

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

ДО ЗАХИСТУ

зав. кафедри, професор

 Олексій ТЮТЬКІН

2021 р.  « 06 »

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на здобуття ОС «магістр»


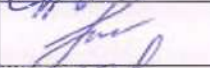
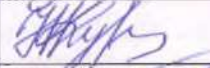

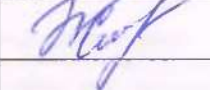
Галузь знань 19 Архітектура і будівництво

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма Автомобільні дороги та аеродроми

**Тема:** Науково-технічний супровід на етапі проектування реконструкції автомобільної дороги

**Theme:** Scientific and technical support at the stage of designing the reconstruction of the highway

	(посада)	(підпис)	(ПІБ)
Керівник дипломної магістерської роботи	ст. викладач		Олег ЛУЖИЦЬКИЙ
Консультанти	доцент		Юрій ЗАЯЦЬ
	професор		Микола КУРГАН
Нормоконтролер	доцент		Сергій БАЙДАК
Студент групи	ДА 2026		Євгенія СТРОМЕНКО
Student	DA 2026		Evgeniya STROMENKO

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»

\_\_\_\_\_ Строменко Євгенія Олександрівна \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Науково-технічний супровід на етапі проектування реконструкції  
автомобільної дороги \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР

\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олег Лужицький

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

**ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ  
імені академіка В. Лазаряна**

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

**Кафедра:** *Транспортна інфраструктура*

**Спеціальність:** *Будівництво та цивільна інженерія*

**Затверджую:**

зав. кафедри

О. Л. Тютюкін

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ

**до дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»  
студентки групи ДА2026 Строменко Євгенії Олександровни**

**1. Тема роботи:** Науково-технічний супровід на етапі проектування реконструкції автомобільної дороги

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

**2. Термін подання** студентом закінченої магістерської роботи – 18 грудня 2021 р.

**3. Вихідні дані до проекту:**

<i>Район проектування – Н-31 Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетілівка</i>	<i>Очікувана кількість транспортних одиниць: 25556</i>
<i>Початковий пункт – км 15+900</i>	<i>Розрахункова швидкість, км/год: 110</i>
<i>Кінцевий пункт – км 19+400</i>	<i>Категорія дороги – 1-б</i>
<i>Довжина лінії, км – 3,5 км</i>	<i>Кількість смуг руху - 4</i>
<i>Керівний похил, ‰ – 8</i>	<i>Конструкція дорожнього одягу - асфальтобетон</i>

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

<i>1. Огляд нормативних документів з проектування та експлуатації автомобільних доріг</i>	<i>4. Реалізація наукового дослідження в проєкті автодороги Н-31 Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетілівка, на ділянці км 12+400 – км 14+400</i>
<i>2. Основні види робіт з супроводу, комплексні обстеження, оцінка технічного стану автомобільних доріг</i>	<i>5. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. Надзвичайні ситуації на автотранспорті</i>
<i>3. Реконструкція автодороги Н-31 Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетілівка</i>	<i>6. Висновки та рекомендації</i>

<b>5. Консультанти:</b>			
Найменування розділів і магістерської роботи	Консультанти	Завдання	
		видав (дата, підпис)	прийняв до виконання (дата, підпис)
1, 3, 6	Лужицький О.Ф.		
2, 4	Курган М.Б.		
5	Зяц Ю.Л.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва розділу магістерської роботи	Термін виконання розділу	Відсотки	Нар. підс.
1	Огляд нормативних документів з проектування та експлуатації автомобільних доріг	04.10.2021	10	10
2	Основні види робіт з супроводу, комплексні обстеження, оцінка технічного стану автомобільних доріг	25.10.2021	20	30
3	Реконструкція автодороги Н-31 Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетилівка	19.11.2021	20	50
4	Реалізація наукового дослідження в проекті автодороги Н-31 Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетилівка, на ділянці км 12+400 – км 14+400	29.11.2021	10	60
5	Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. Надзвичайні ситуації на автотранспорті	06.12.2021	15	75
6	Висновки та рекомендації	13.12.2021	15	90
7	Оформлення роботи	18.12.2021	10	100

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

Науковий керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Лужицький О.Ф.

Завдання прийняла до виконання

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Строменко Є.О.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>1 ОГЛЯД НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ .....</b>	<b>8</b>
1.1 Загальні положення .....	8
1.2 Смуга відведення під автомобільну дорогу .....	9
1.3 Поперечний профіль .....	10
1.4 План і поздовжній профіль.....	12
1.5 Техніко-економічна задача проектування профілю й плану .....	16
1.6 Земляне полотно .....	18
1.7 Споруди дорожнього водовідведення .....	20
1.8 Споруди шумозахисні .....	21
<b>2 ОСНОВНІ ВИДИ РОБІТ З СУПРОВОДУ, КОМПЛЕКСНІ ОБСТЕЖЕННЯ, ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ .....</b>	<b>23</b>
2.1 Основні види робіт з супроводу на етапі проектування об'єкта.....	23
2.2 Порядок виконання робіт з науково-технічного супроводу .....	25
2.3 Напрями науково-дослідних робіт. Виконання перевірних та дублюючих розрахунків, обстеження, моніторинг та діагностика автодороги .....	27
2.4 Науково-технічний супровід на етапі проектування реконструкції автодороги .....	32
2.5 Інтенсивність руху транспортних засобів .....	37
<b>3 РЕКОНСТРУКЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ДНІПРО - ЦАРИЧАНКА - КОБЕЛЯКИ – РЕШЕТИЛІВКА .....</b>	<b>43</b>
3.1 Мережа швидкісних автомобільних доріг .....	43
3.2 Автомобільна дорога Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетилівка .....	44
3.3 Організація контролю якості .....	67
<b>4 РЕАЛІЗАЦІЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ В ПРОЕКТІ АВТОДОРОГИ Н-31 ДНІПРО-ЦАРИЧАНКА-КОБЕЛЯКИ-РЕШЕТИЛІВКА .....</b>	<b>70</b>
4.1 Методика визначення максимального похилу підйому дороги .....	70
4.2 Вихідні дані для виконання розрахунків.....	74
4.3 Визначення максимальної швидкості автомобіля, що відповідає поздовжньому похилу дороги 14% .....	77
4.4 Проведення дублюючих розрахунків з метою перевірки правильності прийняття технічних рішень в проекті автодороги.....	80

					051.ДА2026.МР.2021.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	Магістерская работа	Стадия	Лист	Листов
Разработчик		Строменко С.О.						
Гл. руковод.		Лужицкий						
Консульт.		Курган М.Б.						
Нормоконтр.		Байдак С. Ю.				ДНУЗТ		

<b>5 ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ Й БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ .....</b>	<b>89</b>
5.1 Проблема охорони навколишнього середовища .....	89
5.2 Вплив автомобільної дороги на навколишнє природне середовище .....	92
5.3 Ускладнення природних процесів при будівництві автомобільних доріг....	96
5.4 Принципи ландшафтного проектування автомобільних шляхів .....	99
5.5 Застосування новітніх технологій для спорудження автомобільних доріг	104
5.6 Покриття автомобільних доріг пластиковими матеріалами .....	107
5.7 Оцінка впливу на навколишнє середовище під час будівництва автомобільної дороги Дніпро-Царичанка-Кобиляки-Решетілівка .....	112
5.8 Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на автомобільному транспорті .....	115
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....</b>	<b>119</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>121</b>

					051.ДА2026.МР.2021.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	Магістерская работа	Стадия	Лист	Листов
Разработчик	Строменко С.О.							
Гл. руковод.	Лужицкий							
Консульт.	Курган М.Б.					ДНУЗТ		
Нормоконтр.	Байдак С. Ю.							

## ВСТУП

Транспорт є однією з базових галузей економіки України, яка має розгалужену залізничну мережу, розвинену мережу автомобільних доріг, морські порти й річкові термінали, аеропорти та широку мережу авіаційних сполучень, а також громадського пасажирського транспорту. Це створює необхідні умови для задоволення вимог користувачів транспортом у наданні транспортних послуг та розвитку бізнесу.

В Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [1] передбачається покращення стану автомобільних доріг шляхом:

- збільшення обсягів дорожньо-будівельних робіт;
- впровадження системи незалежного контролю якості дорожніх робіт;
- впровадження сучасних дорожніх будівельних технологій;
- підвищення пропускної спроможності дорожньої мережі шляхом впровадження інтелектуальних транспортних систем.

За інформацією Державної служби статистики України, вантажообіг за всіма видами транспорту у 2020 році склав 313,2 млрд ткм або 88,2% від обсягів 2019 року. Частка вантажообігу автомобільним транспортом у загальному вантажообігу 2020 року склала 18,3, а пасажирообігу – 33,9%, що на 5,5% більше ніж залізничним [2].

Під автомобільною дорогою традиційно розуміється високоякісна дорога великої протяжності й високої пропускної спроможності. Автомобільна дорога – це комплекс функціонально-пов'язаних конструктивних елементів та інженерних споруд, що забезпечують безперервне і безпечний рух автомобілів та інших транспортних засобів з встановленими швидкостями, навантаженнями і габаритами. Із близько 170 тисяч кілометрів загалом в Україні за п'ять років планується оновити 25 000 км автошляхів.

Щоб збудувати автодорогу необхідно розробити проект, та періодично проводити ремонтні роботи. 2019 рік був оголошений «роком доріг». З початку

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				6

року було збудовано та відремонтовано понад 370 кілометрів автошляхів, а також розпочато глобальні проекти з будівництва нових доріг. До найкращих автошляхів країни увійшли: Р-46 Харків – Охтирка, Н-08 Запоріжжя – Маріуполь, М-15 Одеса – Рені, Р-07 Чугуїв – Крейдяне, Н-31 Дніпро - Решетилівка.

Нове будівництво, реконструкція, ремонт та експлуатація автомобільних доріг завжди ґрунтуються на науково-технічних досягненнях і спираються на оновлену нормативну базу. При цьому багато нагальних науково-технічних питань вирішуються в процесі експериментального будівництва. Важливість науково-технічної підтримки проявляється не тільки на стадії проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг, а й під час проведення моніторингу доріг і штучних споруд, відслідковування їх залишкового ресурсу, своєчасного запобігання аварійним та надзвичайним ситуаціям при експлуатації діючих автомобільних доріг.

Науково-технічна діяльність з супроводу передбачає надання інформаційної допомоги, виконання перевірних та дублюючих розрахунків, розроблення та апробацію конструктивних та технологічних рішень, обстеження, моніторинг та діагностику об'єкта, контроль якості матеріалів, виробів та конструкцій, розроблення рекомендацій щодо усунення негативних процесів, що мають місце або можуть мати у майбутньому.

Проведення дублюючих розрахунків основ, фундаментів, конструкцій, інженерного устаткування дозволяє отримувати достовірні дані щодо реального стану об'єктів, їх складових частин та навколишнього природного середовища.

Науково-технічний супровід на сучасному етапі є основним джерелом отримання нового досвіду, що у подальшому має бути впроваджено у відповідні нормативні акти та нормативні документи.

Розгляду окремих питань, що виконуються під час науково-технічного супроводу присвячена магістерська робота.

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				7



# 1 ОГЛЯД НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ З ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

## 1.1 Загальні положення

Автомобільні дороги загального користування згідно з Законом України «Про автомобільні дороги» поділяються на дороги державного та місцевого значення. Автомобільні дороги державного значення підрозділяються на міжнародні, національні та регіональні. Автомобільні дороги місцевого значення підрозділяються на територіальні, обласні та районні. В залежності від розрахункової середньорічної добової перспективної інтенсивності руху автомобільні дороги поділяються на 5 категорій (табл. 1.1) [3]. При визначенні категорії дороги за перспективний період необхідно приймати 20 років, починаючи з року завершення розробки проекту.

Таблиця 1.1 – Технічна класифікація автомобільних доріг

Категорія дороги	Розрахункова перспективна інтенсивність руху, авт/добу	
	у транспортних одиницях	у приведених до легкового автомобіля
I-а– I-б	понад 10 000	понад 14 000
II	від 3 000 до 10 000	від 5 000 до 14 000
III	від 1 000 до 3 000	від 2 500 до 5 000
IV	від 150 до 1 000	від 300 до 2 500
V	до 150	до 300

Примітка. При однакових вимогах до доріг I-а та I-б категорій вони позначаються як дороги I категорії.

Прийняті проектні рішення повинні передбачати заходи для забезпечення безпеки руху всіх учасників дорожнього руху, у тому числі пішоходів у місцях переходу дороги, на час проведення будівництва, а також відповідність споживчих властивостей автомобільної дороги та її окремих елементів вимогам нормативних документів протягом міжремонтних строків експлуатації [3].

## 1.2 Смуга відведення під автомобільну дорогу

Мінімальну ширину смуги відведення для будівництва або реконструкції автомобільної дороги необхідно визначати з урахуванням вимог розташування всіх елементів автомобільної дороги [4], рис. 1.1:

- земляного полотна в межах між підшвами насипів або верхніми брівками укосів виїмок;
- бічних водовідвідних каналів (кюветів), кювет-резервів та резервів;
- забанкетних каналів, банкетів та нагірних каналів;
- запобіжних смуг завширшки не менше 1,0 м з кожного боку дороги, що відкладаються від підшви насипу чи брівки виїмки або від зовнішньої брівки укосу бічних, забанкетних чи нагірних каналів.



Рисунок 1.1 – Смуга відведення

Ширина смуги відведення залежить від типу земляної споруди (насип, виїмка) і робочих відміток і може бути представлена у вигляді графіків, рис. 1.2

						051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			9

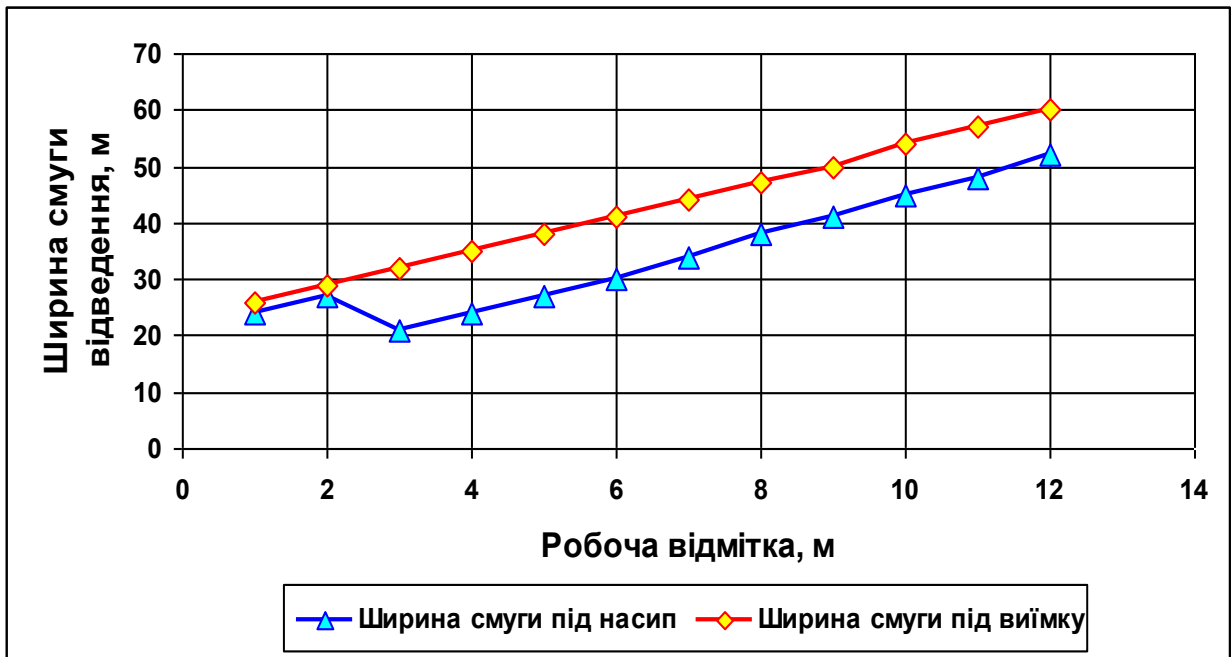


Рисунок 1.2 – Ширина смуги відведення під насип і виїмку

### 1.3 Поперечний профіль

Основні параметри поперечного профілю автомобільних доріг залежно від їх категорії необхідно призначати згідно з таблицею 1.2. Дороги з трьома смугами руху проектуються згідно з вимогами національних стандартів. За відповідного техніко-економічного обґрунтування параметрів автомобільних доріг можна збільшувати. Приклад поперечного профілю зображено на рисунку 1.3.

Ширина розділювальної смуги повинна бути достатньою для влаштування перехідно-швидкісної смуги для лівого повороту, наземного пішохідного переходу, опори мосту тощо. Якщо відстань між такими місцями (ділянками) менше ніж 0,5 км, то ширина розділювальної смуги не зменшується. За відповідного обґрунтування довжина такої смуги може бути збільшена до параметрів, визначених у таблиці 1.2.

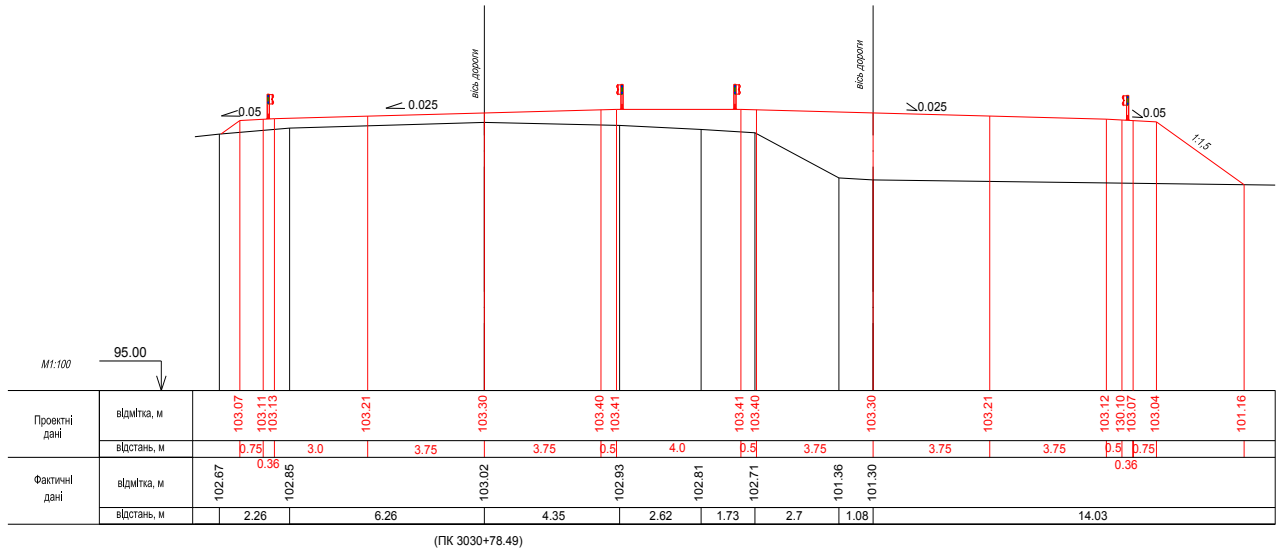


Рисунок 1.3 – Поперечний профіль

Ширина смуг безпеки на мостах (довжиною до 100 м включно) з боку узбіччя приймається такою, що дорівнює ширині зупиночної смуги (за її наявності), а за її відсутності – 1,0 м або за відповідним техніко-економічним обґрунтуванням (ТЕО). Ширина смуг безпеки з боку узбіччя на мостах довжиною понад 100 м приймається 1,0 м або за відповідним ТЕО. Перехід до збільшеної (зменшеної) ширини виконується аналогічно розділювальній смузі згідно з вимогами [3], табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри поперечного профілю автомобільних доріг

№ ч	Показник	Од. вимірювання	Категорії доріг					
			I-а	I-б	II	III	IV	V
1	Кількість смуг руху	шт.	4; 6; 8	4; 6	2	2	2	1
2	Ширина смуги руху	м	3,75	3,75	3,75	3,50	3,00	4,50
3	Ширина узбіччя, в тому числі:	м	3,75	3,75	3,75	2,50	2,00	1,75
	- ширина зупинкової смуги разом з укріпленою смугою;	м	2,50	2,50	2,50	-	-	-
	- ширина укріпленої смуги узбіччя	м	0,75	0,50	0,50	00,50	00,50	*0,50
5	Ширина розділювальної смуги	м	6,00	3,00	-	-	-	-
6	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	м	0,75	0,50	-	-	-	-

Примітка 1. При реконструкції існуючих автомобільних доріг I категорії ширину

існуючої розділювальної смуги можна не змінювати.

Примітка 2. На дорогах V категорії з автобусним рухом ширину укріплених узбіч необхідно призначати по 0,75 м.

Примітка 3. При влаштуванні на розділювальній смузі дорожнього огороження першої групи ширину розподілювальної смуги можна приймати такою, що дорівнює ширині огороження плюс ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі з кожного боку огороження.

Примітка 4. У населених пунктах, в яких діє обмеження швидкості до 60 км/год, дозволяється звужувати ширину смуги руху до 3,25 м з відповідно встановленими дорожніми знаками згідно з національними стандартами.

#### **1.4 План і поздовжній профіль**

Трасу автомобільної дороги необхідно проектувати як плавну лінію у просторі з ув'язкою елементів плану, поздовжнього та поперечного профілів між собою, з навколишнім ландшафтом і з оцінкою їх впливу на умови руху та зорове сприйняття дороги.

Проектування плану і поздовжнього профілю автомобільної дороги необхідно виконувати виходячи з інтенсивності руху, умови забезпечення безпеки та комфортності руху транспортних засобів з урахуванням можливості реконструкції дороги за межею перспективного розрахункового періоду.

Фрагменти плану й поздовжнього профілю автомобільної дороги зображені на рис. 1.4 і 1.5.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		12

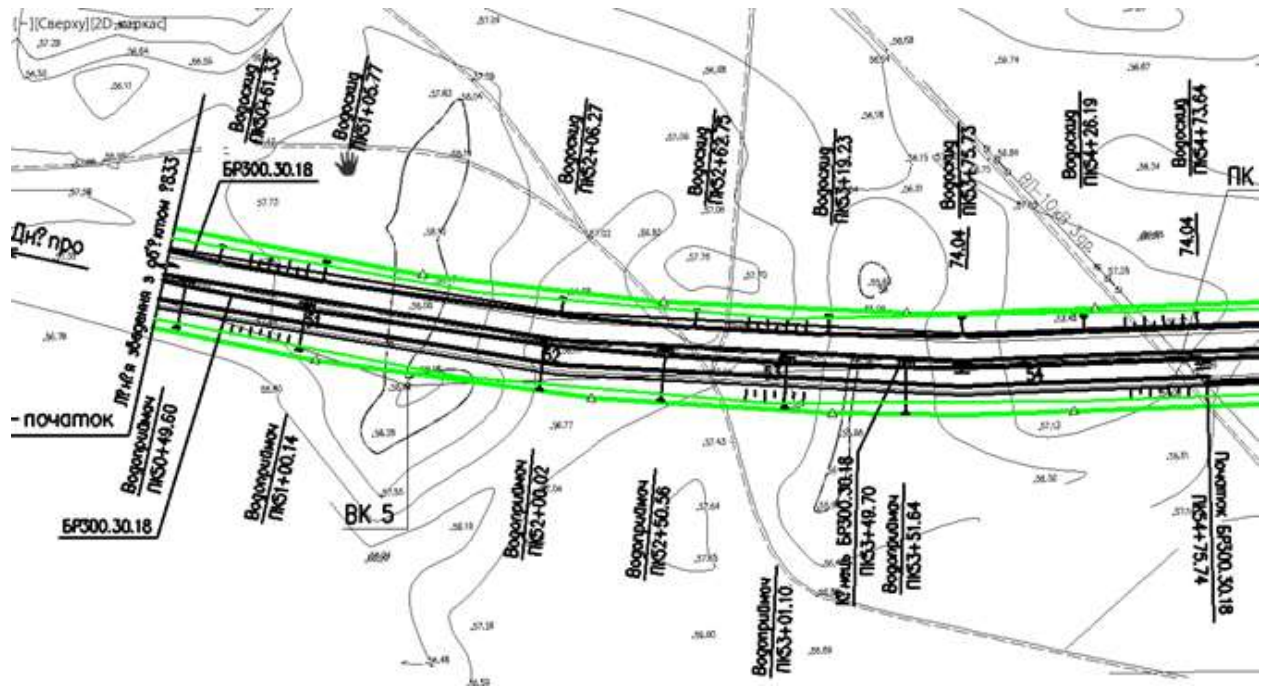


Рисунок 1.4 – План автомобільної дороги

Для елементів плану (рис. 1.4) та поздовжнього профілю (рис. 1.5) основні параметри необхідно призначати такими:

- поздовжні похили до 30 ‰ ;
- відстань видимості за умови зупинки транспортного засобу – не менше ніж 450 м;
- радіуси кривих у плані – понад 3000 м;
- радіуси опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 70000 м;
- радіуси увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 8000 м;
- довжину опуклих кривих у поздовжньому профілі – понад 300 м;
- довжину увігнутих кривих у поздовжньому профілі – понад 100 м.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		13

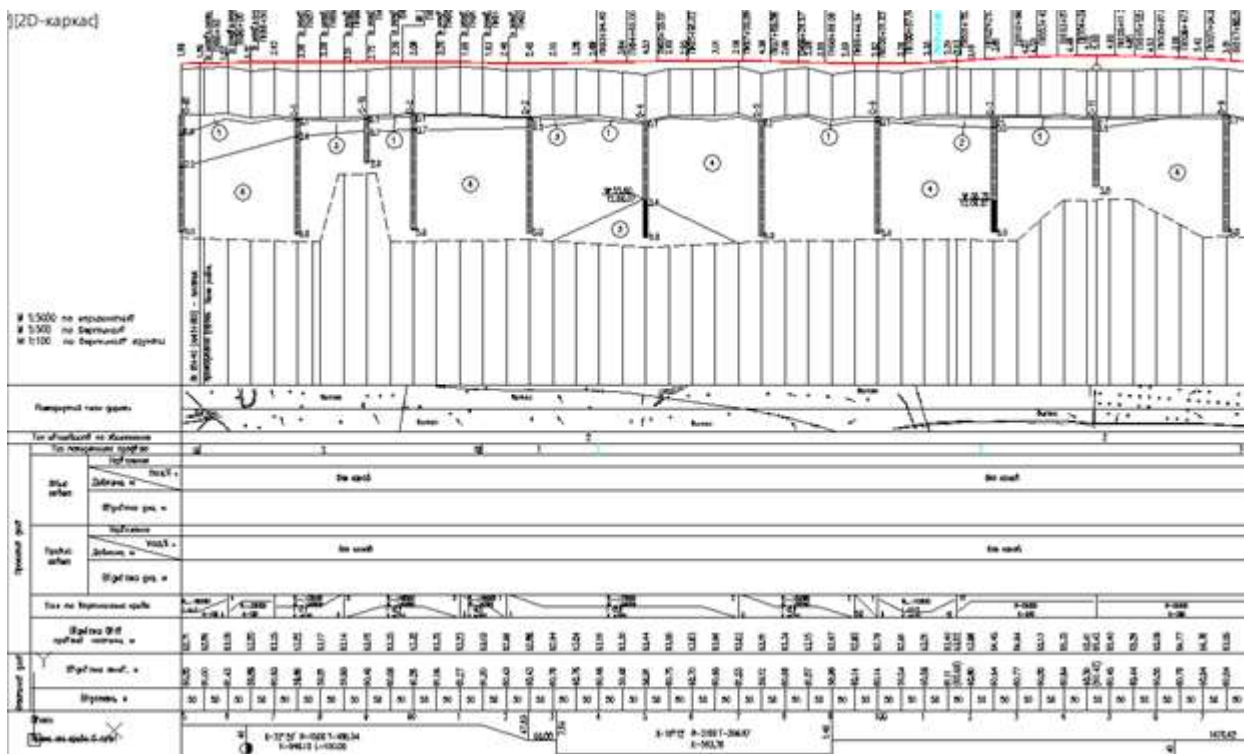


Рисунок 1.5 – Поздовжній профіль автомобільної дороги

Якщо за умовами рельєфу та іншими місцевими умовами неможливо виконати вище викладені вимоги або виконання їх пов'язане зі значними обсягами робіт і вартістю будівництва, то при проектуванні доріг допускається знижувати нормативні параметри до гранично-допустимих, визначених відповідно до проектних та розрахункових швидкостей за таблицею 1.3 [3].

Таблиця 1.3 – Параметри елементів плану і поздовжнього профілю, що залежать від розрахункових швидкостей

Найменування елементів	Параметри плану і профілю залежно від розрахункових швидкостей, км/год											
	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	
Найбільший поздовжній похил, %.	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	
Найменший радіус кривої у плані, м	1000	800	700	600	450	300	225	150	100	65	30	

Продовження таблиці 1.3

Найменший радіус кривої у профілі, м; - опуклої;	15000	12000	11000	10000	9000	8500	5500	3500	2000	1000	500
- увігнутої	4400	3700	3200	2600	2100	1700	1300	1000	700	500	300
Найменша відстань видимості, м: - для зупинки автомобіля;	335	290	250	210	175	145	115	90	70	50	35
- зустрічного автомобіля	-	-	-	-	320	270	220	180	150	120	-

Найбільші поздовжні похили на кривих у плані радіусами 50 м і менше необхідно зменшувати на величини, які наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Зменшення поздовжніх похилів автомобільних доріг на кривих у плані

Радіус кривої у плані, м	50	45	40	35	30
Зменшення найбільших поздовжніх похилів проти наведених у табл. 1.3, не менше, ‰	10	15	20	25	30

При проектуванні доріг I категорії на самостійному земляному полотні для різних напрямків руху поздовжні похили для спуску можна збільшувати в порівнянні з похилами на підйом, але не більше ніж на 20‰.

При проектуванні ділянок доріг на підходах до тунелів найбільший поздовжній похил не повинен перевищувати 45‰ на відстані 250 м від порталу тунелю.

На ділянках доріг у гірській місцевості для руху на підйом допускаються затяжні похили понад 60‰ з обов'язковим влаштуванням майданчиків для зупинки транспортних засобів на відстані між ними не більше наведеної у таблиці 1.5.



Таблиця 1.5 – Довжина ділянок із затяжним похилом у гірських умовах

Поздовжній похил, ‰	Довжина ділянки, м
60	2200
70	1900
80	1600
90 і більше	1200

Розміри майданчиків для зупинки автомобілів визначаються розрахунком, але вони повинні вміщувати не менше трьох автопоїздів завдовжки 22 м кожний. Вибір місця їх розташування визначається з урахуванням умов безпеки зупинки (за межами можливої появи осипів, каменепадів, снігових лавин тощо) [3].

### 1.5 Техніко-економічна задача проектування профілю й плану

При проектуванні поздовжнього профілю і плану лінії можуть виникати різні варіанти. Остаточний варіант слід приймати на основі техніко-економічних розрахунків. Варіант за умови використання максимально допустимих ухилів для заданої категорії автодороги наведено на рис. 1.6 і 1.7

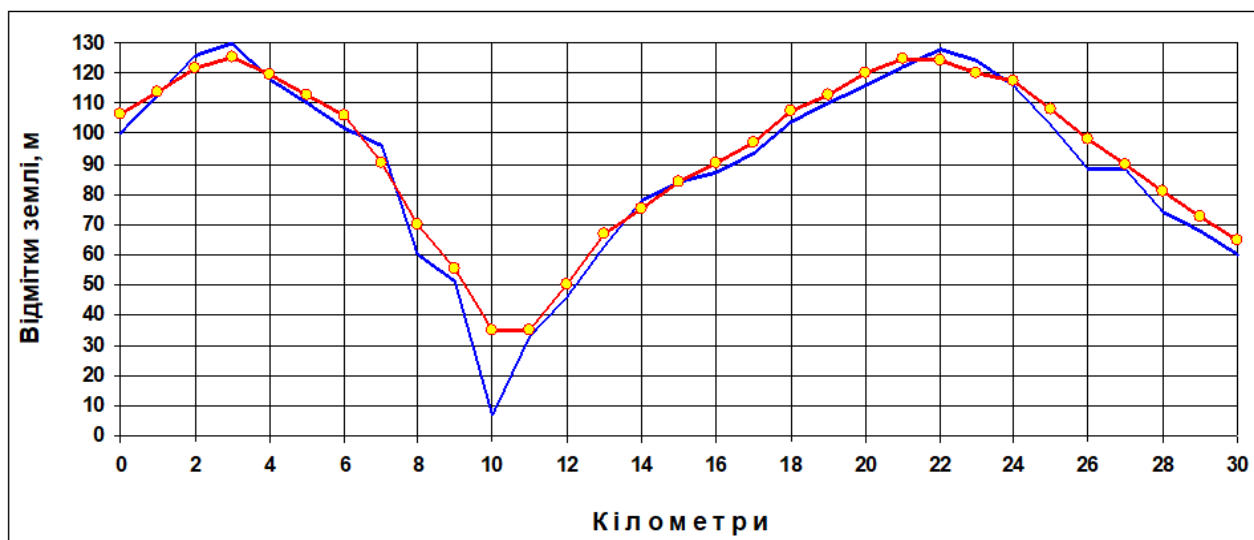


Рисунок 1.6 - Поздовжній профіль автодороги (найбільший похил 18‰)

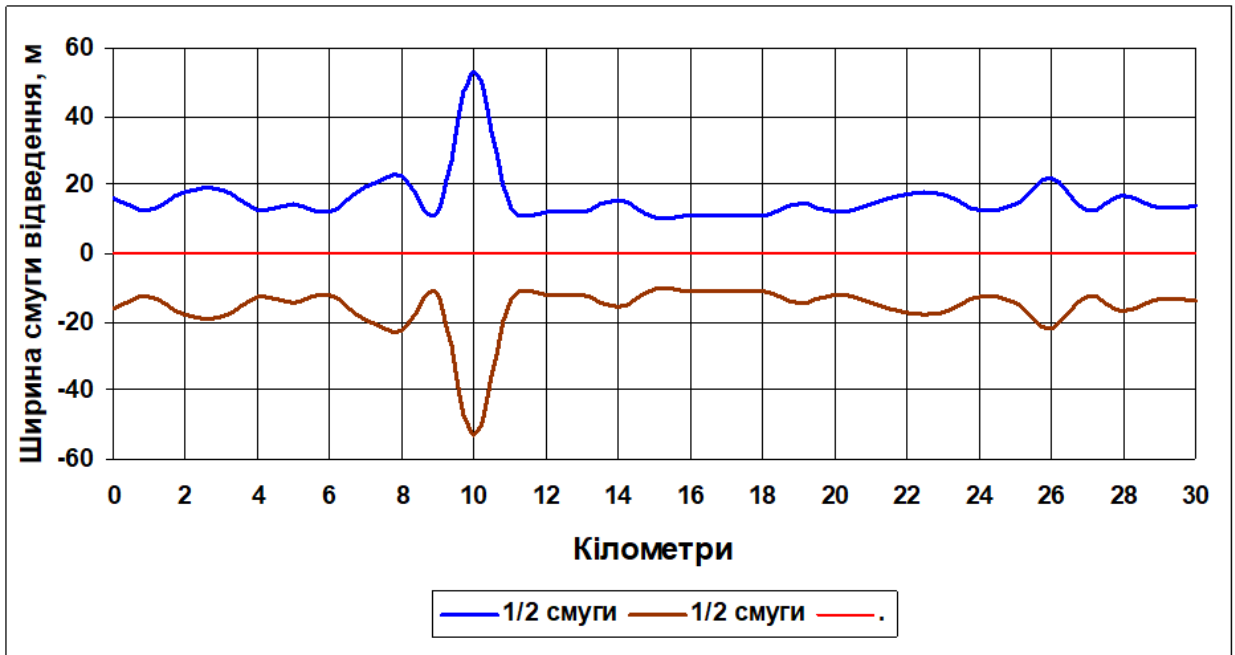


Рисунок 1.7 - Смуга відведення під автодорогу площею 96,5 га

Проектування поздовжнього профілю за умови досягнення балансу між сумарними обсягами насипів і виїмок і площі займаних земель наведено на рис. 1.8 і 1.9

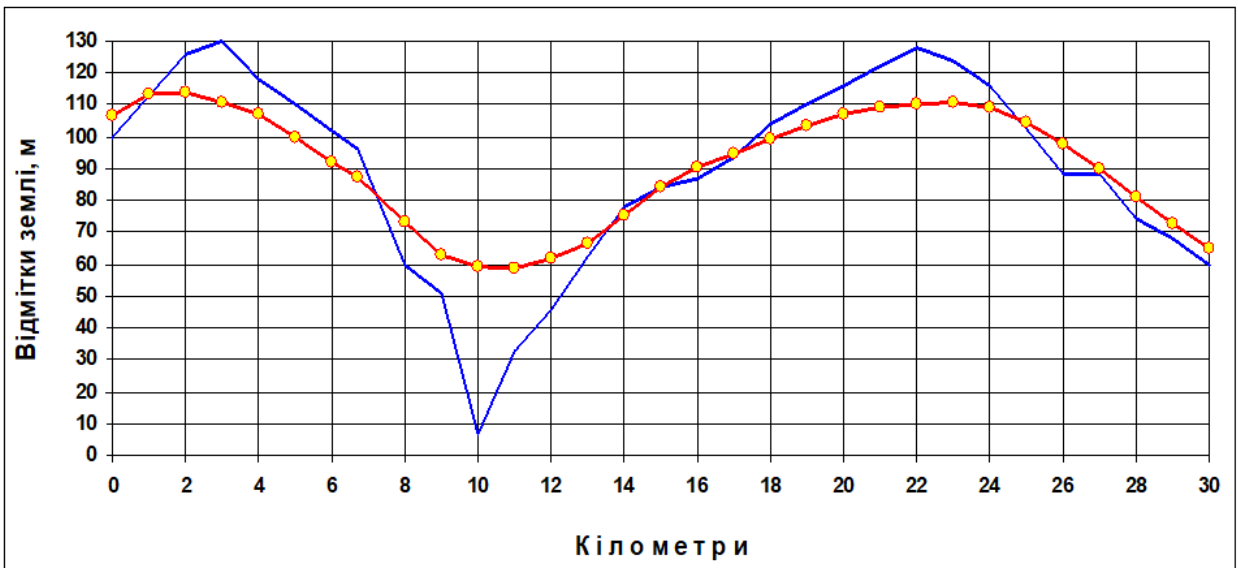


Рисунок 1.8 - Поздовжній профіль автодороги (найбільший похил 8‰)

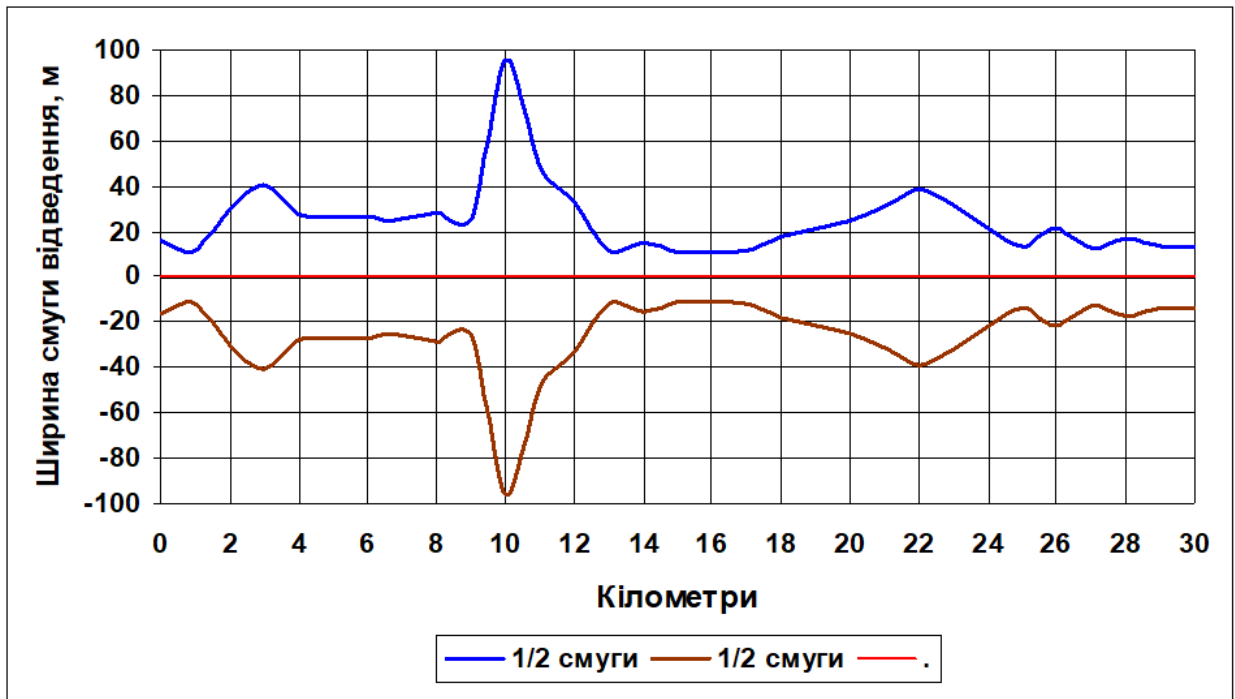


Рисунок 1.9 - Смуга відведення під автодорогу площею 153,9 га

За результатами дослідження встановлено, що при проектуванні поздовжнього профілю максимально допустимими похилами (в прикладі до 18‰) досягаються мінімальні робочі відмітки насипів і виїмок і, як результат, забезпечується мінімальна ширина смуги відведення під автодорогу.

При проектуванні поздовжнього профілю за умови збалансованості об'ємів насипів і виїмок (в прикладі похили до 8‰) ширина смуги відведення збільшилась в 1,6 рази, але вартість земляних робіт в цілому зменшилась за рахунок використання ґрунту виїмок для відсипання насипів (поздовжня возка), що скоротило загальні витрати на улаштування земляного полотна автодороги на 43%.

### 1.6 Земляне полотно

Конструкцію земляного полотна слід проектувати відповідно до галузевих норм з урахуванням:

- категорії дороги;
- висоти насипу, глибини виїмки;

- типу дорожнього одягу;
  - властивостей ґрунтів, які передбачається використовувати в земляному полотні;
  - умов виконання робіт із спорудження земляного полотна;
  - природних умов району будівництва і особливостей інженерно-геологічних умов ділянки будівництва;
  - досвіду експлуатації доріг у даному районі, виходячи з необхідності забезпечення потрібних показників міцності;
  - стійкості і стабільності як самого земляного полотна, так і дорожнього одягу при мінімальних витратах на будівництво та експлуатацію;
  - максимального збереження цінних земель;
  - заподіяння найменшої шкоди навколишньому природному середовищу.
- Конструкція земляного полотна складається з таких елементів (рис. 1.10):
- робочого шару – верхньої частини земляного полотна, що розташована під дорожнім одягом у межах глибини активної зони, але не менше 1,5 м від поверхні покриття проїзної частини;
  - тіла насипу (з укiсними частинами);
  - основи насипу – природного ґрунтового масиву, що розташований нижче насипного ґрунту або нижче робочого шару;
  - основи виїмки – ґрунтового масиву, розташованого нижче робочого шару;
  - укiсних частин виїмки;
  - споруд для відведення поверхневої води;
  - споруд для пониження або відведення підземних (ґрунтових) вод;
  - геотехнічних споруд і конструкцій, призначених для захисту земляного полотна від небезпечних геологічних процесів [3].

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		19

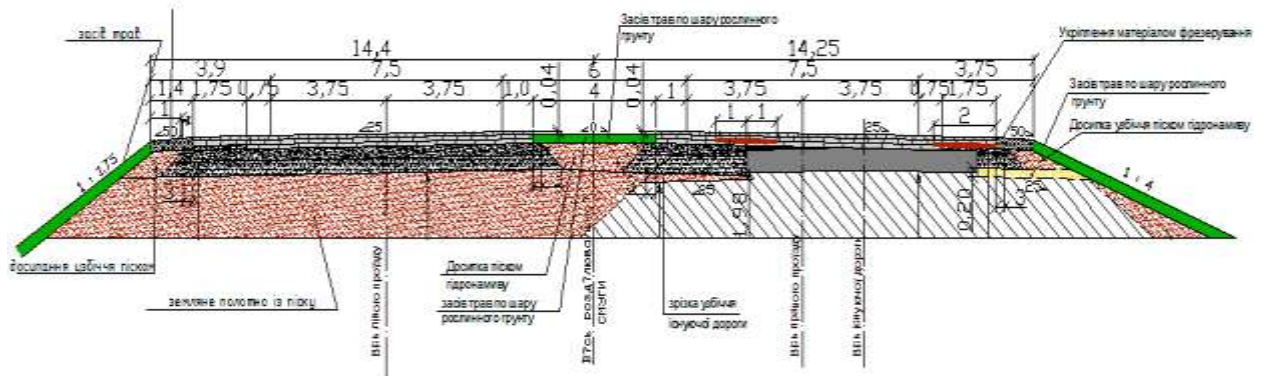


Рисунок 1.10 – Поперечний профіль насипу

## 1.7 Споруди дорожнього водовідведення

Для захисту земляного полотна від перезволоження поверхневими водами розмивів, а також для забезпечення виконання робіт на час спорудження земляного полотна необхідно передбачати систему поверхневого водовідведення (планування території, влаштування водовідвідних і нагірних канав, лотків, перепадів, швидкотоків, поглинальних колодязів тощо).

Рівні ґрунтових і поверхневих вод, що впливають на міцність та стійкість земляного полотна або на умови виконання будівельних робіт, необхідно знижувати, а воду відводити за межі земляного полотна.

Поздовжній похил водовідвідних споруд необхідно призначати залежно від виду ґрунту, типу укріплення укосів і dna канави з урахуванням допустимої швидкості протікання води. У разі неможливості забезпечення допустимих похилів необхідно передбачати швидкотоки, перепади та водобійні колодязі.

Dно канави повинно мати поздовжній похил понад 5‰, а у виняткових випадках – не менше 3‰.

Ймовірність перевищення розрахункової повені при проектуванні водовідвідних канав і кюветів необхідно призначати для доріг I – II категорій – 2‰; III категорії – 3‰; IV, V категорій – 4‰, а при проектуванні водовідвідних споруд з поверхні мостів і доріг для доріг I – II категорій – 1‰; III категорії –

					051.ДА2026.МР.2021.000		Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			20

2%; IV і V категорій – 3% [3].

### **1.8 Споруди шумозахисні**

У випадках, коли рівень транспортного шуму на прилеглий до автомобільної дороги забудові буде перевищувати допустимі санітарні норми, необхідно проектні рішення щодо прокладання траси та влаштування поздовжнього та поперечного профілів приймати з максимальним використанням природніх перешкод – прокладання доріг у виїмках, балках тощо, а також передбачати відповідні технічні заходи – будівництво шумозахисних валів, екранів [3].

При проектуванні автомобільних доріг I – III категорій на ділянках, що проходять в межах населених пунктів у місцях, обґрунтованих проектом, необхідно проектувати шумозахисні споруди. За відповідного обґрунтування такі споруди можуть влаштовуватися вздовж доріг і в інших місцях.

Технічні рішення і параметри шумозахисних споруд, конструкцій та матеріали для їх виготовлення повинні визначатись акустичною ефективністю, бути довговічними стійкими до різних природніх та техногенних впливів, простими при будівництві та експлуатації, відповідати архітектурі прилеглої забудови, забезпечувати належне водовідведення з проїзної частини.

Розробка методів та способів шумозахисту є надзвичайно важливою на сьогоднішній день. Загальний вигляд шумозахисних екранів представлено на рис. 1.11.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		21



Рисунок 1.11 – Загальний вигляд шумозахисних екранів

Обов'язково необхідно передбачати заходи для недопущення накопичення води біля шумозахисних споруд. Доцільно, за можливості, через шумозахисні споруди організовувати пропуск води закритими системами, обладнаними ефективними системами можливості очищення системи від сміття, нафтопродуктів та наносів.

## **2 ОСНОВНІ ВИДИ РОБІТ З СУПРОВОДУ, КОМПЛЕКСНІ ОБСТЕЖЕННЯ, ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

### **2.1 Основні види робіт з супроводу на етапі проектування об'єкта**

Науково-технічний супровід передбачає вирішення проблемних питань, які не обумовлені нормативними документами та можуть виникнути на різних етапах життєвого циклу автомобільної дороги. Вимоги до проведення науково-технічного супроводу викладені в нормативному документі ДБН В.1.2-5:2007 «Науково-технічний супровід будівельних об'єктів» [5].

До об'єктів, що підлягають обов'язковому науково-технічному супроводу відносяться:

1. Мости та штучні споруди (тунелі, шляхопроводи, естакади) на дорогах вищих категорій та швидкісних міських дорогах.
2. Об'єкти промислового та транспортного будівництва: аеродроми, метро та автомобільні дороги вищих категорій.

Науково-технічна діяльність з супроводу передбачає надання інформаційної допомоги, виконання перевірних та дублюючих розрахунків, розроблення та апробацію конструктивних та технологічних рішень, обстеження, моніторинг та діагностику об'єкта, контроль якості матеріалів, виробів та конструкцій, розроблення рекомендацій щодо усунення негативних процесів, що мають місце або можуть мати у майбутньому [6].

Науково-технічний супровід на етапі проектування автомобільної дороги передбачає такі основні види робіт:

- аналіз світового досвіду проектування подібних об'єктів та вибір конструктивних і технологічних рішень;
- оптимізацію конструктивних схем об'єкта або його елементів (геометрія, конструктивні рішення, матеріали, що застосовуються, тощо);
- варіантне пророблення об'єкта та порівняльний аналіз розроблених варіантів;

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				23



- проведення дублюючих розрахунків основ, фундаментів, конструкцій, інженерного устаткування;
- апробацію прийнятих конструктивних та технологічних рішень, в тому числі технологій моніторингу;
- оцінка впливу нового будівництва на оточуючі будівлі і споруди та населення, що проживає у межах території забудови;
- розроблення проектів експлуатації та технологій моніторингу, що застосовуються на етапах експлуатації об'єкта;
- розроблення проектів інтегрованих автоматизованих систем моніторингу і управління об'єкта (АСМУ).

Аналіз світового досвіду щодо застосованих конструктивних рішень під час проектування аналогічних або подібних об'єктів здійснюють на підставі патентних досліджень, що мають бути виконані відповідно до вимог ДСТУ 3575, вивчення науково-технічної літератури, нормативних документів, в тому числі кодів і норм інших країн, та інших матеріалів.

Оптимізація конструктивних схем об'єкта має виконуватися на підставі методів математичного або фізичного моделювання з метою виявлення можливих варіантів їх технічного рішення, порівняння розроблених варіантів та обґрунтування оптимального варіанта об'єкта або його елементів.

Проведення дублюючих розрахунків основ, фундаментів, конструкцій, інженерного устаткування здійснюється спеціалізованими організаціями з метою отримання достовірних даних щодо реального стану об'єктів, їх складових частин та навколишнього природного середовища.

Апробацію прийнятих конструктивних та технологічних рішень здійснюють із застосуванням математичних або фізичних моделей, дублюючих розрахунків.

Оцінка впливу нового будівництва на оточуючі будівлі і споруди та населення, що проживає у межах території забудови, здійснюється з

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				24

урахуванням реального стану будівельних конструкцій, інженерного та технологічного обладнання об'єктів, характеристик ґрунтової основи та кліматичних умов з метою збереження експлуатаційних властивостей існуючих об'єктів та комфортних умов проживання людей.

Нове будівництво, реконструкція, ремонт та експлуатація автомобільних доріг завжди ґрунтуються на науково-технічних досягненнях і спираються на оновлену нормативну базу.

При цьому багато нагальних науково-технічних питань вирішуються в процесі експериментального будівництва.

Останнім часом в нашій державі проведений ряд заходів щодо підсилення ролі науки в будівельній галузі.

Перш за все, на основі узагальнення досвіду будівництва в різних напрямках (будівництво в складних інженерно-геологічних умовах), науково-технічного супроводу будівництва та реконструкції автомобільних доріг державного значення, таких як М-03 Київ – Харків – Довжанський, Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка, Полтавська область, а також значної кількості мостів, Державним підприємством «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ») розроблено СОУ «Інженерно-технічний супровід будівництва об'єктів дорожнього господарства (Автомобільні дороги)» [7].

Особливість цього документа полягає в тому, що в ньому визначенні вимоги виконання науково-технічних робіт як на стадії проектування і будівництва об'єктів та їх ліквідації (моніторинг стану технічних рішень та запобігання непередбачуваних ситуацій).

## **2.2 Порядок виконання робіт з науково-технічного супроводу**

Організації, установи та підприємства залежно від характеру їх участі у супроводі поділяються на замовників та виконавців. Залежно від характеру складності та обсягів робіт супровід здійснюють одним або декількома

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				25

виконавцями. Роботи з супроводу мають здійснюватися згідно з договором (контрактом) між замовником і головним виконавцем (виконавцем) за ініціативи замовника або за умовами конкурсу відповідно до положення про нього. Взаємодія між головним виконавцем та співвиконавцями обумовлюється договорами (контрактами) між ними.

Замовник супроводу виконує такі основні роботи:

- ініціює виконання робіт з певного етапу супроводу поданням замовлення на виконання цих робіт за довільною формою;
- видає вихідні дані для розроблення програми науково-технічного супроводу певного етапу життєвого циклу об'єкта;
- організує, за необхідності, конкурсний розгляд заявок на виконання супроводу, розглядає результати та визначає головного виконавця робіт з супроводу;
- за поданням головного виконавця розглядає і затверджує програму науково-технічного супроводу;
- приймає рішення і укладає договір на виконання робіт з супроводу із головним виконавцем;
- організує контроль за виконанням робіт з супроводу, приймає окремі етапи цих робіт та результати робіт в цілому;
- забезпечує виробничі і матеріальні заходи, що є необхідними для виконання робіт з супроводу;
- забезпечує виконання настанов, отриманих за результатами робіт з супроводу.

Головний виконавець (виконавець) супроводу виконує такі роботи:

- подає заявку на виконання робіт з супроводу;
- за дорученням і на підставі вихідних даних замовника розробляє програму науково-технічного супроводу певного етапу життєвого циклу об'єкта, узгоджує її з зацікавленими організаціями і подає на затвердження замовнику;

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				26

- разом з співвиконавцями визначає зміст програми на складові супроводу і виконує по відношенню до співвиконавців функції замовника;
- готує і подає замовнику матеріали для укладання договору на виконання робіт з супроводу;
- виконує роботи з супроводу відповідно до завдань і термінів, що встановлені програмою науково-технічного супроводу і договором із замовником;
- укладає договори з співвиконавцями на виконання складових супроводу та координує їх роботу;
- приймає окремі етапи робіт та роботу в цілому у співвиконавців;
- складає звітну документацію і несе відповідальність перед замовником за надані технічні і технологічні рішення і рекомендації, терміни та якість виконаних робіт.

### **2.3 Напрями науково-дослідних робіт. Виконання перевірних та дублюючих розрахунків, обстеження, моніторинг та діагностика автодороги**

Як було сказано, метою науково-технічного супроводу є вирішення проблем, які не обумовлені нормативними документами та можуть виникнути на різних етапах життєвого циклу будівельних об'єктів. Для вирішення проблемних завдань проводяться наукові дослідні роботи. Напрями наукових досліджень можна звести до таких блоків, табл. 2.1

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Таблиця 2.1 – Напрями науково-дослідних робіт з супроводу

Назва блоку змістовних модулів	Назва змістовних модулів, що входять до даного блоку
Експлуатація автомобільних доріг.	Умови експлуатації: –техніко-економічна характеристика; –природно-кліматичні умови; –дорожньо-експлуатаційна служба; –джерела отримання матеріалів та виробів.
Ремонт автодоріг	Технологія утримання та ремонту доріг (поточного, середнього, капітального)
Технічний рівень та експлуатаційний стан доріг	Обґрунтування видів ремонтів та об'ємів робіт
Інженерні заходи щодо експлуатації автодоріг	Покращення: –траси дороги; –поздовжнього профілю; –перехрещень із залізничними дорогами; –стійкості і міцності земляного полотна, дорожнього одягу, штучних споруд
Охорона праці та техніка безпеки	Заходи щодо їхнього включення у технологічні карти та ПВР
Охорона навколишнього середовища	Зони несприятливого впливу на зовнішнє середовище або землекористування

Під час будівництва об'єкта результати робіт з супроводу використовують для відпрацювання конструктивних рішень окремих вузлів та елементів і

оперативного вирішення питань з організації виробничих процесів з урахуванням реальних умов виконання робіт.

На стадії експлуатації результати робіт з супроводу використовують для підтримання у робочому стані об'єкта, окремих його елементів або конструкцій, а також для розроблення конструктивних і технологічних рішень щодо його ремонту або реконструкції.

Враховуючи складність управління процесом проектування, будівництва та експлуатації автодороги науково-технічна діяльність з супроводу передбачає виконання таких видів робіт: інформаційна допомога, обстеження, моніторинг та діагностика об'єктів, перевірни та дублюючі розрахунки, рис. 2.1.

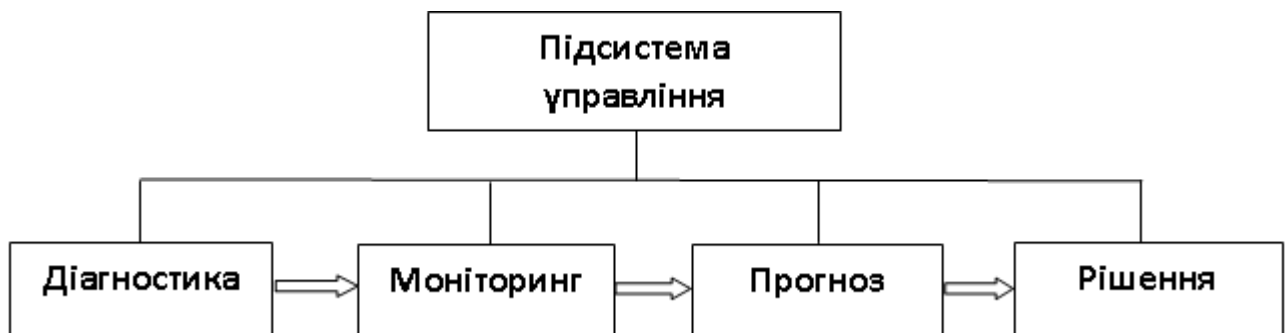


Рисунок 2.1 – Конфігурація підсистеми

*Підсистема управління* включає проведення комплексу заходів та інформаційного забезпечення, що входять до діагностики, моніторингу, прогнозу і прийняттю рішення.

*Обстеження об'єкта* – процес отримання якісних і кількісних показників експлуатаційної придатності об'єкта, його елементів та конструкцій, що характеризують технічний стан об'єкта.

*Діагностика* – це система заходів, після проведення яких визначається фактичний стан автодороги чи окремих її споруд. Наприклад, стан дороги в плані визначається періодичним обслідуванням, визначенням параметрів кривих та ін.

*Моніторинг* – нагляд за технічним станом автодороги, окремих конструкцій або основ з оцінюванням їх деформацій та несучої здатності, стійкості та придатності до експлуатації.

*Прогноз* – передбачає можливості зміни підсистеми на основі моніторингу даної ділянки залізниці.

*Рішення* – це розробка управлінських дій щодо зміни самої підсистеми.

Залежно від фактичних значень контрольованих параметрів видами технічного стану є:

1. Справність чи несправність:

справний стан — стан об'єкта, за яким він відповідає усім вимогам нормативно-технічної та проектної документації;

несправний стан — технічний стан об'єкта, при якому він не відповідає хоча б одній з вимог нормативно-технічної, конструкторської або проектної документації;

2. Працездатність чи непрацездатність:

працездатність — технічний стан об'єкта, при якому він може виконувати всі задані йому функції.

непрацездатність — технічний стан об'єкта, при якому значення хоча б одного параметра, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної, конструкторської або проектної документації.

Принцип дистанційного діагностування забезпечує безперервний моніторинг технічного стану систем і агрегатів машини і виявлення передвідмовного стану. Багато великих компаній світового рівня ведуть розробку систем, що дозволяють дистанційно проводити оцінку технічного стану та продуктивності машини, не виводячи її з робочого процесу. Так, компанія Komatsu в кінці 90-х рр. розробила систему VHMS (Vehicle Health Monitoring System) для технічно складних технологічних комплексів, які працюють в

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				30

гірничій промисловості. Компанія Caterpillar просуває на ринок техніки систему VIMS (Vital Information Management System), спрямовану на моніторинг, розрахунок продуктивності і сервісне обслуговування техніки. Схема роботи у цих систем моніторингу технічного стану досить схожі за загальним складом компонентів - це термінал або модуль, встановлений на машину, який постійно фіксує інформацію з датчиків або електронних блоків управління про технічний стан вузлів і агрегатів машини і формує діагностичні звіти, які передає на сервер обробки даних.

Тривимірні системи є найбільш ефективними, універсальними і прогресивними. Вимірювання поточного положення відвалу по трьох координатах можуть проводитися за допомогою GNSS (Global Navigation Satellite System) приймача (рис. 2.2) або лазерного роботизованого електронного тахеометра.



Рисунок 2.2 - Вимірювання за допомогою GNSS

Лазерний роботизований тахеометр представляє собою пристрій, що базується на лазерному далекомірі, який вимірює дальність до призми особливої конструкції, що встановлюється на щоглі відвалу. По двох кутах і відстані

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		31



тахеометр оцінює 3D позицію призми на відвалі і передає її в блок керування на борту машини по радіоканалу. Нахил відвалу оцінюється рідинним або MEMS датчиком. По різниці висот і кутів нахилу видається сигнал для ручного або автоматичного управління відвалом.

#### **2.4 Науково-технічний супровід на етапі проектування реконструкції автодороги**

Реконструкція автомобільних доріг має на меті поліпшення траси і конструкції елементів дороги з доведенням її параметрів до заданої категорії. Проектування реконструкції дороги складається з наступних етапів:

- 1) розробка завдання на провадження проектно-вишукувальних робіт з реконструкції;
- 2) виконання польових вишукувальних робіт;
- 3) проектування реконструкції земляного полотна, дорожнього одягу та інших елементів існуючої дороги.

При підготовці до вишукувальних робіт на існуючих автомобільних дорогах особлива увага приділяється всебічному вивченню матеріалів, що характеризують технічний стан дороги, дорожніх споруд та існуючого на дорозі руху.

Трасування. При трасуванні повинні бути проведені всі необхідні покращення плану існуючої дороги, випрямлення і усунення надмірної звивистості, забезпечення видимості, збільшення радіусів кривих з введенням перехідних кривих, поліпшення перетинів із залізними, автомобільними дорогами та водотоками, поліпшення проходу через населені пункти або їх повний обхід [8].

При трасуванні враховуються такі основні фактори, що визначають положення траси:

- a) необхідність поліпшення плану дороги і пом'якшення поздовжнього профілю;

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				32

- б) ступінь цінності існуючого земляного полотна та дорожнього одягу;
- в) співвідношення ширини існуючої і знову проєктованої проїжджої частини;
- г) наявність і цінність водопропускних і спеціальних інженерних споруд;
- д) ступінь складності заходів щодо забезпечення руху транспорту в період реконструкції дороги;
- е) цінність займаних угідь, будівель, що зносяться і т.д .;
- ж) наявність підземних комунікацій.

У разі невідповідності між експлуатаційними показниками існуючої траси і вимогами до встановленої категорії, доцільно, в ряді випадків, відмовитися від варіанту використання існуючої дороги і проєктувати нову автодорогу.

До числа таких випадків відносяться наступні:

а) за планом траси: наявність на існуючій дорозі великої кількості кутів повороту, з радіусами кривих менше потрібних за завданням, збільшення яких буде пов'язано з неминучим зміщенням траси з існуючого земляного полотна. Використання існуючих конструкцій в цьому випадку зводиться до мінімуму, а знову проєктована дорожній одяг розташовується частково на старому земляному полотні, а частково на знову відсипатися, що створює умови неравнопрочності підстави;

б) за поздовжнім профілем: наявність на існуючій дорозі значної кількості ділянок, де поздовжні ухили перевищують граничні і потребується їх пом'якшення; ділянок з незабезпеченої видимістю, де необхідно вписати вертикальні криві необхідних радіусів; ділянок з пилкоподібним обрисом поздовжнього профілю і т.п.

в) за земляним полотном: недостатнє підвищення брівки земляного полотна над поверхнею землі (при незабезпеченому водовідведенні) або над рівнем ґрунтових вод; наявність ділянок, затоплюваних паводковими водами або ділянок, де існуюча дорога на значному протязі проходить по заболоченій

										Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000					33

місцевості, з земляним полотном, зведеним безпосередньо по поверхні болота і де буде потрібно виторфовування з посадкою насипу на мінеральне дно; наявність дрібних виїмок в поєднанні з іншими несприятливими факторами;

г) за дорожнім одягом: на значному протязі дорожній одяг сильно зруйнований і, в поєднанні з поганими показниками плану і профілю, не представляє практичної цінності;

д) за іншими показниками: існуюча дорога схильна до інтенсивних снігових заметів, захист від яких може бути здійснена тільки шляхом суцільної підйомки земляного полотна; а також в тих випадках, коли існуюча дорога на значному протязі прокладена в несприятливих умовах (зсуви, осипання, обвали, карсти тощо).

Промір лінії. Положення траси фіксується:

а) на дорогах з удосконаленими покриттями - фарбою;

б) на дорогах з перехідними типами покриттів - штирями або загостреними трубками, що забиваються врівень з поверхнею покриття.

Промір лінії виконується по брівці земляного полотна. Пікетні точки і сторожки забиваються на правій бровці дороги за напрямком ведення пікетажу. На сторожках і в пікетажному журналі з точністю до 0,1 м вказується відстань від точки, встановленої на брівці, до осі дороги з тим, щоб всі наступні види вишукувальних робіт могли бути прив'язані до пікетажу траси по осі (рис. 2.3).

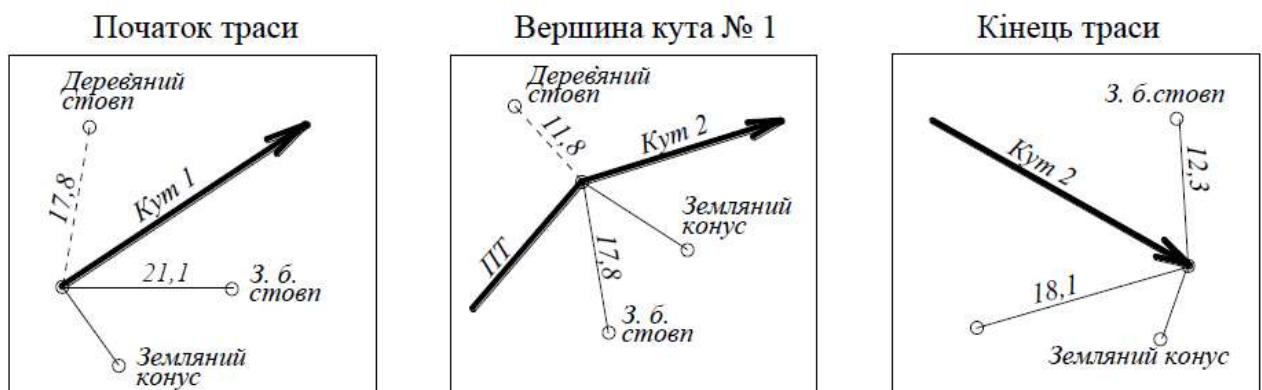


Рисунок 2.3. Схеми закріплення основних елементів траси

Початок і кінець траси, як і весь промір лінії, ув'язується з існуючими знаками кілометражу. Всі пікети, кратні десяти, повинні бути суміщені з положенням існуючих кілометрових знаків на дорозі. Якщо проміром встановлено, що відстань між двома сусідніми кілометровими знаками не дорівнює 1000 м і відрізняється від більш, ніж на 1,0 м, то вводиться рубаний пікет.

**Поздовжнє нівелювання.** Проводиться по трасі відповідно до вимог «Інструкції з виконання топографо-геодезичних робіт» (рис. 2.4). В якості сполучних точок використовуються точки, що забиваються пікетажистом на брівці земляного полотна, а позначки осі (пікетів і плюсів, характерних в висотному відношенні), які використовуються в подальшому для складання поздовжнього профілю дороги, беруться нівеліровщиком як проміжні. Крім пікетів, нівелюванню підлягають всі переломні точки поздовжнього профілю, настили мостів (початок і кінець моста, а при значній довжині - також і середина моста), верх оголовків труб, лотки вхідного і вихідного отворів труб, сліди високої води тощо.



Рисунок 2.4 - Поздовжнє нівелювання траси

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		35

**Обстеження дорожнього одягу.** При обстеженні проїжджої частини встановлюється тип існуючого дорожнього одягу, її стан і відзначаються ділянки, на яких в останні роки за відомостями експлуатаційної служби проводилися роботи з перебудови або ремонту дороги, із зазначенням року виконання будівельно-ремонтних робіт та їх характеру. Одночасно з обстеженням проїжджої частини, встановлюється наявність бордюру і визначається ширина, довжина і стан укріплень (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 - Обстеження дорожнього одягу

**Зйомка поперечних профілів.** Обрис земляного полотна та поверхні дорожнього одягу визначається зйомкою поперечних профілів (рис. 2.6). Мінімальна довжина поперечника - 20 метрів в кожную сторону від осі дороги. У населених пунктах поперечні профілі знімаються до лінії забудови. Всі вимірювання горизонтальних прокладань при зйомці виконуються з точністю до 0,1 м.

Перш ніж прийняти рішення про положення траси на тій чи іншій ділянці реконструйованої дороги, з'ясовують доцільність використання існуючого

дорожнього одягу та земляного полотна. Якщо, наприклад, міцність існуючого дорожнього одягу значно нижче необхідної міцності при перспективному русі, а земляне полотно вимагає піднімання, доцільно відмовитися від суміщення траси з існуючою дорогою, зберігши останню для руху транспорту в період будівництва дороги по новому напрямку.

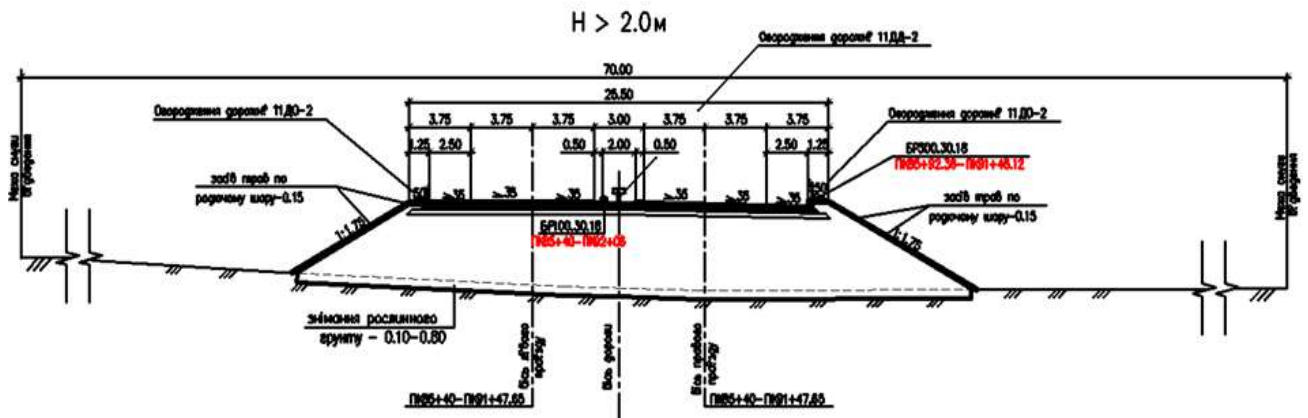


Рисунок 2.6. Поперечний профіль автодороги

## 2.5 Інтенсивність руху транспортних засобів

Під інтенсивністю руху розуміють кількість транспортних засобів, що проходять через дану ділянку дороги за одиницю часу (рік, день, годину), рис. 2.7. Інтенсивність руху на окремих ділянках дороги має важливе значення для визначення відповідності категорії дороги фактичному транспортному завантаженню, призначенню заходів з ремонту та утримання дороги, засобів організації руху.

					Аркуш
051.ДА2026.МР.2021.000					37
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	



Рисунок 2.7 - Інтенсивний транспортних рух

Облік транспортних засобів на дорогах здійснюється з метою одержання й нагромадження інформації про загальну їх кількість, а також про кількість окремих груп рухомого складу в загальному транспортному потоці [9]. Дані обліку інтенсивності та складу руху потрібні:

- для встановлення відповідності технічних і транспортно-експлуатаційних показників дороги до наявної інтенсивності руху;
- призначення категорії дороги і конструкції дорожнього одягу;
- визначення перспективних інтенсивності і складу руху;
- наукового планування перевезення зі складанням маршрутів і графіків перевезень;
- планування ремонтів доріг, обсягів і термінів їх виконання;
- техніко-економічного обґрунтування розміщення транспортних мереж;
- розроблення заходів з раціональної організації руху і підвищення безпеки руху.

Облікові пункти розміщуються на підходах до завантажених перехресть

Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
						38

доріг, під'їздах до адміністративних центрів і великих населених пунктів, залізничних станцій, аеропортів тощо.

Для міжнародних доріг з метою визначення кількості транспортних засобів їх поділяють на п'ять груп за вантажопідйомністю: менше ніж 1,5 т, 1,5...3 т; більше ніж 3 т; важкі вантажні автомобілі з причепами; сідельні тягачі; автобуси. Для інших доріг — на шість груп.

Періодичність і тривалість обліку руху визначається чинними інструкціями. На всіх дорогах державного значення, а також на важливих обласних і місцевих облік має здійснюватися вибіркоким способом регулярно протягом року двічі на місяць, безперервно протягом доби. Результати обліку руху обробляють у такому порядку: визначають характеристики руху; розраховують середньорічну добову інтенсивність і розрахункову інтенсивність руху [9].

Періодичні коливання інтенсивності руху, що відбуваються протягом дня, тижня і року, установлюються за допомогою коефіцієнта нерівномірності. Він визначається для кожної ділянки обліку на підставі даних про середньодобову інтенсивність руху в буденні, вихідні дні і в місяці перед відпустками. Цей коефіцієнт ураховує специфічні для дороги, регіону, країни і пов'язані з рухом особливості.

Від фактичної інтенсивності  $N_i$  до розрахункової  $N_p$  переходять за формулою

$$N_p = \sum N_i k_i$$

де  $N_i$  – інтенсивність руху окремих типів транспортних засобів;

$k_i$  – коефіцієнти приведення, для легкових автомобілів 1,0; для вантажних 1,5...3,5 залежно від вантажопідйомності.

Під час візуального спостереження в картку обліку дорожнього руху після проходження кожного автомобіля у відповідній графі роблять позначку «1», після проходження автопоїзда – «0» і т. д. Облікові картки ведуть на кожну

									Аржун
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				39



годину окремо.

Останніми роками виникла потреба реєструвати також навантаження, що передається на одяг дороги задніми колесами вантажних автомобілів. Це важливо для запобігання передчасному руйнуванню одягу перевантаженими транспортними засобами. У деяких країнах допустиме навантаження на задню вісь автомобіля становить 11,5 т (в Україні 10 т), а це еквівалентно збільшенню розрахункового навантаження на одяг на 85 %.

Вантажний режим роботи дороги

Для прогнозування інтенсивності руху використовують екстраполяційні формули, найчастіше геометричну й експоненційну:

$$N_t = N_0(1 + g)^t$$

$$N_t = a \exp(-bt)$$

де  $N_t$  – прогнозована інтенсивність руху на  $t$ -му році;

$N_0$  – початкова інтенсивність руху;

$g$  – коефіцієнт щорічного приросту інтенсивності руху;

$t$  – розрахунковий період, роки.

Найскладніше визначити коефіцієнти  $a$  і  $b$ , значення яких, як правило, знаходять методом середніх або найменших квадратів, які є в програмному забезпеченні ПЕОМ.

Загальноприйнятим показником, що характеризує кількість циклів «навантаження-розвантаження» дорожньої конструкції, які зумовлюють виникнення і наростання в конструкції втомних процесів, є інтенсивність руху і його склад. Проте ці параметри не залишаються постійними в часі, що унеможлиблює розв'язання низки завдань з експлуатації доріг, пов'язаних зі змінами в часовому просторі. Тому в дорожню науку і практику був запроваджений новий термін – вантажний режим роботи дороги, під яким розуміють інтенсивність, склад руху на дорозі і закономірності зміни їх у часі.

Існує чотири типових вантажних режими роботи дороги:

									Аржш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				40

1. Стійкий режим — характерний для доріг, що обслуговують райони, де немає ознак подальшого розвитку господарської й соціальної сфер (рис. 2.8)

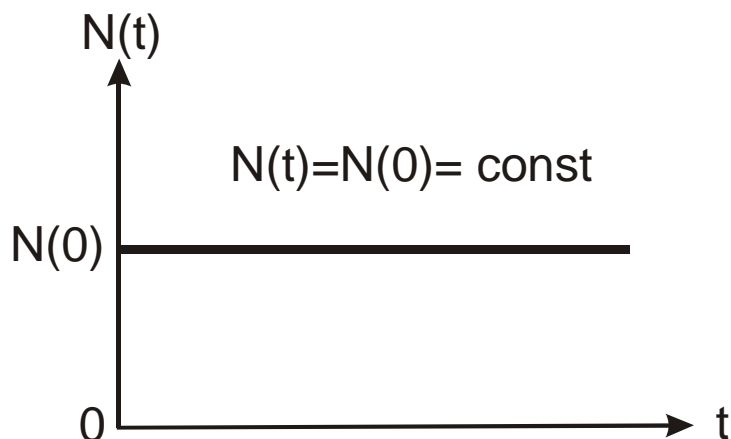


Рисунок 2.8 - Стійкий режим роботи дороги

2. Режим з лінійним зростанням руху – характерний для доріг, що обслуговують райони зі стійкими темпами розвитку господарської діяльності (рис. 2.9).

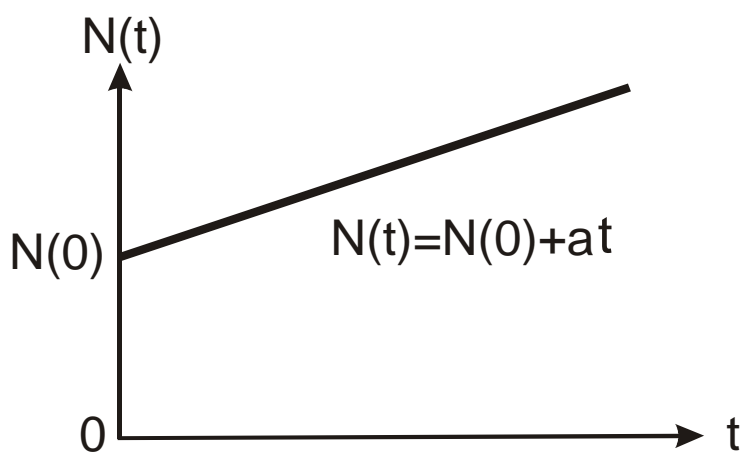


Рисунок 2.9 - Режим роботи дороги з лінійним зростанням руху

3. Режим зі зростанням руху за геометричною прогресією — характерний для доріг опорної мережі, які характеризуються стійкою структурою користувачів доріг (рис. 2.10).

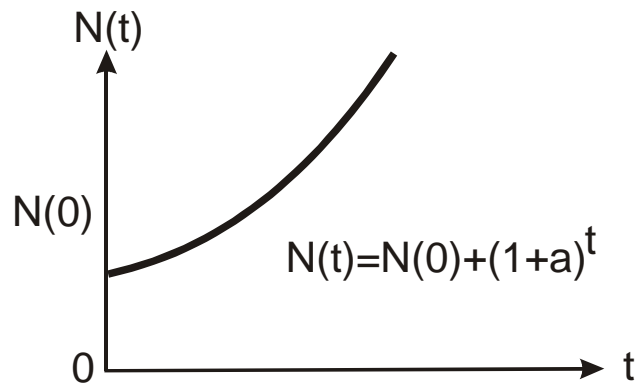


Рисунок 2.10 - Режим роботи дороги зі зростанням руху за геометричною прогресією

4. Режим з експоненціальним зростанням руху — характерний для доріг місцевої мережі і таких, що обслуговують райони з інтенсивним розвитком соціально-господарської сфери (рис. 2.11).

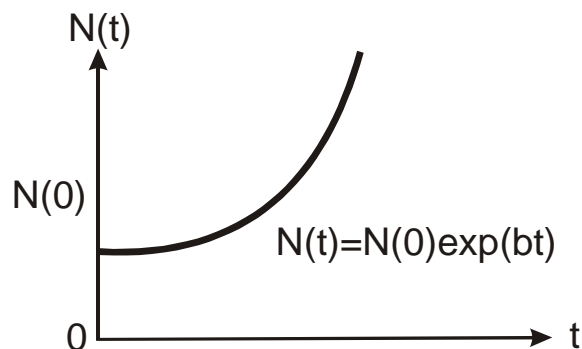


Рисунок 2.11 - Режим роботи дороги з експоненціальним зростанням руху

Так як в змішаному потоці автомобілів транспортні засоби різного типу займають різну площу дороги і мають різні динамічні характеристики, то для порівнянності оцінок, кількість транспортних засобів певного типу приводять до легкового автомобілю за допомогою коефіцієнтів приведення.

Завдання науково-технічного супроводу на етапі проектування реконструкції автодороги провести дублюючі розрахунки з метою уточнення прийнятих в проекті конструктивних та технологічних рішень (див. розділ 4).

## 3 РЕКОНСТРУКЦІЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ДНІПРО - ЦАРИЧАНКА - КОБЕЛЯКИ – РЕШЕТИЛІВКА

### 3.1 Мережа швидкісних автомобільних доріг

В Україні будується мережа швидкісних автомобільних доріг, на яких передбачено розширення до 4-х смуг і дозволена максимальна швидкість руху 110-130 км/год. Такі роботи виконуються на трасах (рис. 3.1):

М-03 – на ділянці від м. Лубни до м. Полтава, а також на ділянці від м. Полтава до м. Валки;

М-07 – на окремих ділянках траси від м. Ковель до українсько-польського кордону;

Н-31 – на всій довжині від відгалуження від швидкісного шосе м-03 біля м. Решетилівка у м. Дніпро. Подорож автотранспортом від м. Київ до м. Дніпро протяжністю 477 км прискориться більш ніж на 2 години та триватиме 4,5 години.



Рисунок 3.1 – Мережа швидкісних автомобільних доріг

Також заплановано низку проектних робіт для майбутніх швидкісних доріг на таких маршрутах, включаючи:

М-06 - на двох окремих ділянках траси між м. Ужгород та м. Мукачеве, що дозволить ліквідувати два «вузькі» місця та з'єднати ці два міста швидкісною трасою загальною протяжністю 31 км;

Н-11 – ділянка від села Широке до села Малософіївка, що дозволяє завершити швидкісний маршрут між м. Дніпро та м. Кривий Ріг загальною довжиною 130 км;

М-06 – між селами Грушвиця друга та Крилів, а також південно-східний об'їзд м. Дубно, що дозволяє забезпечити швидкісний маршрут від м. Рівне до межі Львівської області.

Окрім запланованих дорожніх та проектних робіт готується техніко-економічне обґрунтування для розширення до 4 смуг дороги Львів-Тернопіль-Хмельницький-Вінниця-Умань, а також дороги Одеса-Миколаїв-Херсон.

Наразі критеріям швидкісних доріг відповідають дороги технічної категорії першого (автомагістраль) та 1-б (швидкісне шосе), а саме: М-06 на ділянці Київ-Житомир-Рівне, М-05 Київ-Одеса на всій протяжності, М-01 на відрізку Київ-Чернігів, М-29 Харків-Новомосковськ, Н-08 на відрізку Дніпро-Запоріжжя, М-03 на ділянці Київ-Лубни та Н-01 на відрізку Київ-Обухів.

### **3.2 Автомобільна дорога Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетилівка**

У відповідності з Постановою Кабінету Міністрів України № 62/2008 від 29 січня 2008 р. про деякі заходи щодо розвитку автомобільних доріг в Україні до проведення чемпіонату Європи з футболу у 2012 році вирішено пройти трасою дороги в обхід населених пунктів до межі Дніпропетровської області. Напрямок автодороги був визначений при розробці: «Передпроектних розробок реконструкції автомобільної дороги Дніпропетровськ – Решетилівка» у 2005 році. З 2009 року по затвердженню робочим проектам розпочато будівництво автомобільної дороги під параметри І-б технічної категорії в обхід населених

									Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				44

пунктів с. Лобойківка та смт. Петриківка на ділянках км 0+000 – км 7+560 , км 7+560 – км 9+460.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №712 від 16.09.2015 року автомобільна дорога Дніпро - Царичанка - Кобеляки - Решетилівка віднесена до категорії автомобільних доріг загального користування державного значення з індексом та номером маршруту Р-52. Загальна довжина маршруту становить 151,80 км.

На теперішній час дорога має параметри 1-б категорії на ділянці від м. Дніпро до перетину з автомобільною дорогою Т-04-14 Кам'янське - Петриківка – Магдалинівка, а далі до межі Дніпропетровської області має геометричні параметри, що близькі до норм II категорії, і проходить через населені пункти Лобойківка, Петриківка, Китайгород та Царичанку (через їх центральну частину), виконуючи функції основної вантажної та пасажирської магістралі (рис. 3.2). Внаслідок цього значно знижується пропускна спроможність дороги, швидкість руху транспортного потоку, при цьому різко погіршуються екологічні умови – підвищується загазованість та рівень шуму, а також збільшується кількість та тяжкість дорожньо-транспортних пригод.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		45

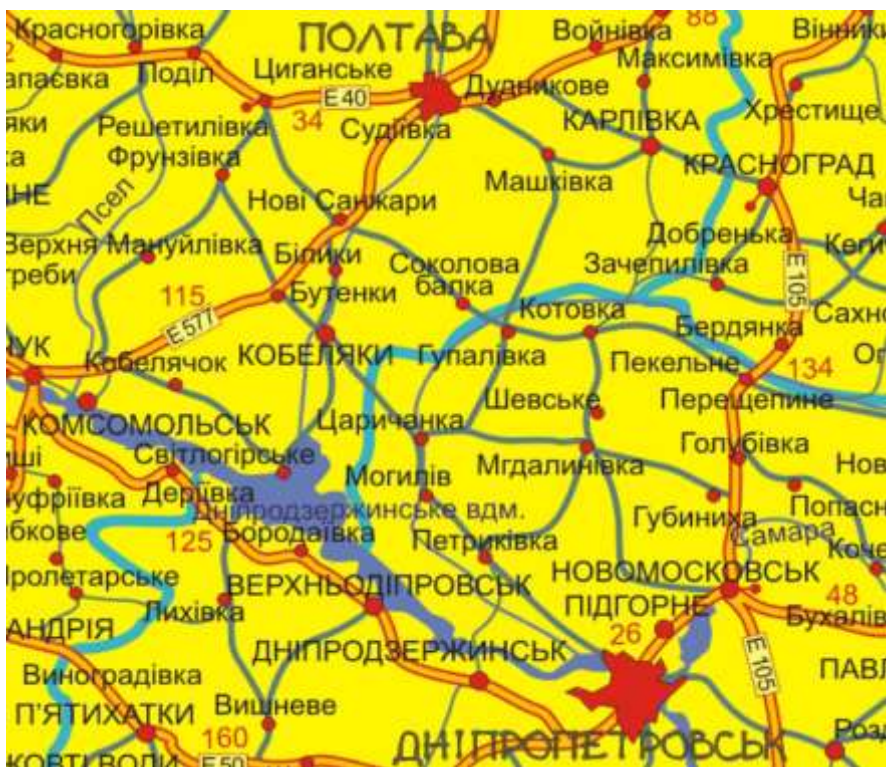


Рисунок 3.2 – Автодорога Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетілівка

### 3.2.1 Вихідні дані для проектування. Інженерно-геодезичні вишукування

Розробку робочого проекту «Будівництво автомобільної дороги державного значення Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка від с. Лобойківка до межі Дніпропетровської області, км 15+900 – км 19+400, Дніпропетровська область» здійснено на підставі інженерно-геодезичних вишукувань, виконаних ДФ ДП «Укрдіпродор» - «Дніпродіпродор» у серпні 2017 р.

У межах Петриківського району траса автодороги визначена актом вибору земельної ділянки під будівництво автомобільної дороги Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетилівка від с. Лобойківка до межі Дніпропетровської області та розташована на землях Іванівської сільської ради поза межами населених пунктів.

Початок проектної ділянки ПК 85+40 відповідає км 15+900, кінець ПК 120+40 визначено на км 19+400. Проектна довжина ділянки складає 3,5 км.

						051.ДА2026.МР.2021.000	Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата			46

На цій ділянці траса має три криві з радіусами 1500 і 2100 м.

Геологічну будову траси представляють піщано-глинисті відклади антропогенного періоду. Згідно геолого-літологічних ознак та фізико-механічних властивостей ґрунти на даній території можна поділити на наступні шари:

1. Ґрунтово-рослинний шар – супісок чорний, твердої консистенції, з коренями рослин. Шар зустрінутий всіма свердловинами, окрім ПК102+50 – ПК104+70. Потужність шару 0,10 м (на ПК85 – 0,80 м).

2. Супісок бурувато-жовтий, піщанистий, твердий.

Шар зустрінутий свердловинами на ділянках ПК102+50 – ПК104+70 та ПК115 – ПК119 (кінець траси). Потужність шару 0,50 – 2,00 м.

3. Пісок бурувато-жовтий, жовтий пілуватий, від маловологого до насиченого водою, з прошарками суглинку та супіску. Шар зустрінутий свердловинами на ділянках ПК87+50 – ПК95 та ПК112+50 – ПК115. Пройдена потужність шару 0,40 – 1,90 м.

4. Пісок бурувато-жовтий, жовтий мілкий, від маловологого до насиченого водою, середньої щільності, з рідкими прошарками суглинку та супіску. Шар зустрінутий всіма свердловинами. Пройдена потужність шару 1,00 – 4,90 м

Ґрунтові води зустрінуті свердловинами на глибині 3,40 – 4,00 м, що відповідає абсолютній позначці 55,60 – 56,80 м.

Поверхневий стік рельєфу місцевості слабозабезпечений, але, так як ґрунти піщанисті, застій води не спостерігається.

За природними умовами, з урахуванням рельєфу, характеру зволоження та стікання поверхневих вод, інженерно-геологічних умов ділянка дороги, що проектується, відноситься до другого типу (пункт 6.1.3 ДБН В.2.3-4:2007).

На підставі виконаних інженерно-геологічних вишукувань встановлено, що в геологічній будові ділянки приймають участь алювіальні піщано-глинисті

									Аркуш
									47
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				



грунти антропогенового періоду.

Умови руху автомобілів великою мірою визначаються станом таких елементів, як земляне полотно, дорожній одяг і штучні споруди. Під впливом багаторазово повторюваних докладених навантажень від рухомого складу і природних факторів у цих елементах виникають напруження та деформації. Останні можуть бути пружними і пластичними. За пружного деформування відбувається відновлюване переміщення і зміна геометричних розмірів елементів без їх руйнування. Якщо переміщення перевищать допустимі значення, то в елементах конструкції настає зміна структури матеріалу, за якого порушуються зв'язки між частинками матеріалу. При цьому виникає руйнування елемента, що супроводжується утворенням тріщин або відокремленням частинок матеріалу від елемента. Наявність на проїзній частині різних деформацій і руйнувань впливає на швидкість руху транспортних засобів, на їхню вантажопідйомність і безпеку руху (рис. 3.3).

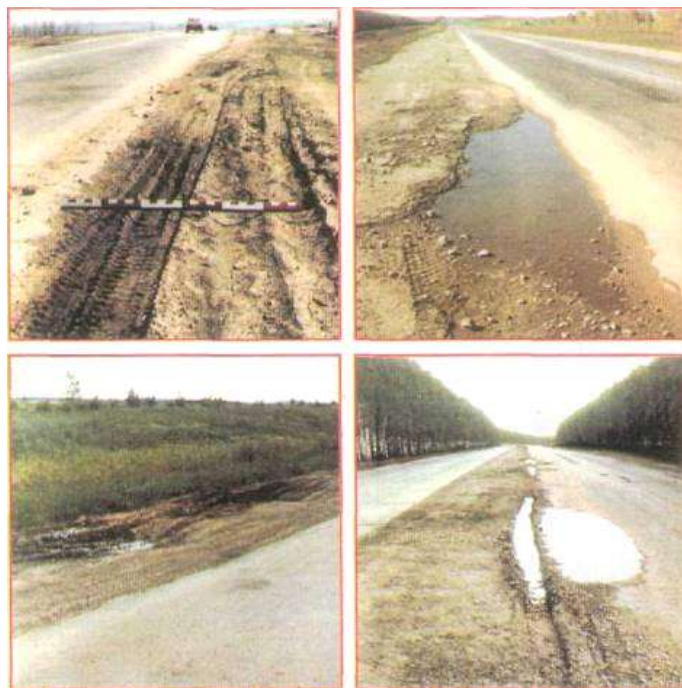


Рисунок 3.3 - Наявність окремих пошкоджень, просядок і застою води на узбіччях і розділовій смузі

Деформації та руйнування земляного полотна частіше за все різко погіршують стан дорожнього одягу. Осідання полотна внаслідок недоущільнення ґрунтів, осідання і випинання, що пов'язані з перезволоженням недоброякісних ґрунтів, призводять до утворення значних деформацій і руйнувань проїжджої частини у вигляді тріщин, проломів, збурень. Руйнування укосів та узбіч, розмивання полотна різко знижують стійкість усієї споруди. Сповзання укосів і насипів означає повну втрату стійкості споруди, руйнування дорожнього одягу, а отже, припинення руху автомобілів на більш або менш тривалий час на окремих ділянках.

Погіршення умов руху може бути пов'язане також зі станом штучних споруд (рис. 3.4). Деформація малих штучних споруд (труб) у вигляді зсувів або руйнувань окремих їх елементів порушує умови водовідведення, що може призвести до перезволоження ґрунту.



Рисунок 3.4 - Застій води у оголовків водопропускних труб

Деформації та руйнування окремих елементів мостів погіршують швидкість руху автомобілей, зручність руху і безпеку транспортних засобів, обмежують навантаження на вісь. Установлення характерних деформацій і руйнувань дорожнього полотна, одягу і штучних споруд на дорогах, виявлення причин їх виникнення дасть можливість своєчасно запобігти або усунути їх у процесі експлуатації.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Вирішення цього завдання можливе на основі вивчення напружень і деформацій, установлення граничного стану за ступенем деформованості.

Виходячи з інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов, діагностики й моніторингу земляного полотна, а також дослідження дорожнього одягу, можна зробити наступні висновки:

Перед відсипкою насипу земляного полотна, ґрунтово-рослинний шар (шар1) необхідно прибрати, з подальшим використанням для укріплення узбіччя.

2. За природну основу використовувати піщанисті супіски шару 2 та пілуваті і дрібні піски (шари 3, 4).

### 3.2.2 Характеристика умов будівництва

Всі основні роботи з будівництва дороги будуть виконуватись спеціалізованими бригадами та ланками поточним методом.

Розрахунок тривалості будівництва виконано за трудомісткістю відповідно до ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Тривалість будівництва автодороги становитиме :

$$T = \frac{S}{t \cdot n \cdot ч \cdot d} = 14 \text{ міс.}$$

де  $S = 123065$  - трудомісткість ( люд/год);

$t = 8$  - кількість годин в зміну;

$n = 1,5$  - кількість змін;

$ч = 33$  - кількість працюючих;

$d = 22$  - середня кількість робочих днів в місяць.

Протягом перших двох місяців виконуються підготовчі роботи з переулаштування мережі енергопостачання ПЛ-10 кВ, електромонтажні роботи, вирубки дерев твердих порід кількістю 898 шт., вирубки кущів рідкої та середньої густини на площі 1,668 га, рекультивації земель порушених при будівництві площею 103420 м<sup>2</sup>, перебудова комунікації, будівництво

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				50

скотопрогону та ін.

При переулаштуванні мережі енергопостачання необхідно врахувати наступне:

- будівельно-монтажні роботи в охоронній зоні діючих повітряних ліній електропередачі проводити під безпосереднім керівництвом інженерно-технічного працівника, відповідального за безпеку виконання робіт, за наявності письмового дозволу

- наряд-допуск на виконання будівельно-монтажних робіт в охоронній зоні діючої повітряної лінії електропередачі має бути підписаний головним інженером будівельно-монтажної організації і особою, відповідальною за безпечний стан електрогосподарства в організації.

- перед початком роботи будівельних машин (стрілових вантажопідійомних кранів, екскаваторів і т. п.) в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі повинно забезпечуватися зняття напруги з повітряної лінії електропередачі.

- відстань від підйомної або висувної частини будівельної машини в будь-якому її положенні до вертикальної площини, утвореної проекцією на землю найближчого проводу, яка перебуває під напругою повітряної лінії електропередачі, має бути 2 м.

- корпуси вантажопідійомних машин, за винятком машин на гусеничному ході, повинні бути заземлені за допомогою переносного заземлення.

При готовності не менше ніж 20% по довжині земляного полотна приступають до виконання робіт з улаштування додаткового шару основи із доменного шлаку. При цій же готовності нижнього шару основи з щебенево-піщаної суміші С5 розпочинаються роботи з улаштування верхнього шару основи з крупнозернистої пористої асфальтобетонної суміші. При цій же готовності цього шару влаштовується нижній шар асфальтобетонного покриття із крупнозернистої гарячої щільної суміші. При цій же готовності нижнього шару

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				51

покриття влаштовується верхній шар покриття із щебенево-мастичної суміші (ЩМА-20).

По закінченню виконання робіт з дорожнього одягу ведуться укріпні роботи та облаштування всієї дороги. Забезпечення будівництва електроенергією передбачається від пересувних електростанцій, потрібну кількість стиснутого повітря забезпечує пересувний компресор.

Методи виконання робіт з конструктивними рішеннями та набір основного технологічного устаткування передбаченими в проекті та узгоджені з виробничими можливостями підрядної будівельної організації.

Проектом виробництва робіт (ПВР) повинні бути передбачені конкретні технічні рішення щодо створення умов для безпечного виконання робіт в цілому, а також на робочих місцях.

В ПВР повинні передбачатись заходи по санітарно-гігієнічному обслуговуванню робітників. На будівельному майданчику (передбачено на ПК103+00) повинні бути санітарно-побутові приміщення та відповідні пристрої.

### 3.2.3 Земляне полотно.

Проектом передбачено один тип поперечного профілю конструкції земляного полотна висотою насипу до 6,0 м.

В проекті прийнято такі параметри:

- ширина земляного полотна – 25,50 м
- кількість смуг руху – 4
- ширина смуги руху – 3,75 м
- ширина проїзної частини – 2х 7,50 м
- ширина узбіччя – 3,75 м
- ширина розділювальної смуги – 3,00 м.

При висоті насипу до 2,0 м крутизна укосів приймалася 1:3, при висоті насипу більш 2,0 м – 1:1,75 (рис. 3.5).

									Аркуш
									52
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

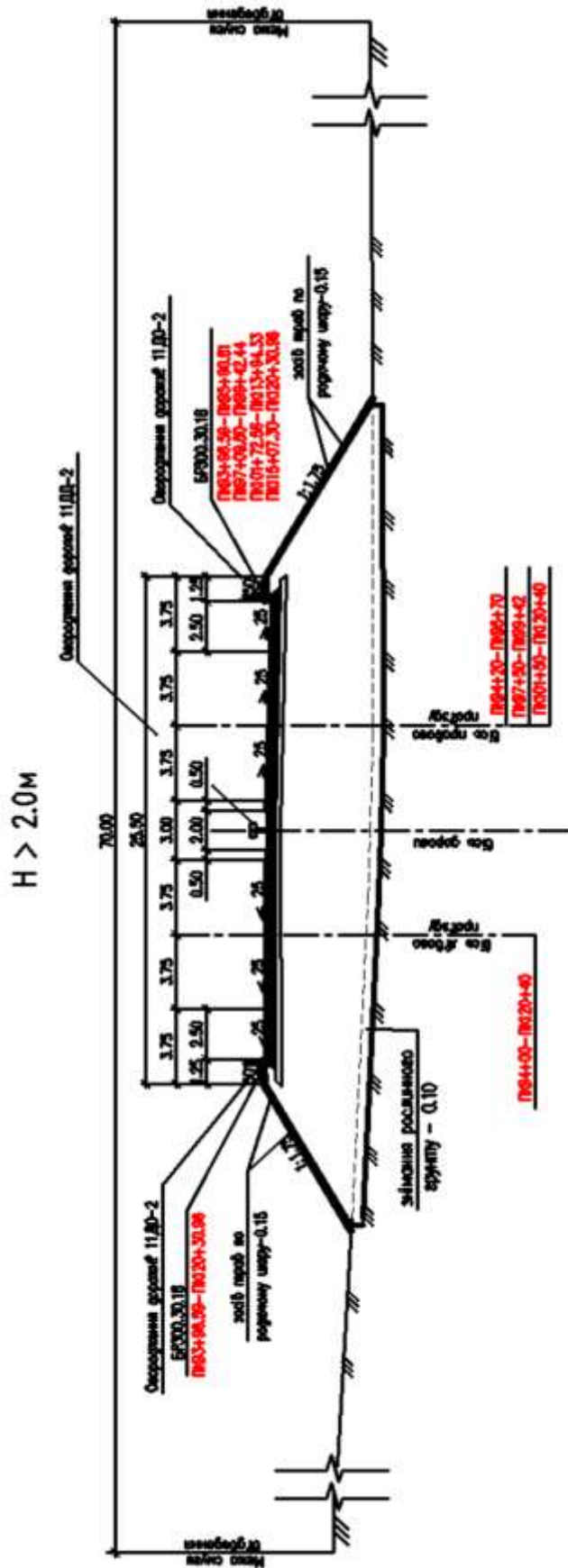


Рисунок 3.5 – Типовий поперечний профіль насипу висотою 5,29

Поперечний похил: проїзної частини – 25‰, узбіччя – 50‰ , віражу – 35 ‰.

Проектом передбачено зняття рослинного шару ґрунту з під тіла насипу товщиною 0,1-0,8 м відповідно даних інженерної геології. Родючий ґрунт знятий з під тіла насипу використовується для укріплювальних робіт.

Захист надводної частини пологих укосів насипів від схилової ерозії передбачено здійснювати із застосування габіонів для підсилення земляного полотна автомобільної дороги. Габіонні протиерозійні споруди призначені для захисту, зміцнення і підвищення стійкості укосів насипів та їхніх основ, стоянів мостів, оголовків водопровідних труб тощо. (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Зміцнення укосу насипу габіонами

Відсіпання земляного полотна передбачено з намівного піску Петриківського рибгоспу, що постачається баржами на майданчик з подальшим

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		54

транспортуванням на відстань 24 км на об'єкт.

Враховуючі рельєф місцевості і відсутність явно виражених зливових стоків проектом не передбачено будівництво системи поверхневого водовідводу.

Укріплення передбачено посівом трав по шару рослинного ґрунту, який знаходиться у тимчасових валках.

#### 3.2.4 Поздовжній профіль і план автомобільної дороги

Поздовжній профіль ділянки автомобільної дороги наведено на рис. 3.7. (залишено в параметрах що були прийнято в робочому проекті 2009 р.). Параметри поздовжнього профілю відповідають розрахунковій швидкості руху 110 км/год а саме:

Мінімальний радіус вертикальних кривих опуклих – 16900 м, угнутих – 9300 м

Найбільший поздовжній похил - 14‰.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		55



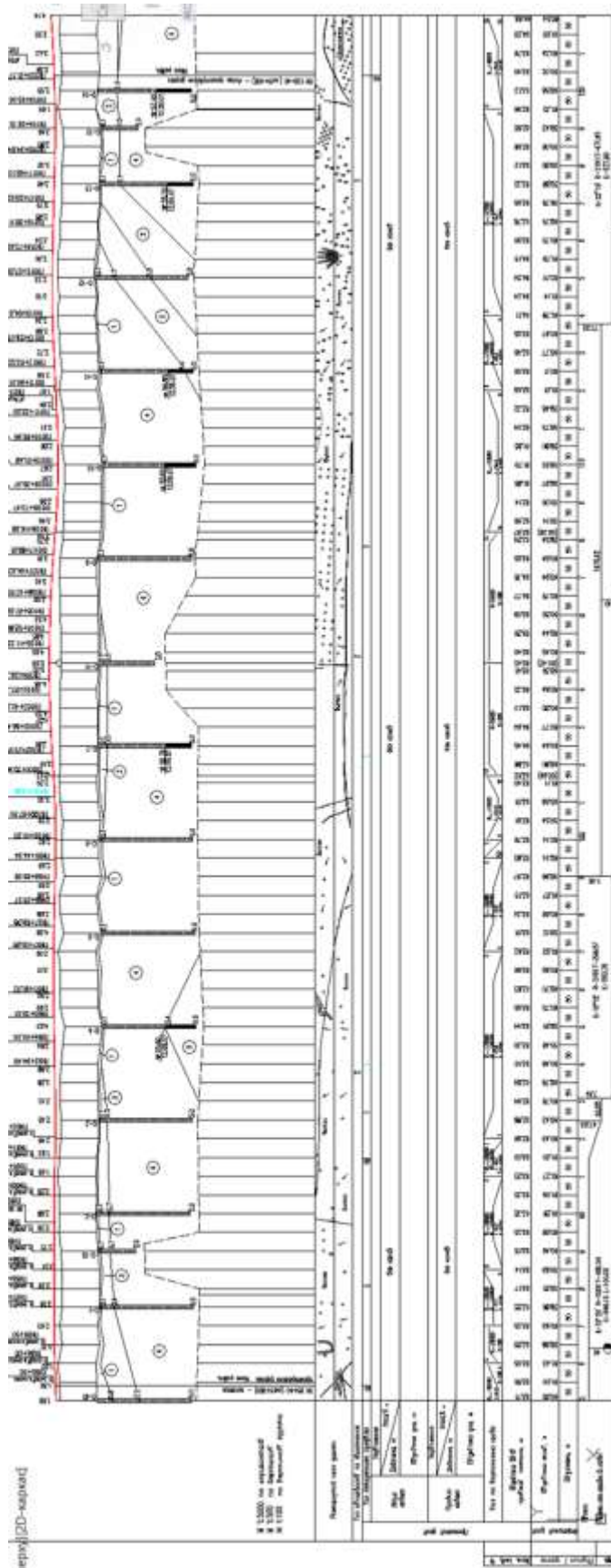
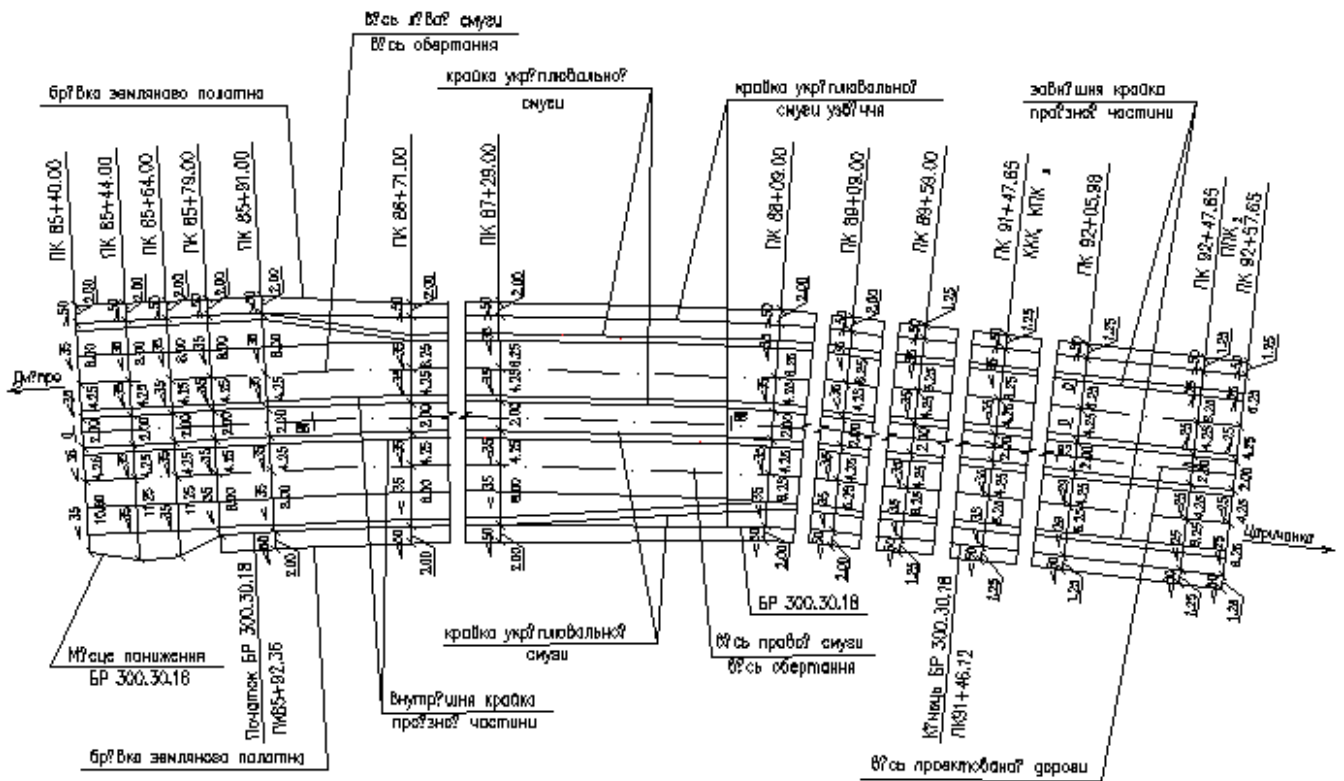


Рисунок 3.7 – Фрагмент поздовжнього профілю автомобільної дороги

Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата

051.ДА2026.МР.2021.000

На рис. 3.8 і в табл. 3.1 наведені схема відгону віражу ВК7, параметри і пікетажні положення кривої.



Таблиця 3.1 - Відомість розбивки відгону віражу

Кут повороту, град. (праворуч)	Радіус, м	L1, М	L2, м	Віраж, %
32,26	1500	100	100	35
Місце положення (пікет, плюс)				
ППК1	КПК+ПКК	ККК+КПК2	ППК2	
83+98,55	83+98,55	91+47,65	92+47,65	

Мінімальний радіус кривих в плані – 1500 м. Фрагмент плану автодороги показано на рис. 3.9.

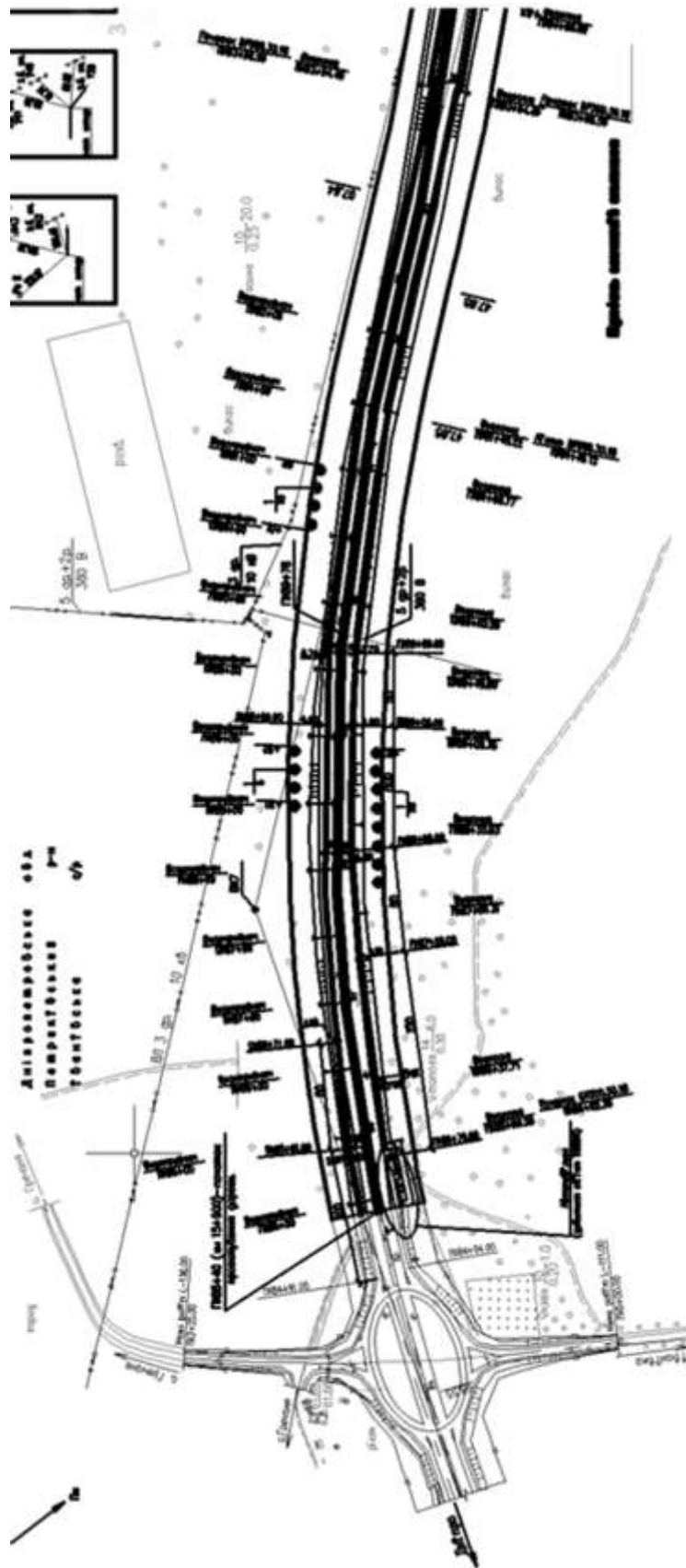


Рисунок 3.9 – Фрагмент плану автомобільної дороги

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		58

### 3.2.5 Дорожній одяг

Проектування дорожнього одягу і земляного полотна є єдиним процесом конструювання та розрахунку дорожньої конструкції на міцність, морозостійкість і осушення, а також техніко-економічне обґрунтування варіантів.

Конструкція дорожнього одягу та матеріал покриття приймалися виходячи з транспортно-експлуатаційних вимог, інтенсивності руху та складу автотранспортних засобів в його потоці, кліматичних ґрунтово-геологічних умов, санітарно-гігієнічних вимог, вимог безпеки та комфортності руху, забезпеченості місцевими будівельними матеріалами.

Під час конструювання дорожнього одягу дотримувалися таких принципів:

тип покриття, конструкція та конструкція дорожнього одягу повинні задовольняти транспортно-експлуатаційні вимоги, що ставляться до дороги відповідно категорії;

конструкцію одягу вибирають типову або розробляють для кожної ділянки дороги або ряду ділянок, якщо вони характеризуються схожими природними умовами та однаковими розрахунковими навантаженнями.

Далі перевіряються показники, які повинні бути забезпечені згідно нормативним вимогам:

Коефіцієнт надійності  $K_H=0.95$  табл. 8.2 [3]

Коефіцієнт міцності  $K_{міцн}= 1,43$  табл. 6.1 [10]

За табл. 6.6 [10] мінімальний потрібний модуль пружності на поверхні дорожнього одягу становить:  $E_{потр}=235$  МПа. Мінімальний потрібний модуль пружності під шарами асфальтобетону становить  $E_{потр}=120$  МПа.

Типи дорожнього одягу, матеріали покриттів та сфера їх застосування за рекомендаціями ВБН В.2.3-218-186-2004 [10] наведені в таблиці 3.2.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 3.2 – Сфера застосування покриттів дорожнього одягу

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
I-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Щебенево-мастиковий асфальтобетон. Цементобетон
III, IV	Капітальний або полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Цементобетон. Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чи на дорозі або просочування з улаштуванням поверхневої обробки.
V	Перехідний	Кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені на дорозі в'язучими матеріалами або покращені добавками. Кам'яні матеріали розклинені

При конструюванні дорожнього одягу враховувались кліматичні умови, наявність виробничої бази та інтенсивність руху автотранспорту. На завантаження цієї дороги впливають транзитний вантажний автотранспорт та рух громадського транспорту.

Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності дорожнього одягу нежорсткого типу виконано у відповідності до відомчих будівельних норм України ВБН В.2.3-218-2004 [10]. Строк експлуатації дорожнього одягу між капітальними ремонтами визначено у відповідності до ДБН В.2.3-4:2015. Для автомобільної дороги I-б категорії з капітальним типом покриття і матеріалом прикриття ЩМА строк експлуатації дорожнього одягу становить 11 років.

Розрахунок мінімального потрібного модуля пружності виконано на 2028 рік. При визначенні загального модуля пружності враховано коефіцієнт міцності

дорожнього одягу  $K_{міцн} = 1,43$ .

Розрахунковий модуль, прийнятий в проєкті і становить - 464 МПа .

Пошаровий розрахунок дорожнього одягу дорожнього одягу проводять за допомогою номограми (рис. 3.10).

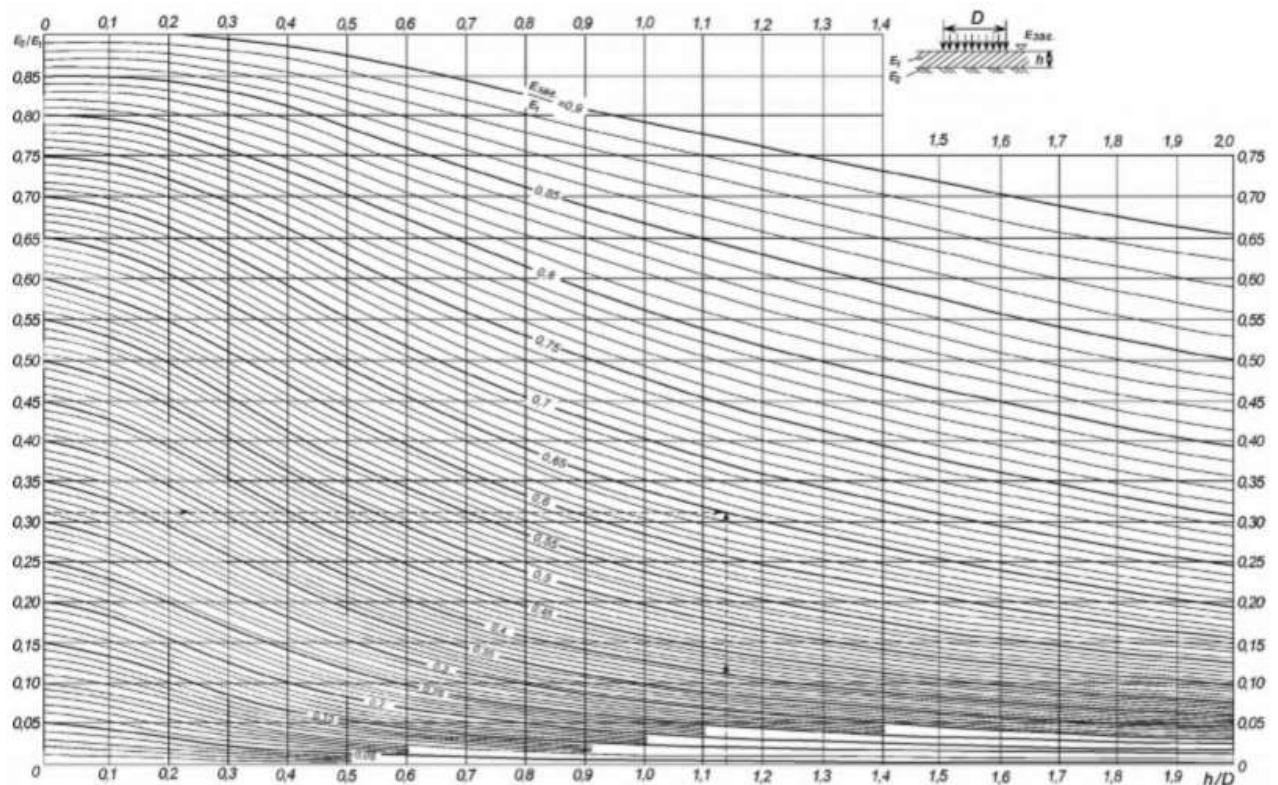


Рисунок 3.10 – Номограма пошаровий розрахунок дорожнього одягу за [10]

Ця номограма зв'язує відношення модулів  $E_2/E_1$  пружності нижнього і верхнього шарів, відношення  $h/D$  для верхнього шару двошарової системи і відношення  $E_{заг}/E_1$  загального модуля пружності на поверхні двошарової системи до модуля пружності верхнього шару.

Пошаровий розрахунок багатошарової конструкції можна вести знизу вгору, починаючи з ґрунту земляного полотна, коли треба визначити загальний модуль пружності конструкції, чи зверху вниз.

Розрахунок конструкції дорожнього одягу за умовою зсувостійкості проєктують із розрахунку, щоб під дією короткочасного динамічного або

статичного навантаження в робочому шарі земляного полотна у незв'язних шарах за строк служби не виникали неприпустимі залишкові деформації.

Було розроблено та порівняно два варіанти конструкції дорожнього одягу, для виконання прийнято більш економічний, довговічний та технологічний варіант 1.

Рекомендований варіант дорожнього одягу було вибрано на підставі підрахунку приведених витрат, які включають в себе витрати на утримання дороги , поточний (планово-попереджувальний) та капітальний ремонт і в загальному вигляді наведено на рис. 3.11 і 3.12.

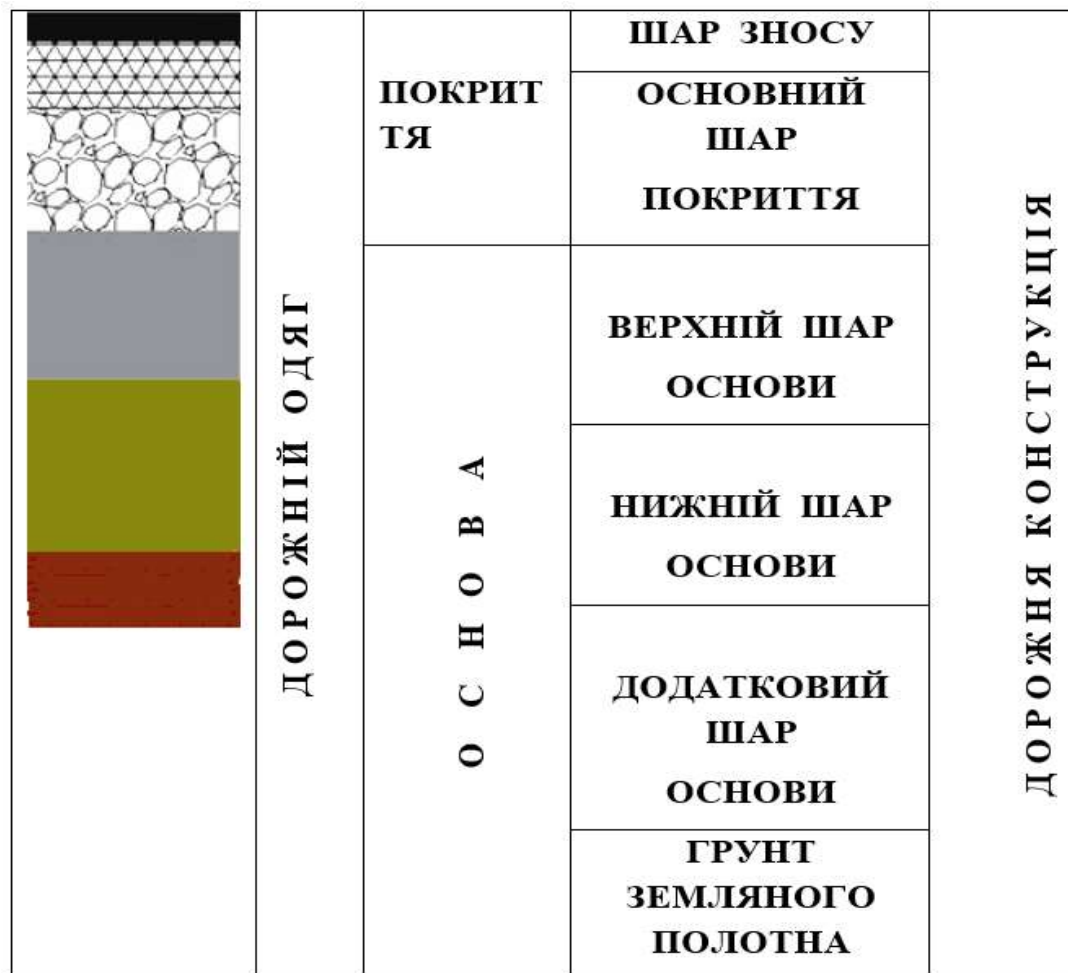


Рисунок 3.11 – Шари дорожнього одягу

Рекомендованим варіантом передбачена така конструкція дорожнього одягу основного проїзду та зупинкових смуг (табл. 3.3):

Таблиця 3.3 – Конструкція дорожнього одягу

Конструкція шару	Складові шару	Товща шару, см
Верхній шар покриття	Щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА-20) на бітумі БМПА 60/90-53 з підгрунтовкою бітумною емульсією ЕКШМ-60 0,4 л/м <sup>2</sup>	5
Нижній шар покриття	Гарячий щільний крупнозернистий асфальтобетон тип А1, марка І з ПАР БМПА 60/90-53 з підгрунтовкою бітумною емульсією ЕКШ-60 0,4 л/м <sup>2</sup>	10
Верхній шар основи	Крупнозернистий гарячий пористий асфальтобетон тип А-Б марки І з ПАР БНД60/90 з підгрунтовкою бітумною емульсією ЕКШ-60 0,83 л/м <sup>2</sup> тов	10
Нижній шар основи	Підібрана щебенево-піщана суміш С5	15
Додатковий шар основи	Доменні шлаки	26

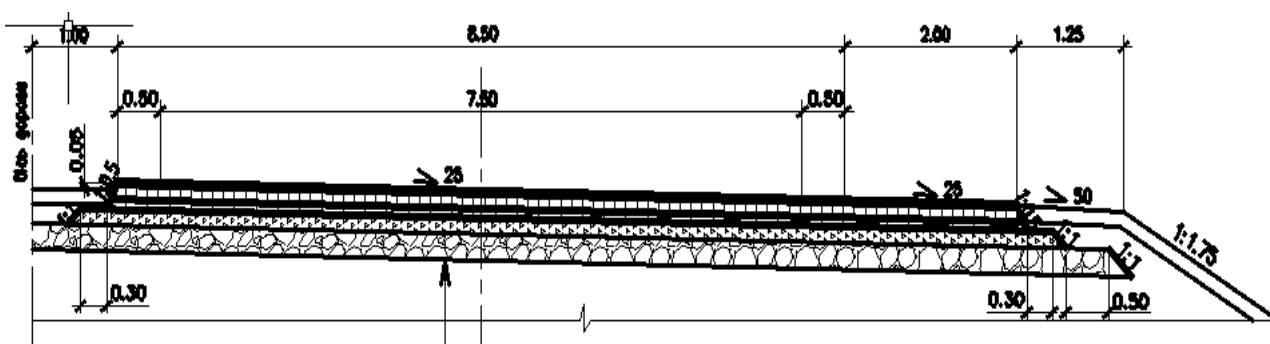


Рисунок 3.12 – Варіант дорожнього одягу

У зв'язку з тим, що доменний шлак з часом цементується,



перетворюючись в пісний бетон, при влаштуванні додаткового шару із шлаку необхідно через кожні 100 м влаштувати вставки з рядового гранітного щебеню шириною 1,5 м, які забезпечать температурні переміщення бетонної плити, що утворилась внаслідок цементації шлаку.

Для відводу води з проїзної частини проектом передбачено улаштування водоскидів.

На рис. 3.12 представлено ланцюжок будівельних машин при улаштуванні дорожнього покриття.



Рисунок 3.12 - Улаштування дорожнього покриття

*Висновок.* Наведений варіант конструкції дорожнього одягу задовольняє вимогам ГБН В.2.3-37641918-559:2019.

### 3.2.6 Інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів

Основним показником, за яким визначаються параметри автомобільних доріг, є інтенсивність руху дорожніх транспортних засобів [9].

Для визначення перспективної інтенсивності руху прийняті дані, що

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		64

наведені у робочому проекті 2008 р., а саме:

2008 рік – 7346 авт./добу, з них вантажні 1594 авт./добу,

автобуси – 134 авт./добу

легкові – 5615 авт./добу

2028 рік – 17338 авт./добу, з них вантажні 3530 авт./добу,

автобуси – 294 авт./добу

легкові – 13514 авт./добу

Середньорічна добова інтенсивність руху автотранспорту наведена в табл.

### 3.4

Таблиця 3.4 - Середньорічна добова інтенсивність руху автотранспорту

Роки	Загальна кількість, шт	Середньорічна добова інтенсивність руху автотранспорту		
		вантажні	автобуси	легкові
2017	10800	2268	183	8349
2028	17324	3490	267	13567
2037	25556	4969	366	20221

Перспективний склад автопарку вантажівок прийнято наступним:

- легкі вантажопідйомністю до 2,5 т - 25%
- середні вантажопідйомністю від 2,5 до 5,0 т - 15%
- важкі вантажопідйомністю від 5,0 до 10,0 т - 25%
- більш 10,0 т - 35%

За розрахункову швидкість руху прийнято 110 км/год.

Основні показники будівництва автомобільної дороги наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Основні показники будівництва автомобільної дороги державного значення Н-31 Дніпро – Царичанка – Кобеляки – Решетилівка, км 15+900 – км 19+400

Найменування	Од. вим.	Кількість
1	2	3
Характер будівництва	-	нове будівництво
Протяжність об'єкта	км	3,5
Протяжність об'єкта поза населених пунктів	км	3,5
Інтенсивність автотранспорту: 2017 р.	авт./добу	10800
2037 р.	авт./добу	25556
Категорія дороги	-	I-б
Розрахункова швидкість руху:		
поза населених пунктів	км/год.	110
в населених пунктах	км/год	-
Кількість смуг руху	шт.	4
Ширина проїзної частини	м	2x7,50
Висота земляного полотна	м	1,62-5,29
Геометричні параметри:		
- максимальний поздовжній ухил;	‰	14
- мінімальні радіуси кривих:		
горизонтальних		
вертикальних:	м	1500
опуклих	м	16900
увігнутих	м	9300
Штучні споруди: МГК отв. 6,06x3,07	шт/м	1/43,29
Пересічення та примикання:	шт	1
в одному рівні		
Тривалість закінчення будівництва	міс.	14
Кошторисна вартість будівництва	тис.грн	292865

### 3.3 Організація контролю якості

Висока якість і надійність споруджень повинна забезпечуватися будівельною організацією шляхом здійснення комплексу технічних, економічних та організаційних заходів ефективного контролю на всіх стадіях створення будівельної продукції.

Виробничий контроль виконання будівельно - монтажних робіт повинен включати вхідний контроль робочої документації, конструкцій, виробів, матеріалів і обладнання. Вхідний контроль покладається, як правило, на службу виробничо - технологічної комплектації й виконується на комплектувальних базах або безпосередньо на підприємствах - виробниках.

При вхідному контролі будівельних конструкцій виробів і обладнання, перевіряється оглядом їх відповідність стандартам або інших нормативних документів, а також наявність і зміст паспортів, сертифікатів і інших супровідних документів.

Оперативний контроль повинен здійснюватися в ході виконання будівельних процесів або виробничих операцій і забезпечувати своєчасне виявлення дефектів і вживати заходів по їхньому усуненню й попередженню. При операційному контролі слід перевіряти операційне дотримання технології виконання будівельно - монтажних процесів, відповідність виконаних робіт робочим кресленням, будівельним нормам, правилам і стандартам.

Схема операційного контролю повинна містити:

- ескізи конструкцій із зазначенням відхилень, що допускаються, у розмірах і необхідної точності вимірів, а також відомості по необхідних характеристиках якості матеріалів;
- перелік операцій або процесів, якість виконання яких повинен перевірити виконавець робіт (майстер);
- дані про склад, строки й вказівки про способи контролю;
- перелік операцій або процесів, контрольованих за участю будівельної

									Аржун
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				67

лабораторії й геодезичної служби.

- перелік схованих робіт, що підлягають огляду зі складанням акту.

При приймальному контролі проводиться перевірка і оцінка якості виконання будівельно-монтажних робіт, а також відповідних конструкцій.

Керування якістю будівельно-монтажних робіт повинне здійснюватися будівельною організацією й включати сукупність заходів, методів і засобів, спрямованих на забезпечення відповідності якості будівельно-монтажних робіт і закінчених будівництвом об'єктів вимогам нормативних документів і проектною документації.

За результатами контролю якості будівельно-монтажних робіт повинні розроблятися заходи що до усунення виявлених дефектів. При цьому враховуються також вимоги авторського нагляду й контролю що діють на підставі спеціальних положень.

Під час будівництва дороги і в кінці завершення будівельних робіт (рис. 3.13) готується виконавча документація, яка включає в себе:

- всі креслення для виконання будівельних робіт;
- розрахунки, що використовуються в стадії будівництва;
- план по забезпеченню якості;
- журнали контролю якості (топографічні перевірки, матеріали);
- журнали записи перевірок у зв'язку з планом управління навколишнім середовищем;
- результати випробувань, проведених поза рамками аудитів;
- документація з прийому робіт.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		68



Рисунок 3.13. Контроль при завершенні укладання дорожнього одягу

Для встановлення міцності існуючого дорожнього одягу, проведено вимірювання модуля пружності методом статичного навантаження із застосуванням штапкового обладнання «Infratest» (рис. 3.14). Штапкове обладнання (гідравлічний поршень типу LFO 16/160 №00092509 з ручним насосом LH2/09-50, № 06/06/10) з манометром 250 bar (клас точності 1,0) повірка UA/34/190206/000203 дійсна до 06.02.2020.



Рисунок 3.14 – Вимірювання модуля пружності на поверхні асфальтобетонного покриття на автомобільній дорозі Н-31, Дніпропетровська область

Середнє значення модуля пружності на даній ділянці становить 217 МПа, розрахунковий модуль - 464 МПа.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## 4 РЕАЛІЗАЦІЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ В ПРОЕКТІ АВТОДОРОГИ Н-31 ДНІПРО-ЦАРИЧАНКА-КОБЕЛЯКИ-РЕШЕТІЛІВКА

### 4.1 Методика визначення максимального похилу підйому дороги

На етапі проектування автодороги може виконуватись науково-технічний супровід - виконання перевірних та дублюючих розрахунків. Виконаємо перевірку проекту автодороги відповідності вимогам будівельних норм щодо визначення найбільшого поздовжнього похилу дороги.

Автомобільна дорога повинна забезпечити вигідний та безпечний рух автомобіля з максимальними технічно можливими для них швидкостями. Енергія згоряння палива у циліндрах двигуна витрачається на подолання сил опору руху автомобіля по дорозі та на подолання сил опору у трансмісії від колінчастого валу двигуна до ведучих коліс. Необхідно, щоб енергія, яка виробляється, була більшою від енергії, яка витрачається на подолання опорів рухові - умова руху автомобіля.

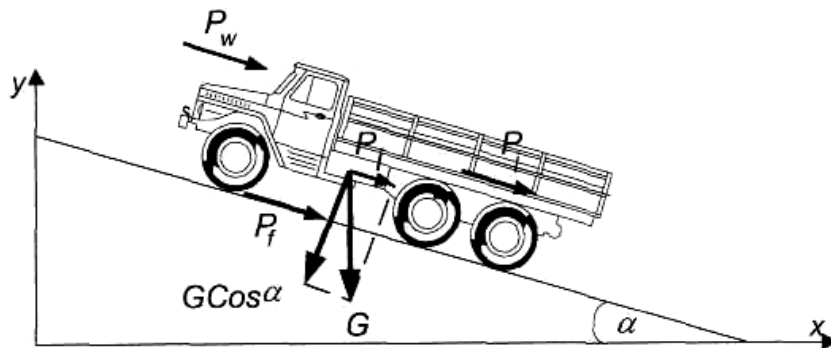


Рисунок 4.1 - Сили, які чинять опір руху автомобіля

Під час руху автомобіля на нього діють такі сили опору [11] (рис. 4.1):

$$P_f - \text{сила опору коченню: } P_f = fG \quad (4.1);$$

$$P_i - \text{сила опору руху на підйом: } P_i = G \operatorname{tg} \alpha = \pm G i \quad (4.2);$$

$$P_w - \text{сила опору повітря: } P_w = CFV^2 \rho = kFV^2 \quad (4.3);$$

$$P_j - \text{сила опору інерційних мас: } P_j = ma\delta = \frac{G}{g} \delta \frac{dV}{dt} = \delta G j \quad (4.4).$$

У формулах (4.1) - (4.4)

$f$  - коефіцієнт опору кочення (залежить від рівності, жорсткості покриття і тиску повітря в шинах);

$G$  - вага автомобіля з вантажем;

$i$  - поздовжній похил дороги ( $i = \text{tg } \alpha$ );

$C$  - коефіцієнт, який враховує форму й обтічність автомобіля;

$\rho$  - густина повітряного середовища;

$k = C \rho$  - коефіцієнт опору повітря;

$F$  - площа «лобової» проекції автомобіля, м<sup>2</sup>;

$V$  - швидкість руху автомобіля, м/с;

$j$  - відносне прискорення руху автомобіля:  $j = \frac{1}{g} \frac{dv}{dt}$ ;

$a$  - прискорення автомобіля м/с<sup>2</sup>,  $a = \frac{dv}{dt}$ ;

$g$  - прискорення сили тяжіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$\delta$  - коефіцієнт, який враховує вплив обертових частин автомобіля.

Подолання усіх опорів під час руху автомобіля відбувається за рахунок ефективної потужності  $N$ , яка розвивається на колінчастому валу крутним моментом  $M$ .

Крутному моменту  $M$  відповідає пара сил  $P_a$  з плечем  $r$  (рис. 4.2), одна з яких урівноважується силою тертя шини на поверхні дороги, друга - є силою, яка називається тяговою і приводить автомобіль до руху.



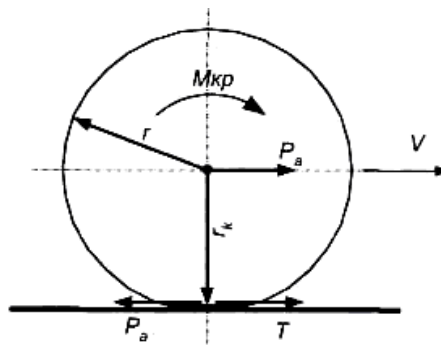


Рисунок 4.2 - Тягове зусилля на ведучих колесах автомобіля

Оцінка тягово-швидкісних властивостей автомобіля здійснюється на основі методу силового балансу, який заснований на співвідношенні сили тяги, що забезпечує рух автомобіля, і сил опору цьому рухові.

Умова силового балансу, тобто рівності зовнішніх і внутрішніх сил, виражається залежністю:

$$P_a = P_f \pm P_i + P_\omega + \pm P_j \quad (4.5)$$

В залежності від співвідношення зовнішніх опорів здійснюється рух з постійною швидкістю або розгін, або гальмування.

Перенесемо величину опору повітряного середовища в ліву частину рівняння (4.5) і підставивши значення опорів (формули 4.1-4.4), отримаємо:

$$P_a - P_\omega = fG \pm iG \pm jG \quad (4.6).$$

Тягові якості автомобіля характеризуються динамічним фактором  $D$  – різницею між повною силою тяги на ведучих колесах  $P_a$  і опором повітряного середовища  $P_\omega$ , віднесеною до одиниці ваги автомобіля [11]

$$D = \frac{P_a - P_\omega}{G} = f \pm i \pm j \quad (4.7).$$

Динамічний фактор характеризує резерв тягового зусилля автомобіля, що рухається зі швидкістю  $V$ , який може бути витрачений на подолання дорожніх опорів  $(f \pm i)$  і на відносне прискорення автомобіля  $j$ .

Сила тяги і опір повітря залежать від швидкості руху, тому величина динамічного фактору  $D$  змінюється зі зміною швидкості.

Під час рівномірного руху прискорення дорівнює нулю і динамічний фактор

$$D = f \pm i \quad (4.8).$$

Графік залежності величини динамічного фактору від швидкості руху при повному завантаженні автомобіля називають динамічною характеристикою, яка використовується при тягових розрахунках як основний показник якості автомобілів.

За допомогою графіків динамічних характеристик автомобілів можна розв'язувати такі задачі:

- визначити максимальну швидкість рівномірного руху автомобіля, використовуючи заданий коефіцієнт опору кочення і позовжній похил дороги;
- визначити максимальний похил підйому дороги за заданих швидкості руху і коефіцієнту опору коченню;
- визначити можливу величину прискорення на кожній передачі;
- визначити швидкість і час руху автомобіля залежно від позовжнього профілю дороги.

Для руху автомобіля необхідно, щоб тягова сила  $P_a$ , яка передається на ведучі колеса, дорівнювала або була меншою від сили тертя (зчеплення) між ведучими колесами і поверхнею дороги  $T$  (рис. 4.2). Максимальна сила зчеплення  $T_{\max}$  пропорційна навантаженню на ведучі колеса автомобіля  $G_{зч}$  (зчіпна вага автомобіля):

$$T_{\max} = \varphi G_{зч},$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт позовжнього зчеплення колеса з дорогою.

Зчіпна вага автомобіля із задніми ведучими колесами дорівнює для легкових автомобілів 0,50-0,55, для вантажних 0,65-0,70 від повної ваги

									Аржун
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				73

автомобіля.

Для руху автомобіля без ковзання і буксування сила тяги автомобіля повинна бути меншою від сили зчеплення

$$D_{зч} = \varphi \frac{G_{зч}}{G} - \frac{P_{\omega}}{G} \quad (4.9)$$

$$\text{Отже, } P_a = \frac{M_{сп}}{r_k} = \frac{M_{ік} \cdot i_0}{r_k} \eta \quad \text{або} \quad P_a = \frac{270N\eta}{V} \quad (4.10),$$

де  $M$  - крутний момент на ведучих колесах, кГм;

$i_k$  - передатне число коробки передач (змінне) (табл. 3.4);

$i_0$  - передатне число головної передачі (постійне) (табл. 4.1);

$r$  - радіус ведучого колеса з урахуванням деформації шини (в середньому 0,93-0,96 радіуса колеса в недеформованому стані);

$\eta$  - ККД трансмісії (для вантажних автомобілів і автобусів дорівнює 0,8-0,85 і для легкових -0,85-0,90);

$V$  - швидкість руху, км/год.

## 4.2 Вихідні дані для виконання розрахунків

Використовуючи рекомендації ДСТУ 8824:2019 [9], були визначені інтенсивність руху та склад транспортного потоку (див. розділ 3). Склад і характеристики автомобілів в транспортному потоці наведено в табл. 4.1. Із всіх автомобілів найбільшу вантажопідйомність має тягач з причепом МАЗ 642208-020 +МАЗ 93892 – 48, 6 тонн. МАЗ 642208 – сідельний тягач із колісною формулою 6 на 4, призначений для міжміських та міжнародних транспортувань. Модель є покращеною версією популярного автомобіля МАЗ 6422, розробка якого завершилася у 1977 році.

Приймаємо наступні вихідні дані:

1 Сідельний тягач МАЗ-642208-020 з причепом МАЗ 93892 призначений для перевезення різноманітних вантажів у складі автопоїзда.

2. Тип покриття – асфальтобетон;

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				74

3. Швидкість руху – встановлюється розрахунком;
4. Вага автомобіля з повним вантажем  $G = 48600$  кгс;
5. Коефіцієнт опору кочення  $f = 0,015$ .

Таблиця 4.1 – Склад і характеристики автомобілів в транспортному потоці

Марка автомобіля	Вантажопідйомність, тонн	Кількість, авт.	Коеф. Вантаж	Коеф. пробігу	Зростання інтен.	Коеф. привед.
Легковий автомобіль	-	3522	1.0	1.0	1.040	0.000
Мікроавтобус	-	99	1.0	1.0	1.040	0.000
ГАЗ 32213 ГАЗель	3.5	64	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Vario 800	7.5	71	1.0	1.0	1.040	0.025
NEOPLAN N 117 Spaceliner	18.5	65	1.0	1.0	1.040	0.911
FIAT Ducato 14 2.8 D	3.3	212	1.0	1.0	1.040	0.001
FORD Transit FT 150 2.5 D	3.2	317	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Sprinter 200-300	3.5	225	1.0	1.0	1.040	0.001
MERCEDES-BENZ Sprinter 400	4.6	155	1.0	1.0	1.040	0.004
IVECO EuroCargo ML 80E18	8.6	110	1.0	1.0	1.040	0.065
RENAULT Midliner S 135-08A	7.5	142	1.0	1.0	1.040	0.019
IVECO EuroCargo ML 135E18W	13.5	12	1.0	1.0	1.040	0.449
MAN L2000 8.163	8.0	22	1.0	1.0	1.040	0.052
MAN M2000 12.163	12.0	43	1.0	1.0	1.040	0.278
SCANIA P94 4x2 220	20.5	29	1.0	1.0	1.040	3.559
КрАЗ 6510	24.9	29	1.0	1.0	1.040	2.011
DAF XF FT 95.530 + Sommer SW 240	44.9	92	1.0	1.0	1.040	1.540
IVECO EuroStart LD 440E52T +Schmitz Cargobull SCO 24	42.3	123	1.0	1.0	1.040	1.899

MAN F2000 19.372 +Sommer SP 240	41.9	153	1.0	1.0	1.040	2.003
<b>MA3 642208-020 +MA3 93892</b>	<b>48.6</b>	<b>211</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.040</b>	<b>2.228</b>
SCANIA 113HA +Kogel SVKT 24 P 10	37.4	178	1.0	1.0	1.040	1.617
MAN F2000 23/314 +KOGEL AN18P	41.0	44	1.0	1.0	1.040	2.220
MERCEDES-BENZ Atego 2528 + Kassbohrer	40.0	46	1.0	1.0	1.040	1.941

Інші технічні дані наведені в табл. 4.2.

Таблица 4.2 - Технические характеристики седельного тягача MA3-642208-020

Показатель	Значение
Колёсная формула:	6x4
Полная масса автопоезда, кг	44 000 (52 000)*
Масса снаряженного автомобиля, кг	9 600
Полная масса автомобиля, кг	24 500 (26 500)*
Распределение полной массы:	
- на переднюю ось, кг	6 500
- на заднюю ось, кг	18 000 (20 000)*
Нагрузка на седло, кгс	14 700 (16 700)*
Двигатель	ЯМЗ-7511.10 (ЕВРО-2)
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	294 (400)
Максимальный крутящий момент, Нм (кгсм)	1715 (175)
Коробка передач	MA3-543205
Число передач КП	9
Передаточное число ведущего моста	3,97
Контрольный расход топлива, л/100 км при V = 60 км/ч	34,2
Контрольный расход топлива, л/100 км при V = 80 км/ч	47,3
Размер шин	11,0R20
Максимальная скорость, км/ч	100*
Топливный бак, л	500
Тип кабины	большая
Основной применяемый полуприцеп	MA3-93866

\* - Допускается конструкцией

**4.3** Визначення максимальної швидкості автомобіля, що відповідає поздовжньому похилу дороги 14‰

Поздовжній похил може бути визначений за формулою (4.8)  $D = f \pm i$ . Динамічний фактор визначається як різниця між силою тяги  $P_a$  і силою опору повітря  $P_w$ , поділена на вагу автомобіля  $G$  (формула 4.7).

З табл. 2 для сідельного тягача МАЗ-642208-020 приймаємо:  $N = 400$  к.с.,  $\eta = 0,84$ ,  $V = 100$  км/год.

$$\text{Тоді за формулою (4.10) } P_a = \frac{270N\eta}{V} = \frac{270 \cdot 400 \cdot 0,84}{100} = 90720 \text{ кГс}$$

$$\text{Опір повітря залежить від швидкості руху і дорівнює } P_w = \frac{kFV^2}{3,6^2},$$

де  $V$  - швидкість руху, км/год;

$F$  - лобова площа автомобіля, м<sup>2</sup>;

$k$  - коефіцієнт обтічності автомобіля або коефіцієнт опору.

Для заданого автомобіля за даними роботи [2, табл. 3.2] приймаємо  $k = 0,06$  кГс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $F = 6$  м<sup>2</sup>.

$$\text{Тоді } P_w = \frac{0,06 \cdot 6 \cdot 100^2}{3,6^2} = 277,8 \text{ кГс.}$$

$$\text{Динамічний фактор за формулою (4.7) } D = \frac{250,7208,9}{6950} = 0,013.$$

$$\text{З формули (4.8) } i_{\max} = D - f, \text{ звідки } i_{\max} = 0,013 - 0,015 = -0,002$$

Величина динамічного фактору від'ємна, тому виконаємо розрахунки для різних швидкостей руху, табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Динамічні характеристики автомобіля МАЗ-642208-020

V, км/год	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Pa, кГс	1814.4	1649.5	1512.0	1395.7	1296.0	1209.6	1134.0	1067.3	1008.0	954.9	907.2
Pw, кГс	69.4	84.0	100.0	117.4	136.1	156.3	177.8	200.7	225.0	250.7	277.8
D	0.036	0.032	0.029	0.026	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013
f	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Imax	0.021	0.017	0.014	0.011	0.009	0.007	0.005	0.003	0.001	-0.001	-0.002

За даними табл. 4.3 побудовані графіки для наочності й наступного аналізу (рис. 4.3-4.5)

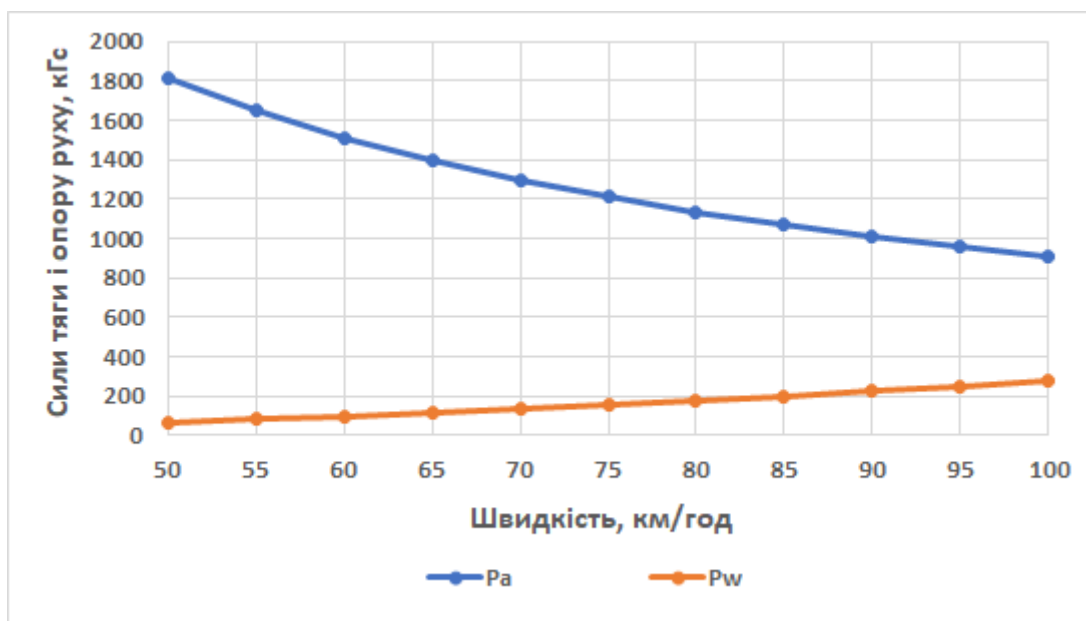


Рисунок 4.3 – Залежність сили тяги і опору руху від швидкості

З рис. 4.3 випливає, що при збільшенні швидкості сила тяги на ведучих колесах автомобіля  $P_a$  зменшується, а сили опору руху  $P_w$  зростають. Різниця ( $P_a - P_w$ ) віднесена до одиниці ваги автомобіля, що рухається зі швидкістю  $V$  є динамічним фактором  $D$ , який може бути витрачений на подолання дорожнього опору  $f$  і на пришвидшення автомобіля (рис. 4.4).

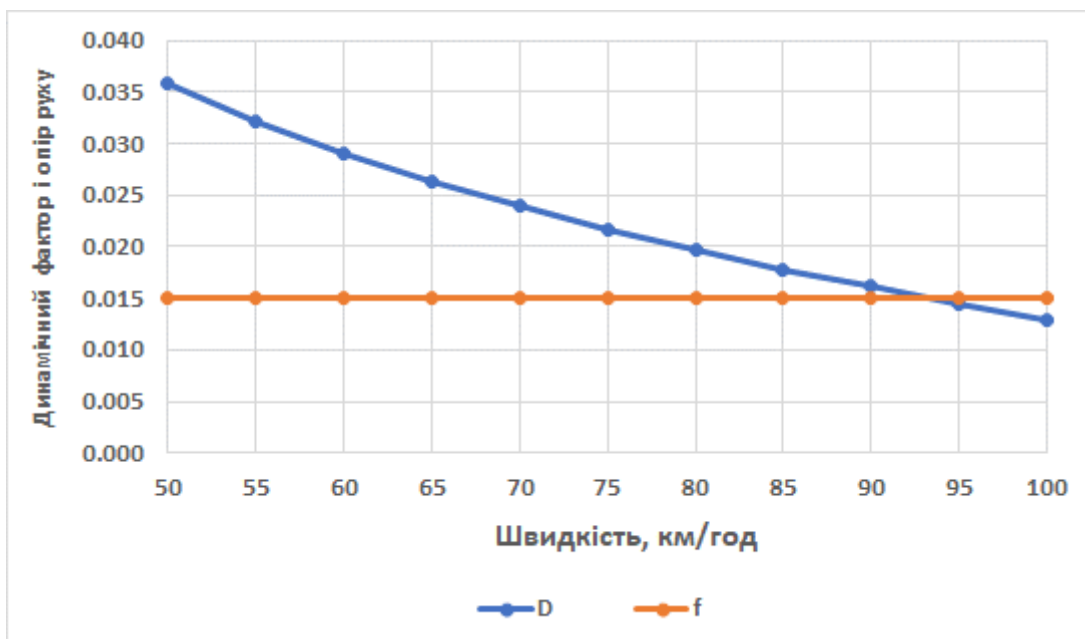


Рисунок 4.4 – Залежність динамічного фактору від швидкості руху

З формули (4.8) розраховано поздовжній похил дороги  $i_{\max} = D - f$ , який може бути прийнятий в залежності від встановленої швидкості руху автомобіля.

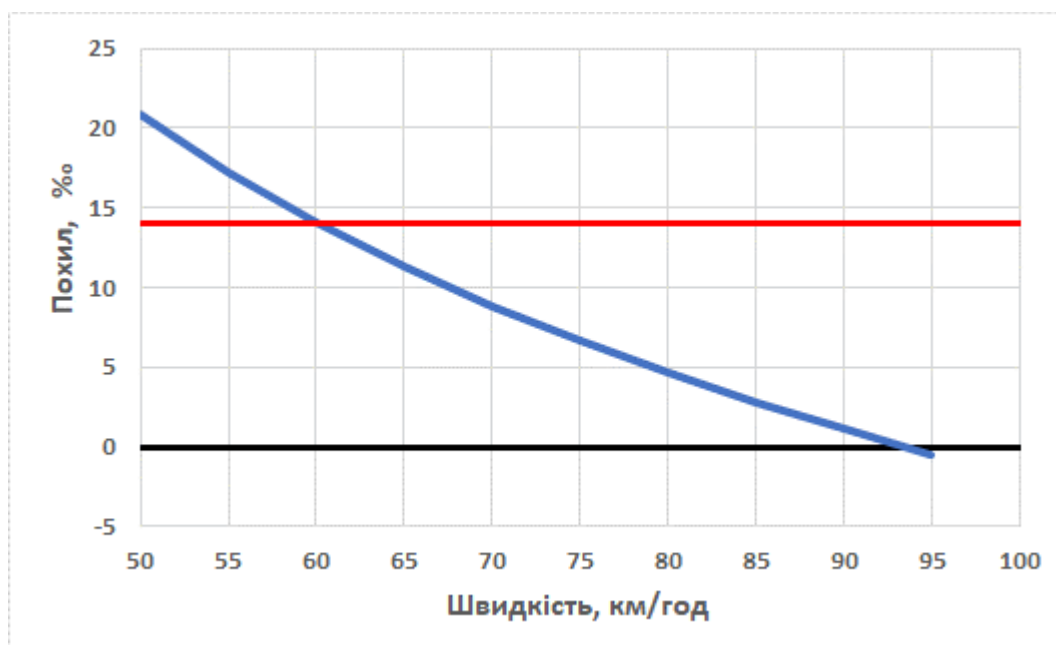


Рисунок 4.5 – Залежність похилу від швидкості руху автомобіля



З рис. 4.5 можна встановити, що при керівному похилу прийнятому в проєкті 14‰ максимальна швидкість руху тягача з причепом буде 60 км/год.

Одержаний динамічний фактор не повинен перевищувати питомого тягового зусилля на ведучих колесах, який визначається за умови зчеплення.

Розрахунок виконуємо для поганого стану покриття дороги. Для брудного і мокрого покриття за даними роботи [2, табл. 3.6] приймаємо  $\varphi=0,2$ . Прийmemo швидкість руху 60 км/год, тоді сили опору з табл. 4.3  $P_w = 100,0$  кГс.

Зчіпна вага  $G_{зч}$  для вантажних автомобілів МАЗ-642208-020 дорівнює  $G_{зч} = 0,65 \cdot 6950 = 31590$  кГс.

Тоді динамічний фактор за формулою (4.9)

$$D_1 = 0,2 \frac{31590}{48600} - \frac{100,0}{48600} = 0,130 - 0,002 = 0,128,$$

що значно перевищує значення динамічного фактору  $D$ , розрахованого за умови використання потужності двигуна.

Відповідно до поставленого завдання перевірці підлягає похил автодороги. Для запроектованої автомобільної дороги, по якій у транспортному потоці переважають вантажні автомобілі заданого типу розрахунковий похил дороги склав 14 ‰, що менше значень, які встановлені нормативними вимогам ДБН В.2.3-4:2015 в залежності від розрахункових швидкостей.

#### **4.4 Проведення дублюючих розрахунків з метою перевірки правильності прийняття технічних рішень в проєкті автодороги**

##### **4.4.1 Загальні положення**

На сьогодні актуальним є завдання заощадження енергії, починаючи зі стадії проектування автодороги і закінчуючи умовами експлуатації автомобільного транспорту.

Відповідно до табл. 4.1 перевезення вантажів можуть здійснюватися різним рухомим складом: МАЗ 642208-020 +МАЗ 93892, SCANIA 113НА +Kogel SVKT 24 P 10 MAN F2000 23/314 +KOGEL AN18P, MERCEDES-BENZ Atego

									Аркуш
									80
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

2528 + Kassbohrer та ін.

У якості прикладу розглядається транспортування вантажів по ділянці Дніпро-Решетілівка тягачами МАЗ 642208-020 з напівпричепами вантажопідйомністю 40 тонн.

Поздовжній профіль і план автодороги задається. Швидкість руху, витрати дизельного палива і час руху визначаються тяговими розрахунками.

Для виконання тягових розрахунків в даній роботі використовується програма MoveRW, яка включає три модулі. За допомогою першого модулю встановлювались допустимі швидкості руху в кривих. Другий модуль використовується для проведення моделювання руху різних транспортних засобів. Режим ведення автомобіля показується на кривій швидкості різним кольором. Третій модуль дозволяє виводити результати розрахунків з побудовою кривої швидкості руху автопоїзда для подальшого аналізу.

#### 4.4.2 Методика виконання дослідження

Для виконання тягових розрахунків задаються такі вихідні дані:

Параметри поздовжнього профілю. Відомості про профіль колії записуються у файл [ім'я файлу]. prf у такій послідовності: кількість елементів, початкова відмітка (м), початковий пікет (км), похил (‰), довжина ділянки (м). Зразок вікна вигляду профілю у програмі «MoveRW» зображено на рис. 4.6.

									Аркуш
									81
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

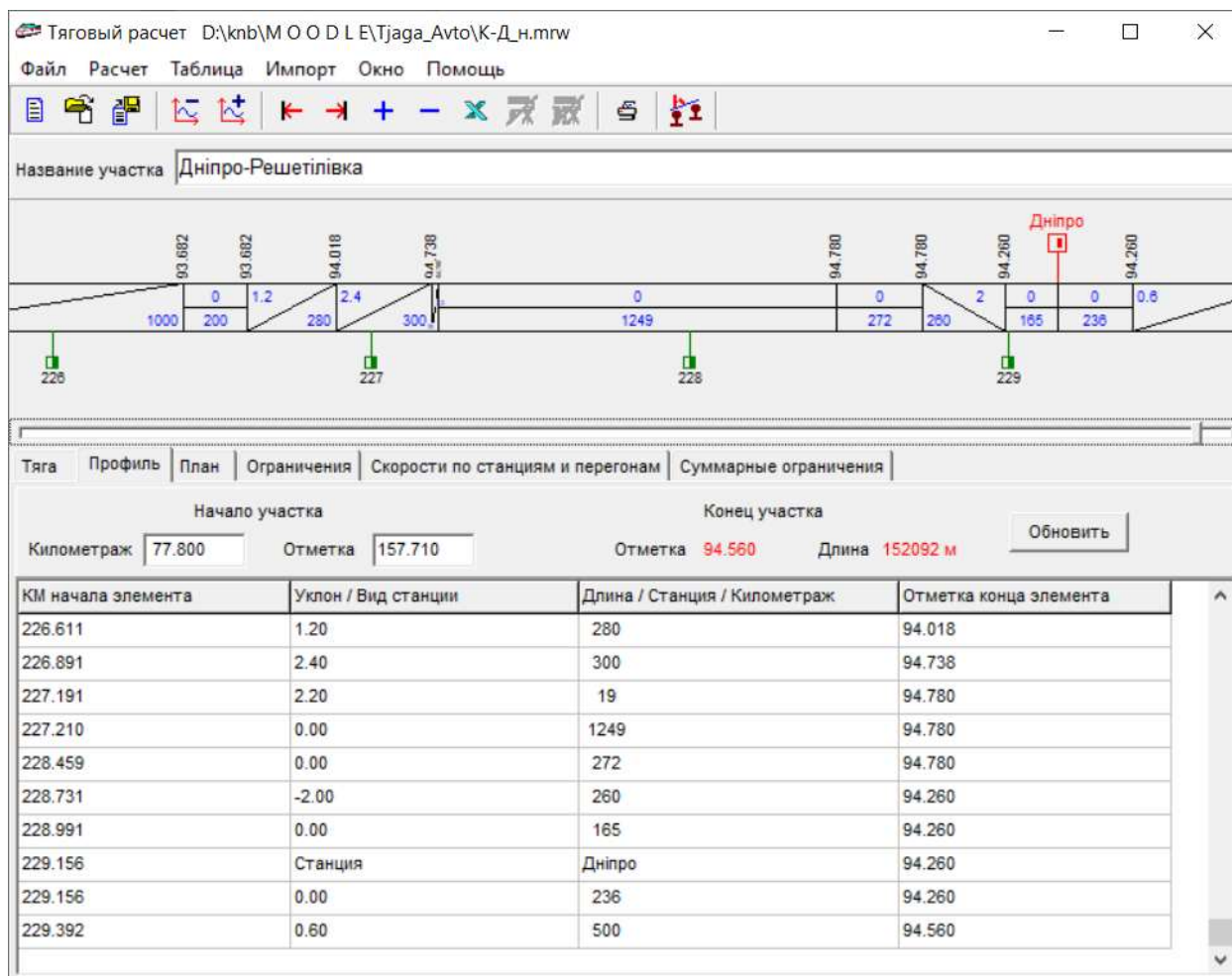


Рисунок 4.6 - Фрагмент параметров профілю

**Параметри плану лінії.** Відомості про план записується у файл [ім'я файлу]. сир інформація про план лінії включає такі дані: кількість елементів (прямих і кривих), радіус кривої, довжина кругових та перехідних кривих, підвищення зовнішньої рейки в кривих та довжина прямих ділянок. Якщо зустрічається пряма, то замість радіусу вводиться нуль, а в графу «довжина кривої» заноситься довжина прямої (рис. 4.7)

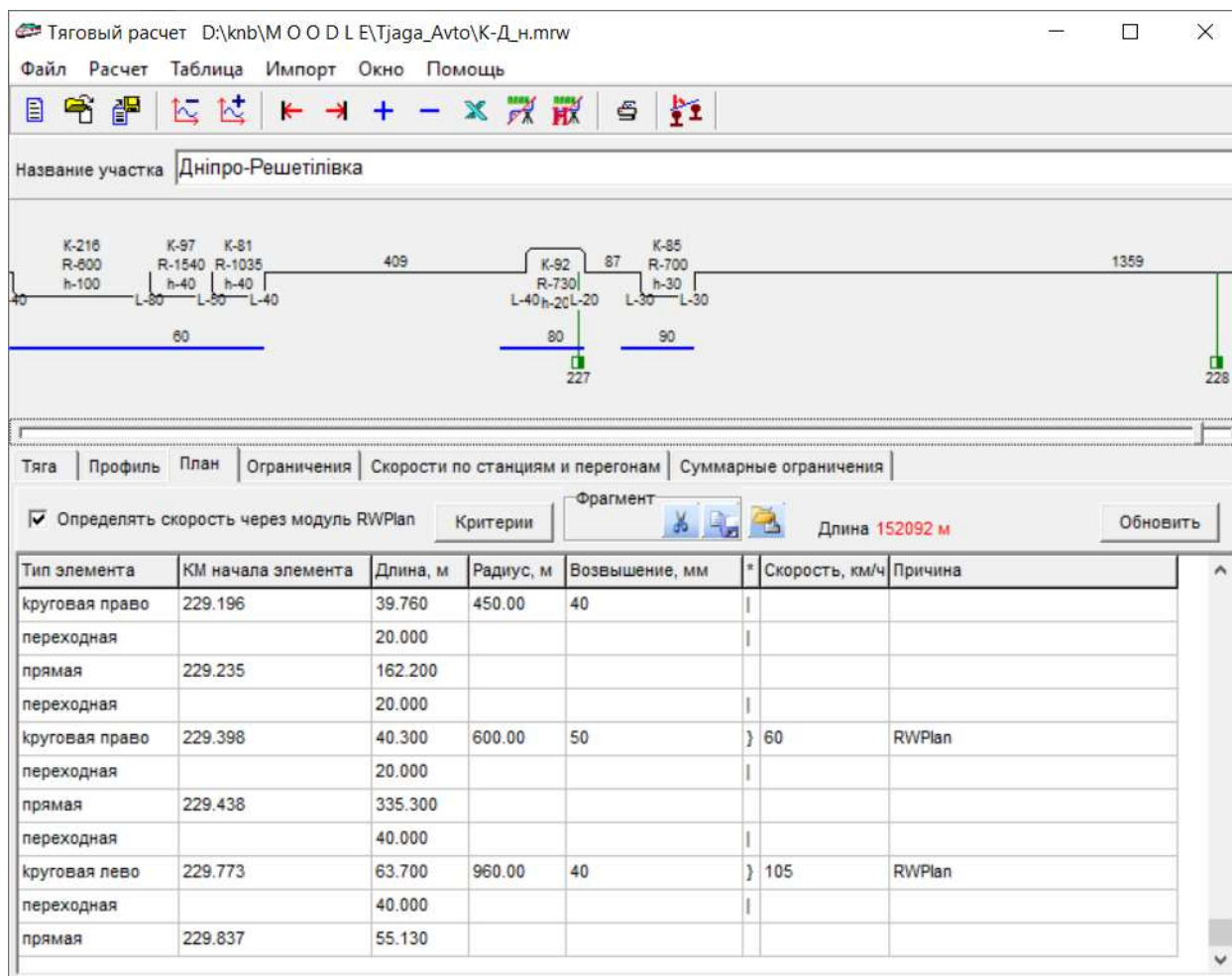


Рисунок 4.7 - Фрагмент плану лінії

**Обмеження швидкості.** Значення обмежень вводяться в табличній формі і являють собою ланцюжок елементів – довжина (у метрах) і максимально допустима швидкість на цьому протязі (у км/год). Обмеження швидкості в кривих визначаються в програмі автоматично, обмеження по іншим бар’єрним місцям вводяться вручну.

**Тягова характеристика автомобіля-тягача.** Відповідно до завдання необхідно ввести в програму MoveRW значення сили тяги автомобіля для відповідної швидкості руху.

Для прикладу розглянуто автомобіль-тягач МАЗ 642208-020 виробництва Білорусь, Мінськ. Максимальна швидкість 100 км/год. Двигун – дизельний.

Тягова характеристика автомобіля це залежність  $P_T = f(v)$  (рис. 4.8), де сила  $P_T$  при побудові тягової характеристики визначається з рівняння силового

балансу автомобіля, який має вид [12]:

$$P_T = P_f + P_h + P_w + P_j, \quad (4.11)$$

де  $P_f$  – сила опору коченню;

$P_h$  – сила опору при русі на підйом;

$P_w$  – сила опору повітря;

$P_j$  – сила опору розгону.

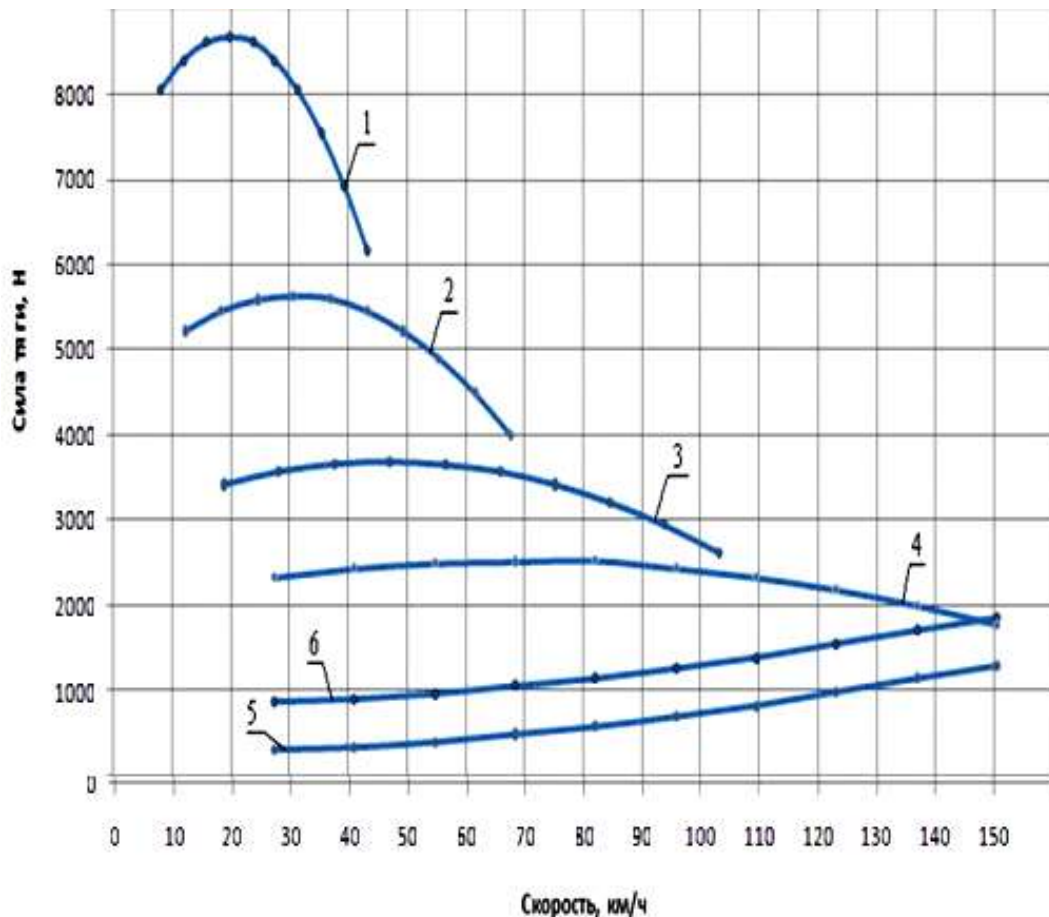


Рисунок 4.8 – Тягова характеристика автомобіля:  
1, 2, 3, 4 – сила тяги відповідно на 1, 2, 3 і 4-й передачі; 5 – сила опору руху на горизонтальній ділянці дороги; 6 – сила опору руху на керівному похилі

Після введення паспортних даних тягача з напівпричепом в програму MovRW тягова характеристика має зображення, що показане на рис. 4.9.

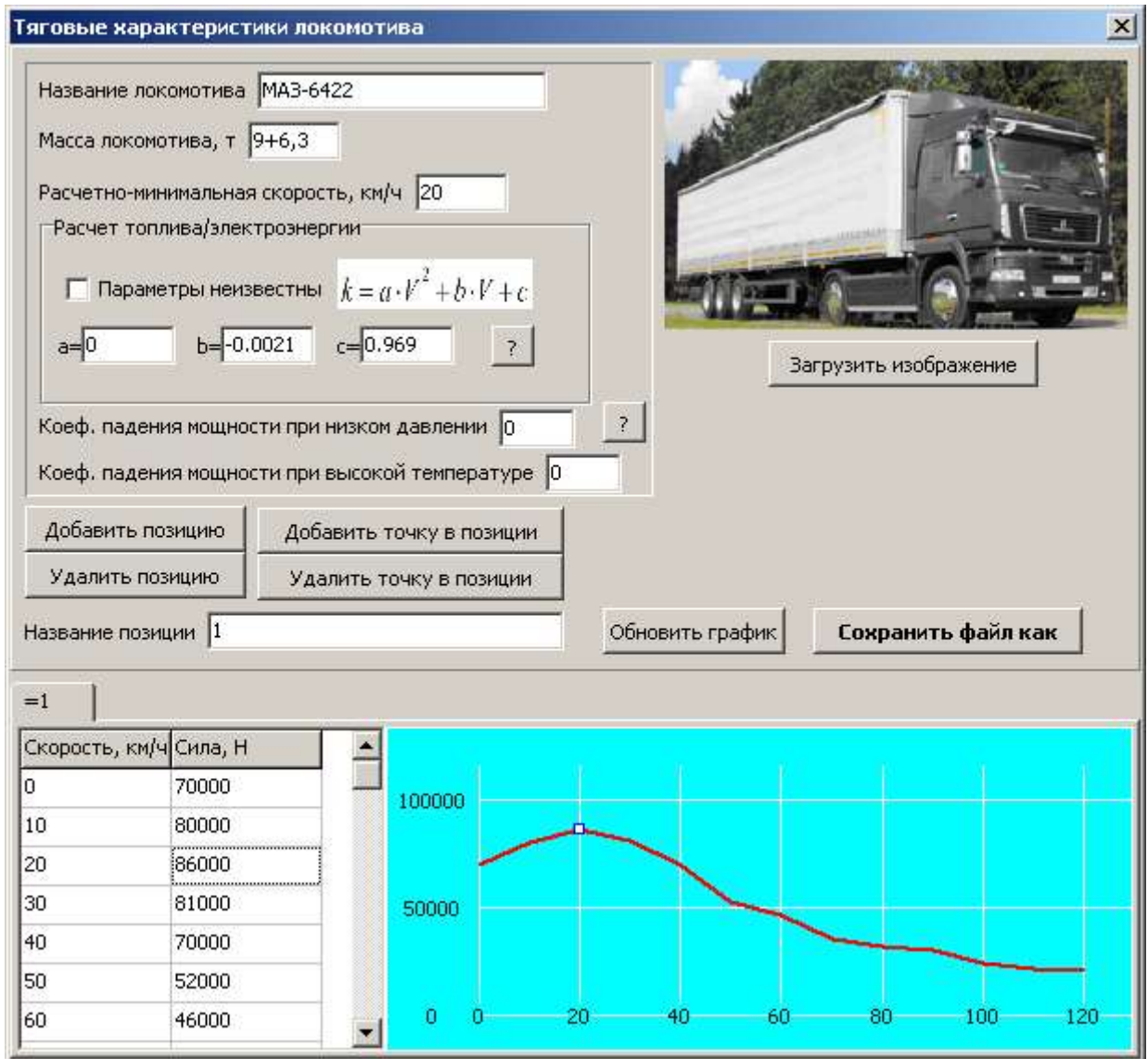


Рисунок 4.9 - Тягова характеристика тягача МА3-6422  
(сила тяги показана в кГс)

#### 4.4.3 Моделювання руху транспортного засобу

Після уведення вихідних даних по профілю, плану й обмеженням швидкості рух (для прикладу): \ Дніпро-Решет.prf, \ Дніпро-Решет.csr, \ Дніпро-Решет.org додатково слід вказати: (на рис. 6 ліворуч) масу поїзда (тягач з причепом – 40 т), довжину автопоїзда (15 м), швидкість руху на початку і в кінці ділянки в прямому й зворотному напрямках (0, 0; 0, 0), напрям руху; на рис. 4.10 – праворуч: тип тягача (МА3-6422), сила тяги за станом автомобіля (100%).

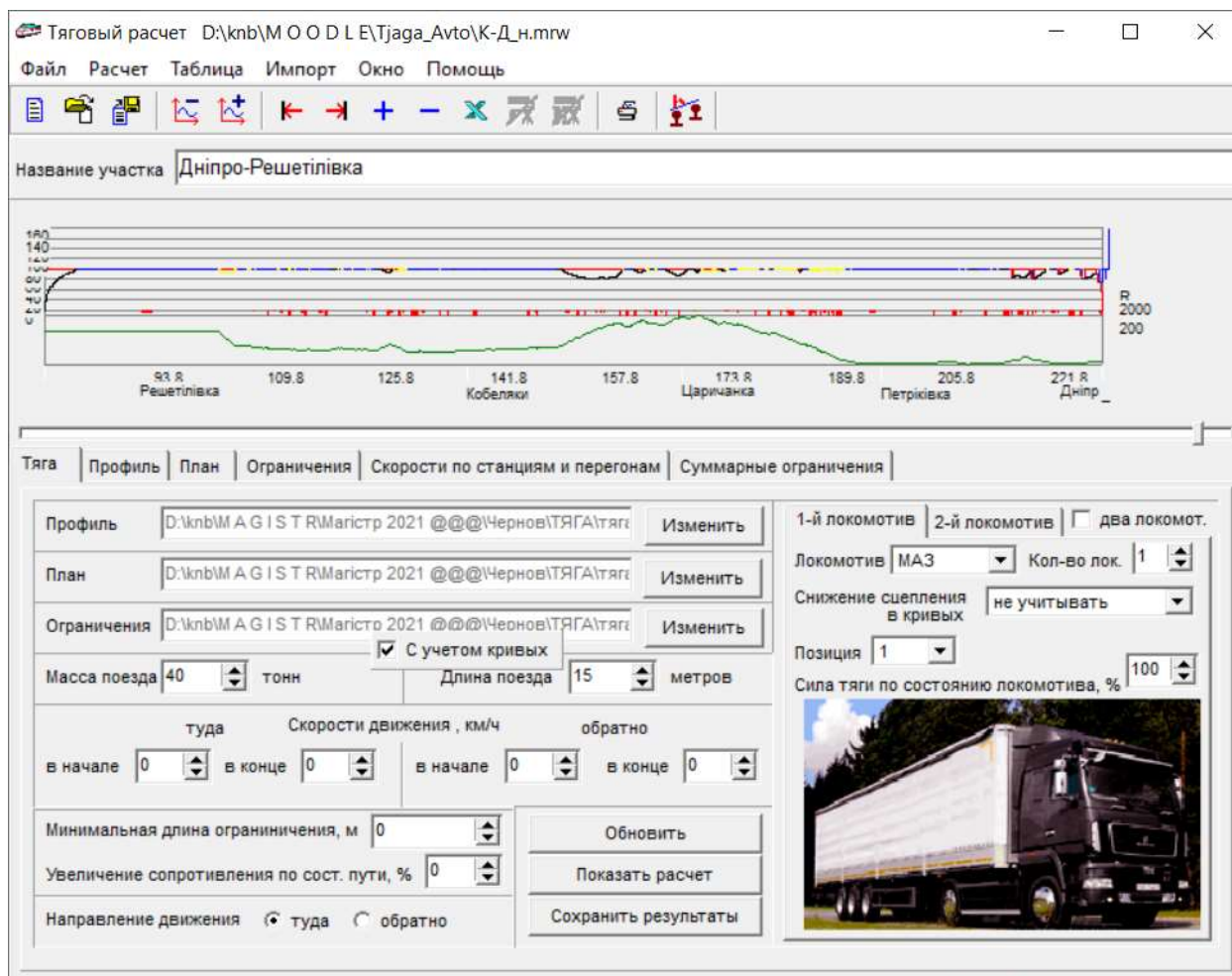


Рисунок 4.10 - Вихідні дані в вікні меню програми для виконання тягових розрахунків

Після уведення всіх даних програма створює текстовий файл результатів та видає графічне зображення кривої швидкості, обмежень та обрис профілю ділянки (рис. 4.11).



Рисунок 4.11 - Графічні результати тягових розрахунків  
(знизу доверху: поздовжній профіль, план лінії, крива швидкості руху)

#### 4.4.4 Аналіз результатів тягових розрахунків

Згідно з завданням при моделюванні руху транспортного засобу можуть розглядатись різні варіанти: тип автомобіля, що планується ввести в перспективі; максимальна швидкість руху, завантаженість тягача з причепом тощо. Для проведення аналізу рекомендується отримані результати для різних варіантів звести в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Результати моделювання руху автомобіля МАЗ-6422 на ділянці Дніпро–Решетілівка (152 км) при різній максимальній швидкості

Характеристика руху	Напрямок руху	Довжина м	V max км/год	Vcp км/год	Витрати палива кг	Мех Робота ткм	Робота гальм ткм	Час хв.
<b>МАЗ-6422, Q = 40 тонн</b>								
Vmax 100 км/год	Дніпро	150970	100	89	21.3	27.2	9.6	101.9
	Решетілівку	150971	100	87	23.8	30.3	7.0	104.3
Vmax 90 км/год	Дніпро	150970	90	83	19.4	24.3	8.3	109.2
	Решетілівку	150971	90	82	22.1	27.6	5.9	111.0
Vmax 80 км/год	Дніпро	150970	80.0	76.0	17.9	22.1	7.9	119.9
	Решетілівку	150971	80.0	75.0	20.9	25.7	5.6	121.2
Vmax 70 км/год	Дніпро	150970	70	67	16.5	19.9	7.5	134.5
	Решетілівку	150971	70	67	19.7	23.6	5.2	135.4
Vmax 60 км/год	Дніпро	150970	60	58	15.2	18.0	7.2	155.0
	Решетілівку	150971	60	58	18.5	21.8	4.9	155.5

За даними табл. 4.4 побудовані відповідні графіки і на основі порівняння (співставлення) проведено аналіз і надані рекомендації.

З позиції енергозбереження представляє цікавість висновок щодо витрат дизельного палива в залежності від максимальної швидкості руху.

Для міжнародного ринку одиницею виміру нафти рахується [барель](#), тобто 158,998 літрів. В середньому з бареля нафти отримують 25–30 літрів дизельного палива. Використовуючи дані табл. 1, можна розрахувати витрати нафти на перевезення вантажу в прямому й зворотному напрямках. Результати розрахунків для транспортування вантажів по ділянці Дніпро-Решетілівка наведені в табл. 4.5.



Таблиця 4.5 – Порівняння витрат дизпалива і часу руху для різних рівнів максимальної швидкості

V max км/год	Дизпаливо, кг	Час руху, хв.	Кількість барелів	Об'єм нафти, л	Збільшення витрат нафти, рази	Збільшення витрат часу руху, рази
100	45.10	206.26	1.64	260.8	1.34	1.00
90	41.50	220.27	1.51	239.9	1.23	1.07
80	38.80	241.10	1.41	224.3	1.15	1.17
70	36.20	269.93	1.32	209.3	1.07	1.31
60	33.70	310.46	1.23	194.8	1.00	1.51

З табл. 4.5 видно, що кожне підвищення швидкості руху на 10 км/год потребує додаткових витрат дизельного палива 2,5-3,5 кг на ділянці довжиною 152 км в прямому й зворотному напрямках. При використанні максимальної швидкості 100 км/год у порівнянні з 60 км/год витрати нафти для виробництва дизельного палива зростають з 1,23 до 1,64 барелів, тобто в 1,5 рази. При цьому виграш у часі руху складе 1,5 год. Остаточне рішення слід приймати на основі техніко-економічних розрахунків, враховуючи кількість транспортних засобів, частоту рейсів тощо. Нагадаємо, що нафта за джерелами походження відноситься до мінеральних, невідновлюваних ресурсів.

Вплив таких факторів як швидкість руху, завантаженість автомобіля і дорожні умови можна оцінити при моделюванні руху транспортних засобів. Для цього в програмі MoveRW необхідно змінити основний питомий опір автомобіля і причепа, а також коефіцієнт тертя, що враховує стан зчеплення коліс транспортного засобу з дорожнім одягом. В основному меню програми вводяться маса автомобіля з причепом з урахуванням роду вантажу, що перевозиться, і коефіцієнта використання вантажопідйомності.

Слід зазначити, що вихідні дані на момент розробки проєкту автомобільної дороги Дніпро-Царичанка-Кобиляки-Решетілівка приймалися детермінованими. При виконанні науково-технічного супроводу може бути врахована динаміка зміни окремих показників, наприклад, швидкості руху і завантаженості транспортних засобів, інтенсивності дорожнього руху та ін.

## 5 ЕКОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ Й БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

### 5.1 Проблема охорони навколишнього середовища

Територією України пролягає сім транспортних коридорів (рис. 5.1).  
Довжина транспортних коридорів 5,27 тис. км.



Рисунок 5.1. Міжнародні транспортні коридори – автомобільні й залізничні

Вирішуючи проблему швидкої й своєчасної доставки вантажів і пасажирів, перш за все по міжнародним транспортним коридорам, транспортно-дорожній комплекс є потужним джерелом забруднення природного середовища. Тому, одним із найважливіших питань у комплексі подальшого розвитку нашого суспільства є проблема охорони навколишнього середовища. Її гострота зростає з кожним роком. З 35 млн тонн шкідливих викидів 89% припадає на викиди автомобільного транспорту і підприємства дорожньо-будівельного комплексу [13].

Умови економічного розвитку та соціальних змін в Україні передбачають необхідність прискореного розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури, яка охоплює автодорожню індустрію, автомобільні дороги і споруди на них, а також самі транспортні засоби. Кожна із цих складових чинить локальну негативну дію на навколишнє середовище, й у цілому дія інфраструктури має не лише регіональний, а й глобальний характер.

Комплекс заходів щодо обмеження негативного впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище повинен бути направлений на збереження здоров'я та інтеграцію української транспортної мережі до загальноєвропейської. Тому виникає нагальна потреба в керованому розвитку автодорожньої інфраструктури з урахуванням екологічної безпеки.

Наслідки негативного впливу автомобілізації почали досліджуватися з 60-х рр. ХХ століття, коли масштаби розвитку транспорту почали впливати на природне середовище. Тоді ж віднесли процес зростання кількості автомобілів до ряду найбільш екологічно небезпечних явищ у діяльності людства.

Визначенням дії автомобільного транспорту на людину й навколишнє середовище, шляхами вирішення цієї проблеми займалися такі вчені, як: І.Є. Євгенєв, Б.Б. Карімов, Г.Л. Осіпов, Н.І. Іванов, Е.І. Павлова й інші. Як показав аналіз впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище, такий напрям досліджень в Україні ще не одержав досить широкого розвитку. Відсутні систематизовані методи дослідження, недостатньо вивчені еколого-економічні аспекти цієї тематики, не розв'язано більшість прикладних завдань, найважливішими з яких є: збереження ландшафту, захист тваринного та рослинного світу й шумозахист населених пунктів.

Автомобільна дорога порушує існуючі в природі основні баланси: біологічний, водний, гравітаційний, радіаційний. У дорожній справі можна виділити чотири напрями, пов'язані з навколишнім середовищем:

1. Поєднання дороги як інженерної споруди з існуючими природними

									Аржуш
									90
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

умовами.

2. Вплив будівництва дороги на сформовану систему споруджень антропогенного характеру.

3. Вплив транспортних засобів, водіїв, пасажирів, пилу, шуму, відпрацьованих газів, пристроїв для забезпечення потреб користувачів транспорту.

4. Вплив технологічних процесів будівництва, ремонту, утримання дороги.

З метою розроблення екологічних принципів проектування потрібно проаналізувати фактори впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище, виявити основні напрями запобігання негативному впливу та запропонувати шляхи вирішення цієї проблеми. Оцінка впливу автомобілізації на навколишнє середовище повинна враховувати те, що за останні два десятиліття масштаби антропогенної діяльності значно зросли і в окремих регіонах земної кулі вже співвіднесені з величиною природних ресурсів. Забезпечуючи комфортні умови для людини, автомобілізація, як категорія суспільного прогресу прямо або побічно, але неминуче негативно впливає на екологічну систему [13]. Прямий негативний вплив транспортної системи виявляється в підвищеному шумові, різноманітних випромінюваннях, викиді шкідливих речовин і дорожньо-транспортних пригодах.

Непрямий вплив транспортних засобів виявляється в тому, що автомобіль щорічно забирає все більше необхідного життєво важливого для людини простору. Залежно від джерела впливу у взаємодії з навколишнім середовищем автодорожній комплекс може змінювати географічний ландшафт, викликати забруднення внаслідок функціонування транспортних засобів, дії спеціалізованого транспорту, від використання засобів проти пилу та ожеледиці, від матеріалів ремонту, створювати шумове забруднення (табл. 5.1).

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Таблиця 5.1 – Вплив автомобільної дороги на навколишнє середовище

<b>Джерело впливу</b>	<b>Спрямованість</b>	<b>Характер</b>
<b>Автомобільна дорога як інженерна споруда</b>	<b>Зміни географічного ландшафту</b>	<b>Не пов'язаний із транспортними засобами, постійний, широкого охоплення, прямий та побічний</b>
<b>Транспортний рух</b>	<b>Забруднення внаслідок транспортних викидів. Шумове забруднення. Пилове забруднення. Фізична небезпека</b>	<b>Залежно від інтенсивності, режимів руху та складу транспортного потоку, постійний, місцевого охоплення, прямий</b>
<b>Технологічні процеси будівництва і реконструкції</b>	<b>Забруднення від викидів спеціалізованого транспорту, відходів виробництва, матеріалів будівництва, будівельного сміття. Виробничий шум. Пилове забруднення. Соціальні незручності. Фізична небезпека</b>	<b>Тимчасовий, інтенсивний, локальний, прямий</b>
<b>Технологічні процеси утримання доріг</b>	<b>Забруднення від використання засобів проти пилу й ожеледиці. Забруднення від матеріалів ремонту. Соціальні незручності при проведенні ремонтних робіт</b>	<b>Тимчасовий, малоінтенсивний, локальний, прямий та побічний</b>

## 5.2 Вплив автомобільної дороги на навколишнє природне середовище

У процесі будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг повинні виконуватися вимоги та передбачатися заходи щодо охорони довкілля згідно з природоохоронним законодавством.

Спрямованість та характер впливу автомобільної дороги на навколишнє природне середовище залежно від джерел впливу характеризує рис. 5.2.

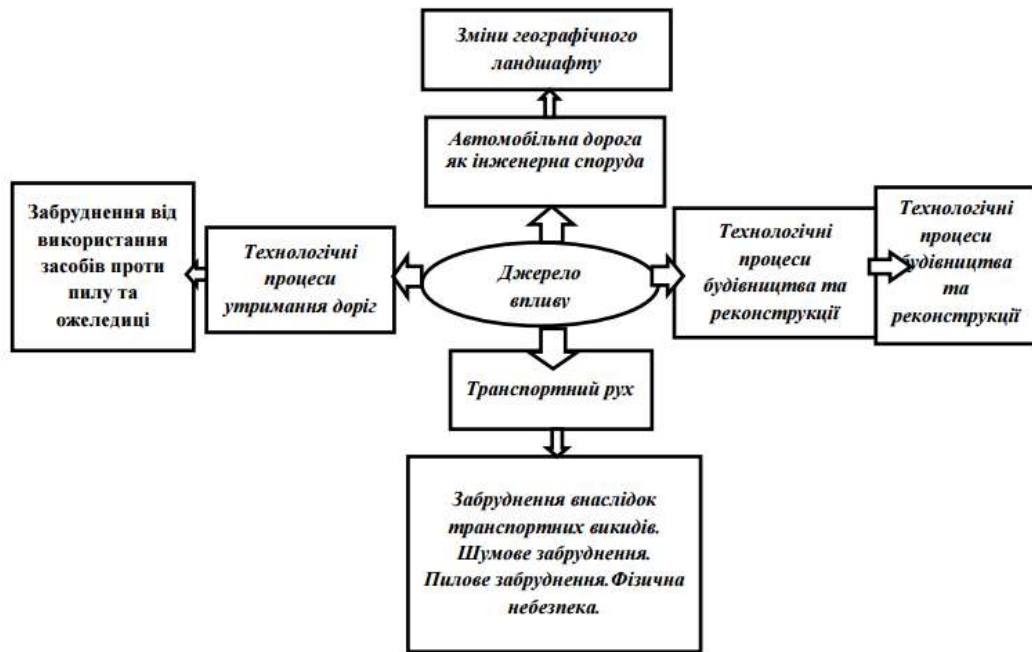


Рисунок 5.2. Вплив автомобільної дороги на навколишнє природне середовище залежно від джерел впливу

При проектуванні автомобільних доріг оцінюванню підлягають усі джерела впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище, хоча масштаби їх дії значно відрізняються.

Інтереси збереження природи і ландшафту повинні враховуватися на всіх етапах проектування, будівництва й утримання доріг згідно із законодавчими актами, нормативними документами і з необхідним дотриманням вимог до технологій.

При цьому необхідно:

- 1) передбачити шкідливий вплив дороги на природу та ландшафт шляхом необхідного трасування й опорядження доріг;
- 2) компенсувати неминучий шкідливий вплив на природу та ландшафт заходами охорони природи й ландшафту, щоб після завершення втручань не залишалося значних або стійких негативних наслідків для природного балансу і щоб природний ландшафт був відновлений або заново сформований з контролем відповідних вимог;
- 3) підтримувати реалізацію цілей охорони природи та ландшафту в

рамках повноважень відповідних дорожніх служб.

Транспорт посів друге місце після промисловості серед антропогенних джерел забруднення на урбанізованих територіях, оскільки постачає в навколишнє середовище величезну частку пилу, сажі, відпрацьованих газів, масел, оксидів важких металів та сотні інших шкідливих сполук, значна частка яких належить до токсичних. Крім цього, на екосистему впливають такі фізичні фактори, як шум, вібрація, електромагнітні поля, які не завжди доступні прямому сприйняттю, й тому часто ігноруються в практичних екологічних дослідженнях і не враховуються при проектуванні.

На території, що прилягає до існуючої автомобільної дороги, виділяються землі, не віднесені до смуги відведення, та придорожні смуги, на яких проявляються впливи дорожніх споруд і транспортних забруднень, – граничні зони впливу автомобільної дороги на навколишнє середовище. До граничних зон впливу віднесені: зона впливу, захисна смуга, резервно-технологічна смуга. За результатами оцінювання екологічного стану існуючої автомобільної дороги й за розрахунками прогнозних рівнів впливу на навколишнє середовище встановлюють екологічний клас автомобільної дороги та виконують порівняльне оцінювання екологічно небезпечних впливів. Характер впливів визначають залежно від спрямованості джерела впливу [14]. Технологічні процеси будівництва і реконструкції, утримання автомобільних доріг мають тимчасовий малоінтенсивний характер та на стан навколишнього середовища суттєво не впливають.

Автомобільний транспорт є основною причиною забруднення ґрунтів свинцем, при цьому у верхній – родючої частини профілю ґрунтів, вміст свинцю особливо великий. Максимальні концентрації свинцю (майже 200 мкг/кг) було відзначено в межах 50 м від дорожнього полотна. Таким чином, *земельні ресурси* виступають як складний екологічний критерій, що дозволяє оцінювати позитивні й негативні впливи автомобілізації на природний сільськогосподарський

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				94

комплекс (рис. 5.3). Особливо важлива ця оцінка при проектуванні мережі місцевих автомобільних доріг. Використання принципів концентрації автотранспортного потоку при розміщенні місцевих доріг може призвести до негативного ефекту, тому що висока щільність їх мережі сприяє поширенню шкідливого впливу автомобілів на ґрунти. Виникає потреба у здійсненні спеціальної екологічної оптимізації мережі місцевих доріг, що особливо важливо, оскільки ґрунтові дороги щорічно переорюють за вимогами зміни структури землекористування.

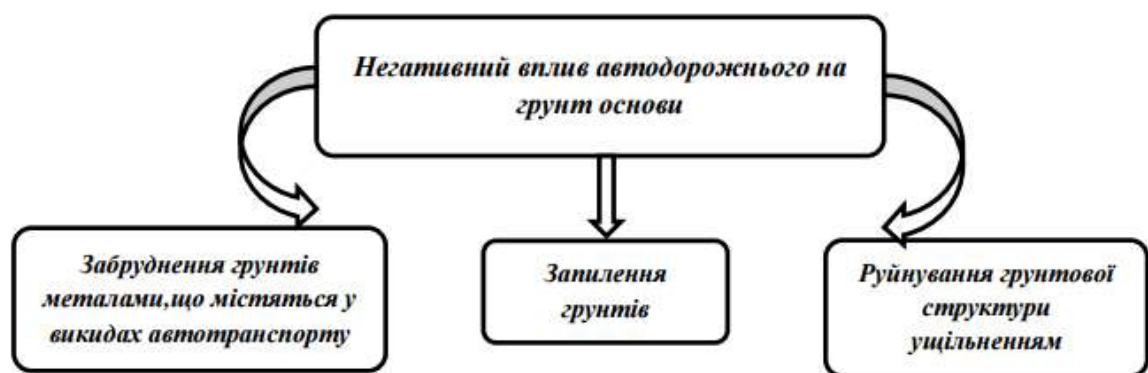


Рисунок 5.3. Схема виявлення негативного впливу автодорожнього комплексу на ґрунт

Збільшення навантажень на ґрунти, пов'язане з утворенням багатодоріжжя, може призвести до їх порушення в результаті впливу механічного навантаження від транспортних засобів, що мають масу і динамічні властивості. Ущільнення ґрунтового покриття, особливо по схилах, призводить до утворення вимоїн, осипів, обвалень ярів із втратою корисних площ і руйнуванням ландшафту. Розглянуті види несприятливих впливів автомобільного транспорту на природне середовище регіонів, підтверджують актуальність розроблення основних підходів до регулювання такого впливу і в першу чергу зведення до мінімуму втрат продуктивності сільськогосподарських земель.

Будівництво та експлуатація автомобільних доріг викликають низку негативних впливів на навколишню природу, тобто на той компонент



середовища, який має природний характер. Часом ці впливи опосередковані, виявляються протягом багатьох років у соціальних відносинах і позначаються на здоров'ї людей. До основних негативних впливів автотранспортної комунікації можна віднести знищення природного ландшафту при будівництві дороги, фізичне вилучення частини природного середовища, надання їй антропогенного характеру, втрату рослинності, тваринного світу, ерозію ґрунту, забруднення повітря, води та ґрунту, порушення балансу поверхні й підземних вод.

### **5.3 Ускладнення природних процесів при будівництві автомобільних доріг**

При будівництві автомобільних доріг характерним є виникнення в природному середовищі екологічного бар'єра, межової лінії, яка ускладнює багато природних процесів у навколишній природі таких, як пересування тварин і втрата рівноваги (навігації) у птахів [15]. Рухомий склад та розгалужена інфраструктура транспорту поширюють свою дію на великі території, перетинаючи рельєфи й ландшафти, розташовані в різних кліматичних зонах. У зв'язку із цим тваринний і рослинний світ екосистем піддається посиленому негативному впливу (рис. 5.4). Це виражається в таких негативних факторах:

- забруднення середовища проживання живих істот викидами від транспортних засобів;
- скорочення родючих площ і погіршення умов пророщування рослин через відчуження земель під шляхи сполучення;
- руйнування звичних місць розселення тварин, птахів, мешканців водойм і витісненні їх із зайнятої екологічної ніші;
- скорочення чисельності популяцій через зниження продуктивності екосистем, негативний вплив факторів шуму, вібрації, загазованості, неспокою і безпосередніх зіткнень із транспортом, що призводять до загибелі особин;
- перетин автомагістралями, трубопроводами, судноплавними фарватерами, добових шляхів міграції тварин.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аржун
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		96



Рисунок 5.4. Фактори впливу автодорожнього комплексу на тваринний світ

Звертаємо увагу на місця перетину автомагістралями шляхів міграції. Коли відбувається будівництво великих інфраструктурних об'єктів, як-то: залізниці, автомагістралі, канали, лінії електропередач і трубопроводу – це не може не впливати на світ дикої природи. Масивні об'єкти фактично виконують роль штучних бар'єрів і розділяють територію проживання тварин на частки. Саме тому вони є однією з потенційних причин негативних змін в екосистемах, що інколи призводить до зникнення цілих видів. Доцільним способом мінімізувати конфлікт людини і дикої природи є влаштування перехресть для тварин, скотопрогонів, спеціальних мостів та тунелів, які дозволяють тваринам і звірам перетинати автомобільні дороги. Спеціальні переходи для тварин називають – екодуки чи біокоридори. Екодук – це міст або тунель, що дозволяє тваринам безпечно перетинати дорожнє полотно без шкоди для себе й так само для водіїв, адже тварина, що раптово з'являється на дорозі, здатна безневинно спровокувати ДТП (рис. 5.5).



Рисунок 5.5. Екодук для переходу тварин через автомагістралі

Перші безпечні переходи автомобільної дороги для тварин – екодуки – було створено у Франції в 50-х роках минулого століття. Продовжили таке будівництво 128 європейських країн, включаючи Нідерланди, Швейцарію та Німеччину. У Нідерландах існує більше 600 тунелів, улаштованих під головними і другорядними дорогами та магістралями, включаючи найдовший у світі екодук довжиною 800 метрів. Переходи для представників дикої природи стали все більш популярними в Канаді й США. Найвідоміші з них розташовані в Національному парку Банф в Альберті, де природний парк розділений на дві частини великою комерційною дорогою – Трансканадським шосе. Щоб зменшити ефект від втручання людини в природу, було побудовано 24 переходи і тунелі, що забезпечило збереження середовища існування та захистило автомобілістів від ДТП. Застосовуються два типи таких конструкцій: над дорогою і під нею. Використання конкретного виду переходу залежить від видової різноманітності тварин і географічних особливостей їх переміщення.

З 2017 року досліджуються наявні екологічні коридори й процеси міграції великих тварин на території автомобільної дороги Міклош (Угорщина) –

Кошіце (Словаччина) – Ужгород (Україна). Запропоновані конкретні заходи для мінімізації автомобільних аварій і випадків загибелі та травматизму тварин на дорозі [15].

Оцінивши всі негативні фактори впливу автодорожнього комплексу на навколишнє середовище, можна відокремити принципи проектування автомобільних доріг відповідно до існуючих екологічних норм і вимог (рис. 5.6)

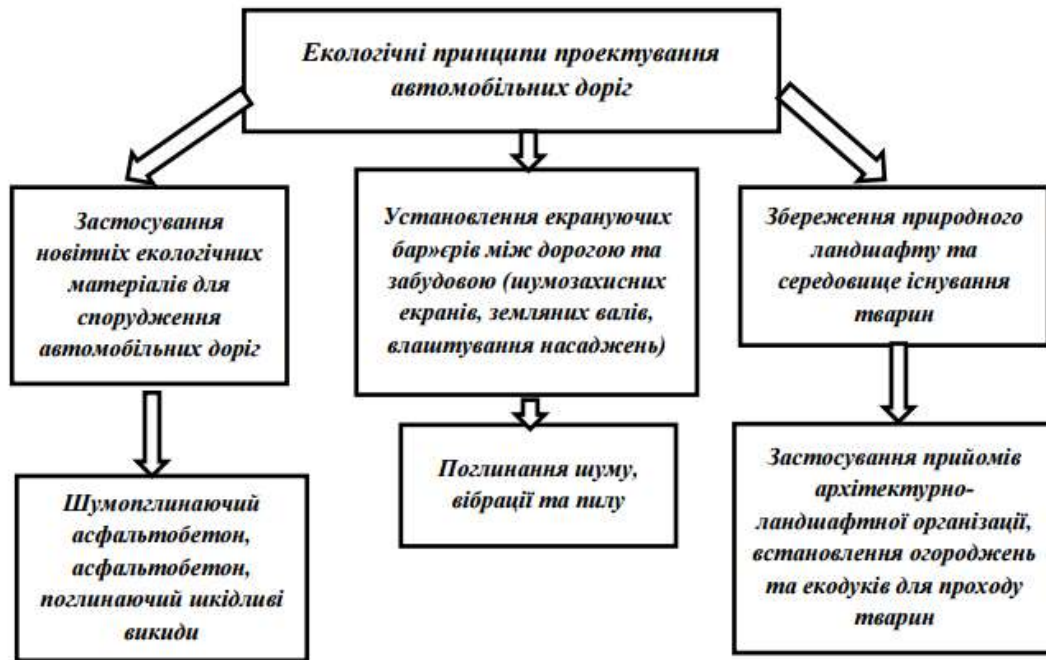


Рисунок 5.6. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг

Отже, зменшення впливу автомобілів на природне середовище та людину можливе за рахунок досконалого вивчення проблеми, дотримання екологічних принципів проектування автомобільних доріг. Від правильності запроєктованої автомобільної дороги, врахування екологічних факторів проектування залежить рівень дії транспорту на навколишнє середовище.

#### 5.4 Принципи ландшафтного проектування автомобільних шляхів

Ландшафтне проектування - новий перспективний напрямок в проектуванні, що набув найбільшого розвитку на автомобільному транспорті. Ландшафтне проектування передбачає гармонійне включення дороги та всіх її споруд до ландшафту місцевості з метою розкриття краси природи, доповнення

та поліпшення природного ландшафту.

У відповідності з вимогами ДБН В.2.3.-4:2015 [3] для забезпечення плавності дороги необхідно дотримуватись принципів ландшафтного проектування і використання раціональних поєднань елементів плану і повздовжнього профілю.

Одночасно з прокладкою траси дороги виникає питання її взаємозв'язку з навколишнім середовищем: руйнувати, змінювати чи зберігати в кожному конкретному випадку існуючий ландшафт. В результаті вирішення цього питання дорога може стати для людей джерелом нервового напруження або ж, навпаки, джерелом задоволення і відпочинку. Вона може і погіршувати і покращувати панораму місцевості, яку можна спостерігати з дороги. Особливо різко в багатьох випадках вторгаються в навколишню місцевість широкі автомобільні магістралі, які різко порушують природну рівновагу. Тому автомобільна дорога, крім виконання транспортно - економічної функції повинна бути засобом організації ландшафту.

Кожний географічний район має свій рівень „пристосування” для життя людини в ньому. Вивчаючи ці райони, як правило переоцінюють технічні фактори (шум транспорту, забруднення повітря, ґрунту) і недооцінюють моральні: легкість в'їзд на дорогу і виїзд з неї, естетична задоволення при приїзді мальовничих ділянок, зниження втомлюваності і нервового напруження, пізнавально – рекреаційні якості дороги.

Як траса, так і оформлення і озеленення автомобільної дороги повинні забезпечувати хороший одяг з неї мальовничих місць і краси прокладання самої дороги на місцевості як одного із елементів ландшафту.

Керівним при оцінці якості траси стає принцип пейзажної композиції – творчої переробки мотивів природного ландшафту з відображенням в проєктованій споруді існуючих в природі пропорцій. Звідси впливає вимога прокладки дороги на місцевості в ув'язці її з ландшафтом, основними

									Аркуш
									100
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

визначаючими елементами якого в більшості випадків є рельєф і рослинність.

Велика довжина робить неможливим одночасне зорове сприйняття всієї дороги – необхідна її розбивка на ділянки, що мають в певній мірі самостійне значення, яке не суперечить загальному архітектурному стилю дороги. Такі ділянки називають архітектурними басейнами. Їх довжина відповідає руху з розрахунковою швидкістю на протязі 3-5 хв. І складає для доріг I категорії 10-16 км, II і III – 8-10 км, IV і V – 6-8 км.

*Головна мета ландшафтного проектування* – сполучення в певному поєднанні окремих картин ландшафту, які можна спостерігати безпосередньо з дороги (рис. 5.7). Логічність і послідовність в розвитку ландшафтних образів – основні принципи координації шляхових вражень, засобів зв'язку їх в образну розповідь (оповідання) про природу і господарство краю.



Рисунок 5.7. Забезпечення екологічного зв'язку між зеленими міськими зонами і автомагістраллю

При трасуванні автомобільних доріг уникають пересічень заповідників, великих лісних масивів, лісопаркових захисних полів міст, щоб не порушувати екологічної рівноваги в них. Найбільш бажано прокласти трасу по їх межах

(границях), по узліссях. Одночасно прокладають під'їзди до центрів заповідників, міст по найкоротшому напрямку. Стараються як можна рідше перетинати шляхи міграції диких тварин, обходити водоохоронні зони, водосховища в зонах відпочинку. Бажання знизити транспортний шум і забруднення повітря примушує обходити лікарні, санаторії, лома відпочинку на відповідній відстані. Вона повинна бути не менше 400 м для доріг I категорії, 200 м – II, 70 – III категорії. В той же час прокладка доріг на цих обходах (об'їздах) в плані і поздовжньому профілі повинна гарантувати найменший викид токсичних (отруйних) речовин, тобто забезпечувати швидкість вантажних автомашин 50-60 км/год і легкових – 60-75 км/год. При цьому транспортний шум також стає мінімальним.

Крім інших заходів естетичного характеру, які мають значення для безпеки руху, влаштовують декоративні стінки. Вони або закривають від водіїв транспортних засобів місця за межами дороги, які відволікають увагу або непривабливі, або закривають погляд на дорогу від місцевого населення, що знаходиться за її межами; одночасно вони захищають населення від розповсюдження шуму, пилу і забрудненого повітря (рис. 5.8).



Рисунок 5.8. Стіна вздовж автомагістралі для захисту від шуму

При вписуванні траси в рельєф місцевості, суттєвим елементом охорони ландшафтів в усьому світі рахують зменшення ухилу укосів земляного полотна при одночасному по можливості зменшенні висоти насипів і глибини виїмок. Пологі відкоси, закругленні бровки надають дорозі більш природній вигляд і дозволяють зменшити ширину постійного відведення земель [16].

З точки зору збереження ландшафту на крутих схилах і в гірській місцевості завжди бажано роздільне трасування проїзних частин автомобільних магістралей; особливо ефективно таке трасування на косогорах з поперечним ухилом більше 1:5. При цьому проїзні частини okazуються в різних рівнях і кожна з найменшими робочими позначками.

В період вишукувань складають перелік всього, що є цінним в естетичному відношенні і з точки зору збереження природного ландшафту і що може бути побаченим з дороги або з площадок біля дороги. Складаючи опис, роблять прив'язку цих предметів до пікетів траси, дають їх коротку характеристику й оцінку. В період робочого проектування і виносу проекту в натуру помічають фарбою предмети і дерева, які необхідно зберегти при будівництві, передаючи їх по акту будівельникам.

Правильне виконання дорожнього озеленення може бути ефективним засобом по збереженню ландшафту і збереженню екологічних особливостей в районі дороги. Введення на смузі відводу окремих дерев та їх груп, влаштування водоймищ оживляють вигляд дороги, активізують сприйняття місцевості проїжджаючими по ній. Це не тільки робить поїздку більш цікаво, але і більш безпечною.

При в'їзді в виїмку, в ліс або в тунель та виїзді з них пориви бокового вітру призводить до зміщення автомобіля, яке при швидкості 100 км/год досягає декількох дециметрів.

Установлено, що 2-4% усіх ДТП відбувається в місцях різкого переходу від закритого до відкритого місця дороги. Приймаючи за нормальне 20% - не

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				103



зниження швидкості вітру на висоті 1,4 м, необхідно призначити довжину смуги вітрозахисних насаджень, щоб воно в 15-20 перевищувала їх ширину. Існує 3 способи захисту від поривів вітру: поступове зменшення висоти насаджень по довжині ділянки; поступове збільшення просвітності насаджень.

З метою створення поступового переходу від відкритої місцевості до лісової ділянки дороги при вході в ліс створюють перехідні насадження, які згущаються по мірі наближення до лісу. Цим самим досягають не тільки естетичних цілей, але й зменшують бокові пориви вітру. Перехідні насадження особливо важливі у випадку примикання до лісу регулярного озеленення в вигляді рядових насаджень.

Покращуючи рослинність в природній смузі, одночасно проводять ряд заходів з покращення ландшафту територій, які можна спостерігати з дороги.

### **5.5 Застосування новітніх технологій для спорудження автомобільних доріг**

Важливе значення при будівництві автодорог має застосування новітньої технології і сучасних матеріалів (рис. 5.9).



Рисунок 5.9. Будівництво ділянки автодороги

Щоб максимально зберегти природний ландшафт при проектуванні та будівництві автомобільної дороги, потрібно дотримуватися головних принципів

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		104

архітектурно-ландшафтного планування. Вони повинні реалізовуватися вже на стадії планування варіантів траси дороги. Нинішня практика відведення землі, на жаль, незадовільна: перевага майже завжди віддається природним зонам при збереженні земель, зайнятих під промислове або сільськогосподарське виробництво [18-21]. Використовуючи прийоми ландшафтного проектування в організації дорожнього середовища, потрібно керуватися принципами збереження та розкриття природи. Сучасна теорія ландшафтного проектування визначає гнучкий підхід до вибору траси автомобільної дороги залежно від форм ландшафту.

Для переважно рівнинного природного ландшафту доцільною є клотоїда – траса, що складається з кривих змінної кривизни з чергуванням кутів повороту, або траса, яка складається зі сплайнів (кубічних поліномів). Такі траси візуально являють собою лінії плавних обрисів. Ці форми трас найбільш наближаються до «первинних», природних контурів ландшафту, що має в основному криволінійний обрис. Такі дороги будуть також найліпшим чином сприяти розкриттю навколишнього ландшафту при русі по них, тобто створювати додаткові умови для естетичного впливу.

Важливим завданням залишається звуковий вплив автодорожнього комплексу. Шумозахисні заходи повинні проектуватися на територіях, віднесених до населених. Якщо перевищується допустимий рівень шуму, тоді потрібно вживати заходів щодо його зниження. Відстань від краю проїзної частини магістральних доріг до житлової забудови встановлюють з урахуванням забезпечення в житловій зоні нормативних рівнів шуму. На сьогоднішній день сформульовано й обґрунтовано дві групи заходів боротьби із шумом: технічні та планувально-конструктивні.

Як технічні заходи боротьби із шумом, на прикладі країн Європи, можна назвати: удосконалення покриттів дорожнього одягу, які дозволяють знизити шум на їх поверхні; удосконалення конструкцій автотранспортних засобів

									Аркуш
									105
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

(автомобільних шин з більш низьким рівнем шуму при русі). До планувально-конструктивних відносять улаштування перешкод шуму між дорогою й сельбищною територією (захисні конструкції на автомобільних дорогах) – встановлення шумозахисних екранів. Розглянуті та структуровані фактори впливу дорожньо-транспортної інфраструктури на навколишнє середовище виявляють перспективні напрями розроблення оптимальних заходів щодо мінімізації впливу автомобільної дороги на нього. Виявлені принципи екологічного проектування, практичне застосування яких є багатфакторним завданням і потребує подальших досліджень.

На разі французи розробили проект будівництва автобанів із сонячних батарей, і уряд країни цей проект затвердив. До 2021 року фотоелектричними панелями буде покрито 1 тис км доріг Франції. Розробники пояснюють, що технологія максимально проста й ефективна. Дороги будуватимуть з панелей Wattway. Вони мають укріплену конструкцію і фотоелектричні блоки з тонкою плівкою полікристалічного кремнію на вкритій смолою підкладці. Товщина Wattway становить всього 7 мм. Головні переваги цих шляхів - генерування енергії, велика зносостійкість, автоматична адаптація до зміни температур. Така дорога витримає без деформації вагу до 115 тонн, тож її не зруйнує навіть найважча фура. Проект забезпечить енергією 5 млн осіб або 8% населення Франції. За розрахунками авторів, "сонячні" дороги будуть зайняті автомобілями лише 10% часу, причому лише 20 кв. м покриття забезпечать електрикою одну сім'ю. Також дослідники відзначають максимальну екологічність таких доріг, що в перспективі сприятиме покращенню кліматичної ситуації у світі.

Італійська фірма «Італ-Семетів» після десяти років наукових досліджень розробила дорожнє покриття, яке очищає повітря від автомобільних вихлопних газів [17]. Це асфальтобетони з домішкою наночастинок двоокису титану. Під дією сонячних променів хімічно активна домішка перетворює незгорілі вуглеводні, чадний газ, оксиди азоту і сірки у воду, вуглекислий газ та тверді

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		106

солі.

Застосування литих емульсійно-мінеральних сумішей дає позитивні результати. Холодна методика не вимагає нагріву матеріалів, гарантуючи позбавлення від передчасного старіння дорожнього покриття. Робота проходить за допомогою спеціального укладальника. У якому знаходяться бункери з матеріалами (вода, емульсія та інші доповнення), які застосовуються під час процесу обробки дорожнього покриття (рис. 5.10).



Рисунок 5.10. Процес мікросюрфейсінгу

### **5.6 Покриття автомобільних доріг пластиковими матеріалами**

Щороку в світі спалюється 20 млрд. тонн кисню. Його баланс поки зберігається на Землі за рахунок тропічних лісів. Але і їх з кожним роком стає все менше і менше. Речовини, що надходять в атмосферу з викидами, погіршують стан повітряного середовища, впливають на стан ґрунту і гідросфери, порушують нормальне функціонування рослин і живих організмів, а також негативно впливають на органи дихання людини і на здоров'я в цілому.

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				107

Деякі тверді частинки, що забруднюють повітря, не тільки підвищують число респіраторних захворювань, але і викликають розвиток злоякісних пухлин. Вчені підраховали, що за останні сто років тільки в атмосферу було викинуто близько 1,5 млн тонн миш'яку, 1 млн тонн нікелю, 1,35 млн тонн силіцію, 900 тисяч тонн чадного газу, 600 тисяч тонн цинку.

За експертними оцінками внесок дорожньої складової в забруднення навколишнього середовища становить 10-15% від загального [18]. Аналіз спеціальних досліджень показує, що відносна токсичність викидів забруднюючих речовин при гарячому укладанні асфальтобетону в 3,6 рази вище, ніж при холодному процесі. При роботі асфальтобетонного заводу будь-якого типу в атмосферу виділяються: неорганічний пил, з різним вмістом діоксиду кремнію; оксиди вуглецю та азоту; ангідрид сірчистий (сірки діоксид); граничні вуглеводні; поліциклічні вуглеводні: мазутна зола (в перерахунку на ванадій) при застосуванні мазуту в якості палива; бензопірен та сажа як побічні продукти горіння бітуму; свинець і його неорганічні сполуки - при роботі транспорту на етилованому бензині. На сьогоднішній день найчастіше використовують асфальтобетон у якості верхнього шару дорожнього покриття.

Як матеріал для дорожнього полотна асфальтобетон має ряд істотних недоліків, що не дозволяє застосовувати його в якості довгострокового матеріалу. Альтернативою асфальтобетонному покриттю автомобільних доріг можуть служити збірні полімерні покриття. Полімери, як матеріал для покриття доріг, підходить ідеально. Голландська дорожня компанія KWS Infra разом з інженерами з VolkerWessels готуються впровадити в Роттердамі перший у світі проект будівництва автомобільних доріг з переробленого пластику (рис. 5.11). Проект отримав назву PlasticRoad [19].

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		108



Рисунок 5.11. Монтаж секцій пластикової дороги

На відміну від асфальтобетонних доріг, пластикові матимуть широкий перелік якісних переваг. Першою і найбільш важливою перевагою PlasticRoad стане їх низька вартість. В якості сировини для дорожнього покриття нового покоління виступають перероблені пластикові відходи.

Влаштування пластикових доріг буде займати в 2-3 рази менше часу, ніж укладання асфальтобетонного покриття. Виробничий процес більш не супроводжуватиметься викидом парів шкідливих газів та шумом. Третя перевага PlasticRoad полягає в їх довговічності. Такі дороги будуть існувати на 30-40% довше, ніж найсучасніші асфальтні. Компанія KWS Infra проаналізувала проблеми дорожніх покриттів, з якими стикаються міста і населені пункти – такі, як руйнування дороги від негоди і повеней, а також постійна потреба в технічному обслуговуванні та ремонті. Вирішення цих питань доріг і трудомісткі, не кажучи вже про потенційні проблеми безпеки через вибоїни і тріщини дорожнього полотна. Великою перевагою подібних доріг є їх стабільність в широкому діапазоні температур. Розробники PlasticRoad

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.MP.2021.000				109

запевнили, що створений ними дорожній пластик підійде не тільки для холодних країн, але і для жаркого клімату. За інформацією «Volker Wessels», пластикове дорожнє покриття може витримувати температуру у значно ширшому температурному діапазоні у порівнянні із асфальтобетоном. Більш того, дороги не будуть накопичувати тепло, як це робить асфальт. Четвертою перевагою стане невелика вага покриття. Порожнини у полімерній дорозі можуть застосовуватися для прокладання комунікацій та в інших цілях (рис. 5.12). На таке покриття не впливає вологість, а будівництво та ремонт доріг будуть спрощені. Розглядається навіть варіант виконання полімерного вуличного покриття з підігрівом, що дозволить очищати поверхню доріг та тротуарів від снігу і льоду в холодну пору року. За попередніми розрахунками вартість прокладання одного кілометра полотна із застосуванням "пластикової технології" буде від 3% до 5% дорожче "класичного" варіанту.



Рисунок 5.12. Покриття PlasticRoad

Пластикова дорога легка, що зменшує тиск на землю, і порожня, що забезпечує швидкий доступ до підземних комунікацій. А при русі автомобілів по пластиковій дорозі колеса будуть виробляти менше шуму. Єдиний мінус пластикової дороги в тому, що під час дощу вона може бути слизькою. Втім, автори ідеї дивляться набагато далі: коли в майбутньому можна буде

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		110

модернізувати пластикові дороги. Наприклад, під дорожнім покриттям буде дуже просто розмістити датчики, які допоможуть збирати дані про транспортний потік. Дощова вода буде стікати з дороги через порожні простори, а сам пластик можна підігрівати, щоб уникати утворення криги в зимовий час. Як це буде працювати? Кожен автомобіль, який проїжджає по дорозі, створює коливання, які можна перетворити в електроенергію. Наступний крок – монтаж і експериментальне тестування, щоб переконатися в безпеці пластикової траси в умовах вогкості, криги і т. д.

Можливість випробувань «пластикових» доріг в реальних умовах розглядають у Нідерландах. На замовлення влади Роттердама (друге найбільше місто у Нідерландах після Амстердама) був розроблений проект, у якому PlasticRoad буде застосовано в місцевій «вуличній лабораторії». На думку проектувальників, PlasticRoad забезпечує ряд інноваційних можливостей. Серед них – модульне складання, підігрів дорожнього полотна, а також безшумність при переміщенні по такому покриттю автотранспортних засобів. Якщо експеримент в Роттердамі виявиться успішним, технологія буде поширюватися [19].

Також Нідерландська компанія VolkerWessels запропонувала замінити зношені асфальтові дороги в США на пластикові PlasticRoad. Компанія пропонує замінити старе бетонне і асфальтове покриття на дорогах переробленим пластиком. Згідно з дослідженнями фірми, їх покриття буде в три рази стійкіше класичних аналогів і здатне витримувати значні перепади температур.

Застосування збірних полімерних покриттів відкриває нові можливості для вискоефективного і економічно обґрунтованого рішення проблем, пов'язаних з експлуатацією дорожніх покриттів в складних природних умовах, із меншим рівнем забруднення навколишнього середовища. Перспектива будівництва довговічних екологічних доріг PlasticRoad ще потребує великого обсягу дослідних робіт щодо практичного втілення ідеї використання

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				111



полімерного покриття. Цей напрямок може відкрити нові можливості у дорожньому будівництві.

### **5.7 Оцінка впливу на навколишнє середовище під час будівництва автомобільної дороги Дніпро-Царичанка-Кобиляки-Решетілівка**

Протягом етапу будівництва повинен бути забезпечений план управління навколишнім середовищем, з метою зниження впливу робіт на екологію. Завдання полягає в забезпеченні виконання робіт таким чином, щоб не підірвати якість життя в районі будівництва (шум, забруднення повітря, пил, бруд і т. д.) і захистити природні ресурси та національну спадщину (місця і археологічні знахідки, матеріали, якість води, природне середовище, види, що охороняються тварин) [20].

Якщо при розробці проекту виконувалась оптимізація поздовжнього профілю лінії з метою досягти відносної рівноваги між обсягами виїмок і насипів, часто необхідно внести поправку з метою запозичення земель з кар'єрів і матеріалів для транзитних майданчиків по всій довжині автодороги.

Інжинірингова фірма та відповідальні за контроль робіт і несуть відповідальність від імені державного замовника щодо забезпечення відповідності процесу будівництва вимогам, а саме:

- плану екологічного управління та спеціальних процедур, підготовлених компанією;
- моніторингу робочих місць;
- аналізу екологічної звітності;
- моніторингу відхилень.

В процесі будівництва автомобільної дороги Дніпро-Царичанка-Кобеляки-Решетілівка джерелами впливу на навколишнє середовище будуть:

- будівельні машини;
- електрозварювальні та фарбувальні роботи.

На стадії будівництва вплив на якість атмосферного повітря буде

									Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				112

обмежена в часі. В період будівельно-монтажних та земляних робіт на даному об'єкті викиди забруднюючих речовин надходять в атмосферу короткочасно, тому збільшення концентрації шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери буде короткочасним і локальним.

На майданчику будівництва використовуватиметься орендуємий автотранспорт і будівельні машини. Заправка дизельним паливом будівельних машин і автотранспорту здійснюється на території Підрядника.

В процесі виконання робіт по газотермічному різанню метала із застосуванням пропан-бутанової суміші, в атмосферу надходять викиди шкідливих забруднюючих речовин: залоза оксид, марганцю діоксид, оксид вуглецю, діоксид азоту.

В процесі виконання земляних робіт з розробки ґрунту екскаватором марки EO-10011, плануванню ділянки дороги, що розробляється, бульдозером ДЗ – 171.1.05 (на базі трактора Т-170) і руху автосамоскида КРАЗ-256 в атмосферу неорганізовано поступатимуть викиди пилу (заряджені тверді частки, не диференційовані за складом). . Будівництво автодороги може призвести до знищення лісових і фауністичних ресурсів (рис. 5.13)



Рисунок 5.13 - Розробки ґрунту екскаватором

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		113

В процесі роботи вищенаведених транспортних засобів в атмосферу з відпрацьованими газами двигунів внутрішнього згоряння, поступатимуть викиди шкідливих забруднюючих речовин: оксид вуглецю, вуглеводні граничні C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>, діоксид азоту, діоксид сірки, сажа, бензапірен.

Основна дія на ґрунти в період підготовки і будівництва об'єктів виявляється в механічному порушенні ґрунтового покриву на території землі відведення. У зв'язку з цим первинним завданням охорони земель є їх захист від механічних пошкоджень.

Можливість скорочення збитків, пов'язаних із заняттям для потреб автодороги сільськогосподарських угідь, полягає у ряді випадків у виборі раціонального напрямку траси. Це має особливе значення при спорудженні дороги в районах вирощування цінних сільськогосподарських культур.

Рекультивация порушених земель включає комплекс робіт, направлених на відновлення їх продуктивності і природно-господарської цінності, а також на поліпшення стану природного довкілля.

Дія на поверхневі і підземні води на стадії будівництва незначна, так як виконання робіт носить відносно не тривалий характер. Вода в період будівництва використовується на господарсько-побутові потреби працівників і на виробничі потреби (використовується для заповнення і підживлення систем охолодження двигунів техніки і автотранспорту). Виробничі стоки при будівництві в процесі проведення робіт не утворюються.

В період будівництва неминуче утворення будівельних відходів, кількість яких залежить від об'єму використовуваних будівельних матеріалів. Утворюються наступні види будівельних відходів – відходи бетону, асфальтобетону, руберойду, щебеню. Також утворюються відходи пиломатеріалів, огарки і залишки зварювальних електродів, обтиральний матеріал, забруднений маслами.

Вплив на природне середовище при будівництві автодороги приймається

									Аркуш
									114
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				

допустимий.

## **5.8 Надзвичайні ситуації, що можуть виникнути на автомобільному транспорті**

Надзвичайні ситуації класифікують за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків [22].

Класифікації підлягають надзвичайні ситуації (НС), що можуть виникнути на об'єкті в різних галузях господарства чи на окремій території України [23].

Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначають такі види надзвичайних ситуацій:

- техногенного характеру;
- природного характеру;
- соціального характеру;
- воєнного характеру.

*Надзвичайна ситуація техногенного характеру* - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

*Надзвичайна ситуація природного характеру* - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, пов'язане з небезпечним геофізичним, геологічним, метеорологічним або гідрологічним явищем, деградацією ґрунтів чи надр, пожежею у природних екологічних системах, зміною стану повітряного басейну,

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				115

інфекційною захворюваністю та отруєнням людей, інфекційним захворюванням, ураженням сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками тощо.

*Надзвичайна ситуація соціального характеру* - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування, або пов'язане із зникненням (викраденням) зброї та небезпечних речовин, нещасними випадками з людьми тощо.

*Надзвичайна ситуація воєнного характеру* - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене застосуванням звичайної зброї або зброї масового ураження, під час якого виникають вторинні чинники ураження населення, що її визначають в окремих нормативних документах.

Структура коду класифікатора має 5 розрядів і відповідає такій схемі: клас, підклас, група.

У розділі 6 «Класифікація надзвичайних ситуацій» використано такі позначки та скорочення:

БНР - біологічно небезпечна речовина

ГДК - гранично-допустима концентрація

НХР - небезпечна хімічна речовина

РР - радіоактивна речовина.

Таблиця 5.1 - Класифікація надзвичайних ситуацій

Код	Назва
10000	НС техногенного характеру
10100	НС унаслідок аварій чи катастроф на транспорті (за винятком пожеж і вибухів)
10110	НС унаслідок аварій на транспорті з викиданням (загрозою викидання) небезпечних і шкідливих (забруднювальних) речовин

10111	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) БНР
10112	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) РР
10113	НС унаслідок аварії на транспорті з викиданням (загрозою викидання) НХР
10114	НС унаслідок аварії на транспорті з загрозою розливання паливно-мастильних

Величезними є втрати суспільства від забруднення повітря, що випливає з робота автомобільного транспорту (рис. 5.14). Відповідно до табл. 5.1 надзвичайні ситуації можуть виникати внаслідок аварій на транспорті з викиданням чи загрозою викидання шкідливих (забруднювальних) речовин.



Рисунок 5.14 - Забруднення повітря автомобільним транспортом

Показники викиду CO<sub>2</sub> пасажирського транспорту на 100 пас-км такі:

- високошвидкісний ж.-д. транспорт – 4 кг,
- автомобільний транспорт – 14 кг,
- сучасні літаки – 17 кг.

Вантажний автомобільний транспорт викидає в середньому 190 г CO<sub>2</sub> на

тонно-кілометр, а вантажний залізничний - тільки 30 г. В той же час автотранспорт дає приблизно 77% всіх викидів парникових газів.

За твердженням фахівців, обсяг світових викидів CO<sub>2</sub> досяг еквіваленту 10 мільярдів тонн вуглецю, з яких 8,5 мільярда тонн виробляються за рахунок спалювання палива. Так, викиди CO<sub>2</sub> у Китаї досягли 1,8 мільярда тонн проти 1,59 мільярда тонн у США, 432 мільйонів тонн у Росії та 430 мільйонів тонн в Індії.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		118

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Науково-технічний супровід на етапі проектування автомобільної дороги передбачає аналіз світового досвіду проектування, варіантне пророблення об'єкта та порівняльний аналіз розроблених варіантів, проведення дублюючих розрахунків, вирішення задачі енергозбереження, оцінка впливу нового будівництва на оточуючі будівлі і споруди та населення, що проживає у межах території забудови.

Як показали дослідження, науково-технічний супровід дозволяє вирішувати проблемні питання, які можуть виникнути на різних етапах життєвого циклу будівельних об'єктів. Апробація прийнятих конструктивних та технологічних рішень проведена в магістерській роботі із застосуванням математичних моделей і дублюючих розрахунків.

Враховуючи складність управління процесом проектування, будівництва та експлуатації автодороги науково-технічна діяльність з супроводу передбачає виконання таких видів робіт: інформаційна допомога, обстеження, моніторинг та діагностика об'єктів, перевірни та дублюючі розрахунки,

Встановлено, що для нормального функціонування системної моделі автодороги (СМА) необхідно мати мережу доріг; відповідний транспорт і обладнання для забезпечення обслуговування та управління перевезеннями.

Якість СМА визначається через технічну ефективність: безпеку руху, надійність перевезень, час доставки вантажів і пасажирів тощо.

Так, розробка технологій енергозбереження при перевезеннях вантажів повинна базуватись на діагностиці, моніторингу і прогнозі. З цією метою була запропонована підсистема управління енергозбереженням при роботі автотранспорту.

Підсистема управління енергозбереженням включає проведення комплексу заходів та інформаційного забезпечення, що входять до діагностики, моніторингу, прогнозу і прийняттю рішення.

									Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000				119



Діагностика – це система заходів, після проведення яких визначається фактичний стан параметрів плану, поздовжнього профілю, дорожньої інфраструктури, наявність постійних і тимчасових обмежень швидкості руху тощо.

Моніторинг – це контроль за використанням енергоресурсів і управління щодо забезпечення їх економії. Моніторингу властиві не тільки спостереження, але й аналіз інформації, що отримана в ході діагностики з наступним прогнозуванням.

Інформаційне забезпечення включає характеристики автомобільних доріг, динаміку накопичення деформацій і змін параметрів плану і поздовжнього профілю, співвідношення швидкостей руху автомобілів і осьового навантаження.

Прогнозування передбачає можливі зміни підсистеми на основі моніторингу даної ділянки автодороги (положення кривих, поздовжнього профілю, усунення обмежень швидкості, зміна співвідношення швидкостей руху автотранспорту, осьового навантаження тощо) для розробки управлінських дій щодо зміни самої підсистеми і прийняття відповідного рішення.

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		120

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018/[Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>.
2. Довідник основних показників роботи регіональних філій АТ «Українська залізниця» (2005-2020 роки). – Київ: Управління статистики, 2021. – 44 с.
3. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.3-4:2015. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 104 с.
4. ДБН В.2.3-16:2007 Норми відведення земельних ділянок для будівництва (реконструкції) автомобільних доріг. – Мінрегіонбуд України, К.: 2007. – 27 с.
5. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. ДБН В.1.2-5:2007. – К.: Мінрегіонбуд, 2007. – 91 с.
6. Єрмакова І. А. Роль науково-технічного супроводу при будівництві автомобільних доріг / І.А. Єрмакова, М. В. Нечипоренко // Зб. наук. праць «Дороги і мости». Київ, ДерждорНДІ, 2020. - С. 106-113.
7. СОУ 42.1-37641918-087:2019 Інженерно-технічний супровід будівництва об'єктів дорожнього господарства (Автомобільні дороги). Київ, 2019. 139 с.
8. Державні будівельні норми. Інженерні вишукування для будівництва. ДБН А.2.1-1-2014. – К.: Мінрегіон розвитку, будівництва та житлово-комунального госп. України, 2014. – 126 с.
9. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 33 с.
10. ВБН В.2.3-218-186-2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. К., Укратодор. – 153 с.
11. Мовчан М. І. Проектування автомобільних доріг: навч. посібник / М.І. Мовчан, Ю.М. Собко. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 116 с.
12. Бойчук В. С. Довідник дорожника / В.С. Бойчук – К.: Урожай, 2002. –

										Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000					121

560 с.

13. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище ДБН А.2.2- 1-2003. – К.: Держбуд України, 2003. – 73 с.

14. Коломійчук В.П. Охорона навколишнього середовища / В.П. Коломійчук // Екологічний вісник. – 2010. – №6 – с.11.

15. Вплив транспортної інфраструктури на біорізноманіття: практичний посібник для країн Карпатського регіону: практ. посіб. / Главач В., Андель П., Матушова І. та ін. – Дрогобич : Коло, 2019. – 228 с.

16. Норми відведення земельних ділянок для будівництва (реконструкції) автомобільних доріг. ДБН В.2.3-16:2007. – Мінрегіонбуд України, К.: 2007. – 27 с.

17. PlasticRoad // VolkerWessels. [Електронний ресурс] – Доступно з 02.12.2021 URL:<https://en.volkerwessels.com/en/projects/detail/plasticroad>

18. Бабков В.Ф. Современные автомобильные магистрали. – Киев, 2004. – 280 с.

19. Модернізація та сучасні технології транспортного будівництва. Матеріали II всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції 23 листопада 2017 року. Львів. – 167 с.

20. Інструкція по технічному обліку та паспортизації автомобільних доріг загального користування Української РСР (ИН 218 УССР 012-83)

21. Інструкція з організації догляду за штучними спорудами (ИН В.3.2.-218-03449261)

22. НПАОП 45.2-7.02-12 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (ДБН). – Видання офіційне. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012, С. 59 – 62.

23. Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010.

										Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	051.ДА2026.МР.2021.000					122

					051.ДА2026.МР.2021.000	Аржуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		123

