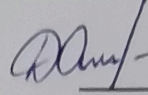


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ НАЗЕМНИХ СПОРУД І АЕРОДРОМІВ

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

 Дубик О.М.

“21” грудня 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР


ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

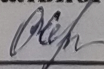
«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»

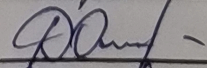
Тема: «Проект транспортної розв'язки в двох рівнях в Київській області з дослідженням впливу різних факторів на показники безпеки»

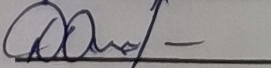
Виконавець: студент, АД-206М Плав'яник Олег Васильович 

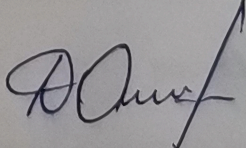
Керівник: к.т.н., доцент Чернишова Оксана Сергіївна 

Консультанти з окремих розділів пояснювальної записки:

1. доц. Чернишова О.С. 

2. ас. Кічата Н.М. 

3. доц. Падун А.О. 

Нормоконтролер: Дубик Олександр Миколайович 

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет наземних споруд і аеродромів

Кафедра інфраструктури авіаційного транспорту

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільні дороги і аеродроми»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Юли / О.М. Дубик

«21» грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ПЛАВ'ЯНИКА ОЛЕГА ВАСИЛЬОВИЧА

(П.І.Б. випускника)

1. Тема роботи «Проект транспортної розв'язки в двох рівнях в Київській області з дослідженням впливу різних факторів на показники безпеки»

затверджена наказом ректора від « 21 » вересня 2023р. № 1870/ст

2. Термін виконання роботи: з 25.09.2023р. по 31.12.2023р.

3. Вихідні дані роботи: зібрані та опрацьовані під час проходження переддипломної практики дані про розташування транспортної розв'язки: на новій північній об'їзній дорозі м. Київ на перетині з трасою М06 в районі селища Бузова, інтенсивність руху, кількість смуг, категорія дороги, склад транспортного потоку, тип та стан покриття на існуючій дорозі, наявність штучних споруд, їх тип та стан.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Характеристики району проектування та постановка задачі. 2. Проектування плану та профілю транспортної розв'язки в двох рівнях. 3. Розрахунок дорожнього одягу. 4. Технологія укладання покриття. 5. Дослідження впливу різних факторів на показники безпеки. 6. Охорона праці під час будівництва транспортної розв'язки. 7. Охорона навколишнього середовища під час будівництва транспортної розв'язки.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

1. Загальні характеристики ділянки. 2. Розрахунок основних елементів розв'язки. 3. План розв'язки. 4,5. Поздовжні профілі. 6. Поперечні профілі. 7. Технологія укладан

ня покриття. 8-10. Дослідження впливу різних факторів на показники безпеки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Характеристики району проектування та постановка задачі	25.09.2023 – 01.10.2023	
2.	Проектування плану та профілю транспортної розв'язки в двох рівнях	02.10.2023 – 15.10.2023	
3.	Розрахунок дорожнього одягу	16.10.2023 – 31.10.2023	
4.	Технологія укладання покриття	01.11.2023 – 08.11.2023	
5.	Дослідження впливу різних факторів на показники безпеки	09.11.2023 – 19.11.2023	
6.	Охорона праці під час будівництва транспортної розв'язки	20.11.2023 – 26.11.2023	
7.	Охорона навколишнього середовища під час будівництва транспортної розв'язки	27.11.2023 – 13.12.2023	
8.	Вступ, реферат, висновки	04.12.2023 – 12.12.2023	

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	доц. Чернишова О.С.	25.09.2023 	 15.12.23
6	ас. Кічата Н.М.	30.11.2023	 15.12.23
7	доц. Падун А.О.	01.12.2023	 15.12.23

8. Дата видачі завдання: « 25 » вересня 2023 р.

Керівник дипломної роботи:

(підпис керівника)

Чернишова О.С.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис випускника)

Плав'яник О.В.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Плав'яник Олег Васильович. Проєкт транспортної розв'язки в двох рівнях в Київській області з дослідженням впливу різних факторів на показники безпеки.

Рисунків – 39, таблиць – 16, кількість літератури – 36, додатки – 2.

ТРАНСПОРТНА РОЗВ'ЯЗКА, ЕЛЕМЕНТИ РОЗВ'ЯЗКИ, ПЛАН, ПРОФІЛІ, БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ, ТЕХНОЛОГІЯ УКЛАДАННЯ ПОКРИТТЯ, СТАН ДОРОГИ, РІВНІСТЬ ПОКРИТТЯ, СВІТЛОПОВЕРТАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗМІТКИ, КОЕФІЦІЄНТИ КОРЕЛЯЦІЇ, МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження – фактори, що впливають на показники безпеки.

Предметом дослідження – світлоповертальні властивості дорожньої розмітки, параметри рівності покриття.

Мета роботи – розробка проєкту транспортної розв'язки на новій північній об'їзній дорозі м. Київ на перетині з трасою М06 в районі селища Бузова за типом “Лист конюшини”, а також дослідження параметрів, що впливають на показники безпеки та їх прогнозування.

Стисла характеристика роботи

В кваліфікаційній роботі запроектована транспортна розв'язка в двох рівнях на перетині нової об'їзної дороги та траси М06. Робота включає в себе проектування плану та профілів транспортної розв'язки (у головних напрямках та на з'їздах) за типом повний “Лист конюшини”, виконано розрахунок дорожнього одягу, розглянуто питання технології укладання покриття. Розглянуто фактори, що впливають на безпеку дорожнього руху, за допомогою регресійного аналізу встановлено найвпливовіші серед показників, що впливають на рівність дорожнього покриття – одного з найважливіших факторів безпеки за станом доріг. Виконано дослідження факторів, які впливають на показники безпеки. Запропоновано математичну модель для прогнозування зміни показника рівності в часі. Оцінено стан світлоповертальної якості дорожньої розмітки на дослідній ділянці за результатами експерименту, проведеного в рамках переддипломної практики.

Кваліфікаційна робота виконана на ЕОМ з застосуванням програм Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, STATISTIKA

Галузь застосування

Результати дослідження можуть бути корисними при розробці проєктів будівництва транспортних розв'язок, а також при плануванні ремонтів дороги.

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП		3
РОЗДІЛ 1	ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ОПИС РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ	9
1.1.	Постановка задачі	9
1.2.	Опис району проєктування	12
1.2.1.	Клімат	12
1.2.2.	Ґрунти	15
1.2.3.	Геологічні та гідрогеологічні умови	16
РОЗДІЛ 2	ПРОЄКТУВАННЯ ПЛАНУ ТА ПРОФІЛЮ	17
2.1.	Вимоги до проєктування транспортних розв'язок	17
2.2.	Вихідні дані до проєктування транспортної розв'язки	21
2.3.	Розрахунок геометричних параметрів з'їздів	26
2.3.1.	Призначення мінімальних радіусів з'їздів у плані	26
2.3.2.	Влаштування перехідних кривих	27
2.3.3.	Розрахунок лівоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини»	31
2.3.4.	Розрахунок правоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини»	35
2.4.	Проєктування плану і профілів транспортної розв'язки	38
2.4.1.	План транспортної розв'язки	38
2.4.2.	Основна інформація про повздовжні профілі та методика проєктування	40
2.4.3.	Проєктування поперечних профілів транспортної розв'язки	44
РОЗДІЛ 3	РОЗРАХУНОК ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ	47
3.1.	Розрахунок конструкції дорожнього одягу	49
РОЗДІЛ 4	ТЕХНОЛОГІЯ УКЛАДАННЯ ПОКРИТТЯ	54
4.1.	Загальна інформація	54
4.2.	Ремонт існуючого покриття шляхопроводу М06 Київ-Чоп	54

4.3.	Укладання покриття на об'їзній дорозі	58
4.3.1.	Перелік технологічних операцій	58
4.3.2.	Калькуляція витрат праці та машин і механізмів	65
РОЗДІЛ 5	ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ	67
5.1.	Загальна інформація	67
5.2.	Показники що впливають на безпеку	70
5.3.	Безпека на транспортній розв'язці	76
5.4.	Вітчизняний та закордонний досвід щодо питань безпеки	79
5.5.	Дослідження впливу рівності покриття та світлоповертальної властивості на показники безпеки	83
5.5.1.	Аналіз статистичних даних з виникнення ДТП в Україні	83
5.5.2.	Світлоповертальні властивості дорожньої розмітки	85
5.5.3.	Рівність покриття	90
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ	102
6.1.	Умови праці суб'єкта в шкідливому середовищі та опис робочого місця	102
6.2.	Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів	105
6.2.1.	Розрахунок шумового забруднення	107
6.2.	Пожежна безпека	109
6.4.	Висновок	111
РОЗДІЛ 7	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	112
7.1.	Вплив транспортної розв'язки "Лист конюшини" на навколишнє середовище	112
7.2.	Заходи щодо зниження шумового забруднення при експлуатації транспортної розв'язки "Лист конюшини"	116
7.3.	Висновок	118
ВИСНОВКИ		119
ЛІТЕРАТУРА		121

ВСТУП

Автомобіль являється одним з основних видів транспорту який відіграє важливу роль для держави та її економічних процесів, економічний розвиток країни, та зручного пересування громадян.

Основна мета автомобільних доріг та транспортних розв'язок полягає в забезпеченні ефективних транспортних послуг, а найголовніше безпечною для населення, а також у підтримці потреб у виробничій та невиробничій сферах.

Автомобільний транспорт України відіграє значну роль у внутрішніх та міжнародних економічних відносинах, сприяючи стабільній роботі всіх секторів економіки та сприяючи економічному та соціальному прогресу.

Основною задачею цієї кваліфікаційної роботи є доведення необхідності створення транспортної розв'язки в двох рівнях для з'єднання нової північної об'їзної дороги Києва з трасою М06. Цей проект, який є частиною програми "Велике будівництво" і планується завершити до 2025 року, передбачає будівництво Київської обхідної дороги, що охопить столицю, та з'єднає шість головних автомагістралей: М-07 Київ – Ковель, М-06 Київ – Чоп, М-05 Київ – Одеса, Н-01 Київ – Знам'янка, Н-08 Бориспіль – Маріуполь, М-03 Київ – Харків та М-01 Київ – Чернігів. Транспортна розв'язка, об'єднуючи ці ділянки дороги, дозволить зменшити навантаження на столицю від вантажного транспорту та допоможе водіям заощадити від 40 до 60 хвилин у дорозі.

Питання безпеки на автомобільних дорогах вимагає особливої уваги, особливо з огляду на фактори, які впливають на її показники. Проблема безпеки дорожнього руху стала актуальною, враховуючи високу кількість постраждалих і загиблих у ДТП за останні кілька років, особливо у порівнянні з показниками в розвинених європейських країнах.

Згідно з дослідження безпеки на дорогах залежить від різноманітних чинників, які можна розділити на кілька ключових категорій:

Водії: слідування правилам дорожнього руху; уникнення ризикованих дій, таких як перевищення швидкості, агресивна поведінка, водіння в нетверез-

зому стані; зосередженість на дорозі та уникнення розсіювання уваги, зокрема від мобільних телефонів.

Технічний стан транспортних засобів: регулярне обслуговування та перевірка ключових систем, включаючи гальма, шини, світло; Використання систем безпеки, таких як ремені безпеки та подушки безпеки.

Інфраструктура доріг: утримання доріг у належному стані, усунення дефектів; чітка дорожня розмітка, дорожніх знаків та сигналізація; безпечні пішохідні переходи з сповіщенням для людей з обмеженими можливостями та адекватне освітлення.

Адаптація до погодних умов: пристосування стилю водіння до умов, як-от дощ, сніг, туман, ожеледиця;

Законодавча підтримка та поліцейський контроль: дотримання законів дорожнього руху; поліцейський нагляд для запобігання порушень.

Освітні та інформаційні програми: навчальні курси та кампанії для підвищення обізнаності про безпеку на дорозі.

Швидке реагування на аварійні ситуації: ефективна робота служб екстреної допомоги та рятувальних служб.

Згідно з дослідження рівність дорожнього покриття відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки на дорогах. Нерівні дороги можуть призвести до втрати контролю над автомобілем, особливо на високих швидкостях, збільшуючи ризик аварій. Гладке дорожнє покриття зменшує механічний вплив на автомобілі, знижуючи їх знос і підвищуючи надійність. На рівних дорогах менше калюж, що знижує ризик аквапланування, особливо в дощову погоду. Якісні дороги краще відводять воду, знижуючи ризик обледеніння взимку. Нерівні дороги можуть ускладнювати видимість, тоді як рівні покриття покращують оглядовість. Їзда по деформація на дорогах збільшує втому водія, тоді як рівні дороги забезпечують комфортнішу їзду. Таким чином, рівність дорожнього покриття є важливою для забезпечення безпеки дорожнього руху та зниження ризиків ДТП.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ, АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ОПИС РАЙОНУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Постановка задачі

Плани щодо створення нової Київської обхідної дороги, яка буде огортати столицю, передбачають її завершення до 2025 року в межах ініціативи "Велике будівництво"[1]. Проектом передбачено, що ця дорога, маючи форму напівкільця, простягнеться на приблизно 150 кілометрів, з'єднуючи сім ключових автомагістралей, включаючи: М-01 Київ – Чернігів, М-03 Київ – Харків, М-05 Київ – Одеса, М-06 Київ – Чоп, М-07 Київ – Ковель, Н-01 Київ – Знам'янка та Н-08 Бориспіль – Маріуполь. Схема майбутньої об'їзної наведена на рисунку 1.1.

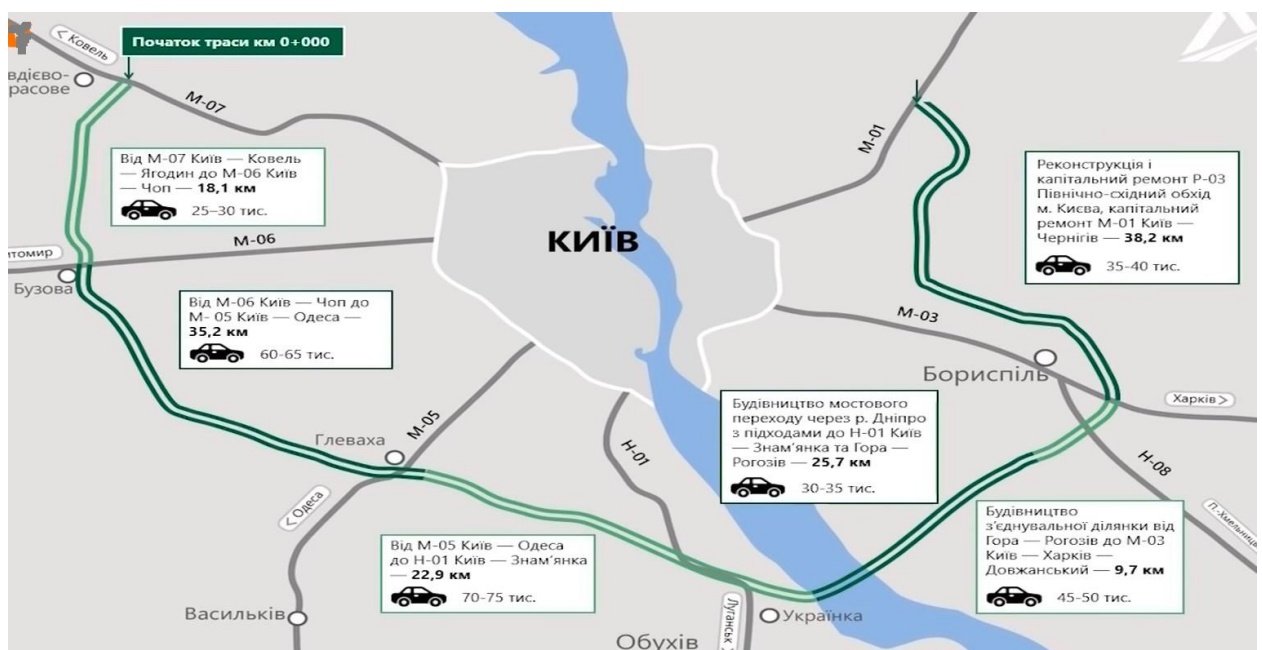


Рисунок 1.1. План, нової Київської обхідної дороги.

Крім того, будівельники зведуть міст з підходами, протяжністю більше 25 кілометрів через річку Дніпро. Відповідно до планів, нова Київська обхідна дорога, що має форму напівкільця, зможе перехопити до 70% вантажного трафіку. Це значно скоротить час поїздки для водіїв на 40-60 хвилин [1].

Проєкт передбачає з'єднання ключових міст навколо київа, включаючи Ірпінь, Ворзель, Васильків, Обухів, Українку, Бориспіль та Бровари, що дозво-

лить уникнути необхідності перетинати столицю через центр для переходу з одного берега на інший.

Зараз у Києві щодня пересувається понад 600 тисяч автомобілів, 40% з яких є транзитними. Існуюча Кільцева дорога, яка має характеристики звичайної міської вулиці, не в змозі впоратися з таким навантаженням, що призводить до заторів, забруднення повітря та шуму в прилеглих районах.

На цій дорозі також щоденно рухається 10000 легкових автомобілів і громадський транспорт. Це призводить до постійного затору на Кільцевій дорозі, викидів шкідливих речовин у повітря та значного шумового впливу на навколишні райони.

Нова північна обхідна дорога Києва має на меті розвантажити столицю від транзитного транспорту, зменшити затори, покращити стан дорожнього покриття та знизити негативний вплив на місто. З реалізацією цього проєкту на дорогах столиці стане значно менше заторів і не буде швидко псуватися стану дорожнього покриття. Очікується, що піковий трафік на деяких ділянках обхідної дороги досягне понад 70 тисяч автомобілів на добу, а загальний обсяг транспорту перевищить 300 тисяч автомобілів [1].

Аргументація на користь створення транспортних розв'язок на різних рівнях:

- Ліквідація заторів: розв'язки на різних рівнях забезпечують неперервний рух транспорту, уникаючи затримок на світлофорах та перехрестях.
- Підвищення безпеки: мінімізація прямих перетинів знижує можливість аварій, зокрема тих, що можуть мати серйозні наслідки.
- Підвищення швидкості руху: автомобілі можуть рухатися швидше завдяки відсутності перешкод на перехрестях.
- Зниження викидів: менший час простою на світлофорах та у заторах зменшує кількість викидів в атмосферу.

- Ефективність використання пального: неперервний рух забезпечує менший споживання пального, зменшуючи витрати на зупинки та повільний рух.
- Оптимізація транспортної мережі: розв'язки на різних рівнях можуть служити важливими вузловими точками в системі дорожнього руху.
- Ефективне використання землі: розв'язки на різних рівнях зазвичай потребують менше простору, дозволяючи зберегти земельні ресурси.
- Естетичний аспект: модернізовані розв'язки можуть служити архітектурними акцентами міста або області.

Враховуючи вказані вище аспекти, створення транспортних розв'язок на різних рівнях є обґрунтованим у районах із значною транспортною активністю, де необхідно забезпечити ефективний та безпечний рух.

В даній кваліфікаційній роботі буде розглянута та запроєктована транспортна розв'язка в двох рівнях за типом «лист конюшини», яка буде знаходитися на перетині майбутньої об'їзної дороги з трасою М06 Київ-Чоп.

Дана транспортна розв'язка розташована в Бучанському районі Київської області, який відноситься до дорожньо-кліматичної зони У-1. Умови роботи асфальтобетонного покриття в цьому районі відповідають кліматичному району А-1 [2].

Згідно з наданими даними, траса М06 Київ-Чоп відноситься до категорії І-Б. Це означає, що в поперечному профілі ця автомобільна дорога має дві проїзні частини, кожна з яких складається з трьох смуг руху в кожному напрямку. Ширина проїзної частини становить 33,0 метри. Ліва проїзна частина має ширину 11,7 метра, права проїзна частина – 11,25 метра, і їх розділювальна смуга має ширину 3,0 метри. Географічне розташування транспортної розв'язки наведено на рисунку 1.2.

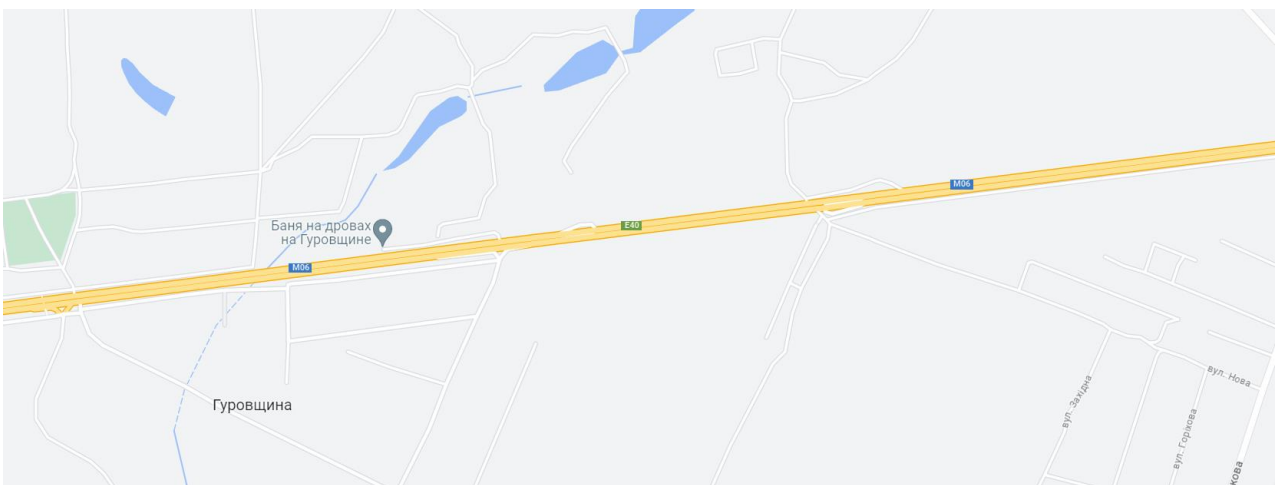


Рисунок 1.2. Географічне розташування транспортної розв'язки

На даному відрізку дороги інтенсивність руху становить в розмірі 37 000 авто за добу. Проектна швидкість на цій частині дороги становить 110 км/год.

1.2. Опис району проєктування

1.2.1. Клімат

Клімат в обраному для проєктування регіоні є помірно-континентальним. Літній період тут характеризується помірною жарою, тоді як зима - помірними холодами.

Для правильного вибору планувальних рішень важливо враховувати особливості клімату. Детальна характеристика кліматичних елементів, заснована на даних з метеостанції, представлена в таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1

Температура повітря, °С

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна і річна температура повітря													
°С	-6,1	-5,8	-0,8	6,6	14,3	17,1	19,0	18,1	13,4	7,4	0,9	-4,0	6,7
Абсолютний мінімум													
°С	-31	-33	-23	-10	-2	3	6	5	-3	-18	-20	-31	-33
Максимум температури повітря													
°С	8	9	18	27	31	33	38	37	32	27	22	11	38

В обраному регіоні вегетаційний період триває 207 днів. Зазвичай перші заморозки настануть у середині жовтня, а останні можна спостерігати ближче до кінця квітня. Глибина промерзання ґрунту може досягати 125 см, як це відзначено на метеостанції Немішаєве [3].

Безморозний період у середньому триває 180 днів, проте його тривалість може коливатися від 146 до 215 днів, згідно даних метеостанції Київ-обсерваторія. Щодо опалювального періоду, він триває приблизно 191 день, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" для Києва [3].

Для зручності, дати початку та завершення заморозків, а також тривалість безморозного періоду представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Безморозний період

Дата заморозків						Тривалість безморозного періоду, дні		
останнього			першого					
середня	найраніша	найпізніша	середня	найраніша	найпізніша	середня	найраніша	найпізніша
18.IV	22.III	22.V	16.X	20.IX	12.XI	180	146	215

Кліматичні умови регіону включають як вегетаційний, так і зимовий періоди. Сніговий покрив формується і руйнується в різні моменти часу, залежно від конкретного року [3].

Для зручності, дати появи та сходу снігового покриву, а також моменти утворення і руйнування стійкого снігового покриву представлені в таблиці 1.3.

Дати появи та сходу снігового покриву

Кількість днів зі сніговим покривом	Дата появи снігового покриву			Дата утворення стійкості снігового покриву			Дата руйнування стійкості снігового покриву			Дата сходу снігового покриву			% зим з відсутністю стійкого снігового покриву
	середня	найраніша	най-пізніша	середня	найраніша	най-пізніша	середня	найраніша	най-пізніша	середня	найраніша	най-пізніша	
102	14.XI	27.IX	01.X	22.XII	31.X	-	09.III	-	01.IV	30.III	28.II	28.IV	1

Зазвичай стійкий сніговий покрив формується у початковій частині останньої декади грудня. У середньому сніг лежить 102 дні. Його щільність сильно змінюється в залежності від погодних умов, коливаючись від 250 до 480 гк/км³. Протягом зими вміст води в сніговому покриві варіюється від 9 до 16 мм, досягаючи піку на початку весни. Найбільший за зимовий період запас води в снігу середньо дорівнює 37 мм [3].

Протягом року найбільше опадів спостерігається влітку через часті зливи. Середнє добове значення опадів у цей період становить 23-25 мм, що вище, ніж у інші пори року [3]. Детальні дані про середню та річну кількість опадів представлені в таблиці нижче.

В таблиці 1.4 представлені середні та найбільші показники тривалості опадів.

Таблиця 1.4

Тривалість опадів

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Київ- обсерваторія	29	28	33	47	53	76	73	58	47	42	36	32	554
	Холодний період 158						Теплий період 207						

В таблицях 1.5 і 1.6 представлена інформація про вологість та вітри, характерні для району проектування.

Таблиця 1.5

Відносна вологість атмосфери

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна і річна вологість повітря, мм													
Значення	3,9	3,9	4,9	7,2	10,5	13,3	15,1	14,1	10,9	8,4	5,9	4,4	8,5
Середня місячна і річна відносна вологість повітря, %													
Значення	89	85	83	72	64	68	68	69	72	79	86	89	77

Таблиця 1.6

Напрямок вітру

Період року	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх	Штиль
Теплий	12	11	10	15	8	17	8	19	43
Холодний	9	8	10	19	11	18	10	15	24
Рік	11	9	9	17	9	18	9	18	68

Я видно з таблиці 1.6 домінуючими напрямками вітру протягом року є вітри з південного заходу (18% частоти), з північного заходу (18% частоти) та з південного сходу (17% частоти).

Згідно з інформацією від метеостанції [3], середня швидкість вітру за рік становить 4,0 м/с, а найвища середньомісячна швидкість досягає 4,9 м/с у березні.

1.2.2. Ґрунти

Згідно з картою ґрунтів Київської області, яка була складена на основі досліджень ґрунтів у 1957-1960 роках за участю інституту «Укрземпроект» та Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства ім. О.Н. Соколовського, територія міста Буча входить до Житомирсько-Коростенського агроґрунтового району [4].

Ґрунтовий покрив цієї території складається в основному з чорноземів опідзолених і слабо реградованих, темно-сірих сильнореградованих супіщаних ґрунтів, а також ясно-сірих і сірих опідзолених супіщаних ґрунтів. Ґрунти на цій території не є просадними.

Основні водоносні горизонти є сприятливими для організації централізованого водопостачання. Зокрема, вказуються бучакський і сеноманський водоносні горизонти. Це важливий фактор для забезпечення водопостачання на цій території.

1.2.3. Геологічні та гідрогеологічні умови

В геоструктурному відношенні територія району розташована на північно-східному схилі Українського щита, спрямованому до Дніпровсько-Донецької западини [4]. На докембрійському фундаменті, який ускладнений локальними пониженнями і підняттями, розташовані осадові породи палеозою, мезозоєю та кайнозоєю. Товща цих порід збільшується від заходу і південного заходу на схід і північний схід.

У даній території особливу увагу слід звернути на антропогенний покрив, який включає льодовикові та водно-льодовикові відклади [4]. Ці відклади стали важливим аспектом при розгляді будь-яких інженерних проєктів та будівельних робіт.

Сейсмічна активність на цій території вважається незначною, що свідчить Карта загального сейсмічного районування території України. Тобто ця область не відноситься до зон підвищеної сейсмічної активності.

В гідрогеологічному відношенні, територія розташована в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну [4]. Підземні води пов'язані з осадовими утвореннями палеозою, мезозоєю і кайнозоєю. Ці утворення мають різну потужність і можуть бути водоносними. Важливою особливістю є наявність водоносних горизонтів і комплексів, розділених непроникними товщами, що забезпечує захист води від забруднення. Води на цій території вважаються придатними для використання і не мають бактеріологічних проблем.

Також, на території виділяється кілька водоносних горизонтів та комплексів, які мають різні гідрогеологічні характеристики і потужності.

2. ПРОЄКТУВАННЯ ПЛАНУ ТА ПРОФІЛЮ

2.1. Вимоги до проєктування транспортних розв'язок

Одними з основних елементів дорожнього комплексу є точки перетину та місця з'єднання автошляхів. Для забезпечення безперебійного та безпечного руху на таких ділянках впроваджуються дорожні розв'язки, які можуть бути в одному або декількох рівнях.

Дорожні розв'язки на перехрестях та точках приєднання мають забезпечувати оптимальний потік транспорту, безпеку та зручність для водіїв, зменшуючи затримки під час проїзду.

При розробці концепції розв'язків необхідно взяти до уваги прогнозовану інтенсивність руху та особливості транспортних потоків. Вибір типу, дизайну розв'язків та прийняття технічних рішень повинно базуватися на глибокому аналізі альтернативних варіантів, враховуючи їхню ефективність, безпеку, зручність, вартість реалізації, естетичні вимоги, стандарти з охорони довкілля та ефективне використання земель.

Транспортна розв'язка, яка винесена для розгляду, буде запроєктована на перетині траси Київ-Чоп М06 та нової об'їзної дороги.

Транспортні розв'язки на дорогах мають забезпечувати найбільш оптимальний потік транспорту, безпеку та комфорт для водіїв, мінімізуючи час на проїзд усунувши затори які виникають на світлофорах.

Насамперед перед проєктуванням розв'язки слід враховувати очікувану інтенсивність руху та характеристику транспортних потоків по всім напрямкам руху автомобілів.

При проєктуванні розв'язки необхідно передбачити можливість їх майбутнього розширення або модернізації для підвищення пропускної здатності та безпеки руху автомобілів.

При проєктуванні транспортної розв'язки слід визначитися зі схемою та класом, за якими будуть прийматися проєктні рішення [5]. Після визначення цих параметрів технічні рішення слід приймати згідно: технічно-економічних

показників, безпеки та зручності руху, пропускної спроможності, витрат на утримання та зважаючи на естетичний вигляд. При цьому проєкт має бути виконаний згідно вимог до : охорони довкілля та раціонального використання земель (лісових та сільськогосподарських).

Клас транспортної розв'язки встановлюється відносно категоріям доріг, що перехрещується, згідно ДБН В.2.3:4 та наведений в таблиці 2.1 [2]. В кваліфікаційній роботі дороги, що перетинаються відносяться до доріг категорії Іб, що обумовлює І клас розв'язки та вимагає проєктування транспортних потоків в різних рівнях.

Таблиця 2.1

Клас транспортної розв'язки

Клас розв'язки	Категорія доріг, що перехрещується	Тип пересічення потоків	Облаштування розв'язки ПШС
1	2	3	4
I	I – I, I – II, I – III; II – II, II – III при інтенсивності руху понад 15000 авт./добу*	У різних рівнях	3 ПШС на всіх дорогах

Транспортні розв'язки слід розміщувати на відстані від населених місць, використовуючи природний рельєф для ефективності. На підходах до розв'язки ухил дороги не повинен перевищувати 40 %, щоб забезпечити безпечний і швидкий проїзд автомобілів.

Транспортні розв'язки в різних рівнях визначаються загальною інтенсивністю руху та розподілом транспортних потоків за різними напрямками. Вони можуть бути спроектовані на двох або більше рівнях [7].

Схеми транспортних розв'язок залежать від конкретних місцевих умов і потребують індивідуального підходу в кожному окремому випадку.

Параметри планування та повздовжнього профілю для лівосторонніх та правосторонніх виїздів мають бути визначені таким чином, щоб вони відповідали швидкостям руху, зазначеним у таблиці 2.2 [2].

Лівосторонні з'їзди потрібно якнайбільше приблизити до середини перехрестя, додержуючись встановлених норм планування та профілю. Прямі вставки на таких в'їздах не є бажаними [7].

Кругові з'їзди, як правосторонні, так і лівосторонні, сполучаються з дорогами, що їх перетинають або до яких приєднуються, через спеціальні перехідні криві [2].

Таблиця 2.2

Розрахункові швидкості на з'їздах транспортних розв'язок у різних рівнях

Клас розв'язки	Розрахункові швидкості, км/год, при інтенсивності руху на з'їздах					
	правоповоротному			лівоповоротному		
	до 15 %	15-30 %	понад 30%	до 15 %	15-30 %	понад 30%
I	60	65	70	40	45	50

Згідно ДБН [2] для односмугових в'їздів та проїздів рекомендована ширина проїзної частини становить 6,0 м, з урахуванням узбіч шириною 0,5 м з обох боків, без потреби додаткового розширення на згинах. Встановлення бортового каменю безпосередньо на односмугових в'їздах та проїздах з обох боків дорожнього покриття не рекомендується.

При високій інтенсивності руху транспортних засобів на в'їздах або проїздах, яка перевищує допустиму пропускну здатність однієї смуги, рекомендується проектувати двосмугові в'їзди з шириною проїзної частини не менше 7,5 м, з обладнанням смуг шириною 0,5 м з кожного боку без додаткового розширення [7].

При проектуванні смуг руху лівих та правих потоків необхідно відокремити один від одного смугою безпеки або відбійником [2].

Рекомендована ширина узбіччя становить 2,0 м. Узбіччя має бути обладнане щебеневими або гравійними матеріалами. При наявності дорожніх бар'єрів чи бордюрів, узбіччя слід засівати травою [2].

На перехрестях з великою кількістю автомобілів, коли на одному з напрямків ця кількість перевищує 30% від загальної інтенсивності, рекомен-

дується використовувати розділювач для автомобілів, які роблять поворот. Ширина такого напрямку визначається залежно від інтенсивності руху [2].

Смуги для перехідних швидкостей (перехідно-швидкісні) слід розглядати як допоміжний компонент проїзної частини, призначений для організації транспортних потоків, що змінюють свій напрямок на дорогах категорій I, біля дорожніх служб, на транспортних роз'їздах та поруч із зупинками міського транспорту. Цей перехід містить: область відводу, смугу для розгону і, якщо це необхідно, смугу очікування [2].

У транспортних вузлах різних рівнів на ПШС вважається необхідним елементом вузла, незалежно від обсягу руху.

Для визначення довжини ПШС потрібно користуватися таблицею 2.3 [8], враховуючи поздовжній нахил дороги, тоді як у гірських та горбистих районах довжину встановлюють за допомогою розрахунків.

Ширина ПШС повинна бути принаймні такою ж, як і ширина головної смуги руху [2]. Однак, в конкретних обставинах та достатніх підставах, можливе звуження смуги до 3,50 м на дорогах I-б категорії.

У місцях, де ПШС приєднується до основних дорожніх смуг, а також на автобусних зупинках, їх треба відділяти від основного руху за допомогою спеціальної розмітки, яка відповідає національним стандартам [6]. З'єднання швидких смуг з обочиною виконується через спеціально укріплену смугу.

Геометричні дані для перехідно-швидкісних смуг для I-б категорії обираєм з таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Довжина перехідно-швидкісних смуг

Категорія дороги	Повздовжній похил, ‰	Довжина смуги повної ширини, м		Довжина відгону смуги розгону і гальмування, м
		для розгону	для гальмування	
1	2	3	4	5
За межами населених пунктів				
I	-40 і більше	110	110	80
	від -20 до -40	130	105	

1	2	3	4	5
	від -20 до +20	150	100	
	від +20 до +40	170	95	
	+40 і більше	190	90	

У випадку, коли дорожнє приєднання знаходиться на повороті, в області цього повороту проїзна частина ПШС може мати такий самий нахил, як і на прямій ділянці [2]. Зміна нахилу на примиканні до нахилу повороту відбувається за межами кругового переходу на відстані 30 м [2].

2.2. Вихідні дані до проєктування транспортної розв'язки

Вигляд дворівневих транспортних розв'язок слід розробляти індивідуально, враховуючи унікальність місцевих умов та враховуючи дороги які вже експлуатуються на ділянці, яка буде запроектована.

Транспортні розв'язки у різних рівнях бувають наступних видів [7]:

- схема з прямими лівими поворотами;
- схема “лист конюшини”;
- комбінована схема;
- схема “лист конюшини”;
- кільце з п'ятьма шляхопроводами;
- кільце з двома шляхопроводами;
- комбінована схема.

Визначення кінцевої структури розв'язки доріг слід робити на основі технічного та економічного аналізу різних варіантів.

Критерії для планів та вертикальних профілів доріг при лівому та правому поворотах слід встановлювати так, щоб вони відповідали передбачуваним швидкостям.

В залежності від рівня технічного вдосконалення та забезпечення безпеки, транспортні розв'язки класифікуються на [8]:

- повні - де немає точок зіткнення дорожніх потоків на однаковій висоті;
- неповні - де точки перетину потоків руху на одному рівні можуть знаходитися на додаткових дорогах або на основних магістралях.

В даній кваліфікаційній роботі буде розглянута та запроєктована транспортна розв'язка на перетині двох доріг: автошлях Київ – Чоп М-06 та нової об'їзної дороги.

Шляхопроводи М-06 та об'їзна дорога відносяться до Іб категорії.

Київ – Чоп М-06 в поперечному розрізі має два дорожніх полотна, кожне по три смуг руху. Денна інтенсивність руху транспортних засобів на цій дорозі досягає – 37 000 авт./добу. Передбачена швидкість руху автомобіля на дорозі становить – 110 км/год.

Шляхопровід нової об'їзної дороги, який буде знаходитися поблизу с. Бузова заплановано дві проїзні частини по 3 смуги руху в кожному напрямку. Інтенсивність руху на даній ділянці була прогнозована – 53 000 авт./добу. Визначена планова швидкість руху на даній ділянці – 110 км/год.

На перетині цих двох шляхопроводів розглянемо конфігурацію розв'язки автомобільної дороги у двох рівнях за схемою – «лист конюшини», що показана на рисунку 2.2.

Спершу, щоб визначити завантаженість майбутнього перехрестя, потрібно розрахувати інтенсивність руху на з'їздах, множачи відповідні показники інтенсивності на головній дорозі на відсоток потрібного напрямку.

Всі подальші розрахунки і креслення які будуть виконуватися, прив'язані до супутникової карти (рис. 1.2.) та наступних населених пунктів, щої знаходяться поблизу :с. Мрія, с. Гурівщина, с. Лісне, с. Шпітки.

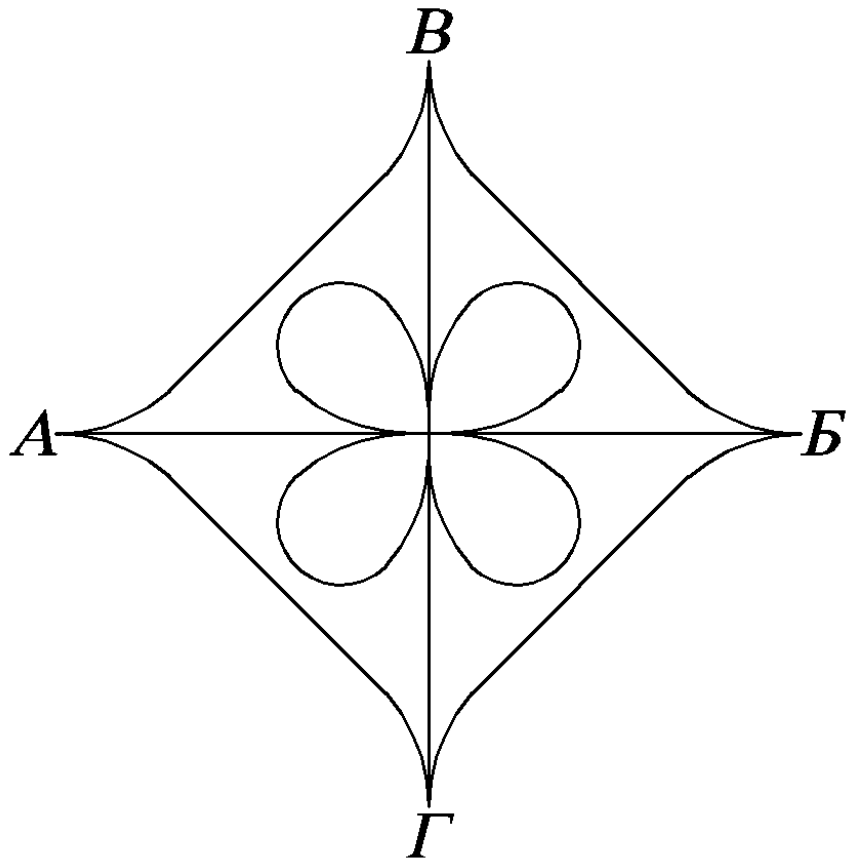


Рисунок 2.1. Схема «лист конюшини»

Визначення числа автомобілів, які заїжджають з основних маршрутів, розраховується за формулою:

$$AG = AB \cdot n \quad (2.1)$$

де AB – інтенсивність на основному напрямку траси М06 з с. Гурівщина в сторону с. Мрія;

BA – інтенсивність на основному напрямку траси М06 з с. Мрія в сторону с. Гурівщина;

VG – інтенсивність по об'їзній дорозі з с. Лісне, в сторону с. Шпітки;

GV – інтенсивність по об'їзній дорозі з с. Шпітки, в сторону с. Лісне;

AG – інтенсивність правоповоротнього з'їзду по напрямку з с. Гурівщина в сторону с. Шпітки;

GB – інтенсивність правоповоротнього з'їзду по напрямку з с. Шпітки в сторону с. Мрія;

БВ – інтенсивність правоповоротного з'їзду по нпрямку з с. Мрія в сторону с. Лісне;

ВА – інтенсивність правоповоротного з'їзду по нпрямку з с. Лісне в сторону с. Гурівщина;

АВ – інтенсивність лівоповоротного з'їзду із с. Гурівщина в сторону с. Лісне;

ГА – інтенсивність лівоповоротного з'їзду із с. Шпітки в сторону с. Гурівщина;

БГ – інтенсивність лівоповоротного з'їзду із с. Мрія в сторону с. Шпітки;

ВБ – інтенсивність лівоповоротного з'їзду із с. Лісне в сторону с. Мрія.

n – процент автомобілів які з'їжджають з основного напрямку.

Значення дворівневої транспортної розв'язки, яка виїжджає поза її межі має таку інтенсивність руху за напрямками:

$$AB' = AB - AG - AV' + VB' + GB' \quad (2.2)$$

$$BA' = BA - BV - BG' + VA' + GA' \quad (2.3)$$

$$VG' = VG - VA - VB' + AG' + BG' \quad (2.4)$$

$$GV' = GV - AG - GB' + AV' + BV' \quad (2.5)$$

Перевірка:

$$AB + BA + VG + GV = AB' + BA' + VG' + GV' \quad (2.6)$$

Інтенсивність руху транспорту за напрямками:

- АВ – 19000 авт/добу;
- ВА – 18000 авт/добу;
- ВГ – 31000 авт/добу;
- ГВ – 22000 авт/добу.

Для даної транспортної розв'язки відсоток автомобілів на: правоповоротні з'їзди : АГ, ВА , ВВ , ГБ – 30%; лівоповоротні з'їзди : ВБ, БГ, ГА, АВ – 35%;

Кут перетину: 90°.

Інтенсивність руху транспорту на правоповоротні з'їзди:

- $AG=19000 \cdot 0.30=5700$ авт/добу;
- $GB=22000 \cdot 0.30=6600$ авт/добу;
- $BV=18000 \cdot 0.30=5400$ авт/добу;
- $VA=31000 \cdot 0.30=9300$ авт/добу.

Інтенсивність руху транспорту на лівоповоротні з'їзди:

- $AV'=13300 \cdot 0.35=4655$ авт/добу;
- $GA'=15400 \cdot 0.35=5390$ авт/добу;
- $BG'=12600 \cdot 0.35=4410$ авт/добу;
- $VB'=21700 \cdot 0.35=7595$ авт/добу.

Кількість автівок, що направляються за основними маршрутами:

- $AB'=AB-AG-AV'+VB'+GB = 22840$ авт/добу;
- $BA'=BA-BV-BG'+VA+GA' = 22880$ авт/добу;
- $BG'=BG-VA-VB'+AG+BG' = 24215$ авт/добу;
- $GV'=GV-GB-GA'+AV'+BV = 20065$ авт/добу.

Перевірка:

- $AB+BA+BG+GV=AB'+BA'+BG'+GV'$;

$$19000+18000+31000+22000=22840+22880+24215+20065;$$

$$90000=90000.$$

Оцінювання навантаження на транспортну розв'язку здійснюється шляхом створення картограми транспортних потоків. Картограма транспортних потоків за напрямками руху на транспортній розв'язці наведена на рисунку 2.2.

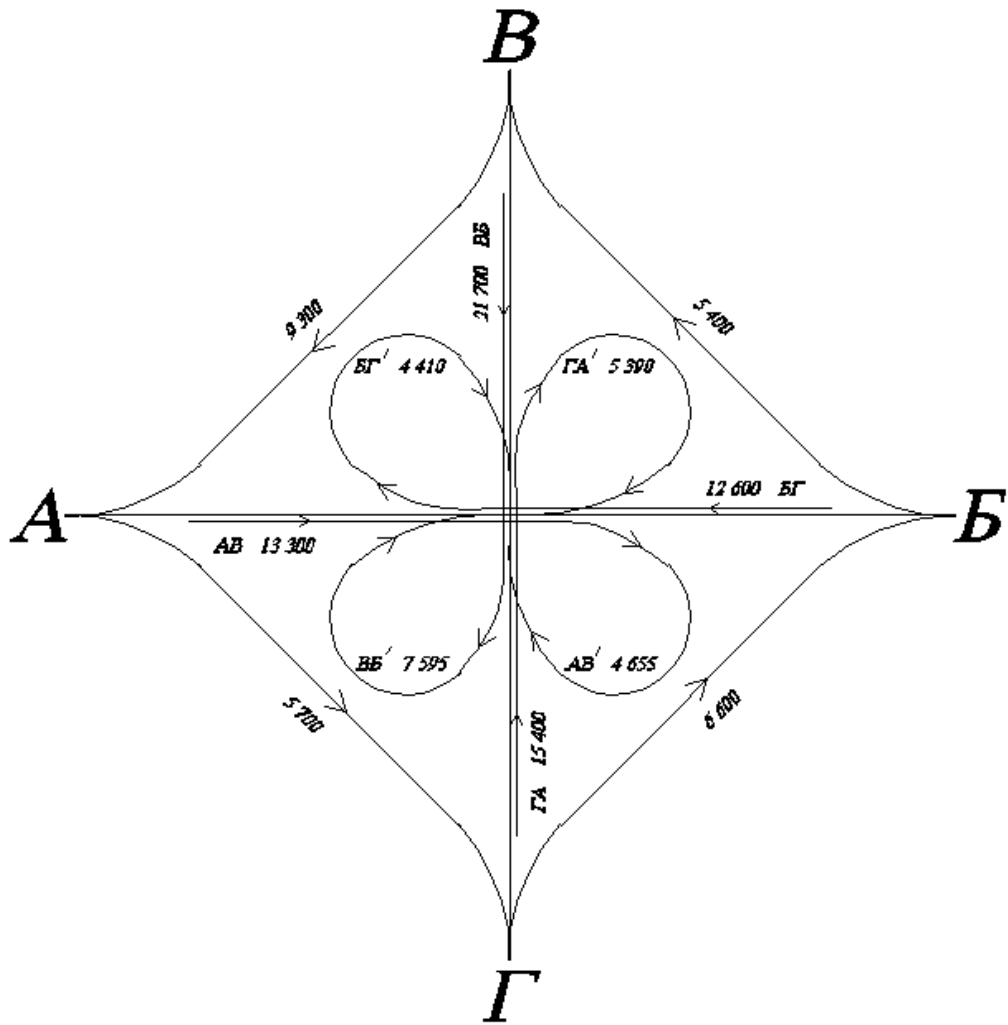


Рисунок 2.2. Інтенсивність транспортних потоків (картограма)

Позначення основних догів:

- А–Б – М-06 (А – Гурівщина, Б – Мрія);
- В–Г – об’їзна дорога (В – Лісне, Г – Шпідки).

Картограма – це умовне відтворення інтенсивності транспортних потоків у вибраному масштабі.

2.3. Розрахунок геометричних параметрів з’їздів

2.3.1. Призначення мінімальних радіусів з’їздів у плані

В кваліфікаційній роботі розрахунки виконувалися за методикою [7].

Під час розробки транспортних розв’язок радіуси горизонтальних згинів на з’їздах слід визначати відповідно до розрахункової швидкості (див. табл. 2.2.).

Обчислення мінімально допустимого радіусу з'їзду здійснюється за виразом:

$$R = \frac{v^2}{g \cdot 3.6^2 (\mu + i_B)}, \text{ м} \quad (2.7)$$

$$R = \frac{70^2}{9.81 \cdot 3.6^2 (0.15 + 0.04)} = 203 \text{ м} - \text{ для правоповоротних з'їздів};$$

$$R = \frac{50^2}{9.81 \cdot 3.6^2 (0.15 + 0.06)} = 94 \text{ м} - \text{ для лівоповоротних з'їздів}.$$

де V - розрахункова швидкість на з'їзді, км/год;

$g=9.81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

3.6^2 – коефіцієнт переведення км/год в м/с;

μ – коефіцієнт поперечної сили відображає комфортність проїзду по кривій, де пасажир на кривій майже не відчуває дискомфорту. Залежно від швидкості, цей коефіцієнт може коливатися від 0.18 при руху автомобіля із швидкістю 20 км/год до 0.12 при 150 км/год. Для даних розрахунків його прийнято рівним 0.15.

i_B – позначає поперечний похил дорожнього покриття на повороті (в роботі прийнято $i_B=60\%$ для лівоповоротних з'їздів і $i_B=40\%$ – для правоповоротних).

Необхідно визначити мінімальні припустимі радіуси для всіх лівих та правих з'їздів у розв'язці. Для схеми “Лист конюшини”, значення допустимого радіуса всіх правоповоротних будуть однакові і лівоповоротних з'їздів теж.

2.3.2. Влаштування перехідних кривих

Для безпеки руху автомобілів, які з'їжджають з основної дороги на транспортну розв'язку або навпаки, згідно ДБН В.2.3-4-2015 [2] потрібно запроєктувати перехідну криву із додатковою гальмівною смугою.

При розробці транспортної розв'язки вираховуємо довжину перехідно-швидкісної смуги. Схематичний вигляд кривої наведений на (рис. 2.3.).

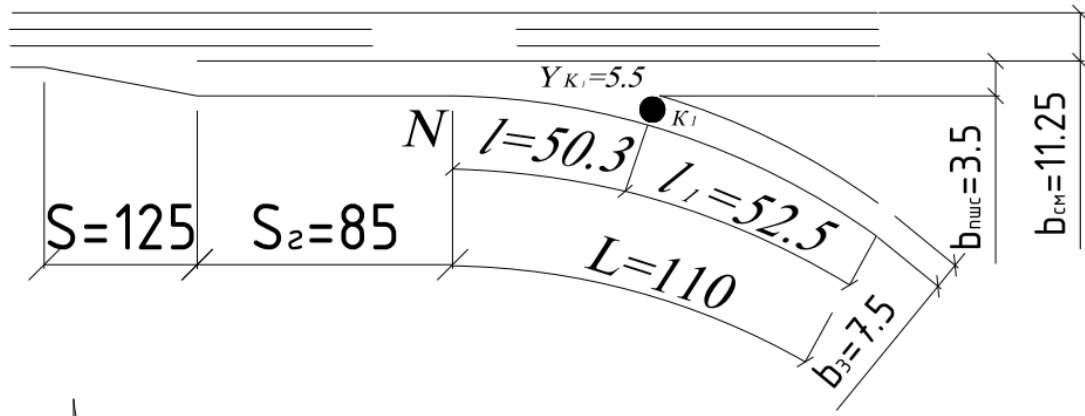


Рисунок 2.3. Схема з'їзд із перехідно-швидкісної смуги

Початок пректу з'їздів, як у плані, так і у профілі починається з точки K_1 , яка знаходиться на відстані l від початку з'їзду N , вказаної координатою Y_{K_1} . В такому випадку має бути забезпечено чітке відокремлення транзитних та поворотних потоків. Проектування відгону віражу починається в точці K_1 .

Отже, довжина перехідної кривої L має відповідати встановленій умові:

$$L \geq l + l_1 \quad (2.8)$$

$60 \geq 73.8 + 22.5$ - для правоповоротних;

$51 \geq 50.3 + 52.5$ - для лівоповоротних.

Оскільки умова не виконується, то прийнято більшу довжину, щоб умова виконалася:

$L = 100\text{м}$ - для правоповоротних;

$L = 110\text{м}$ - для лівоповоротних.

де l – розмір суміщеної початку з'їзду, м.

l_1 – протяжність відгону віражу, м.

Проектування з'їзду на транспортній розв'язці здійснюється за умови сталої швидкості.

$$l = \sqrt[3]{6 \cdot R \cdot L \cdot Y_{K_1}}, \text{ м}, \quad (2.9)$$

$l = \sqrt[3]{6 \cdot 203 \cdot 60 \cdot 5.5} = 73,8\text{м}$ - для правоповоротних;

$l = \sqrt[3]{6 \cdot 94 \cdot 41 \cdot 5.5} = 50.3\text{м}$ - для лівоповоротних.

де $V_{\text{пр}}$ – розрахункова швидкість руху автомобіля на прямій ділянці (прийнято на 20 км/год більшу ніж $V_{\text{кр}}$), м/с;

$V_{кр}$ – розрахункова швидкість руху автомобіля на кривій ділянці (див. табл. 2.2.), м/с.

$Y_{к1}$ – ордината точки, де зовнішні краї проїзних частин з'їзду з'єднуються з перехідно-швидкісною смугою.

Визначаємо ординату точки за формулою

$$y_{к1} = \frac{b_{пис} + b_3}{2} \text{ м}, \quad (2.10)$$

$$y_{к1} = \frac{3.5 + 7.5}{2} = 5.5 \text{ м}$$

де b_3 – ширина смуги на з'їзді ,

$b_{пис}$ – ширина перехідно-швидкісної смуги.

Протяжність відгону віражу

$$l_1 = \frac{b_3 \cdot (i_v - i_{п})}{i_{відг}}, \text{ м}, \quad (2.11)$$

$$l_1 = \frac{7.5 \cdot (0.04 - 0.025)}{0.005} = 22.5 - \text{ для правоповоротних};$$

$$l_1 = \frac{7.5 \cdot (0.06 - 0.025)}{0.005} = 52.5 - \text{ для лівоповоротних}.$$

де $i_v, i_{п}$ - ухил віражу та поперечний ухил проїздної частини доріг , що перетинаються;

$i_{відг}$ - ухил відгону віражу (для доріг I категорії 5%).

Відстань до перехідної кривої приймаємо:

$S = 125$ – відстань відгону розширення; $S_2 = 85$ – ділянка гальмування.

Мінімальна довжина перехідної кривої при русі транспортного засобу з сталою швидкістю обчислюється відповідно до формули:

$$L = \frac{v_{кр}^3}{RI} \text{ м}, \quad (2.12)$$

$$L = \frac{19.4^3}{203 \cdot 0.6} = 60 \text{ м} - \text{ для правоповоротних};$$

$$L = \frac{13.9^3}{94 \cdot 0.7} = 41 \text{ м} - \text{ для лівоповоротних}.$$

Розрахунок кута повороту гальмівної кривої:

$$\beta = 57.3 \frac{L}{2R} \quad (2.13)$$

$$\beta = 57.3 \cdot \frac{100}{2 \cdot 203} = 14.1 - \text{ для правоповоротних};$$

$$\beta = 57.3 \cdot \frac{110}{2.94} = 33.5 - \text{для лівоповоротних.}$$

Виконання розрахунку координат гальмівної кривої:

$$x = l - \frac{a^2}{10} \quad (2.14)$$

$$y = \frac{a}{3(v_{np} - v_{kp})v_{np}^3} l^3 \quad (2.15)$$

для правоповоротних:

$$x = 73.8 - \frac{0.5^2}{10 \cdot (25 - 19.4)^2 \cdot 25^6} \cdot 73.8^5 = 73.7$$

$$y = \frac{0.5}{3 \cdot (25 - 19.4) \cdot 25^3} 73.8^3 = 0.8$$

для лівоповоротних:

$$x = 50.3 - \frac{0.5^2}{10 \cdot (19.4 - 13.9)^2 \cdot 19.4^6} \cdot 50.3^5 = 50.3$$

$$y = \frac{0.5}{3 \cdot (19.4 - 13.9) \cdot 19.4^3} 50.3^3 = 0.5$$

Розрахунок координати клотоїди:

$$x = l - \frac{l^5}{40C^2} + \frac{l^9}{3456C^4} \quad (2.16)$$

$$y = \frac{l^3}{6C} - \frac{l^7}{336C^6} + \frac{l^{11}}{42240C^{10}} \quad (2.17)$$

де $C = RL$ – параметр клотоїди;

$$x = 73.8 - \frac{73.8^5}{40 \cdot 20300^2} + \frac{73.8^9}{3456 \cdot 20300^4} = 73.7 - \text{для правоповоротних}$$

$$y = \frac{73.8^3}{6 \cdot 20300} - \frac{73.8^7}{336 \cdot 20300^6} + \frac{73.8^{11}}{42240 \cdot 20300^{10}} = 3.3 - \text{для правоповоротних}$$

$$x = 50.3 - \frac{50.3^5}{40 \cdot 10340^2} + \frac{50.3^9}{3456 \cdot 10340^4} = 50.2 - \text{для лівоповоротних}$$

$$y = \frac{50.3^3}{6 \cdot 10340} - \frac{50.3^7}{336 \cdot 10340^6} + \frac{50.3^{11}}{42240 \cdot 10340^{10}} = 2.1 - \text{для лівоповоротних}$$

Для докладного обчислення та малювання клотоїди потрібно додатково визначити такі параметри:

- t – відстань від старту перехідної кривої до перпендикуляра, який проведено з центру кругової кривої до лінії тангенсів, м

$$t = x_k - R \sin \beta \quad (2.18)$$

$$t = 73.7 - 203 \cdot \sin 14.1 = 24.2 - \text{для правоповоротних}$$

$$t = 50.2 - 94 \cdot \sin 33.5 = -1.7 - \text{для лівоповоротних}$$

- p – звуження радіуса кривої - переміщення кривої , м;

$$p = \frac{L^2}{24R} \quad (2.19)$$

$$p = \frac{100^2}{24 \cdot 203} = 2.1 \text{ - для правоповоротних}$$

$$p = \frac{110^2}{24 \cdot 94} = 5.4 \text{ - для лівоповоротних}$$

- R' - зменшений радіус, м

$$R' = 203 - 2.1 = 200.9 \text{ - для правоповоротних}$$

$$R' = 94 - 5.4 = 88.6 \text{ - для лівоповоротних}$$

- T_H – довжина оновленого тангенсу.

$$T_H = (R + p) \operatorname{tg} \alpha / 2 + t \quad (2.20)$$

$$T_H = (203 + 2.1) \operatorname{tg} 14.1 / 2 + 24.2 = 49.6 \text{ - для правоповоротних}$$

$$T_H = (94 + 5.4) \operatorname{tg} 33.5 / 2 - 1.7 = 28.2 \text{ - для лівоповоротних}$$

2.3.3. Розрахунок лівоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини»

Даний розрахунок виконується з метою знаходження початкової і кінцевої точок на лівоповоротного з'їзду по схемі “Лист конюшини”.

Визначення довжини перехідної кривої проводиться так: спершу встановлюється радіус R , призначається значення a та i ; після чого обчислюється довжина відгону віражу.

Щоб встановити початок перехідної кривої, потрібно виміряти відстань AN (рис. 2.4).

Відстань AB формується з комбінації двох відрізків: AC та BC , і може бути розрахована за допомогою формули.

$$AB = BC + AC = R \sin \beta + \operatorname{ctg} \alpha / 2 (R \cos \beta + Y_k), \text{ м} \quad (2.21)$$

$$AB = 94 \sin 33.5^\circ + \operatorname{ctg} 90^\circ / 2 (94 \cos 33.5 + 5.5) = 135.8 \text{ м}$$

За схемою яка наведене на (рис.2.4) можна побачити, що радіус R рівний за довжиною OE .

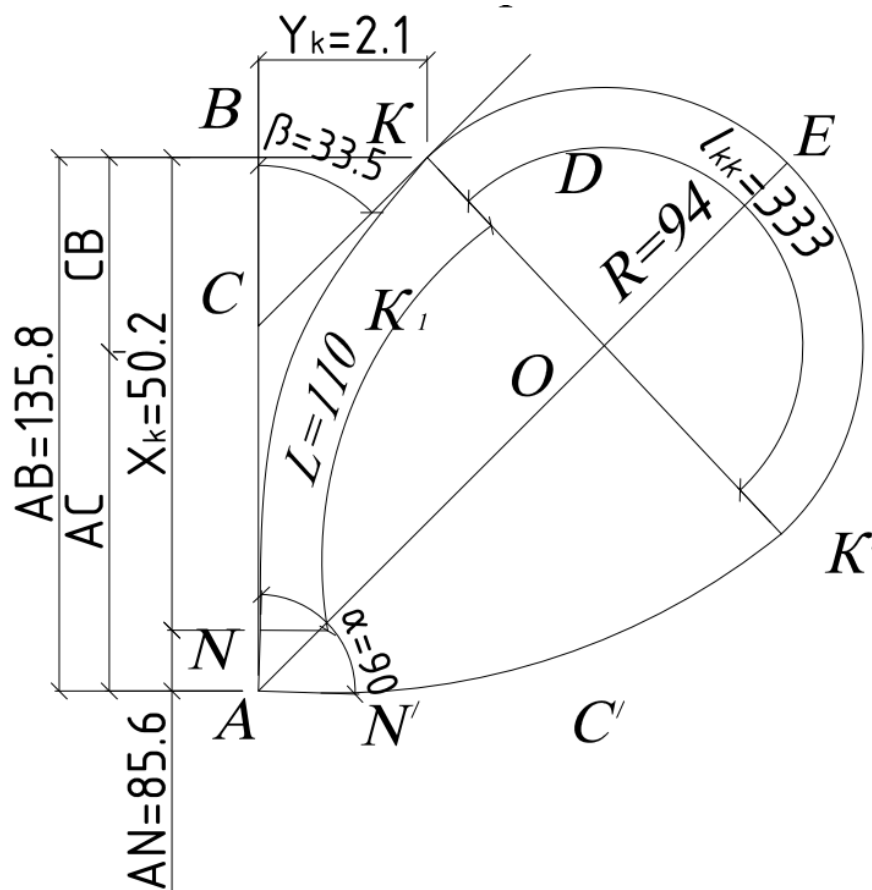


Рисунок 2.4. Схема до розрахунку лівоповоротного з'їзду
Розмір $AN=AN_1$ розраховується за формулою:

$$NA = N_1A = AB - x_k, \text{ м} \quad (2.22)$$

$$NA=N_1A = 135.8 - 50.2 = 85.6 \text{ м}$$

Відстань від початку до кінця колової кривої вираховується по формулі

$$l_{kk} = \frac{\pi R_1}{180} \cdot \gamma, \text{ м} \quad (2.23)$$

$$l_{kk} = \frac{3.14 \cdot 94}{180} \cdot 203^\circ = 333 \text{ м}$$

де γ - центральний кут, який розраховуємо за формулою

$$\gamma = 180^\circ + \alpha - 2\beta \quad (2.24)$$

$$\gamma = 180^\circ + 90^\circ - 2 \cdot 33.5^\circ = 203^\circ$$

α - кут перетину М06 та об'їної доріг;

β - кут зміни напрямку на перехідній кривій;

X_k і Y_k - точки завершення перехідної кривої в координатній системі.

(при $l=L$)

Повний розмір лівоповоротного з'їзду розраховується за формулою

$$S_{\text{вдз}} = 2L + l_{\text{kk}}, \quad (2.25)$$

$$S_{\text{вдз}} = 2 \cdot 110 + 333 = 553 \text{ м}$$

З рисунка 2.4. можна побачити, що найменша необхідна довжина з'їзду в плані, де можливе автономне проектування, формується з l_{kk} та частки перехідних кривих, яка достатня для відгону ширини проїзної частини на з'їздах.

$$S_{\text{вдз}} = l_{\text{kk}} + 2l_1 = l_{\text{kk}} + 2(L - l), \text{ м} \quad (2.26)$$

$$S_{\text{вдз}} = 333 + 2 \cdot (110 - 50.3) = 452.4 \text{ м.}$$

Далі потрібно переконатися чи достатня мінімальна необхідна довжина з'їзду в плані $S_{\text{вдз}}$ для його розробки у поздовжньому профілі.

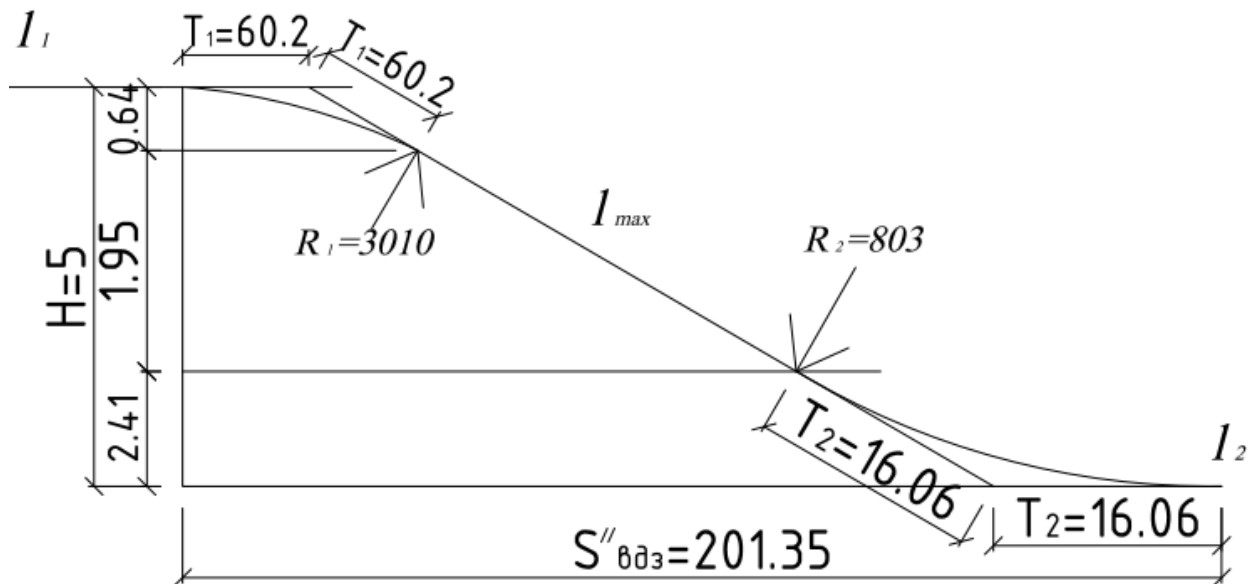


Рисунок 2.5. Розрахункова схема лівоповоротного з'їзду в поздовжньому профілі

З рис. 2.5. можна побачити, що необхідна довжина для самостійного проектування з'їзду визначається умовами:

1) здатність розміщення вертикальних кривих із стандартними радіусами.

При цьому радіус опуклої кривої, який потрібен для забезпечення необхідної дальності видимості, розраховуємо за вказаною формулою:

$$R_1 = \frac{S^2}{2h}, \text{ м} \quad (2.27)$$

$$R_1 = \frac{85^2}{2 \cdot 1.12} = 3010 \text{ м}$$

де S – обчислювана дистанція, на яку забезпечується видимість., м;

h – висота зору водія 1,2 м

Радіус увігнутої

$$R_2 = \frac{S^2}{2(h_\phi + S \sin \alpha / 2)}, \text{ м} \quad (2.28)$$

$$R_2 = \frac{85^2}{2(0.7 + 85 \sin 5 / 2)} = 803 \text{ м}$$

де S – відстань видимості, м;

h_ϕ – перевищення центру фари автомобілю над поверхнею дороги, 0,7 м;

α - кут розсіювання світлового пучка фар у вертикальному напрямку., 5 град.

Призначено дистанцію для забезпечення видимості відповідно до табл.5.6 ДБН В.2.3-4 ($S=85\text{м}$) [2].

2) висотною різницею між дорожніми покриттями на перехресті, виміряною в метрах;

3) дотримуюся умови, що максимальний поздовжній нахил з'їзду i_{max} не перевищує допустимого значення, яке становить $i_{max}=40\%$;

4) i_1 та $i_2=0\%$ похили доріг що перехрещуються.

Для визначення необхідної довжини з'їзду для лівого повороту в поздовжньому профілі використовують відповідну формулу.

$$S_{\text{вдз}}'' = 2T_1 + 2T_2 + \frac{H - h_1 - h_2}{i_{max}}, \text{ м} \quad (2.29)$$

$$S_{\text{вдз}}'' = 2 \cdot 60.2 + 2 \cdot 16.6 + \frac{5 - 2.41 - 0.64}{0.04} = 201.35 \text{ м.}$$

де T_1 і T_2 - відповідно, тангенсальна відстань для опуклої кривої з радіусом R_1 та тангенсальна відстань для увігнутої кривої з радіусом R_2 , виражена в метрах.

$$T_1 = R_1 \cdot \frac{i_1 + i_{max}}{2}, \text{ м} \quad (2.30)$$

$$T_1 = 3010 \cdot \frac{0+0.04}{2} = 60.2, \text{ м}$$

$$T_2 = R_2 \cdot \frac{i_2 + i_{max}}{2}, \text{ м} \quad (2.31)$$

$$T_2 = 803 \cdot \frac{0+0.04}{2} = 16.06, \text{ м}$$

h_1, h_2 - це, висоти від поверхні дороги, що перетинає шляхопровід, до рівного відрізка дороги, а також від рівного відрізка до поверхні дороги, яка проходить під шляхопроводом, виміряна в метрах.

$$h_1 = \frac{R_1}{2}(i_{max}^2 - i_1^2), \text{ м} \quad (2.32)$$

$$h_1 = \frac{3010}{2}(0.04^2 - 0^2) = 2.41, \text{ м.}$$

$$h_2 = \frac{R_2}{2}(i_{max}^2 - i_2^2), \text{ м} \quad (2.33)$$

$$h_2 = \frac{803}{2}(0.04^2 - 0^2) = 0.64, \text{ м.}$$

2.3.4. Розрахунок правоповоротного з'їзду за схемою «лист конюшини»

Правоповоротний з'їзд — це конструктивний елемент дорожнього перехрестя, що забезпечує з'єднання проїзних частин шляхів, що перетинаються, і використовується для організації руху вправо по перетинній дорозі.

Процедура проектування правоповоротного з'їзду включає визначення відстані від місця перехрещення зовнішніх смуг проїзду на перетині доріг, точки А, до стартової точки з'їзду М, а також встановлення загальної довжини з'їзду.

При проектуванні правоповоротних з'їздів враховується необхідність підтримання сталої швидкості руху, тому довжина перехідної кривої L розраховується відповідно до формули 2.12. Далі, використовуючи формули 2.9 та 2.11, визначають довжину комбінованої ділянки l та довжину відгону віражу l_l .

Потім проводиться перевірка за умовою 2.8. В даному випадку умова не виконалась, коригують довжину перехідної кривої, щоб умова виконувалась.

На основі схеми правоповоротного з'їзду (рисунок 2.6.) встановлюють його розміри.

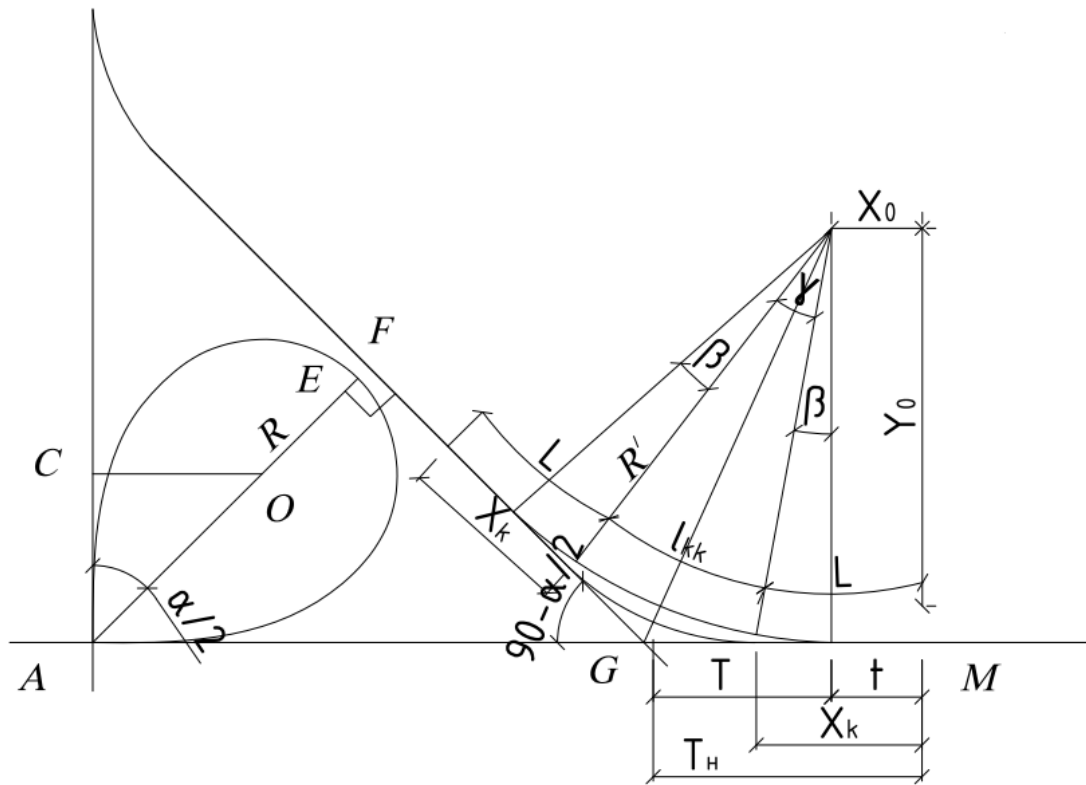


Рисунок 2.6. Схема до визначення розмірів правоповоротного з'їзду в плані

Відстань між осями лівоповоротного та правоповоротного з'їздів EF встановлюється з умови, що проміжок між основами насипів цих з'їздів має дорівнювати не менший 1,0 метра.

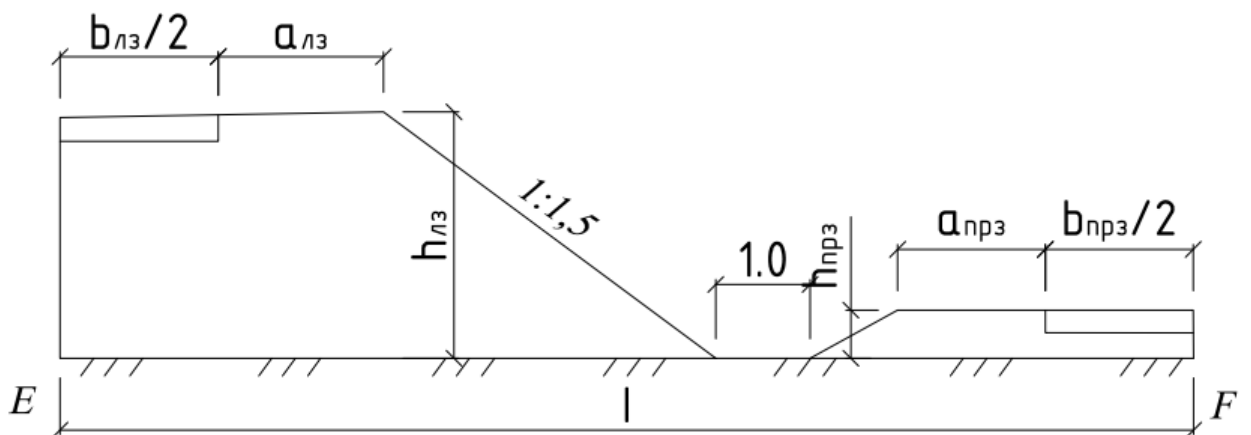


Рисунок 2.7. Поперечний розріз з'їздів

За даними поперечного розрізу (рисунок 2.7.) вираховуємо наступні параметри.

$$EF = 0.5 \cdot (B_{лз} + B_{прз}) + 1 + 1.5 \cdot (h_{лз} + h_{прз}) + a_{лз} + a_{прз}, \text{ м} \quad (2.34)$$

$$EF = 0.5 \cdot (3.75 + 3.75) + 1 + 1.5 \cdot (2.5 + 1 + 0.25) + 3 + 2.5 = 15.87 \text{ м.}$$

де $B_{лз} = 3.75$ - ширина проїзної частини лівоповоротного з'їзду, м;

$B_{прз} = 3.75$ - ширина проїзної частини правоповоротного з'їзду, м;

$h_{лз}$ - висота насипу лівоповоротного з'їзду,

$h_{лз} = H/2 + 1$, м;

$h_{прз} = 0,25$ м – висота насипу правоповоротного з'їзду

$a_{лз} = 3.0$ м – ширина обочини лівоповоротного з'їзду

$a_{прз} = 2.5$ м – ширина обочини правоповоротного з'їзду,

1,0 – відстань між укосами .

Значення AF знаходимо за формулою:

$$AF = AO + OE + EF, \text{ м} \quad (2.35)$$

$$AF = 129.3 + 94 + 15.87 = 239.17, \text{ м}$$

$$AO = \frac{R \cdot \cos \beta + y_k}{\sin \alpha / 2}, \text{ м} \quad (2.36)$$

$$AO = \frac{88.6 \cdot \cos 14.1 + 5.5}{\sin 90 / 2} = 129.3, \text{ м}$$

Де $OE = R$ лівоповоротного з'їзду, β - кут повороту гальмівної кривої.

$$AG = \frac{AF}{\cos \alpha / 2}, \text{ м} \quad (2.37)$$

$$AG = \frac{239.17}{\cos 90 / 2} = 338, \text{ м}$$

$$FG = \frac{AF}{\text{tg}} \quad (2.38)$$

$$FG = \frac{239.17}{\text{tg}}$$

Довжина решти частини кругової кривої визначається за (формулою 2.23), де γ - центральний кут, обчислений за формулою.

$$l_{kk} = \frac{3.14 \cdot 203}{180} \cdot 16.8 = 59.5, \text{ м}$$

$$\gamma = (90^\circ - \alpha/2) - 2\beta \quad (2.39)$$

$$\gamma = (90^\circ - 90^\circ/2) - 2 \cdot 14.1 = 16.8$$

Визначаємо T_n складеної кривої за (виразом 2.20), замість α підставляємо кут $90^\circ - \alpha/2$.

$$T_n = (R + p) \operatorname{tg} \gamma$$

$$T_n = (203 + 2.1) \operatorname{tg} 22.5 + 24,2 = 109.16 \text{ м}$$

Відстань від місця перехрестя осей перехідно-швидкісних полос до стар-ту правоповоротного з'їзду визначається відповідно до формули.

$$AM = AG + T_n, \text{ м} \quad (2.40)$$

$$AM = 338 + 109.16 = 447.16, \text{ м}$$

Визначаємо повну довжину правоповоротного з'їзду

$$S_{\text{мм1}} = 2 \cdot (FG - T_n + 2 \cdot L + l_{\text{kk}}), \text{ м} \quad (2.41)$$

$$S_{\text{мм1}} = 2 \cdot (239.17 - 109.16 + 2 \cdot 100 + 59.5) = 779.02 \text{ м}$$

Перевірка : $FG \geq T_n$.

$$239.17 > 109.16.$$

2.4. Проектування плану і профілів транспортної розв'язки

2.4.1. План транспортної розв'язки

Трасою називають лінію, що відображає розташування автомобільної дороги на поверхні землі у поздовжньому напрямку. Горизонтальне відображення цієї лінії на плані визначає план траси.

Транспортний вузол — це конструкція або набір конструкцій, призначених для організації перетину або з'єднання транспортних потоків, дозволяючи змінювати їх напрямки. Виконання такого вузла можливе на одному чи декількох рівнях.

План транспортної розв'язки або дороги слід розробляти як неперервну лінію в просторі, що включає взаємопов'язані елементи плану, поздовжнього та поперечного профілів, з урахуванням навколишнього ландшафту та оцінкою їх впливу на умови дорожнього руху та безпеку пересування[8].

Проектування плану та профілю транспортної розв'язки в різних рівнях за типом «лист конюшини» в даній роботі здійснювався за допомогою спеціалізованого комплексу проектування AutoCAD Civil 3D від Autodesk на основі цифрової моделі місцевості. Цифрова модель місцевості отримана за допомогою результатів супутникової зйомки. Цифрова модель місцевості – це оцифрована інформація про рельєф поверхні землі, що створена на базі інформації про топологію місцевості та її рельєф.

План даної розв'язки на перетині двох автошляхів М06 Київ – Чоп та нової об'їзної дороги, побудований в AutoCAD Civil 3D з урахуванням результатів розрахунків, які наведені у п.п. 2.3, зображений на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8. План транспортної розв'язки

На плані зображена транспортна розв'язка за схемою “Лист конюшини”, виконане розбиття ділянок доріг, що перетинаються, на пікетні відмітки.

2.4.2. Основна інформація про поздовжні профілі та методика проектування

Поздовжній профіль дороги – представляє собою графічне відтворення вертикального перетину дороги, проведеного вздовж її центральної осі. На ньому відображаються контури земної поверхні вздовж осі дороги, висотне положення земляного полотна порівняно з природним рельєфом, вертикальний розріз ґрунту по осі дороги та місця розташування інженерних споруд. Поздовжній профіль визначає нахил окремих сегментів дороги, що виражається через поздовжній ухил, і показує рівень дорожнього полотна у порівнянні з прилеглою місцевістю [8].

Горизонтальний масштаб для зображення поздовжнього профілю встановлюють як 1:000, тоді як вертикальний масштаб – 1:100, а для зображення ґрунтів.

Проектну лінію, робочі рівні, плановані інженерні конструкції, деталізований план траси, обрані типи поперечних профілів земляного полотна, а також пікетаж, радіуси кривих і відстані в кілометрах виконують у червоному кольорі, інші елементи – у чорному.

При проектуванні поздовжнього профілю транспортної розв'язки слід враховувати: розташування основних доріг на різних рівнях визначається з урахуванням особливостей ландшафту та з метою оптимізації системи водовідведення на території розв'язки. У ситуаціях, коли інші умови є однаковими, перевагу в русі слід надавати дорозі з вищою інтенсивністю трафіку.

Під час розробки проектної лінії з'їздів та основних магістралей важливо забезпечити ефективне водовідведення з усіх обмежених просторів транспортного вузла, тому мінімальна висота дорожнього насипу має бути достатньою для монтажу водопропускних труб.

У випадку, коли з'їзд проєктується у низині, необхідно перевірити, чи достатня мінімальна дистанція для видимості, і за потреби скорегувати внутрішній схил для покращення оглядовості.

Спочатку за допомогою інструментарію автоматизованого проєктування в AutoCAD Civil 3D наноситься чорний поздовжній профіль земної поверхні, що відноситься до осі дороги, використовуючи дані висот з карти за пікетами та додатковими точками, які знаходяться у місцях збору та розподілу вод, у долинах, біля водних об'єктів, на краях земляного полотна існуючих доріг.

Після побудови лінії рельєфу наноситься проєктна лінія з урахуванням результатів розрахунку та обмежень, що викладені в п.2.3 даної роботи. Поздовжні профілі частини траси М06 в зоні перетину та об'їзної дороги наведені на рисунках 2.9 та 2.10 відповідно.

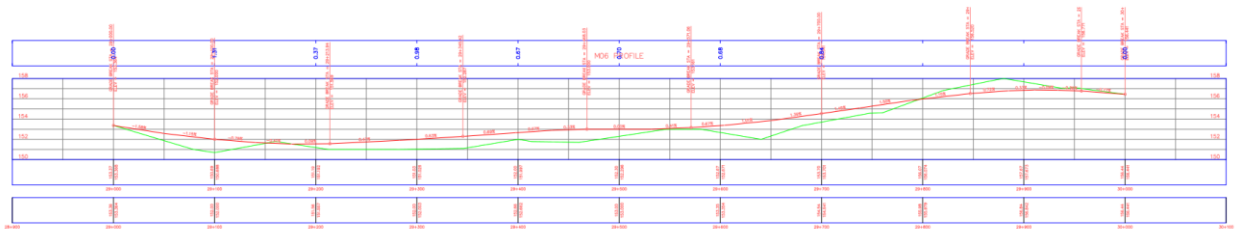


Рисунок 2.9. Поздовжній профіль М06

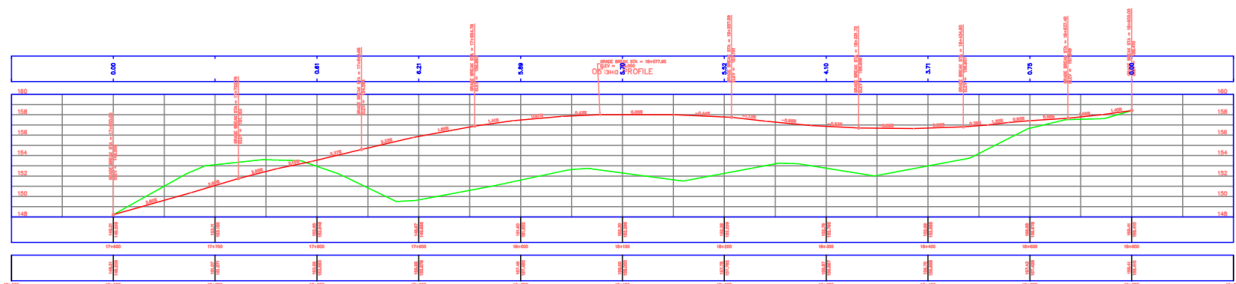


Рисунок 2.10. Поздовжній профіль об'їзної дороги

Більш детальна інформація з відмітками та похилами поздовжнього профілю з редактора геометрії AutoCAD Civil 3D представлена на рисунку 2.11 і 2.12.

























1		29+000.00m	153.364m		-1.58%
2		29+050.00m	152.575m	-1.58%	-1.15%
3		29+100.00m	152.000m	-1.15%	-0.79%
4		29+140.51m	151.681m	-0.79%	-0.41%
5		29+175.69m	151.536m	-0.41%	0.09%
6		29+213.94m	151.569m	0.09%	0.47%
7		29+282.53m	151.893m	0.47%	0.63%
8		29+345.42m	152.287m	0.63%	0.69%
9		29+397.77m	152.647m	0.69%	0.67%
10		29+433.39m	152.885m	0.67%	0.33%
11		29+468.03m	153.000m	0.33%	0.00%
12		29+531.97m	153.000m	0.00%	0.41%
13		29+571.06m	153.161m	0.41%	0.67%
14		29+603.55m	153.378m	0.67%	1.01%
15		29+650.00m	153.848m	1.01%	1.39%
16		29+700.00m	154.541m	1.39%	1.45%
17		29+737.78m	155.088m	1.45%	1.50%
18		29+788.50m	155.847m	1.50%	1.15%
19		29+847.03m	156.520m	1.15%	0.72%
20		29+884.44m	156.791m	0.72%	0.33%
21		29+910.48m	156.876m	0.33%	-0.09%
22		29+933.71m	156.855m	-0.09%	-0.36%
23		29+956.85m	156.771m	-0.36%	-0.77%
24		30+000.00m	156.441m	-0.77%	

Рисунок 2.11. Параметри профілю траси М06

























1		17+600.00m	148.208m		2.82%
2		17+676.06m	150.356m	2.82%	2.99%
3		17+722.79m	151.753m	2.99%	2.55%
4		17+760.91m	152.726m	2.55%	2.10%
5		17+794.55m	153.431m	2.10%	2.37%
6		17+843.68m	154.594m	2.37%	2.33%
7		17+894.11m	155.769m	2.33%	1.85%
8		17+954.76m	156.893m	1.85%	1.41%
9		17+992.52m	157.425m	1.41%	0.87%
10		18+040.42m	157.839m	0.87%	0.43%
11		18+077.95m	158.000m	0.43%	0.00%
12		18+150.00m	158.000m	0.00%	-0.44%
13		18+207.09m	157.751m	-0.44%	-1.13%
14		18+240.79m	157.369m	-1.13%	-0.95%
15		18+285.27m	156.945m	-0.95%	-0.53%
16		18+331.72m	156.698m	-0.53%	-0.08%
17		18+386.12m	156.654m	-0.08%	0.32%
18		18+434.60m	156.807m	0.32%	0.76%
19		18+458.57m	156.989m	0.76%	1.20%
20		18+478.46m	157.228m	1.20%	0.93%
21		18+500.00m	157.428m	0.93%	0.59%
22		18+537.40m	157.649m	0.59%	1.06%
23		18+570.62m	158.000m	1.06%	1.40%
24		18+600.00m	158.410m	1.40%	

Рисунок 2.12. Параметри профілю об'їзної дороги

Як видно з рисунку 2.11 найбільша проєктна відмітка траси М06 в зоні розв'язки становить 156.88 м, найменша 151.54 м. Для об'їзної дороги (див.рис. 2.12) найбільша проєктна відмітка в зоні розв'язки становить 158.41 м, найменша 148.21 м.

Максимальна висота насипу траси М06 становить 1.31 м, глибина виїмки 0.83 м, максимальна висота насипу об'їзної дороги становить 6.21 м, глибина виїмки 2.04 м.

Побудова повздовжніх профілів для правоповоротних та лівоповоротних з'їздів виконувалися аналогічно як і для М06 та об'їзної доріг. Повздовжній профіль одного з лівоповоротних з'їздів А-В наведений на рисунку 2.13, а правоповоротного А-Г на рисунку 2.14.

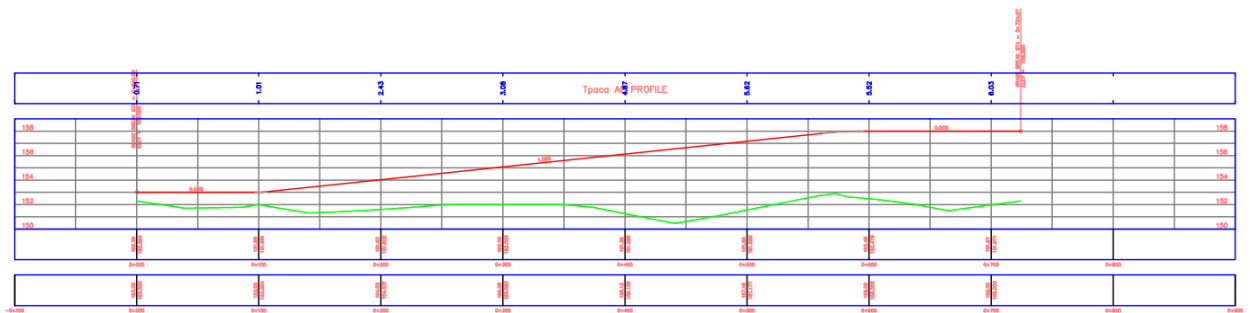


Рисунок 2.13. Повздовжній профіль лівоповоротного з'їзду

Стандартно, при створенні профілю дороги, що веде до мосту або естакади, слід керуватися встановленими нормами для відповідної категорії дороги.

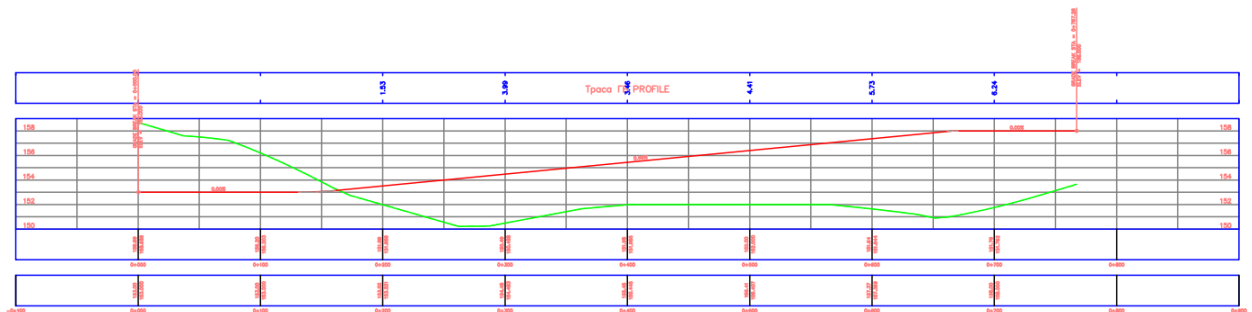


Рисунок 2.14. Повздовжній профіль правоповоротного з'їзду

В даному дипломному проєкті всі елементи плану, повздовжні профілі на прямих ділянках і на з'їздах запроєктовані в програмному комплексі Autodesk AutoCAD Civil 3D з навчальною ліцензією.

2.4.3. Прєктування поперечних профілів транспортної розв'язки

Поперечний профіль дороги представляє собою її вертикальний розріз, який розташований перпендикулярно до її головної осі. Він включає такі елементи:

- проїзна частина — є ключовою конструкційною складовою дороги, призначеною для підтримки руху транспортних засобів з визначеною вантажопідйомністю;
- кювети — це канава для відведення води, розташована уздовж дороги або залізничної колії;
- узбіччя — це частина автомобільної дороги, що знаходиться безпосередньо біля зовнішнього краю проїзної частини та відокремлена від неї конструктивно або розміткою. Вона розміщена на тому ж рівні, що й проїзна частина, але не призначена для звичайного руху транспорту, за винятком ситуацій, дозволених правилами дорожнього руху;
- банкети — вузька смуга, розташована між краєм дорожнього покриття та укосом, яка не має покриття з гравію чи щебеню.;
- смугу відведення — ділянки землі, які виділяються відповідно до встановлених процедур для будівництва автомобільної дороги.

Поперечний ухил проїзної частини, за винятком участків з віражами, слід визначати в залежності від типу матеріалу дорожнього покриття. Для доріг з асфальтобетонним або цементобетонним покриттям рекомендується встановлювати поперечний ухил проїзної частини 25‰.

В проєктуванні необхідно враховувати, що крутизна укосів насипів висотою до 2 метрів має бути такою, щоб у випадку аварії забезпечувався безпечний з'їзд транспортних засобів, не перевищуючи крутизни 1:3. Можливе

підвищення крутизни укосів до максимальних показників, вказаних у таблиці 2.4, при умові облаштування на узбіччях дорожнього огороження першого класу або тросового типу [2].

Таблиця 2.4

Найбільша крутизна укосів насипів

Ґрунт насипу	Висота укосу, м		
	Понад 2 до 6	Понад 6 до 12	
		Нижня частина	Верхня частина висотою 6
Піщаний мілкий та пилуватий, глинистий та лесовий	1:1.5	1:1.75	1:1.5

Для укосів із крутизною, що вказані у таблиці 2.4, заплановане зміцнення шляхом посіву трави з додаванням шару родючого ґрунту чи шляхом дернування.

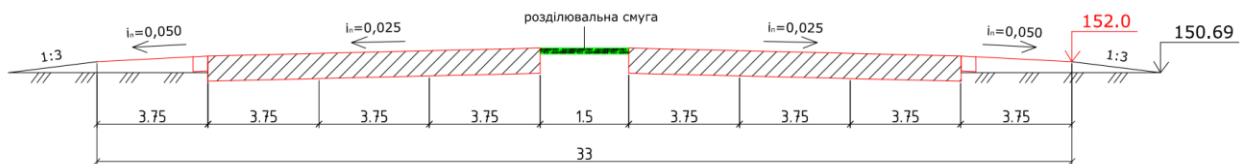


Рисунок 2.15. Поперечний профіль М06 на ПК 29+100

Крутизну укосів виїмок, які не є частиною проєктів, що розробляються індивідуально, слід визначати відповідно до даних, наведених у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Найбільша крутизна укосів виїмок

Вид ґрунтів	Висота укосу, м	Найбільша крутизна укосу
Глинисті однорідні (тверді, напівтверді)	До 12	1 : 1.5

Для запобігання сніговим заметам, виїмки глибиною до 1 метра слід проєктувати з відкритими укосами крутизною від 1:5 до 1:10 або розробляти під насип. Виїмки глибиною від 1 до 5 метрів на ділянках, схильних до за-

метів, потрібно проектувати з укосами крутизною від 1:1,5 до 1:2 та з кюветними полицями шириною не менше 3 метрів.

На кожному з'їзді в районі кривих, враховуючи радіус кривої та кліматичні умови, необхідно облаштовувати віраж із мінімальним похилом 50 ‰.

Зміна з двосхилого на односхилий профіль дороги має відбуватися на ділянці перехідної кривої.

Поперечний ухил зовнішнього узбіччя на віражі повинен бути таким же, як у проїзної частини, тоді як ухил внутрішнього узбіччя залишається незмінним, як на прямій ділянці, якщо він не менший за ухил віражу, або збільшується до рівня ухилу віражу.

Перехід від звичайного ухилу узбіччя при двосхилому профілі до ухилу проїзної частини реалізований на відстані 10 метрів до початку відгону віражу.

На рисунку 2.16 наведені поперечні профілі на з'їздах.

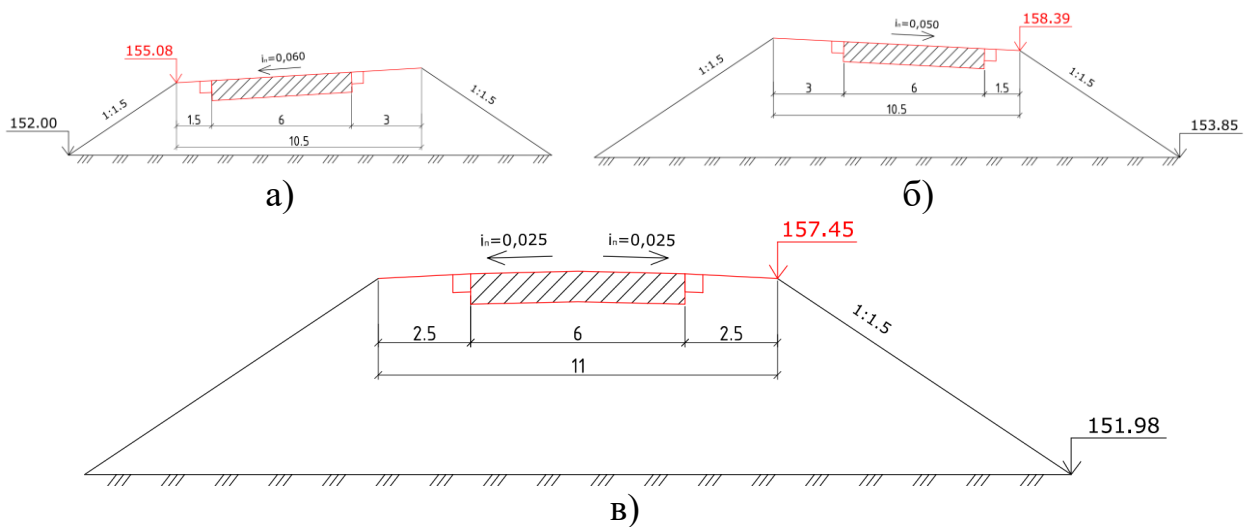


Рисунок 2.16. Поперечний профіль з'їздів

а – лівоповоротних на кривих ділянках; б – правоповоротних на кривих ділянках; в – правоповоротних на прямих ділянках

Як видно з рисунку 2.16, лівоповоротний з'їзд на кривій ділянці побудований на ПК 0+300 та для висоти насипу 3.08 м, правоповоротний на кривій ділянці на ПК 0+150 та для висоти насипу 4.54 м, а правоповоротний на прямій ділянці на ПК 0+400 та для висоти насипу 5.47 м.

3. РОЗРАХУНОК ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Проектування дорожнього одягу - це комплексний процес, який включає розробку та розрахунок структури дорожньої поверхні. Під час розробки нежорсткого дорожнього одягу враховуються наступні аспекти [9]:

- Вибір типу дорожнього покриття та матеріалів, які будуть використовуватися для його створення.
- Визначення кількості та розташування різних шарів у конструкції дорожнього одягу, а також попереднє встановлення їх товщини.
- Розгляд необхідності створення додаткового шару для захисту від морозу, з урахуванням кліматичних умов регіону, типу ґрунту та вологості земляного полотна.
- Оцінка потреби в заходах для осушення конструкції дорожнього одягу.
- Розгляд заходів для підвищення стійкості конструкції до тріщин.
- Визначення доцільності укріплення верхньої частини земляного полотна.
- Розгляд альтернативних варіантів конструкції дорожнього одягу з урахуванням місцевих умов та особливостей експлуатації.

Конструкції дорожнього покриття можуть бути стандартними або спеціально розробленими для конкретних ділянок дороги. Такі індивідуальні розробки зазвичай використовуються для ділянок з однаковими характеристиками руху та інтенсивністю, а також для доріг, що функціонують у схожих природних умовах. Зазвичай віддається перевага конструкціям, які вже добре зарекомендували себе в практичному використанні.

При розробці проекту нової дороги враховуємо наступні ключові фактори [2]:

- визначення категорії автомобільної дороги, яка відповідає її призначенню та важливості.

- аналіз інтенсивності руху та характеристик транспортного потоку, що впливає на вибір конструкції дорожнього покриття.
- врахування кліматичних умов регіону, де будується дорога, що включає температурні режими, опади, вологість тощо.
- оцінка властивостей ґрунтів, які планується використовувати у робочому шарі земляного полотна, що важливо для стабільності та довговічності дороги.
- забезпечення достатньої висоти дорожнього покриття над рівнем ґрунтових та поверхневих вод, щоб уникнути затоплення та підмивання.
- урахування типу місцевості, особливо умов зволоження земляного полотна, що впливає на вибір матеріалів та конструкційних рішень.

При проектуванні дорожнього покриття використовують модель навантаження, яка імітує тиск колеса автомобіля на дорогу. Це навантаження уявляють як тиск, розподілений рівномірно по круглій площі з діаметром D [10]. Цей підхід дозволяє точніше врахувати вплив транспортних засобів на дорожнє покриття.

При розрахунках враховують два основних типи навантаження [11]:

1. Статичне навантаження: Це коли автомобіль стоїть нерухомо. Тут важливими параметрами є середній тиск колеса на дорожнє покриття та діаметр D_n , який відображає розмір відбитка колеса на дорозі.

2. Динамічне навантаження: Це коли автомобіль рухається. У цьому випадку враховують тиск колеса, діаметр D_d відбитка колеса в русі, а також інтенсивність руху N_p , яка відображає частоту проїзду транспортних засобів.

Розрахункові значення для цих параметрів визначаються згідно з відповідними будівельними нормами та стандартами, наприклад, ДБН В.2.3-4 [2]. Це дозволяє забезпечити достатню міцність та довговічність дорожнього покриття.

При проектуванні дорожнього покриття автомобільних доріг важливо враховувати очікуваний склад та інтенсивність транспортного потоку протя-

гом періоду, який передує плановому капітальному ремонту. Тривалість цього періоду слід визначати згідно з вимогами Державних будівельних норм В.2.3-4 [2].

3.1. Розрахунок конструкції дорожнього одягу

Згідно ГБН «Дорожній одяг нежорсткий» [8] спочатку визначають сумарну кількість прикладень навантаження за строк служби за формулою:

$$\sum N_p = 0.7 \cdot N_p \frac{K_c}{q^{(T_{cl}-1)}} T_{рдр} \cdot K_n \quad (3.1)$$

де $K_c = 13.6$ - коефіцієнт суми;

$T_{рдр} = 145$ днів – кількість розрахункових діб на рік приймають за (таблицею 6.4 ГБН);

$K_n = 1.49$ - коефіцієнт ймовірності відхилення сумарного руху (таблиця 6.5 ГБН).

$$\sum N_p = 0.7 \cdot 31000 \frac{13.6}{1.04^{(11-1)}} 145 \cdot 1.49 = 43081537 \text{ один.}$$

На початковому етапі проектування встановлюють основні параметри та конструкцію дорожнього покриття, враховуючи наступні аспекти [8]:

- визначення конструкції на основі її здатності витримувати еластичні прогини без пошкоджень;
- розрахунок конструкції з урахуванням її стійкості до зсувних навантажень;
- оцінка міцності цілісних шарів дорожнього покриття на їх здатність протистояти розтягуванню та руйнуванню під час згинання.

Намічена конструкція дорожнього одягу згідно вимог ГБН [8] наведена на рисунку 3.1, а детальні характеристики кожного шару конструкції – в таблиці 3.1.

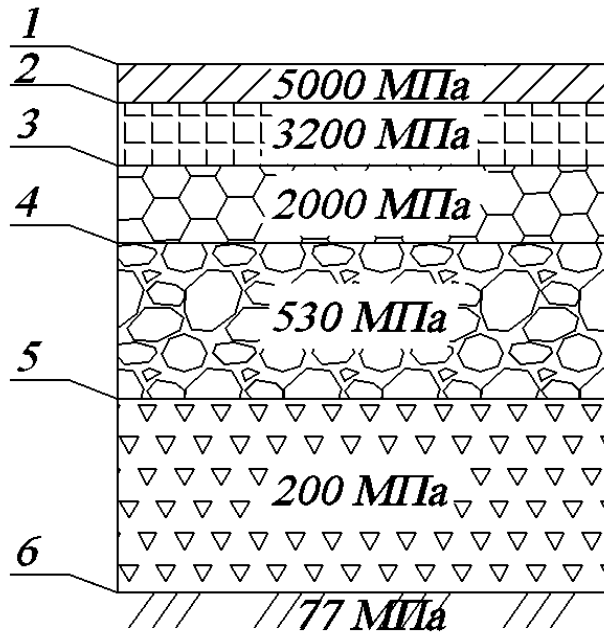


Рисунок 3.1. Конструкція дорожнього одягу

Таблиця 3.1

Намічена конструкція дорожнього одягу

Ч.ч.	Матеріал шару	h шару, см	Розрахунок за					
			пружним прогином, E, МПа	опором зсуву, E, МПа	опором розтягу при згині			
					E, МПа	R _{лаб} , МПа	m	K _{пр}
1	Щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА-20)	5	5000	2400	5500	12	6,5	4,0
2	Асфальтобетон щільний на бітумі БНД-60/90	8	3200	1800	4500	9,8	5,5	4,0
3	Асфальтобетон пористий на бітумі БНД-60/90	10	2000	1200	2800	8,0	4,3	8,2
4	Гравійно-пісчана суміш оптимального складу укріплена цементом	20	530	530	530	–	–	–
5	Рядовий шлаковий щебінь	25	200	200	200	–	–	–
6	Суглинок легкий пілуватий з W _p = 0,6 W _T	–	77	77	77	–	–	–

При визначенні допустимого пружного прогину дорожнього покриття проводять послідовний розрахунок для кожного шару, починаючи з нижнього

шару ґрунту. Для цього використовують спеціальну номограму (рисунок 6.3 ГБН [8]).

$$\begin{aligned}
 1) \quad \frac{E_H}{E_B} &= \frac{E^{FP}}{E^5} = \frac{77}{200} = 0.385 & \frac{h_H}{D} &= \frac{h^5}{D} = \frac{25}{34.5} = 0.724 \text{ см} \\
 \frac{E_{зар}^5}{E^5} &= 0.635 & E_{зар}^5 &= 0,635 \cdot E^5 = 0,635 \cdot 200 = 127 \text{ МПа} \\
 2) \quad \frac{E_H}{E_B} &= \frac{E_{зар}^5}{E^4} = \frac{127}{530} = 0.24 & \frac{h_B}{D} &= \frac{h^4}{D} = \frac{20}{34.5} = 0.58 \text{ см} \\
 \frac{E_{зар}^4}{E^4} &= 0.42 & E_{зар}^4 &= 0,42 \cdot E^4 = 0,42 \cdot 530 = 223 \text{ МПа} \\
 3) \quad \frac{E_H}{E_B} &= \frac{E_{зар}^4}{E^3} = \frac{223}{2000} = 0.112 & \frac{h_B}{D} &= \frac{h^3}{D} = \frac{10}{34.5} = 0.29 \text{ см} \\
 \frac{E_{зар}^3}{E^3} &= 0.18 & E_{зар}^3 &= 0,18 \cdot E^3 = 0,18 \cdot 2000 = 360 \text{ МПа} \\
 4) \quad \frac{E_H}{E_B} &= \frac{E_{зар}^3}{E^2} = \frac{360}{3200} = 0.113 & \frac{h_B}{D} &= \frac{h^2}{D} = \frac{8}{34.5} = 0.232 \text{ см} \\
 \frac{E_{зар}^2}{E^2} &= 0.19 & E_{зар}^2 &= 0,19 \cdot E^3 = 0,19 \cdot 3200 = 608 \text{ МПа} \\
 5) \quad \frac{E_H}{E_B} &= \frac{E_{зар}^2}{E^1} = \frac{608}{5000} = 0.122 & \frac{h_B}{D} &= \frac{h^1}{D} = \frac{5}{34.5} = 0.145 \text{ см} \\
 \frac{E_{зар}^1}{E^1} &= 0.14 & E_{зар}^1 &= 0,14 \cdot E^1 = 0,14 \cdot 5000 = 700 \text{ МПа}
 \end{aligned}$$

Для визначення необхідного модуля пружності використовують графічний метод або розрахункові формули.

$$E_{потр} = 42.843 \cdot \ln|\sum N_p| - 315.68 \text{ МПа} \quad (3.2)$$

$$E_{потр} = 42.843 \cdot \ln 43081537 - 315.68 = 395 \text{ МПа}$$

Для розрахунку дорожнього одягу за критерієм допустимого пружного прогину використовують мінімальний коефіцієнт міцності 1,50 (таблиця 6.1 ГБН [8]).

Запас міцності за пружним прогином 1.77, а це означає, що обрана конструкція відповідає вимогам міцності з урахуванням допустимого пружного прогину.

Також проводять розрахунки конструкції з урахуванням зсувостійкості ґрунту. Активні напруження зсуву, які діють у ґрунті, розраховують використовуючи відповідну формулу [8]:

$$T_a = \bar{\tau}_h \cdot p \quad (3.3)$$

Щоб визначити $\bar{\tau}_h$ обрану конструкцію дороги, її спрощують до моделі, що складається з двох шарів для розрахунків.

Як нижній шар у моделі використовують ґрунт (суглинок легкий пилуватий) з такими основними характеристиками при $W_p = 0,6 W_T$ і $\Sigma N_p = 43081537$ одиниць: $E_h = 77$ МПа, $\varphi = 24^\circ$ та $C = 0,03$.

Модуль пружності для верхнього шару моделі обчислюють використовуючи спеціальну формулу. При цьому, значення модулів пружності для матеріалів з органічним в'язучим визначають, виходячи з умови, що розрахункова температура становить 20°C .

$$E_B = \frac{2400 \cdot 5 + 1800 \cdot 8 + 1200 \cdot 10 + 530 \cdot 20 + 200 \cdot 25}{68} = 794 \text{ МПа}$$

Для відношення $\frac{E_B}{E_h} = \frac{794}{77} = 10.31$ і $\frac{h_B}{D} = \frac{68}{34.5} = 1.97$ при $\varphi_N = \varphi \cdot k_{N\varphi} = 24 \cdot 0,37 = 9^\circ$ за допомогою номограми (рисунок 6.4-6.5 ГБН) знаходять активне напруження зсуву: $\tau_h = 0,016$ МПа.

Таким чином, $T_a = 0,016 \cdot 0,6 = 0,0096$ МПа.

Граничне активне напруження зсуву T_{zp} у ґрунті робочого шару визначають за формулою,

де $C_N = c \cdot k_{NC} = 0,03 \cdot 0,41 = 0,0123$ МПа, $k_\delta = 1,0$;

$z_{on} = 5 + 8 + 10 + 20 + 25 = 68$ см;

$\varphi_{ст} = 24^\circ$;

$\gamma_{ср} = 0,002$ кг/см²;

0,1 – коефіцієнт для переводу в МПа.

$T_{zp} = 0,0123 \cdot 1,0 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 68 \cdot \text{tg}24^\circ = 0,01842$ МПа.

$K_{мц} = \frac{T_{ср}}{T_a} = \frac{0,01842}{0,0096} = 1.92$, що більше $K_{мц}^{порт} = 1.50$ (таблиця 6.1 ГБН [8]).

Розраховують конструкцію на опір монолітних шарів руйнуванню від розтягу при згині.

Розрахунок виконують у такій послідовності [8].

а) Приводять конструкцію до двошарової моделі, де нижній шар моделі

– частина конструкції, розташована нижче за пакет асфальтобетонних шарів. Модуль пружності нижнього шару визначають за номограмою рисунка 6.3 ГБН [8].

$$E_H = 260 \text{ МПа.}$$

До верхнього шару відносять всі асфальтобетонні шари. Модуль пружності верхнього шару вираховують за формулою:

$$E_B = \frac{5500 \cdot 5 + 4500 \cdot 8 + 2800 \cdot 10}{23} = 3978 \text{ МПа}$$

б) Для відношень $\frac{h_B}{D} = \frac{23}{34.5} = 0.667$ та $\frac{E_B}{E_H} = \frac{3978}{260} = 15.3$ за номограмою (рисунок 6.6 гбн [8]) визначають $\bar{\sigma}_r = 0,72$.

Розрахункове розтягуюче напруження визначають за формулою:

$$\sigma_r = 0,72 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 0,476 \text{ МПа.}$$

в) Визначають допустиме розтягуюче напруження при згині асфальтобетону за формулою) [8]:

$$R_p = R_{\text{лаб}} \cdot k_m \cdot k_{kn} \cdot k_T \quad (3.4)$$

де $R_{\text{лаб}} = 8,0$ МПа для нижнього шару асфальтобетонного пакета;

$$k_m = 0,75);$$

$$k_T = 0,8;$$

$$k_{kn} = k_{np} \cdot \sum N_p^{-\left(\frac{1}{m}\right)} \quad (3.5)$$

де $k_{np} = 8,2$ та $m = 4,3$;

$$k_{kn} = 8,2 \cdot 43081537^{-\left(\frac{1}{4.3}\right)} = 0.144.$$

$$R_p = 8,0 \cdot 0,75 \cdot 0,144 \cdot 0,8 = 0,6912 \text{ МПа.}$$

$$\Gamma) \frac{R_p}{\sigma_r} = \frac{0.6912}{0.476} = 1,45, \text{ що більше, ніж } K_{\text{мц}}^{\text{потр}} = 1,39 \text{ (таблиця 6.1 ГБН [8]).}$$

Результати розрахунків вказують на те, що намічена конструкція дорожнього одягу для об'їзної дороги відповідає всім критеріям міцності.

4. ТЕХНОЛОГІЯ УКЛАДАННЯ ПОКРИТТЯ

4.1. Загальна інформація

Під час будівництва транспортної розв'язки в двох рівнях на перетині траси М06 та нової об'їзної дороги м. Київ потрібно передбачити роботи з технології укладання покриття на ділянці нової дороги, а також провести ремонт існуючого покриття на трасі М06. В даному розділі розглянуто перелічені питання. Покриття на трасі М06 має ряд пошкоджень, що обумовлені роками експлуатації, а також головним чином наслідками бойових дій в 2022 році, які ліквідовані не повною мірою. Тому в кваліфікаційній роботі розглянуто питання капітального ремонту покриття існуючої дороги [12]. А також відповідно до підбраної конструкції дорожнього одягу об'їзної дороги (див. розд. 3) потрібно розробити послідовність робіт з укладання покриття.

4.2. Ремонт існуючого покриття шляхопроводу М06 Київ-Чоп

В кваліфікаційній роботі розглянуто проведення капітального ремонту ділянки автомобільної дороги між населеними пунктами с. Мрія та с. Гуровщина (км 29+000 – км 30+000), яка знаходиться в зоні проектування транспортної розв'язки [13]. Список технічних процедур, що виконуються під час ремонту зазначеної ділянки дороги, а також об'єм робіт для зручності представлений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Перелік робіт при виконанні капітального ремонту на ділянці траси М06

№	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг робі
1	2	3	4
1	Холодне фрезерування асфальтобетонного покриття на глибину 8 см за допомогою фрези WIRTGEN DC	м ²	1341
2	Холодне фрезерування асфальтобетонного покриття на глибину 11 см за допомогою фрези Wirtgen 2100 DC	м ²	2715

1	2	3	4
3	Демонтаж дорожнього покриття та щебневих основ з використанням 80% матеріалу з демонтованих ділянок для укріплення узбіч. Роботи виконуються на одній половині дороги, тоді як транспорт рухається по іншій половині.	м ²	811,2
4	Видалення тросового бар'єру з середньою довжиною 100 м.	м	1884
5	Видалення стійок огороження	шт	236
6	Ручне завантаження незручних вантажів на транспорт.	т	2,65
7	Загрузка або розгрузка матеріалку після видалення огорожувального бар'єру	т	42,48
8	Загрузка сипучих матеріалів за допомогою одноковшового навантажувача з можливістю підйому до 3,0 тонни та переміщенням на 10 метрів (таких як щебінь, гравій, глинисті та піщані ґрунти з природною вологістю). Роботи виконуються на одній стороні дороги, тоді як транспорт рухається по іншій стороні з інтенсивністю понад 150 авто на добу.	м ³	162,24
9	Транспортування металевих виробів звичайним транспортом із напівпричепом на дистанцію 30 км.	т	2,65
10	Вивіз мусору	т	302,64
11	Викопування ґрунту в котловані за допомогою екскаватора Volvo EC 240 BLC з ковшем об'ємом 1,25 м ³ для насипання узбіч, ґрунт з групи II.	м ³	2950
12	Викопування ґрунту в котловані за допомогою екскаватора Volvo EC 240 BLC з ковшем об'ємом 1,25 м ³ із загрузкою в самосвал, ґрунт з групи II.	м ³	6600
13	Транспортування ґрунту до 31 км	т	11550
14	За допомогою котків комбінованої дії, фірми НАММ ущільнюється земляне полотно.	м ³	8682
15	Вирівнювання кювету за допомогою автогрейдера Bomag BG 190 T під час роботи в одному напрямі, ґрунт з групи II.	м ²	1570
16	Зміцнення узбіччя за допомогою матеріалу з розбирання при товщині шару 12 см.	м ²	4326,4

1	2	3	4
17	Зміцнення узбіччя щебенем при товщині шару 12 см.	м ²	2811
18	Зміцнення узбіччя із зовнішньої сторони засівом трави 12 см.	м ²	1570
19	Зміцнення узбіччя із зовнішньої сторони засівом трав	м ³	35684
20	Поливання траву водою	м ²	37253
21		м ²	23733
22	Відновлення та укладка конструктивних шарів дорожнього покриття за методом "холодного рециклінгу" з товщиною 16 см	м ³	23733
23	Розподіл в'язких матеріалів за допомогою автогудронатора у кількості 1,0 л/ м ² .	т	15,189
24	Укладання вирівнювального шару з крупнозернистої асфальтової суміші середньої товщини 0,1 м за допомогою асфальтоукладача.	т	5695,92
25	Ущільнення асфальтобетону	м ²	23733
26	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ² .	т	0,949
27	Створення верхнього покривного шару товщиною 5 см з гарячої асфальтобетонної суміші ЩМА – 20 за допомогою асфальтоукладача.	м ²	23733
28	Розкидання кам'яних матеріалів за допомогою апарату для розподілу щебеню.	м ²	47160
29	Відновлення та укладка конструктивних шарів дорожнього покриття за методом "холодного рециклінгу" з товщиною 22 см	м ²	47160
30	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 1,0 л/ м ² .	т	30,182
31	Укладання вирівнювального шару з крупнозернистої асфальтової суміші середньої товщини 0,1 м за допомогою асфальтоукладача.	т	11318,4
32	Ущільнення асфальтобетону	м ²	47160
33	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ²	т	1,886
34	Створення верхнього покривного шару товщиною 5 см з гарячої асфальтобетонної суміші ЩМА – 20 за допомогою асфальтоукладача	м ²	35683

1	2	3	4
35	Зміцнення ґрунтової основи земляного полотна за допомогою геосітки.	м ²	4056
36	Створення єдиного шару основи із щебеню фракції 40-70 мм завтовшки 20 см.	м ²	4056
37	Створення основи дорожнього покриття із піщано-гравійної суміші С-5 за допомогою автогрейдера ДЗ-122 А завтовшки 18 см.	м ³	23733
38	Створення основи дорожнього покриття із піщано-гравійної суміші С-7 обробленої цементом 4%.	т	15,189
39	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 1,0 л/ м ² .	т	2,595
40	Створення рівняючого шару з крупнозернистої асфальтобетонної суміші за допомогою асфальтоукладальника товщиною 0,12 м.	м ²	1168,128
41	Ущільнення асфальтобетону	м ²	4056
42	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ²	т	0,162
43	Створення верхнього покривного шару товщиною 5 см з гарячої асфальтобетонної суміші ЩМА – 20 за допомогою асфальтоукладача	м ²	4056
44	Ущільнення асфальтобетону	м ²	4056
45	Улаштування дренажу	м ³	140
46	Зміцнення ґрунтової основи земляної дороги за допомогою геотекстилю.	м ²	1231
47	Зворотня засипка	м ³	71
48	Вирівнювання узбіччя дороги за допомогою автогрейдера на ґрунті II категорії.	м ²	257
49	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ²	т	0,331
5	Створення вирівнювального покриття з крупнозернистого асфальтобетону товщиною приблизно 0,1 м.	т	187,68
51	Ущільнення асфальтобетону	м ²	782
52	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ²	т	0,031
53	Створення верхнього покривного шару товщиною 5 см з гарячої асфальтобетонної суміші ЩМА – 20 за допомогою асфальтоукладача	м ²	782

1	2	3	4
54	Ущільнення асфальтобетону	м ²	1168,128
55	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 2,4 л/ м ²	т	0,238
56	Формування вирівнювального покриття з крупнозернистого асфальтобетону за допомогою асфальтоукладальника та товщиною приблизно 0,1 м.	м ²	782
57	Створення верхнього покривного шару товщиною 5 см з гарячої асфальтобетонної суміші ЦМА – 20 за допомогою асфальтоукладача	м ²	4056
58	Розподіл в'язких автогудронатором у кількості 0,4 л/ м ²	м ²	117
59	Формування верхнього слою дорожнього покриття.	м ²	117

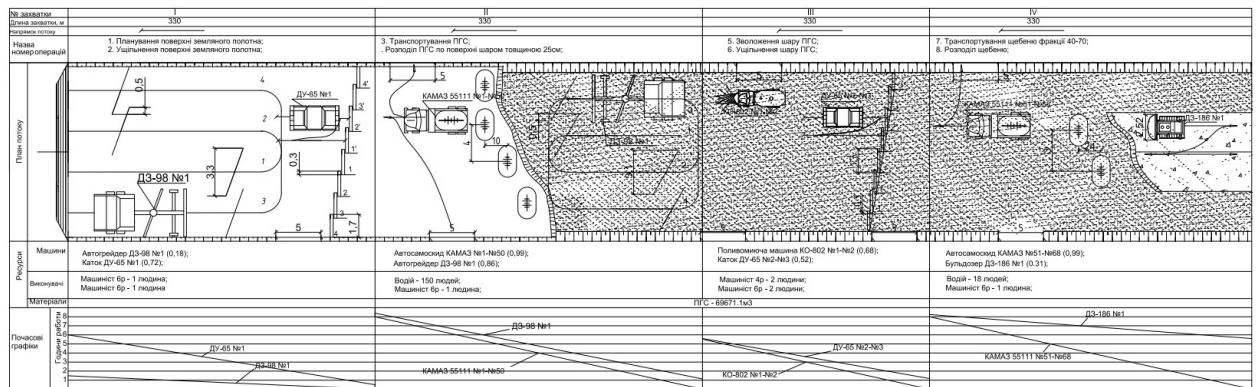


Рисунок 4.1. Технологія спорудження дорожнього одягу

Вся технологічна схема розбита на захватки, на захватці I зображено планування земляного полотна за допомогою автогрейдера ДЗ-98 та ущільнення поверхні земляного полотна катком ДУ-65. Після виконання цих робіт на захватці II вказане транспортування ПГС та її розподіл по поверхню. Наступним етапом робіт захватки III є зволоження ПГС та подальше його ущільнення. Завершальним етапом на захватці IV це транспортування щебеню фракцією 40-70 і його розподіл по поверхні

4.3. Укладання покриття на об'їзній дорозі

4.3.1. Перелік технологічних операцій

Укладання покриття на об'їзній дорозі планується виконувати у такій послідовності. Перед початком укладання верхнього шару дорожнього по-

криття з щебенево-мастикової суміші потрібно виконати кілька важливих кроків:

- підготувати нижній шар покриття, дотримуючись встановлених стандартів і вимог, зазначених у ДБН В.2.3-4 [2].

- організувати тимчасові шляхи для зручності доставки матеріалів на місце проведення робіт.

- виконати розбивочні роботи, щоб забезпечити точне дотримання проектних параметрів, таких як товщина, ширина та поперечні похили покриття.

- забезпечити належний водовідвід з місця проведення робіт.

Перед тим як приступити до укладання асфальтобетонної суміші, яка зазвичай відбувається за 1-6 годин до початку робіт, необхідно підготувати поверхню нижнього шару асфальтобетонного покриття. Ця підготовка включає обробку поверхні органічними в'язучими матеріалами, такими як бітумна емульсія або рідкий, в'язкий бітум марок БНД 90/130, БНД 130/200 [14]. В'язучі матеріали слід попередньо нагріти до температури, вказаної у таблиці 21.2 ДБН В.2.3-4 [2].

Щодо норми витрат в'язучого, то вона визначається відповідно до ДБН В.2.3-4 і залежить від використовуваного матеріалу:

- для бітумів, що використовуються для підґрунтування, норма витрати в'язучого становить від 0,2 до 0,3 літра на квадратний метр.

- для підґрунтування використовується 60% бітумна емульсія, то норма витрати в'язучого збільшується до 0,3-0,4 л/м².

Перед тим, як приступити до укладання нового шару асфальтобетонного покриття, важливо правильно підготувати нижній шар. Це можливо, якщо нижній шар був влаштований з асфальтобетонної суміші та матеріалів, просочених органічними в'язучими, і це було зроблено не пізніше ніж за дві доби до початку нових робіт. Також важливо, щоб цей шар був чистим і по ньому не їздив технологічний або інший транспорт.

Що стосується організації робіт з влаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття, то тут велике значення має час транспортування ма-

теріалів. Це обумовлено необхідністю підтримання певної температури асфальтобетонної щебенево-мастикової суміші на момент її ущільнення. Температура суміші повинна відповідати вимогам, вказаним у таблиці 3 ДСТУ Б В.2.7-127 [15], щоб забезпечити якісне укладання та ущільнення матеріалу.

При влаштуванні верхнього шару дорожнього покриття товщиною 5 см з щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші, роботи проводяться поточним методом на двох ділянках, кожна з яких має довжину 500 метрів. На першій ділянці виконують наступні дії:

- 1) Очищення поверхні нижнього шару покриття від пилу та бруду.
- 2) Обробка поверхні нижнього шару бітумом або бітумною емульсією.
- 3) Встановлення копіювальних струн для точного визначення меж покриття.

Для очищення нижнього шару використовують механічну щітку поливально-мийної машини ПМ-130, яка зазвичай проходить по поверхні один або два рази.

Після очищення поверхні відбувається розлив бітуму або бітумної емульсії за допомогою автогудронатора. Перед початком розливу машиністи готують автогудронатор до роботи, зокрема:

- Прогрівають розподільчу систему, циркулюючи гарячий бітум.
- Налаштовують розподільчі труби на потрібну ширину, яка відповідає ширині покриття.
- Встановлюють розподільчі сопла для рівномірного розподілу бітуму.

На другій ділянці робіт з влаштування дорожнього покриття виконують наступні завдання:

- 1) Приймають і укладають щебенево-мастикову асфальтобетонну суміш.
- 2) Здійснюють ущільнення суміші за допомогою котків.
- 3) Після завершення укладання покриття знімають копіювальні струни.

- 4) Демонтують стояки та нівелірні кронштейни, переносячи їх на нову ділянку робіт.
- 5) Знімають дорожні знаки та огороження з ділянки, де виконувались роботи.

На початку робочої зміни, бригади асфальтобетонників, за вказівкою майстра, встановлюють огороження та дорожні знаки, а також готують свій інструмент, розміщуючи його на жаровні для підігріву. Машиніст асфальтоукладальника та його помічник готують обладнання до роботи:

- Оглядають шнеки, лопати, трамбувальний брус та пресувальні планки, очищаючи їх від залишків суміші.
- Налаштовують вібраційну плиту, трамбувальний брус, регулятори товщини та профілю шару, живильники.
- Машиніст асфальтоукладальника приводить вигладжувальну плиту в робочий стан і прогріває її за допомогою теплового генератора.
- Встановлюють просвіт між основою та вигладжувальною плитою на 10-15% більше, ніж проектна товщина покриття.

Влаштування верхнього шару дорожнього покриття здійснюють за допомогою асфальтоукладальника на гусеничному ході VÖGELE SUPER 2100, формуючи смугу шириною 9 метрів. Щебенево-мастикову асфальтобетонну суміш доставляють автосамоскидами і безперервно вивантажують у приймальний бункер укладача. Асфальтоукладальник, рухаючись вперед, розподіляє суміш, формуючи шар потрібної товщини, який частково ущільнюється трамбувальним брусом і вирівнюється вигладжувальною плитою.

Для забезпечення рівномірності смуги важливо подавати суміш у бункер укладача рівномірно. При затримках завантаження асфальтоукладальник зупиняють, чекаючи наступного автосамоскида. При температурі нижче 15°C вигладжувальну плиту періодично прогрівають. Після проходу укладача перевіряють товщину, поперечний похил та рівність шару.

Асфальтобетонники виправляють недоліки у вже укладеній суміші перед її ущільненням котками. Вони заповнюють порожнечі, видаляють зайву суміш на краях, вирівнюють спряження та поверхню, усувають нерівності. Якщо суміш розшаровується (щєбінь на краях, дрібні фракції в середині), вони рівномірно розподіляють щєбінь по смузі. Товщину шару перевіряють мірником.

Асфальтобетонники різних розрядів слідуєть за асфальтоукладальником, доводячи до ладу поверхню, краї та шви, вирівнюючи дефекти. Старший асфальтобетонник (5 розряд) відповідає за загальну якість, перевіряє суміш, правильність обробки нижнього шару бітумом, контролює товщину шару, дає вказівки коткам щодо ущільнення та оцінює готову ділянку. Асфальтобетонник 4 розряду контролює рівність покриття та поперечні похили, вирівнює спряження смуг.

Асфальтобетонники третього розряду відіграють ключову роль біля приймального бункера асфальтоукладача, де вони займаються прийомом асфальтової суміші та очисткою кузовів самоскидів від залишків матеріалу.

Один із них спеціалізується на вимірюванні температури суміші у самоскидах та веденні записів про її постачання.

Щоб переконатися у рівності покриття, контроль здійснюють негайно після проходу асфальтоукладача, а також після декількох проходів котка, щоб виявити можливі осідання та нерівності. Для цього використовують довгу, триметрову дюралюмінієву рейку, розміщуючи її уздовж та поперек смуги. Лишки суміші розпушують за допомогою грабелів та зрізають лопатою. Після завершення обробки поверхні, вона повинна відповідати стандартам, визначеним ДБН В.2.3-4 [2] та ДСТУ 3587 [16].

Під час процесу укладання суміші важливо уважно стежити за товщиною шару у місцях спряжень, переконуючись, що вона на 1,5-2 см перевищує товщину вже ущільненої сусідньої смуги, що забезпечує необхідний запас для ефективного ущільнення.

У процесі асфальтування, асфальтоукладач спочатку здійснює первинне ущільнення асфальтобетонної суміші до рівня ущільнення близько $k=0,95$. Це

дозволяє уникнути використання легких котків на початковому етапі. Для додаткового ущільнення верхнього шару асфальту, який складається з щебенево-мастикової суміші, слід дотримуватися визначеної методики, яка включає використання вібраційних гладковальцевих котків різної ваги з проходженням по одному місці:

- використовується коток НАММ HD 110 вагою 10,6 тонн для чотирьох проходів у статичному режимі;

- потім коток НАММ HD 130 вагою 14,2 тонни також робить чотири проходи.

Ущільнення щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші має відбуватися при високій температурі, використовуючи гладковальцеві котки статичної дії, які рухаються короткими захватками зі швидкістю 5-6 км/год, розташовуючись максимально близько до асфальтоукладача.

Важливо уникати використання вібрації при ущільненні асфальтобетону, особливо при температурі суміші нижче 120 °С, при укладанні на тверду основу, а також при товщині шару від 1,5 до 3 см. Шари більшої товщини можна ущільнювати з вібрацією лише при температурі суміші не нижче 145 °С і після одного проходу котка статичної дії. Зазвичай достатньо 1-2 проходів для ефективного ущільнення, а додаткове доукочування, за потреби, виконується котками статичної дії.

Ефективне ущільнення щебенево-мастикових асфальтобетонних шарів є ключовим, особливо для тонких покриттів, які швидко остигають. Зазвичай за асфальтоукладачем слідують два статичні гладковальцеві котки, які забезпечують необхідне ущільнення, здійснюючи чотири проходи по кожному сліду.

Ці котки рухаються від країв до центру смуги, перекриваючи кожен попередній слід на одну третину. Важливо, щоб вальці котків не наближалися ближче ніж на 10 см до краю смуги, що звернена від центру дороги, окрім місць спряження. Також не можна зупиняти коток на незавершеному гарячому асфальтобетонному покритті.

Якщо на смузі покриття з'являються дефекти, такі як підняття шару або тріщини, їх обмежують прямими лініями, вирубують з вертикальними бортами, обробляють гарячим бітумом і заповнюють гарячою сумішшю, після чого ущільнюють котком. Надлишки суміші зрізають, шви очищають і загладжують, а потім знову ущільнюють. Спочатку коток проходить на відстані 25-30 см від шва, а потім безпосередньо по ньому. Після такого ущільнення шов стає майже непомітним.

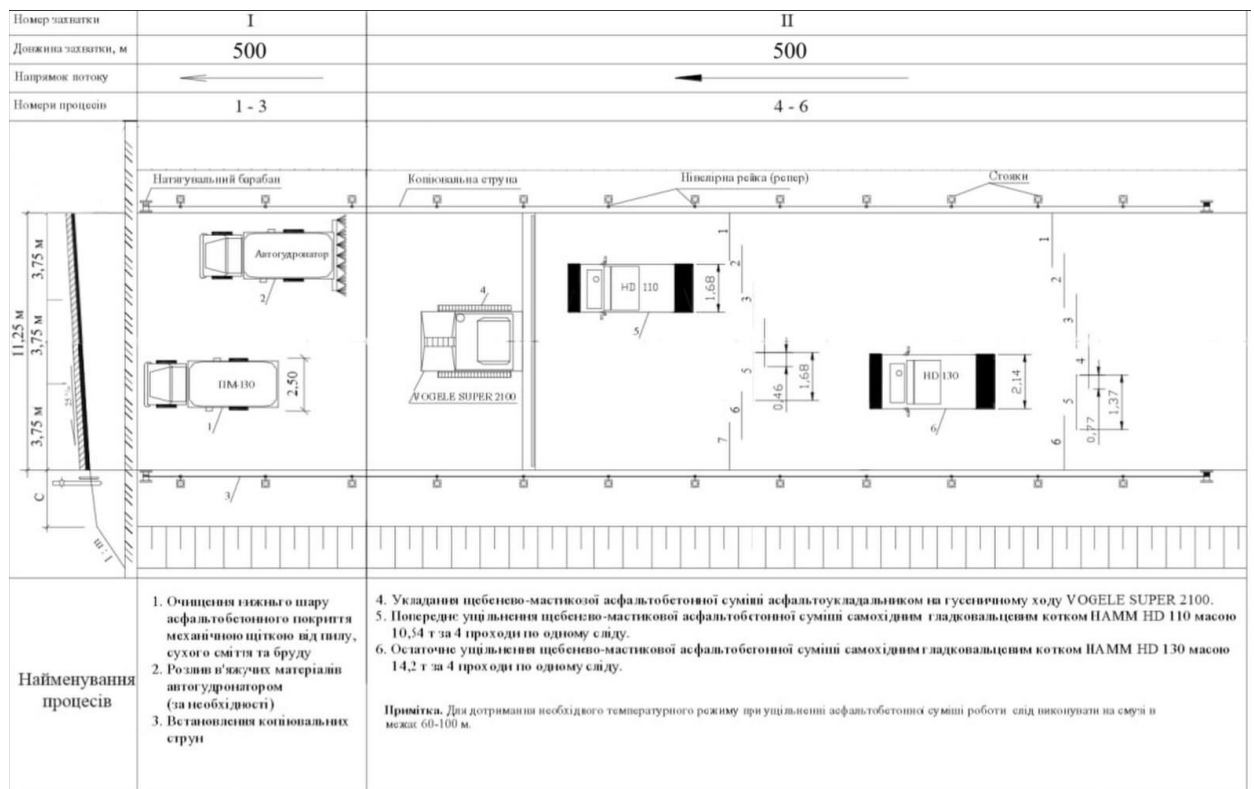


Рисунок 4.2. Технологічна схема влаштування верхнього шару покриття товщиною 5 см із ЦМА асфальтоукладачем VÖGELE SUPER 2100

4.3.2. Калькуляція витрат праці та машин і механізмів

Калькуляція витрат робочої сили для створення верхнього шару покриття з використанням щебенево-мастикової суміші представлено у відповідному документі.

Цей процес, що включає укладання шару товщиною 5 см, виконується командою з 15 осіб:

- машиніст поливально-мийної машини ПМ-130

5 розряд - 1

- помічник машиніста автогудронатора АГ-3,5 місткістю 3500 л	5 розряд - 1
- помічник машиніст автогудронатора АГ-3,5 місткістю 3500 л	4 розряд - 1
- машиніст асфальтоукладальника VÖGELE SUPER 2100	8 розряд - 1
- помічник машиніста асфальтоукладальника VÖGELE SUPER 2100	7 розряд - 1
- машиніст самохідного вібраційного гладковальцевого котка НАММ HD 110	7 розряд - 1
- машиніст самохідного вібраційного гладковальцевого котка НАММ HD 130	7 розряд - 1
- дорожні робітники	4 розряд - 1
	3 розряд - 3
- асфальтобетонники	5 розряд - 1
	4 розряд - 1
	3 розряд - 2

Необхідність у використанні машин встановлена на основі визначення їх найефективнішого використання під час роботи з механізованою бригадою, яка виконує завдання комплексно:

Асфальтоукладальник на гусеничному ході VÖGELE SUPER 2100	- 1 шт
Автогудронатор, АГ-3,5 місткістю 3500 л.	- 1 шт
Машина поливально-мийна ПМ-130, місткість 6000 л.	- 1 шт
Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 130, маса 14,2 т	- 1 шт
Коток дорожній самохідний вібраційний гладковальцевий НАММ HD 110, маса 10,6 т – 1	- 1 шт

Об'єми робіт при влаштування шару покриття з щебенево-мастикового асфальтобетону та калькуляція трудових витрат на наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Калькуляція трудових витрат на влаштування верхнього шару покриття товщиною 5 см. та шириною 11.25 м із ЩМА, асфальтоукладальником VÖGELE SUPER 2100

Найменування робіт	Склад ланки	Од. виміру	Обсяг	Витрати на одиницю виміру		Витрати на обсяг	
				люд.год	маш.год	люд.год	маш.год
Очищення нижнього шару асфальтобетонного покриття механічною щіткою від пилу, сухого сміття та бруду	Машиніст поливально-мийної машини 5 розряд-1	100 м ²	112.5	0.03	0.03	3.37	3.37
Розлив в'язучих матеріалів автогудронатором АГ-3.5 місткість 3500 л	Машиніст 5 розряд-1 Помічник машиніста 4 розряд-1	1000м ²	11.25	0.072	0.036	0.81	0.41
Встановлення копіювальної струпи	Дорожні робітники 4 розряд-1 3 розряд-3	100 м	2.22	3.70	-	8.21	-
Укладання асфальтобетонної щебенево-мастикової суміші асфальтоукладальником на гусеничному ходу VÖGELE SUPER 2100: прийом 2 суміші та очищення кузовів автомобілів-самоскидів від залишків суміші, укладання, розрівнювання, ущільнення суміші та опорядження поверхні покриття асфальтоукладальником, обрубвання країв свіжоукладеної суміші із змащенням бітумом місць прилягання.	Машиніст 8 розряд-1 Помічник машиніста 7 розряд-1 Асфальтобетонники: 5 розряд-1 4 розряд-1 3 розряд-2	1000м ²	11.25	6.54	1.09	73.57	12.26
Ущільнення асфальтобетонної щебенево-мастикової суміші дорожнім самохідним вібраційним гладковальцевим котком НАММ HD 110, масою 10,6 т за 4 проходи по одному сліду	Машиніст котка 7 розряд-1	1000м ²	11.25	1.50	1.50	16.87	16.87
Остаточне мастикової дорожнім ущільнення щебенево-асфальтобетонної суміші самохідним вібраційним гладковальцевим котком НАММ HD 130, масою 14,2 т за 4 проходи по одному сліду	Машиніст котка 7 розряд-1	1000м ²	11.25	0.79	0.79	8.89	8.89
Зняття копіювальної струни	Дорожні робітники 3 розряд-2	100 м	2.22	0.69	-	1.53	-
Разом:						113.25	41.8

Як видно з калькуляції (див.табл. 4.2) витрати машин і механізмів для укладання покриття на ділянці об'їзної дороги в зоні транспортної розв'язки становить 41,8 маш-год, а витрати праці – 113,25люд-год.

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ

5.1. Загальна інформація

Безпечний рух автомобілів на транспортній ділянці – це один з найголовніших факторів які повинні враховуватися при будівництві та реконструкції доріг.

Згідно з інформацією Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ), проблема дорожньо-транспортних пригод стає все серйознішою. Кількість смертей від ДТП збільшилася до 1,35 мільйона осіб щорічно, що в середньому становить приблизно 3 700 смертей щодня.

Окрім цього, щороку мільйони людей отримують поранення або стають інвалідами, що радикально змінює їхнє життя. Ці трагедії мають глибокий вплив не тільки на родини постраждалих, але й на суспільство в цілому.

У звіті ВООЗ зазначили, що «ДТП — це не просто випадки, а це те, чому можна запобігти».

Безпека на дорозі — це комплекс дій та правил, які мають на меті запобігти аваріям на дорогах та мінімізувати їх наслідки.

Насамперед безпека залежить від кожного з нас, завжди потрібно правил дорожнього руху, а також слід не забувати про правила для пішоходів [17].

Основні правила для пішоходів можна висловити таким чином:

1. Рух пішоходів: Пішоходам рекомендується ходити по тротуарах або пішохідних шляхах, дотримуючись правої сторони. У випадку відсутності таких шляхів, дозволяється користуватися велосипедними доріжками, зберігаючи правий бік і не заважаючи руху велосипедистів, або йти по узбіччю чи краю дороги, рухаючись назустріч транспорту, при цьому необхідно бути уважними та не створювати перешкод для інших учасників руху.

2. Перехід дороги: Пішоходам слід перетинати дорогу на пішохідних переходах, включаючи підземні та надземні. У випадку їх відсутності,

перехід дозволений на перехрестях уздовж ліній тротуарів чи узбіч. Якщо поблизу немає переходу або перехрестя, а дорога не має більше трьох смуг, можна переходити її перпендикулярно до краю, переконавшись у безпеці.

3. Правила поведінки в умовах поганої видимості: Вночі або за поганої видимості пішоходам необхідно використовувати світловідбиваючі елементи на одязі для кращої помітності.

4. Правила для організованих груп дітей: Групи дітей можна вести лише по тротуарах або пішохідних доріжках, а в разі їх відсутності – по узбіччю, але тільки вдень і під наглядом дорослих.

5. Дотримання сигналів регулювання руху: У місцях з регульованим рухом пішоходи повинні слідувати сигналам світлофора або регулювальника.

6. Обережність при виході на дорогу: Перед тим, як вийти на дорогу з-за перешкод, пішоходи мають переконатися у відсутності наближаючихся транспортних засобів.

7. Чекування транспорту: Пішоходи мають чекати транспорт на тротуарах або на спеціально відведених майданчиках, або, у відсутності таких, на узбіччі, не створюючи перешкод для руху.

Заборонені дії для пішоходів:

- забороняється виходити на дорогу без переконання у безпеці;
- раптово вибігати на дорогу;
- дозволяти малолітнім дітям переходити дорогу без супроводу;
- переходити дорогу в недозволених місцях;
- затримуватися на дорозі без необхідності;
- ходити по автомагістралях або дорогах, призначених лише для автотранспорту.

Спираючись на твердження, які були зазначені вище можна зробити висновок, щодо значення безпеки у житті учасників дорожнього руху, а саме водіїв та пішоходів. Адже безпека життя та здоров'я населення являється найголовнішою задачею, що регулюється державою у всіх сферах життя

діяльності та взаємодії громадян. Тому зважаючи на фактори що пов'язані з автомобільними дорогами питання безпеки є особливо актуальним.

Безпечність дорожнього руху має значний вплив на різні важливі сфери суспільного та особистого життя:

- 1) Вплив на здоров'я та життя:
 - зменшення аварій на дорогах призводить до зниження числа травм і летальних випадків;
 - гарантує захист фізичного здоров'я усіх учасників дорожнього руху.
- 2) Економічний аспект:
 - скорочення витрат на медичне обслуговування та реабілітацію жертв ДТП;
 - зменшення витрат на ремонт та відновлення автомобілів;
 - збереження продуктивності праці, яка може бути втрачена через травми або смерть працездатних осіб.
- 3) Соціальний вплив:
 - збереження сімейних та соціальних зв'язків, які можуть постраждати внаслідок втрати або травмування рідних;
 - зниження рівня психологічного та емоційного стресу, пов'язаного з аваріями.
- 4) Ефективність транспорту:
 - поліпшення ефективності дорожнього руху, зменшення заторів, які часто виникають через ДТП;
 - покращення надійності та передбачуваності транспортних систем.
- 5) Довіра до транспортних систем:
 - підвищення довіри громадськості до транспортної інфраструктури та відповідальних за безпеку на дорогах органів;

- зростання впевненості водіїв та пішоходів у власній безпеці, що позитивно впливає на їхню поведінку.

б) Суспільна Відповідальність:

- формування відповідальності та свідомості серед учасників дорожнього руху;

- сприяння культурі безпеки та взаємоповаги на дорогах.

Таким чином, безпека на дорогах є ключовим фактором, що впливає не тільки на безпосередніх учасників руху, але й на загальний соціальний, економічний та культурний розвиток суспільства.

5.2. Показники що впливають на безпеку

Безпека на дорогах обумовлена різними факторами, які можна класифікувати у наступні основні категорії:

Водіїв:

- дотримання правил дорожнього руху;
- уникнення ризикованих дій, таких як перевищення швидкості, агресивна поведінка на дорозі, керування авто у стані алкогольного сп'яніння;

- концентрація на дорозі та уникнення відволікань, зокрема від мобільних телефонів.

Технічний стан транспортних засобів:

- регулярне технічне обслуговування та перевірка основних систем, включно з гальмами, шинами, світловими приладами;

- використання захисних систем, як-от ременів безпеки, подушок безпеки.

Інфраструктура доріг:

- підтримання доріг у гарному стані, усунення дефектів, таких як вибоїни та нерівності;

- наявність чіткої дорожньої розмітки та сигналізації;

- обладнання безпечних пішохідних переходів та забезпечення належного освітлення.

Адаптація до погодних умов:

- пристосування стилю водіння до умов, таких як дощ, сніг, туман, ожеледь.

Законодавча підтримка та поліцейський нагляд:

- слідування правилам дорожнього руху;
- поліцейський контроль для попередження порушень.

Освітні та інформаційні програми для водіїв:

- навчальні курси та інформаційні кампанії для підвищення обізнаності про безпеку на дорозі.

Швидке реагування на надзвичайні ситуації:

- ефективна робота служб екстреної допомоги та рятувальників.

Кожен із цих елементів відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки на шляхах, і відповідальне ставлення до них кожним учасником дорожнього руху є вирішальним для мінімізації ризику дорожньо-транспортних пригод.

Також на показники безпеки впливає рішення які були прийняти під час розробки проекту. Насамперед ознайомитися з місцевістю де буде проведено будівництво, звернувши увагу на рельєф місцевості і перешкод у вигляді (лісів, озер, населені пунктів т. д.), щоб уникнути різких повороті для покращення видимості водія на далеку дистанцію. Який тип ґрунтів і чи наявні підземні води.

Чималу роль в безпеці відіграють метеорологічні та кліматичні умови. Адже завдяки цим даним визначається які саме матеріали використовувати дорожньому покритті, щоб досягти відповідного коефіцієнта щеплення автомобіля з дорогою.

Для безпечного користування транспортною ділянкою Державними Будівельними Стандартами регламентується ряд параметрів дороги, таких як:

- план;
- інтенсивність;

- ширина проїзної частини;
- поперечні то повздовжні профілі;
- узбіччя;
- водовідведення.

Облаштування доріг включає встановлення та підтримку різноманітних елементів, таких як освітлення, дорожні знаки, відбійники, що мають важливе значення для безпеки дорожнього руху. Ось докладніше про кожен з цих елементів:

Освітлення підвищує видимість на дорозі вночі та при поганих погодних умовах, знижує ризик ДТП, допомагає водіям орієнтуватися та вчасно реагувати на потенційні небезпеки.

Освітлювальні прилади розміщуються уздовж автомагістралей, на перехрестях, в місцях пішохідних переходів та на особливо небезпечних ділянках дороги.

Використання енергоефективного освітлення, такого як світлодіодні лампи, які забезпечують кращу видимість та економію електроенергії.

Дорожні знаки надають важливу інформацію водіям, регулюють рух, попереджають про небезпеку, інформують про обмеження та заборони.

Знаки розміщуються на відстані, яка забезпечує достатній час для реакції водіїв. Вони мають бути добре видимі та читабельні незалежно від погодних умов. Виготовляються із відбиваючих матеріалів для забезпечення видимості вночі.

Відбійники запобігають виїзду транспортних засобів з дороги, зменшують наслідки зіткнень, спрямовують рух транспорту на безпечну траєкторію.

Розміщуються на небезпечних ділянках, таких як круті повороти, мости, високі узбіччя, медіани між протилежними напрямками руху.

Виготовляються з різних матеріалів, включаючи метал, бетон, пластик. Вибір матеріалу залежить від потреби у здатності поглинати удари та ступеня гнучкості.

Кожен з цих елементів відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки на дорогах, допомагаючи знизити ризик аварій та полегшити орієнтування водіїв у дорожньому середовищі. Їх правильне встановлення, технічне обслуговування та оновлення є важливими для забезпечення ефективності дорожньої інфраструктури.

Стан дороги має вирішальний вплив на безпеку дорожнього руху. Ось основні аспекти стану дороги, які впливають на безпеку: Покриття повинно бути рівним, без ям, тріщин або інших пошкоджень. Належна адгезія (зчеплення) між шинами та дорожнім покриттям, особливо важлива у вологу погоду та в зимовий період. Відсутність вибоїн та нерівностей, які можуть спричинити втрату контролю над транспортним засобом.

Належне утримання узбіч – їх рівність, міцність, відсутність перепадів висоти між узбіччям та проїзною частиною. Узбіччя повинні забезпечувати безпечне місце для зупинки в екстрених випадках. Наявність бар'єрів безпеки та огорож на небезпечних ділянках.

Знаки повинні бути добре видимі, читабельні та знаходитися в коректних місцях. Важливо, щоб знаки відповідали актуальним дорожнім умовам та були зрозумілими для водіїв. Пошкоджені або неправильно розміщені знаки можуть вводити водіїв в оману та спричиняти аварійні ситуації.

Чітка та неперервна розмітка допомагає водіям орієнтуватися на дорозі.

Розмітка повинна бути видимою в умовах низької освітленості та поганої погоди. Регулярне оновлення розмітки важливе, особливо на ділянках з високим трафіком та в місцях, де вона швидко стирається.

Загалом, стан дорожнього покриття, узбіч, знаків та розмітки впливає на безпеку руху, оскільки вони визначають здатність водіїв ефективно орієнтуватися на дорозі та адекватно реагувати на зміни дорожніх умов. Регулярне технічне обслуговування та модернізація цих елементів є ключовими для забезпечення безпеки дорожнього руху.

Правильна настройка автомобіля та водійського місця допомагає знизити втому водія, покращує його фізичний та психічний стан під час

водіння, зменшує фізичне навантаження та робить водіння безпечнішим. Комфортна посадка за кермом є ключовою для безпечного водіння [18]. Правильне розташування за кермом забезпечує хороший огляд дороги, зручність у використанні керувальних пристроїв, знижує втому та підтримує добре самопочуття водія. Це досягається шляхом адекватного регулювання сидіння, враховуючи зріст водія. Встановлено, що ідеальне положення водія визначається трьома основними точками опори (спина, поясниця, ноги) та кутами нахилу корпусу ($85...95^\circ$) і ніг ($120...130^\circ$) у колінному згині.

Коли водій правильно розташований за кермом, він може зручно тримати руль обома руками. Для визначення правильного положення рук на кермі, рульове колесо можна уявно поділити горизонтальною лінією. При належному регулюванні сидіння, коліна водія, як правило, трохи виступають вперед, знаходячись на відстані приблизно 50 мм від нижньої частини рульового колеса, а відстань від керма до грудей дозволяє водію легко керувати педалями, індикаторами поворотів та іншими органами управління [19].

Вивчення техніки ефективного управління автомобілем у різних умовах може бути складним завданням, але це цілком досяжно. Важливо, щоб позиція водія за кермом була природною і комфортною. Важливо уникати постійного утримання ніг на педалях зчеплення або гальма, оскільки це може призвести до ненавмисного натискання на них під час руху. При керуванні газом рекомендується плавно натискати на педаль, використовуючи передню частину стопи, при цьому нога повинна спиратися на підбор.

Узагальнена класифікація факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху, наведена на рисунку 5.1.

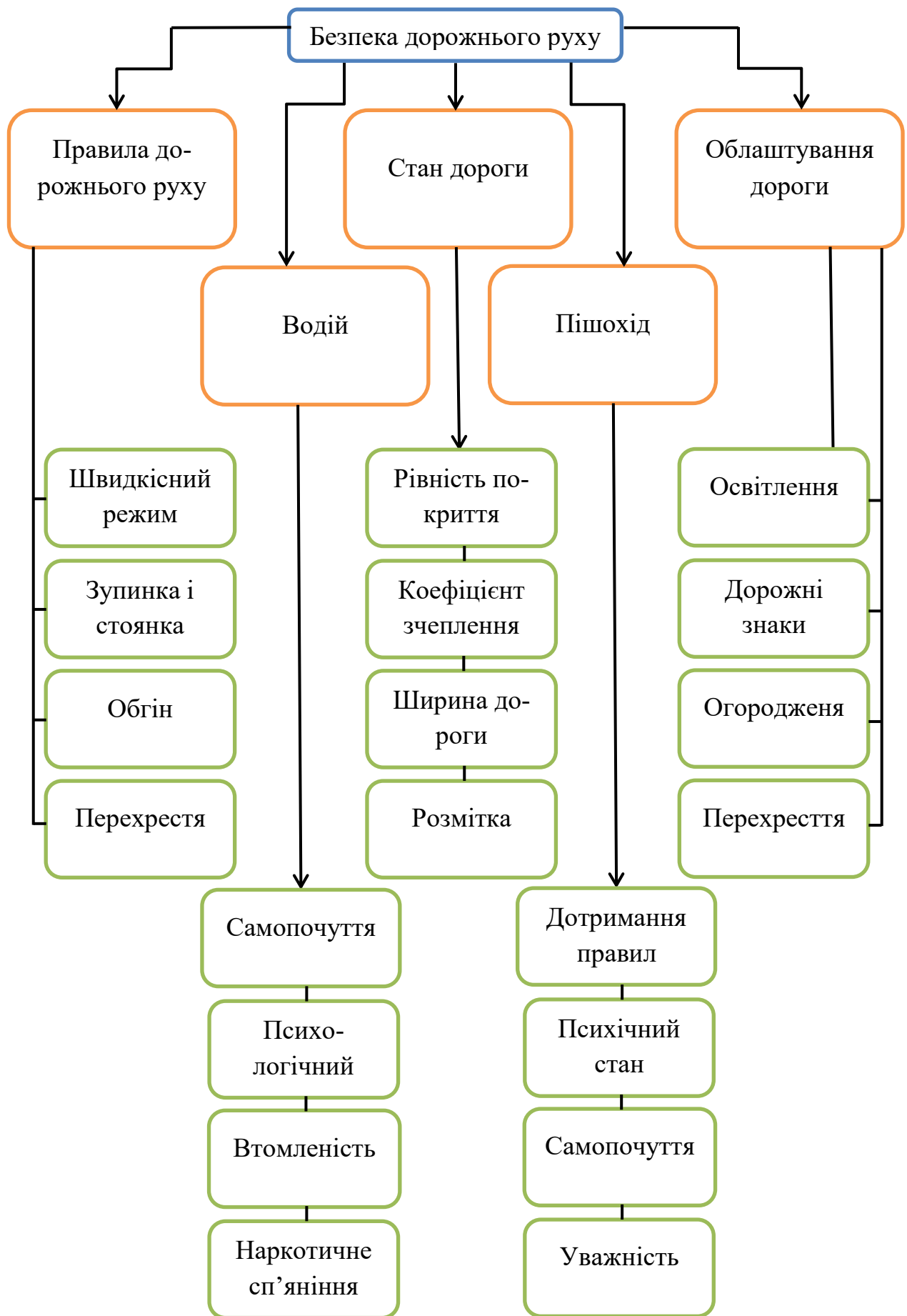


Рисунок 5.1. Фактори які впливають на безпеку дорожнього руху

Як видно з рисунка (див. рис. 5.1) одними з факторів, що впливають на безпеку руху є стан ділянки дороги, що включає такі показники: рівність покриття, коефіцієнт зчеплення, ширина дороги, розмітка.

5.3. Безпека на транспортній розв'язці

Організація транспортних потоків на різних рівнях доріг спрямована на зниження ризику дорожньо-транспортних пригод. Однак, повне усунення можливості аварій є нереальним. У процесі планування мультирівневих дорожніх розв'язок важливо враховувати потенційні проблемні місця, причини виникнення конфліктних ситуацій та способи їх розв'язання.

Більшість аварій відбувається, коли водії змінюють швидкість або напрямок руху. На перехрестях це може стосуватися місць, де дорожні потоки розділяються або об'єднуються, наприклад, при переході з перехідно-швидкісних смуг на основні, а також на ділянках з обмеженим радіусом повороту, зокрема на лівоповоротних з'їздах. На дорогах з двома смугами для з'їзду існує ризик лобових зіткнень, а на неповних дорожніх розв'язках можуть виникати конфлікти у місцях, де перетинаються різні транспортні потоки.

На поворотах ліворуч на автодорогах часто трапляються аварії на вході до з'їзду. Тут переважають зіткнення, що відбуваються в одному напрямку, та випадки, коли автомобілі виїжджають за межі дороги, вриваючись в об'єкти на узбіччі. Причини цих аварій полягають у неправильному розрахунку смуг для гальмування та в'їзду на з'їзд, недостатній видимості на цих ділянках або обмеженій пропускній спроможності з'їзду. Іноді виникає кілька таких проблем одночасно.

На кінці перехідної кривої та на початку кругової кривої також можливі випадки, коли автомобілі виїжджають за межі дороги або перекидаються через надто високу швидкість на кривих з малим радіусом. Часто водії не можуть вчасно відреагувати на збільшення центробіжної сили через неправильно спроектовану довжину перехідної кривої або радіус повороту.

На виїзді зі з'їзду можливі зіткнення між автомобілями, що залишають з'їзд, та тими, що рухаються по основній дорозі. Це може бути викликано недостатньою пропускнуою спроможністю виїзду, поганою видимістю та оглядовістю. Під час виїзду зі з'їзду водії спочатку зосереджуються на ситуації на основній дорозі, щоб налаштувати свій рух під загальний потік. Оцінка інтервалів та швидкостей руху на основній дорозі займає близько 1,5-1,7 секунди. Це може призвести до зіткнень з автомобілями попереду, оскільки водій заднього автомобіля може наблизитися до переднього на небезпечну відстань під час оцінки ситуації.

Іншою причиною аварій є недостатнє або неправильне інформування водіїв про умови руху та напрямки на розв'язці. Водії фокусуються на виборі правильної траєкторії руху та пошуку інформації про напрямки, що знижує їхню увагу до інших учасників руху.

Будівництво перехресть на різних рівнях, наприклад, у формі повного "листа конюшини", значно знижує ризик аварій, усуваючи 16 з 32 найнебезпечніших точок конфлікту, які існують на простих перехрестях одного рівня. Проте, неповні транспортні розв'язки, де перетин транспортних потоків відбувається на одному рівні, все ще залишають деякі точки конфлікту.

Загальний підхід до оцінки безпеки на розв'язках подібний до того, що використовується на перехрестях одного рівня.

Однак, через меншу ймовірність конфліктів та використання інших технічних рішень, аварійність на окремих точках конфлікту на розв'язках відрізняється від такої на перехрестях одного рівня (табл. 5.1).

При проектуванні нових доріг вибирають тип перехрестя на різних рівнях із такими планувальними та конструктивними рішеннями, які забезпечують низький коефіцієнт аварійності, не перевищуючи п'ять аварій на мільйон автомобілів, що проїжджають через розв'язку протягом року.

Відносна аварійність у конфліктних точках

Тип з'їзду	Напрямок руху	Характеристика з'їзду	Відносна аварійність	
			Без ПШС	З ПШС
Лівоповоротні з'їзди перетинань типу «листя конюшини»		R=30-45 м. Перехідна крива*	$65 \cdot 10^{-5}$	$35 \cdot 10^{-5}$
		R=45-60 м. Перехідна крива*	$30 \cdot 10^{-5}$	$20 \cdot 10^{-5}$
		R більше 60 м. Перехідна крива*	$20 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$
		R=30-45 м. Перехідна крива*	$90 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$
		R=45-60 м. Перехідна крива розрахована на постійну швидкість. З'їзд на спуску	$90 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$
		R більше 60 м. Перехідна крива ПЕРС***. З'їзд на спуску	$60 \cdot 10^{-5}$ **	$50 \cdot 10^{-5}$ **
Правоповоротні та напівпрямі лівоповоротні з'їзди		R=30-45 м. Перехідна крива	$25 \cdot 10^{-5}$	$15 \cdot 10^{-5}$
		R=45-60 м. Перехідна крива	$20 \cdot 10^{-5}$	$10 \cdot 10^{-5}$
		R=45-60 м. Перехідна крива розрахована на Vconst	$50 \cdot 10^{-5}$	$30 \cdot 10^{-5}$
		R 60-120 м. Перехідна крива ПЕРС***	$35 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
		R більше 120 м. Перехідна крива розрахована на Vconst	$25 \cdot 10^{-5}$	$15 \cdot 10^{-5}$
	Напівпрямі лівоповоротні з'їзди		Розділення двох другорядних повертаючих потоків в процесі руху по з'їзду	$20 \cdot 10^{-5}$
		Злиття двох другорядних повертаючих потоків в процесі руху по з'їзду	$15 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$

* При відсутності перехідної кривої відносна аварійність приймається в 1,5 рази більшою.

** Для з'їздів з $R=45-60$ м, розрахованих на постійну швидкість, але розташованих на підйомі, береться це ж значення відносної аварійності.

*** ПЕРС – перехідна крива, розрахована на змінну швидкість руху.

5.4. Вітчизняний та закордонний досвід щодо питань безпеки

Питання безпеки дорожнього руху було та залишається актуальним, а тому велика кількість наукових праць як вітчизняних так і закордонних вчених присвячені дослідженню факторів, що впливають на безпеку та розробці заходів щодо зменшення кількості ДТП. Так, в роботі [20] наголошено, що безпека на дорогах України є важливою проблемою, адже статистика показує, що кожні 18 хвилин в країні відбувається дорожньо-транспортна пригода (ДТП), а кожні 117 хвилин у таких аваріях гине людина. ДТП можна розглядати як випадкові події, які, можливо, слідує певним закономірностям. Тому дослідження цих закономірностей, а також аналіз часового та просторового розподілу ДТП і виявлення їх причин є важливими для оцінки стану транспортної системи країни. У дослідженні розглядається гіпотеза про підпорядкування рівнів аварійності певним законам.[20]

Перевірка цієї гіпотези проводилася з урахуванням коефіцієнта аварійності як показника безпеки дорожнього руху. Цей показник був обраний через його здатність враховувати широкий спектр параметрів умов руху, що є корисним при проведенні аудиту безпеки дорожнього руху. Для аналізу використовувалися дані про рівень безпеки дорожнього руху на автодорогах загального користування, які регулярно оновлюються на кафедрі організації та безпеки дорожнього руху.

Результати дослідження показали, що реальний розподіл ризиків ДТП (відносний коефіцієнт аварійності) та прогнозні рівні безпеки дорожнього руху (підсумковий коефіцієнт аварійності) відповідають теоретичному розподілу. За допомогою отриманих аналітичних залежностей можна визна-

чити ймовірнісний центр аварійності, а дисперсія логнормального розподілу дозволяє оцінити розсіювання кількості ДТП на певній ділянці дороги. Ці моделі можуть бути використані для оцінки ризиків виникнення ДТП на складних та небезпечних ділянках доріг загального користування.

Робота науковців Національного університету водного господарства та природокористування [21] присвячена оцінці стану безпеки дорожнього руху та пропозиціям щодо її підвищення на ділянках міжнародної дороги М06 Київ – Чоп. Цей досвід фахівців є важливим, адже задана в кваліфікаційній роботі ділянка дороги знаходиться в межах траси М06.

Автодорога М-06, яка є частиною міжнародної мережі Європейських транспортних коридорів (Е40), відіграє ключову роль у транспортній системі. Ця дорога характеризується високою інтенсивністю руху, досягаючи 11000 - 18000 автомобілів на добу, зі значною кількістю довгомірних транспортних засобів, таких як автопоїзди та магістральні автобуси.

Враховуючи рекомендовані в Україні методи заспокоєння руху, можна відзначити, що для головних доріг, як-от М-06, можливості вибору таких заходів є обмеженими. Ці заходи, як правило, є тимчасовими та не вимагають значних інвестицій або складних процедур планування, але вони можуть сприяти зниженню аварійності та смертності на дорогах.

На дорогах першої технічної категорії не рекомендується використовувати засоби, що суттєво знижують швидкість руху, такі як штучні нерівності або підвищені пішохідні переходи, оскільки це може ускладнити рух великогабаритного транспорту.

На дорогах другої категорії, де інтенсивність руху не перевищує 10000 авт/добу, можливе використання піднесених пішохідних переходів у межах населених пунктів. Однак, з огляду на характеристики транспортного потоку на М-06, такі заходи вважаються недоцільними.

Пропонується впровадження заходів для підвищення уваги водіїв у небезпечних зонах та контролю швидкості, включаючи світло-шумові смуги перед відігнаним лівим поворотом, крайову розмітку з ефектом вібрації та

шумові смуги на узбіччях. Також передбачається встановлення систем інформування учасників руху з зворотним зв'язком про порушення швидкісного режиму.

Під час реконструкції дороги рекомендується привести ділянки другої категорії до стандартів першої категорії, виключаючи зони, де відбувається зміна категорії дороги.

Аналіз умов та безпеки руху на автомобільних дорогах з урахуванням інформаційних показників дорожнього середовища розглянуто у роботі [22].

У останні роки в Україні спостерігається зростання кількості автомобілів та автоперевезень, що призвело до збільшення аварійності на дорогах. Хоча в 1990-х роках кількість ДТП знижувалася, з 2002 року вона знову почала рости. Незважаючи на певну стабілізацію ситуації в останні роки, в деяких областях, як-от Закарпаття, Миколаїв, Крим та Дніпропетровськ, аварійність залишається високою. Загалом, тяжкість наслідків ДТП в Україні зросла на 4,5% за останній рік.

Статистика показує, що 25% ДТП відбуваються через недостатню увагу водіїв, 20% - через порушення правил маневрування, 15% - через перевищення швидкості, 10% - через виїзд на зустрічну смугу, а 5% - через водіння в нетверезому стані. Однак, важливо не лише встановити причину аварії, а й зрозуміти, чому водій допустив помилку та як умови дорожнього руху на це вплинули.

На кафедрі вишукувань і проектування доріг ХНАДУ було застосовано ергономічний метод для аналізу взаємодії між водієм, автомобілем та дорожнім середовищем. Дослідження включали аналіз поведінки водія, його мотивації та інформаційного навантаження. Виявлено, що оптимальні умови для водіїв - це дороги з рівнем завантаження рухом 0,3–0,35, тоді як гірші умови спостерігаються при рівнях 0,1–0,2 та 0,5–0,7.

Дослідження також показали, що інтенсивність руху та монотонність роботи є ключовими факторами, що впливають на стомлення водія та його здатність уникати ДТП. Оптимальна інтенсивність руху, що забезпечує

найкращу емоційну напругу та увагу водія, знаходиться в межах 0,2–0,4. При цьому рівні завантаження дороги водій може працювати довше без ознак стомлення. Надійність водія визначається його здатністю правильно сприймати та обробляти інформацію, особливо при швидкостях обробки інформації від 3 до 6 біт/с.

В цілому, дослідження підкреслюють важливість адекватної оцінки дорожніх умов та їх впливу на безпеку водіння, а також необхідність розуміння взаємодії між водієм, автомобілем та дорожнім середовищем. Це виражається особливо сильно, коли інтенсивність дорожнього руху перевищує 7000 автомобілів на день.

Серед усіх аспектів дорожнього середовища, лише інформація про рух інших автомобілів постійно змінюється і є новою для водія. Інша інформація, пов'язана з дорогою, змінюється як за якістю, так і за кількістю в залежності від умов дороги. Коли інтенсивність руху менша за 3000 автомобілів на день, більшість інформації, яку отримує водій, стосується саме дорожніх умов. Швидкість отримання цієї інформації невелика, тому водію не потрібно докладати багато зусиль для її обробки. У таких умовах, коли змінні елементи інформації з'являються рідко, робота водія стає монотонною, його увага та надійність знижуються, погіршуючи умови водіння.

Дослідження показують, що на жодній дорозі не вдалося створити умови, які б забезпечували роботу водія на оптимальному рівні емоційного напруження. На двосмугових дорогах частіше виникає перевантаження водія, тоді як на автомагістралях проблемою є монотонність руху та нестача інформації.

Рівень психічного напруження водія залежить від важливості та кількості отриманої інформації, яка, у свою чергу, залежить від швидкості та інтенсивності руху. Найважливішою є інформація, яка найбільше впливає на рішення водія, пов'язані з безпекою руху. Елементи дорожнього середовища, що впливають на умови руху, можна розташувати за ступенем впливу: від обмеження видимості до поганого стану узбіч. При сприятливих умовах ін-

формаційне навантаження водія залежить від кількості елементів, які він сприймає.

Дослідження також показали, що існує тісний зв'язок між інформаційними показниками та рівнем аварійності на ділянках дороги. Аварійність зростає як при інформаційному перевантаженні, так і при монотонності. Надійність водія максимальна при певному коефіцієнті стохастичності, незалежно від кількості елементів інформації. Збільшення швидкості руху та покращення умов можливі при збільшенні абсолютної організації поля сприйняття та зміні ймовірності аварійних ситуацій. Міри, які регулюють умови руху, включають збільшення видимості, відстані до забудови, покращення зчепних якостей дороги та інші.

Аналіз інформаційних показників дозволяє оцінити безпеку руху на дорогах та визначити аварійно небезпечні ділянки. Заходи з підвищення безпеки руху повинні сприяти створенню умов для оптимального інформаційного навантаження водія та забезпеченню оптимальних швидкостей руху.

5.5. Дослідження впливу рівності покриття та світлоповертальної властивості на показники безпеки

5.5.1. Аналіз статистичних даних з виникнення ДТП в Україні

Статистика дорожньо-транспортних пригод відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху. Аналіз цієї статистики дозволяє розуміти причини аварій і вживати заходів для їх запобігання. Важливо, щоб інфраструктура доріг відповідала певним вимогам безпеки, які включають:

Рівність дорожнього покриття: Нерівності на дорозі можуть призводити до втрати контролю над транспортним засобом, особливо на високих швидкостях.

Шорсткість поверхні: Забезпечення достатньої шорсткості поверхні дороги допомагає уникнути ковзання, особливо в умовах дощу чи ожеледиці.

Якісна розмітка: Чітка і видима дорожня розмітка допомагає водіям орієнтуватися на дорозі, особливо в умовах поганої видимості.

Достатня ширина проїзної частини: Ширина дороги повинна відповідати інтенсивності та типу транспортного потоку, щоб забезпечити безпечний проїзд різних видів транспортних засобів.

У контексті України, статистика ДТП часто підкреслює проблеми, пов'язані з інфраструктурою. Наприклад, недостатня якість дорожнього покриття, погана видимість розмітки, відсутність належного освітлення та недостатньо розвинені системи безпеки для пішоходів та велосипедистів. Зосередження уваги на цих аспектах може значно знизити кількість і тяжкість ДТП. Офіційна статистика [22] про ДТП в Україні узагальнена та представлена на рисунку 5.2.

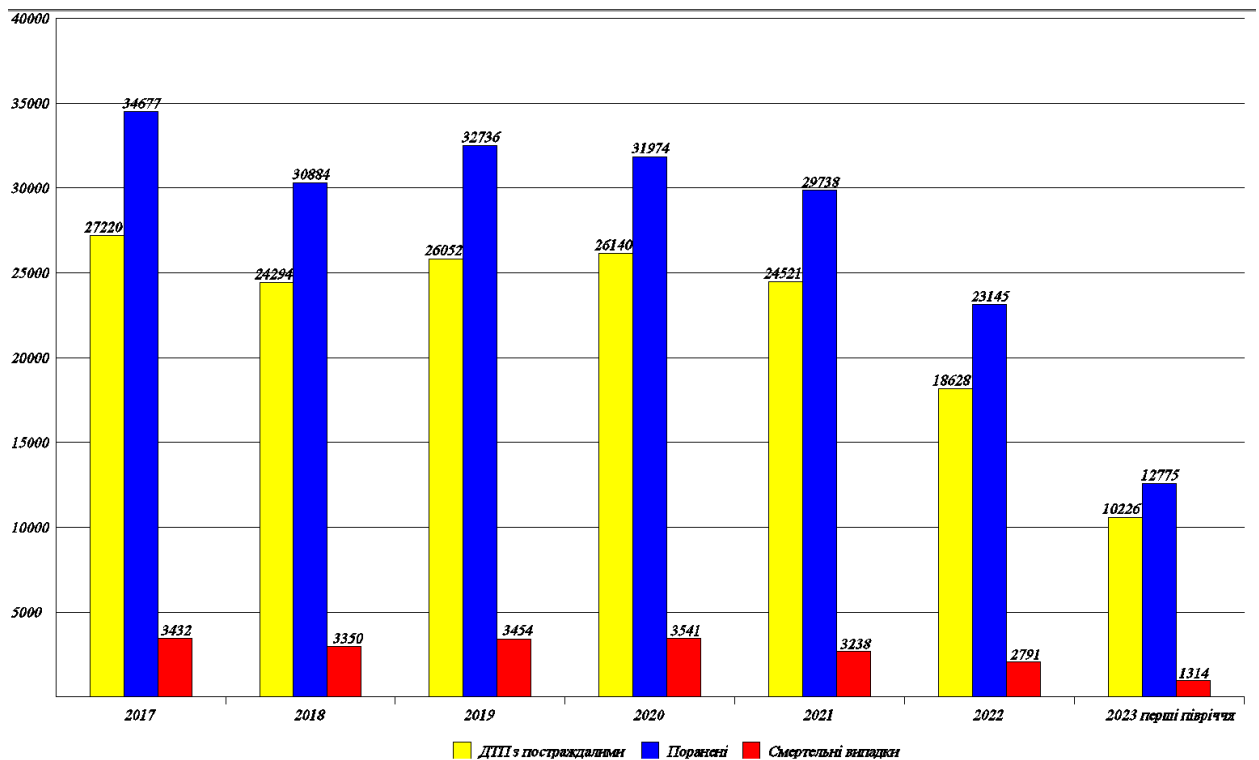


Рисунок 5.2. Статистика наслідків ДТП в Україні

Як видно з рис.5.2. в нашій країні велика кількість дорожньо-транспортних пригод які несуть за собою багато поранених і смертельні випадки. Незважаючи на коливання по роках рівень безпеки продовжує залишатися на незадовільному рівні. Безпека на дорозі не вирішеною проблемою на яку потрібно звертати увагу при проєктуванні, щоб врахувавши всі факто-

ри зменшити до мінімуму ДТП. Також Україна суттєво відстає від розвинених країн у подоланні смертності на дорогах, про що свідчать дані рисунку 5.3.

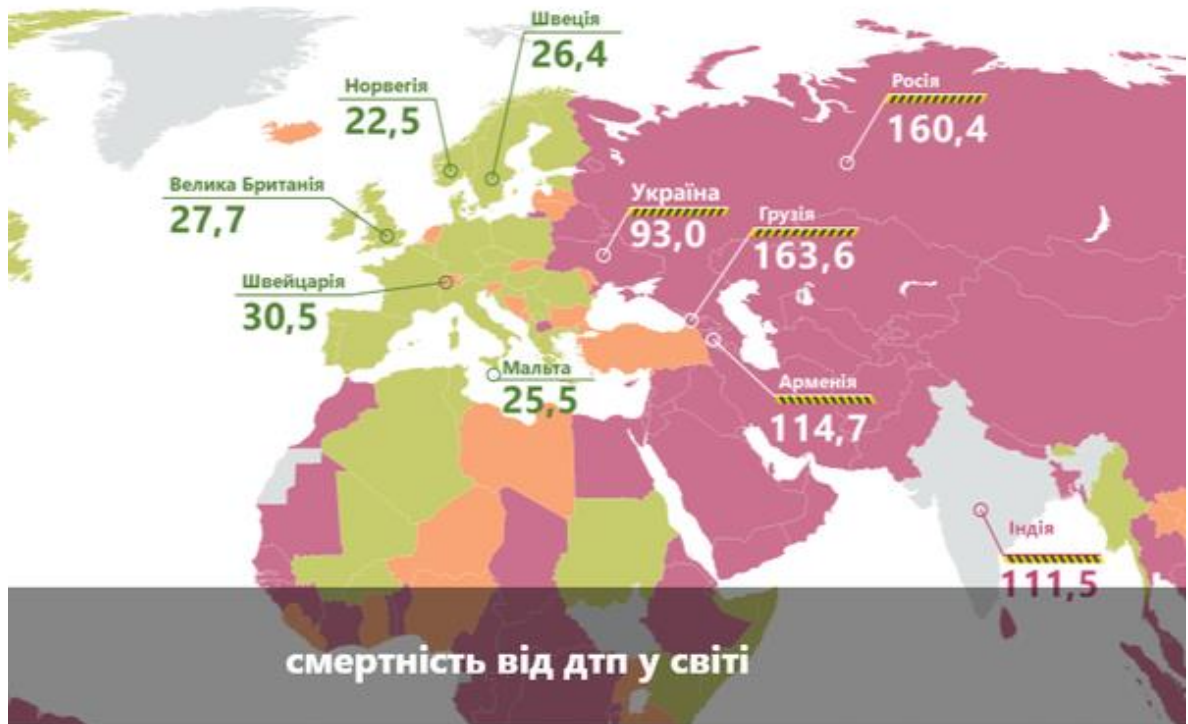
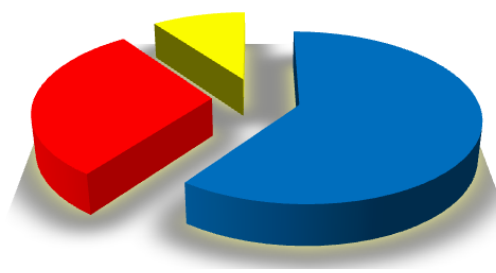


Рисунок 5.3. Загиблі на 1 млн. населення у світі за 2022 рік

Дані рис.5.3 вказують на те, то що в розвинених країнах-сусідах показник смертності від ДТП у понад три рази нижчий. Це все підкреслює важливість вдосконалення системи безпеки дорожнього руху в нашій країні.



- помилкові дії людини (60...70%)
- незадовільний стан доріг і невідповідність дорожніх умов характеру руху (20...30%)
- технічні несправності автомобіля (10...15%)

Рисунок 5.4. Розподіл ДТП

На рис. 5.4. спостерігаємо статистику розподілу основних причини ДТП.

5.5.2. Світлоповертальні властивості дорожньої розмітки

Світлоповертальні властивості на дорогах є важливим аспектом безпеки дорожнього руху, особливо в нічний час і за поганих погодних умов. Вони допомагають водіям краще бачити дорожні знаки, розмітку та інші елементи інфраструктури, тим самим забезпечуючи безпечніше і більш зручне водіння. Ось основні аспекти та застосування світлоповертальних властивостей на дорогах:

Світлоповертальні матеріали використовуються для виготовлення дорожніх знаків, розмітки та інших сигнальних елементів. Вони здатні відбивати світло фар транспортного засобу, роблячи об'єкти видимими навіть у темряві. Зазвичай це досягається за допомогою світлоповертальних плівок або покриттів, що містять мікроскопічні скляні кульки або мікропризми.

Більшість дорожніх знаків мають світлоповертальну поверхню, що дозволяє водіям ефективно розпізнавати інформацію на знаках навіть за недостатнього освітлення.

Державне підприємство "Дорцентр" займається атестацією плівок, які використовуються для виготовлення дорожніх знаків, а також проводить контроль якості цих знаків на етапах їх встановлення та подальшого утримання [23]. У рамках контрольних робіт виконуються наступні завдання:

- Визначення коефіцієнта світлоповертання дорожніх знаків;
- Перевірка відповідності розмірів і форм дорожніх знаків встановленим стандартам;
- Переконавання у відповідності розміщених дорожніх знаків проектній документації.

На рисунку 5.5 наведено прилад для вимірювання світлоповертання, який застосовувався під час проходження переддипломної практики на дослідній ділянці.



Рисунок 5.5. Прилад для вимірювання коефіцієнта світлоповертання *Zehntner ZRS 6060*

Світлоповертальна горизонтальна дорожня розмітка, така як смуги руху, пішохідні переходи та інші позначки, часто виконуються світлоповертальними матеріалами. Це значно підвищує їх видимість уночі та при поганій погоді.

Для нанесення горизонтальної дорожньої розмітки необхідно використовувати сертифіковані матеріали, відповідно до стандарту ДСТУ-Н Б В.2.3-37 [24], які включають фарби, пластики для гарячого та холодного нанесення, спреї-пластики, полімерні стрічки, скляні мікрокульки. На бруківці в населених пунктах можна використовувати кольорові елементи мощення, такі як бетонна плитка чи кольорові камені, відповідно до чинних нормативних документів.

Колір світлоповертальних елементів на дорожніх огороженнях та напрямних стовпчиках має бути червоним для позначення краю проїзної частини, білим для позначення лівого краю проїзної частини, острівців безпеки, пішохідних переходів та велосипедних смуг, а зеленим для позначення перехідно-швидкісних смуг.

Світлоповертальні елементи на дорожніх огороженнях повинні мати прямокутну або круглу форму і не виступати за конструкцію огороження. Верхні сигнальні щитки на огороженнях мають бути трапецієподібні.

Горизонтальна розмітка зазвичай білого кольору, але для певних видів розмітки можуть використовуватися інші кольори, такі як жовтий, синій або червоний. Тимчасова горизонтальна розмітка повинна бути жовтого кольору, і її необхідно видалити після завершення дорожніх робіт.

Основні характеристики дорожньої розмітки включають коефіцієнт яскравості, світлоповертання, зчеплення колеса з поверхнею розмітки та інші, які мають відповідати встановленим стандартам та класам якості.

Коефіцієнт світлоповертання горизонтальної розмітки білого, жовтого наведений в (табл. 5.2) також яскравість нормується ДСТУ 2587:2021 [25],

Таблиця 5.2

Коефіцієнт світлоповертання горизонтальної розмітки білого, жовтого (для постійної та тимчасової розмітки) кольорів за її сухого стану

Колі горизонтальної розмітки	Клас якості горизонтальної розмітки за коефіцієнтом світлоповертання	Мінімальне значення коефіцієнта світлоповертання (R_L), мкд м ² лк ⁻¹ , не менше ніж
Білий	R0	—
	R2	100
	R3	150
	R4	200
	R5	300
Жовтий (для постійної розмітки)	R0	—
	R1	80
	R3	150
	R4	200
Жовтий (для тимчасової розмітки)	R0	—
	R3	150
	R5	300

В рамках кваліфікаційної роботи під час проходження переддипломної практики було прийнято участь в проведенні контролю якості нанесення дорожньої розмітки пересувною лабораторією, що наведена на рисунку 5.6.



Рисунок 5.6. Сучасний прилад для здійснення контролю якості нанесення дорожньої розмітки

За допомогою приладу, який наведено на рис. 5.5 були проведенні польові вимірювання світлоповертальних властивостей, результати яких систематизовані та представлені у Додатку А (таблиця А.1.). За цими даними побудований графік коефіцієнтів світлоповертання на ділянці траси М06.

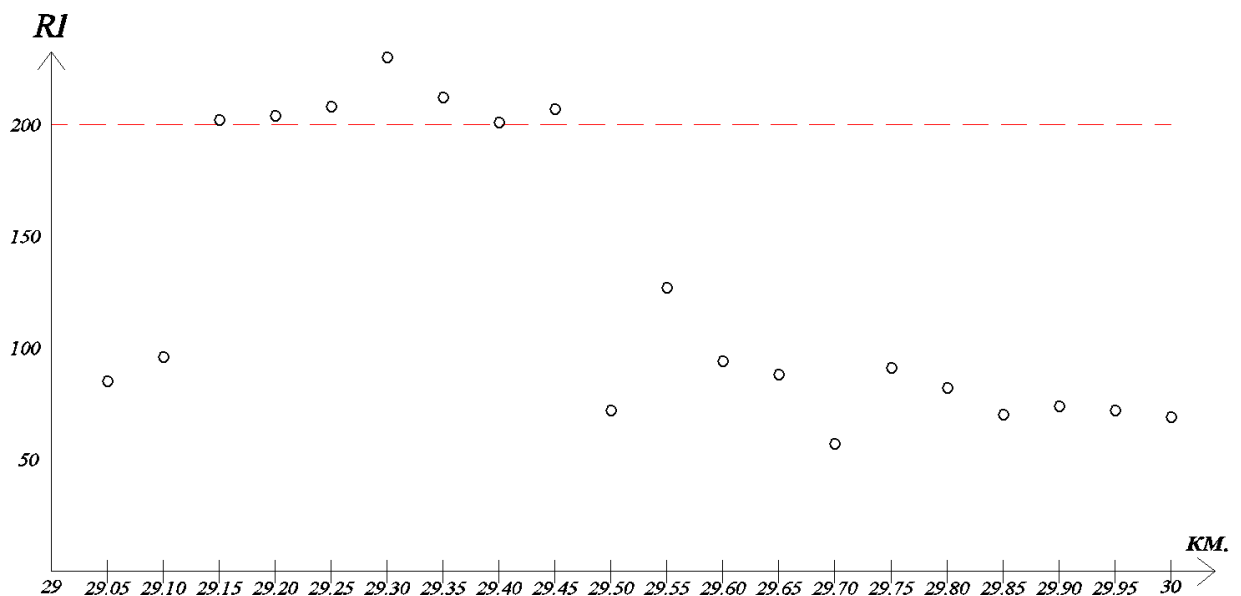


Рисунок 5.7. Графік замірів коефіцієнту світлоповертання горизонтальної дорожньої розмітки на ділянці траси М06 ПК 29+000 – ПК 30+000

Як видно з графіку, представленому на рис.у 5.6., на всі протяжності ділянки (ПК 29+050 – 29+150 та ПК 29+500 – 30+000) виміряні величини світлоповертальних коефіцієнтів частково мають значення нижчі за норму. Це свідчить про недостатнє забезпечення безпеки в питаннях дорожньої розмітки та якості матеріалів й технології її нанесення, що вимагає повторного нанесення розмітки.

5.5.3. Рівність покриття

Рівність покриття дороги є ключовим фактором, що впливає на безпеку дорожнього руху [26]. Нижче наведено кілька аспектів, які підкреслюють важливість цього фактору:

- Нерівність поверхні може спричинити втрату контролю над транспортним засобом. Водій може втратити контроль, особливо на високих швидкостях, що збільшує ризик ДТП.
- Рівне покриття знижує механічний вплив на транспортні засоби, тим самим зменшуючи знос і підвищуючи їхню надійність.
- На рівних поверхнях менша ймовірність утворення калюж, які можуть спричинити аквапланування. Це особливо важливо під час дощу або інших умов, коли вода може накопичуватися на дорозі.
- Рівні дороги дозволяють більш ефективно відводити воду, що знижує ризик утворення льоду в зимовий період та зменшує ймовірність занесення транспортних засобів.
- Нерівні дороги можуть ускладнити видимість, особливо в горбистих або нерівних місцевостях. Рівні покриття сприяють кращій видимості і дозволяють водіям бачити дорожні знаки та інших учасників руху.
- Їзда по нерівних дорогах може збільшити втому водія, що негативно впливає на увагу та реакцію. Рівні дороги забезпечують більш комфортну та безпечну їзду.

Таким чином, рівність дорожнього покриття грає важливу роль у забезпеченні безпеки дорожнього руху, зниженні ризиків ДТП та підвищенні загального

Науковці «Львівської політехніки» в роботі [27] наголошують, що автомобільна дорога, як частина системи "водій—автомобіль—дорога", впливає на умови руху через якість дорожнього покриття та конструкцію траси. Також в даній роботі звертається увага на незадовільний стан українських доріг, що негативно впливає на безпеку руху, зокрема через застарілі нормативи та низький рівень дорожнього сервісу. Більшість мостів потребують ремонту, а стан доріг погіршується через зростання інтенсивності руху.

Незадовільний стан доріг збільшує ризик ДТП [26], особливо через слизьке покриття, відсутність розмітки, погане освітлення та інші дефекти. Рівність дорожнього покриття, вимірювана за допомогою індексу IRI, впливає на безпеку та комфорт руху. Для визначення функціонального стану (ФС) водіїв використовуються електрофізіологічні методи, а стан доріг аналізується через різні методи, включаючи вимірювання просвіту між триметровою рейкою та дорожнім покриттям.

Під час збору даних до кваліфікаційної роботи прийнято участь в роботі бригади виїзної лабораторії з метою оцінки рівності конструктивних шарів дорожнього одягу за міжнародним індексом IRI та дефектності покриття. Виїзна лабораторія наведена на рисунку 5.7.



Рисунок 5.8. Виїзна лабораторія

Обладнання даної лабораторії дозволяє вимірювати різні дефекти по всьому напрямку автомобільної дороги. Також фіксує значення показника рівності покриття дороги та візуально відображає наявні дефекти на покритті із зазначенням координат розташування відповідних недоліків. Приклади фіксації дефектів наведено на рисунках 5.9–5.11 у вигляді тріщин та випотівання.

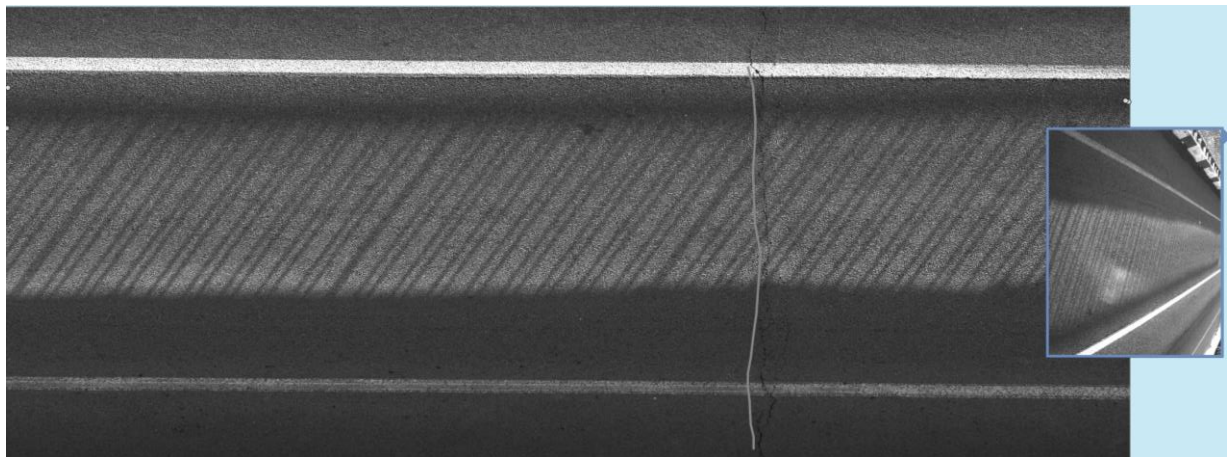


Рисунок 5.9. Тип дефекту: тріщини загальні поперечні

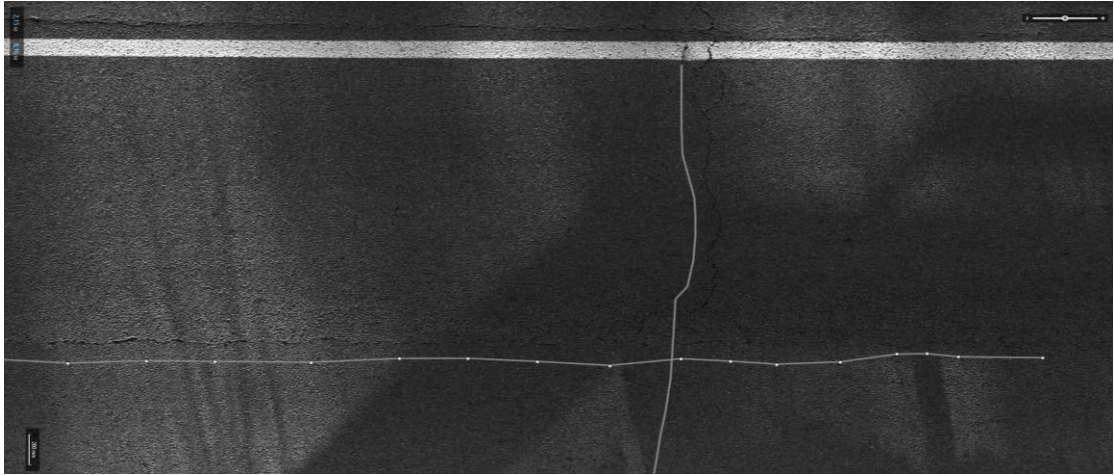


Рисунок 5.10. Тип дефекту: поздовжні тріщини

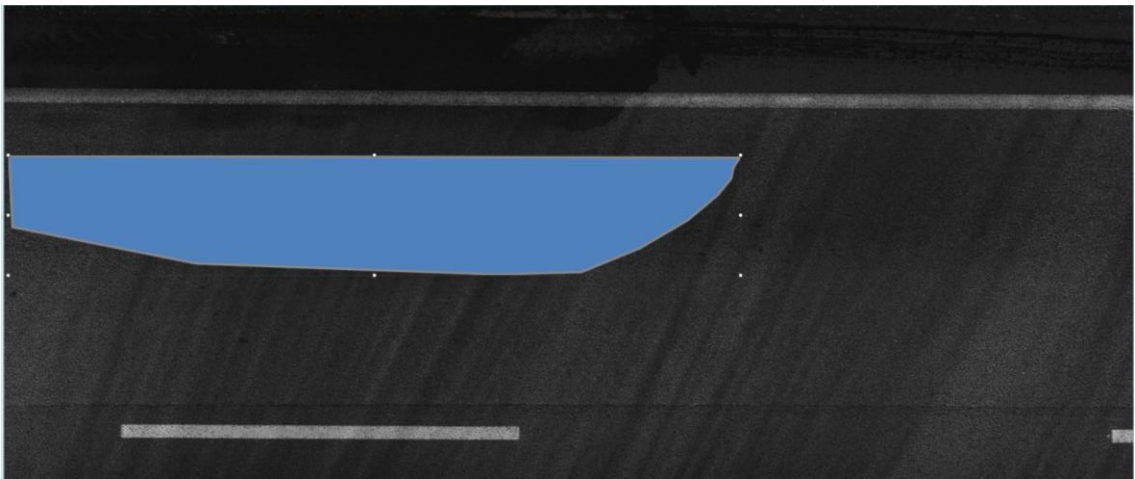


Рисунок 5.11. Тип дефекту: випотівання

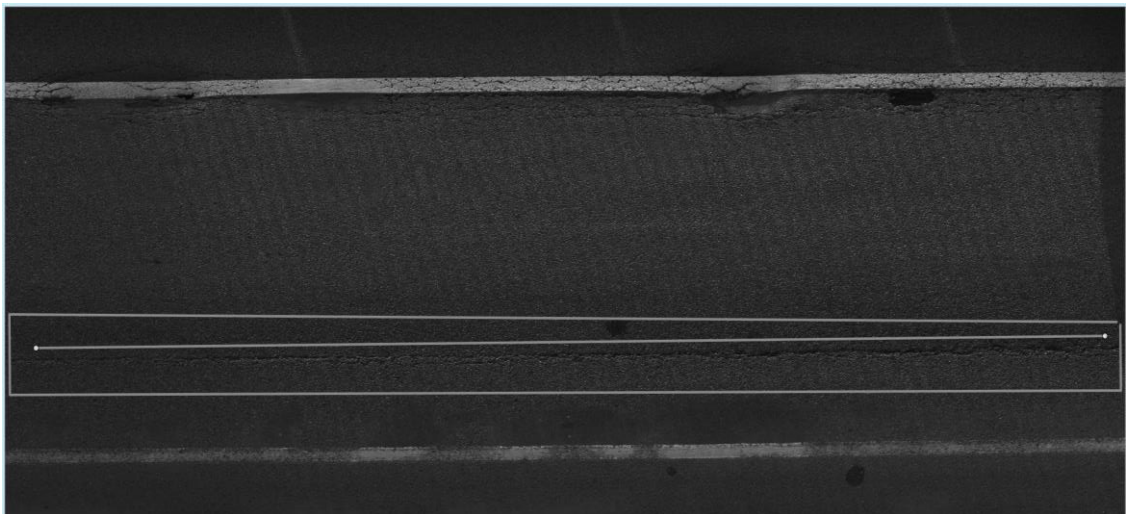


Рисунок 5.12. Тип дефекту: поздовжні тріщини по смугах накату

Також виконувався аналіз в часі даних вимірювання рівності покриття на ділянках дороги з влаштованим новим покриттям. Результати аналізу представлені на рисунку 5.13 та свідчать про те, що на дослідній ділянці показник рівності змінюється в часі не інтенсивно та не виходить за межі допустимого.

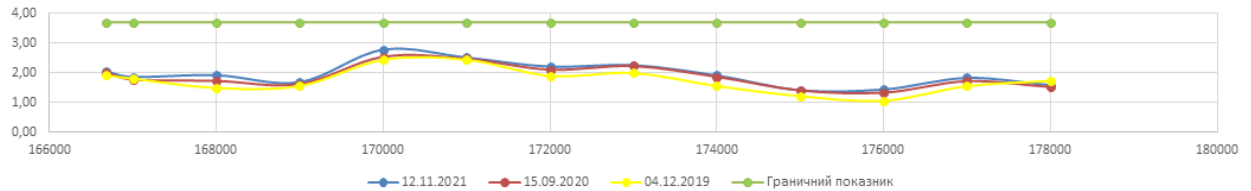


Рисунок 5.13. Порівняльний графік рівності

Прогнозування в контексті управління дорожньою інфраструктурою є ключовим для забезпечення її довговічності та безпеки. Цей процес включає збір даних про стан доріг, моделювання зносу для передбачення майбутніх дефектів, планування ремонтних робіт, бюджетування, використання сучасних технологій для підвищення точності прогнозів, адаптивне управління для реагування на зміни, перехід від реактивного до превентивного обслуговування, а також розробка довгострокових стратегій управління дорожньою інфраструктурою. Все це сприяє ефективній експлуатації доріг, зниженню витрат та підвищенню безпеки.

З цією метою в кваліфікаційні роботи зібрано та систематизовано дослідження за рівністю покриття в межах Львівської, Київської, Хмельницької та Івано-Франківської областей. Ці ділянки склали вибірку зі 195 елементів, які представлені у вигляді бази даних в Додатку А (таблиця А.2), а також фрагментально на рисунку 5.14.

	1 t	2 IRI _ф	3 N	4 q	5 k	6 R	7 IRI _н
1	2	1,3	6485	1,04	2	0	1,8
2	2	1,31	6485	1,04	2	0	1,8
3	2	1,49	6485	1,04	2	0	1,8
4	2	2,38	6485	1,04	2	630	1,8
5	2	2,26	6485	1,04	2	630	1,8
6	2	1,64	6485	1,04	2	0	1,8
7	2	1,53	6485	1,04	2	0	1,8
8	2	1,59	6485	1,04	2	0	1,8
9	2	1,42	6485	1,04	2	0	1,8
10	2	2,22	6485	1,04	2	840	1,8
11	2	2,07	6485	1,04	2	840	1,8
12	2	1,08	6485	1,04	2	0	1,8
13	2	1,11	6485	1,04	2	0	1,8
14	2	1,73	6485	1,04	2	0	1,8
15	2	1,87	6485	1,04	2	3000	1,8
16	2	1,7	6485	1,04	2	0	1,8
17	2	1,61	6485	1,04	2	0	1,8
18	2	1,19	6485	1,04	2	0	1,8
19	2	1,79	6485	1,04	2	0	1,8
20	2	1,65	6485	1,04	2	0	1,8
21	2	1,85	6485	1,04	2	0	1,8
22	2	1,78	6485	1,04	2	0	1,8
23	2	1,91	6485	1,04	2	2650	1,8
24	2	1,97	6485	1,04	2	2650	1,8
25	2	1,65	6485	1,04	2	2650	1,8
26	2	1,78	6485	1,04	2	2650	1,8
27	2	2,05	6485	1,04	2	2650	1,8
190	4	1,32	14700	1,15	1	0	1,7
191	4	1,49	14700	1,15	1	0	1,7
192	4	1,56	14700	1,15	1	0	1,7
193	4	1,71	14700	1,15	1	0	1,7
194	4	1,64	14700	1,15	1	0	1,7
195	4	1,58	14700	1,15	1	0	1,7

Рисунок 5.14. Фрагмент бази даних

В базі даних представлені такі елементи: t – кількість років після капітального ремонту, IRI_ф – фактична величина вимірюного індексу рівності покриття, IRI_н – значення рівності покриття при здачі об'єкту в експлуатацію, N – інтенсивність руху в приведених одиницях за добу, q – коефіцієнт нерівномірності інтенсивності руху, k – категорія дороги, R – радіуси кривих в плані. На рисунка 5.15 і 5.16 наведено розподіл даних спостереження.

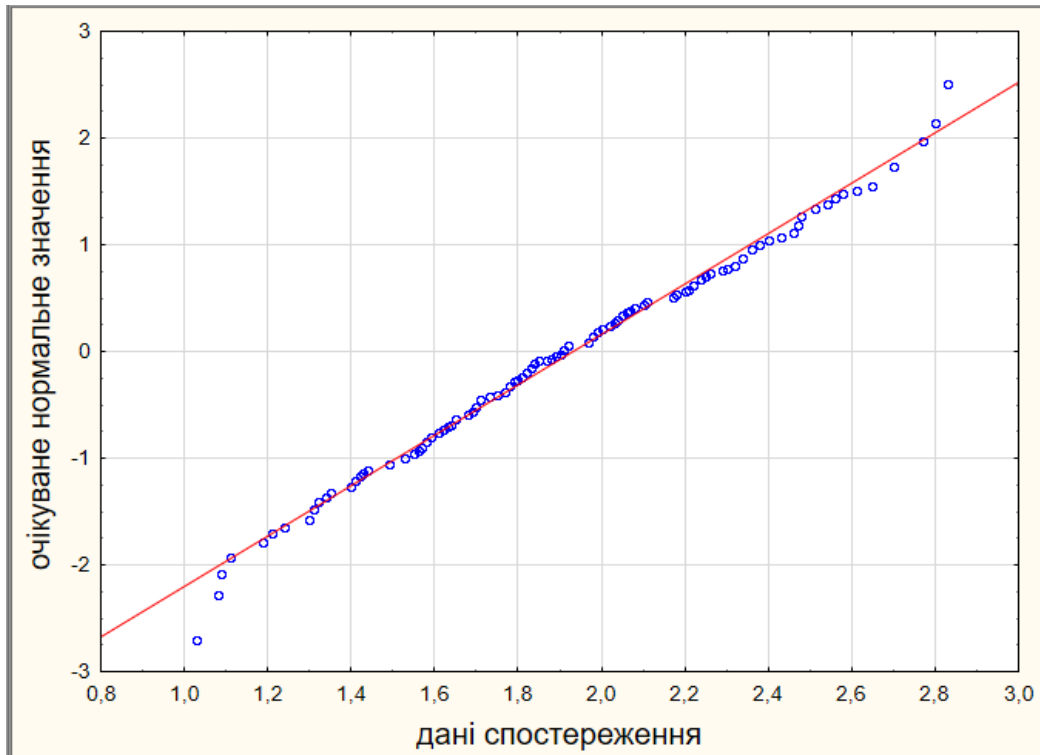


Рисунок 5.15. Розподіл даних спостереження

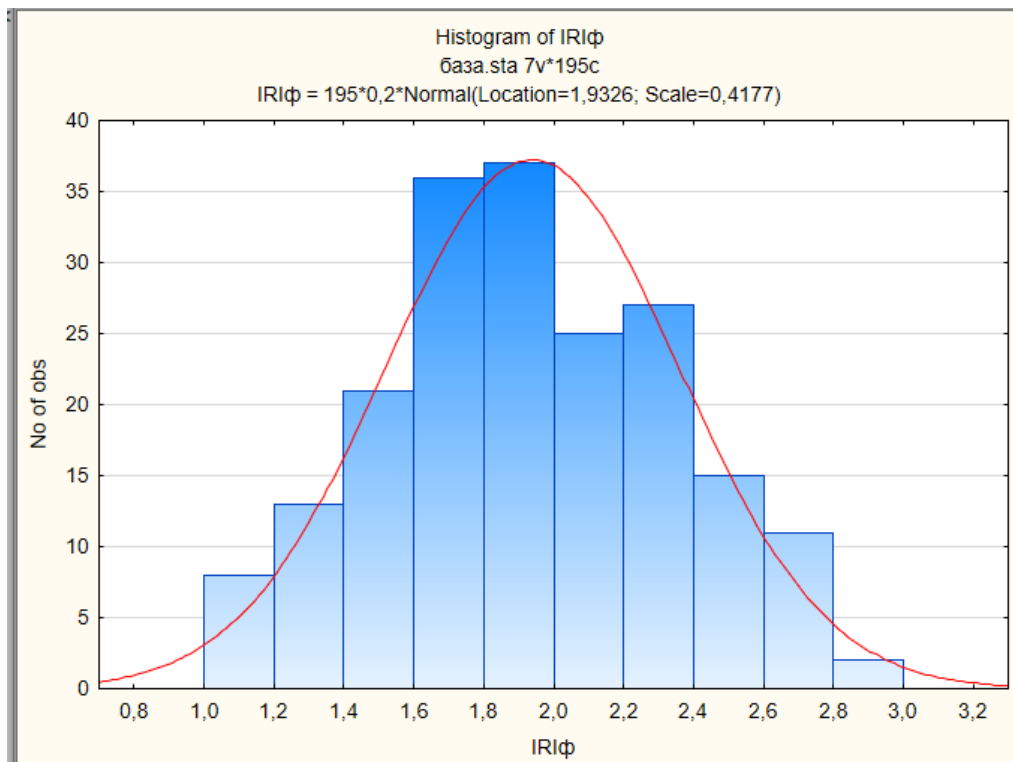


Рисунок 5.16. Гістограма розподілу вибірки за нормальним законом

Представлені графіки (див.рис. 5.15 і 5.16) свідчать про розподілення за нормальним законом та підтверджують можливість застосування набраної вибірки для подальшого регресійного аналізу.

Ключовим завданням у будь-якому дослідженні є виявлення взаємозв'язків між різними елементами або факторами, які формують основу вивченого процесу. Для глибокого розуміння явища необхідно дослідити не тільки його взаємодію з зовнішніми факторами, але й внутрішні зв'язки, виявляючи закономірності між пов'язаними аспектами та їх характеристиками.

У практиці науковців часто виникає потреба аналізувати взаємозалежності між двома або більше змінними. Якщо зміни в одній характеристиці супроводжуються змінами в іншій, і це дозволяє передбачити одну характеристику, знаючи іншу, то говорять про кореляцію між ними. У статистиці кореляція вимірюється коефіцієнтом, який показує ступінь цього взаємозв'язку.

Кореляційний зв'язок означає, що зміни в одній ознаці відповідають змінам в іншій. Однак, важливо розуміти, що кореляція не завжди означає причинно-наслідковий зв'язок. Вона лише вказує на те, що зміни в одній ознаці часто супроводжуються змінами в іншій, але причина цих змін може бути не в цих ознаках, а десь поза ними.

Кореляційна залежність відображає вплив змін однієї ознаки на ймовірність появи певних значень іншої ознаки. Існують різні методи класифікації сили кореляційного зв'язку, які допомагають визначити ступінь цієї взаємозалежності.

В даному дослідженні застосована загальна класифікація кореляційного зв'язку, яка полягає у такому, кореляція:

- сильна, або тісна при $|r| \geq 0,7$;
- середня при $0,5 \leq |r| < 0,7$;
- помірна при $0,3 \leq |r| < 0,5$;
- слабка при $0,2 \leq |r| < 0,3$;

– дуже слабка при $|r| < 0,2$;

Кореляційний аналіз – це статистичний метод, який використовується для визначення сили та напрямку взаємозв'язку між двома змінними. В кваліфікаційній роботі кореляційний аналіз проводився за такою послідовністю:

1) Формулювання гіпотези: Перед початком аналізу необхідно сформулювати гіпотезу про взаємозв'язок між змінними. Наприклад, можна припустити, що є кореляція між кількістю годин сну та рівнем продуктивності.

2) Збір даних: Збирайте дані для обох змінних, які хочете проаналізувати. Наприклад, записувати кількість годин сну та оцінки продуктивності за певний період.

3) Вибір кореляційного коефіцієнта: Виберіть відповідний кореляційний коефіцієнт. Для лінійного взаємозв'язку найпопулярнішим є коефіцієнт кореляції Пірсона.

4) Розрахунок кореляційного коефіцієнта: Використовуйте статистичне програмне забезпечення або формули для розрахунку коефіцієнта кореляції між вашими змінними.

5) Інтерпретація результатів: Кореляційний коефіцієнт може варіюватися від -1 до +1. Коефіцієнт близький до +1 або -1 вказує на сильний взаємозв'язок, а коефіцієнт близький до 0 вказує на слабкий або відсутній взаємозв'язок.

6) Перевірка значущості: Перевірте, чи є кореляція статистично значущою. Для цього можна використовувати тест значущості, наприклад, t-тест.

7) Аналіз та висновки: На основі отриманих результатів зробіть висновки щодо початкової гіпотези. Пам'ятайте, що кореляція не завжди означає причинно-наслідковий зв'язок.

8) Документування результатів: Запишіть усі кроки та результати вашого аналізу, щоб вони були зрозумілі для інших дослідників або для подальшого використання.

Умови для застосування коефіцієнта кореляції Пірсона наступні:

- 1) Змінні, що порівнюються повинні бути отримані в інтервальній шкалі або шкалі відносин.
- 2) Розподілу змінних X і Y повинні бути близькі до нормального.
- 3) Число ознак, що варіюють, у порівнянні зі іншими X і Y має бути однаковим.
- 4) Таблиці рівнів значущості для коефіцієнта кореляції Пірсона розраховані від $n=5$ до $n=1000$. Оцінка рівня значущості за таблицями здійснюється за числом ступенів свободи $\nu = n-2$.

Коефіцієнт кореляції обчислювався за формулою:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \quad (5.1)$$

де x_i – значення, що приймаються змінною X;

y_i – значення, що приймаються змінною Y.

Для бази даних, що представлена у таблиці А.2 було розраховано коефіцієнти кореляції між дослідним факторами та побудовано матрицю кореляції, яка наведена на рисунку 5.17.

Correlations (Spreadsheet1)									
Marked correlations are significant at p < .05000									
N=195 (Casewise deletion of missing data)									
Variable	Means	Std.Dev.	t	IRIφ	N	q	k	R	IRIn
t	2,190	1,332	1,000000	0,159062	-0,114454	0,771287	0,364308	-0,035291	0,553342
IRIφ	1,933	0,418	0,159062	1,000000	-0,410020	0,027765	0,462352	0,414313	0,438134
N	6731,769	2836,015	-0,114454	-0,410020	1,000000	0,327876	-0,956622	0,047493	-0,865160
q	1,068	0,031	0,771287	0,027765	0,327876	1,000000	-0,049026	-0,036115	0,186395
k	2,097	0,493	0,364308	0,462352	-0,956622	-0,049026	1,000000	-0,058987	0,969902
R	397,056	751,946	-0,035291	0,414313	0,047493	-0,036115	-0,058987	1,000000	-0,068787
IRIn	1,827	0,084	0,553342	0,438134	-0,865160	0,186395	0,969902	-0,068787	1,000000

Рисунок 5.17. Матриця кореляції

Кореляції: Значення кореляційних коефіцієнтів варіюються від -1 до 1. Коефіцієнти, що вище абсолютного значення 0.5 вважаються помірно сильними. Наприклад, змінна IRIn має досить високу кореляцію з t (0.553342), що свідчи про помірний позитивний взаємозв'язок.

Значущість: Значення кореляцій, позначені зірочками, вказують на те, що вони статистично значущі при $p < 0.05$. Оскільки кореляція між IRI_p і IRI_h має зірочку, вона є статистично значущою.

Мультиколінеарність: У матриці є високі кореляційні коефіцієнти між деякими змінними (наприклад, k і R), що може вказувати на потенційну проблему мультиколінеарності у моделі регресії.

Модель регресії - це статистичний метод, призначений для аналізу відносин між різними змінними. Цей інструмент дозволяє розуміти, як зміни у одній або декількох незалежних змінних, впливають на залежну змінну.

З метою прогнозування експлуатаційного стану доріг за показником рівності покриття було запропоновано представити зв'язок між значущими факторами за результатами кореляційного аналізу в такому вигляді: $IRI_{\phi} = f(R, IRI_0, t)$

Тоді запропонована математична модель для прогнозування зміни рівня рівності в часі буде мати вигляд:

$$IRI_{\phi} = b_0 + b_1 \cdot R + b_2 \cdot IRI_0 + b_3 \cdot t \quad (5.2)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – незалежні коефіцієнти, результати розрахунку яких наведені на рисунку 5.18.

Regression Summary for Dependent Variable: IRI_{ϕ} (база.sta)						
F(3,191)=42,578 p<0,0000						
N=195	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(191)	p-value
Intercept			-2,96068	0,589799	-5,01981	0,000001
R	0,446904	0,056146	0,00025	0,000031	7,95971	0,000000
IRI_h	0,536359	0,067364	2,66996	0,335332	7,96215	0,000000
t	-0,121956	0,067246	-0,03826	0,021094	-1,81359	0,071311

Рисунок 5.18. Розрахунок незалежних коефіцієнтів

Аналіз моделі за значенням F-статистики дуже високе і p-value менше 0.00001, що вказує на те, що модель регресії є статистично значущою.

Коефіцієнт детермінації $R^2=0,732$, що вказує на хорошу пояснювальну силу моделі.

Висновок по науковому розділу: Проведений аналіз досвіду вітчизняних та закордонних наукових праць підкреслює важливість питання безпеки та систематизує надбання фахівців галузі в зазначеному питанні. Були розглянуті показники, що впливають на безпеку такі як: стан дороги (рівність покриття, коефіцієнт щеплення, ширина проїзної частини, розмітка), облаштування дороги (освітлення, дорожні знаки, огороження, перехрестя), водій (психологічний стан, втомленість, наркотичне та алкогольне сп'яніння), пішохід (дотримання правил, психічний стан, уважність, самопочуття).

За даними, зібраними під час проходження переддипломної практики, було проведено певні дослідження. Оцінено якість світлоповертальних властивостей дорожньої розмітки на дослідній ділянці, величина яких вдвічі менша за максимально допустимі, встановлені нормативними документами.

Оскільки одним з найважливіших факторів, що впливають на безпеку руху, є рівність покриття, то цьому показнику приділено особливу увагу. За результатами діагностики покриттів у Львівській, Івано-Франківській, Хмельницькій та Київській областях сформовано базу даних зі 195 дослідних елементів, для якої виконано кореляційний аналіз з метою встановлення найвпливовіших факторів на зміни рівня IRI в процесі експлуатації..

Запропонована математичну модель дозволить прогнозувати в часі очікувану зміну IRI та якісніше планувати ремонтні роботи в умовах, ідентичних дослідним.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці — це комплекс законодавчих актів, норм і стандартів, які мають на меті забезпечення безпечних умов роботи, запобігання випадкам травматизму та професійним хворобам, а також захист життя та здоров'я працівників під час виконання своїх трудових обов'язків.

Під час будівництва транспортної дворівневої транспортної розв'язки, суб'єкти охорони праці включають в себе різних учасників та організацій, що беруть на себе відповідальність за організацію та забезпечення безпечних робочих умов на території будівництва [28].

Отже суб'єктом охорони праці являється працівники, які виконують всю роботу на будівельному майданчику.

Організація безпеки праці на момент будівництва дворівневої транспортної розв'язки є досить важкою, через специфіку виконання робіт.

6.1. Умови праці суб'єкта в шкідливому середовищі та опис робочого місця

Будівництво та ремонт автомобільних доріг, чи транспортної розв'язки або любе інше будівництво можливо лише при наявності офіційно затверджених проєктних документів та робочих креслень, що визначають організацію та хід робіт, згідно з встановленими процедурами.

Відповідно до законодавства України про охорону праці, всім працівникам перед початком роботи та протягом робочого процесу необхідно пройти інструктаж (навчання) із заходів охорони праці, методів надання першої допомоги у разі нещасних випадків та відповідних дій у випадку аварійних ситуацій, відповідно до типових правил, затверджених Державним комітетом з нагляду за охороною праці [29].

Під час зведення транспортної розв'язки, умови праці залежать від специфіки завдань, місцезнаходження проєкту, використовуваної техніки та інших змінних. Для даного об'єкта будівництва характеризують наступні умови праці .

На будівельному майданчику при виконанні робіт, працівники по-падаючи під вплив кількості шкідливих чинників працюючи на об'єкті.

Перелік шкідливих чинників:

1. Фізичні вимоги:

- Робота передбачає використання важких матеріалів та великогабаритного устаткування.
- Акустичні фактори: Високі рівні шуму та вібрації, спричинені роботою машин та іншого обладнання.
- Вплив навколишнього середовища: Робота на відкритому повітрі в умовах, що змінюються, включаючи (спеку, дощ, сніг).

2. Хімічні та біологічні аспекти:

- Вплив пилу, асфальтових випарів, розчинників та мастил.
- Взаємодія з потенційно забрудненими чи токсичними матеріалами.

3. Ергономічні виклики:

- Необхідність тривалого перебування в стоячому чи сидячому положенні, часто в некомфортних позах.
- Повторювані рухи, що можуть викликати м'язово-скелетні проблеми.

4. Психологічні фактори:

- Високий ритм роботи та стрес від дотримання термінів.
- Ризик аварій та інших непередбачуваних ситуацій.

5. Безпекові ризики:

- Велика ймовірність травмування через роботу з важкими машинами та на висоті.

- Ризик від транспортного руху на місці будівництва.

6. Санітарно-гігієнічні умови:

- Обмежений доступ до санітарних зон і місць відпочинку.
- Недостатнє забезпечення чистою питною водою та умовами для харчування.

Успішне вирішення цих викликів залежить від всебічного підходу до охорони праці, який включає ефективне планування, оснащення та професійну підготовку персоналу [30].

При будівництві транспортного вузла, робочі місця характеризуються в залежності від проєкту. Основні атрибути цих робочих місць включають:

Розташування робочих зон:

- Робочі місця зазвичай розміщені на великих відкритих ділянках, що залежать від стадії будівництва.
- Вони можуть включати тимчасові елементи, такі як риштування, викопи, траншеї, та майданчики для використання великогабаритної техніки.

Використання важкої техніки:

- Робочі місця, де експлуатуються екскаватори, бульдозери, крани, дорожні котки, потребують підвищеної уваги.
- Забезпечення безпечного маневрування та використання цих машин є важливим.

Ділянки для зберігання матеріалів:

- На майданчиках створені спеціальні зони для схову будівельних матеріалів, таких як асфальт, бетон, пісок, гравій.
- Ці місця вимагають чіткого маркування та забезпечення безпеки при обігу матеріалів.

Тимчасові будівельні споруди:

- Тимчасові об'єкти включають офісні модулі, зони відпочинку, склади.
- Важливо забезпечити їх міцність, безпеку та зручність для користувачів.

Системи безпеки та оповіщення:

- На всій території будівництва розміщуються попереджувальні знаки, особливо в небезпечних зонах.

– Системи освітлення та сигналізації є життєво важливими для безпеки, зокрема під час роботи вночі або в несприятливих погодних умовах.

Зони для відпочинку та гігієни:

Облаштовані спеціальні зони для перепочинку, прийому їжі, а також санітарні приміщення.

Необхідно дотримуватися гігієнічних стандартів та створювати комфортні умови для працівників.

Підтримка цих робочих зон вимагає безперервного моніторингу безпеки, організації роботи та дотримання норм охорони праці. Регулярний перегляд та оновлення заходів безпеки є критичним для забезпечення безпечної та продуктивної роботи на будівельному майданчику.

6.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зменшення впливу шкідливих виробничих факторів

Організаційні та конструктивно-технологічні заходи — це дві ключові категорії дій та стратегій, які використовуються в управлінні проектами, виробництвом, будівництвом та іншими галузями для підвищення ефективності, безпеки та якості роботи.

Організаційні заходи:

1) Оптимізація робочого процесу та навантажень:

Детальне планування робочих процесів для зменшення надмірного фізичного навантаження та тривалого перебування в шкідливих умовах.

Чергування робочих місць серед працівників для обмеження тривалого впливу на шкідливі фактори.

2) Проведення навчань з безпеки:

Організація регулярних тренінгів та інструктажів з питань безпеки, включаючи правильне використання захисного спорядження та дії в екстремальних ситуаціях [30].

3) Медичний контроль:

Здійснення періодичних медичних оглядів для працівників, особливо для тих, хто виконує роботи в умовах високого ризику, з метою раннього виявлення ознак професійних хвороб.

4) Обмежений доступ до ризикових зон:

Впровадження системи контролю доступу на особливо небезпечні ділянки будівництва лише для спеціально навченого персоналу.

Конструктивно-технологічні заходи

1) Оновлення та модернізація обладнання:

Впровадження сучасного обладнання, яке виробляє менше шуму та вібрацій, для зниження їх рівня на робочому місці.

2) Захист від шуму та інших факторів:

Монтаж звукоізоляційних бар'єрів та екранів для зниження рівня шуму.

Застосування захисних покриттів та екранів для обмеження контакту з пилом та хімічними речовинами.

3) Системи вентиляції та очистки повітря:

Забезпечення якісної вентиляції на закритих ділянках, де використовуються хімічні речовини.

Встановлення систем фільтрації повітря для зниження концентрації шкідливих викидів.

4) Ергономічне облаштування робочих місць:

Розробка робочих місць, що відповідають ергономічним стандартам, для запобігання розвитку м'язово-скелетних порушень.

Використання регульованого меблювання, належного розташування інструментів та обладнання.

Ці заходів не тільки знизить ризику для здоров'я та безпеки працівників, але й сприятиме підвищенню ефективності роботи на будівельному майданчику.

6.2.1. Розрахунок шумового забруднення

Розрахунок шумового забруднення під час будівництва транспортної розв'язки вимагає врахування ряду факторів, включаючи джерела шуму, його інтенсивність, тривалість впливу, а також відстань від джерела шуму до місць з наявністю людей [31].

Визначені основні джерела шуму на будівельному майданчику :

- Екскаватор: 90 дБ на відстані 10 метрів.
- Бульдозер: 85 дБ на відстані 10 метрів.
- Бетonomішалка: 80 дБ на відстані 10 метрів.

При існуванні кількох джерел шуму, необхідно розрахувати середній рівень шуму на будівельному майданчику зп формулою:

$$L_{\text{сер}} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum 10^{(L_i/10)} \right) \quad (6.1)$$

де:

- $L_{\text{сер}}$ – середній рівень шуму в(дБ);
- L_1, L_2, L_3 – рівні шуму від екскаватора, бульдозера та бетonomішалки в децибелах (дБ);
- N - кількість джерел шуму.

Перетворення рівнів шуму в лінійну шкалу: $10^9, 10^{8.5}, 10^8$

Підставляємо значення у формулу 6.1:

$$L_{\text{сер}} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{3} (10^9 + 10^{8.5} + 10^8) \right) = 86.74 \text{ дБ}$$

Розширений розрахунок рівня муму на різних відстанях.

Рівень шуму зменшується на 6 дБ кожні 10 метрів. Використовуючи це правило, ми можемо розрахувати рівень шуму на відстані 20, 30, 50 метрів від кожного джерела.

На відстані 20 метрів:

- Екскаватор: 90 дБ - 6 дБ = 84 дБ
- Бульдозер: 85 дБ - 6 дБ = 79 дБ

- Бетономішалка: 80 дБ - 6 дБ = 74 дБ

На відстані 30 метрів:

- Екскаватор: 90 дБ - 12 дБ = 78 дБ
- Бульдозер: 85 дБ - 12 дБ = 73 дБ
- Бетономішалка: 80 дБ - 12 дБ = 68 дБ

На відстані 50 метрів:

- Екскаватор: 90 дБ - 24 дБ = 66 дБ
- Бульдозер: 85 дБ - 24 дБ = 61 дБ
- Бетономішалка: 80 дБ - 24 дБ = 56 дБ

Загальний рівень шуму на майданчику залежить від кількості та роботи всього обладнання. Для оцінки загального рівня шуму використані дані формулу додавання децибел:

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum 10^{(L_i/10)} \right) \quad (6.2)$$

де:

- L_{total} – загальний рівень шуму в децибелах (дБ);
- L_1, L_2, L_3 – рівні шуму від екскаватора, бульдозера та бетономішалки в децибелах (дБ);

Спочатку конвертуємо кожен рівень шуму на відстані 20 м у відповідну логарифмічну величину.6.2:

$$10^{(L_1/10)} = 10^{(84/10)} = 10^{8.4}$$

$$10^{(L_2/10)} = 10^{(79/10)} = 10^{7.9}$$

$$10^{(L_3/10)} = 10^{(74/10)} = 10^{7.4}$$

Підставляємо всі значення у формулу 6.2.

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10}(10^{8.4} + 10^{7.9} + 10^{7.4}) = 85.51 \text{ дБ}$$

Конвертуємо кожен рівень шуму на відстані 30 м у відповідну логарифмічну величину.:

$$10^{(L_1/10)} = 10^{(78/10)} = 10^{7.8}$$

$$10^{(L_2/10)} = 10^{(73/10)} = 10^{7.3}$$

$$10^{(L_3/10)} = 10^{(68/10)} = 10^{6.8}$$

Підставляємо всі значення у формулу 6.2.

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10}(10^{7.8} + 10^{7.3} + 10^{6.8}) = 79.51 \text{ дБ}$$

Конвертуємо кожен рівень шуму на відстані 50 м у відповідну логарифмічну величину.:

$$10^{(L_1/10)} = 10^{(66/10)} = 10^{6.6}$$

$$10^{(L_2/10)} = 10^{(61/10)} = 10^{6.1}$$

$$10^{(L_3/10)} = 10^{(56/10)} = 10^{5.6}$$

Підставляємо всі значення у формулу.

$$L_{total} = 10 \cdot \log_{10}(10^{6.6} + 10^{6.1} + 10^{5.6}) = 67.51 \text{ дБ}$$

На основі розширеного розрахунку загального рівня шуму з урахуванням роботи екскаватора, бульдозера та бетономішалки на різних відстанях, ми отримали наступні результати:

- На відстані 20 метрів від джерел шуму загальний рівень шуму становить приблизно 79.51 дБ.
- На відстані 30 м. цей рівень знижується до 73.51 дБ.
- На відстані 50 м. загальний рівень шуму складає 61.51 дБ.

Дані демонструють, як зі збільшенням відстані від джерела шуму його загальний рівень знижується. Важливо враховувати ці розрахунки при плануванні будівельних робіт, особливо у місцях, де можливе вплив шуму на працівників та навколишнє середовище. Застосування шумозахисних заходів, таких як бар'єри, звукоізоляційні матеріали, та оптимізація робочого процесу, може допомогти у зниженні цього впливу.

6.3. Пожежна безпека

Пожежна безпека під час роботи з механізмами та обладнанням, особливо коли використовуються паливо, мастильні матеріали та інші легкозаймісті речовини, є ключовим аспектом забезпечення безпеки на робочому місці. Причини виникнення пожежі може бути різною і на кожному майданчику по-

винні бути перелік основних аспектів та рекомендації забезпечення пожежної безпеки [31].

Основні принципи пожежної безпеки.

1. Запобігання виникненню пожежі: Відповідне та безпечне зберігання палива та мастил у спеціально призначених, добре вентильованих місцях, далеко від потенційних джерел загоряння.

Вибір паливно-мастильних матеріалів, які відповідають високим стандартам пожежної безпеки і мають знижену тенденцію до самозаймання.

2. Моніторинг Стану Техніки : Періодичний огляд та технічне обслуговування механізмів для виявлення та усунення витоків палива та масел, які можуть стати причиною пожеж.

Перевірка електричних систем та систем запалювання на предмет дефектів та несправностей.

Регулярне проведення тренінгів та інструктажів для працівників, спрямованих на підвищення обізнаності з питань пожежної безпеки. Навчання персоналу правильному використанню вогнегасників та іншого обладнання для гасіння пожеж.

Заходи в разі виникнення пожежі.

Розміщення достатньої кількості вогнегасників на робочому майданчику, доступних для використання. Найголовніше підбір вогнегасників, які підходять для гасіння різних типів пожеж, наприклад, для електрообладнання чи паливно-мастильних матеріалів [32].

Встановлення та утримання в робочому стані систем пожежної сигналізації.

Спеціальні Рекомендації.

Впровадження достатньої відстані між місцями роботи та зонами зберігання палива та мастил.

Уникати накопичення легкозаймистих матеріалів біля джерел тепла або відкритого вогню.

Використання матеріалів, які важко піддаються горінню або вогнетривких покриттів для мастил та інших матеріалів, щоб знизити ризик їх загорання.

При дотриманні цих рекомендацій знизиться ризики виникнення пожежі, підготувати персонал до адекватних дій у випадку її появи та забезпечує безпеку як працівників, так і обладнання.

6.4. Висновок

У даному розділі ми детально розглядали важливі аспекти охорони праці, що є істотними для забезпечення безпеки та ефективності роботи, особливо в контексті будівництва транспортних розв'язок.

Розглянули основні принципи безпеки праці, створення безпекових умов на робочому місці та дотримання встановлених правил та стандартів охорони праці.

Було розглянуто, як такі фактори, як мікроклімат, шум та хімічні речовини, можуть впливати на технічний персонал.

Описано стратегії та дії для мінімізації ризиків від небезпечних факторів, що включають удосконалення процесів та структур управління.

Розглянуто кроки та заходи, спрямовані на попередження виникнення пожеж та дії при їх виникненні.

Цей аналіз підкреслює важливість всебічного підходу до охорони праці, що включає як адміністративні, так і технічні стратегії, з метою забезпечення оптимальних умов для здоров'я та безпеки працівників на будівництві.

7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1. Вплив транспортної розв'язки "Лист конюшини" на навколишнє середовище

Захист довкілля стає все більш актуальним та важливим аспектом у розвитку сучасного суспільства, особливо з огляду на його зростаючу проблематику з року в рік. Сектор транспорту та дорожнього будівництва значно впливає на стан навколишнього середовища, будучи джерелом більшої частини шкідливих викидів – зокрема, 89% із 35 мільйонів тонн викидів припадає на автомобільний транспорт та дорожньо-будівельні підприємства.

В Україні, умови економічного та соціального розвитку передбачають необхідність швидкого розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури. Цей процес охоплює автодорожню індустрію, автомобільні дороги, транспортні споруди та транспортні засоби, кожен з яких окремо і в сукупності впливає на довкілля не лише на регіональному, але й на глобальному рівні.

Будівництво транспортної розв'язки потребує вирубки лісових ділянок, що прямо веде до втрати місць проживання для багатьох видів тварин та рослин. Наприклад, лісові зони, які є домівкою для видів, таких як лісові олені, зайці, а також різних видів птахів, можуть бути повністю або частково знищені [34].

Транспортні розв'язки можуть розривати природні міграційні шляхи, важливі для багатьох тварин. Наприклад, якщо розв'язка перетинає шляхи міграції амфібій або інших мігруючих видів, це може серйозно порушити їхні звичні шляхи переміщення і вплинути на їх здатність до розмноження.

Вирубка лісів та зміни в ландшафті можуть призвести до зміни місцевих екосистем. Наприклад, вирубка дерев знижує кількість кисню, що виробляється, та збільшує кількість вуглекислого газу в атмосфері. Це може вплинути на кліматичні умови регіону та сприяти глобальному потеплінню.

Втрата природних місць проживання та зміни в екосистемі можуть призвести до зменшення біорізноманітності. Рідкісні та ендемічні види, які зале-

жать від конкретних типів середовища, можуть опинитися під загрозою зникнення. Наприклад, певні види рослин або комах, які існують лише в цьому конкретному лісі, можуть зникнути.

Вирубка лісів призводить до зменшення тіні та збільшення відкритих, незахищених поверхонь. Це може спричинити підвищення температури в даному районі. Наприклад, видалення великої кількості дерев з певної області може призвести до так званого "ефекту острова тепла", коли урбанізовані або розроблені зони стають значно теплішими порівняно з навколишніми природними територіями.

Ліси відіграють ключову роль у підтримці вологості повітря через процеси транспірації та випаровування. Коли дерева видаляються, цей природний механізм порушується, що призводить до зниження вологості. Це може особливо негативно вплинути на райони, які вже страждають від сухості або є чутливими до змін клімату.

Також це вплине на кількість та інтенсивність опадів в регіоні. Вирубка лісів може змінити ці показники, призводячи до зменшення частоти та кількості дощів. Це може вплинути не лише на місцеву флору та фауну, але й на сільське господарство та доступ до питної води.

Ліси діють як природні вітрозахисні бар'єри. Їх вирубка може призвести до зміни вітрових шаблонів, підвищуючи швидкість вітру і потенційно призводячи до ерозії ґрунтів та інших негативних наслідків, особливо в аграрних регіонах.

Будівництво таких великих інфраструктурних об'єктів часто потребує відведення або перенаправлення природних водних шляхів, як-от річок і струмків. Це може призвести до зниження рівня ґрунтових вод у прилеглих районах. Наприклад, у регіоні, де раніше були болота або водно-болотні угіддя, водний баланс може бути серйозно порушений, що призведе до зниження рівня ґрунтових вод [35].

Процес будівництва та експлуатація транспортної інфраструктури може призвести до забруднення ґрунтових вод. Наприклад, хімікати, використо-

вувані під час будівництва, або витікаючі масла та пальне від автомобілів, можуть просочуватися в ґрунт і забруднювати ґрунтові води, що є важливим джерелом питної води для людей та тварин.

Бетонування та асфальтування великих площ землі змінюють природний гідрологічний режим, обмежуючи проникнення води в ґрунт. Це може призвести до зменшення запасів ґрунтових вод, особливо в районах, де водозабір вже перевантажений. Зокрема, в містах, де багато асфальтових покриттів та мало зелених насаджень, це може призвести до виснаження місцевих ґрунтових вод.

Великі дорожні проекти можуть змінювати природні русла річок, що впливає на рух ґрунтових вод. Зміна русел може спричинити підняття або зниження рівня ґрунтових вод в різних місцях, порушуючи природний баланс та впливаючи на водозабезпечення та екосистеми.

Будівництво може призвести до забруднення ґрунтових вод через витік мастил, пального та інших хімічних речовин.

Під час будівництва можуть використовуватися різноманітні хімічні речовини, як-от бітум, смоли, розчинники та інші будівельні матеріали. Ці речовини можуть просочуватися в ґрунт і потрапляти до ґрунтових вод, забруднюючи їх. Наприклад, у випадку неправильного зберігання або витоку хімікатів, вони можуть потрапити у навколишній ґрунт та воду.

Автомобільний транспорт є великим джерелом забруднення ґрунтових вод через викиди та витік мастил, пального та інших рідин. Важкі метали та інші токсичні речовини з вихлопних газів автомобілів можуть осідати на поверхні ґрунту і поступово проникати до ґрунтових вод, особливо у місцях інтенсивного дорожнього руху.

Будівництво нових транспортних мереж часто вимагає влаштування нових систем стоку. Якщо ці системи не ефективно відфільтровують або очищують стічні води, вони можуть стати джерелом забруднення для ґрунтових вод. Наприклад, стічні води, які містять важкі метали або хімічні речовини, можуть просочуватися у ґрунт і потрапляти до водоносних горизонтів.

Шум є однією з форм хвильового забруднення довкілля, виникаючи через коливання тиску повітря. Це сукупність звуків різної частоти, сили та тривалості, які перевищують комфортні звукові межі. Шум буває сталим, змінним, періодичним, преривчастим та імпульсним. Він негативно впливає на здоров'я людини, знижуючи працездатність та викликаючи різноманітні захворювання, включаючи втрату слуху, проблеми з ендокринною, нервовою та серцево-судинною системами, наприклад, гіпертонію. Оскільки організм людини практично не здатен адаптуватися до шуму, контроль та обмеження шумового забруднення є критично важливими.

Шум вимірюється у децибелах (дБ), які визначають відношення рівня звукового тиску до його мінімального порогу, що сприймається людським вухом.

Підвищення рівня шуму може негативно вплинути на здоров'я та самопочуття людей, які проживають у районі.

Постійний шум від транспорту, особливо в нічний час, може серйозно порушити нормальний режим сну місцевих мешканців. Наприклад, люди, що живуть неподалік від шумних автомагістралей або залізниць, часто скаржаться на проблеми зі сном, що впливає на їхнє загальне здоров'я та самопочуття.

Постійний шум може бути причиною хронічного стресу та анксіозності у місцевих мешканців. Це може призвести до погіршення психічного здоров'я, включаючи симптоми, як-от роздратування, втрату концентрації, та навіть депресію.

Шум може негативно впливати на здатність людей концентруватися, особливо у дітей, що вчать. Наприклад, діти, які проживають у шумних районах або навчаються у школах, розташованих поруч з шумними дорогами, можуть мати проблеми з навчанням та увагою.

Шумове забруднення може знизити вартість нерухомості у районі. Доми та квартири, розташовані близько до шумних автодоріг або залізничних ліній, часто коштують менше, оскільки їх привабливість для потенційних покупців або орендарів значно знижується.

Довготривале вплив шуму може підвищити ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Дослідження показують, що люди, які живуть у шумних районах, мають більш високий ризик високого кров'яного тиску, інфарктів та інших проблем із серцем.

Шум, створюваний транспортом, може змусити диких тварин змінити свої природні звички. Наприклад, птахи можуть змінити час свого співу, або навіть втратити здатність до спілкування через шум, що перешкоджає їх звичайному спілкуванню. Це може негативно вплинути на їхнє розмноження та пошук їжі .

Звуки від автомагістралей та інших транспортних шляхів може втручатися в міграційні шляхи диких тварин. Наприклад, копитні тварини, які мігрують через певні території, можуть уникати шумних областей, що може змусити їх шукати альтернативні, часто більш небезпечні маршрути.

Шумове забруднення може викликати стрес у диких тварин, що впливає на їхнє здоров'я та репродуктивну здатність. Хронічний стрес може знизити імунну відповідь тварин та збільшити їх вразливість до хвороб, що може призвести до зниження популяції.

Шум може впливати на харчувальні звички диких тварин. Наприклад, деякі види хижаків, які покладаються на слух для полювання, можуть зіткнутися з труднощами в пошуку їжі в шумних середовищах.

Амфібії, які розмножуються в водоймах, можуть бути чутливі до шуму від транспорту. Це може вплинути на їхню здатність до спілкування, залучення партнерів для розмноження та захисту своїх територій.

7.2. Заходи щодо зниження шумового забруднення при експлуатації транспортної розв'язки "Лист конюшини"

Для зниження рівня шумового забруднення на навколишнє середовище при експлуатації транспортної розв'язки "Лист конюшини" можна використовувати різноманітні заходи спираючись на норми ДБН В.1.1-31:2013 [36].

1. Встановлення шумозахисних бар'єрів:

Шумозахисні бар'єри, такі як стіни чи огорожі, можуть ефективно блокувати шум від транспортних магістралей. Наприклад, встановлення звукоізоляційних стін уздовж шосе може значно знизити рівень шуму, що досягає житлових районів.

2. Використання шумопоглинальних матеріалів у дорожньому покритті:

Розробка та використання шумопоглинальних матеріалів для дорожнього покриття може зменшити шум від руху транспорту. Ці матеріали, такі як пористий асфальт, зменшують шум від коліс та покращують якість доріг.

3. Обмеження швидкості в міських районах:

Встановлення обмежень швидкості, особливо у густонаселених міських районах, може ефективно знижувати шум від транспорту. Нижча швидкість зменшує шум від двигунів та коліс, тим самим знижуючи загальний рівень шуму.

4. Зелені насадження як природний бар'єр:

Висадження дерев та кущів уздовж доріг може діяти як природний бар'єр для шуму. Зелені насадження не тільки поглинають шум, але й покращують якість повітря та загальний вигляд міського ландшафту.

5. Технологічні інновації у конструкції транспортних засобів:

Розвиток та впровадження менш шумних технологій у конструкції автомобілів, таких як електромобілі або гібридні транспортні засоби, може значно знизити рівень шуму від транспорту.

6. Планування міського простору:

Ефективне планування міського простору, яке враховує потенційні джерела шуму та розміщення житлових районів, може допомогти у зниженні впливу шуму на мешканців. Це включає стратегічне розміщення зон відпочинку, шкіл та лікарень подалі від шумних доріг [36].

Ці методи можуть бути використані окремо або у комбінації для ефективного зменшення шумового забруднення від транспорту, покращуючи якість життя мешканців та забезпечуючи більш здорове довкілля.

7.3. Висновк

Будівництво транспортної розв'язки "Лист конюшини" має різноманітний вплив на навколишнє середовище та суспільство. Вирубка лісу в рамках проекту несе з собою значне зменшення біорізноманітності, зміни в мікрокліматі, а також впливає на підземні води, що може призвести до змін у рівні ґрунтових вод і забруднення водних ресурсів. Шумове забруднення від транспорту також має серйозні наслідки, включаючи зниження якості життя місцевих мешканців, вплив на здоров'я людей, а також негативний вплив на дику природу, зокрема на зміни природних звичок та міграційних процесів тварин.

Зважаючи на ці впливи, необхідно вживати заходів для мінімізації негативного впливу на довкілля. Це включає в себе екологічно відповідальне планування, використання шумопоглинальних матеріалів, встановлення шумозахисних бар'єрів, а також розробку та впровадження технологічних інновацій у конструкції транспортних засобів. Крім того, важливо враховувати аспекти біорізноманітності та забезпечити захист природних середовищ проживання, зокрема через збереження лісів та інших природних екосистем.

Розвиток транспортної інфраструктури має бути збалансованим, враховуючи екологічні, соціальні та економічні потреби, а також необхідність забезпечення стійкого розвитку та охорони довкілля.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі аргументовано доцільність будівництва нової північної об'їзної дороги м. Київ, з метою розгрузити столичні дороги від вантажного транспорту, що дозволить водіям зменшити час поїздки. Також проєкт передбачає, що нова об'їзна буде сполучати між собою такі траси як: М-01 Київ – Чернігів, М-03 Київ – Харків, М-05 Київ – Одеса, М-06 Київ – Чоп, М-07 Київ – Ковель, Н-01 Київ – Знам'янка та Н-08 Бориспіль – Маріуполь.

На перетині нової об'їзної з трасою М06 заплановано дворівневу транспортну розв'язку за типом “Лист конюшини” з метою забезпечення безпечного з'їзду з однієї ділянки дороги на іншу та зміни напрямку руху. Розраховані основні елементи розв'язки, запроєктовані: план розв'язки, поздовжній профіль траси М06 ПК 29 - ПК 30, поздовжній профіль об'їзної дороги ПК 17+600 - ПК 18+600 та поздовжні профілі лівоповоротних та правоповоротних з'їздів, поперечні профілі. Так, довжина правоповоротного з'їзду, відповідно до розрахунку становить – 767 м, а лівоповоротного – 724 м. Прийняті проєктні рішення відповідають всім вимогам діючих нормативних документів.

Була намічена конструкція нежорсткого дорожнього одягу з подальшим розрахунком для кожного його шару за величиною допустимого прогину покриття. Результати розрахунків підтвердили, що обрана конструкція відповідає вимогам міцності за величиною допустимого пружного прогину під дією розрахункового навантаження. Також проведений розрахунок конструкції дорожнього одягу за виконанням умов зсувостійкості у незв'язних шарах та розраховано конструкцію на опір монолітних шарів руйнуванню від розтягу при згині. Так, коефіцієнти запасу міцності на 20% в середньому перевищують допустимі показники, що підкреслює відповідність наміченої конструкції дорожнього одягу всім критеріям міцності.

Розробленні схеми технології укладання покриття з усіма етапами, які розподілені по захваткам. Так, довжина захватки становить 500 м, витрати маш-год 41.8, люд-год 113.25.

Науково-дослідна частина кваліфікаційної роботи присвячена питанню безпеки та факторам, що на неї впливають. Проведено аналіз досвіду вітчизняних та закордонних наукових праць, який підкреслює важливість питання безпеки та систематизує надбання фахівців галузі в зазначеному питанні. Були розглянуті показники, що впливають на безпеку такі як: стан дороги (рівність покриття, коефіцієнт щеплення, ширина проїзної частини, розмітка), облаштування дороги (освітлення, дорожні знаки, огороження, перехрестя), водій (психологічний стан, втомленість, наркотичне та алкогольне сп'яніння), пішохід (дотримання правил, психічний стан, уважність, самопочуття).

За даними, зібраними під час проходження переддипломної практики, було проведено певні дослідження. Оцінено якість світлоповертальних властивостей дорожньої розмітки на дослідній ділянці, величина яких вдвічі менша за максимально допустимі, встановлені нормативними документами.

Оскільки одним з найважливіших факторів, що впливають на безпеку руху, є рівність покриття, то цьому показнику приділено особливу увагу. За результатами діагностики покриттів у Львівській, Івано-Франківській, Хмельницькій та Київській областях сформовано базу даних зі 195 дослідних елементів, для якої виконано кореляційний аналіз з метою встановлення найвпливовіших факторів на зміну рівня IRI в процесі експлуатації. Також запропоновано математичну модель, що дозволить прогнозувати в часі очікувану зміну IRI та якісніше планувати ремонтні роботи в умовах, ідентичних дослідним.

Також в кваліфікаційній роботі розглянуті питання охорони праці та охорони навколишнього середовища. В даних розділах досліджено шкідливі фактори та надано рекомендації щодо їх зниження.

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути корисними при проектуванні та будівництві транспортної розв'язки на перетині траси М06 та нової об'їзної, а також при розробці заходів з підвищення ефективності управління експлуатаційним станом автомобільних доріг.

ЛІТЕРАТУРА

1. У Зеленського презентували проєкт спорудження нової обхідної дороги навколо Києва | Економічна правда (epravda.com.ua).
2. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина II. Будівництво: ДБН В.2.3 – 4: 2015. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 104 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія", с.127.
4. Інститут територіального планування "Бучонський район Київської області Детальний план території" щодо будівництва великої кільцевої с.53 Адреса: 01054, м. Київ, вул. Ярославів Вал, буд. 13/2,
5. ДБН В.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів. К. : Мінрегіон розвитку, будівництва та ЖКГ України, 2018. 61 с.
6. ДСТУ 2587:2010 «Розмітка дорожня». Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування. Проектування.
7. Міністерство освіти науки України Національний університет водного господарства та природокористування О. Б. Потійчук, Л. М. Піліпака "Транспортні розв'язки" Навчальний посібник Рівне 2020 рік.
8. Проектування автомобільних доріг : методичні рекомендації до виконання курсового проєкту / уклад.: О. С. Чернишова, О. В. Степанчук, О. М. Дубик. - НАУ, 2023. - 40 с.
9. Дубик О. М. Аналіз методів розрахунку на міцність дорожніх одягів нежорсткого типу при застосуванні технології холодного ресайклінгу // Проблеми розвитку міського середовища. К.: НАУ, 2014, №11. - С. 465-474.
- 10.8. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий.
11. Опір матеріалів. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів ІЄС та ТЕФ усіх форм навчання НТУУ «КПІ» ВПІ ВПА «Політехніка», 2005 р. – 42 ст.

12. Білятинський О.А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: підручник / О.А. Білятинський, П.П. Старовойда. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
13. Технологія ремонтно-відновлювальних робіт на дорогах / Практикум // Київ, 2018. – 30 ст.
14. ДСТУ Б В.2.7-135:2014 Бітуми дорожні, модифіковані полімерами. Технічні умови.
15. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.
16. ДСТУ 3587:2022 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану.
17. Правила дорожнього руху України: [електронний ресурс] <https://vodiy.ua/pdr/18/>.
18. Дорожня безпека: Посібник для водіїв.
19. Технічне обслуговування та налаштування автомобіля: Практичний посібник для водіїв.
20. Г. Г. Птиця Л. С. Абрамова «Прогнозування ризиків ДТП на автомобільних дорогах» // Вінниця, 2021. Вип. 3. С.84-92.
21. Гуйван Є. Ф., Кузло М. Т., Потійчук О. Б. «Оцінка стану та пропозиції із забезпечення безпеки дорожнього руху на окремих ділянках автомобільної дороги М-06 Київ-Чоп» // Автомобільні дороги та дорожнє будівництво: наук. журнал. 2022: [електронний ресурс] <http://addb.ntu.edu.ua> .
22. Коваленко Л.О., канд. техн. наук «Аналіз умов та безпеки руху на автомобільних дорогах з урахуванням інформаційних показників дорожнього середовища» // Львів, 2015. Вип. 8. С.294-301.
23. Державне підприємство «Дорожній науково-технічний центр» (ДП «Дорцентр») : [електронний ресурс] <http://roadcontrol.com.ua/>
24. ДСТУ-Н Б В.2.3-37:2016 Настанова з влаштування горизонтальної дорожньої розмітки.
25. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху РОЗМІТКА ДОРОЖНЯ.

26. ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу.

27. Т. М. Поstrанський¹ М. М. Жук «Дослідження впливу нерівностей проїзної частини на показники функціонального стану водія» // Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2015. Вип. 4. С.109-112

28. ДНАОП 5.1.14 – 1.01 – 96 «Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства».

29. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.

30. ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва.

31. Планування та забудова територій : ДБН Б.2.2-12:2019 [Чинні від 2019-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2019. – 185 с.

32. НАПБ В.01.048-95/510 Правила пожежної безпеки для підприємств і організацій дорожнього господарства, затверджені наказом Міністерства транспорту України.

33. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека.

34. ДСТУ 3404-96 Лісівництво. Терміни та визначення.

35. ДСТУ 3041-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання і охорона води. Терміни та визначення.

37. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Експериментальні дані

Таблиця А.1

База даних визначених коефіцієнтів світлоповертання

№	Місце положення, км +	Визначений коефіцієнт світлоповертання, R1	Рекомендований коефіцієнт світлоповертання, R1
1	29+050	85	200 (R4)
2	29+100	96	200 (R4)
3	29+150	202	200 (R4)
4	29+200	206	200 (R4)
5	29+250	208	200 (R4)
6	29+300	230	200 (R4)
7	29+350	212	200 (R4)
8	29+400	201	200 (R4)
9	29+450	207	200 (R4)
10	29+500	72	200 (R4)
11	29+550	127	200 (R4)
12	29+600	94	200 (R4)
13	29+650	88	200 (R4)
14	29+700	57	200 (R4)
15	29+750	91	200 (R4)
16	29+800	82	200 (R4)
17	29+850	70	200 (R4)
18	29+900	75	200 (R4)
19	29+950	66	200 (R4)
21	30+000	59	200 (R4)

База даних по показникам рівності

рік капрем	рік замірів	років після капрем	Фактичне значення IRI, м/км	інтенсив факт, авт./добу	коеф нерівномірності	Категорія дороги	криві в плані	Нормативне значення IRI, м/км
		t	IRIф	N	q	k	R	IRIn
2019	2021	2	1,3	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,31	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,49	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	2,38	6485	1,04	2	630	1,8
2019	2021	2	2,26	6485	1,04	2	630	1,8
2019	2021	2	1,64	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,53	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,59	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,42	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	2,22	6485	1,04	2	840	1,8
2019	2021	2	2,07	6485	1,04	2	840	1,8
2019	2021	2	1,08	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,11	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,73	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,87	6485	1,04	2	3000	1,8
2019	2021	2	1,7	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,61	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,19	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,79	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,65	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,85	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,78	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	1,91	6485	1,04	2	2650	1,8
2019	2021	2	1,97	6485	1,04	2	2650	1,8
2019	2021	2	1,65	6485	1,04	2	2650	1,8
2019	2021	2	1,78	6485	1,04	2	2650	1,8
2019	2021	2	2,05	6485	1,04	2	2650	1,8
2019	2021	2	1,82	6485	1,04	2	0	1,8
2019	2021	2	2	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,1	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,34	7400	1,06	2	1800	1,8
2019	2021	2	2,48	7400	1,06	2	1800	1,8
2019	2021	2	2,7	7400	1,06	2	1800	1,8
2019	2021	2	2,46	7400	1,06	2	1800	1,8
2019	2021	2	2,17	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,18	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,4	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,83	7400	1,06	2	560	1,8
2019	2021	2	2,47	7400	1,06	2	560	1,8

2019	2021	2	2,7	7400	1,06	2	560	1,8
2019	2021	2	2,36	7400	1,06	2	560	1,8
2019	2021	2	1,77	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,98	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,11	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,91	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,7	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,83	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,04	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,77	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,92	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,68	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,77	7400	1,06	2	610	1,8
2019	2021	2	2,51	7400	1,06	2	610	1,8
2019	2021	2	2,21	7400	1,06	2	610	1,8
2019	2021	2	2,25	7400	1,06	2	610	1,8
2019	2021	2	1,91	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,41	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,44	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,82	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,58	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,35	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,84	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,55	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,4	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,71	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,7	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	2,38	7400	1,06	2	735	1,8
2019	2021	2	2,61	7400	1,06	2	735	1,8
2019	2021	2	2,34	7400	1,06	2	735	1,8
2019	2021	2	2,05	7400	1,06	2	735	1,8
2019	2021	2	1,81	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,57	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2021	2	1,61	7400	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,3	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,31	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,49	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	2,24	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	2,22	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,63	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,53	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,58	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,43	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	2,18	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,98	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,08	6235	1,04	2	0	1,8

2019	2020	1	1,11	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,75	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,89	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,7	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,62	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,19	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,79	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,65	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,84	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,79	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,9	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,98	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,65	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	1,78	6235	1,04	2	1560	1,8
2019	2020	1	2,04	6235	1,04	2	1560	1,8
2019	2020	1	1,82	6235	1,04	2	0	1,8
2019	2020	1	2	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,1	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,34	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,48	6980	1,06	2	1280	1,8
2019	2020	1	2,7	6980	1,06	2	1280	1,8
2019	2020	1	2,46	6980	1,06	2	1280	1,8
2019	2020	1	2,17	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,18	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,4	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,83	6980	1,06	2	2125	1,8
2019	2020	1	2,47	6980	1,06	2	2125	1,8
2019	2020	1	2,7	6980	1,06	2	2125	1,8
2019	2020	1	2,36	6980	1,06	2	2125	1,8
2019	2020	1	1,77	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,98	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,11	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,91	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,7	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,83	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,04	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,77	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,92	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,68	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,65	6980	1,06	2	1890	1,8
2019	2020	1	2,32	6980	1,06	2	1890	1,8
2019	2020	1	2,2	6980	1,06	2	1890	1,8
2019	2020	1	2,22	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,91	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,41	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,44	6980	1,06	2	0	1,8

2019	2020	1	1,82	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,58	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,35	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,84	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,55	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,4	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,71	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,7	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	2,29	6980	1,06	2	1736	1,8
2019	2020	1	2,43	6980	1,06	2	1736	1,8
2019	2020	1	2,32	6980	1,06	2	1736	1,8
2019	2020	1	2,03	6980	1,06	2	1736	1,8
2019	2020	1	1,8	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,57	6980	1,06	2	0	1,8
2019	2020	1	1,61	6980	1,06	2	0	1,8
2016	2019	3	1,89	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,07	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,22	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,34	2450	1,1	3	1024	2
2016	2019	3	2,54	2450	1,1	3	1024	2
2016	2019	3	2,03	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	1,98	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,1	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,08	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,24	2450	1,1	3	0	2
2016	2019	3	2,3	2450	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,26	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	1,99	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,8	2695	1,1	3	952	2
2016	2021	5	2,7	2695	1,1	3	952	2
2016	2021	5	2,02	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,06	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,05	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	1,98	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	1,97	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,48	2695	1,1	3	671	2
2016	2021	5	2,54	2695	1,1	3	671	2
2016	2021	5	1,99	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,02	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,58	2695	1,1	3	656	2
2016	2021	5	2,24	2695	1,1	3	656	2
2016	2021	5	2,8	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	1,88	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,56	2695	1,1	3	656	2
2016	2021	5	2,34	2695	1,1	3	656	2
2016	2021	5	2,34	2695	1,1	3	702	2

2016	2021	5	2,48	2695	1,1	3	702	2
2016	2021	5	2,7	2695	1,1	3	0	2
2016	2021	5	2,46	2695	1,1	3	0	2
2017	2021	4	1,09	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,31	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,24	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,69	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,82	14700	1,15	1	3010	1,7
2017	2021	4	1,81	14700	1,15	1	3010	1,7
2017	2021	4	1,03	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,21	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,34	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,32	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,49	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,56	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,71	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,64	14700	1,15	1	0	1,7
2017	2021	4	1,58	14700	1,15	1	0	1,7

ДОДАТОК Б

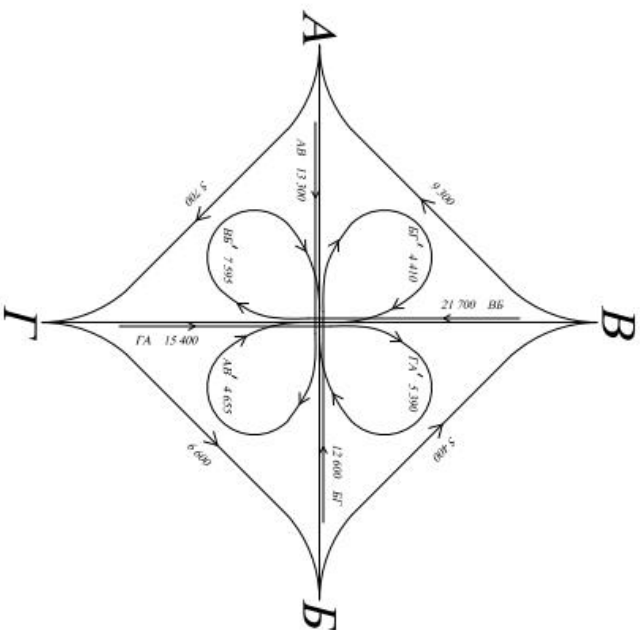
ПЕРЕЛІК КРЕСЛЕНЬ

- Лист 1 – Загальні характеристики ділянки;
- Лист 2 – Розрахунок основних елементів;
- Лист 3 – План трансп розв’язки;
- Лист 4 – Повздовжні профілі М-06та об’їзної;
- Лист 5 – Повздовжні профілі лівоповоротніх з’їздів;
- Лист 6 – Повздовжні профілі правоповоротніх з’їздів;
- Лист 7 – Поперечній профіль;
- Лист 8 – Технологія укладання;
- Лист 9 – НДРС (Показники безпеки);
- Лист 10 – НДРС (Світлоповертальних властивостей);
- Лист 11 – Рівність плкриття.

ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДІЛЯНКИ СУПУТНИКОВИЙ ЗНІМОК МІСЦЕВОСТІ ПЛАН НОВОЇ ОБ'ЇЗНОЇ



СХЕМА РОЗ'ЯЗКИ З ІНТЕНСИВНОСТЯМИ ПО НАПРЯМКАХ



Інтенсивність за напрямками		
№	Напрямок потоку	Одиниця виміру
1	A—B	авт/добу
2	B—A	авт/добу
3	B—T	авт/добу
4	T—B	авт/добу
5	A—T	авт/добу
6	T—B	авт/добу
7	B—B	авт/добу
8	B—A	авт/добу
9	A—B	авт/добу
10	T—A	авт/добу
11	B—T	авт/добу
12	B—B	авт/добу

Примітку:
 AB - траса М06 Київ - Чоп
 BT - нова об'їзна дорога

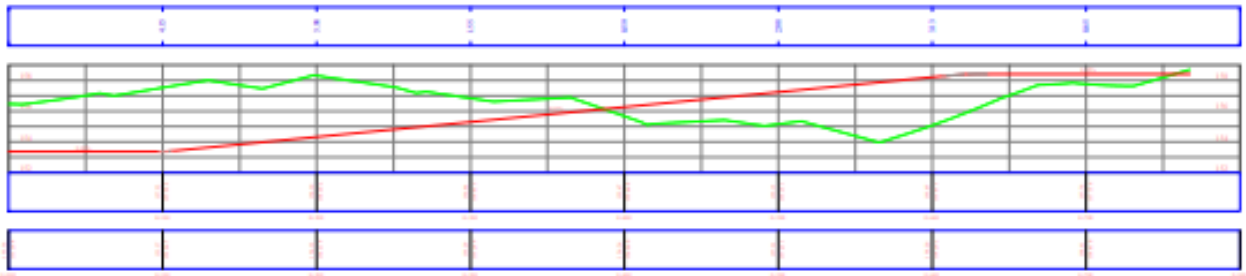
Формат А4		Масштаб 1:10,000	
№	Назва	№	Назва
1	Титульний аркуш	1	Титульний аркуш
2	Лист загальної ситуації	2	Лист загальної ситуації
3	Лист роз'яснення розв'язки	3	Лист роз'яснення розв'язки
4	Лист роз'яснення розв'язки	4	Лист роз'яснення розв'язки
5	Лист роз'яснення розв'язки	5	Лист роз'яснення розв'язки
6	Лист роз'яснення розв'язки	6	Лист роз'яснення розв'язки
7	Лист роз'яснення розв'язки	7	Лист роз'яснення розв'язки
8	Лист роз'яснення розв'язки	8	Лист роз'яснення розв'язки
9	Лист роз'яснення розв'язки	9	Лист роз'яснення розв'язки
10	Лист роз'яснення розв'язки	10	Лист роз'яснення розв'язки
11	Лист роз'яснення розв'язки	11	Лист роз'яснення розв'язки
12	Лист роз'яснення розв'язки	12	Лист роз'яснення розв'язки

ПЛАН ТРАНСПОРТНОЇ РОЗВ'ЯЗКИ ТИПУ "ЛИСТ КОНЮШИННИ"

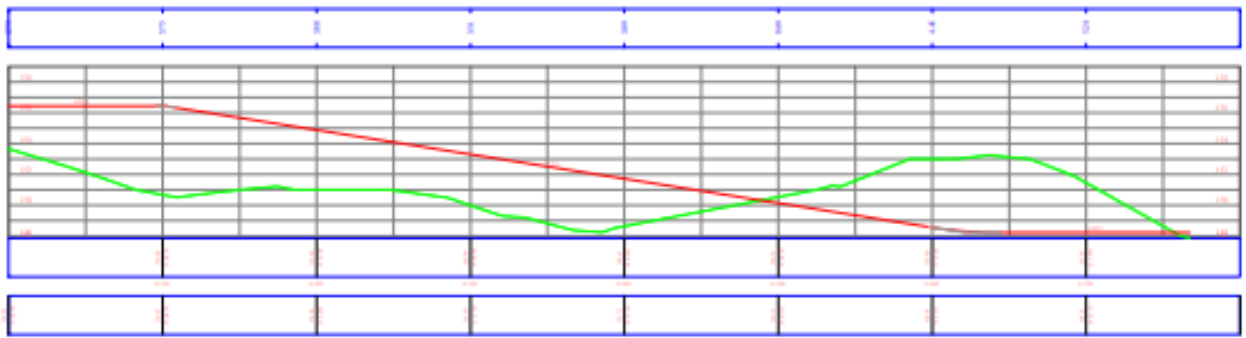


№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

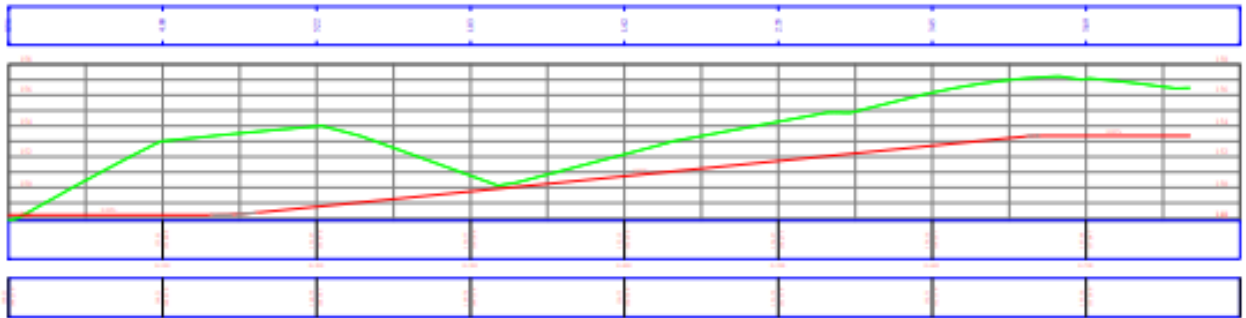
ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ПРАВОПОВОРОТНОГО ЗЇЗДУ ТРАСИ АГ



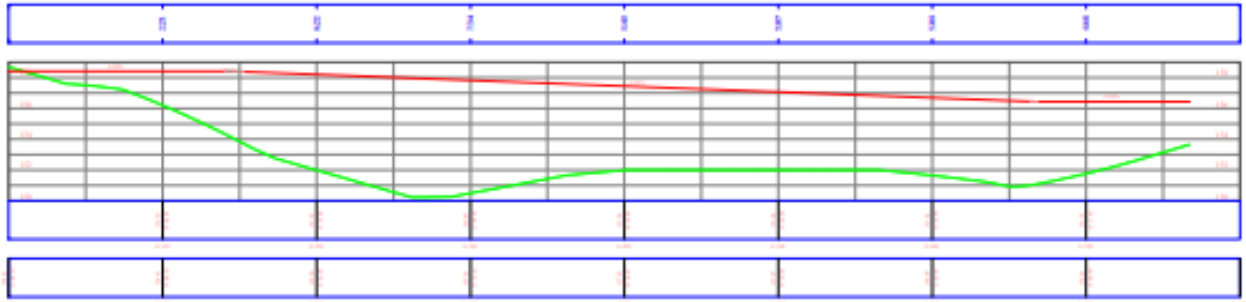
ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ПРАВОПОВОРОТНОГО ЗЇЗДУ ТРАСИ БВ



ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ПРАВОПОВОРОТНОГО ЗЇЗДУ ТРАСИ ВА



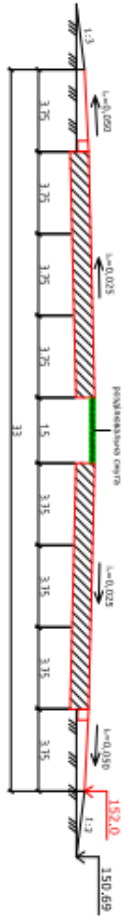
ПОЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ПРАВОПОВОРОТНОГО ЗЇЗДУ ТРАСИ ГБ



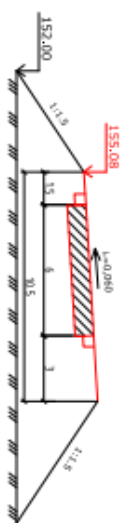
ІНСТРУМЕНТИ		ІНСТРУМЕНТИ	
№	Назва	№	Назва
1	Лінійка	1	Лінійка
2	Циркуль	2	Циркуль
3	Компас	3	Компас
4	Горизонтальний нівелір	4	Горизонтальний нівелір
5	Лінійка	5	Лінійка
6	Циркуль	6	Циркуль
7	Компас	7	Компас
8	Горизонтальний нівелір	8	Горизонтальний нівелір
9	Лінійка	9	Лінійка
10	Циркуль	10	Циркуль
11	Компас	11	Компас
12	Горизонтальний нівелір	12	Горизонтальний нівелір

ПОПЕРЕЧНІ ПРОФІЛІ

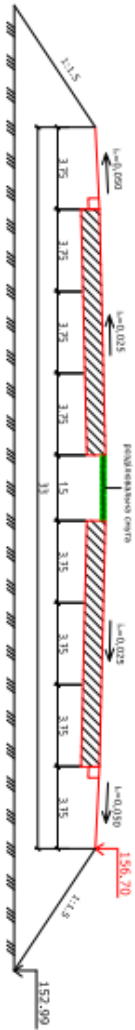
Поперечний профіль М06 ПК 29+100



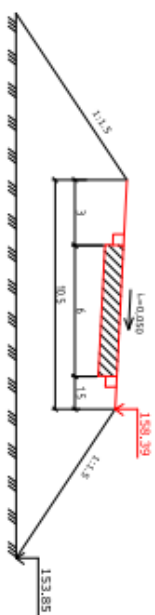
Поперечний профіль лівоповоротного АВ з'їзду ПК 0+300



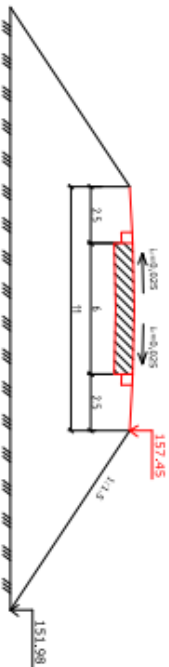
Поперечний профіль Об'їзної ПК 18+400



Поперечний профіль правоповоротного з'їзду на кривій ділянці ГБ ПК 0+150



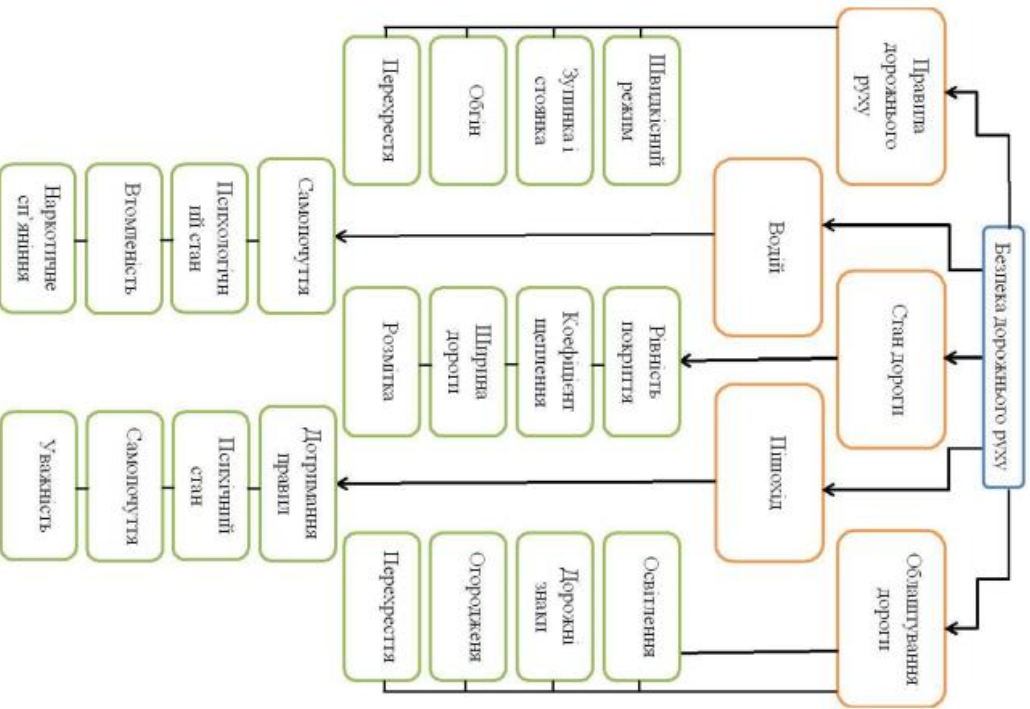
Поперечний профіль правоповоротного з'їзду на прямій ділянці ГБ ПК 0+400



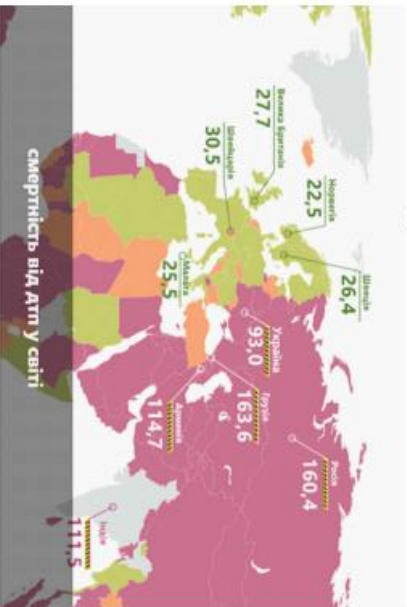
Категорія ЛПТ		НМУ 27.05.24.000.4#	
№	№	№	№
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ

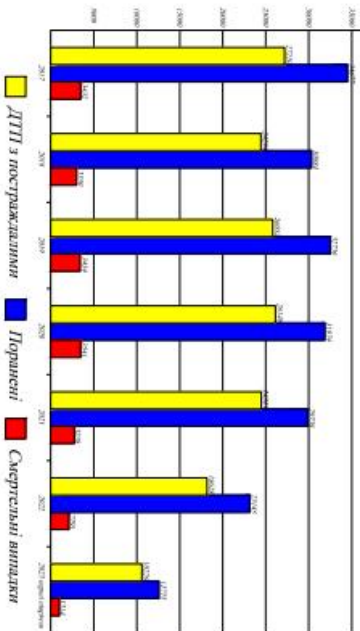
Фактори, що впливають на безпеку руху



Смертельні випадки



Статистика ДТП



Розподіл ДТП :



- номіналоні дт людини (60...70%)
- нещадковий стан дорі і нещадковий умов характеру руху (20...30%)
- технічні нещадковості автомобілів (10...15%)

Метадані ДТТ		НАДІЙШО ВІД НАС	
№	№	№	№
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100

РІВНІСТЬ ПОКРИТТЯ

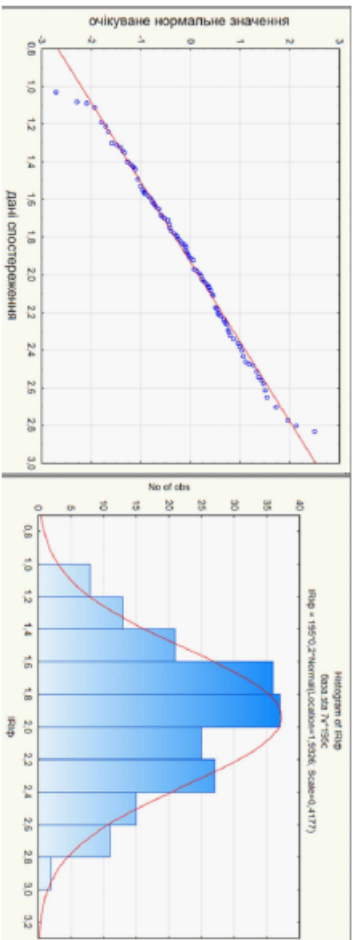
Норми нерівності поверхні покриття

Метод покриття	Сумарна нерівність поверхні покриття, см/км, в залежності від категорії дорogi				
	I	II	III	IV	V
Асфальтобетон та цементобетон	40	45	50	60	-
Покриття з бруківки	-	-	70	80	90
Щербіль, гравій	-	-	-	100	120
Бруківка	-	-	-	-	120
Примітка:	Сумарна нерівність покриття в подовженому напрямку значення не повинна перевищувати по кожному напрямку в обох напрямках на 1 км дорogi.				

Фрагмент бази даних

	1	2	3	4	5	6	7
	IRI _Ф	N	q	k	R	IRI _Ф	IRI _Ф
1	1,3	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
2	1,31	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
3	1,49	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
4	2,38	6435	1,04	2	630	1,8	1,8
5	2,26	6435	1,04	2	630	1,8	1,8
6	1,44	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
7	1,33	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
8	1,59	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
9	1,42	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
10	2,22	6435	1,04	2	840	1,8	1,8
11	2,07	6435	1,04	2	840	1,8	1,8
12	1,06	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
13	1,11	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
14	1,73	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
15	1,97	6435	1,04	2	3000	1,8	1,8
16	1,7	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
17	1,61	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
18	1,79	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
19	1,85	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
20	1,45	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
21	1,78	6435	1,04	2	0	1,8	1,8
22	1,91	6435	1,04	2	2650	1,8	1,8
23	1,97	6435	1,04	2	2650	1,8	1,8
24	1,45	6435	1,04	2	2650	1,8	1,8
25	1,78	6435	1,04	2	2650	1,8	1,8
26	1,78	6435	1,04	2	2650	1,8	1,8
27	2,95	6435	1,14	2	2650	1,8	1,8
28	2,95	6435	1,14	2	2650	1,8	1,8
29	1,49	14700	1,15	1	0	1,7	1,7
30	1,56	14700	1,15	1	0	1,7	1,7
31	1,71	14700	1,15	1	0	1,7	1,7
32	1,64	14700	1,15	1	0	1,7	1,7
33	1,58	14700	1,15	1	0	1,7	1,7

Нормальне розподілення



Коефіцієнти до моделі

Regression Summary for Dependent Variable: IRI_Ф (База даних)
F(3,191)=42,578 p<0,0000

	b ^a	Std. Err. of b ^a	b	Std. Err. of b	t(191)	p-value
Intercept	0,446904	0,056146	0,00026	0,000031	7,95971	0,000000
R	0,536359	0,067364	2,66996	0,335332	7,96215	0,000000
IRI _Ф	-0,121956	0,067246	-0,03826	0,021094	-1,81359	0,071311
t						

Візна лабораторія



Матриця кореляції

Correlations (Spreadsheet1)
Marked correlations are significant at p < .05000
N=195 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Mean	Std. Dev.	t	IRI _Ф	N	q	k	R	IRI _Ф
t	2,190	1,332	1,000000	0,159053	-0,114454	0,771287	0,364308	-0,035291	0,553342
IRI _Ф	1,933	0,418	0,159062	1,000000	-0,410020	0,027765	0,462552	0,414313	0,438134
N	6731,769	2836,015	-0,114454	-0,410020	1,000000	0,327876	-0,956622	0,047493	-0,865160
q	1,068	0,031	0,771287	0,027765	0,327876	1,000000	-0,049026	-0,036115	0,186395
k	2,097	0,493	0,364308	0,462552	-0,956622	-0,049026	1,000000	-0,059987	0,969902
R	397,056	751,946	-0,035291	0,414313	0,047493	-0,036115	-0,059987	1,000000	-0,068787
IRI _Ф	1,827	0,084	0,553342	0,438134	-0,865160	0,186395	0,969902	-0,068787	1,000000

Формула моделі

$$IRI_{\Phi} = b_0 + b_1 \cdot R + b_2 \cdot IRI_0 + b_3 \cdot t$$

№догоди ЛП		№№ 23, 35, 51, 002 по	
№	№	№	№
001	002	003	004
005	006	007	008
009	010	011	012
013	014	015	016
017	018	019	020
021	022	023	024
025	026	027	028
029	030	031	032
033	034	035	036
037	038	039	040
041	042	043	044
045	046	047	048
049	050	051	052
053	054	055	056
057	058	059	060
061	062	063	064
065	066	067	068
069	070	071	072
073	074	075	076
077	078	079	080
081	082	083	084
085	086	087	088
089	090	091	092
093	094	095	096
097	098	099	100
101	102	103	104
105	106	107	108
109	110	111	112
113	114	115	116
117	118	119	120
121	122	123	124
125	126	127	128
129	130	131	132
133	134	135	136
137	138	139	140
141	142	143	144
145	146	147	148
149	150	151	152
153	154	155	156
157	158	159	160
161	162	163	164
165	166	167	168
169	170	171	172
173	174	175	176
177	178	179	180
181	182	183	184
185	186	187	188
189	190	191	192
193	194	195	196
197	198	199	200