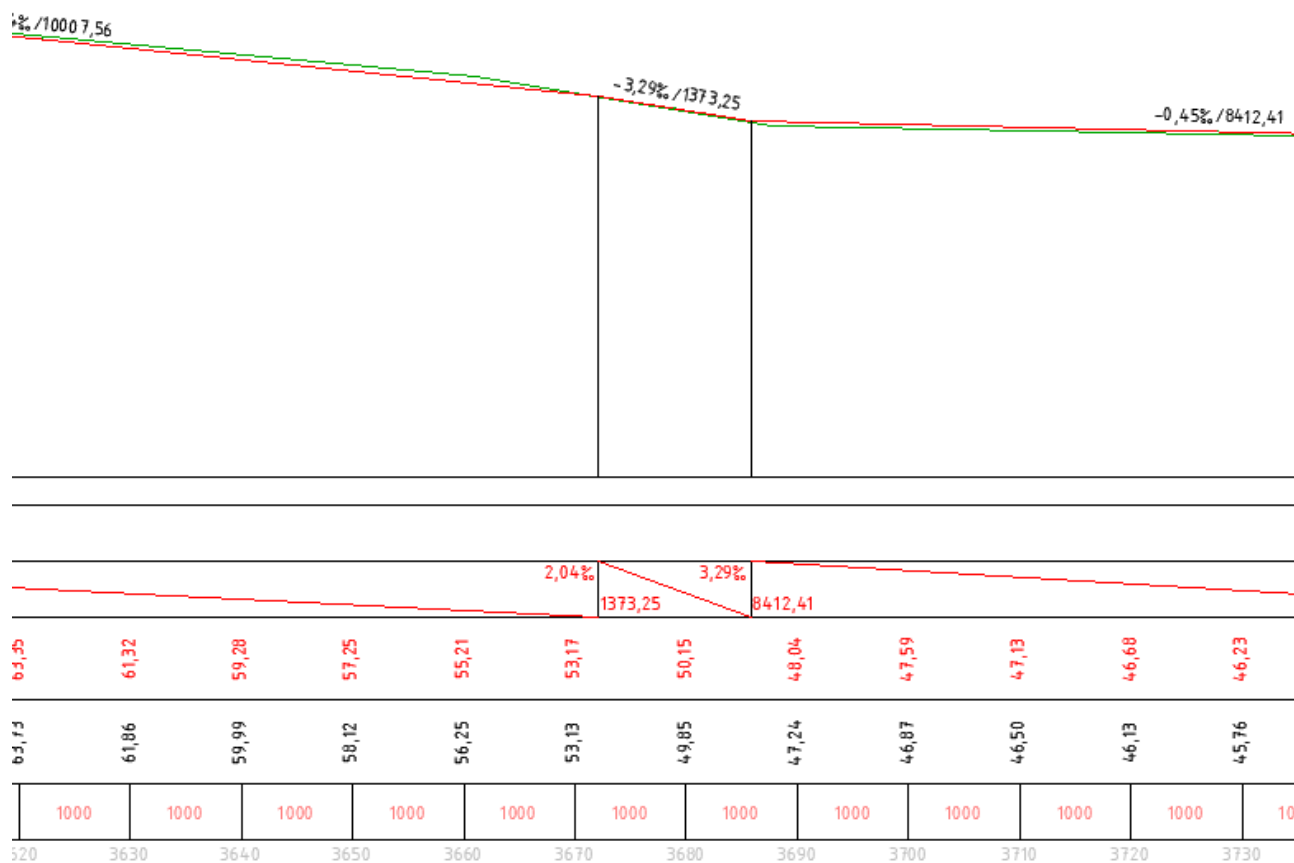


Рисунок 3.10 – Ухил на пікеті ПК 367+00 - 369+00

Профіль усієї ділянки наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 Результати проєктування поздовжнього профілю

Ухил	Довжина
-0.3	2535
-1.1	20071
-1.1	17208
-0.8	15446
-1.2	17223
0.1	24332
-0.2	28168
-1.1	23783
-1.2	21757
-1.1	20918
-0.2	26796
0.15	21760
-0.35	17259
-1.2	15660
-1	22134
-0.3	24643
-0.3	22881
-2	15228
-2	10008
-3.3	1373.25
-0.5	8412
0.3	5186
-2.5	2386
-2.7	6212
-2.69	486
-2.71	4013
-1.9	6211
-0.1	2639
-0.5	11926

### 3.6 Побудова поздовжнього профілю за допомогою AutoCAD Civil 3D

Профіль призначений для відображення позначок поверхні вздовж траси. У AutoCAD Civil 3D виділяють профілі кількох типів: профілі поверхні, профілі компонування, профілі коридорів.

Профіль поверхні одержують на основі поверхні і називають профілем існуючої поверхні. Профіль компонування є проєктним об'єктом, що відображає проєктні позначки. Профіль компонування часто називається проєктним профілем, або кінцевим профілем поверхні.

Об'єкт профіль є похідним об'єктом від траси у плані. Наявність трас у плані необхідною умовою визначення маршруту профілю за довжиною рельєфу. Якщо редагуються траси у плані після створення профілів поверхні за їх довжиною.

При створенні профілю потрібно додати до траси поверхню (рисунок 3.11). Для створення проєктного профілю використовується меню "Створення профілю". За допомогою інструментів створення профілю з компонування викреслюємо проєктну лінію.

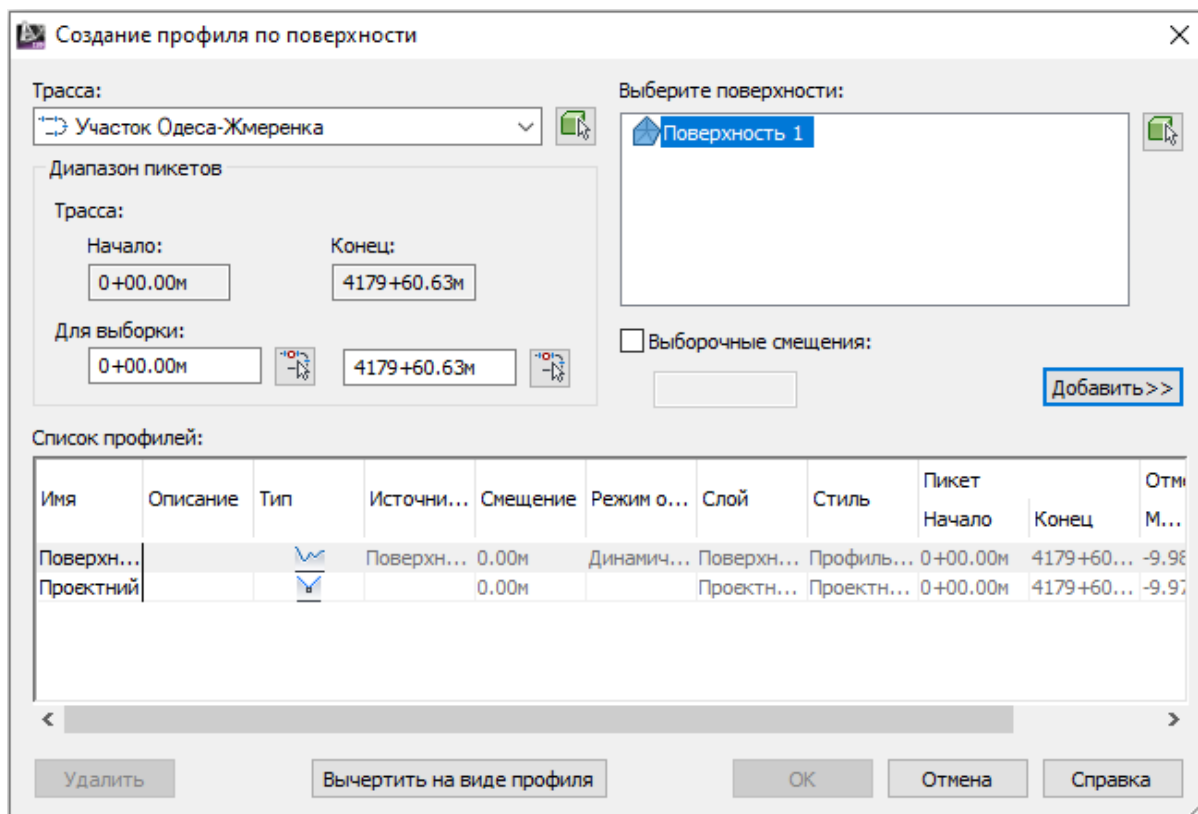


Рисунок 3.11 – Вікно створення профілю по поверхні

Відповідно до завдання магістерської дипломної роботи розглянемо поздовжній профіль високошвидкісної магістралі Жмеринка - Одеса (рисунок 3.12).



Рисунок 3.12 – Профіль ділянки Жмеринка – Одеса

На даній ділянці було вибрано такі параметри профілю:

- максимальний ухил - 3,0 ‰, на профілі ділянці Жмеринка - Одеса;
- мінімальний радіус кривої – 7000 м та перехідних кривих 100 м на профілі ділянці Жмеринка - Одеса;
- перетин в одному рівні ВШМ з іншими комунікаціями не допускається.

### 3.7 Побудова конструкції та коридору в AutoCAD Civil 3D

Модель коридору будується на основі різних об'єктів і даних AutoCAD Civil 3D, що використовуються, включаючи елементи, конструкції, траси, поверхні та профілі. Об'єкти коридору створюються вздовж однієї або кількох базових ліній (трас) шляхом розміщення 2D-дільниці (конструкції) у місцях, що знаходяться на певній відстані один від одного, та створення відповідних укосів, що доходять моделі поверхні в кожній точці розміщення конструкції (рисунок 3.13).

Конструкція (рисунок 3.14) є об'єктом креслення програми AutoCAD Civil 3D, керуючий колекцією об'єктів-елементів конструкцій. Конструкції та елементи конструкцій спільно виконують функцію основних компоувальних блоків дорожнього полотна чи іншого проекту на основі траси. Об'єкт-конструкція з

					051.170297.MP.2021.000	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		83

метою створення коридору має розміщуватися вздовж траси.

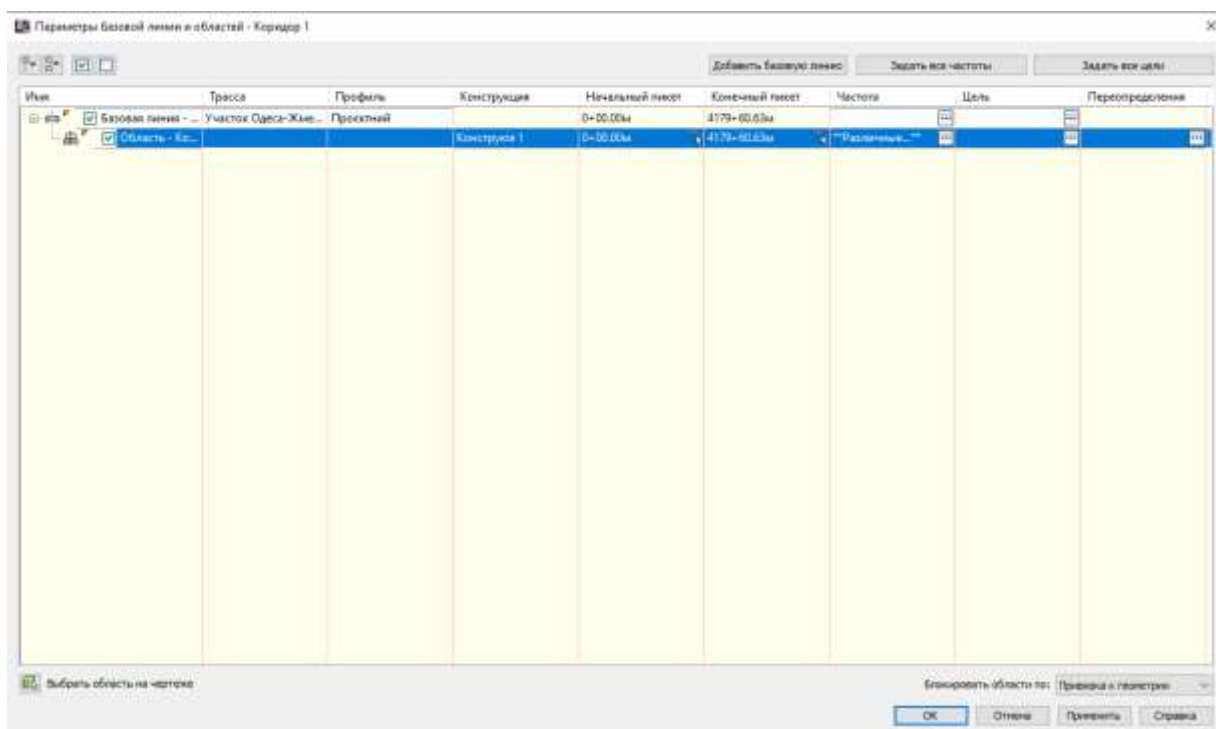


Рисунок 3.13 – Вікно побудови коридору

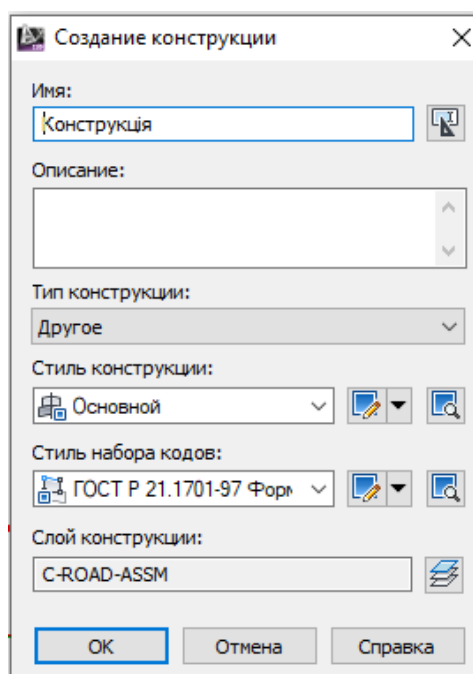


Рисунок 3.14 – Створення конструкції

					051.170297.MP.2021.000	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		84

Також були побудовані поперечні профілі насипу та виїмки (рисунку 3.15) із шириною земляного полотна 13 м, згідно з завданням.

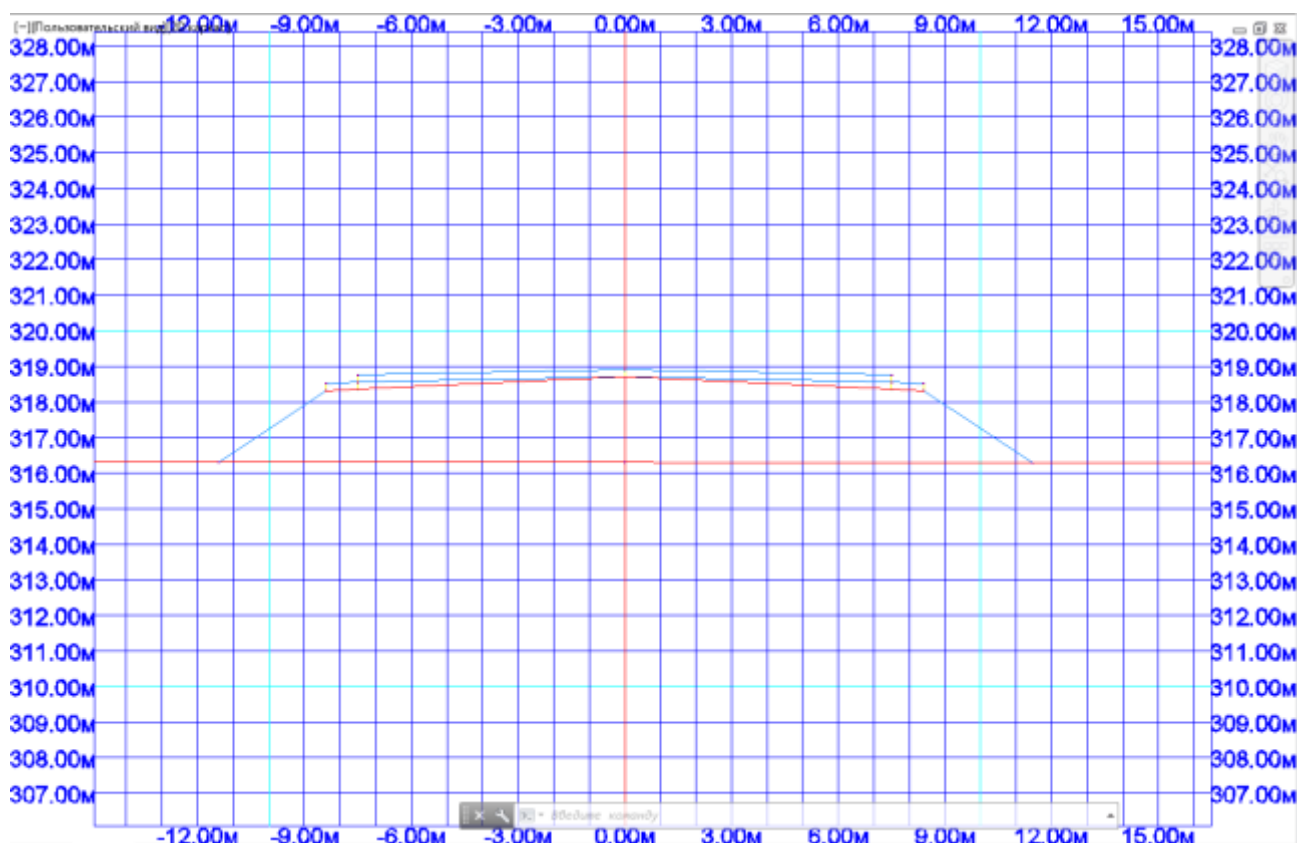


Рисунок 3.15 – Поперечний профіль насипу ділянки Жмеринка – Одеса  
ПК 316+20

У цій роботі було проведено розрахунок обсягів земляних робіт за допомогою програми AutoCAD Civil 3D. Для цього підрахунку було створено коридор на запроєктованій лінії траси та створено профіль насипу та виїмки (рисунку 3.16) із шириною земляного полотна 13 м, згідно з завданням.

					051.170297.MP.2021.000	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		85

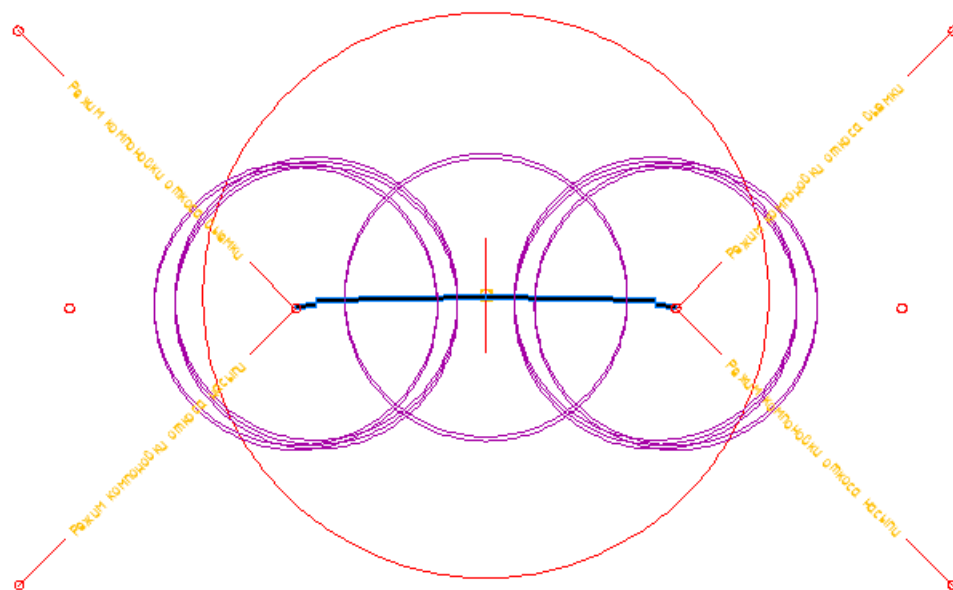


Рисунок 3.16 – Профіль насипу та виїмки

Підвантаживши профіль земляного полотна на цифрову модель місцевості, було отримано об'ємну модель траси Жмеринка - Одеса (рисунок 3.17).

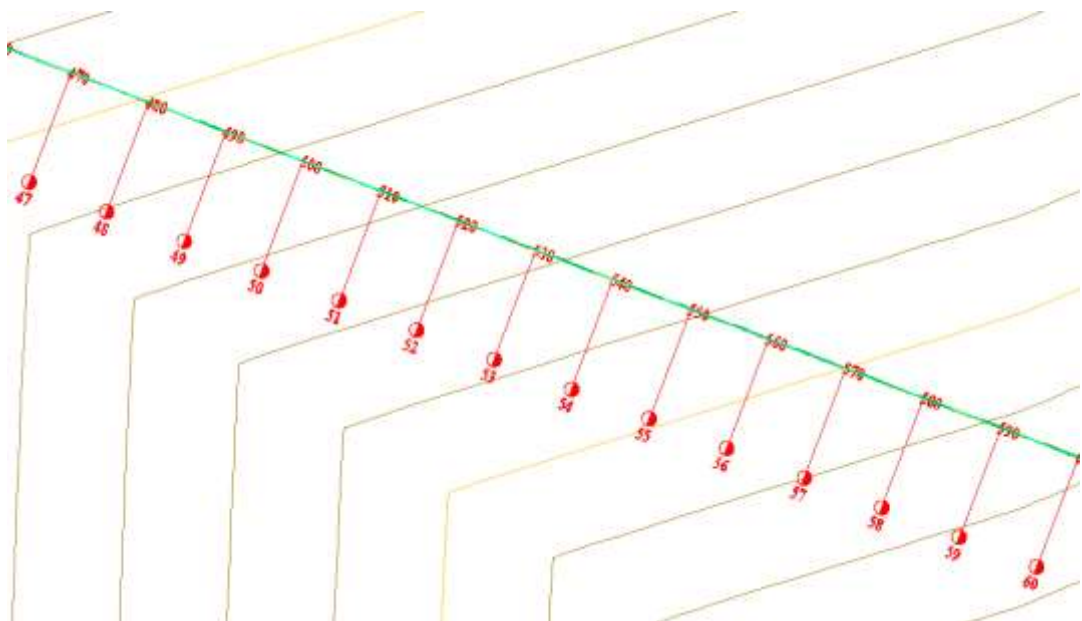


Рисунок 3.17 – Земляне полотно на ділянці Жмеринка – Одеса

					051.170297.MP.2021.000	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да		86

Обсяги земляних робіт, які розраховані у програмі AutoCAD Civil 3D, наведено на рисунку 3.18

Имя	Г.	Значение выс...	Коэффициент...	Коэффициент...	Стиль	2D площадь(к...	Выемка(скоррест...	Насыпь(скоррест...	Чистый(скоррест...	График разн...
Объем		1.00	1.00		Горизонталь	8678339.12	18741863.75	6861036.30	11880827.45<Выемка>	
<b>Volume Summary</b>										
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor			2d Area (кв. м)	Cut (Куб. м)	Fill (Куб. м)	Net (Куб. м)	
Объем	full	1.00	1.00			8678339.12	18741863.75	6861036.30	11880827.45<Выемка>	
<b>Totals</b>										
						2d Area (кв. м)	Cut (Куб. м)	Fill (Куб. м)	Net (Куб. м)	
Total						8678339.12	18741863.75	6861036.30	11880827.45<Выемка>	

\* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

Рисунок 3.18 - Обсяги земляних робіт

Побудова водозбору та визначення витрати стоку виконували з використанням САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D та відображені на рисунку 3.19

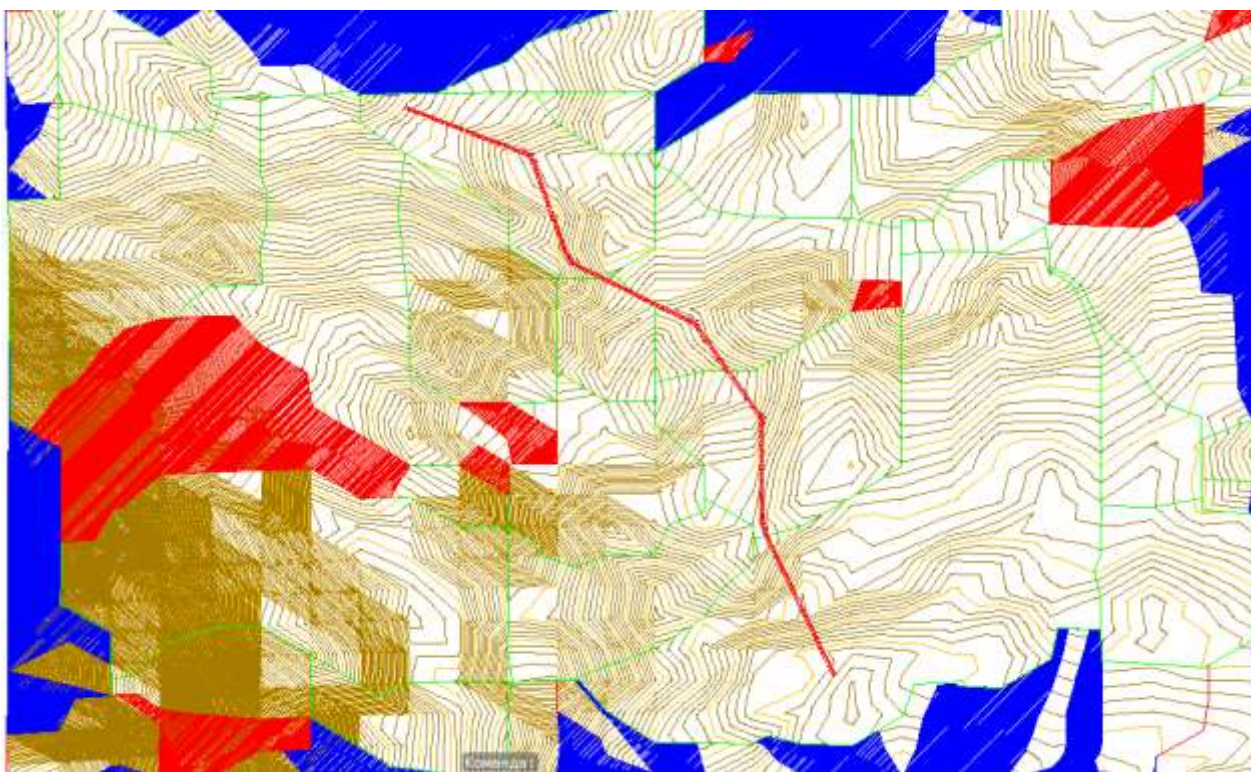


Рисунок 3.19 - Побудова водозбору (Жмеринка - Одеса)

## 4.ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАСИ ВИСОКОШВИДКІЙ МАГІСТРАЛІ

### 4.1 Виконання тягових розрахунків і визначення тягово-енергетичних показників

Для виконання тягових розрахунків була використана програма MoveRW. Програма MoveRW призначена для виконання комплексу розрахунків за умови реалізації максимально-можливої швидкості руху поїзда на кожній ділянці[14].

В програму вводиться така вхідна інформація: локомотив, маса та довжина рухомого складу, початкова й кінцева швидкість руху дільницею, максимально допустима швидкість (рис. 4.1). Середня швидкість із Одеси до Львова становить близько 270 км/год. Маса рухомого складу із 9-ти вагонів з пасажирами становить 400 тонн.

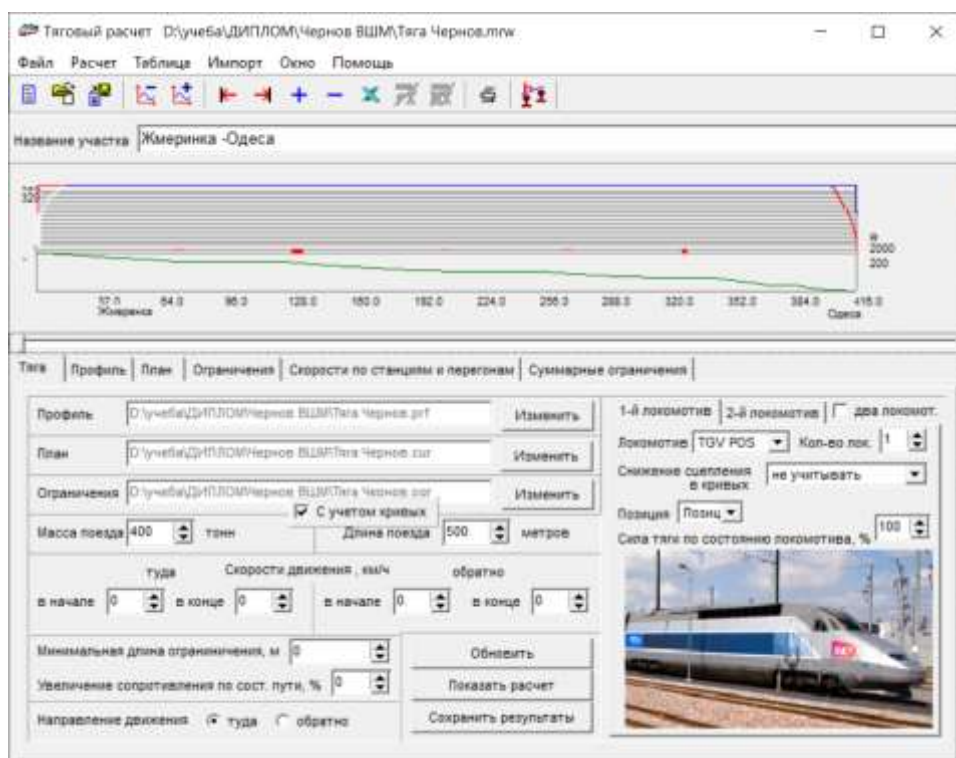


Рисунок 4.1 – Базові налаштування програми MoveRW

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ВИЗНАЧЕННЯ ТЯГОВО- ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ</b>		
Розроб.		Ченров Д.С.					
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						88	
					УДУНТ		

Тягові характеристики TGV POS наведені в рисунку 4.2.

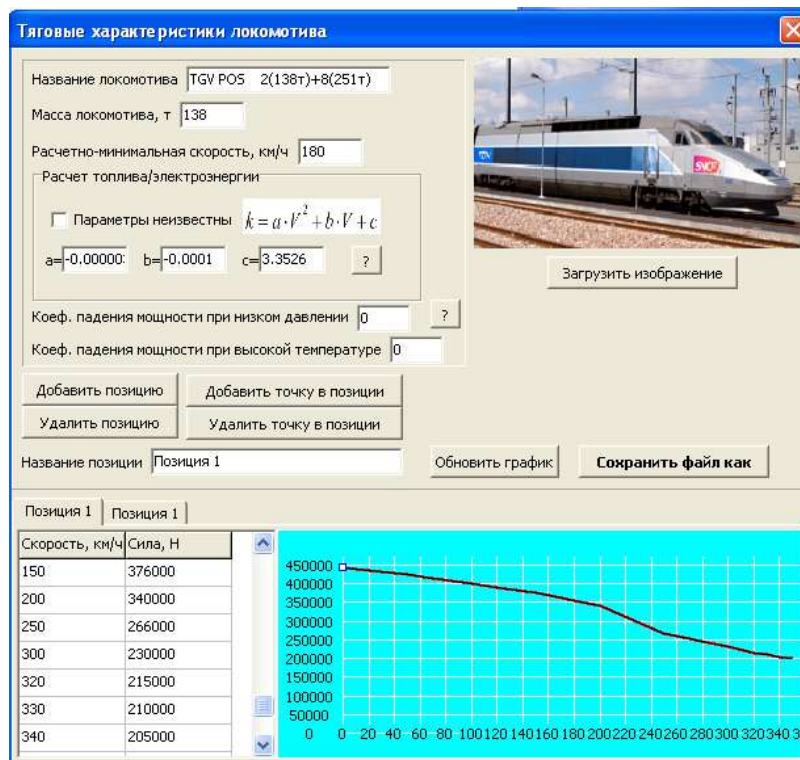


Рисунок 4.2 – Тягові характеристики локомотива TGV POS

Для отримання тягових розрахунків було введено початкову позначку траси, ухили та довжину кожного елемента відповідно до запроєктованого профілю (рисунок 4.3).

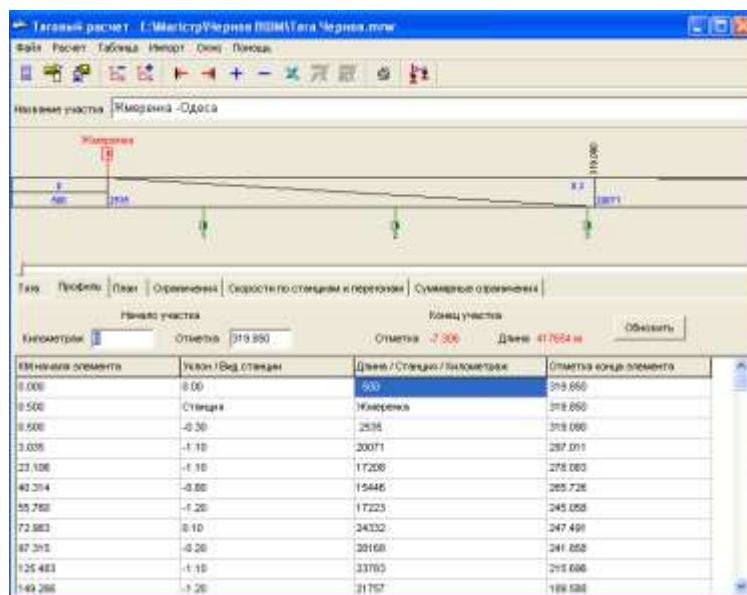


Рисунок 4.3 – Введення даних по профілю

Також були введені довжини прямих ділянок, радіуси кривих, довжина перехідних кривих і підвищення зовнішньої рейки (рисунк 4.4).

Тип элемента	КМ начала элемента	Длина, м	Радиус, м	Возвышение, мм	Скорость, км/ч	Примечание
прямая	0.000	69796.400				
переходная		100.000				
круговая право	69.796	6014.670	7000.00	0		
переходная		100.000				
прямая	75.781	54726.020				
переходная		100.000				
круговая лево	130.509	5371.970	7000.00	0		
переходная		100.000				
прямая	135.881	70526.470				
переходная		100.000				
круговая право	206.408	3490.490	7000.00	0		

Рисунок 4.4 – Введення даних за планом

Була задана максимально допустима швидкість по всій ділянці колії, наприклад, 350 км/год (рисунк 4.5).

КМ начала элемента	Допустимая скорость	Длина ограничения	Примечание
0.000	350	417664	

Рисунок 4.5 – Введення даних щодо обмеження

Після введення всіх даних, критеріїв та обмежень було виведено дані тягових розрахунків у парному та непарному напрямку. Після введення всіх даних, критеріїв та обмежень було виведено дані тягових розрахунків у парному та непарному напрямку. Графічне відображення швидкості по всьому профілю представлено у додатку А.

Тяговий розрахунок був проведений за трьома швидкостями (250 км/год, 300 км/год, 350 км/год) у двох напрямках, результати наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати тягових розрахунків

Швидкість, км/год	Час ходу, хв		Механічна робота, 10·кН·км		Витрата електроенергії, кВт/год	
	туда	обр.	туда	обр.	туда	обр.
Жмеринка - Одеса						
250	105	105	4927,47	5647,15	15507,7	17769,5
300	90	90	6810,62	7515,53	20869,1	23029,6
350	81	83	8457,58	8704,32	25291,1	26205,1

Відповідно до таблиці 4.1 для графічного відображення часу ходу, механічної роботи та витрати електроенергії наведено графіки порівняння за швидкостями 250, 300 та 350 км/год для двох варіантів (рисунок 4.6 ).

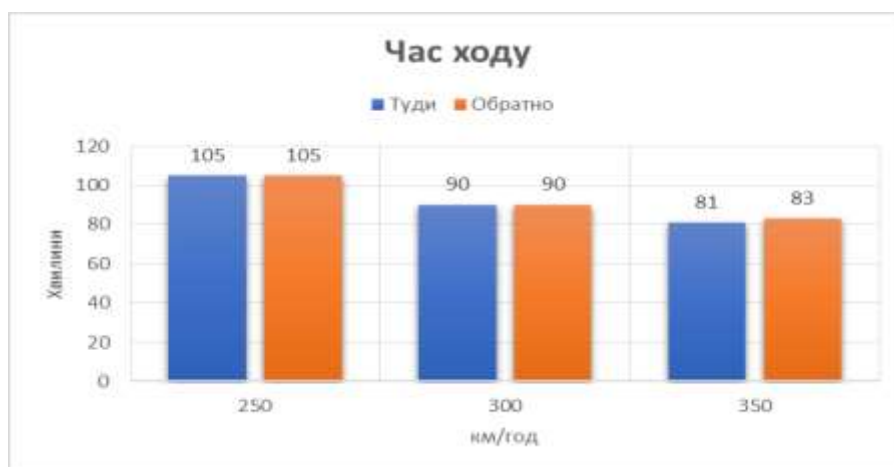


Рисунок 4.6 – Графік порівняння часу ходу у двох напрямках за різних швидкостей «Жмеринка - Одеса»

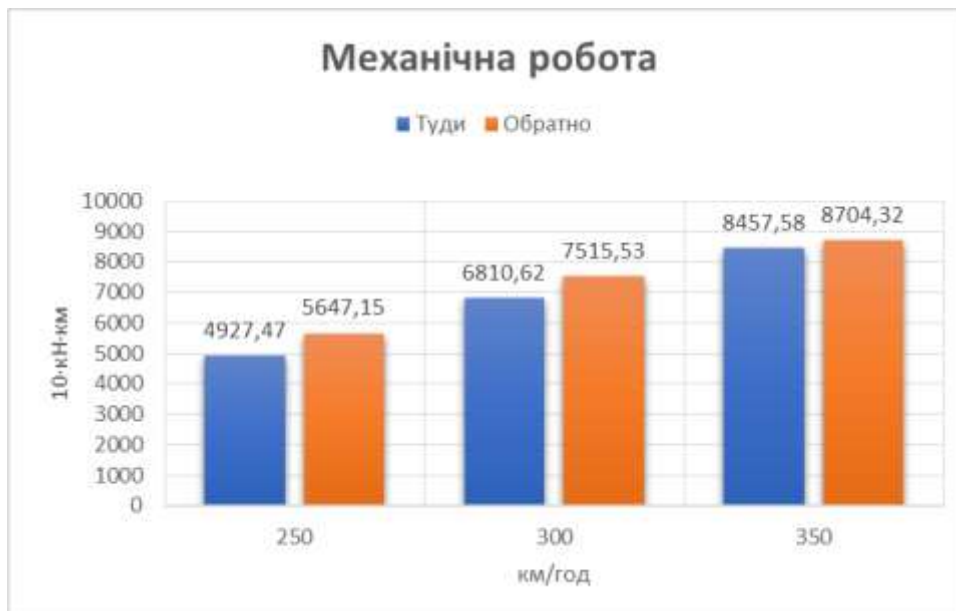


Рисунок 4.7 – Графік порівняння механічної роботи у двох напрямках за різних швидкостей «Жмеринка - Одеса»



Рисунок 4.8- Графік порівняння витрати електроенергії у двох напрямках за різних швидкостей «Жмеринка - Одеса»

Результати тягових розрахунків наведено у додатках А, Б та В.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

051.170297.MP.2021.000

Арк.

92

## 4.2 Розрахунки техніко-економічних показників магістрал

Вартість будівництва ВШМ залежить від техніко-експлуатаційних та будівельних показників лінії (кількості кривих, великих штучних споруд, обсягів земляних робіт, площі займаних земель тощо), забезпечення нормативних екологічних та санітарних вимог щодо населених пунктів у зоні впливу ВШМ[15].

Сума інвестицій у високошвидкісні лінії включає вартісні витрати на відчуження земель, земляні та будівельні роботи, штучні споруди (мости, шляхопроводи, віадуки тощо), верхню будову колії, енергопостачання, системи сигналізації та зв'язку та ін.

Для розвитку мережі залізниць України впроваджується системний підхід, який передбачає проєктування та будівництво нових високошвидкісних залізниць та реконструкцію існуючих. Враховувалося, що наближення ВШМ до існуючої залізниці дозволяє заощадити витрати на будівництво між ними технологічних з'єднань, витрати на будівництво самої ВШМ (за рахунок здешевлення доставки матеріалів, техніки по існуючій лінії, організації робіт на широкому фронті, можливості маневру трудовими та матеріальними ресурсами), а також скоротити термін будівництва[19].

Результати техніко-економічних розрахунків наведено у додатках Г та Д.

### Висновки до розділу 4

Порівнюючи між собою тягові розрахунки при швидкостях 250, 300 та 350км/год бачимо що при швидкості 250 км/год витрати на електроенергію та механічна робота менші ніж у швидкостей 300км/год та 350км/год. Однак час на подолання ділянки зі Жмеринки до Одеси буде більшим. При швидкості 350км/год час подолання ділянки Жмеринка – Одеса буде найшвидшим 81хвилина(83хвилини в обратному напрямку), при швидкості 300км/год на подолання цієї ж ділянки потрібно 90 хвилин в обох напрямках, але витрати

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії та механічної роботи буде найбільшим рисунки 4.7 та 4.8.

Отже, оптимальний варіант при швидкості 300км/год. При даній швидкості витрати електро енергії будуть меншими ніж при швидкості 350км/год, а час на подолання ділянки більшим ніж при 250км/год.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦЬ

### 5.1 Моніторинг стану навколишнього середовища

Залізничний транспорт постійно впливає на природне середовище. За характером впливу залізничного транспорту на стан середовища проблема має два аспекти: використання транспортом природних ресурсів і транспортне забруднення середовища. Залізничний транспорт впливає на екологію як великий споживач паливних, лісових і земельних ресурсів, мінеральних і будівельних матеріалів. Хоча в порівнянні з іншими видами транспорту (особливо автомобільним), він заподіює менше екологічного збитку. Негативний вплив залізничного транспорту на середовище включає порушення стійкості природних ландшафтів транспортною інфраструктурою шляхом розвитку ерозій і обвалів; забруднення атмосфери відпрацьованими газами; постійне зростання рівня забруднення землі нафтою, свинцем, продуктами видування і осипання сипких вантажів (вугілля, руда, цемент). В останні роки все більший розвиток отримує сфера «зелених» технологій. До «зелених» технологій прийнято відносити інноваційні рішення в сфері переробки та вторинного використання матеріалів, очищення стічних вод, енергозбереження, контролю над забрудненням повітряного середовища, захисту навколишнього середовища, поновлюваних джерел енергії.

Традиційне розуміння та концепція логістики оперують переважно на економічні критерії, що відповідно регламентує процедуру прийняття стратегічних та операційних рішень[30]. Водночас, прогресуюча світова тенденція формування врівноваженого розвитку змушує до розширення концепції логістики середовищ суспільними критеріями. Під впливом транспортних засобів в атмосфері накопичується вуглекислий газ, зменшується кількість кисню.

					051.170297.MP.2021.000						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЄКТІВ ЗАЛІЗНИЦЬ			Лім.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Чернов Д.С.									
Перевір.		Курган М.Б.								95	
Реценз.								УДУНТ			
Н. Контр.		Байдак С.Ю.									
Затверд.											

Викиди потрапляють на рослини, в ґрунт та опиняються в організмах людей. У таких умовах виникає необхідність використання в логістиці «зелених» технологій. «Зелена логістика» передбачає цілісне перетворення логістичних стратегій, процесів, структур всіх учасників ланцюга поставок у відповідності до ресурсозберігаючих, енергоефективних та природоохоронних технологій.

Мета «зеленої логістики» - досягнення балансу між економічною та екологічною ефективністю. «Зелена» логістика – логістика як господарська діяльність, заснована на екологічно безпечних технологіях. «Зелені» технології в даний час знаходяться на стадії свого раннього розвитку. Більшість авторів, впроваджуючи принципи «зеленої логістики» у практику діяльності українських підприємств, акцентують увагу на необхідності першочергової екологізації транспортної логістики. Інша частина науковців розглядає зелену логістику як частину інтегрованого управління логістичним процесом, що включає виробництво, складування, транспортування, управління відходами. Очікується, що розвиток «зелених» технологій за масштабами, силі впливу на зміну структури економіки та змін може буде порівняно з інформаційними інноваціями, які активно увійшли в наше життя.

Розглядаючи досвід європейських країн, можна відмітити, що багато компаній усвідомили значущість «зелених» технологій. Як приклад можна привести компанію Green Cargo, постачальника послуг логістики в Швеції. Green Cargo позиціонується, передусім, як чиста альтернатива автомобільних перевезень вантажів на великі відстані. Компанія Green Cargo пропонує своїм клієнтам можливість транспортування їх товарів більшу частину шляху по залізниці з подальшим переходом в кінці шляху на автомобільне транспортування для доставки товарів у пункт їх призначення. Ця гнучка послуга стимулює численних клієнтів до переходу на залізничні перевезення. Одним з важливих завдань є шумоізоляція. Ряд заходів щодо зниження шуму від поїздів дозволяє підвищити якість життя в населених пунктах, прилеглих до залізничних ліній[30].

У Швейцарії вже більше 10 років проводиться інтенсивна робота щодо зниження рівня залізничних шумів, що впливають на мешканців будинків,

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташованих поблизу залізниці. Вживаються заходи зменшення шуму у джерелах його утворення та на шляхах поширення, а також щодо підвищення рівня шумоізоляції будівель. Великий потенціал для подальшого значного зниження рівня шуму закладений в оснащенні вантажних вагонів малошумними гальмами. Найбільш активно високошвидкісні поїзди використовують в Японії та Китаї.

У Японії досвід пересування на високошвидкісних поїздах більше 35 років, при цьому серйозних аварій не відбувалося. Низька аварійність вигідно відрізняє залізничний транспорт від інших видів транспорту. Високошвидкісні поїзди використовують систему електричної тяги, тобто вони не виділяють парникові гази і вимагають меншої кількості викопних видів палива, ніж інші транспортні засоби. Швидкісні поїзди запобігають викид в атмосферу 3 кг вуглекислого газу на пасажирів в порівнянні з іншими поїздами, але якщо враховувати, на скільки знижується рівень забруднення, якщо людина взамін машини або літака вибирає поїзд, ця цифра зростає до 31 кг CO<sub>2</sub>.

Густонаселений Китай до 2025 року планує зв'язати 70 % великих міст, що допоможе вирішити транспортну проблему в Китаї. У Китаї активно використовується новий вид поїздів на магнітній подушці Maglev. Його максимальна швидкість досягає 500 км/год. Цей експрес використовує колеса тільки під час розгону, а потім рухається на магнітній подушці в повітрі. Так як колеса використовуються тільки під час розгону, то шумове забруднення при русі цього поїзда в рази менше, ніж у звичайного. Розрахунки показують і значний екологічний ефект такого транспортного засобу. На перевезення одного пасажирів він використовує 2 % палива від споживаного автомобілем. Відсутність рухомих частин скорочує витрати на експлуатацію такого експреса. Залізничний транспорт гостро потребує впровадження інноваційних технологій, які б дозволили підвищити екологічну безпеку, якість і надійність його експлуатації, безпеку руху.

В провідних європейських країнах вже почали розробку проєкту енергетичної установки на паливних елементах призначеної для електроживлення

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціалізованої колійної техніки в тунелях. Метою створення установки є освоєння на залізничному транспорті принципово нових енергетичних установок, що працюють на водні та забезпечують ряд техніко-економічних переваг перед існуючими енергоустановками, в тому числі високу екологічність.

Екологічність від вибору електротяги очевидна. Більшість залізничних ліній України будувалися 30 – 40 і більше років тому переважно без урахування елементів екологічних вимог, давно вичерпали свою пропускну здатність і потребують модернізації. Крім магістральної мережі, господарство залізничного транспорту містить у собі тисячі вокзалів і вантажних районів, велику кількість локомотивних і вагонних депо. Тому проблема екологізації залізничного транспорту дуже важлива[30].



Рисунок 5.1 – Характеристика небезпечних об'єктів для навколишнього середовища

Найбільш небезпечні з екологічної точки зору об'єкти залізничного транспорту локомотивні та вагонні депо, рухомий склад, що перевозить нафтопродукти й вибухові речовини, промивально-пропарювальні пункти для наливного рухомого складу, пункти дезінфекції вагонів для перевезення тварин та біологічно небезпечних речовин, шпалопросочувальні і щебеневі заводи, пункти

відстою рухомого складу та інше.

Екологічну безпеку можуть порушувати і фізичні фактори від об'єктів залізничного транспорту (шум, вібрація, електричні та електромагнітні поля, вибухи, пожежі). Засоби, пов'язані з поліпшенням екологічної ситуації, безпосередньо пов'язані з модернізацією залізничного транспорту. Особливо важливий тут перехід залізничного транспорту на екологічно чисту електричну тягу. Зараз вже експлуатаційна довжина електрифікованих залізниць становить 47% (більше 9 тис. км).

Оздоровленню навколишнього середовища сприятиме культура вантажних перевезень, тобто перехід на контейнерні перевезення й інші види прогресивних методів доставки вантажів. Значних втрати для екології завдають аварії вантажних поїздів. Безаварійність перевезень – головне завдання залізничного транспорту. Перевезення вантажу в рефрижераторному рухомому складі – одна з найважливіших завдань «зеленої» логістики.

Таким чином, основним напрямком розвитку логістики у даний час на Україні повинна стати екологізація, тобто реалізація заходів щодо зниження негативного впливу залізничного транспорту на навколишнє середовище, разом з налагодженням ефективної природоохоронної діяльності на інших видах транспорту, що може значно поліпшити екологічну ситуацію в Україні.

## 5.2 Дослідження впливу проектних рішень на захист навколишнього середовища від шуму

Вирішуючи соціальні і міжнародні проблеми, впровадження швидкісного руху поїздів викликає при цьому забруднення навколишнього середовища: акустичне (шумове) забруднення, електромагнітне випромінювання, вібраційний вплив. Найбільш істотним з них є акустичне забруднення, тому що рівні шуму, що утворюються навколо поїзда, який рухається, збільшуються з ростом швидкості руху.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Французькі і японські фахівці вважають проблему шуму другої по важливості після забезпечення безпеки руху. Почали приділяти увагу цьому питанню й в Україні.

Захист навколишнього середовища від шумових ефектів магістралі, а також вібрації строго регламентовані. Захисні стінки уздовж залізничної колії, а також конструкція «живого захисту» проєктуються з урахуванням місцевих умов і норм, що визначають допустимі рівні шуму і вібрації на організм людини.

Для населених пунктів, зон масового відпочинку і туризму, санітарно-курортних зон та інших територій зі спеціальним режимом природокористування, які знаходяться в районах шумового впливу від руху швидкісних поїздів, повинні бути передбачені спеціальні захисні заходи від шуму при перевищенні допустимих норм.

Шум є серйозною проблемою громадської охорони здоров'я. Він надає негативне вплив на здоров'я і благополуччя людей, і це викликає занепокоєння. Європейське регіональне бюро ВООЗ розробило «Керівництво з питань шуму у навколишньому середовищі для європейського регіону»[31]. Основне призначення цього посібника полягає в тому, щоб дати рекомендації щодо захисту здоров'я людей від впливу шуму в навколишньому середовищі виробленого засобами транспорту - автомобільного, залізничного, повітряного.

В посібнику головна[31] увага приділяється найбільш широко використовуваним показникам рівнів шуму  $L_{den}$  (еквівалентний рівень середньозваженого добового шуму) та  $L_{night}$  (еквівалентний рівень нічного шуму). Ці показники можна виводити зі складових елементів – еквівалентних рівнів денного, вечірнього та нічного шуму ( $L_{day}$ ,  $L_{evening}$ ,  $L_{night}$  та тривалості у годинах нічного шуму  $L_{night}$ ), які використовуються для оцінки впливу зовнішнього шуму.

В Україні діють затверджені Міністерством охорони здоров'я Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови (Наказ № 463 від 22.02.2019)[32].

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Терміни, що вживаються** у цих Санітарних нормах, мають такі значення:

- еквівалентний (за енергією) рівень звуку даного непостійного шуму – рівень звуку постійного широкосмугового шуму, який має той самий середньоквадратичний звуковий тиск, що і даний непостійний шум тієї самої тривалості;
- максимальний рівень звуку  $L_{A \text{ макс.}}$ , дБА – рівень звуку непостійного шуму, що відповідає максимальному показанню вимірювального приладу (шумоміра) під час візуального відліку;
- рівень звуку,  $L_A$ , дБА – рівень звукового тиску постійного шуму в нормованому діапазоні частот, коригований за стандартною частотною характеристикою «А»;
- рівень звукового тиску,  $L$ , дБ – десять десяткових логарифмів відношення квадрата певного звукового тиску до квадрата порогової величини звукового тиску;
- шум як фізичний фактор – акустичні коливання, що характеризуються випадковою зміною амплітуди, частоти і тривалості;
- NC – критерії шуму. Набір рівнів звукового тиску в октавних смугах у вигляді кривих. Число, що позначає будь-яку криву NC, приблизно дорівнює рівню перешкод для мови (SIL).

Критеріями оцінки постійних шумів є рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними значеннями частот 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для орієнтовної оцінки допускається використовувати рівень звуку  $L_A$ , дБА.

Критеріями оцінки непостійних шумів є еквівалентні (за енергією) рівні звуку  $L_{A \text{ екв.}}$ , дБА та максимальні рівні звуку  $L_{A \text{ макс.}}$ , дБА.

Виміри та оцінка непостійного шуму на відповідність допустимим рівням має проводитися одночасно з еквівалентним та максимальним рівнями звуку.

Рівні еквівалентного і максимального звуку в дБА у двох метрах від огорожуючих конструкцій будинків житлової забудови, звернених у бік залізниці, не повинні бути більші за регламентовані Санітарними нормами

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допустимі рівні шуму, які наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі критерії шуму

Призначення приміщень та територій	Час доби	Рівні звуку $L_A$ або $L_{A_{екв.}}$ , дБА	Критерії шуму NC
Територія житлової забудови, на яку впливає шум об'єктів будівництва та реконструкції	День (08:00-22:00)	60	50
	Ніч (22:00-08:00)	50	40

Відповідно ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму»[33] забезпечення на території житлової забудови, промислових підприємств, ландшафтно-рекреаційних територіях і в приміщеннях, де перебувають люди, шумового режиму, що відповідає санітарно-гігієнічним нормам, повинно здійснюватись шляхом застосування містобудівних, архітектурних, об'ємно-планувальних, конструктивних, технічних, технологічних рішень, адміністративно-організаційних заходів та комплексу будівельно-акустичних заходів як для об'єктів, що є джерелами шуму, так і для об'єктів, що потребують захисту від шуму. В цьому документі викладена Методика розрахунку шумового режиму на примігстральній території, яка й була використана в магістерській роботі.

На кафедрі «Транспортна інфраструктура» УДУНТ розроблена програма, що дозволяє виконувати розрахунки для кожного залізничного напрямку з урахуванням структури поїздопотоків і деяких додаткових факторів, що зменшують акустичне забруднення.

На рис. 5.2 і 5.3 наведені графіки зміни миттєвого максимального рівня шуму, створюваного швидкими поїздами, у залежності від максимальної швидкості і відстані до спостерігача. Аналіз розрахункових даних показує, що в діапазоні 80-200 км/год ріст рівнів шуму складає від 3-х до 1-го дБА на кожні 20 км/год підвищення швидкості.

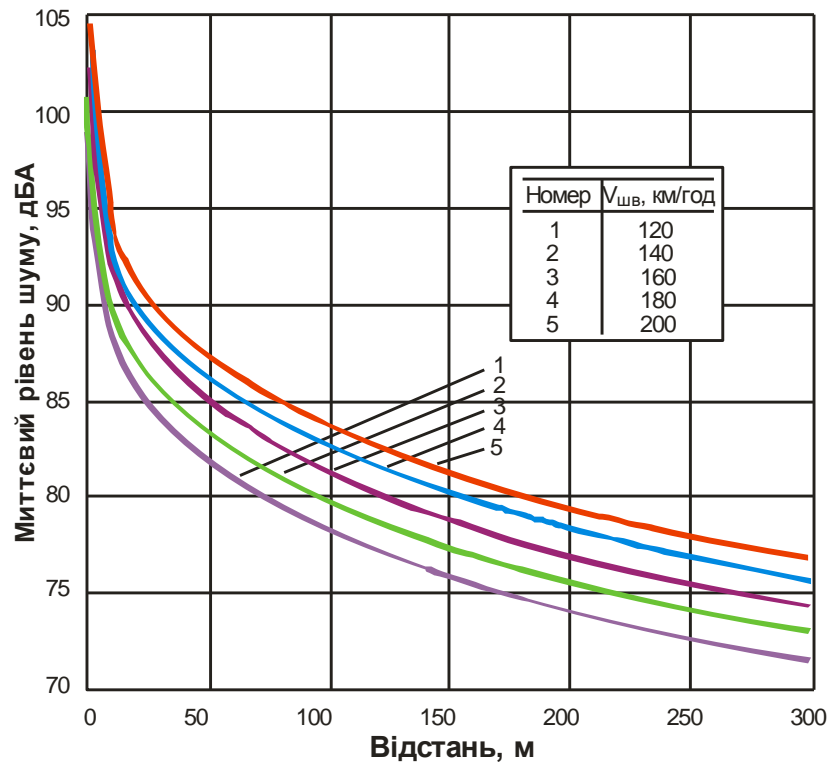


Рисунок 5.2 - Залежність миттєвого шуму, від відстані і максимальної швидкості швидкого поїзда

Так як рівень максимальної швидкості в поїздів різних категорій різний, то для характеристики поїздопотoku прийнята середньозважена швидкість. На рис. 5.3 показана зміна рівня шуму від потоку поїздів (швидкі, пасажирські, вантажні і приміські).

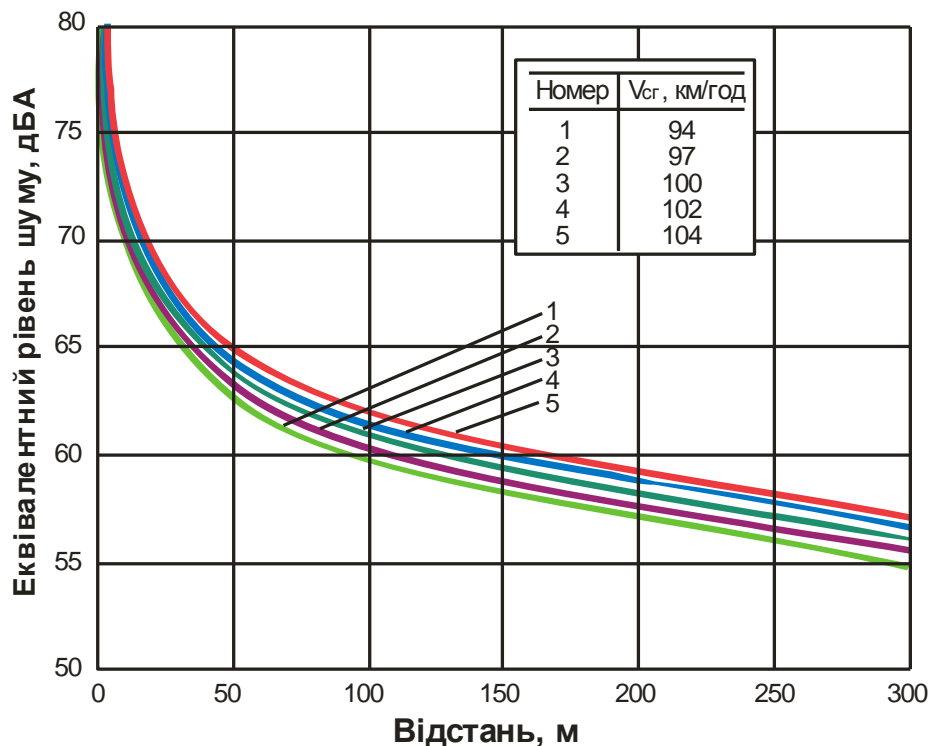


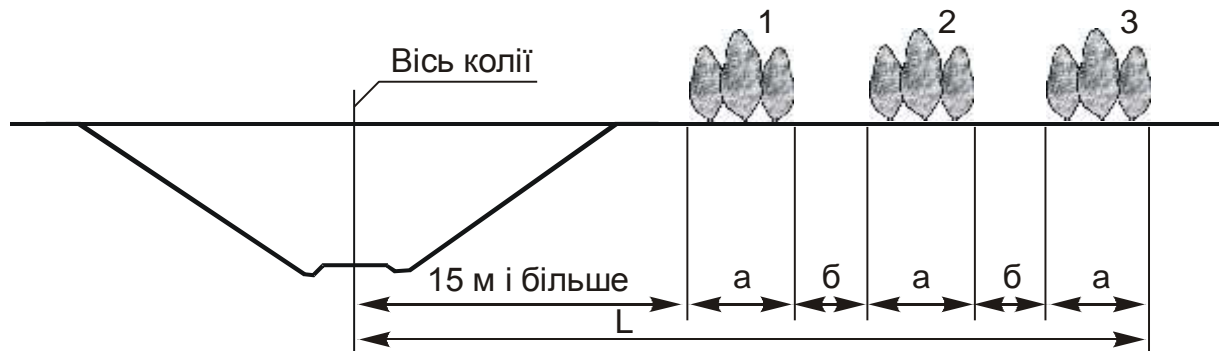
Рисунок 5.3 - Залежність еквівалентного рівня шуму потоку поїздів від відстані і середньозваженої швидкості

Проведені дослідження показали[34-36], що створюваний поїздом шум залежить від багатьох факторів, таких як умова руху (швидкість, режим водіння, інтервали руху), технічний стан вагонів, тип і технічний стан колії й ін. Зменшення шумового впливу від рухомого складу є складною задачею, вирішення якої пов'язане з необхідністю проведення комплексу технічних заходів щодо удосконалення конструкції колії, локомотивів і вагонів, створенню шумопоглинальних екранів, посадці смуг зелених насаджень.

Захисні лісонасадження давно застосовуються в практиці будівництва залізниць для захисту колії від снігу і зменшення опору руху поїздів. При організації швидкісного руху на таких ділянках зелені насадження будуть виконувати також функцію захисту прилягаючих територій від шуму поїздів.

Зазначимо, що раніше улаштовували «живий захист» у вигляді суцільної смуги лісонасаджень, яка була потрібна для затримки снігу. Однак розрахунки і практика експлуатації показали, що більший ефект досягається, як для

снігозатримання, так і для зменшення акустичного забруднення, якщо влаштовувати конструкції живих захистів, що складаються з декількох смуг і розривів між ними[36] (рис. 5.4, табл. 5.2).



1 – шляхова смуга; 2 – проміжна смуга; 3 – польова смуга;

а – ширина смуги; б – ширина розриву

Рисунок 5.3 - Схема багатосмугових зелених насаджень

Паралельно з цим слід упроваджувати комплексні заходи щодо зменшення шумового забруднення, табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Заходи щодо зменшення шумового забруднення

Шумозахисні пристрої	Верхня будова колії	Рухомий склад
улаштування смуг зелених насаджень	укладання безстикової колії на баласті	покращення ходових якостей
застосування шумозахисних екранів	застосування еластичних підрейкових прокладок	зменшення зносу колісних пар і елементів візків, усунення повзунів на поверхні котіння коліс
	зниження нерівностей колії	застосування демпфіруючих елементів
	періодичне усунення хвилеподібного зносу рейок	застосування дискових гальм
	застосування лубрикаторів в кривих ділянках колії	модернізація упряжних апаратів

Конструкція шумових смуг зелених насаджень, що влаштовується уздовж залізниць і виконує кілька функцій і конструкція шумозахисних смуг зелених насаджень, що пропонується нормативними документами для захисту від шуму розрізняються. Тому діюча нині формула для розрахунку зниження рівня шуму звичайними багаторядними смугами зелених насаджень[33] вимагає уточнення.

Відомо, що чим вище частота звукових хвиль і чим вище і густіше насадження, тим відбувається більше зниження шуму. Офіційно в[33] рекомендується застосовувати коефіцієнт, що враховує загасання звуку в діапазоні від 0,02 до 0,15 дБА/м, але його вибір не погоджується ні з конструкцією смуги захисних насаджень, ні з частотою звукових хвиль. Рівні зниження шуму зеленими насадженнями приводяться й в інших джерелах. Для одержання залежностей  $\Delta L_{A \text{ зел}}$  від ширини смуги, використовуваної для захисту залізниць від снігу. На рис. 5.4 наведені узагальнюючі результати.

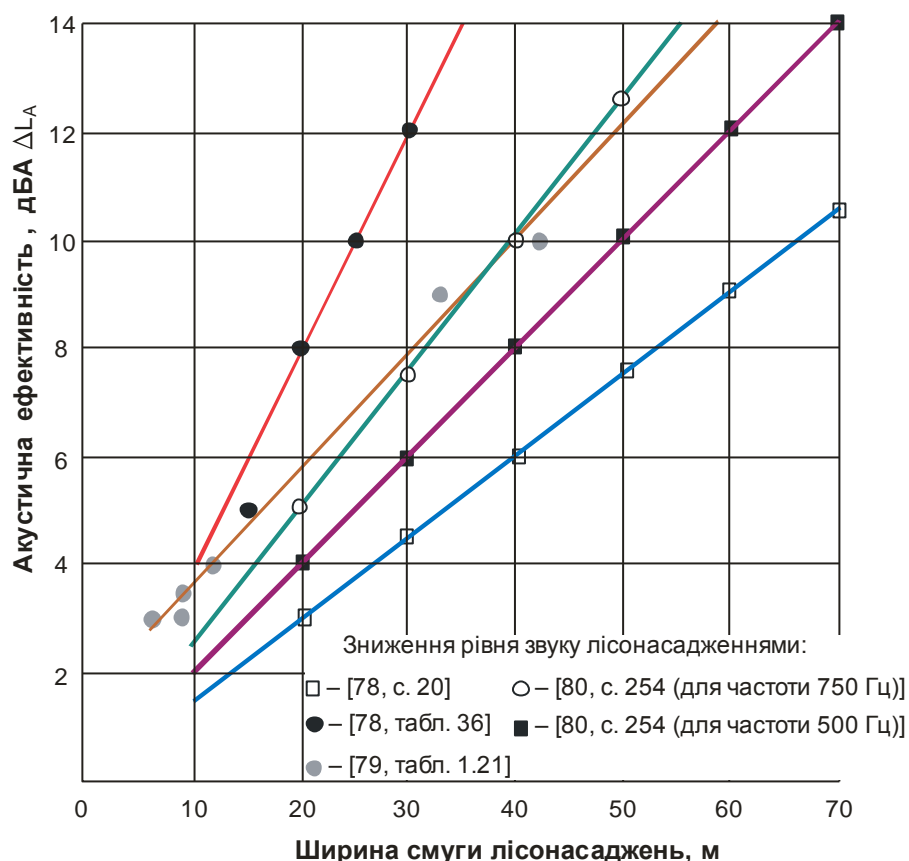


Рисунок 5.4 - Зниження рівня звуку зеленими насадженнями

На рис. 5.4 в квадратних дужках наведені джерела, які вказані в монографії[36].

Тому що посадки уздовж залізниці застосовуються різних конструкцій, то через наявність розривів між шляховою, проміжною і польовою смугами (рис. 5.3) рівень шуму додатково знижується внаслідок загасання звуку в повітрі[78]. Однак величина цього зниження при ширині розривів 20-40 м складає кілька відсотків від зниження шуму посадкою і може не враховуватися. Зниження рівня шуму в залежності від відстані автоматично враховується формулами (2-4), що наведені в[78]. З огляду на викладене і використовуючи дані, приведені на рис. 5.4, були прийняті наступні рівні зниження шуму смугами зелених насаджень, табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Рівні зниження шуму смугами зелених насаджень

Показники	Конструкція зеленого насадження		
	односмугова	двосмугова	трисмугова
Відстань від осі колії до польової смуги, м	30 - 69	70 - 99	100 - 180
При сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах			
Ширина зелених насаджень (без урахування розривів), м	15 - 35	35 - 50	50 - 75
Зниження рівня шуму , дБА	2 - 9	5 - 12	7 - 15
При несприятливих ґрунтово-кліматичних умовах			
Ширина зелених насаджень (без урахування розривів), м	12	24	36
Зниження рівня шуму , дБА	2 - 5	4 - 9	5 - 10

При збільшенні швидкості руху поїзда від 80 км/год до 160-200 км/год рівень шуму зростає на 1-3 дБА на кожні 20 км/год підвищення швидкості. Для того, щоб зростання швидкості поїздів на залізниці не призводило до збільшення шумового забруднення прилягаючої території, досить при максимальній

швидкості 140 км/год мати однополосну смугу зелених насаджень, при швидкості 160 км/год – двополосну, при швидкості 200 км/год і більше триполосну смугу захисних лісонасаджень за нормами, що встановлені на залізницях України (табл. 5.3).

## 6.1 Захист залізничної колії та споруд від несприятливих природних процесів

Для захисту від шуму прилеглої до дороги території житлової забудови відокремлюють від залізниці санітарно-захисною зоною та застосовують різні шумозахисні споруди: протяжні лінії будівель нежитлового призначення (багатоповерхові гаражі, склади) або екрани-стілки, що зводяться на земляних спорудах або на нежитлових будинках. При влаштуванні шляху у виїмці укоси її виконують роль природного акустичного екрану.

Рівень шуму зростає при проходженні поїздів через мости, шляхопроводи і естакадами, особливо металевими мостами з безбаластною прогоновою будовою. Тому з метою зниження шуму під час руху поїздів рекомендується ширше застосовувати залізобетонні мости з проїжджою частиною на баласті. Зниження шуму досягається вдосконаленням рухомого складу.

Підвищений шум – одна з основних причин скарг населення, тому вирішенню цієї проблеми приділяється увага у всьому світі. Зі всіх шкідливих екологічних факторів шум – наймасовіший. Під його впливом перебуває від 50 до 70% населення.

У Європейському Союзі, де було проведено опитування населення, встановлені основні джерела шуму, що впливають на населення (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 - Основні джерела шуму, що впливають на

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## населення

Источники шума	% населения, обеспокоенного повышенным шумом			
	очень высокая степень беспокойства		высокая степень беспокойства	
	День	Ночь	День	Ночь
Транспорт	84,8	83,1	78,3	76,8
– автомобильный	70,5	66,7	65,3	63,0
– трамвай	2,5	2,1	2,2	2,5
– железнодорожные поезда	6,2	13,2	5,7	9,0
– авиация	5,6	1,2	5,0	2,3
Предприятия	8,1	5,7	10,2	8,8
Прочие	2,6	5,4	4,5	6,5

Основне джерело акустичного забруднення – транспорт (від 75 до 85%), причому на другому місці знаходиться залізничний транспорт. Частка залізничного транспорту становить від 6 до 13%.

Виконаними в Європі дослідженнями були встановлені важливі особливості впливу залізничного шуму на населення, на відміну від автодорожнього:

- шум автодорожній безперервний, а залізничний уривчасто регулярний, що дозволяє слуховим рецепторам частково відновлюватися від акустичного навантаження;

- шум залізничного транспорту повільно зростає і зменшується, що також легше сприймається населенням;

- шумове навантаження від залізничного транспорту розподілено так, що сприяє звиканню, у результаті цього шум сприймається легше;

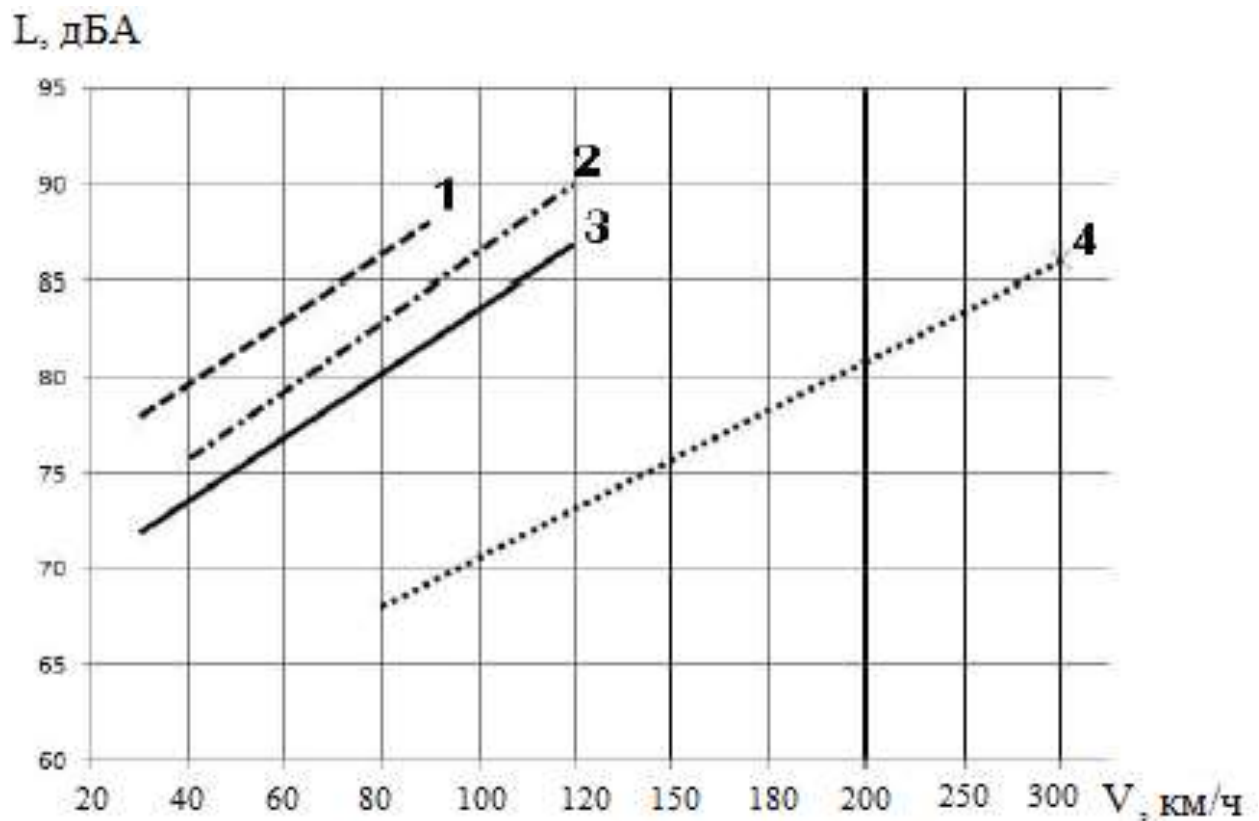
- психологічно залізничний шум із розумінням сприймається жителями.

Ця обставина дозволяє ввести до норм шуму залізничного транспорту так званий «бонус», значення якого в різних країнах коливається від 5 до 7 дБА

Цей досвід був би корисним і в нашій країні. Нагадаємо, що прийняті в Україні санітарно-гігієнічні норми шуму не прив'язані до джерел шуму.

У країнах ЄС уже багато років діють норми зовнішнього шуму рухомого складу залізничного транспорту. Слід зазначити, що норми шуму рухомого складу залізничного транспорту приймаються на відстані 7,5 м від осі колії. Нормована характеристика - рівень звуку (PЗ), дБА. Окремі нормативні значення PЗ прийняті для стаціонарного режиму та руху з фіксованими швидкостями, рис. 5.5.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



від швидкості: 1 – вантажні; 2 – електропоїзди; 3 – пасажирські; 4 – високошвидкісні

Рисунок 5.5 - Залежність еквівалентних рівнів шуму різних категорій поїздів

Шум поїздів при різних швидкостях знаходиться у межах, наведених в табл. 5.3.

Таблиця 5.5 – Характеристики шуму поїздів

Тип поезда	Скорость, км/час	Уровни звука, дБА
Грузовые	30-90	78-88
Электropоезда	40-120	76-90
Пассажирские	40-130	78-88
Высокоскоростные поезда	100-300	68-86

Як було показано в п.5.2, вплив шуму на жителів залежить не тільки від типу поїзда та його швидкості, а й від кількості пар поїздів, а також від відстані до житлової забудови, що зазнає акустичного впливу.

Аналізуючи процеси шумоутворення від поїздів, можна виділити три основні групи: шум обладнання, шум кочення і аеродинамічний шум. Інтенсивність шуму

залежить переважно від швидкості може бути представлена у вигляді залежностей, рис. 5.6.

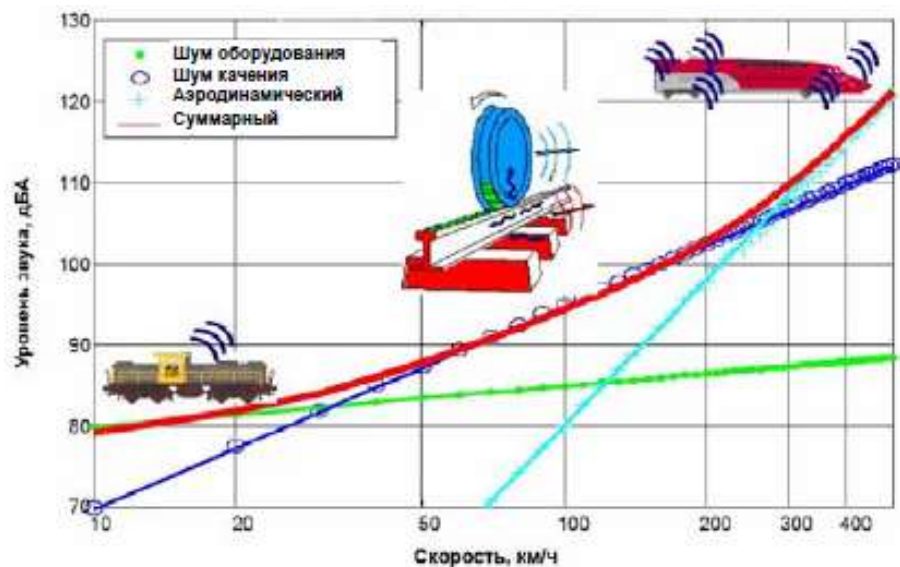


Рисунок 5.6 - Залежність шуму високошвидкісного поїзда від швидкості

Шум обладнання (компресори, тягові електродвигуни та ін.) переважає на швидкостях до 50-60 км/год. Аеродинамічний шум утворений обтіканням повітрям корпусу рухомого складу, пантографа та ін. визначається залежністю  $60\lg V$  і превалює на швидкостях понад 300 км/год. Шум кочення - процес взаємодії в системі "колесо - рейка" визначається залежністю  $30\lg V$  і превалює в діапазоні швидкостей 60-300 км/год.

У таблиці 5.6 наведено орієнтовні значення зниження шуму в джерелі та на шляху розповсюдження. Так, наприклад, вібродемпфування колеса його шум може бути знижений на 5-10 дБА, а зовнішній шум поїзда знижується всього на 1-2 дБА. З іншого боку, при вібродемпфуванні рейки його шум може бути знижений більш ніж на 4 дБА, а зниження зовнішнього шуму поїзда при цьому становитиме до 3 дБА. Комбінація «колеса-рейки» дає зниження зовнішнього

шуму поїзда більш ніж на 5 дБА.

Таблиця 5.6 - Зниження шуму на шляху розповсюдження

Место или способ снижения шума	Меры и конструкции снижения шума	Величина снижения шума, дБА		Общее снижение, дБА
		колесо	рельс	
Снижение возмущающих сил	1. Дисковые тормоза	-4	-7	-6
	2. Шлифование рельса	-6	-10	-9
	3. Замена чугунных колодок композитными	-6	-9	-8
	4. Бесстыковой путь	-2÷3	-2÷3	-2
Снижение шума колеса	1. Виброшлифование колеса	-5÷10	0	-1÷2
	2. Изменение формы и снижение размера колеса	-8	0	-1
Снижение шума рельса	1. Виброшлифование шейки рельса	0	-3÷4	-3
	2. Звукоизоляция шейки рельса	0	-2÷3	-2
	3. Прокладка под рельс	0	-1÷2	-1
Снижение шума на пути распространения	1. Установка юбок на тележки в районе колеса	-3÷6	0	-2
	2. АЭ вблизи головки рельса	0	-4÷6	-3÷5
	3. АЭ со звукопоглощением на расстоянии 3-5 м:			
	-2м	-	-	6÷8
	-3м	-	-	9÷11
	-4м	-	-	12÷15
	4. Насыпь 3-4 м	-	-	10÷12
Комбинации	5. Выемка 10-15 м	-	-	12÷20
	1. Тихое колесо и рельс	-10	-4	-5
	2. Снижение неровностей, тихое колесо и рельс	-18	-10	-11

Основним засобом зниження шуму на шляху розповсюдження є акустичні екрани (АЕ). Дані випробувань екранів наведено у таблиці 5.6. Такі екрани знижують шум на 14-15 дБА і забезпечують зниження шуму в житловій забудові до вимог норм.

Таблиця 5.6 – Зниження шуму акустичними екранами

Наличие АЭ	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
До установки АЭ	70	73	67	62	70	61	59	54	43	68
После установки АЭ	68	70	62	55	53	45	42	33	22	53
Допустимые уровни шума в дневное время	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55

Мінімальна відстань від осі колії до акустичного екрану 4,5 м у світлі. Максимальна відстань від осі колії до акустичного екрану визначається проєктом і залежить від необхідної акустичної ефективності екрана за його мінімально можливої висоти та безпеки руху поїзда з розрахунковою швидкістю та від розміщених у межах основної площадки земляного полотна елементів залізничної

					051.170297.MP.2021.000					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						113

інфраструктури (опор контактної мережі, кабельних лотків, підлогового обладнання) і т.д.). Схему розміщення акустичного екрану на земляному полотні наведено на рис. 5.7 і в процесі експлуатації – на рис. 5.8.

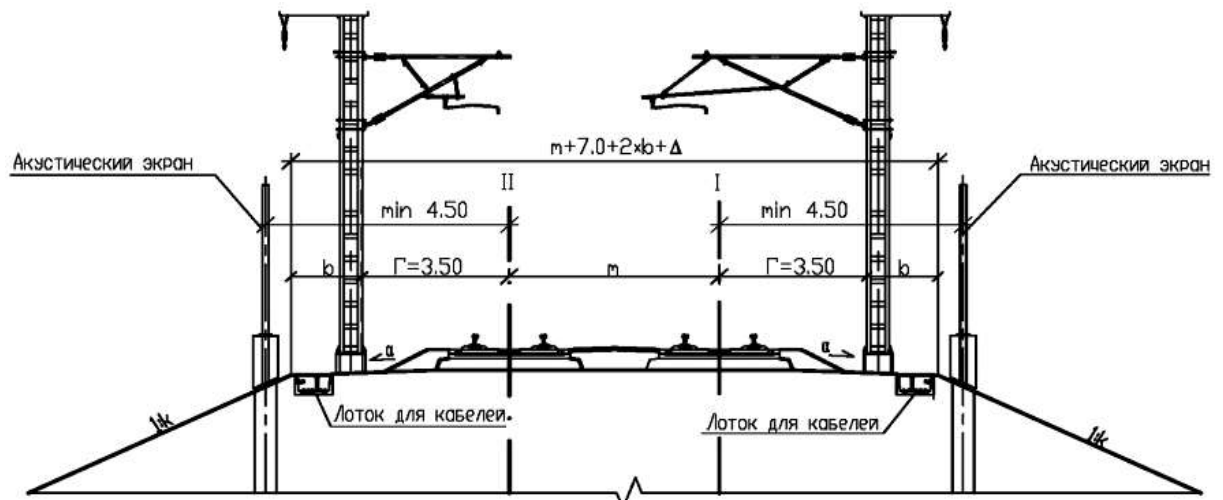


Рисунок 5.7 - Схема розміщення акустичних екранів на земляному полотні



Рисунок 5.8 - Високошвидкісна залізниця з шумозахисним екраном вітриноподібної форми

Будівництво залізниці може завдати відчутних збитків рослинному та тваринному світу прилеглої території. Зменшенню цієї шкоди сприяють

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

051.170297.MP.2021.000

Арк.

114

раціональні проєктні рішення. Так, при виборі напрямку траси залізниць прагнуть прокласти трасу безлісним вододілом, що дозволить уникнути вирубки лісу.

Трасу залізниці по можливості прокладаємо в обхід цінних лісових ділянок. Бережне ставлення до рослинності дозволяє зберегти природно-природні умови у навколишньому залізничній середовищі. При проєктуванні залізниць заходи щодо охорони тваринного світу повинні передбачатися при виборі напрямку траси та при розміщенні та проєктуванні окремих споруд та пристроїв дороги. Щодо залізниць ландшафтне проєктування передбачає гармонійне включення дороги та всіх її споруд до ландшафту місцевості з метою розкриття краси природи, доповнення та поліпшення природного ландшафту.

## Висновки до розділу 5

1. Для організації швидкісного руху поїздів необхідно відповідним образом підготувати інфраструктуру залізниць і рухомий склад. При підвищенні швидкостей руху пасажирських поїздів необхідно одночасно забезпечити ріст швидкостей вантажних поїздів. За умовами стійкості, міцності колії і комфортабельності їзди пасажирів співвідношення швидкостей руху вантажних поїздів до пасажирського на всіх елементах подовжнього профілю повинне бути не менше 0,7, у крайньому випадку - 0,6.

2. Швидкісна магістраль повинна бути обгороджена від можливого проникнення на неї худоби і диких тварин. Захисні стінки уздовж залізничної колії, а також конструкція «живого захисту» проєктуються з урахуванням місцевих умов і норм, що визначають допустимі рівні шуму і вібрації на організм людини. По можливості споруди, що відгороджують колію, слід суміщати зі снігозахисними і шумозахисними спорудами.

3. Забезпечення перевезення вантажів та обслуговування пасажирів повинно проводитися відповідно до сучасних вимог транспортного сервісу при

4. мінімальних витратах засобів та часу на їх здійснення. Актуальним завданням є розробка наукових підходів і практичних рекомендацій щодо

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначення технічних можливостей створення високошвидкісних магістралей і в Україні.

5. Визначено, що основним напрямком розвитку транспортно-логістичної системи України має стати розвиток транзитного потенціалу країни та участь України в міжнародних транспортно-логістичних проєктах. Євроінтеграція є головним зовнішньополітичним пріоритетом України, а подальша розбудова та поглиблення взаємовідносин з ЄС дасть можливість для розвитку транспортнологістичної системи України.

6. Проаналізовано можливості інтеперабельності залізничної мережі України, а саме перспективи бізнес-проєкту нових високошвидкісних залізниць України колії 1435 мм.

7. Транспортний комплекс – один з найбільших забруднювачів атмосферного повітря його вплив на навколишнє середовище виражається, в основному, у викидах в атмосферу токсикантів з відпрацьованими газами транспортних двигунів і шкідливих речовин від стаціонарних джерел, а також у забрудненні поверхневих водних об'єктів, утворення твердих відходів і впливі транспортних шумів.

8. В умовах погіршення екологічної ситуації виникає необхідність використання в логістиці «зелених» технологій. В даний час «зелена» логістика знаходиться на стадії свого раннього розвитку. Впровадження «зеленої» логістики вже набирає обертів у країнах Європи та Азії. Проте для України питання екології є найбільш актуальним, але на даний час існує ряд проблем, які стримують розвиток «зеленої» логістики, зокрема, такі, як відсутність відповідної законодавчої бази даних; відсутність фахівців в галузі «зеленої» логістики та еко транспорту; вплив стереотипу економічної недоцільності зеленої логістики; інвестиційна не привабливість. Впровадження «зеленої» логістики на Україні може значно вплинути на покращення екологічної ситуації, а також на ефективність природоохоронної діяльності [30].

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## 6.1 Вимоги безпеки праці під час влаштування шумозахисних екранів

Влаштування шумозахисних екранів проводиться у вздовж колії на відстані не менше 4.5 метрів від осі колії. Влаштування акустичних екранів відбувається за допомогою вантажопіднімальних кранові колії. При використанні вантажопіднімальних кранових колій працівники повинні дотримуватися правил з охорони праці, а саме Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання НПАОП 0.00-1.80-18[1].

Загальні вимоги:

1. Обладнання, що надається працівникам та використовується ними за призначенням, має бути технічно справним і відповідати:

- вимогам технічних регламентів, якщо обладнання виготовлене після дати набуття обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання;

- щонайменше загальним мінімальним вимогам безпеки до обладнання, зазначеним у главі 2 цього розділу, в розділах VIII-X цих Правил і в нормативно-правових актах з охорони та гігієни праці, якщо обладнання виготовлене до дати набуття обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання.

2. Якщо обладнання, що надане працівнику та використовується ним за призначенням, не відповідає загальним мінімальним вимогам безпеки, зазначеним у розділах VIII-X цих Правил і в нормативно-правових актах з охорони та гігієни праці, таке обладнання має бути щонайменше приведене у відповідність не пізніше ніж через чотири роки після набрання чинності цими

Правилами. Протягом цього строку роботодавцю вживає необхідних заходів					051.170297.МР.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		
Розроб.		Чернов Д.С.					
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						116	
					УДУНТ		

Основні види небезпеки, небезпечних ситуацій та небезпечних випадків, що можуть виникнути під час нормальної експлуатації та у разі порушення умов нормальної експлуатації обладнання і які становлять небезпеку для обслуговувального і ремонтного персоналу:

1. Механічні види небезпеки, пов'язані з підймальними операціями обладнання і спричинені:

- падінням вантажу, зіткненням, перекиданням обладнання внаслідок: недостатньої стійкості обладнання; неконтрольованого завантаження, перевантаження, перевищення перекидного вантажного моменту; неконтрольованої амплітуди руху механізмів і складових частин обладнання; несподіваного або непередбаченого руху вантажу; невідповідних вантажозахоплювальних органів, пристроїв і тари;
- сходження обладнання з рейок;
- недостатньою механічною міцністю складових частин і деталей;
- неправильним вибором ланцюгів, канатів, вантажозахоплювальних органів, пристроїв, тари і колик та їх неправильним установленням (навішуванням) на обладнання;
- неконтрольованим опусканням вантажу механізмом з фрикційним гальмом;
- дією вантажу на працівників (нанесення удару вантажем або противагою).

2. Механічні види небезпеки, пов'язані зі складовими частинами обладнання, з вантажами, що переміщуються, і зумовлені, наприклад, формою (гострі крайки, ріжучі елементи, гострокінцеві частини тощо), місцем установлення, масою та стійкістю (потенційна енергія частин, що можуть бути урухомлені під дією сили ваги), масою та швидкістю (кінетична енергія частин під час контрольованого чи неконтрольованого рухів), пришвидшенням, недостатньою механічною міцністю, що може призвести до небезпечних поломок чи руйнувань, накопиченням енергії усередині обладнання (у пружних елементах, у рідинах, газах, що перебувають під тиском, в умовах вакууму), порушенням безпечних відстаней:

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- здавлювання;
- поріз;
- розітнення чи відсікання;
- намотування, утягування чи захоплення частин одягу, кінцівок тощо;
- удар;
- укол або проколювання;
- розбризкування рідини під високим тиском;
- утрата стійкості елементів;
- ковзання, спотикання або падіння (на обладнанні чи з обладнання) працівників.

3. Небезпека, спричинена шумом, може призвести до:

- тривалого порушення гостроти слуху;
- дзвону у вухах;
- втоми, стресу тощо;
- інших наслідків, зокрема до порушень рівноваги, послаблення уваги тощо;
- перешкоди мовним комунікаціям, акустичним сигналам тощо.

4. Небезпека, спричинена вібрацією, може призвести до значних порушень здоров'я (розлад судинної та нервової систем, порушення кровообігу, хвороби суглобів тощо).

5. Небезпека, спричинена матеріалами, речовинами (та їх компонентами), що їх використовує або виділяє кран, що працює, а також вантажами, які він переміщує, унаслідок:

- їх вдихання, заковтування обслуговувальним і ремонтним персоналом шкідливих для здоров'я рідин, газів, аерозолів, парів і пилу, а також їхнього контакту зі шкірою, очима і слизовою оболонкою, проникнення через шкіряний покрив;
- вогне- і вибухонебезпечності.

Також під час влаштування акустичних екранів працівники можуть працювати на висоті, так як шумозахисні екрани можуть бути на висоті від 2 м і

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більше. В такому випадку працівники повинні слідкувати за Правилами охорони праці під час виконання робіт на висоті НПАОП 0.00-1.15-07[2].

Вимоги безпеки до робочих місць під час виконання робіт на висоті:

1. Межі небезпечних зон поблизу частин машин, що рухаються, визначаються відстанню не менше 5 м, якщо немає інших підвищених вимог у документах з експлуатації виробників.

2. Межі небезпечних зон в місцях, над якими переміщуються вантажі вантажопідіймальними кранами, а також поблизу будівель і споруд під час здійснення будівництва, монтажу (демонтажу) конструкцій і обладнання, ремонту, реконструкції, експлуатації тощо об'єктівта під час електрозварювальних робіт на висоті.

3. Площадки та драбини мають відповідати вимогам ГОСТ 26887-86.

4. Кожна драбина повинна бути міцною, надійно закріпленою і мати достатню довжину, щоб забезпечувати надійну опору для рук та ніг працівників у будь-якому робочому положенні.

5. Проходи, проїзди, переходи до робочих місць а також сходи, площадки тримають справними і чистими, а розміщені просто неба – необхідно очищати від снігу і льоду та посипати піском.

Настили площадок і переходів, а також поручні до них надійно закріплюються. На період проведення ремонтних робіт замість знятих поручнів слід установлювати тимчасові справні огороження.

Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях встановлюється не менша 0,6 м, а висота проходів - не менша 1,8 м.

6. На робочих місцях не допускається розміщувати та накопичувати матеріали, що не використовуються для роботи.

Матеріали, вироби, елементи конструкцій тощо під час приймання і складування на робочих місцях, що знаходяться на висоті, знаходяться у кількості, яка необхідна для поточної роботи, і складається таким чином, щоб не захаращувати робочі місця і підходи до них. При цьому враховуються розрахункові значення допустимих навантажень на настили, площадки тощо

					051.170297:MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		120

7. Металеві риштування, що використовуються під час виконання робіт на висоті, заземлюються.

8. У разі одночасного виконання робіт по одній вертикалі робочі місця, що розташовані нижче, обладнуються зверху відповідними захисними пристроями (настилами, сітками, козирками тощо), які встановлюються на відстані не більше 6 м по вертикалі від вищерозташованого робочого місця.

Вимоги безпеки під час виконання робіт на висоті з використанням вантажопідіймальних кранів, машин та пристроїв:

1. Вантажі, перед їх підніманням, та площадки для приймання вантажів, які знаходяться на висоті 1,3 м і вище, відчищаються від бруду, снігу, сторонніх предметів тощо. Площадки для приймання вантажів обладнують місцями для стропування вантажу та закріплення стропів запобіжних поясів працівників на висоті. Місця для закріплення запобіжних стропів мають знаходитися за межами місць для приймання вантажів.

Не дозволяється на вантажах, що піднімаються, спускаються чи переміщуються залишати будь-які речі, інструменти тощо.

2. Знімання вантажних стропів виконується тільки після встановлення у стійке положення чи надійного закріплення вантажу, яке виключає можливість його падіння, перекидання або сповзання.

3. Вантажні стропи мають відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.8-10-98.

4. Вимоги до безпечної експлуатації лебідок, талів, кішок, блоків, поліспастів, вантажозахоплювальних пристроїв, вантажних стропів та тари мають відповідати вимогам чинного законодавства, а також документів з експлуатації виробників.

5. Під час виконання робіт на діючому електрообладнанні (повітряних лініях електропередавання, відкритому розподільчому устаткуванні тощо) або

у зоні їх впливу лебідки з ручним приводом необхідно заземлювати.

6. Не дозволяється експлуатація лебідок з такими дефектами, які можуть створити небезпеку для працівників на висоті та оточуючих:

- тріщини та відбиття країв реборд у чавунних барабанах;

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- тріщини або злом зубців у шестернях;
- спрацювання зубців у шестернях лебідок більше величин, зазначених у документації їх виробників;
- деформація корпусу лебідок;
- несправність запобіжних пристроїв;
- спрацювання деталей тягових механізмів;
- тріщини або відбиті краї кілець підшипників;
- перевищення зазору поміж віссю та втулкою більше, ніж передбачено технічною документацією;
- спрацювання гальмівних накладок гальм за товщиною понад 50 %;
- раковини або тріщини на осях і валах;
- пошкодження (розбитість) шпоночних канавок;
- злом зубців або тріщини храповика;
- вищербини на упорній частині собачок храповика;
- злом пальців муфти;
- спрацювання більше 25 % первинної товщини гальмівного шківa, а також за умовами:
  - ненадійного кріплення лебідок до несучих конструкцій;
  - відсутності можливості огляду зони роботи і візуального нагляду за переміщенням вантажу;
  - ненадійного кріплення канату або з неправильною його навивкою на барабані.

7. Технічний стан блоків і поліспастів перевіряється перед кожним їх застосуванням зовнішнім оглядом.

Підлягають заміні складові частини блоків і поліспастів, якщо:

блоки мають тріщини або вищерблення;

- ролики мають зношення втулок на 3 % і більше первинного діаметра осі, збільшення більше ніж на 5 % первинного діаметра отвору, спрацювання реборд і дна канавок більше, ніж допускається вимогами виробників;
- гаки мають тріщини;

осі блоків мають спрацювання більше 5 % їх первинного діаметра;

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вантажні блоки мають тріщини на несучих планках, збільшені отвори для осей і траверс.

При роботы на висоті необхідно страхувати робітника за допомогою страхувальних канатів. Усі вимоги щодо вузлів та безпеки пересування по страхувальним канатам наведені у пункті 7.10 правил охорони праці під час виконання робіт на висоті НПАОП 0.00-1.15-07[2].

Під час будівельно монтажних роботах працівники повинні дотримуватись вимог з Нормативу охорони праці та промислова безпека у будівництві НПАОП 45.2-7.02-12[3].

Загальні вимоги:

1. Під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглий до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За можливості впливу таких факторів необхідно розробити та реалізувати заходи відповідно до вимог цих Норм, інших нормативних документів, нормативно-правових актів.

Вимоги до заходів із забезпечення безпеки праці необхідно зазначити у проектно-технологічній документації - проєктах організації будівництва - ПОБ, проєктах виконання робіт - ПВР. Виконання будівельно-монтажних робіт без ПВР забороняється.

2. Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці (далі - законодавство);
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у

визначеному порядку;				051.170297.MP.2021.000		Арк.
						123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

3. Під час виконання будівельно-монтажних робіт в умовах впливу шкідливих і небезпечних факторів з використанням технологічного оснащення, устаткування, транспортних засобів, стосовно яких вимоги безпечного виконання робіт даними Нормами не передбачені, необхідно застосовувати технічні рішення і дотримуватись правил безпеки праці, що зазначені в інших нормативних документах, інструкціях та проєктно-технологічній документації.

Розробляти проєктно-технологічну документацію можуть тільки організації та фахівці, які мають ліцензію на виконання таких робіт. Експертиза є обов'язковою і здійснюється організаціями, що мають право на виконання такого виду робіт.

4. Вимоги безпеки праці нормативно-правових актів і відомчих нормативних документів не повинні суперечити положенням цих Норм. За наявності розбіжностей ці Норми є пріоритетними.

5. Замовник за 30 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний повідомити територіальний орган Держгірпромнагляду про дату початку робіт за формою згідно з додатком Н ДБН А.3.1-5. Виконанню основних будівельно-монтажних робіт на об'єктах будівництва повинен передувати комплекс підготовчих заходів і робіт згідно з 1.5 ДБН А.3.1-5.

6. Будівельні майданчики, робочі ділянки, робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, первинними засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку та сигналізації.

7. Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» (далі - Закону) на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01.

8. Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро- та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення покладається:

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за технічний стан машин, інструменту, технологічного оснащення включно із засобами захисту - на організацію (особу), на балансі (у власності) якої вони знаходяться, а у разі їх передачі у тимчасове користування (оренду) - на організацію (особу), визначену договором;

- за безпечне виконання робіт - на організації, які виконують роботи.

9. Під час виконання робіт на будівельних об'єктах кількома організаціями генпідрядник, а у разі залучення замовником підрядників за прямими договорами замовник повинен визначити одну з підрядних організацій відповідальною за охорону праці на об'єкті, яка зобов'язана: - здійснювати допуск до виконання робіт лише тих субпідрядників (підрядників), які мають дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки;

- спільно з субпідрядниками (підрядниками), які залучаються до виконання робіт, розробити графік виконання сумісних робіт, заходи безпечного виконання робіт. Ці заходи є обов'язковими для всіх організацій, які беруть участь у будівництві;

- перед початком робіт визначити небезпечні зони на будівельному майданчику та позначити їх відповідними знаками;

- координувати дотримання виконавцями вимог з охорони праці;

- контролювати дотримання працівниками субпідрядних організацій рішень із питань охорони праці;

- забезпечити унеможливлення допуску на об'єкт будівництва сторонніх осіб;

- забезпечити реєстрацію всіх осіб, які входять на об'єкт будівництва або виходять з нього.

10. До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- місця поблизу неізолюваних струмопровідних частин електроустановок;

- місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;

- місця, де можливе перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно небезпечних факторів належать:

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
- поверхи (яруси) будівель, споруд на одній захватці, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій, устаткування;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їх частин, робочих органів;
- зони, над якими переміщуються вантажозахоплювальні пристрої з вантажем кранами (зони, над якими переміщуються частини баштового крана, зокрема противаги, частини балочної стріли баштового крана, по якій не переміщується вантажний візок, не вважаються небезпечними).

## 6.2 Дії працівників в аварійних ситуаціях

При аварійній ситуації працівники повинні дуже чітко та спокійно при цьому не панікуючи слідувати вказівкам охорони праці та техніки безпеки проінформованими керівниками перед початком робіт.

Змоделюємо таку аварійну ситуацію: під час влаштування шумозахисних екранів контактний провід через сильний порив вітру обірвався та зачепив одного із працівників, який в свою чергу отримав удар струмом та впав на землю. В першу чергу необхідно звільнити потерпілого від ураження струмом як зображено на рисунку 6.1



Рисунок 6.1 Звільнення потерпілого від ураження струмом

Викликати швидку медичну допомогу та надати потерпілому першу медичну допомогу.

Існують три види надання першої медичної допомоги при ураженні струмом:

- потерпілий при свідомості – в такому випадку потрібно забезпечити йому спокій та обов’язковий огляд лікаря;
- Потерпілий не притомний але дихає – в такому випадку необхідно покласти потерпілого горизонтально та розстебнути йому комір та пасок, дати понюхати йому нашатирного спирту;
- Потерпілий не дихає – в такому випадку необхідно зробити штучне дихання та не прямий масаж серця рисунок 6.2.

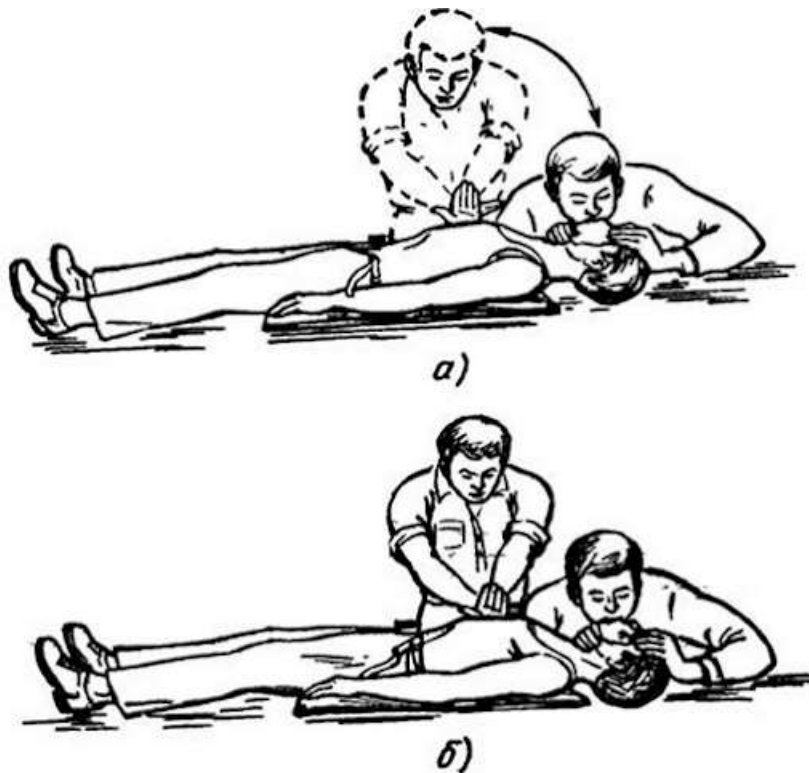


Рисунок 6.2 Штучне дихання та не прямий масаж серця: а) однією особою; б) двома особами

Необхідно також вимкнути мережу електропостачання.

#### Висновки до розділу 6

При виконання будівельних, монтажних та інших видах робіт необхідно дотримуватися правил техніки безпеки та охорони праці. При аварійних ситуаціях вміти надавати першу медичну допомогу та контролювати ситуацію.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. На основі результатів наукових розробок (вітчизняних та зарубіжних) намічено шляхи вирішення проблеми, що стосуються проєктування траси ВШМ та створення високошвидкісної мережі в Україні з урахуванням геополітичних, топографічних та ін. умов. Значна частина прийнятих у магістерській роботі рішень має суб'єктивний експертно-оцінний характер.

2. Надано стислий ретроспективний аналіз закордонного досвіду впровадження високошвидкісного руху поїздів. Показано, що проєкти створення ВШМ привернули увагу урядів багатьох країн, європейського співтовариства в цілому. Масові пасажирські перевезення по ВШМ підтвердили їх надзвичайно високу надійність, безпеку, економічну ефективність, екологічну чистоту і привабливість для пасажирів.

3. Істотними факторами, що визначають успіх проєктів ВШМ, є економічні показники розвитку країни, а також матеріальне становище громадян, які мешкають у зоні тяжіння ВШМ. Взаємозв'язок обсягу пасажиропотоку із зазначеними факторами дозволяє прогнозувати перспективний пасажиропотік і оцінювати ефективність організації високошвидкісного руху на конкретному напрямку. Як показує світова практика і виконані розрахунки, будівництво ВШМ може бути ефективним в Україні на напрямках, коли населення району тяжіння становить 20-25 млн осіб, протяжність лінії не перевищує 800 км, а пасажиропотік – не менше 5-6 млн осіб на рік.

4. Проєктування ВШМ – надзвичайно складний, трудомісткий та витратний проєкт, який слід розглядати у переліку завдань державної ваги і тому його реалізація вимагає ухвалення відповідної державної науково-технічної програми. Традиційний підхід, коли з кількох варіантів вибирається найкращий, і обмежені терміни проєктування неможливо знайти дійсно оптимальний варіант траси.

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	Літ.	Арк.
Перевір.		Курган М.Б.					128
Реценз.						УДУНТ	
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							

Застосування в магістерській роботі автоматизованої системи проєктування AutoCAD Civil 3D дозволило за короткий час вирішувати питання щодо пошуку раціональних варіантів траси. Відповідно до завдання було запроєктовано ділянку ВШМ Одеса-Вінниця-Львів, а також досліджено вплив проєктних рішень на наволишне природне середовище.

5. Вибір максимальної швидкості руху поїздів на високошвидкісній лінії є надзвичайно відповідальним рішенням і комплексним завданням, пов'язаним з встановленням таких параметрів проєктування як найбільший ухил в профілі й мінімальний радіус кривих у плані, від яких буде залежати положення траси ВШМ. Дослідження показують, що для залучення пасажирів на відстанях до 600-800 км нижньою межею є максимальна швидкість 250 км/год, при якій час в дорозі складе не більше 4 год. Виходячи з прогнозу подальшого розвитку мережі ВШМ в Україні й враховуючи, що співвідношення між маршрутною і максимальною швидкостями становить 0,7-0,85, пропонується розглядати максимальну швидкість на рівні 300–350 км/год.

6. При проєктуванні ВШМ повинна прокладатися нова самостійна траса по найкоротшій відстані, без заходу в основні попутні міста, що дозволяє розраховувати на економію електроенергії, зменшення екологічного збитку, скорочення часу перебування пасажирів у дорозі в 2-3 рази. Для обслуговування населення міст і пересадки пасажирів на інші види транспорту повинні передбачатись технологічні з'єднаннями її з існуючою загальною мережею залізниць із заходом частини експресів на реконструйовані станції в центральній частині міст. Подібна концепція на сьогодні успішно реалізована у Франції.

7. Застосування нових високошвидкісних електропоїздів з потужними тяговими двигунами (наприклад, TGV, ICE) дозволяє з максимальною швидкістю 250-300 км/год рухатися на підйом з ухилом до 35-40 ‰. З цієї причини на нових європейських ВСМ були прийняті максимальні ухили поздовжнього профілю 35 ‰ (Франція) і 40 ‰ (Німеччина). Основний вииграш застосування крутих поздовжніх ухилів – у 3-4 рази більших, ніж на звичайних лініях, полягає в зниженні будівельної вартості ВШМ, оскільки вдається

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		129

уникнути значних обсягів земляних робіт, скоротити довжину траси й часто відмовитися від спорудження тунелів.

8. Норми проєктування сполучення суміжних елементів поздовжнього профілю колії не лише визначають величину поздовжніх та поперечних сил високошвидкісних поїздів, але й впливають на об'єми робіт з будівництва земляного полотна та штучних споруд. При проєктуванні поздовжнього профілю на горбо і ямоподібних ділянках рекомендується застосовувати профіль криволінійного обрису якомога більшого радіуса, але не менше 25 км за умовами обмеження допустимих прискорень у поїзді. При алгебраїчній різниці ухилів суміжних елементів менше 1,6 ‰ на опуклих переломах (горбах) та менше 1,8 ‰ на увігнутих переломах (ямах) профілю вертикальні криві дозволяється не влаштовувати (досвід SNCF).

9. На вибір величини мінімального радіуса кривої в плані впливає тип високошвидкісної магістралі: тип I - виключно швидкісний рух, тип II - високошвидкісні пасажирські перевезення поєднуються з перевезеннями звичайними пасажирськими і вантажними поїздами з більш низькими швидкостями. Величина мінімального радіуса для швидкостей 300-350 км/год становить 6000-8000 м для ВШМ I-го типу і 7000-11000 м для ВШМ II-го типу. Отже, сполучення високошвидкісного й вантажного руху поїздів є небажаним, бо виникають обмеження геометрії колії через дефіцит підвищення зовнішньої рейки в кривих, з іншого боку – скорочується термін окупності інвестицій.

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		130

## СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні / М.Б. Курган, Д.М. Курган: монографія Дніпротр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – ISBN 978-966-8471-78-0- 283с.
2. Ершков О. П. Вопросы подготовки железнодорожного пути к высоким скоростям движения / О. П. Ершков. – Москва : Трансжелдориздат, 1959. –126 с.
3. Иоаннисян А. И. Улучшение трассы существующих железных дорог А. И. Иоаннисян. – Москва : Транспорт, 1972. – 176 с.
4. Основные технические и технологические условия для проектирования и строительство высокоскоростной магистрали Киев-Харьков. [Текст] / – К., Киевгипротранс, 2002.
5. Земляной Ю. Л. Выбор направления и обоснование норм проектирования продольного профиля высокоскоростной пассажирской магистрали [Текст] / Земляной Ю. Л., Корженевич И. П., Курган Н. Б. – Сб. науч. трудов ХИИТа. – Харьков, 1994. – С. 50 – 55.
6. Босов А. А. Формирование вариантов рациональной сети линий высокоскоростного движения поездов в Украине. [Текст] / Босов А. А., Кирпа Г. М. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2004. – 140 с.
7. Курган Н. Б. Предпосылки создания высокоскоростных магистралей в Украине [Текст] / [Українські залізниці. – 2015. № 5 – 6 \(23 – 24\).](#) – С. 16 – 21
8. Европейские требования по совместимости инфраструктуры [Текст]:/ утвержденные Директивой 96/48/ЕС в редакции Директивы 2004/50/ЕС.
9. Предварительное технико-экономическое обоснование проекта высокоскоростной железнодорожной сети в Украине. [Текст] / Окончательный отчет. – К.: «Систра», 2002. – 311 с.

					051.170297.МР.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ДЖЕРЕЛ		
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						131	
					УДУНТ		

10. Киселев И.П. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс: учебное пособие в 2-х /под ред. И.П. Киселева – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014.

11. Пелевина И.А. Самоучитель AutoCAD Civil 3D 2011 – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

12. Железные дороги мира в XXI веке / Под общей ред. Г. Н. Кирпы – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2004. – 224 с.

13. Высокоскоростные железные дороги мира [Электронный ресурс]/ Википедия – свободная энциклопедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>

14. Корженевич И.П. Знакомство с работой в программе MoveRW [Электронный ресурс] / И.П. Корженевич. – 2011. – 12 с. – Режим доступа: [http://www.brailsys.com/MoveRW\\_0.htm](http://www.brailsys.com/MoveRW_0.htm)

15. Высокоскоростной электропоезд TGV POS [Электронный ресурс]: Информация взята из web-сайта wikipedia.org, свободная энциклопедия – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/TGV\\_POS](https://ru.wikipedia.org/wiki/TGV_POS)

16. Курган М. Б. У витоків швидкісного й високошвидкісного руху поїздів в Україні / Українські залізниці. – 2016. № 2 (32). – С. 34 – 36.

17. Китайская железная дорога [Электронный ресурс]: / Информация взята из web-сайта TheBester.ru – Режим доступа: <http://thebester.ru/blog/hardware/15567.html>

18. Кантор И. И. Изыскания и проектирование железных дорог. / И. И. Кантор — М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. - 288 с.

19. Курган М. Б. Пілотні проекти високошвидкісних магістралей в Україні / Українські залізниці. – 2015. № 11 – 12 (29 – 30). – С. 36 – 39.

20. Высокоскоростной железнодорожный транспорт Украины / Инженерная записка. – Д.: Днепрогипротранс, 1992. – С. 46.

21. Специальные технические условия (СТУ) для проектирования, строительства и эксплуатации новой высокоскоростной пассажирской

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		132

железнодорожной магистрали «Москва – Казань – Екатеринбург ». Согласованы решением Министерства регионального развития РФ / от 28.07.2009 г. №23683 – ИП/08. – 52 с.

22. Аналіз, обґрунтування та розробка питомих техніко-економічних показників будівництва, реконструкції, розвитку залізничного транспорту / звіт про науково-дослідну роботу, керівник Б. І. Торопов. – К.: Київдипротранс, 2006. – 112 с.

23. Специальные технические условия проектирование участка Москва-Казань высокоскоростной магистрали Москва-Казань-Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч / Санкт-Петербург, 2014. – 69 с.

24. Baluch H. Optimierung von Gleisverziehungen im Gleisbogenbereich. / H. Baluch // Eisenbahningenieur. – 1984. – № 2 (35).– S. 64-68

25. Шульман Д. О. Обоснование этапности формирования перспективной сети высокосортных железнодорожных магистралей / автореф. дис. канд. техн. наук / О. Д. Шульман; Петерб. гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I. – Санкт-Петербург, 2015. – 17 с.

26. Специальные технические условия (СТУ) для проектирования, строительства и эксплуатации новой высокоскоростной пассажирской железнодорожной магистрали «Москва – Санкт-Петербург»: [согласованы решением Министерства регионального развития РФ от 28 июля 2009 г. №23683 – ИП/08]. – 52 с.

27. Специальные технические условия для проектирования, строительства и эксплуатации высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва – Казань – Екатеринбург» / – М.: МИИТ, 2013. – 79 с.

28. Транспортная инфраструктура Украины. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/stati/item/269-transportnaya-infrastruktura-ukrainy>.

29. Состояние и проблемы транспортной отрасли в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hub.kyivstar.ua/sostoyanie-i-problemy-transportnoy-otrasli-v-ukraine>;

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		133

30. Чеклов В. Ф. Передумови розвитку "зеленої" логістики на залізничному транспорті / В. Ф. Чеклов, В. М. Чеклова // Технологический аудит и резервы производства. - 2014. - № 1(3). - С. 43-45. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv\\_2014\\_1.3\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2014_1.3_19)

31. Руководство по вопросам шума в окружающей среде для европейского региона. Полная версия руководства доступна здесь: [www.euro.who.int/ru/env-noise-guidelines](http://www.euro.who.int/ru/env-noise-guidelines) ENVIRONMENTAL NOISE GUIDELINES for the European Region (2018). - 181 s.

32. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови (Наказ № 463 від 22.02.2019). – 12 с.

33. «Захист територій, будинків і споруд від шуму» ДБН В.1.1-31:2013. – Київ, Мінрегіон України, 2014. – 85 с.

34. Кирпа Г.Н. Уменьшение акустического загрязнения окружающей среды при организации скоростного движения поездов / Г.Н. Кирпа, И.П. Корженевич, Н.Б. Курган // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів: Пр. Зах. наук. Центру. - Львів, 2000. - №7. – С. 79-82.

35. Zmniejszanie akustycznego zagrożenia środowiska przy organizacji szybkiego ruchu pociągów/ Zywe osłony-przykład z Ukrainy / Prof. Aleksander Pshinko, dr Iwan Korgenevich, dr Nikolay Kurhan // Środowisko 14(182) / 2000. Dziennikarska Agencja Wydawnicza Maxpress. - S. 34-35.

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

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		134

## ДОДАТОК А

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$w_0 = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$w_0 = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_0 = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри Швикість Час Мех.робота Работа гальм Режим

км/год хв 10·кН·км 10·кН·км

Жмеринка

0.500	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
0.681	40.0	0.54	7.45	0.00	ОГР Т
1.501	41.1	1.77	8.89	0.00	ТЯГА
3.501	132.5	3.13	89.26	0.00	ТЯГА

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			ДОДАТОК А		
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						135	
					УДУНТ		

5.501	176.8	3.90	163.42	0.00	ТЯГА
7.501	207.2	4.52	232.31	0.00	ТЯГА
9.501	229.1	5.07	294.79	0.00	ТЯГА
11.501	245.4	5.58	351.67	0.00	ТЯГА
12.181	250.0	5.74	369.83	0.00	ОГР Т
14.181	250.0	6.22	392.11	0.00	ОГР Т
16.181	250.0	6.70	414.39	0.00	ОГР Т
18.181	250.0	7.18	436.67	0.00	ОГР Т
20.181	250.0	7.66	458.95	0.00	ОГР Т
22.181	250.0	8.14	481.23	0.00	ОГР Т
24.181	250.0	8.62	503.50	0.00	ОГР Т
26.181	250.0	9.10	525.78	0.00	ОГР Т
28.181	250.0	9.58	548.06	0.00	ОГР Т
30.181	250.0	10.06	570.34	0.00	ОГР Т
32.181	250.0	10.54	592.62	0.00	ОГР Т
34.181	250.0	11.02	614.90	0.00	ОГР Т
36.181	250.0	11.50	637.18	0.00	ОГР Т
38.181	250.0	11.98	659.46	0.00	ОГР Т
40.181	250.0	12.46	681.74	0.00	ОГР Т
42.181	250.0	12.94	704.64	0.00	ОГР Т
44.181	250.0	13.42	727.59	0.00	ОГР Т
46.181	250.0	13.90	750.54	0.00	ОГР Т
48.181	250.0	14.38	773.49	0.00	ОГР Т
50.181	250.0	14.86	796.43	0.00	ОГР Т
52.181	250.0	15.34	819.38	0.00	ОГР Т
54.181	250.0	15.82	842.33	0.00	ОГР Т
56.181	250.0	16.30	865.09	0.00	ОГР Т
58.181	250.0	16.78	887.15	0.00	ОГР Т
60.181	250.0	17.26	909.20	0.00	ОГР Т
62.181	250.0	17.74	931.26	0.00	ОГР Т
64.181	250.0	18.22	953.31	0.00	ОГР Т
66.181	250.0	18.70	975.37	0.00	ОГР Т
68.181	250.0	19.18	997.42	0.00	ОГР Т
70.181	250.0	19.66	1019.53	0.00	ОГР Т
72.181	250.0	20.14	1041.80	0.00	ОГР Т
74.181	250.0	20.62	1065.83	0.00	ОГР Т
76.181	250.0	21.10	1090.96	0.00	ОГР Т
78.181	250.0	21.58	1115.92	0.00	ОГР Т
80.181	250.0	22.06	1140.88	0.00	ОГР Т
82.181	250.0	22.54	1165.84	0.00	ОГР Т
84.181	250.0	23.02	1190.80	0.00	ОГР Т
86.181	250.0	23.50	1215.76	0.00	ОГР Т
88.181	250.0	23.98	1240.71	0.00	ОГР Т
90.181	250.0	24.46	1265.67	0.00	ОГР Т
92.181	250.0	24.94	1290.63	0.00	ОГР Т

94.181	250.0	25.42	1315.59	0.00	ОГР Т
96.181	250.0	25.90	1340.55	0.00	ОГР Т
98.181	250.0	26.38	1365.21	0.00	ОГР Т
100.181	250.0	26.86	1389.50	0.00	ОГР Т
102.181	250.0	27.34	1413.79	0.00	ОГР Т
104.181	250.0	27.82	1438.08	0.00	ОГР Т
106.181	250.0	28.30	1462.37	0.00	ОГР Т
108.181	250.0	28.78	1486.65	0.00	ОГР Т
110.181	250.0	29.26	1510.94	0.00	ОГР Т
112.181	250.0	29.74	1535.23	0.00	ОГР Т
114.181	250.0	30.22	1559.52	0.00	ОГР Т
116.181	250.0	30.70	1583.81	0.00	ОГР Т
118.181	250.0	31.18	1608.10	0.00	ОГР Т
120.181	250.0	31.66	1632.38	0.00	ОГР Т
122.181	250.0	32.14	1656.67	0.00	ОГР Т
124.181	250.0	32.62	1680.96	0.00	ОГР Т
126.181	250.0	33.10	1704.54	0.00	ОГР Т
128.181	250.0	33.58	1726.82	0.00	ОГР Т
130.181	250.0	34.06	1749.10	0.00	ОГР Т
132.181	250.0	34.54	1771.19	0.00	ОГР Т
134.181	250.0	35.02	1793.25	0.00	ОГР Т
136.181	250.0	35.50	1815.34	0.00	ОГР Т
138.181	250.0	35.98	1837.62	0.00	ОГР Т
140.181	250.0	36.46	1859.89	0.00	ОГР Т
142.181	250.0	36.94	1882.17	0.00	ОГР Т
144.181	250.0	37.42	1904.45	0.00	ОГР Т
146.181	250.0	37.90	1926.73	0.00	ОГР Т
148.181	250.0	38.38	1949.01	0.00	ОГР Т
150.181	250.0	38.86	1971.19	0.00	ОГР Т
152.181	250.0	39.34	1993.24	0.00	ОГР Т
154.181	250.0	39.82	2015.30	0.00	ОГР Т
156.181	250.0	40.30	2037.35	0.00	ОГР Т
158.181	250.0	40.78	2059.41	0.00	ОГР Т
160.181	250.0	41.26	2081.46	0.00	ОГР Т
162.181	250.0	41.74	2103.52	0.00	ОГР Т
164.181	250.0	42.22	2125.57	0.00	ОГР Т
166.181	250.0	42.70	2147.63	0.00	ОГР Т
168.181	250.0	43.18	2169.69	0.00	ОГР Т
170.181	250.0	43.66	2191.74	0.00	ОГР Т
172.181	250.0	44.14	2213.93	0.00	ОГР Т
174.181	250.0	44.62	2236.21	0.00	ОГР Т
176.181	250.0	45.10	2258.48	0.00	ОГР Т
178.181	250.0	45.58	2280.76	0.00	ОГР Т
180.181	250.0	46.06	2303.04	0.00	ОГР Т
182.181	250.0	46.54	2325.32	0.00	ОГР Т

184.181	250.0	47.02	2347.60	0.00	ОГР Т
186.181	250.0	47.50	2369.88	0.00	ОГР Т
188.181	250.0	47.98	2392.16	0.00	ОГР Т
190.181	250.0	48.46	2414.44	0.00	ОГР Т
192.181	250.0	48.94	2436.96	0.00	ОГР Т
194.181	250.0	49.42	2461.25	0.00	ОГР Т
196.181	250.0	49.90	2485.54	0.00	ОГР Т
198.181	250.0	50.38	2509.83	0.00	ОГР Т
200.181	250.0	50.86	2534.11	0.00	ОГР Т
202.181	250.0	51.34	2558.40	0.00	ОГР Т
204.181	250.0	51.82	2582.69	0.00	ОГР Т
206.181	250.0	52.30	2606.98	0.00	ОГР Т
208.181	250.0	52.78	2631.47	0.00	ОГР Т
210.181	250.0	53.26	2655.94	0.00	ОГР Т
212.181	250.0	53.74	2680.23	0.00	ОГР Т
214.181	250.0	54.22	2704.52	0.00	ОГР Т
216.181	250.0	54.70	2728.81	0.00	ОГР Т
218.181	250.0	55.18	2753.10	0.00	ОГР Т
220.181	250.0	55.66	2777.95	0.00	ОГР Т
222.181	250.0	56.14	2803.02	0.00	ОГР Т
224.181	250.0	56.62	2828.09	0.00	ОГР Т
226.181	250.0	57.10	2853.16	0.00	ОГР Т
228.181	250.0	57.58	2878.23	0.00	ОГР Т
230.181	250.0	58.06	2903.30	0.00	ОГР Т
232.181	250.0	58.54	2928.37	0.00	ОГР Т
234.181	250.0	59.02	2953.44	0.00	ОГР Т
236.181	250.0	59.50	2978.51	0.00	ОГР Т
238.181	250.0	59.98	3003.58	0.00	ОГР Т
240.181	250.0	60.46	3028.65	0.00	ОГР Т
242.181	250.0	60.94	3052.78	0.00	ОГР Т
244.181	250.0	61.42	3076.73	0.00	ОГР Т
246.181	250.0	61.90	3100.68	0.00	ОГР Т
248.181	250.0	62.38	3124.64	0.00	ОГР Т
250.181	250.0	62.86	3148.59	0.00	ОГР Т
252.181	250.0	63.34	3172.54	0.00	ОГР Т
254.181	250.0	63.82	3196.50	0.00	ОГР Т
256.181	250.0	64.30	3220.45	0.00	ОГР Т
258.181	250.0	64.78	3244.00	0.00	ОГР Т
260.181	250.0	65.26	3266.05	0.00	ОГР Т
262.181	250.0	65.74	3288.11	0.00	ОГР Т
264.181	250.0	66.22	3310.16	0.00	ОГР Т
266.181	250.0	66.70	3332.22	0.00	ОГР Т
268.181	250.0	67.18	3354.27	0.00	ОГР Т
270.181	250.0	67.66	3376.50	0.00	ОГР Т
272.181	250.0	68.14	3398.78	0.00	ОГР Т

274.181	250.0	68.62	3421.08	0.00	ОГР Т
276.181	250.0	69.10	3443.59	0.00	ОГР Т
278.181	250.0	69.58	3466.09	0.00	ОГР Т
280.181	250.0	70.06	3488.59	0.00	ОГР Т
282.181	250.0	70.54	3511.09	0.00	ОГР Т
284.181	250.0	71.02	3533.59	0.00	ОГР Т
286.181	250.0	71.50	3556.10	0.00	ОГР Т
288.181	250.0	71.98	3578.60	0.00	ОГР Т
290.181	250.0	72.46	3601.10	0.00	ОГР Т
292.181	250.0	72.94	3623.60	0.00	ОГР Т
294.181	250.0	73.42	3646.10	0.00	ОГР Т
296.181	250.0	73.90	3669.10	0.00	ОГР Т
298.181	250.0	74.38	3693.17	0.00	ОГР Т
300.181	250.0	74.86	3717.23	0.00	ОГР Т
302.181	250.0	75.34	3741.30	0.00	ОГР Т
304.181	250.0	75.82	3765.36	0.00	ОГР Т
306.181	250.0	76.30	3789.43	0.00	ОГР Т
308.181	250.0	76.78	3813.49	0.00	ОГР Т
310.181	250.0	77.26	3837.56	0.00	ОГР Т
312.181	250.0	77.74	3861.62	0.00	ОГР Т
314.181	250.0	78.22	3885.69	0.00	ОГР Т
316.181	250.0	78.70	3909.75	0.00	ОГР Т
318.181	250.0	79.18	3933.82	0.00	ОГР Т
320.181	250.0	79.66	3957.88	0.00	ОГР Т
322.181	250.0	80.14	3981.95	0.00	ОГР Т
324.181	250.0	80.62	4006.01	0.00	ОГР Т
326.181	250.0	81.10	4030.08	0.00	ОГР Т
328.181	250.0	81.58	4054.12	0.00	ОГР Т
330.181	250.0	82.06	4077.96	0.00	ОГР Т
332.181	250.0	82.54	4101.93	0.00	ОГР Т
334.181	250.0	83.02	4125.99	0.00	ОГР Т
336.181	250.0	83.50	4150.06	0.00	ОГР Т
338.181	250.0	83.98	4174.12	0.00	ОГР Т
340.181	250.0	84.46	4198.19	0.00	ОГР Т
342.181	250.0	84.94	4222.25	0.00	ОГР Т
344.181	250.0	85.42	4244.21	0.00	ОГР Т
346.181	250.0	85.90	4264.48	0.00	ОГР Т
348.181	250.0	86.38	4284.75	0.00	ОГР Т
350.181	250.0	86.86	4305.02	0.00	ОГР Т
352.181	250.0	87.34	4325.29	0.00	ОГР Т
354.181	250.0	87.82	4345.56	0.00	ОГР Т
356.181	250.0	88.30	4365.82	0.00	ОГР Т
358.181	250.0	88.78	4386.09	0.00	ОГР Т
360.181	250.0	89.26	4406.36	0.00	ОГР Т
362.181	250.0	89.74	4426.63	0.00	ОГР Т

364.181	250.0	90.22	4446.90	0.00	ОГР Т
366.181	250.0	90.70	4467.17	0.00	ОГР Т
368.181	250.0	91.18	4487.42	0.00	ОГР Т
370.181	250.0	91.66	4506.56	0.00	ОГР Т
372.181	250.0	92.14	4530.18	0.00	ОГР Т
374.181	250.0	92.62	4553.80	0.00	ОГР Т
376.181	250.0	93.10	4577.42	0.00	ОГР Т
378.181	250.0	93.58	4601.14	0.00	ОГР Т
380.181	250.0	94.06	4626.52	0.00	ОГР Т
382.181	250.0	94.54	4651.92	0.00	ОГР Т
384.181	250.0	95.02	4674.50	0.00	ОГР Т
386.181	250.0	95.50	4693.54	0.00	ОГР Т
388.181	250.0	95.98	4712.24	0.00	ОГР Т
390.181	250.0	96.46	4730.95	0.00	ОГР Т
392.181	250.0	96.94	4749.66	0.00	ОГР Т
394.181	250.0	97.42	4768.36	0.00	ОГР Т
396.181	250.0	97.90	4787.07	0.00	ОГР Т
398.181	250.0	98.38	4807.39	0.00	ОГР Т
400.181	250.0	98.86	4827.88	0.00	ОГР Т
402.181	250.0	99.34	4848.38	0.00	ОГР Т
404.181	250.0	99.82	4872.08	0.00	ОГР Т
406.181	250.0	100.30	4896.16	0.00	ОГР Т
408.181	250.0	100.78	4919.78	0.00	ОГР Т
408.771	249.9	100.92	4926.63	0.30	ТОРМОЖ
410.771	212.2	101.44	4926.63	60.34	ТОРМОЖ
412.771	169.1	102.07	4926.63	122.19	ТОРМОЖ
414.771	112.9	102.93	4926.63	187.12	ТОРМОЖ
416.161	40.0	104.01	4926.64	236.49	ОГР Т
416.981	39.7	105.24	4927.47	236.88	ТОРМОЖ
417.154	4.2	105.72	4927.47	244.15	КОНЕЦ

Одеса

Витрата електроенергії 15507,7 кВт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

Жмеринка - Одеса 105,72

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/ч), м/с<sup>2</sup> 0,001 (км 416,401)

Макс. непогашене прискорення, м/с<sup>2</sup> 0,689 (км 70,401)

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		140

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$w_o' = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$w_o' = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_o'' = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри Швидкість Час Мех.робота Работа гальм Режим

км/год хв. 10·кН·км 10·кН·км

Одеса

417.154	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
416.972	40.0	0.54	7.50	0.00	ОГР Т
416.152	41.1	1.77	9.66	0.00	ТЯГА
414.152	130.8	3.14	90.12	0.00	ТЯГА
412.152	173.8	3.93	164.59	0.00	ТЯГА
410.152	203.3	4.56	234.10	0.00	ТЯГА
408.152	224.8	5.12	297.79	0.00	ТЯГА
406.152	240.7	5.64	356.01	0.00	ТЯГА
404.702	250.0	5.99	395.42	0.00	ОГР Т
402.702	250.0	6.47	420.42	0.00	ОГР Т
400.702	250.0	6.95	449.14	0.00	ОГР Т
398.702	250.0	7.43	478.11	0.00	ОГР Т

396.702	250.0	7.91	507.09	0.00	ОГР Т
394.702	250.0	8.39	537.57	0.00	ОГР Т
392.702	250.0	8.87	568.33	0.00	ОГР Т
390.702	250.0	9.35	599.10	0.00	ОГР Т
388.702	250.0	9.83	629.86	0.00	ОГР Т
386.702	250.0	10.31	660.62	0.00	ОГР Т
384.702	250.0	10.79	691.17	0.00	ОГР Т
382.702	250.0	11.27	719.66	0.00	ОГР Т
380.702	250.0	11.75	743.73	0.00	ОГР Т
378.702	250.0	12.23	767.79	0.00	ОГР Т
376.702	250.0	12.71	793.10	0.00	ОГР Т
374.702	250.0	13.19	818.96	0.00	ОГР Т
372.702	250.0	13.67	844.81	0.00	ОГР Т
370.702	250.0	14.15	870.66	0.00	ОГР Т
368.702	250.0	14.63	899.59	0.00	ОГР Т
366.702	250.0	15.11	929.35	0.00	ОГР Т
364.702	250.0	15.59	958.55	0.00	ОГР Т
362.702	250.0	16.07	987.75	0.00	ОГР Т
360.702	250.0	16.55	1016.95	0.00	ОГР Т
358.702	250.0	17.03	1046.15	0.00	ОГР Т
356.702	250.0	17.51	1075.35	0.00	ОГР Т
354.702	250.0	17.99	1104.56	0.00	ОГР Т
352.702	250.0	18.47	1133.76	0.00	ОГР Т
350.702	250.0	18.95	1162.96	0.00	ОГР Т
348.702	250.0	19.43	1192.16	0.00	ОГР Т
346.702	250.0	19.91	1221.36	0.00	ОГР Т
344.702	250.0	20.39	1250.56	0.00	ОГР Т
342.702	250.0	20.87	1279.04	0.00	ОГР Т
340.702	250.0	21.35	1304.45	0.00	ОГР Т
338.702	250.0	21.83	1329.85	0.00	ОГР Т
336.702	250.0	22.31	1355.26	0.00	ОГР Т
334.702	250.0	22.79	1380.66	0.00	ОГР Т
332.702	250.0	23.27	1406.07	0.00	ОГР Т
330.702	250.0	23.75	1431.43	0.00	ОГР Т
328.702	250.0	24.23	1456.61	0.00	ОГР Т
326.702	250.0	24.71	1481.93	0.00	ОГР Т
324.702	250.0	25.19	1507.34	0.00	ОГР Т
322.702	250.0	25.67	1532.74	0.00	ОГР Т
320.702	250.0	26.15	1558.15	0.00	ОГР Т
318.702	250.0	26.63	1583.55	0.00	ОГР Т
316.702	250.0	27.11	1608.96	0.00	ОГР Т
314.702	250.0	27.59	1634.36	0.00	ОГР Т
312.702	250.0	28.07	1659.77	0.00	ОГР Т
310.702	250.0	28.55	1685.17	0.00	ОГР Т
308.702	250.0	29.03	1710.58	0.00	ОГР Т

306.702	250.0	29.51	1735.98	0.00	ОГР Т
304.702	250.0	29.99	1761.39	0.00	ОГР Т
302.702	250.0	30.47	1786.79	0.00	ОГР Т
300.702	250.0	30.95	1812.20	0.00	ОГР Т
298.702	250.0	31.43	1837.60	0.00	ОГР Т
296.702	250.0	31.91	1863.00	0.00	ОГР Т
294.702	250.0	32.39	1889.08	0.00	ОГР Т
292.702	250.0	32.87	1916.04	0.00	ОГР Т
290.702	250.0	33.35	1943.01	0.00	ОГР Т
288.702	250.0	33.83	1969.98	0.00	ОГР Т
286.702	250.0	34.31	1996.95	0.00	ОГР Т
284.702	250.0	34.79	2023.91	0.00	ОГР Т
282.702	250.0	35.27	2050.88	0.00	ОГР Т
280.702	250.0	35.75	2077.85	0.00	ОГР Т
278.702	250.0	36.23	2104.82	0.00	ОГР Т
276.702	250.0	36.71	2131.78	0.00	ОГР Т
274.702	250.0	37.19	2158.75	0.00	ОГР Т
272.702	250.0	37.67	2185.90	0.00	ОГР Т
270.702	250.0	38.15	2213.54	0.00	ОГР Т
268.702	250.0	38.63	2241.17	0.00	ОГР Т
266.702	250.0	39.11	2268.59	0.00	ОГР Т
264.702	250.0	39.59	2296.01	0.00	ОГР Т
262.702	250.0	40.07	2323.42	0.00	ОГР Т
260.702	250.0	40.55	2350.84	0.00	ОГР Т
258.702	250.0	41.03	2378.25	0.00	ОГР Т
256.702	250.0	41.51	2404.66	0.00	ОГР Т
254.702	250.0	41.99	2430.18	0.00	ОГР Т
252.702	250.0	42.47	2455.69	0.00	ОГР Т
250.702	250.0	42.95	2481.21	0.00	ОГР Т
248.702	250.0	43.43	2506.73	0.00	ОГР Т
246.702	250.0	43.91	2532.24	0.00	ОГР Т
244.702	250.0	44.39	2557.76	0.00	ОГР Т
242.702	250.0	44.87	2583.27	0.00	ОГР Т
240.702	250.0	45.35	2608.79	0.00	ОГР Т
238.702	250.0	45.83	2633.30	0.00	ОГР Т
236.702	250.0	46.31	2657.70	0.00	ОГР Т
234.702	250.0	46.79	2682.10	0.00	ОГР Т
232.702	250.0	47.27	2706.50	0.00	ОГР Т
230.702	250.0	47.75	2730.90	0.00	ОГР Т
228.702	250.0	48.23	2755.30	0.00	ОГР Т
226.702	250.0	48.71	2779.70	0.00	ОГР Т
224.702	250.0	49.19	2804.10	0.00	ОГР Т
222.702	250.0	49.67	2828.50	0.00	ОГР Т
220.702	250.0	50.15	2852.90	0.00	ОГР Т
218.702	250.0	50.63	2877.33	0.00	ОГР Т

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						143
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

216.702	250.0	51.11	2902.50	0.00	ОГР Т
214.702	250.0	51.59	2927.68	0.00	ОГР Т
212.702	250.0	52.07	2952.86	0.00	ОГР Т
210.702	250.0	52.55	2978.04	0.00	ОГР Т
208.702	250.0	53.03	3003.36	0.00	ОГР Т
206.702	250.0	53.51	3028.76	0.00	ОГР Т
204.702	250.0	53.99	3053.98	0.00	ОГР Т
202.702	250.0	54.47	3079.16	0.00	ОГР Т
200.702	250.0	54.95	3104.34	0.00	ОГР Т
198.702	250.0	55.43	3129.52	0.00	ОГР Т
196.702	250.0	55.91	3154.70	0.00	ОГР Т
194.702	250.0	56.39	3179.88	0.00	ОГР Т
192.702	250.0	56.87	3205.06	0.00	ОГР Т
190.702	250.0	57.35	3231.50	0.00	ОГР Т
188.702	250.0	57.83	3258.69	0.00	ОГР Т
186.702	250.0	58.31	3285.88	0.00	ОГР Т
184.702	250.0	58.79	3313.07	0.00	ОГР Т
182.702	250.0	59.27	3340.26	0.00	ОГР Т
180.702	250.0	59.75	3367.45	0.00	ОГР Т
178.702	250.0	60.23	3394.64	0.00	ОГР Т
176.702	250.0	60.71	3421.83	0.00	ОГР Т
174.702	250.0	61.19	3449.02	0.00	ОГР Т
172.702	250.0	61.67	3476.21	0.00	ОГР Т
170.702	250.0	62.15	3503.44	0.00	ОГР Т
168.702	250.0	62.63	3530.85	0.00	ОГР Т
166.702	250.0	63.11	3558.27	0.00	ОГР Т
164.702	250.0	63.59	3585.68	0.00	ОГР Т
162.702	250.0	64.07	3613.10	0.00	ОГР Т
160.702	250.0	64.55	3640.51	0.00	ОГР Т
158.702	250.0	65.03	3667.93	0.00	ОГР Т
156.702	250.0	65.51	3695.34	0.00	ОГР Т
154.702	250.0	65.99	3722.75	0.00	ОГР Т
152.702	250.0	66.47	3750.17	0.00	ОГР Т
150.702	250.0	66.95	3777.58	0.00	ОГР Т
148.702	250.0	67.43	3804.93	0.00	ОГР Т
146.702	250.0	67.91	3832.12	0.00	ОГР Т
144.702	250.0	68.39	3859.31	0.00	ОГР Т
142.702	250.0	68.87	3886.50	0.00	ОГР Т
140.702	250.0	69.35	3913.70	0.00	ОГР Т
138.702	250.0	69.83	3940.89	0.00	ОГР Т
136.702	250.0	70.31	3968.08	0.00	ОГР Т
134.702	250.0	70.79	3995.14	0.00	ОГР Т
132.702	250.0	71.27	4022.10	0.00	ОГР Т
130.702	250.0	71.75	4049.07	0.00	ОГР Т
128.702	250.0	72.23	4076.24	0.00	ОГР Т

126.702	250.0	72.71	4103.43	0.00	ОГР Т
124.702	250.0	73.19	4129.83	0.00	ОГР Т
122.702	250.0	73.67	4155.02	0.00	ОГР Т
120.702	250.0	74.15	4180.20	0.00	ОГР Т
118.702	250.0	74.63	4205.38	0.00	ОГР Т
116.702	250.0	75.11	4230.56	0.00	ОГР Т
114.702	250.0	75.59	4255.74	0.00	ОГР Т
112.702	250.0	76.07	4280.92	0.00	ОГР Т
110.702	250.0	76.55	4306.10	0.00	ОГР Т
108.702	250.0	77.03	4331.29	0.00	ОГР Т
106.702	250.0	77.51	4356.47	0.00	ОГР Т
104.702	250.0	77.99	4381.65	0.00	ОГР Т
102.702	250.0	78.47	4406.83	0.00	ОГР Т
100.702	250.0	78.95	4432.01	0.00	ОГР Т
98.702	250.0	79.43	4457.19	0.00	ОГР Т
96.702	250.0	79.91	4482.17	0.00	ОГР Т
94.702	250.0	80.39	4506.68	0.00	ОГР Т
92.702	250.0	80.87	4531.19	0.00	ОГР Т
90.702	250.0	81.35	4555.70	0.00	ОГР Т
88.702	250.0	81.83	4580.21	0.00	ОГР Т
86.702	250.0	82.31	4604.72	0.00	ОГР Т
84.702	250.0	82.79	4629.24	0.00	ОГР Т
82.702	250.0	83.27	4653.75	0.00	ОГР Т
80.702	250.0	83.75	4678.26	0.00	ОГР Т
78.702	250.0	84.23	4702.77	0.00	ОГР Т
76.702	250.0	84.71	4727.28	0.00	ОГР Т
74.702	250.0	85.19	4751.91	0.00	ОГР Т
72.702	250.0	85.67	4777.06	0.00	ОГР Т
70.702	250.0	86.15	4804.70	0.00	ОГР Т
68.702	250.0	86.63	4832.22	0.00	ОГР Т
66.702	250.0	87.11	4859.63	0.00	ОГР Т
64.702	250.0	87.59	4887.05	0.00	ОГР Т
62.702	250.0	88.07	4914.46	0.00	ОГР Т
60.702	250.0	88.55	4941.88	0.00	ОГР Т
58.702	250.0	89.03	4969.29	0.00	ОГР Т
56.702	250.0	89.51	4996.70	0.00	ОГР Т
54.702	250.0	89.99	5023.64	0.00	ОГР Т
52.702	250.0	90.47	5050.16	0.00	ОГР Т
50.702	250.0	90.95	5076.69	0.00	ОГР Т
48.702	250.0	91.43	5103.21	0.00	ОГР Т
46.702	250.0	91.91	5129.73	0.00	ОГР Т
44.702	250.0	92.39	5156.25	0.00	ОГР Т
42.702	250.0	92.87	5182.77	0.00	ОГР Т
40.702	250.0	93.35	5209.29	0.00	ОГР Т
38.702	250.0	93.83	5236.35	0.00	ОГР Т

36.702	250.0	94.31	5263.54	0.00	ОГР Т
34.702	250.0	94.79	5290.74	0.00	ОГР Т
32.702	250.0	95.27	5317.93	0.00	ОГР Т
30.702	250.0	95.75	5345.12	0.00	ОГР Т
28.702	250.0	96.23	5372.31	0.00	ОГР Т
26.702	250.0	96.71	5399.50	0.00	ОГР Т
24.702	250.0	97.19	5426.69	0.00	ОГР Т
22.702	250.0	97.67	5453.88	0.00	ОГР Т
20.702	250.0	98.15	5481.07	0.00	ОГР Т
18.702	250.0	98.63	5508.26	0.00	ОГР Т
16.702	250.0	99.11	5535.45	0.00	ОГР Т
14.702	250.0	99.59	5562.64	0.00	ОГР Т
12.702	250.0	100.07	5589.83	0.00	ОГР Т
10.702	250.0	100.55	5617.03	0.00	ОГР Т
8.702	250.0	101.03	5644.22	0.00	ОГР Т
8.592	249.9	101.06	5645.58	0.30	ТОРМОЖ
6.592	210.5	101.58	5645.58	60.38	ТОРМОЖ
4.592	164.7	102.22	5645.58	122.38	ТОРМОЖ
2.592	103.2	103.12	5645.58	187.86	ТОРМОЖ
1.492	40.0	104.04	5645.60	227.32	ОГР Т
0.672	39.9	105.27	5647.15	227.72	ТОРМОЖ
0.500	4.4	105.74	5647.15	234.94	КОНЕЦ
КОНЕЦ					

Витрата електроенергії 17769,5 квт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/год),  $\text{м/с}^2$  0,001 (км 1,262)

Макс. непогашене прискорення,  $\text{м/с}^2$  0,689 (км 75,262)

## ДОДАТОК Б

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

## Жмеринка -Одеса

## Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$wo' = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$wo' = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_o'' = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри	Швидкість	Час	Мех.робота	Робота гальм	Режим
100	100	1	100	100	1
200	200	2	200	200	2
300	300	3	300	300	3
400	400	4	400	400	4
500	500	5	500	500	5
600	600	6	600	600	6
700	700	7	700	700	7
800	800	8	800	800	8
900	900	9	900	900	9
1000	1000	10	1000	1000	10

км/год	хв	10·кН·км	10·кН·км
--------	----	----------	----------

Жмеринка

0.500 0.0 0.00 0.00 0.00 CTAPT

0.681 40.0 0.54 7.45 0.00 ОГР Т

1.501 41.1 1.77 8.89 0.00 ТЯГА

					051.170297.MP.2021.000						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК Б			Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Чернов Д.С.									
Перевір.		Курган М.Б.								147	
Реценз.								УДУНТ			
Н. Контр.		Байдак С.Ю.									
Затверд.											

3.501	132.5	3.13	89.26	0.00	ТЯГА
5.501	176.8	3.90	163.42	0.00	ТЯГА
7.501	207.2	4.52	232.31	0.00	ТЯГА
9.501	229.1	5.07	294.79	0.00	ТЯГА
11.501	245.4	5.58	351.67	0.00	ТЯГА
13.501	258.2	6.05	404.70	0.00	ТЯГА
15.501	268.8	6.51	455.94	0.00	ТЯГА
17.501	277.9	6.95	505.76	0.00	ТЯГА
19.501	285.6	7.37	554.38	0.00	ТЯГА
21.501	292.3	7.79	601.95	0.00	ТЯГА
23.501	298.1	8.20	648.64	0.00	ТЯГА
24.231	300.0	8.34	665.41	0.00	ОГР Т
26.231	300.0	8.74	696.89	0.00	ОГР Т
28.231	300.0	9.14	728.37	0.00	ОГР Т
30.231	300.0	9.54	759.86	0.00	ОГР Т
32.231	300.0	9.94	791.34	0.00	ОГР Т
34.231	300.0	10.34	822.82	0.00	ОГР Т
36.231	300.0	10.74	854.31	0.00	ОГР Т
38.231	300.0	11.14	885.79	0.00	ОГР Т
40.231	300.0	11.54	917.28	0.00	ОГР Т
42.231	300.0	11.94	949.40	0.00	ОГР Т
44.231	300.0	12.34	981.55	0.00	ОГР Т
46.231	300.0	12.74	1013.71	0.00	ОГР Т
48.231	300.0	13.14	1045.86	0.00	ОГР Т
50.231	300.0	13.54	1078.01	0.00	ОГР Т
52.231	300.0	13.94	1110.17	0.00	ОГР Т
54.231	300.0	14.34	1142.32	0.00	ОГР Т
56.231	300.0	14.74	1174.26	0.00	ОГР Т
58.231	300.0	15.14	1205.52	0.00	ОГР Т
60.231	300.0	15.54	1236.78	0.00	ОГР Т
62.231	300.0	15.94	1268.04	0.00	ОГР Т
64.231	300.0	16.34	1299.30	0.00	ОГР Т
66.231	300.0	16.74	1330.56	0.00	ОГР Т
68.231	300.0	17.14	1361.82	0.00	ОГР Т
70.231	300.0	17.54	1393.13	0.00	ОГР Т
72.231	300.0	17.94	1424.62	0.00	ОГР Т
74.231	300.0	18.34	1457.92	0.00	ОГР Т
76.231	300.0	18.74	1492.25	0.00	ОГР Т
78.231	300.0	19.14	1526.42	0.00	ОГР Т
80.231	300.0	19.54	1560.58	0.00	ОГР Т
82.231	300.0	19.94	1594.74	0.00	ОГР Т
84.231	300.0	20.34	1628.90	0.00	ОГР Т
86.231	300.0	20.74	1663.07	0.00	ОГР Т
88.231	300.0	21.14	1697.23	0.00	ОГР Т
90.231	300.0	21.54	1731.39	0.00	ОГР Т

92.231	300.0	21.94	1765.56	0.00	ОГР Т
94.231	300.0	22.34	1799.72	0.00	ОГР Т
96.231	300.0	22.74	1833.88	0.00	ОГР Т
98.231	300.0	23.14	1867.74	0.00	ОГР Т
100.231	300.0	23.54	1901.23	0.00	ОГР Т
102.231	300.0	23.94	1934.72	0.00	ОГР Т
104.231	300.0	24.34	1968.21	0.00	ОГР Т
106.231	300.0	24.74	2001.71	0.00	ОГР Т
108.231	300.0	25.14	2035.20	0.00	ОГР Т
110.231	300.0	25.54	2068.69	0.00	ОГР Т
112.231	300.0	25.94	2102.19	0.00	ОГР Т
114.231	300.0	26.34	2135.68	0.00	ОГР Т
116.231	300.0	26.74	2169.17	0.00	ОГР Т
118.231	300.0	27.14	2202.66	0.00	ОГР Т
120.231	300.0	27.54	2236.16	0.00	ОГР Т
122.231	300.0	27.94	2269.65	0.00	ОГР Т
124.231	300.0	28.34	2303.14	0.00	ОГР Т
126.231	300.0	28.74	2335.88	0.00	ОГР Т
128.231	300.0	29.14	2367.36	0.00	ОГР Т
130.231	300.0	29.54	2398.85	0.00	ОГР Т
132.231	300.0	29.94	2430.14	0.00	ОГР Т
134.231	300.0	30.34	2461.40	0.00	ОГР Т
136.231	300.0	30.74	2492.70	0.00	ОГР Т
138.231	300.0	31.14	2524.18	0.00	ОГР Т
140.231	300.0	31.54	2555.66	0.00	ОГР Т
142.231	300.0	31.94	2587.15	0.00	ОГР Т
144.231	300.0	32.34	2618.63	0.00	ОГР Т
146.231	300.0	32.74	2650.12	0.00	ОГР Т
148.231	300.0	33.14	2681.60	0.00	ОГР Т
150.231	300.0	33.54	2712.97	0.00	ОГР Т
152.231	300.0	33.94	2744.23	0.00	ОГР Т
154.231	300.0	34.34	2775.49	0.00	ОГР Т
156.231	300.0	34.74	2806.75	0.00	ОГР Т
158.231	300.0	35.14	2838.01	0.00	ОГР Т
160.231	300.0	35.54	2869.27	0.00	ОГР Т
162.231	300.0	35.94	2900.53	0.00	ОГР Т
164.231	300.0	36.34	2931.79	0.00	ОГР Т
166.231	300.0	36.74	2963.06	0.00	ОГР Т
168.231	300.0	37.14	2994.32	0.00	ОГР Т
170.231	300.0	37.54	3025.58	0.00	ОГР Т
172.231	300.0	37.94	3056.97	0.00	ОГР Т
174.231	300.0	38.34	3088.45	0.00	ОГР Т
176.231	300.0	38.74	3119.94	0.00	ОГР Т
178.231	300.0	39.14	3151.42	0.00	ОГР Т
180.231	300.0	39.54	3182.90	0.00	ОГР Т

182.231	300.0	39.94	3214.39	0.00	ОГР Т
184.231	300.0	40.34	3245.87	0.00	ОГР Т
186.231	300.0	40.74	3277.35	0.00	ОГР Т
188.231	300.0	41.14	3308.84	0.00	ОГР Т
190.231	300.0	41.54	3340.32	0.00	ОГР Т
192.231	300.0	41.94	3372.10	0.00	ОГР Т
194.231	300.0	42.34	3405.59	0.00	ОГР Т
196.231	300.0	42.74	3439.09	0.00	ОГР Т
198.231	300.0	43.14	3472.58	0.00	ОГР Т
200.231	300.0	43.54	3506.07	0.00	ОГР Т
202.231	300.0	43.94	3539.57	0.00	ОГР Т
204.231	300.0	44.34	3573.06	0.00	ОГР Т
206.231	300.0	44.74	3606.55	0.00	ОГР Т
208.231	300.0	45.14	3640.25	0.00	ОГР Т
210.231	300.0	45.54	3673.93	0.00	ОГР Т
212.231	300.0	45.94	3707.42	0.00	ОГР Т
214.231	300.0	46.34	3740.91	0.00	ОГР Т
216.231	300.0	46.74	3774.41	0.00	ОГР Т
218.231	300.0	47.14	3807.90	0.00	ОГР Т
220.231	300.0	47.54	3841.98	0.00	ОГР Т
222.231	300.0	47.94	3876.25	0.00	ОГР Т
224.231	300.0	48.34	3910.53	0.00	ОГР Т
226.231	300.0	48.74	3944.80	0.00	ОГР Т
228.231	300.0	49.14	3979.07	0.00	ОГР Т
230.231	300.0	49.54	4013.35	0.00	ОГР Т
232.231	300.0	49.94	4047.62	0.00	ОГР Т
234.231	300.0	50.34	4081.90	0.00	ОГР Т
236.231	300.0	50.74	4116.17	0.00	ОГР Т
238.231	300.0	51.14	4150.45	0.00	ОГР Т
240.231	300.0	51.54	4184.72	0.00	ОГР Т
242.231	300.0	51.94	4218.02	0.00	ОГР Т
244.231	300.0	52.34	4251.18	0.00	ОГР Т
246.231	300.0	52.74	4284.34	0.00	ОГР Т
248.231	300.0	53.14	4317.50	0.00	ОГР Т
250.231	300.0	53.54	4350.66	0.00	ОГР Т
252.231	300.0	53.94	4383.81	0.00	ОГР Т
254.231	300.0	54.34	4416.97	0.00	ОГР Т
256.231	300.0	54.74	4450.13	0.00	ОГР Т
258.231	300.0	55.14	4482.83	0.00	ОГР Т
260.231	300.0	55.54	4514.09	0.00	ОГР Т
262.231	300.0	55.94	4545.35	0.00	ОГР Т
264.231	300.0	56.34	4576.61	0.00	ОГР Т
266.231	300.0	56.74	4607.87	0.00	ОГР Т
268.231	300.0	57.14	4639.13	0.00	ОГР Т
270.231	300.0	57.54	4670.57	0.00	ОГР Т

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		150

272.231	300.0	57.94	4702.06	0.00	ОГР Т
274.231	300.0	58.34	4733.57	0.00	ОГР Т
276.231	300.0	58.74	4765.28	0.00	ОГР Т
278.231	300.0	59.14	4796.98	0.00	ОГР Т
280.231	300.0	59.54	4828.69	0.00	ОГР Т
282.231	300.0	59.94	4860.40	0.00	ОГР Т
284.231	300.0	60.34	4892.10	0.00	ОГР Т
286.231	300.0	60.74	4923.81	0.00	ОГР Т
288.231	300.0	61.14	4955.52	0.00	ОГР Т
290.231	300.0	61.54	4987.22	0.00	ОГР Т
292.231	300.0	61.94	5018.93	0.00	ОГР Т
294.231	300.0	62.34	5050.64	0.00	ОГР Т
296.231	300.0	62.74	5082.88	0.00	ОГР Т
298.231	300.0	63.14	5116.15	0.00	ОГР Т
300.231	300.0	63.54	5149.42	0.00	ОГР Т
302.231	300.0	63.94	5182.69	0.00	ОГР Т
304.231	300.0	64.34	5215.96	0.00	ОГР Т
306.231	300.0	64.74	5249.23	0.00	ОГР Т
308.231	300.0	65.14	5282.50	0.00	ОГР Т
310.231	300.0	65.54	5315.77	0.00	ОГР Т
312.231	300.0	65.94	5349.04	0.00	ОГР Т
314.231	300.0	66.34	5382.31	0.00	ОГР Т
316.231	300.0	66.74	5415.58	0.00	ОГР Т
318.231	300.0	67.14	5448.85	0.00	ОГР Т
320.231	300.0	67.54	5482.11	0.00	ОГР Т
322.231	300.0	67.94	5515.38	0.00	ОГР Т
324.231	300.0	68.34	5548.65	0.00	ОГР Т
326.231	300.0	68.74	5581.92	0.00	ОГР Т
328.231	300.0	69.14	5615.17	0.00	ОГР Т
330.231	300.0	69.54	5648.21	0.00	ОГР Т
332.231	300.0	69.94	5681.39	0.00	ОГР Т
334.231	300.0	70.34	5714.66	0.00	ОГР Т
336.231	300.0	70.74	5747.93	0.00	ОГР Т
338.231	300.0	71.14	5781.20	0.00	ОГР Т
340.231	300.0	71.54	5814.47	0.00	ОГР Т
342.231	300.0	71.94	5847.74	0.00	ОГР Т
344.231	300.0	72.34	5878.80	0.00	ОГР Т
346.231	300.0	72.74	5908.27	0.00	ОГР Т
348.231	300.0	73.14	5937.75	0.00	ОГР Т
350.231	300.0	73.54	5967.22	0.00	ОГР Т
352.231	300.0	73.94	5996.70	0.00	ОГР Т
354.231	300.0	74.34	6026.17	0.00	ОГР Т
356.231	300.0	74.74	6055.64	0.00	ОГР Т
358.231	300.0	75.14	6085.12	0.00	ОГР Т
360.231	300.0	75.54	6114.59	0.00	ОГР Т

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		151

362.231	300.0	75.94	6144.07	0.00	ОГР Т
364.231	300.0	76.34	6173.54	0.00	ОГР Т
366.231	300.0	76.74	6203.01	0.00	ОГР Т
368.231	300.0	77.14	6232.44	0.00	ОГР Т
370.231	300.0	77.54	6260.90	0.00	ОГР Т
372.231	300.0	77.94	6293.72	0.00	ОГР Т
374.231	300.0	78.34	6326.54	0.00	ОГР Т
376.231	300.0	78.74	6359.36	0.00	ОГР Т
378.231	300.0	79.14	6392.32	0.00	ОГР Т
380.231	300.0	79.54	6426.92	0.00	ОГР Т
382.231	300.0	79.94	6461.53	0.00	ОГР Т
384.231	300.0	80.34	6493.16	0.00	ОГР Т
386.231	300.0	80.74	6521.39	0.00	ОГР Т
388.231	300.0	81.14	6549.30	0.00	ОГР Т
390.231	300.0	81.54	6577.21	0.00	ОГР Т
392.231	300.0	81.94	6605.12	0.00	ОГР Т
394.231	300.0	82.34	6633.03	0.00	ОГР Т
396.231	300.0	82.74	6660.95	0.00	ОГР Т
398.231	300.0	83.14	6690.51	0.00	ОГР Т
400.231	300.0	83.54	6720.21	0.00	ОГР Т
402.231	300.0	83.94	6749.91	0.00	ОГР Т
404.231	300.0	84.34	6782.91	0.00	ОГР Т
405.851	299.8	84.67	6809.78	0.29	ТОРМОЖ
407.851	266.1	85.09	6809.78	58.62	ТОРМОЖ
409.851	230.0	85.57	6809.78	118.05	ТОРМОЖ
411.851	189.9	86.15	6809.78	178.97	ТОРМОЖ
413.851	141.4	86.87	6809.78	242.22	ТОРМОЖ
415.851	64.4	88.04	6809.78	310.52	ТОРМОЖ
416.161	40.0	88.39	6809.79	321.99	ОГР Т
416.981	39.7	89.62	6810.62	322.39	ТОРМОЖ
417.154	4.2	90.10	6810.62	329.66	КОНЕЦ

Одеса

Витрата електроенергії 20869.1 квт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

Жмеринка - Одеса 90,10

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/ч), м/с<sup>2</sup> 0,001 (км 416,401)

Макс. непогашене прискорення, м/с<sup>2</sup> 0,992 (км 70,401)

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
						152
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$w_o' = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$w_o' = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_o'' = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри Швидкість Час Мех.робота Работа гальм Режим

км/год хв. 10·кН·км 10·кН·км

Одеса

417.154	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
416.972	40.0	0.54	7.50	0.00	ОГР Т
416.152	41.1	1.77	9.66	0.00	ТЯГА
414.152	130.8	3.14	90.12	0.00	ТЯГА
412.152	173.8	3.93	164.59	0.00	ТЯГА
410.152	203.3	4.56	234.10	0.00	ТЯГА
408.152	224.8	5.12	297.79	0.00	ТЯГА
406.152	240.7	5.64	356.01	0.00	ТЯГА
404.152	253.2	6.12	410.13	0.00	ТЯГА
402.152	263.3	6.59	462.10	0.00	ТЯГА
400.152	270.7	7.04	512.84	0.00	ТЯГА
398.152	277.1	7.47	562.58	0.00	ТЯГА

396.152	282.6	7.90	611.47	0.00	ТЯГА
394.152	286.7	8.33	659.68	0.00	ТЯГА
392.152	290.4	8.74	707.32	0.00	ТЯГА
390.152	293.5	9.15	754.48	0.00	ТЯГА
388.152	296.3	9.56	801.21	0.00	ТЯГА
386.152	298.8	9.96	847.56	0.00	ТЯГА
385.062	300.0	10.18	872.65	0.00	ОГР Т
383.062	300.0	10.58	911.47	0.00	ОГР Т
381.062	300.0	10.98	944.74	0.00	ОГР Т
379.062	300.0	11.38	978.01	0.00	ОГР Т
377.062	300.0	11.78	1012.20	0.00	ОГР Т
375.062	300.0	12.18	1047.26	0.00	ОГР Т
373.062	300.0	12.58	1082.31	0.00	ОГР Т
371.062	300.0	12.98	1117.37	0.00	ОГР Т
369.062	300.0	13.38	1154.38	0.00	ОГР Т
367.062	300.0	13.78	1193.87	0.00	ОГР Т
365.062	300.0	14.18	1232.28	0.00	ОГР Т
363.062	300.0	14.58	1270.68	0.00	ОГР Т
361.062	300.0	14.98	1309.09	0.00	ОГР Т
359.062	300.0	15.38	1347.49	0.00	ОГР Т
357.062	300.0	15.78	1385.90	0.00	ОГР Т
355.062	300.0	16.18	1424.30	0.00	ОГР Т
353.062	300.0	16.58	1462.71	0.00	ОГР Т
351.062	300.0	16.98	1501.11	0.00	ОГР Т
349.062	300.0	17.38	1539.52	0.00	ОГР Т
347.062	300.0	17.78	1577.92	0.00	ОГР Т
345.062	300.0	18.18	1616.33	0.00	ОГР Т
343.062	300.0	18.58	1654.60	0.00	ОГР Т
341.062	300.0	18.98	1689.31	0.00	ОГР Т
339.062	300.0	19.38	1723.92	0.00	ОГР Т
337.062	300.0	19.78	1758.53	0.00	ОГР Т
335.062	300.0	20.18	1793.14	0.00	ОГР Т
333.062	300.0	20.58	1827.75	0.00	ОГР Т
331.062	300.0	20.98	1862.35	0.00	ОГР Т
329.062	300.0	21.38	1896.74	0.00	ОГР Т
327.062	300.0	21.78	1931.23	0.00	ОГР Т
325.062	300.0	22.18	1965.84	0.00	ОГР Т
323.062	300.0	22.58	2000.45	0.00	ОГР Т
321.062	300.0	22.98	2035.06	0.00	ОГР Т
319.062	300.0	23.38	2069.67	0.00	ОГР Т
317.062	300.0	23.78	2104.28	0.00	ОГР Т
315.062	300.0	24.18	2138.89	0.00	ОГР Т
313.062	300.0	24.58	2173.49	0.00	ОГР Т
311.062	300.0	24.98	2208.10	0.00	ОГР Т
309.062	300.0	25.38	2242.71	0.00	ОГР Т

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		154

307.062	300.0	25.78	2277.32	0.00	ОГР Т
305.062	300.0	26.18	2311.93	0.00	ОГР Т
303.062	300.0	26.58	2346.54	0.00	ОГР Т
301.062	300.0	26.98	2381.15	0.00	ОГР Т
299.062	300.0	27.38	2415.76	0.00	ОГР Т
297.062	300.0	27.78	2450.37	0.00	ОГР Т
295.062	300.0	28.18	2485.36	0.00	ОГР Т
293.062	300.0	28.58	2521.54	0.00	ОГР Т
291.062	300.0	28.98	2557.71	0.00	ОГР Т
289.062	300.0	29.38	2593.88	0.00	ОГР Т
287.062	300.0	29.78	2630.05	0.00	ОГР Т
285.062	300.0	30.18	2666.22	0.00	ОГР Т
283.062	300.0	30.58	2702.40	0.00	ОГР Т
281.062	300.0	30.98	2738.57	0.00	ОГР Т
279.062	300.0	31.38	2774.74	0.00	ОГР Т
277.062	300.0	31.78	2810.91	0.00	ОГР Т
275.062	300.0	32.18	2847.09	0.00	ОГР Т
273.062	300.0	32.58	2883.34	0.00	ОГР Т
271.062	300.0	32.98	2920.16	0.00	ОГР Т
269.062	300.0	33.38	2957.00	0.00	ОГР Т
267.062	300.0	33.78	2993.67	0.00	ОГР Т
265.062	300.0	34.18	3030.28	0.00	ОГР Т
263.062	300.0	34.58	3066.90	0.00	ОГР Т
261.062	300.0	34.98	3103.52	0.00	ОГР Т
259.062	300.0	35.38	3140.14	0.00	ОГР Т
257.062	300.0	35.78	3176.10	0.00	ОГР Т
255.062	300.0	36.18	3210.82	0.00	ОГР Т
253.062	300.0	36.58	3245.54	0.00	ОГР Т
251.062	300.0	36.98	3280.26	0.00	ОГР Т
249.062	300.0	37.38	3314.98	0.00	ОГР Т
247.062	300.0	37.78	3349.70	0.00	ОГР Т
245.062	300.0	38.18	3384.42	0.00	ОГР Т
243.062	300.0	38.58	3419.14	0.00	ОГР Т
241.062	300.0	38.98	3453.86	0.00	ОГР Т
239.062	300.0	39.38	3487.78	0.00	ОГР Т
237.062	300.0	39.78	3521.39	0.00	ОГР Т
235.062	300.0	40.18	3554.99	0.00	ОГР Т
233.062	300.0	40.58	3588.59	0.00	ОГР Т
231.062	300.0	40.98	3622.20	0.00	ОГР Т
229.062	300.0	41.38	3655.80	0.00	ОГР Т
227.062	300.0	41.78	3689.41	0.00	ОГР Т
225.062	300.0	42.18	3723.01	0.00	ОГР Т
223.062	300.0	42.58	3756.62	0.00	ОГР Т
221.062	300.0	42.98	3790.22	0.00	ОГР Т
219.062	300.0	43.38	3823.83	0.00	ОГР Т

217.062	300.0	43.78	3858.09	0.00	ОГР Т
215.062	300.0	44.18	3892.47	0.00	ОГР Т
213.062	300.0	44.58	3926.86	0.00	ОГР Т
211.062	300.0	44.98	3961.25	0.00	ОГР Т
209.062	300.0	45.38	3995.73	0.00	ОГР Т
207.062	300.0	45.78	4030.33	0.00	ОГР Т
205.062	300.0	46.18	4064.79	0.00	ОГР Т
203.062	300.0	46.58	4099.18	0.00	ОГР Т
201.062	300.0	46.98	4133.56	0.00	ОГР Т
199.062	300.0	47.38	4167.95	0.00	ОГР Т
197.062	300.0	47.78	4202.34	0.00	ОГР Т
195.062	300.0	48.18	4236.72	0.00	ОГР Т
193.062	300.0	48.58	4271.11	0.00	ОГР Т
191.062	300.0	48.98	4306.38	0.00	ОГР Т
189.062	300.0	49.38	4342.78	0.00	ОГР Т
187.062	300.0	49.78	4379.17	0.00	ОГР Т
185.062	300.0	50.18	4415.57	0.00	ОГР Т
183.062	300.0	50.58	4451.97	0.00	ОГР Т
181.062	300.0	50.98	4488.36	0.00	ОГР Т
179.062	300.0	51.38	4524.76	0.00	ОГР Т
177.062	300.0	51.78	4561.15	0.00	ОГР Т
175.062	300.0	52.18	4597.55	0.00	ОГР Т
173.062	300.0	52.58	4633.94	0.00	ОГР Т
171.062	300.0	52.98	4670.34	0.00	ОГР Т
169.062	300.0	53.38	4706.95	0.00	ОГР Т
167.062	300.0	53.78	4743.57	0.00	ОГР Т
165.062	300.0	54.18	4780.19	0.00	ОГР Т
163.062	300.0	54.58	4816.81	0.00	ОГР Т
161.062	300.0	54.98	4853.43	0.00	ОГР Т
159.062	300.0	55.38	4890.05	0.00	ОГР Т
157.062	300.0	55.78	4926.67	0.00	ОГР Т
155.062	300.0	56.18	4963.28	0.00	ОГР Т
153.062	300.0	56.58	4999.90	0.00	ОГР Т
151.062	300.0	56.98	5036.52	0.00	ОГР Т
149.062	300.0	57.38	5073.12	0.00	ОГР Т
147.062	300.0	57.78	5109.51	0.00	ОГР Т
145.062	300.0	58.18	5145.91	0.00	ОГР Т
143.062	300.0	58.58	5182.30	0.00	ОГР Т
141.062	300.0	58.98	5218.70	0.00	ОГР Т
139.062	300.0	59.38	5255.09	0.00	ОГР Т
137.062	300.0	59.78	5291.49	0.00	ОГР Т
135.062	300.0	60.18	5327.79	0.00	ОГР Т
133.062	300.0	60.58	5363.97	0.00	ОГР Т
131.062	300.0	60.98	5400.14	0.00	ОГР Т
129.062	300.0	61.38	5436.47	0.00	ОГР Т

127.062	300.0	61.78	5472.87	0.00	ОГР Т
125.062	300.0	62.18	5508.84	0.00	ОГР Т
123.062	300.0	62.58	5543.22	0.00	ОГР Т
121.062	300.0	62.98	5577.61	0.00	ОГР Т
119.062	300.0	63.38	5611.99	0.00	ОГР Т
117.062	300.0	63.78	5646.38	0.00	ОГР Т
115.062	300.0	64.18	5680.77	0.00	ОГР Т
113.062	300.0	64.58	5715.15	0.00	ОГР Т
111.062	300.0	64.98	5749.54	0.00	ОГР Т
109.062	300.0	65.38	5783.92	0.00	ОГР Т
107.062	300.0	65.78	5818.31	0.00	ОГР Т
105.062	300.0	66.18	5852.70	0.00	ОГР Т
103.062	300.0	66.58	5887.08	0.00	ОГР Т
101.062	300.0	66.98	5921.47	0.00	ОГР Т
99.062	300.0	67.38	5955.85	0.00	ОГР Т
97.062	300.0	67.78	5990.15	0.00	ОГР Т
95.062	300.0	68.18	6023.87	0.00	ОГР Т
93.062	300.0	68.58	6057.59	0.00	ОГР Т
91.062	300.0	68.98	6091.30	0.00	ОГР Т
89.062	300.0	69.38	6125.02	0.00	ОГР Т
87.062	300.0	69.78	6158.74	0.00	ОГР Т
85.062	300.0	70.18	6192.45	0.00	ОГР Т
83.062	300.0	70.58	6226.17	0.00	ОГР Т
81.062	300.0	70.98	6259.88	0.00	ОГР Т
79.062	300.0	71.38	6293.60	0.00	ОГР Т
77.062	300.0	71.78	6327.32	0.00	ОГР Т
75.062	300.0	72.18	6361.11	0.00	ОГР Т
73.062	300.0	72.58	6395.10	0.00	ОГР Т
71.062	300.0	72.98	6431.79	0.00	ОГР Т
69.062	300.0	73.38	6468.55	0.00	ОГР Т
67.062	300.0	73.78	6505.17	0.00	ОГР Т
65.062	300.0	74.18	6541.79	0.00	ОГР Т
63.062	300.0	74.58	6578.41	0.00	ОГР Т
61.062	300.0	74.98	6615.02	0.00	ОГР Т
59.062	300.0	75.38	6651.64	0.00	ОГР Т
57.062	300.0	75.78	6688.26	0.00	ОГР Т
55.062	300.0	76.18	6724.57	0.00	ОГР Т
53.062	300.0	76.58	6760.29	0.00	ОГР Т
51.062	300.0	76.98	6796.02	0.00	ОГР Т
49.062	300.0	77.38	6831.74	0.00	ОГР Т
47.062	300.0	77.78	6867.47	0.00	ОГР Т
45.062	300.0	78.18	6903.19	0.00	ОГР Т
43.062	300.0	78.58	6938.92	0.00	ОГР Т
41.062	300.0	78.98	6974.65	0.00	ОГР Т
39.062	300.0	79.38	7010.79	0.00	ОГР Т

37.062	300.0	79.78	7047.19	0.00	ОГР Т
35.062	300.0	80.18	7083.58	0.00	ОГР Т
33.062	300.0	80.58	7119.98	0.00	ОГР Т
31.062	300.0	80.98	7156.37	0.00	ОГР Т
29.062	300.0	81.38	7192.77	0.00	ОГР Т
27.062	300.0	81.78	7229.17	0.00	ОГР Т
25.062	300.0	82.18	7265.56	0.00	ОГР Т
23.062	300.0	82.58	7301.96	0.00	ОГР Т
21.062	300.0	82.98	7338.35	0.00	ОГР Т
19.062	300.0	83.38	7374.75	0.00	ОГР Т
17.062	300.0	83.78	7411.14	0.00	ОГР Т
15.062	300.0	84.18	7447.54	0.00	ОГР Т
13.062	300.0	84.58	7483.93	0.00	ОГР Т
11.402	299.9	84.91	7513.96	0.29	ТОРМОЖ
9.402	264.8	85.34	7513.96	58.64	ТОРМОЖ
7.402	227.0	85.83	7513.96	118.15	ТОРМОЖ
5.402	184.3	86.41	7513.96	179.26	ТОРМОЖ
3.402	131.3	87.17	7513.96	243.00	ТОРМОЖ
1.492	40.0	88.51	7513.98	309.61	ОГР Т
0.672	39.9	89.74	7515.53	310.01	ТОРМОЖ
0.500	4.4	90.21	7515.53	317.23	КОНЕЦ

КОНЕЦ

Витрата електроенергії 23029,6 квт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/год),  $\text{м/с}^2$  0,001 (км 1,262)

Макс. непогашене прискорення,  $\text{м/с}^2$  0,992 (км 75,262)

# ДОДАТОК В

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$w_o = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$w_o = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_o = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри Швидкість Час Мех.робота Работа гальм. Режим

км/год хв 10·кН·км 10·кН·км

Жмеринка

0.500	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
0.681	40.0	0.54	7.45	0.00	ОГР Т
1.501	41.1	1.77	8.89	0.00	ТЯГА
3.501	132.5	3.13	89.26	0.00	ТЯГА

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			ДОДАТОК В	Літ.	Арк.
Перевір.		Курган М.Б.					159
Реценз.						УДУНТ	
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							

5.501	176.8	3.90	163.42	0.00	ТЯГА
7.501	207.2	4.52	232.31	0.00	ТЯГА
9.501	229.1	5.07	294.79	0.00	ТЯГА
11.501	245.4	5.58	351.67	0.00	ТЯГА
13.501	258.2	6.05	404.70	0.00	ТЯГА
15.501	268.8	6.51	455.94	0.00	ТЯГА
17.501	277.9	6.95	505.76	0.00	ТЯГА
19.501	285.6	7.37	554.38	0.00	ТЯГА
21.501	292.3	7.79	601.95	0.00	ТЯГА
23.501	298.1	8.20	648.64	0.00	ТЯГА
25.501	303.1	8.60	694.54	0.00	ТЯГА
27.501	307.5	8.99	739.74	0.00	ТЯГА
29.501	311.3	9.38	784.32	0.00	ТЯГА
31.501	314.7	9.76	828.37	0.00	ТЯГА
33.501	317.6	10.14	871.95	0.00	ТЯГА
35.501	320.2	10.52	915.11	0.00	ТЯГА
37.501	322.5	10.89	957.98	0.00	ТЯГА
39.501	324.5	11.26	1000.63	0.00	ТЯГА
41.501	326.2	11.63	1043.09	0.00	ТЯГА
43.501	327.7	12.00	1085.39	0.00	ТЯГА
45.501	329.0	12.36	1127.55	0.00	ТЯГА
47.501	330.2	12.72	1169.59	0.00	ТЯГА
49.501	331.3	13.09	1211.51	0.00	ТЯГА
51.501	332.2	13.45	1253.34	0.00	ТЯГА
53.501	333.1	13.81	1295.07	0.00	ТЯГА
55.501	333.9	14.17	1336.72	0.00	ТЯГА
57.501	334.8	14.53	1378.29	0.00	ТЯГА
59.501	335.7	14.89	1419.76	0.00	ТЯГА
61.501	336.5	15.24	1461.15	0.00	ТЯГА
63.501	337.2	15.60	1502.47	0.00	ТЯГА
65.501	337.8	15.96	1543.71	0.00	ТЯГА
67.501	338.4	16.31	1584.90	0.00	ТЯГА
69.501	338.9	16.66	1626.03	0.00	ТЯГА
71.501	339.4	17.02	1667.12	0.00	ТЯГА
73.501	339.5	17.37	1708.17	0.00	ТЯГА
75.501	339.0	17.73	1749.24	0.00	ТЯГА
77.501	338.6	18.08	1790.37	0.00	ТЯГА
79.501	338.2	18.43	1831.53	0.00	ТЯГА
81.501	337.9	18.79	1872.72	0.00	ТЯГА
83.501	337.6	19.14	1913.94	0.00	ТЯГА
85.501	337.4	19.50	1955.19	0.00	ТЯГА
87.501	337.1	19.86	1996.47	0.00	ТЯГА
89.501	336.9	20.21	2037.77	0.00	ТЯГА
91.501	336.7	20.57	2079.09	0.00	ТЯГА
93.501	336.5	20.92	2120.43	0.00	ТЯГА

95.501	336.4	21.28	2161.78	0.00	ТЯГА
97.501	336.3	21.64	2203.15	0.00	ТЯГА
99.501	336.3	22.00	2244.52	0.00	ТЯГА
101.501	336.4	22.35	2285.89	0.00	ТЯГА
103.501	336.4	22.71	2327.25	0.00	ТЯГА
105.501	336.5	23.07	2368.60	0.00	ТЯГА
107.501	336.5	23.42	2409.95	0.00	ТЯГА
109.501	336.6	23.78	2451.29	0.00	ТЯГА
111.501	336.6	24.14	2492.64	0.00	ТЯГА
113.501	336.6	24.49	2533.97	0.00	ТЯГА
115.501	336.7	24.85	2575.31	0.00	ТЯГА
117.501	336.7	25.20	2616.64	0.00	ТЯГА
119.501	336.7	25.56	2657.96	0.00	ТЯГА
121.501	336.8	25.92	2699.29	0.00	ТЯГА
123.501	336.8	26.27	2740.61	0.00	ТЯГА
125.501	336.8	26.63	2781.94	0.00	ТЯГА
127.501	337.4	26.99	2823.23	0.00	ТЯГА
129.501	338.0	27.34	2864.46	0.00	ТЯГА
131.501	338.5	27.70	2905.63	0.00	ТЯГА
133.501	339.0	28.05	2946.76	0.00	ТЯГА
135.501	339.5	28.40	2987.83	0.00	ТЯГА
137.501	339.8	28.76	3028.86	0.00	ТЯГА
139.501	340.2	29.11	3069.86	0.00	ТЯГА
141.501	340.5	29.46	3110.83	0.00	ТЯГА
143.501	340.7	29.81	3151.77	0.00	ТЯГА
145.501	340.9	30.17	3192.69	0.00	ТЯГА
147.501	341.2	30.52	3233.59	0.00	ТЯГА
149.501	341.4	30.87	3274.46	0.00	ТЯГА
151.501	341.6	31.22	3315.31	0.00	ТЯГА
153.501	341.8	31.57	3356.14	0.00	ТЯГА
155.501	342.0	31.92	3396.95	0.00	ТЯГА
157.501	342.2	32.27	3437.74	0.00	ТЯГА
159.501	342.3	32.63	3478.52	0.00	ТЯГА
161.501	342.5	32.98	3519.27	0.00	ТЯГА
163.501	342.6	33.33	3560.02	0.00	ТЯГА
165.501	342.7	33.68	3600.75	0.00	ТЯГА
167.501	342.8	34.03	3641.47	0.00	ТЯГА
169.501	342.9	34.38	3682.19	0.00	ТЯГА
171.501	343.0	34.73	3722.89	0.00	ТЯГА
173.501	343.0	35.08	3763.59	0.00	ТЯГА
175.501	343.0	35.43	3804.29	0.00	ТЯГА
177.501	343.0	35.78	3844.98	0.00	ТЯГА
179.501	343.1	36.13	3885.68	0.00	ТЯГА
181.501	343.1	36.48	3926.37	0.00	ТЯГА
183.501	343.1	36.83	3967.07	0.00	ТЯГА

					051.170297.МР.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		161

185.501	343.1	37.18	4007.76	0.00	ТЯГА
187.501	343.1	37.52	4048.45	0.00	ТЯГА
189.501	343.1	37.87	4089.14	0.00	ТЯГА
191.501	343.1	38.22	4129.83	0.00	ТЯГА
193.501	342.6	38.57	4170.54	0.00	ТЯГА
195.501	342.1	38.92	4211.30	0.00	ТЯГА
197.501	341.6	39.28	4252.12	0.00	ТЯГА
199.501	341.2	39.63	4292.98	0.00	ТЯГА
201.501	340.8	39.98	4333.89	0.00	ТЯГА
203.501	340.4	40.33	4374.83	0.00	ТЯГА
205.501	340.1	40.68	4415.80	0.00	ТЯГА
207.501	339.7	41.04	4456.81	0.00	ТЯГА
209.501	339.4	41.39	4497.86	0.00	ТЯГА
211.501	339.2	41.74	4538.93	0.00	ТЯГА
213.501	338.9	42.10	4580.02	0.00	ТЯГА
215.501	338.8	42.45	4621.14	0.00	ТЯГА
217.501	338.6	42.81	4662.27	0.00	ТЯГА
219.501	338.3	43.16	4703.42	0.00	ТЯГА
221.501	338.0	43.52	4744.61	0.00	ТЯГА
223.501	337.6	43.87	4785.83	0.00	ТЯГА
225.501	337.3	44.23	4827.08	0.00	ТЯГА
227.501	337.1	44.58	4868.36	0.00	ТЯГА
229.501	336.8	44.94	4909.66	0.00	ТЯГА
231.501	336.6	45.30	4950.99	0.00	ТЯГА
233.501	336.4	45.65	4992.34	0.00	ТЯГА
235.501	336.2	46.01	5033.71	0.00	ТЯГА
237.501	336.1	46.37	5075.09	0.00	ТЯГА
239.501	335.9	46.72	5116.49	0.00	ТЯГА
241.501	336.0	47.08	5157.90	0.00	ТЯГА
243.501	336.2	47.44	5199.30	0.00	ТЯГА
245.501	336.3	47.79	5240.67	0.00	ТЯГА
247.501	336.5	48.15	5282.03	0.00	ТЯГА
249.501	336.6	48.51	5323.38	0.00	ТЯГА
251.501	336.8	48.86	5364.70	0.00	ТЯГА
253.501	336.9	49.22	5406.02	0.00	ТЯГА
255.501	337.0	49.58	5447.33	0.00	ТЯГА
257.501	337.1	49.93	5488.62	0.00	ТЯГА
259.501	337.7	50.29	5529.89	0.00	ТЯГА
261.501	338.3	50.64	5571.09	0.00	ТЯГА
263.501	338.8	51.00	5612.23	0.00	ТЯГА
265.501	339.3	51.35	5653.33	0.00	ТЯГА
267.501	339.7	51.70	5694.38	0.00	ТЯГА
269.501	340.1	52.06	5735.38	0.00	ТЯГА
271.501	340.4	52.41	5776.36	0.00	ТЯГА
273.501	340.7	52.76	5817.31	0.00	ТЯГА

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		162

275.501	340.8	53.12	5858.23	0.00	ТЯГА
277.501	341.0	53.47	5899.14	0.00	ТЯГА
279.501	341.1	53.82	5940.03	0.00	ТЯГА
281.501	341.3	54.17	5980.91	0.00	ТЯГА
283.501	341.4	54.52	6021.78	0.00	ТЯГА
285.501	341.5	54.87	6062.63	0.00	ТЯГА
287.501	341.6	55.22	6103.48	0.00	ТЯГА
289.501	341.7	55.58	6144.32	0.00	ТЯГА
291.501	341.7	55.93	6185.15	0.00	ТЯГА
293.501	341.8	56.28	6225.97	0.00	ТЯГА
295.501	341.9	56.63	6266.78	0.00	ТЯГА
297.501	341.5	56.98	6307.62	0.00	ТЯГА
299.501	341.1	57.33	6348.49	0.00	ТЯГА
301.501	340.8	57.68	6389.39	0.00	ТЯГА
303.501	340.5	58.04	6430.33	0.00	ТЯГА
305.501	340.2	58.39	6471.29	0.00	ТЯГА
307.501	340.0	58.74	6512.28	0.00	ТЯГА
309.501	339.7	59.10	6553.30	0.00	ТЯГА
311.501	339.5	59.45	6594.33	0.00	ТЯГА
313.501	339.4	59.80	6635.39	0.00	ТЯГА
315.501	339.2	60.16	6676.46	0.00	ТЯГА
317.501	339.1	60.51	6717.55	0.00	ТЯГА
319.501	338.9	60.86	6758.65	0.00	ТЯГА
321.501	338.8	61.22	6799.76	0.00	ТЯГА
323.501	338.7	61.57	6840.89	0.00	ТЯГА
325.501	338.6	61.93	6882.02	0.00	ТЯГА
327.501	338.5	62.28	6923.17	0.00	ТЯГА
329.501	338.5	62.64	6964.32	0.00	ТЯГА
331.501	338.4	62.99	7005.48	0.00	ТЯГА
333.501	338.4	63.34	7046.64	0.00	ТЯГА
335.501	338.3	63.70	7087.80	0.00	ТЯГА
337.501	338.2	64.05	7128.98	0.00	ТЯГА
339.501	338.2	64.41	7170.16	0.00	ТЯГА
341.501	338.1	64.76	7211.34	0.00	ТЯГА
343.501	338.3	65.12	7252.53	0.00	ТЯГА
345.501	339.4	65.47	7293.64	0.00	ТЯГА
347.501	340.4	65.83	7334.65	0.00	ТЯГА
349.501	341.2	66.18	7375.57	0.00	ТЯГА
351.501	342.0	66.53	7416.41	0.00	ТЯГА
353.501	342.7	66.88	7457.18	0.00	ТЯГА
355.501	343.3	67.23	7497.88	0.00	ТЯГА
357.501	343.9	67.58	7538.51	0.00	ТЯГА
359.501	344.4	67.93	7579.10	0.00	ТЯГА
361.501	344.9	68.28	7619.63	0.00	ТЯГА
363.501	345.3	68.62	7660.12	0.00	ТЯГА

365.501	345.7	68.97	7700.58	0.00	ТЯГА
367.501	346.0	69.32	7740.99	0.00	ТЯГА
369.501	346.8	69.66	7781.36	0.00	ТЯГА
371.501	346.3	70.01	7821.69	0.00	ТЯГА
373.501	345.6	70.36	7862.10	0.00	ТЯГА
375.501	345.0	70.70	7902.58	0.00	ТЯГА
377.501	344.4	71.05	7943.11	0.00	ТЯГА
379.501	343.5	71.40	7983.71	0.00	ТЯГА
381.501	342.6	71.75	8024.41	0.00	ТЯГА
383.501	341.9	72.10	8065.19	0.00	ТЯГА
385.501	342.9	72.45	8105.95	0.00	ТЯГА
387.501	344.0	72.80	8146.60	0.00	ТЯГА
389.501	345.0	73.15	8187.15	0.00	ТЯГА
391.501	345.8	73.50	8227.61	0.00	ТЯГА
393.501	346.6	73.84	8267.99	0.00	ТЯГА
395.501	347.3	74.19	8308.29	0.00	ТЯГА
397.501	347.7	74.54	8348.54	0.00	ТЯГА
399.501	347.7	74.88	8388.77	0.00	ТЯГА
401.501	347.8	75.23	8428.99	0.00	ТЯГА
402.891	347.6	75.47	8456.74	0.28	ТОРМОЖ
404.891	315.5	75.83	8456.74	57.41	ТОРМОЖ
406.891	282.5	76.23	8456.74	115.31	ТОРМОЖ
408.891	247.7	76.68	8456.74	174.18	ТОРМОЖ
410.891	209.8	77.21	8456.74	234.31	ТОРМОЖ
412.891	166.2	77.85	8456.74	296.29	ТОРМОЖ
414.891	108.6	78.72	8456.74	361.50	ТОРМОЖ
416.161	40.0	79.74	8456.75	406.80	ОГР Т
416.981	39.7	80.97	8457.58	407.20	ТОРМОЖ
417.154	4.2	81.45	8457.58	414.47	КОНЕЦ

Одеса

Витрата електроенергії 25291,1 квт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

Жмеринка - Одеса 81,45

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/год),  $\text{м/с}^2$  0,001 (км 416,401)

Макс. непогашене прискорення,  $\text{м/с}^2$  1,278 (км 272,401)

					051.170297.MP.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		164

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Жмеринка -Одеса

Розрахунок для ділянки: Жмеринка - Одеса

Локомотив : TGV POS 2(138т)+8(251т). Позиція - . Кількість секцій 1

Маса складу = 1000 т. Довжина поїзда = 500 м

Основний питомий опір локомотива:

$$w_o' = 1,900 + 0,0080 \cdot V + 0,000250 \cdot V \cdot V$$

Питомий опір локомотива на холостому ході:

$$w_o' = 2,400 + 0,0090 \cdot V + 0,000350 \cdot V \cdot V$$

Основний питомий опір складу:

$$w_o'' = 0,850 + 0,0050 \cdot V + 0,000125 \cdot V \cdot V$$

Коефіцієнт тертя:

$$\phi = 0,360 \cdot (1,000 \cdot V + 150,00) / (2,000 \cdot V + 150,00)$$

Гальмівний коефіцієнт = 0,200

Коефіцієнт використання гальмівної сили = 0,600

Крок інтегрування (м) = 10

Крок друку (м) = 2000

Кілометри Швидкість Час Мех.робота Работа гальм Режим

км/год хв 10·кН·км 10·кН·км

Одеса

417.154	0.0	0.00	0.00	0.00	СТАРТ
416.972	40.0	0.54	7.50	0.00	ОГР Т
416.152	41.1	1.77	9.66	0.00	ТЯГА
414.152	130.8	3.14	90.12	0.00	ТЯГА
412.152	173.8	3.93	164.59	0.00	ТЯГА
410.152	203.3	4.56	234.10	0.00	ТЯГА
408.152	224.8	5.12	297.79	0.00	ТЯГА
406.152	240.7	5.64	356.01	0.00	ТЯГА
404.152	253.2	6.12	410.13	0.00	ТЯГА
402.152	263.3	6.59	462.10	0.00	ТЯГА

400.152	270.7	7.04	512.84	0.00	ТЯГА
398.152	277.1	7.47	562.58	0.00	ТЯГА
396.152	282.6	7.90	611.47	0.00	ТЯГА
394.152	286.7	8.33	659.68	0.00	ТЯГА
392.152	290.4	8.74	707.32	0.00	ТЯГА
390.152	293.5	9.15	754.48	0.00	ТЯГА
388.152	296.3	9.56	801.21	0.00	ТЯГА
386.152	298.8	9.96	847.56	0.00	ТЯГА
384.152	301.0	10.36	893.57	0.00	ТЯГА
382.152	304.2	10.76	939.22	0.00	ТЯГА
380.152	307.9	11.15	984.30	0.00	ТЯГА
378.152	311.1	11.54	1028.88	0.00	ТЯГА
376.152	313.3	11.92	1073.04	0.00	ТЯГА
374.152	315.3	12.30	1116.89	0.00	ТЯГА
372.152	317.0	12.68	1160.47	0.00	ТЯГА
370.152	318.6	13.06	1203.79	0.00	ТЯГА
368.152	318.5	13.44	1246.99	0.00	ТЯГА
366.152	318.8	13.81	1290.19	0.00	ТЯГА
364.152	319.1	14.19	1333.35	0.00	ТЯГА
362.152	319.3	14.57	1376.46	0.00	ТЯГА
360.152	319.6	14.94	1419.55	0.00	ТЯГА
358.152	319.8	15.32	1462.60	0.00	ТЯГА
356.152	319.9	15.69	1505.62	0.00	ТЯГА
354.152	320.1	16.07	1548.62	0.00	ТЯГА
352.152	320.2	16.44	1591.60	0.00	ТЯГА
350.152	320.4	16.82	1634.57	0.00	ТЯГА
348.152	320.5	17.19	1677.53	0.00	ТЯГА
346.152	320.6	17.57	1720.48	0.00	ТЯГА
344.152	320.7	17.94	1763.41	0.00	ТЯГА
342.152	321.3	18.31	1806.33	0.00	ТЯГА
340.152	322.5	18.69	1849.14	0.00	ТЯГА
338.152	323.6	19.06	1891.83	0.00	ТЯГА
336.152	324.6	19.43	1934.42	0.00	ТЯГА
334.152	325.5	19.80	1976.92	0.00	ТЯГА
332.152	326.2	20.17	2019.33	0.00	ТЯГА
330.152	327.0	20.53	2061.67	0.00	ТЯГА
328.152	327.7	20.90	2103.94	0.00	ТЯГА
326.152	328.3	21.27	2146.14	0.00	ТЯГА
324.152	328.8	21.63	2188.29	0.00	ТЯГА
322.152	329.2	22.00	2230.39	0.00	ТЯГА
320.152	329.6	22.36	2272.44	0.00	ТЯГА
318.152	330.0	22.72	2314.46	0.00	ТЯГА
316.152	330.4	23.09	2356.44	0.00	ТЯГА
314.152	330.7	23.45	2398.39	0.00	ТЯГА

312.152	330.9	23.81	2440.31	0.00	ТЯГА
310.152	331.2	24.18	2482.20	0.00	ТЯГА
308.152	331.4	24.54	2524.07	0.00	ТЯГА
306.152	331.6	24.90	2565.92	0.00	ТЯГА
304.152	331.8	25.26	2607.75	0.00	ТЯГА
302.152	332.0	25.62	2649.56	0.00	ТЯГА
300.152	332.1	25.99	2691.36	0.00	ТЯГА
298.152	332.2	26.35	2733.14	0.00	ТЯГА
296.152	332.4	26.71	2774.91	0.00	ТЯГА
294.152	332.1	27.07	2816.68	0.00	ТЯГА
292.152	331.8	27.43	2858.48	0.00	ТЯГА
290.152	331.5	27.79	2900.32	0.00	ТЯГА
288.152	331.2	28.15	2942.18	0.00	ТЯГА
286.152	331.0	28.52	2984.08	0.00	ТЯГА
284.152	330.7	28.88	3025.99	0.00	ТЯГА
282.152	330.5	29.24	3067.93	0.00	ТЯГА
280.152	330.3	29.61	3109.89	0.00	ТЯГА
278.152	330.2	29.97	3151.86	0.00	ТЯГА
276.152	330.0	30.33	3193.85	0.00	ТЯГА
274.152	329.9	30.70	3235.86	0.00	ТЯГА
272.152	329.6	31.06	3277.88	0.00	ТЯГА
270.152	329.3	31.42	3319.93	0.00	ТЯГА
268.152	329.1	31.79	3362.01	0.00	ТЯГА
266.152	328.9	32.15	3404.11	0.00	ТЯГА
264.152	328.7	32.52	3446.23	0.00	ТЯГА
262.152	328.6	32.88	3488.37	0.00	ТЯГА
260.152	328.4	33.25	3530.52	0.00	ТЯГА
258.152	328.3	33.61	3572.68	0.00	ТЯГА
256.152	328.7	33.98	3614.83	0.00	ТЯГА
254.152	329.1	34.34	3656.94	0.00	ТЯГА
252.152	329.5	34.71	3699.01	0.00	ТЯГА
250.152	329.9	35.07	3741.04	0.00	ТЯГА
248.152	330.2	35.44	3783.04	0.00	ТЯГА
246.152	330.5	35.80	3825.00	0.00	ТЯГА
244.152	330.7	36.16	3866.94	0.00	ТЯГА
242.152	331.0	36.53	3908.86	0.00	ТЯГА
240.152	331.2	36.89	3950.75	0.00	ТЯГА
238.152	331.8	37.25	3992.60	0.00	ТЯГА
236.152	332.2	37.61	4034.40	0.00	ТЯГА
234.152	332.7	37.97	4076.16	0.00	ТЯГА
232.152	333.0	38.33	4117.87	0.00	ТЯГА
230.152	333.4	38.69	4159.55	0.00	ТЯГА
228.152	333.7	39.05	4201.19	0.00	ТЯГА
226.152	334.0	39.41	4242.81	0.00	ТЯГА

224.152	334.2	39.77	4284.40	0.00	ТЯГА
222.152	334.5	40.13	4325.96	0.00	ТЯГА
220.152	334.7	40.49	4367.50	0.00	ТЯГА
218.152	334.8	40.85	4409.03	0.00	ТЯГА
216.152	334.7	41.21	4450.55	0.00	ТЯГА
214.152	334.7	41.56	4492.08	0.00	ТЯГА
212.152	334.6	41.92	4533.61	0.00	ТЯГА
210.152	334.6	42.28	4575.15	0.00	ТЯГА
208.152	334.5	42.64	4616.70	0.00	ТЯГА
206.152	334.4	43.00	4658.25	0.00	ТЯГА
204.152	334.4	43.36	4699.81	0.00	ТЯГА
202.152	334.4	43.72	4741.38	0.00	ТЯГА
200.152	334.4	44.08	4782.94	0.00	ТЯГА
198.152	334.3	44.43	4824.51	0.00	ТЯГА
196.152	334.3	44.79	4866.07	0.00	ТЯГА
194.152	334.3	45.15	4907.64	0.00	ТЯГА
192.152	334.3	45.51	4949.21	0.00	ТЯГА
190.152	333.7	45.87	4990.81	0.00	ТЯГА
188.152	333.2	46.23	5032.46	0.00	ТЯГА
186.152	332.7	46.59	5074.17	0.00	ТЯГА
184.152	332.2	46.95	5115.92	0.00	ТЯГА
182.152	331.8	47.31	5157.72	0.00	ТЯГА
180.152	331.4	47.68	5199.56	0.00	ТЯГА
178.152	331.1	48.04	5241.44	0.00	ТЯГА
176.152	330.8	48.40	5283.35	0.00	ТЯГА
174.152	330.5	48.76	5325.28	0.00	ТЯГА
172.152	330.2	49.13	5367.25	0.00	ТЯГА
170.152	330.0	49.49	5409.24	0.00	ТЯГА
168.152	329.7	49.85	5451.25	0.00	ТЯГА
166.152	329.5	50.22	5493.29	0.00	ТЯГА
164.152	329.2	50.58	5535.36	0.00	ТЯГА
162.152	329.0	50.95	5577.44	0.00	ТЯГА
160.152	328.9	51.31	5619.55	0.00	ТЯГА
158.152	328.7	51.68	5661.67	0.00	ТЯГА
156.152	328.6	52.04	5703.80	0.00	ТЯГА
154.152	328.4	52.41	5745.95	0.00	ТЯГА
152.152	328.3	52.77	5788.12	0.00	ТЯГА
150.152	328.2	53.14	5830.29	0.00	ТЯГА
148.152	328.1	53.50	5872.48	0.00	ТЯГА
146.152	328.1	53.87	5914.66	0.00	ТЯГА
144.152	328.1	54.24	5956.85	0.00	ТЯГА
142.152	328.1	54.60	5999.05	0.00	ТЯГА
140.152	328.1	54.97	6041.24	0.00	ТЯГА
138.152	328.0	55.33	6083.43	0.00	ТЯГА

136.152	328.0	55.70	6125.63	0.00	ТЯГА
134.152	328.1	56.06	6167.83	0.00	ТЯГА
132.152	328.1	56.43	6210.02	0.00	ТЯГА
130.152	328.2	56.80	6252.20	0.00	ТЯГА
128.152	328.1	57.16	6294.39	0.00	ТЯГА
126.152	328.1	57.53	6336.58	0.00	ТЯГА
124.152	328.5	57.89	6378.75	0.00	ТЯГА
122.152	329.1	58.26	6420.87	0.00	ТЯГА
120.152	329.6	58.62	6462.94	0.00	ТЯГА
118.152	330.0	58.99	6504.96	0.00	ТЯГА
116.152	330.4	59.35	6546.94	0.00	ТЯГА
114.152	330.8	59.71	6588.88	0.00	ТЯГА
112.152	331.1	60.07	6630.79	0.00	ТЯГА
110.152	331.4	60.44	6672.66	0.00	ТЯГА
108.152	331.7	60.80	6714.50	0.00	ТЯГА
106.152	331.9	61.16	6756.32	0.00	ТЯГА
104.152	332.1	61.52	6798.12	0.00	ТЯГА
102.152	332.3	61.88	6839.90	0.00	ТЯГА
100.152	332.5	62.24	6881.65	0.00	ТЯГА
98.152	332.7	62.60	6923.39	0.00	ТЯГА
96.152	333.0	62.97	6965.11	0.00	ТЯГА
94.152	333.3	63.33	7006.80	0.00	ТЯГА
92.152	333.6	63.69	7048.46	0.00	ТЯГА
90.152	333.8	64.05	7090.09	0.00	ТЯГА
88.152	334.1	64.40	7131.69	0.00	ТЯГА
86.152	334.3	64.76	7173.28	0.00	ТЯГА
84.152	334.5	65.12	7214.84	0.00	ТЯГА
82.152	334.6	65.48	7256.38	0.00	ТЯГА
80.152	334.8	65.84	7297.91	0.00	ТЯГА
78.152	334.9	66.20	7339.42	0.00	ТЯГА
76.152	335.1	66.56	7380.92	0.00	ТЯГА
74.152	335.1	66.91	7422.41	0.00	ТЯГА
72.152	334.8	67.27	7463.91	0.00	ТЯГА
70.152	334.0	67.63	7505.47	0.00	ТЯГА
68.152	333.3	67.99	7547.10	0.00	ТЯГА
66.152	332.7	68.35	7588.79	0.00	ТЯГА
64.152	332.2	68.71	7630.55	0.00	ТЯГА
62.152	331.7	69.07	7672.35	0.00	ТЯГА
60.152	331.3	69.44	7714.20	0.00	ТЯГА
58.152	330.9	69.80	7756.09	0.00	ТЯГА
56.152	330.5	70.16	7798.02	0.00	ТЯГА
54.152	330.4	70.52	7839.97	0.00	ТЯГА
52.152	330.4	70.89	7881.93	0.00	ТЯГА
50.152	330.4	71.25	7923.89	0.00	ТЯГА

48.152	330.3	71.61	7965.86	0.00	ТЯГА
46.152	330.3	71.98	8007.83	0.00	ТЯГА
44.152	330.3	72.34	8049.80	0.00	ТЯГА
42.152	330.2	72.70	8091.78	0.00	ТЯГА
40.152	330.2	73.07	8133.76	0.00	ТЯГА
38.152	330.0	73.43	8175.75	0.00	ТЯГА
36.152	329.8	73.79	8217.76	0.00	ТЯГА
34.152	329.6	74.16	8259.79	0.00	ТЯГА
32.152	329.4	74.52	8301.84	0.00	ТЯГА
30.152	329.3	74.89	8343.91	0.00	ТЯГА
28.152	329.1	75.25	8385.99	0.00	ТЯГА
26.152	329.0	75.62	8428.08	0.00	ТЯГА
24.152	328.9	75.98	8470.18	0.00	ТЯГА
22.152	328.8	76.35	8512.29	0.00	ТЯГА
20.152	328.7	76.71	8554.42	0.00	ТЯГА
18.152	328.6	77.08	8596.55	0.00	ТЯГА
16.152	328.6	77.44	8638.69	0.00	ТЯГА
14.152	328.5	77.81	8680.83	0.00	ТЯГА
13.102	328.4	78.00	8702.75	0.29	ТОРМОЖ
11.102	294.7	78.38	8702.75	57.87	ТОРМОЖ
9.102	259.3	78.82	8702.75	116.38	ТОРМОЖ
7.102	220.9	79.32	8702.75	176.09	ТОРМОЖ
5.102	177.3	79.92	8702.75	237.51	ТОРМОЖ
3.102	121.6	80.72	8702.75	301.82	ТОРМОЖ
1.492	40.0	81.92	8702.77	358.50	ОГР Т
0.672	39.9	83.15	8704.32	358.90	ТОРМОЖ
0.500	4.4	83.62	8704.32	366.12	КОНЕЦ

КОНЕЦ

Витрата електроенергії 26205,1 квт-год

Нормальне завершення розрахунку

Поперегінний час ходу

-----

Мін. непогашене прискорення (для  $V > 20$  км/год),  $\text{м/с}^2$  0,001 (км 1,262)

Макс. непогашене прискорення,  $\text{м/с}^2$  1,238 (км 73,262)

					051.170297.МР.2021.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		170

# ДОДАТОК Г

Таблиця Д1 – Вихідні дані для розрахунку

L	900	км	V дільн.	60	км/год
Q брутто	2180	тонн	Вартість контейнера	1196	Євро/контейнер
Q нетто	1050	тонн	Перевантаження	0	Євро/вагон
q бр. контр	30.5	тонн	Вартість поїзда	47821	Євро/поїзд
Ціна локом	2	млн Є/лок	Ціна вагону	30000	Євро/вагон
І нової траси	900	км	Вартість 1 км будівн	20	Євро/км

Таблиця Д2 – Результати розрахунку при вантажопотоці 25 млн тонн/рік

Роки, t	G, млн.т	Кількість поїздів		Lok, шт	ZLok, млн.€	Vag, шт	ZVag, млн.€	Кінв., млн.€	Dt, млн.€	Ct, млн.€	Cst, млн.€	η <sub>t</sub>	Dt*η <sub>t</sub> , млн.€	(Lt+Bt+Kt+Ct+ Cst)*η <sub>t</sub> , млн.€	NPV, млн.€	Нарастаючий NPV, млн.€
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	25.0	72	26280	153	306.0	6125	183.8	9000	1257.0	233.7	8.76	0.926	1163.9	9011.4	-7847.5	-7847
2	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.857	1077.7	207.9	869.8	-6978
3	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.794	997.8	192.5	805.4	-6172
4	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.735	923.9	178.2	745.7	-5427
5	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.681	855.5	165.0	690.5	-4736
6	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.630	792.1	152.8	639.3	-4097
7	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.583	733.4	141.5	592.0	-3605
8	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.540	679.1	131.0	548.1	-2957
9	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.500	628.8	121.3	507.5	-2449
10	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.463	582.2	112.3	469.9	-1979
11	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.429	539.1	104.0	435.1	-1544
12	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.397	499.2	96.3	402.9	-1141
13	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.368	462.2	89.2	373.0	-768
14	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.340	428.0	82.5	345.4	-423
15	25.0	72	26280	153	0.00	6125	0.0	0	1257.0	233.7	8.76	0.315	396.3	76.4	319.8	-103
Всього:					306.0		183.8	9000	18855	3505.6	131.4		10759.3	10862.2	-103.0	

Таблиця Д3 – Результати розрахунку при вантажопотоці 30 млн тонн/рік

Роки, t	G, млн.т	Кількість поїздів		Lok, шт	ZLok, млн.€	Vag, шт	ZVag, млн.€	Кінв., млн.€	Dt, млн.€	Ct, млн.€	Cst, млн.€	η <sub>t</sub>	Dt*η <sub>t</sub> , млн.€	(Lt+Bt+Kt+Ct+ Cst)*η <sub>t</sub> , млн.€	NPV, млн.€	Нарастаючий NPV, млн.€
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	30.0	86	31390	183	366.0	7316	219.5	9000	1501.0	279.1	10.46	0.926	1389.8	9143.6	-7753.8	-7754
2	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.857	1286.9	248.3	1038.6	-6715
3	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.794	1191.5	229.9	961.6	-5754
4	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.735	1103.3	212.9	890.4	-4863
5	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.681	1021.6	197.1	824.5	-4039
6	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.630	945.9	182.5	763.4	-3275
7	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.583	875.8	169.0	706.8	-2569
8	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.540	810.9	156.5	654.5	-1914
9	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.500	750.9	144.9	606.0	-1308
10	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.463	695.3	134.1	561.1	-747
11	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.429	643.8	124.2	519.5	-227
12	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.397	596.1	115.0	481.1	254
13	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.368	551.9	106.5	445.4	699
14	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.340	511.0	98.6	412.4	1112
15	30.0	86	31390	183	0.00	7316	0.0	0	1501.0	279.1	10.46	0.315	473.2	91.3	381.9	1493
Всього:					366.0		219.5	9000	22515	4187.2	157.0		12847.8	11354.4	1493.4	

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			ДОДАТОК Г		
Перевір.		Курган М.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркуші
						171	
					УДУНТ		

Таблиця Д4 – Результати розрахунку при вантажопотоці 35 млн тонн/рік

Розмі, t	G, млн.т	Кількість потілів		Lok, шт	ZLok, млн.€	Vag, шт	ZVag, млн.€	Kінв, млн.€	D <sub>1</sub> , млн.€	C <sub>1</sub> , млн.€	C <sub>2</sub> , млн.€	η <sub>1</sub>	D <sub>1</sub> *η <sub>1</sub> , млн.€	(L <sub>1</sub> +B <sub>1</sub> +K <sub>1</sub> +C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub> )*η <sub>1</sub> , млн.€	NPV, млн.€	Нарастаючий NPV, млн.€
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	35.0	100	36500	213	426.0	8507	255.2	9000	1745.0	324.6	12.17	0.926	1615.7	9275.9	-7660.1	-7660
2	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.857	1496.1	288.7	1207.3	-6453
3	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.794	1385.2	267.3	1117.9	-5335
4	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.735	1282.6	247.5	1035.1	-4300
5	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.681	1187.6	229.2	958.4	-3341
6	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.630	1099.6	212.2	887.4	-2454
7	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.583	1018.2	196.5	821.7	-1632
8	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.540	942.8	181.9	760.8	-871
9	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.500	872.9	168.5	704.5	-167
10	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.463	808.3	156.0	652.3	485
11	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.429	748.4	144.4	604.0	1089
12	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.397	693.0	133.7	559.2	1649
13	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.368	641.6	123.8	517.8	2166
14	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.340	594.1	114.7	479.5	2646
15	35.0	100	36500	213	0.00	8507	0.0	0	1745.0	324.6	12.17	0.315	550.1	106.2	443.9	3090
Всього:					426.0		255.2	9000	26175	4868.8	182.5		14936.3	11846.5	3089.8	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

051.170297.MP.2021.000

Арк.

172

# ДОДАТОК Д

Таблиця Ж1 – Вихідні дані для розрахунку

Введіть	№ вар.	4	Довжина L	900	км	V дільн	60	км/год
Показник	n	1	Кільк пас в ваг.	60	осіб	Плата за пасаж.	321	€/особу
Кільк вагонів	m	9	Кільк пас. в поїзді	405	тонн	Копія 1520 (4)	16.7	€/пасажир
Q бруто	495	тонн	% населеності	75	тонн	Плата за поїзд	129806	€/поїзд
Q нетто	304	тонн	Ціна локомот	2	млн €/лок	Ціна вагону	30000	€/вагон
			L нової залізниці	100	%	Вартість 1 км зал	20	млн €/1 км

Таблиця Ж2 – Результати при обсягах перевезень 10 пар поїздів на добу

Роки	G, млн.т	Кількість поїздів п. добу N, рік		Lok, шт	ZLok, млн.€	Vag, шт	ZVag, млн.€	Кінв, млн.€	D <sub>t</sub> , млн.€	C <sub>t</sub> , млн.€	C <sub>st</sub> , млн.€	η <sub>t</sub>	D <sub>t</sub> *η <sub>t</sub> , млн.€	(L <sub>t</sub> +B <sub>t</sub> +K <sub>t</sub> -C <sub>t</sub> - C <sub>st</sub> )*η <sub>t</sub> , млн.€	NPV, млн.€	Наростаючий NPV, млн.€
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	1.0	10	3650	21	42.0	191	5.7	6000	474	45.0	1.1	0.926	438.9	5642.4	-5203.5	-5203
2	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.857	406.4	39.5	366.9	-4837
3	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.794	376.3	36.6	339.7	-4497
4	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.735	348.4	33.9	314.5	-4182
5	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.681	322.6	31.4	291.2	-3891
6	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.630	298.7	29.0	269.7	-3621
7	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.583	276.6	26.9	249.7	-3372
8	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.540	256.1	24.9	231.2	-3141
9	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.500	237.1	23.0	214.1	-2926
10	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.463	219.6	21.3	198.2	-2728
11	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.429	203.3	19.8	183.5	-2545
12	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.397	188.2	18.3	169.9	-2375
13	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.368	174.3	16.9	157.3	-2217
14	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.340	161.4	15.7	145.7	-2072
15	1.0	10	3650	21	0.00	191	0.0	0	474	45.0	1.1	0.315	149.4	14.5	134.9	-1937
Всього:					42.0		5.7	6000	7110	674.6	16.4		4057.2	5994.0		

Таблиця Ж3 – Результати при обсягах перевезень 15 пар поїздів на добу

Роки	G, млн.т	Кількість поїздів п. добу N, рік		Lok, шт	ZLok, млн.€	Vag, шт	ZVag, млн.€	Кінв, млн.€	D <sub>t</sub> , млн.€	C <sub>t</sub> , млн.€	C <sub>st</sub> , млн.€	η <sub>t</sub>	D <sub>t</sub> *η <sub>t</sub> , млн.€	(L <sub>t</sub> +B <sub>t</sub> +K <sub>t</sub> -C <sub>t</sub> - C <sub>st</sub> )*η <sub>t</sub> , млн.€	NPV, млн.€	Наростаючий NPV, млн.€
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	1.5	15	5475	32	64.0	287	8.6	6000	711	67.5	1.6	0.926	658.3	5686.8	-5028.4	-5028
2	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.857	609.6	59.2	550.3	-4478
3	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.794	564.4	54.9	509.6	-3969
4	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.735	522.6	50.8	471.8	-3497
5	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.681	483.9	47.0	436.9	-3060
6	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.630	448.1	43.5	404.5	-2655
7	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.583	414.9	40.3	374.5	-2281
8	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.540	384.1	37.3	346.8	-1934
9	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.500	355.7	34.6	321.1	-1613
10	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.463	329.3	32.0	297.3	-1316
11	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.429	304.9	29.6	275.3	-1040
12	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.397	282.3	27.4	254.9	-785
13	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.368	261.4	25.4	236.0	-549
14	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.340	242.1	23.5	218.5	-331
15	1.5	15	5475	32	0.00	287	0.0	0	711	67.5	1.6	0.315	224.1	21.8	202.4	-128
Всього:					64.0		8.6	6000	10665	1011.9	24.6		6085.8	6214.3		

					051.170297.MP.2021.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чернов Д.С.			ДОДАТОК Д	Лім.	Арк.
Перевір.		Курган М.Б.					173
Реценз.						УДУНТ	
Н. Контр.		Байдак С.Ю.					
Затверд.							

Таблиця Ж4 – Результати при обсягах перевезень 20 пар поїздів на добу

Роки	G, млн. т	Кількість поїздів		Lok, шт	ZLok, млн. €	Vag, шт	ZVag, млн. €	Кінв, млн. €	D <sub>i</sub> , млн. €	C <sub>i</sub> , млн. €	Cst, млн. €	η <sub>i</sub>	D <sub>i</sub> *η <sub>i</sub> , млн. €	(L <sub>i</sub> +B <sub>i</sub> +K <sub>i</sub> +C <sub>i</sub> + C <sub>st</sub> )*η <sub>i</sub> , млн. €	NPV, млн. €	Наростаючий NPV, млн. €
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			14	15
1	2.0	20	7300	43	86.0	383	11.5	6000	948	89.9	2.2	0.926	877.8	5731.1	-4853.4	-4853
2	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.857	812.8	79.0	733.8	-4120
3	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.794	752.6	73.1	679.4	-3440
4	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.735	696.8	67.7	629.1	-2811
5	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.681	645.2	62.7	582.5	-2229
6	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.630	597.4	58.1	539.3	-1689
7	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.583	553.1	53.8	499.4	-1190
8	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.540	512.2	49.8	462.4	-727
9	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.500	474.2	46.1	428.1	-299
10	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.463	439.1	42.7	396.4	97
11	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.429	406.6	39.5	367.1	464
12	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.397	376.5	36.6	339.9	804
13	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.368	348.6	33.9	314.7	1119
14	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.340	322.8	31.4	291.4	1410
15	2.0	20	7300	43	0.00	383	0.0	0	948	89.9	2.2	0.315	298.8	29.0	269.8	1680
Всього:					86.0		11.5	6000	14220	1349.2	32.9		8114.4	6434.5		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

051.170297.MP.2021.000

Арк.

174