

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему

ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА
АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ІІІ КАТЕГОРІЇ
В ЯВОРІВСЬКОМУ РАЙОНІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розробив: **Погребняк Іван Миколайович**
студент гр. 301-пБА,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
№ з.к. 18058

Керівник: **Гасенко Ліна Володимирівна**
к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент:

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему
ПРОЕКТ БУДІВНИЦТВА
АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ ІІІ КАТЕГОРІЇ
В ЯВОРІВСЬКОМУ РАЙОНІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розробив: **Погребняк Іван Миколайович**
студент гр. 301-пБА,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
№ з.к. 18058

Консультанти:

проектно-будівельна частина

к.т.н., доц. Гасенко Л.В.

к.т.н., доц. Ільченко В.В.

спеціальна частина

ст.викладач Сергеев О.С.

Допустити до захисту
зав. кафедри

к.т.н., доц. Литвиненко Т.П.

ЗМІСТ

Вступ		
1. Проектно-будівельна частина		
1.1. Загальні положення		8
1.2. Характеристика району будівництва		8
1.3. Методика проектування автомобільних доріг		
1.3.1. Основні положення		13
1.3.2. Розроблення допроектної документації		15
1.3.3. Розроблення проектної документації		16
1.3.4. Розроблення робочих креслень		17
1.3.5. Склад проектної документації		17
1.3.6. Оформлення проектної документації		25
1.4. Будівельні рішення		
1.4.1. Вибір варіанту прокладання траси		32
1.4.2. Поздовжній профіль		35
1.4.3. Земляне полотно		36
1.4.4. Дорожній одяг		39
2. Спеціальна частина		
2.1. Загальні положення		42
2.2. Розрахунок максимальної витрати води		
2.2.1. Максимальна витрата води від зливового стоку		43
2.2.2. Максимальна витрата води від сніготанення		46
2.3. Підбір отвору водоперепускної труби		48
Загальні висновки		49
Список використаної літератури		51

				301-пБА 18058 ПЗ			
Розробив.	Погребняк І.М.			Проект будівництва автомобільної дороги ІІІ категорії у Львівській області	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Гасенко Л.В.				КРБ	6	
Н. контр.	Льченко В.В.				Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель		
Затвердив	Литвиненко Т.П.						

ВСТУП

Згідно завдання, виданого кафедрою автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель, необхідно запроєктувати автомобільну дорогу загального користування III категорії з штучними спорудами в Яворівському районі Львівської області.

Вихідні дані:

- категорія дороги – III;
- район проходження – Львівська область;
- топографічна карта в масштабі – М1:10 000;
- початок траси – точка №3 південному напрямку;
- кінець траси – точка №3 північному напрямку.

РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

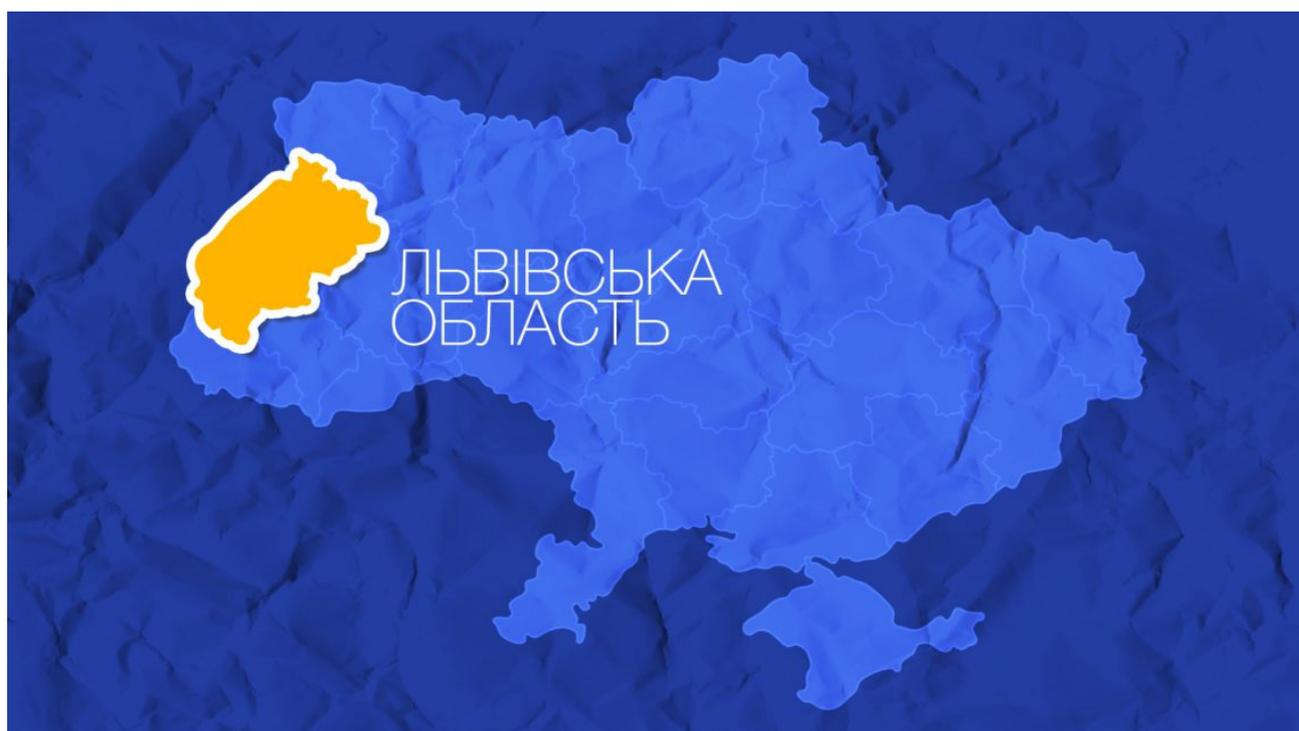
1.1. Загальні положення

У даному розділі кваліфікаційної бакалаврської роботи я роблю технічні рішення на проектування автомобільної дороги III категорії у Львівській області.

В основу розроблення проекту автомобільної дороги вкладено результати інженерно-геологічних, топогеодезичних та техніко-економічних вишукувань.

1.2. Характеристика району будівництва

1.2.1. Опис району будівництва



Площа — 21,8 тис. км²

Населення— 2,5 млн осіб.

Центр — м. Львів (Станом на 1 січня 2021 року ,населення становить 721,5 тис. осіб)

Загальні відомості. [38]

Львівська область у складі України утворена в XII ст. 1939 р. В результаті воз'єднання західноукраїнських земель в єдиній Україні. Є однією з трьох областей історично-культурного регіону Галичина, частиною Карпатського євро- регіону. Одна з найрозвиненіших областей країни в економічному, туристич- ному, культурному та науковому напрямках. В області 20 районів, 487 сілрад, 39 міст, 36 селищ міського типу. Міста Борислав, Дрогобич, Львів, Моршин, Новий Розділ, Самбір, Стрий, Трускавець та Червоноград мають обласне підпо-рядкування.

Межує з Волинською, Рівненською, Тернопільською, Івано-Франківською та Закарпатською областями, має вихід до державного кордону з Республікою Польща. Адміністративно поділяється на 20 районів.

Населення. [38]

Основне населення українці (87,9 %). Живуть також росіяни, поляки, єв- реї, білоруси та інші. Пересічна густина населення — понад 118,9 чол. на 1 км². Найгустіше заселена центральна частина області. Міське населення становить 53,8 %. Найбільші міста: Львів, Дрогобич, Стрий, Червоноград, Борислав, Самбір.

Рельєф. [38]

Природні умови Львівської області відзначаються різноманітністю, зумовленою положенням в межах двох геоструктур цих регіонів — Руської платформи і Карпатської складчастої області в смузі Головного європейського поділу. Більша частина області має рівнинний рельєф на півночі в межах області знаходиться Волинська височина, відокремлена Буго–Стирською рівниною (Малим поліссям) від Подольської височини. Львівська область представлена Розточчям, львівським Опіллям, а також Гологороми з найвищою вершиною рівнинної частини Львівської області – г. Камулою, 471 м, та Вороняками. На півдні Подільська височина поступово переходить у Передкарпатську височину. За характером

рельєфу – це рівнина, яка складається з терасованих височин (Дністро–Санської, Дрогобицької, Присвіцької) і широких улоговин (Верхньодністровської та Стрийської). На півдні області – гірські хребти Карпат Українських (Бескиди, Стрийсько–Санська верховина та вододільний хребет з найвищою вершиною Львівська область – г. Пікуй, 1406 м).

Корисні копалини [38]

На території Львівської області наявні 24 види корисних копалин.^[5] Область багата на корисні копалини: природний газ, нафту (Бориславське, Східницьке, Стрільбицьке нафтові родовища), поклади вугілля, сірку, торф, озокерит (Бориславське озокеритове родовище), кухонну та калійну сіль, сировину для виробництва цементу, вапняки (для цукрової промисловості, та вапняки для випалювання на вапно), сланці (сланець мінілітовий), мергель, великі запаси будівельних та вогнетривких глин (цегельно-черепична сировина), піску (для пісочниць локомотивних та піску для скляної промисловості), гіпсу та ангідриту, крейди будівельної, пісковиків, піщано-гравійних сумішей, керамзитова сировина; відкрито 4 родовища лікувальних мінеральних вод типу «Нафтуса». Особливим багатством Галицької землі є великі запаси лікувальних мінеральних вод, на базі яких діють курорти.

Клімат. [38]

Клімат помірно континентальний. Літо тепле, вологе, зима з частими відлигами. Пересічна температура липня +18,3 С° на рівнинній частині (Львів) і +12,8 С° у передгірній і гірській, січня – відповідно –4 і –6 С°. Річна кількість опадів на рівнині до 700 мм, у горах – до 1000 мм. Вегетаційний період відповідно бл. 210 і до 190 днів. Область має густу річкову сітку, що належить до басейнів Чорного та Балтійського морів. Часті літньо–осінні

паводки.

Кліматичні характеристики Львівської області

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T, год.хв	8,32	10,04	11,48	13,42	15,22	16,20	15,58	14,34	12,32	10,52	9,02	8,08
t, град	-5,0	-4,2	0,3	6,7	12,7	15,2	17,4	16,5	13,0	7,7	2,4	-2,6
h, см	20	17										8
V, м/с	4,8	5,0	4,8	4,0	3,5	3,3	3,0	3,0	3,1	3,8	4,6	4,7
C, мм	52	56	52	56	70	96	106	88	58	54	54	56
N5, дні	1,5	2,3	2,0	3,5	4,2	4,7	4,8	4,8	3,2	2,6	3,4	2,4
hc, см	8	8	3									3

Повторюваність вітру різних напрямків, (%)

Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
Січень								
4	6	9	16	12	18	23	12	16
Липень								
7	7	5	7	9	14	31	20	24

Гідрографія [38]

Територією Львівської області тече 8950 річок, з них 216 завдовжки понад 10 км кожна. Загальна протяжність річок — 16343 км. Найбільша кількість річок належить до басейнів р. Дністра та р. Західного Бугу, відповідно 5838 та 3213 річки.

Річки належать до басейнів двох морів: Балтійського (річки західної частини області) та Чорного (річки східної частини). Це зумовлене тим, що через Львівську область проходить Головний європейський вододіл. Основні річки басейну Балтійського моря (в межах області) — Сян і Західний Буг; основні річки басейну Чорного моря — Стир (притока Прип'яті) і Дністер.

Річки південної частини області протікають серед гір та північно-східних відногів Українських Карпат, тому є типово гірськими річками. Річки центральної та північної частини області належать до рівнинних річок.

Природні ресурси [38]

В області 400 територій і об'єктів природно-заповідного фонду, зокрема Державний природний заповідник «Розточчя», 33 заказники, ботанічний сад Львівського університету, 240 пам'яток природи, 55 парків — пам'яток садово-паркового мистецтва, 61 заповідне урочище

Транспорт [38]

Загальна довжина залізниць — 1309 км, автошляхів — 8,0 тис. км, у тому числі з твердим покриттям — 7,4 тис. км. Найбільші залізничні вузли — Львів, Красне, Самбір, Стрий. У Львові є Міжнародний аеропорт «Львів» імені Данила Галицького. Область має одну з найбільш розвинутих в державі транспортних мереж. Через її територію проходять важливі залізничні, автомобільні, трубопровідні та електричні магістралі, що з'єднують Україну з країнами Центральної Європи. Найважливіші залізничні магістралі:

Київ—Львів—Прага (Будапешт),

Варшава—Перемишль—Львів—Бухарест.

Найважливіші залізничні вузли — Львів, Самбір та Стрий.

Головні автомагістралі:

E372 M09 Рава-Руська - Львів-Тернопіль(Вінниця-Знам'янка),

N09 Львів — Івано-Франківськ — Мукачево (Чернівці),

E40-50-471M06 (Київ—Чоп).

1.3. Методика проектування автомобільних доріг

1.3.1. Основні положення

Проектування автомобільних доріг, і будь-яких других інженерних споруд, регламентується відповідними нормативними документами: загальними – для інженерного будівництва, спеціальними – для конкретного виду будівництва.

Основним документом у розробці проектуванні автомобільних доріг, що регулює правові та фінансові відносини, взаємні зобов'язання і відповідальність сторін, є договір (контракт), який укладається між замовником і виконавцем для розроблення проектної документації вишукувальних, проектних, будівельних та інших організацій. Замовник може делегувати на договірній основі відповідні права юридичним або фізичним особам, поклавши на них відповідальність за розробку та реалізацію проекту. Невід'ємною частиною договору (контракту) на розроблення проектної документації є завдання на проектування.

Порядок розроблення, погодження, затвердження і склад проектної документації на будівництво автомобільних доріг викладені в нормативах ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» [3] та ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації» [4].

Проекти на будівництво автомобільних доріг, незалежно від джерел фінансування, форм власності та приналежності, підлягають державній експертизі згідно вимог ДСТУ 8907:2019 «Настанова з організації проведення експертизи проектної документації на будівництво» [16].

Основними принципами сучасного проектування автомобільних доріг є:

- виконання вишукувальних і проектних робіт з використанням сучасних геодезичних приладів та систем автоматизованого проектування;
- застосування математичних методів оптимізації та моделювання процесів при проектуванні;
- використання багатоваріантного проектування.

Проектування автомобільних доріг виконують у декілька стадій:

- розроблення допроектної документації;
- розроблення проектної документації (інженерного проекту);
- розроблення робочої документації.

Основною метою та завданнями розроблення *допроектної документації на проектування автомобільної дороги* є вибір на основі аналізу багатьох варіантів найбільш раціональний варіант траси дороги (або мережі доріг) з урахуванням природно-кліматичних та інженерно-геологічних факторів, економічних розрахунків і технологічних можливостей.

Розроблення допроектної документації на будівництво автомобільних доріг здійснюють в три етапи:

- визначення мети інвестування;
- розроблення клопотання про наміри;
- розробка обґрунтування інвестицій в будівництво об'єкта.

Основною метою та завданнями розроблення *проектної документації на проектування автомобільної дороги* є:

- обґрунтування раціональних технічних рішень для намічених в обґрунтуванні інвестицій ділянок дороги (доріг), що підлягають будівництву, реконструкції або капітального ремонту;
- визначення технічних рішень і обсягів дорожньо-будівельних робіт;
- підготовка тендерної документації для проведення конкурсу підяду;
- розроблення матеріалів і підготовка документів для відведення земель та компенсації за знесення існуючих будівель, споруд і насаджень.

Основною метою та завданнями розроблення *робочої документації на проектування автомобільної дороги* є:

- обґрунтування найкращих технічних рішень для найбільш складних ділянок траси;
- розроблення додаткової документації на індивідуальні інженерні рішення;
- підготовка тендерної документації на проведення конкурсу підяду.

Таким чином, основним проектним документом на будівництво об'єктів транспортної мережі є техніко-економічне обґрунтування (проект) будівництва (подвійне позначення стадії, єдиної за складом і змістом, прийнято з метою наступності нормативної бази), на підставі чого розробляється проектна документація.

Для технічно складних об'єктів та в разі складних природних умов проектування за рішенням замовника (або висновку державної експертизи) одночасно з розробкою документації та здійсненням будівництва можуть виконуватися додаткові опрацювання проектних рішень з окремих питань.

1.3.2. Розроблення допроектної документації автомобільної дороги

Допроєктне проектування виконують при складанні схем розвитку автомобільних доріг, при розробленні обґрунтування інвестицій (в тому числі і для конкретного дорожнього об'єкта).

На цьому етапі використовують наявні фондові матеріали інженерних вишукувань, а за необхідності роблять рекогносцирувальна обстеження. При будівництві на слабких ґрунтах питання про їх збереження в районі будівництва вирішують на основі інженерно-геологічних вишукувань, які виконуються в скороченому обсязі та з мінімумом досліджень ґрунтів.

Вихідними даними для розроблення обґрунтування інвестицій, що передаються Замовнику, можуть бути оформлені обґрунтування інвестицій рішення місцевих органів державної адміністрації про попереднє погодження земельних ділянок для будівництва дороги та акти вибору земельних ділянок до них.

1.3.3. Розроблення проектної документації автомобільної дороги

Розроблення проектної документації (інженерного проекту) на будівництво об'єктів дорожньої мережі здійснюють на основі затвердженого обґрунтування інвестицій. Проектною документацією деталізують прийняті в обґрунтуванні рішення і уточнюють основні техніко-економічні показники.

Проектну документацію розробляють переважно на конкурсній основі, в тому числі через торги підряду (тендер).

Інженерний проект складається з трьох частин:

- матеріали обґрунтування, які призначені для Замовника й експертизи інженерного проекту;
- матеріали контракту, що мають бути включені до тендерної документації для конкурсу підряду і виконання інженерного проекту;
- матеріали для оформлення відведення земель.

Матеріали обґрунтування складаються з таких розділів:

- пояснювальна записка;
- матеріалах і документи обґрунтування;
- розрахунок вартості робіт.

Матеріали контракту складаються з таких розділів:

- технічні специфікації (прив'язка до державних норм і стандартів тощо);
- основні креслення;
- відомості запроектованих споруд та видів робіт;
- відомості обсягів робіт і матеріалів.

Для розробки інженерного проекту автомобільної дороги виконують наступні види вишукувань: інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні, інженерно-гідрологічні, інженерно-екологічні та інших дорожньо-будівельних матеріалів.

1.3.4. Розроблення робочих креслень автомобільної дороги

Розроблення робочих креслень за погодженням із Замовником здійснюють при остаточному виборі технічних рішень для складних ділянок траси, в тому числі для розробки індивідуальних інженерних рішень з підготовкою тендерної документації на проведення конкурсу по залученню підрядних організацій. При проектуванні особливо складних і унікальних інженерних споруд Замовник спільно з науково-дослідними та спеціалізованими організаціями має розробляти спеціальні технічні умови, що відображають специфіку їх проектування, будівництва і експлуатації. На цій стадії проектування можуть бути призначені додаткові інженерно-геологічні вишукування, проведення лабораторних випробувань ґрунтів для індивідуального проектування конструкції насипу. Особливості проектування в складних інженерно-геологічних умовах викладені у відповідних розділах нормативної документації.

1.3.5. Склад проектної документації автомобільної дороги

Склад проектної документації на будівництво автомобільних доріг включає такі розділи і зміст:

Розділ 1. Загальна пояснювальна записка.

1. Загальні відомості.
2. Характеристика території, відомості про паспорт дороги, відомості про діагностику транспортно-експлуатаційного стану, відомості про рівень зручності та безпеки руху, швидкісний режим, пропускну здатність на окремих ділянках, відомості про ДТП.
3. Природно-кліматичні чинники, що впливають на вибір проектних рішень.
4. Перспективна інтенсивність і склад руху відповідно до затвердженого обґрунтуванням інвестицій, зведена відомість вантажообігу, інтенсивності руху за звітний рік і на перспективу, в разі розробки проекту більше ніж через п'ять років після затвердження обґрунтування інвестицій або в разі істотних змін в

інтенсивності руху - порівняння даних затверджених в обґрунтуванні інвестицій з даними економічних досліджень.

5. Обґрунтування проектних рішень:

5.1. Категорія дороги, основні технічні нормативи, пропозиції щодо стадійності розвитку по обґрунтуванню інвестицій.

5.2. Схема варіантів траси в М 1:100 000-1:50 000:

- прийняті відповідно до затвердженого обґрунтуванням інвестицій;
- додатково розроблені варіанти траси, що враховують зміну умов після затвердження обґрунтування інвестицій або деталізують його;

- поздовжній профіль, керівна робоча відмітка, варіанти проектної лінії на окремих ділянках у вигляді креслень;

- геодезична основа у напрямку прийнятого варіанта, інженерно-геологічні та гідрологічні умови прокладання траси, облік природоохоронних та інших місцевих особливостей.

5.3. Підготовка території будівництва. Необхідність розбирання існуючих штучних споруд, знесення або перенесення будівель, споруд і насаджень. Заходи щодо перебудови або захисту комунікацій.

5.4. Земляне полотно. Просторове положення траси і його оцінка з урахуванням особливостей рельєфу місцевості на прилеглий смузі, ландшафту, забезпечення видимості і зорової ясності і плавності дороги. Типи земляного полотна. Ґрунти земляного полотна. Зміцнення земляного полотна (укосів, кюветів тощо).

5.5. Дорожній одяг. Варіанти конструкції дорожнього одягу. Зміцнення узбіч. Обґрунтування вибору конструкцій для різних умов з урахуванням наявності місцевих дорожньо-будівельних матеріалів. Креслення варіантів конструкцій дорожнього одягу з таблицею порівняння варіантів.

5.6. Водовідведення з проїзної частини, полотна дороги та прилеглої території. Зведена відомість штучних споруд.

5.7. Штучні споруди. Зведена відомість штучних споруд.

5.7.1. Інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови.

5.7.2. Технічні умови проектування. Габарити та розрахункові навантаження на споруди. Габарити мостів і шляхопроводів.

5.7.3. Варіантні опрацювання та обґрунтуванням конструктивних рішень. Техніко-економічне порівняння варіантів (з використанням аналогів або укрупнених розцінок).

5.7.4. Посилання на типові і повторно застосовуються проекти. Заходи щодо захисту конструкції від агресивних вод, забезпечення довговічності споруди.

5.7.5. Забезпечення оглядовими пристроями. Освітлення.

5.7.6. Водовідвідні споруди, сходи, укріплення. Вибір і обґрунтування типу бар'єрного огородження.

5.8. Прийняті методи будівництва (реконструкції). Складні допоміжні споруди і пристрої.

5.9. Спеціальні інженерні споруди, обґрунтування їх необхідності.

5.10. Перетину і примикання. Схема розміщення перетинів і примикань.

5.11. Обстановка, облаштування, безпека руху.

5.12. Природоохоронні заходи. Проектні рішення, спрямовані на скорочення площі займаних земель, на охорону рибних запасів, на запобігання негативному впливу дороги на рослинний і тваринний світ. Водоочисні споруди. Рекультивация земель.

5.13. Нові технології, конструкції, матеріали.

5.14. Організація будівництва. Організація руху на час проведення робіт. Рішення з охорони праці та безпеки.

5.15. Вартість будівництва об'єкта в цілому і по пускових комплексах.

5.16. Організація робіт по утриманню та експлуатації автомобільної дороги.

5.17. Економічна і соціальна ефективність інвестицій.

5.18. Основні техніко-економічні показники.

Розділ 2. Документи погоджень.

1. Перелік технічних умов та документів погоджень.
2. Копії технічних умов та документів погоджень.

Розділ 3. Відведення земель.

1. Пояснювальна записка. Обґрунтування ширини смуги відведення, придорожньої смуги.

2. Акти вибору земельних ділянок з додатком проекту їх кордонів, каталогу координат поворотних точок смуг відведення і висот нівелірних пунктів, а також рішення про попереднє погодження місця розташування об'єкта. 3. Відомість площ земель, що підлягають відведенню в безстрокове і термінове користування з розподілом по землекористувачам і угіддям.

4. Відомість споруджуваних і перевлаштовуються об'єктів, що не відносяться до майна автодоріг загального користування підлягають передачі на баланс сторонніх балансоутримувачів.

5. Відомість майна споруджуваних і перевлаштовуються об'єктів, що відносяться до майна федеральних доріг.

6. Розрахунок збитків, отриманих за рахунок убутку земель з фонду, облік їх; підрахунок обсягів витрат по перенесенню споруд та інженерних комунікацій.

7. Звіт про оцінку ринкової вартості земельних ділянок і об'єктів нерухомого майна, що підлягає викупу для цілей будівництва автомобільної дороги.

8. Угоди з власниками земельних ділянок і нерухомого майна, що вилучаються для державних потреб з встановленням викупної ціни, строків та інших умов викупу.

Розділ 4. Поділ власності і вартості будівництва (реконструкції) по балансоутримувачах.

Розділ 5. Охорона навколишнього середовища.

1. Пояснювальна записка.
2. Обґрунтування природоохоронних заходів.
3. Відомість будівництва запроектованих споруд.
4. Рекультивація земель.
5. Обсяги робіт, розподіл по пускових комплексах.
6. Перелік креслень. Креслення природоохоронних споруд.
7. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту та запобігання надзвичайним ситуаціям.

Розділ 6. Будівельні рішення по автомобільній дорозі.

6.1. Підготовчі роботи:

- пояснювальна записка ;
- зведений план перебудови комунікацій;
- відомості перетинів і зближень з інженерними комунікаціями, знесення, перенесення будівель і споруд, перевлаштування комунікацій, рубки лісу, корчування і т.д .;
- обсяги робіт і розподіл по пускових комплексах;
- креслення .

6.2. План дороги, земляне полотно і дорожній одяг:

- пояснювальна записка;
- генеральний план дороги в М 1: 1000;
- водовідвідні споруди;
- поздовжній профіль;
- земляне полотно і водовідведення,

- поперечні профілі типових конструкцій земляного полотна з урахуванням місцевих умов, пікетні поперечні профілі, кілометрові відомості обсягів земляних і укріплювальних робіт з розподілом по пускових комплексах;

- дорожній одяг, відомість проектуваного дорожнього одягу, поперечні профілі конструкцій дорожнього одягу з укріпленнями узбіч і роздільної смуги, відомість водовідвідних споруд з поверхні дороги;

- малі штучні споруди, відомості та обсяги робіт з розподілом по пускових комплексах, конструкції штучних споруд, креслення.

6.3. Транспортні розв'язки:

- пояснювальна записка;

- схема інтенсивності і складу руху, типи перетинів, варіанти транспортних розв'язок;

- прийнятий варіант, черговість будівництва, відомість перетинів і примикань;

- відомості обсягів робіт з розподілом по об'єктах і пускових комплексах;

- перелік креслень, креслення плану з таблицею обсягів робіт, поперечні і поздовжні профілі, конструкції земляного полотна, дорожнього одягу.

6.4. Обстановка дороги, організація і безпека руху:

- пояснювальна записка;

- схема розміщення дорожніх знаків, огорожень і розмітки;

- відомості автобусних зупинок і майданчиків відпочинку;

- відомість пристрої технологічного зв'язку;

- відомість пристрої освітлення дороги;

- графіки оцінки дороги по швидкості руху, пропускної спроможності;

- відомості робіт по пускових комплексах;

- креслення.

6.5. Під'їзди:

- пояснювальна записка;

- плани, поперечні і поздовжні профілі траси під'їзду, конструкції земляного полотна та дорожнього одягу;

- відомість штучних споруд; відомості робіт по пускових комплексах; перелік креслень.

6.6. Будинки й споруди дорожньої служби:

- схема розміщення комплексів існуючої дорожньо-експлуатаційної служби (ДЕС), пропозиції з розвитку;

- генплани проєктованих комплексів ДЕС з планами зовнішніх мереж;

- схема розміщення пунктів вагового контролю, обліку руху, метеорологічних спостережень і інші креслення;

- відомості робіт;

- креслення.

Розділ 7. По штучним спорудам будівельні рішення :

- пояснювальна записка (за необхідності);

- відомості робіт;

- креслення і результати розрахунків, в т.ч. план мостового переходу в М 1:500;

- загальний вид моста, загальні та місцеві розмиви, регуляційні споруди, зміцнення;

- загальні види опор з розмірами, зазначенням навантажень на ґрунт або на палі підставу, несучої здатності ґрунтів, армування, дані про матеріали, тип опорних частин;

- загальний вигляд прогонових будов з розмірами, поперечним перерізом, з даними про матеріали, армування, в разі індивідуального проєкту - результати розрахунків;

- водовідведення з штучної споруди, водовідведення з укосів насипу.

Розділ 8. Організація будівництва:

- пускові комплекси, послідовність і терміни введення пускових комплексів;
- будівельний генеральний план дороги;
- календарні графіки будівництва автомобільної дороги, мостів і шляхопроводів;
- відомість потреби в основних ресурсах, будівельних конструкціях, виробках, матеріалах, устаткуванні;
- відомість джерела отримання основних будівельних матеріалів;
- технічні умови на тимчасове підключення до джерел водо- та енергопостачання, графік виконання робіт і черговість будівництва;
- генеральні плани майданчиків для будівельних матеріалів, місця утилізації відходів;
- інженерні комунікації, енергопостачання будівництва;
- креслення;
- схема організації руху на час будівництва;
- зведення обсягів робіт.

Розділ 9. Зведений кошторисний розрахунок:

- пояснювальна записка;
- договірна ціна;
- зведений кошторисний розрахунок;
- локальні та об'єктні кошторисні розрахунки.

Розділ 11. Організація робіт з утримання автомобільної дороги.

Розділ 12. Впровадження нових технологій, техніки, конструкцій і матеріалів.

Розділ 13. Тендерна документація:

- пояснювальна записка;
- документи конкурсних торгів;
- проектна документація, креслення;
- технічні специфікації;
- відомість обсягів робіт по об'єктах.

1.3.6. Оформлення проектної документації автомобільної дороги

Оформлення проектної документації на проектування регламентується ДБН А.2.2-3:2014 [3] та ДСТУ Б А.2.4-4:2009 [4], що включає:

- вимоги до складу документації;
- вимоги до комплектації документації;
- правила виконання документації;
- правила виконання специфікацій на креслення;
- правила внесення змін до робочої документації;
- правила прив'язки робочої документації;
- правила оформлення зброшурованої документації;
- додатки (обов'язкові): марки основних комплектів робочих креслень; відомості загальних даних по робочих кресленнях; перелік стандартів та допустимих скорочень слів; основні написи і графи.

До складу робочих креслень автомобільних доріг входять:

- загальні дані по робочих кресленнях;
- план автомобільних доріг;
- поздовжній профіль;
- поперечні профілі земляного полотна;
- поперечні профілі конструкції земляного полотна, поздовжні профілі водовідвідних і нагірних каналів.

На плані автомобільних шляхів, наносять та вказують (рис. 1):

- ситуацію місцевості, рельєф місцевості, «червоні» лінії;
- вершини кутів повороту автомобільних доріг або станції геодезичного ходу, пікети, знаки і лінії тангенсів, покажчики кілометрів;

- числові значення елементів кривих, кутів повороту, радіусів, тангенсів, сумарних довжин кругових і перехідних кривих;

- укоси насипів та виїмок;

- будівлі і споруди без координаційних осей, інженерні мережі;

- переїзди через залізничні колії, транспортні розв'язки; прив'язки до показників кілометрів або пікетів існуючих автодоріг, залізничних колій та інженерних мереж у місцях їх перетинів з проектованою автомобільною дорогою;

- показник напрямку на північ стрілкою з літерою «Пн» у вістрія.

На поздовжньому профілі автомобільних шляхів, наносять та вказують:

- лінію фактичної поверхні землі по осі автомобільної дороги, лінії ординат від точок її переломів і лінію проекрованої брівки земляного полотна;

- розвідувальні геологічні виробки, вологість і консистенцію шарів ґрунту, позначки рівня ґрунтових вод з датою виміру;

- найменування шарів ґрунту і номери їх груп відповідно до класифікації ґрунту за трудністю розробки.

Вище проектною лінією наносять і вказують:

- репери;

- надземні та наземні інженерні мережі;

- найменування проектованих штучних споруд;

- транспортні розв'язки;

- з'їзди;

- переїзди через залізничні колії;

- нагірні і водовідвідні канали, скиди води;

- вододільні дамби; робочі позначки насипу.

Нижче проектною лінією наносять і вказують:

- лінії ординат від точок переломів проектною лінією;

- робочі позначки виїмок;

- позначення штучних споруд та найменування існуючих штучних споруд;

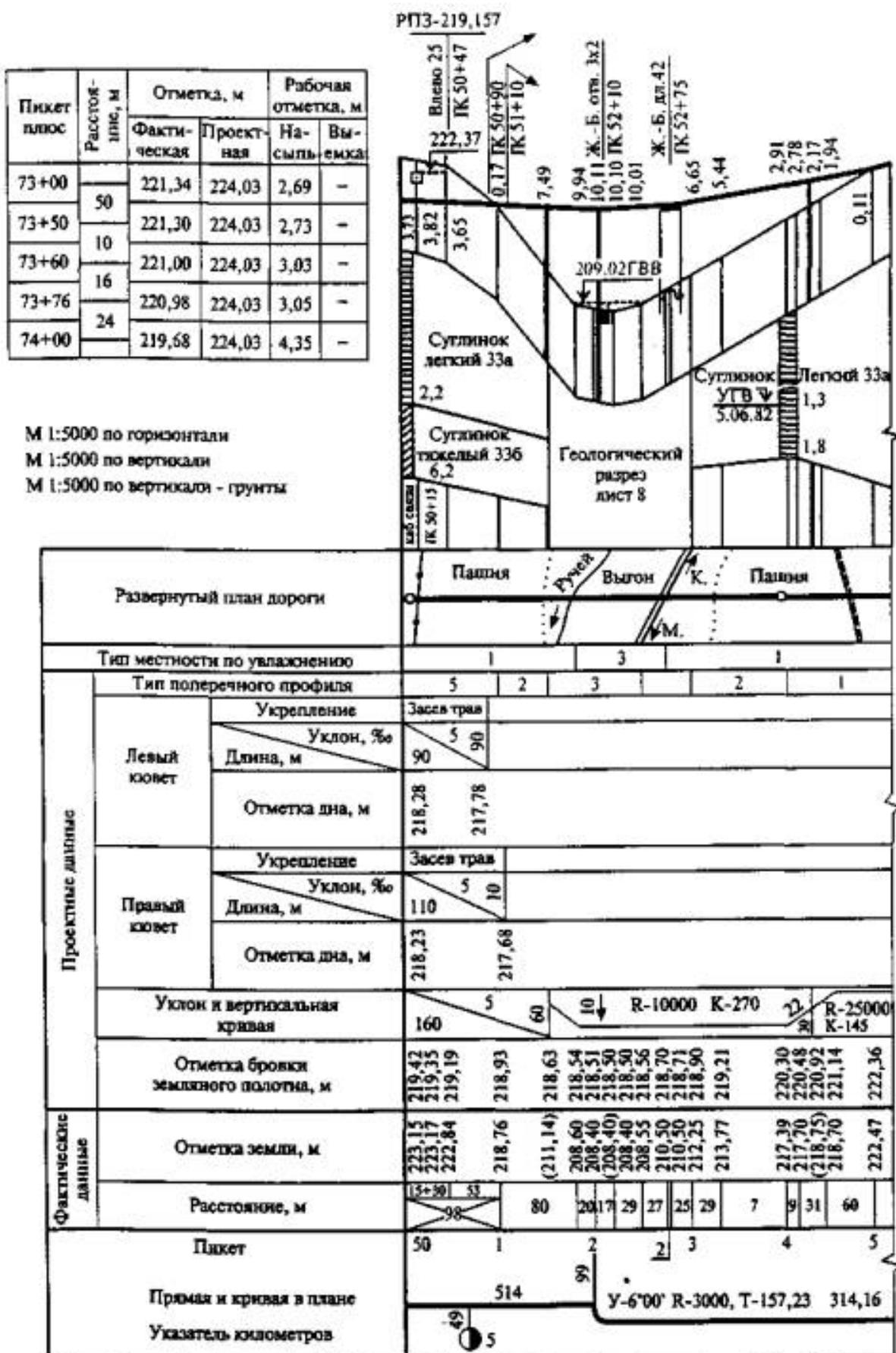


Рис. 2. Приклад позовжнього профілю проектування автомобільної дороги

На поперечному профілі земляного полотна автомобільних доріг (рис. 3) наносять і вказують:

- лінію фактичної поверхні землі, лінії ординат від точок перелому лінії фактичної поверхні землі (при реконструкції);
- вісь проектованої автомобільної дороги (при реконструкції);
- інженерні мережі та їх найменування;
- підшви шарів ґрунту, розвідувальні геологічні виробки, вологість і консистенцію шарів ґрунту, позначки рівня ґрунтових вод з датою виміру ;
- найменування шарів ґрунту і номери їх груп (наприклад, суглинок 33а, пісок 27б) відповідно до класифікації ґрунту за трудністю розробки;
- контур проектованого земляного полотна, лінії ординат від точки перелому вказаного контуру, крутизну укосів;
- контур зрізання родючого шару ґрунту, видалення торфу і заміни непридатного ґрунту;
- прив'язку поперечного профілю до пікетів.



Рис. 3. Приклад поперечного профіля земляного полотна автодороги

Над кожним поперечним профілем земляного полотна, зображеним на аркуші, зліва поміщають числові значення площ поперечних перерізів, наприклад насипів (Ан); виїмок (Ав); кюветів (Ак); банкетів (Аб) із зазначенням номера груп шарів ґрунту відповідно до класифікації ґрунту за трудністю розробки.

На типовому поперечному профілі конструкції земляного полотна (рис. 4) автомобільних шляхів, наносять та вказують:

- вісь проектованої автомобільної дороги;
- лінію фактичної поверхні землі ;
- контур проектованого земляного полотна із зазначенням крутості укосів;
- укріплення узбіч і укосів;
- ширину земляного полотна та його елементів;
- напрямок і значення ухилів верху земляного полотна;
- контур і розмір зрізання родючого шару, видалення торфу і заміни непридатного ґрунту;
- межі відведення землі;
- конструкцію дорожнього одягу, напрямок і значення ухилу по її поверхні, ширину проїжджої частини і крайових смуг.

Конструкцію дорожнього одягу на зображенні поперечного профілю конструкції земляного полотна вказують схематично.

На детальному зображенні конструкції дорожнього одягу наносять і вказують:

- матеріал і товщину шарів, що входять до її складу, а також дренажні пристрої;
- позначення дорожніх одягів, що розрізняються матеріалами шарів або іншими характеристиками;
- межі ділянок автомобільної дороги, на яких застосовується конструкція дорожнього одягу.

На поздовжньому профілі водовідвідних і нагінних каналів автомобільних шляхів, наносять та вказують:

- лінію фактичної поверхні землі по осі каналу, лінії ординат від точок перелому цієї лінії;
- проектну лінію дна каналу, лінії ординат від точок перелому цієї лінії; водопропускні споруди з відмітками входних лотків;
- дамби;
- інженерні мережі, місця випусків каналів, робочі позначки каналів.



Рис. 4. Приклад типового поперечного профілю конструкції земляного полотна

1.4. Будівельні рішення

1.4.1. Вибір варіанту прокладання траси

З метою оптимального сполучення заданих опорних пунктів, відстань між якими за повітряною лінією складає 3105 м, необхідно прокласти повздовжню вісь траси на місцевості таким чином, щоб виконувались наступні умови:

- вісь траси має проводити за найкоротшим напрямком між опорними пунктами (найближче до повітряної лінії) з урахуванням умов рельєфу та раціонального використання земель сільськогосподарського призначення;

- лінійні перепони (залізниці, трубопроводи, ріки) перетинаються під прямим кутом (з відхиленням до 30°), а контурні – у найвужчому місці.

- радіуси кривих для III -ї категорії слід вибирати $R \geq 2000$ м (при радіусах $R < 2000$ м необхідно влаштовувати перехідні криві, а при радіусах $R < 1000$ м – віражі та перехідні криві з розширенням проїзної частини).

Після врахування наведених основних принципів проектування намічаємо два варіанти прокладання траси та розраховуємо відомості обчислення кутів поворотів, прямих, і кривих ділянок траси.

Перший варіант має два кути повороту, ліворуч на пікеті 12+20 та ліворуч на пікеті 27+43 з метою обходу болота та складного рельєфу. Його довжина складає 3515 метрів.

Другий варіант має два кути повороту, праворуч на пікеті 15+47 та праворуч на пікеті 28+38 з метою обходу болота. Довжина траси складає 3599 метрів.

Виділяють три групи показників, які враховують при порівнянні конкуруючих варіантів дороги: техніко-експлуатаційні, економічні, показники, що враховують умови будівництва.

До техніко-економічних показників належать:

– фактична довжина траси та коефіцієнт подовження траси:

$K_p = L/L_{пов}$, де L – фактична довжина траси, км;

$L_{пов}$ – довжина повітряної лінії, км;

– плавність траси, яка характеризується кількістю кутів повороту і середнім значенням кута повороту $\alpha_{ср} = \Sigma\alpha/n$, а також мінімальним та середнім його радіусом:

$R_{ср} = \Sigma K * \Sigma\alpha$,

де ΣK – сума довжин кривих (при наявності перехідних кривих K' і

$\alpha' = \alpha - 2\beta$; $\Sigma\alpha$ – сума кутів повороту;

– пологість траси визначають значенням прийнятих під час проектування максимальних поздовжніх похилів i_{max} і загальної довжини ділянки, на яких ці похили прийняті.

– безпека руху характеризується забезпеченням видимості дороги у плані та поздовжньому профілі, кількістю перетину інших автомобільних доріг, а також залізниць в одному рівні;

– безперебійність руху, яка залежить від наявності або відсутності перетинів доріг в одному рівні, кількості переправ через ріки, обходів населених пунктів або проїздів через них;

– стійкість траси характеризується протяжністю ділянок траси по болотах, нестійких ділянках з осипами, зсувами, схильних до випинання ґрунту тощо;

– кількість ліній водостоків, які перетинає траса дороги, лоцин і рік.

До економічних показників належать основні обсяги робіт, пов'язаних з улаштуванням земляного полотна, штучних споруд, дорожнього одягу, а також зведені затрати на будівництво та дорожньо-транспортні витрати з урахуванням періоду окупності.

Показники, що характеризують умови будівництва, включають дані про трудомісткість робіт, потреби робочої сили, транспортних засобів і дорожніх машин.

Варіанти оцінюють за сукупністю перерахованих показників.

Таблиця 1. Техніко-експлуатаційні показники варіантів траси

№	Показник	Варіант			
		1	2	1	2
1	Довжина траси L, м	3515	3599	=	=
2	Коефіцієнт подовження траси	1,06	1,08	=	=
3	Число кутів повороту n, шт.	2	2	=	=
4	Середній кут повороту	28	30,5	+	-
5	Загальна сума кутів повороту	56	61	+	-
6	Мінімальний радіус повороту, R _{min}	2000	2000	=	=
7	Середній радіус повороту, R _{сер}	2000	2000	=	=
8	Кількість штучних споруд:				
	Малих мостів	-	-	=	=
	Труб	3	2	-	+
9	Протяжність ділянок дороги, прокладених через, м				
	Ліс	-	-	=	=
	Болото	-	400	+	-
	Луки	-	-	=	=
	Чагарники	200		-	+
10	Кількість перетинів з дорогами, шт				
	З покриттям	1	1	=	=
	Грунтових	1	1	=	=
	Залізницею	-	-	=	=
11	Максимальний поздовжній ухил, ‰	35	38	=	=
	Всього:			3	2

1.4.2 Поздовжній профіль

Поздовжнім профілем дороги називають розріз земляного полотна вертикальною площиною, проведеною через вісь дороги.

На поздовжній профіль наносять: лінію поверхні землі по осі дороги (чорну лінію) та висотні позначки пікетів і характерних точок; проектну (червону) лінію брівки земляного полотна, її похили та висотні позначки; розріз ґрунту по осі дороги із зазначенням місць закладання шурфів і свердловин, характеру та товщини ґрунтових нашарувань, рівня ґрунтових вод: тип місцевості за зволоженням тощо.

Поздовжній профіль доріг оформляють у різних масштабах: по горизонталі М 1:5000; по вертикалі М 1:500; ґрунтів по вертикалі М 1:50.

Проектуючи поздовжній профіль потрібно дотримуватися таких основних вимог під час нанесення на нього проектної лінії.

1. Проектну лінію узгоджують з позначками контрольних точок (позначками початку і кінця траси; мінімальними позначками брівки земляного полотна біля мостів, труб, шляхопроводів тощо).

2. Похил проектної лінії не повинен перевищувати 40 %.

3. Проектна лінію прокладається у насипу, дотримуючись рекомендованої робочої позначки.

Величина рекомендованої робочої відмітки залежить від характеру місцевості по типу зволоження, дорожньо кліматичної зони, виду ґрунту земляного полотна, розрахункового рівня снігового покриву.

4. При алгебраїчній різниці похилів суміжних прямих менше 10 % для дороги III категорії у зламі проектної лінії криві не вписують. Якщо ця різниця дорівнює наведеним вище значенням або більша за них, то для забезпечення видимості і плавності руху на зламі вписують вертикальні криві.

5. Радіуси кривих у поздовжньому профілі не повинні бути меншими від нормативних опуклих-15000 м, угнутих – 5000 м.

Наносячи проектну лінію на поздовжній профіль спочатку відкладаємо висотне положення контрольних точок і намічаємо начорно положення проектної лінії, ув'язавши її з рельєфом, ситуацією, геологічними, гідрогеологічними та іншими місцевими умовами, дотримуючись вимог ДБН В.2.3-4:2015.

Червону лінію будуємо графоаналітичним методом.

Кювети відносяться до повздовжнього водовідводу та влаштовуються на ділянках повздовжнього профілю:

- У виїмках;
- при висоті насипу до 0,8 м;
- при виході з виїмки в насип;

а) якщо місцевість має ухил менше 30‰, то біля найближчого пікету або плюсової точки з робочою позначкою 0,8 м і більше кювет закінчують і воду з нього випускають на поверхню землі убік від дороги;

б) якщо місцевість має ухил 30‰ і більше, то не дивлячись на висоту насипу, влаштування кювету продовжуємо до ухилу менше 30‰ або до ближчої водовідвідної споруди, не зважаючи на те, що висота насипу значно більше, ніж 0,8 м.

1.4.3. Земляне полотно та поперечний профіль

Ширина земляного полотна поверху складає 15 м.

Проїжджа частина – головний конструктивний елемент, призначений для руху транспорту відповідної вантажопідйомності, габаритних розмірів з певною швидкістю. Вона покрита дорожнім одягом, який повинен бути міцним, а поверхня його - рівною, шорсткою і без пилу. Проїжджа частина складається з двох смуг руху по 3,5 м і дорівнює 7,0 м.

Узбіччя – бокові смуги, що примикають до проїзної частини; вони є упором для дорожнього одягу, дають змогу підвищувати безпеку руху, а також

придатні для короткої вимушеної зупинки автомобіля та тимчасового складання будівельних матеріалів під час ремонту дороги. Ширина узбіч 3,75 м з укріпленням по 0,75 м.

Поперечні похили проїзної частини для цементо- і асфальтобетонних покриттів – 25 %, гравійних та щебених 25- 30 %; на узбіччях, укріплених матеріалами, зміцненими в'язучими, - 30 – 40 %, щебенем, гравієм і шлаком – 40-60%, засіванням травою – 50-60%.

Земляне полотно споруджують без розривів. Розриви у земляному полотні дозволяються лише на ділянках з особливими ґрунтовими умовами, де роботи виконують за індивідуальними проектами, які передбачають технологічні або сезонні перерви (глибокі болота, зсувні ділянки, глибокі скельні виїмки тощо).

Земляне полотно, крім випадків будівництва на спланованих територіях, слід споруджувати з випередженням подальших робіт. Величина його повинна визначатися проектом організації будівництва, забезпечувати безперервне та рівномірне улаштування дорожніх основ і покриттів.

На ділянках заділу земляне полотно має бути влаштовано до проектної позначки, поверхня його спланована, укоси укріплені, забезпечена надійна робота водовідвідних споруд.

Під час проведення робіт забезпечують тимчасове водовідведення, запобігаючи збиранню води та перезволоженню земляного полотна. Насип улаштовують шарами (товщиною 0,2-0,4м залежно від ущільнюваних засобів – котків) з рівномірним ущільненням кожного з них по всій ширині земляного полотна, не змішуючи неоднорідних ґрунтів в окремих шарах. Виїмки та бокові резерви починають розробляти з пониженого рельєфу. Споруджуючи земляне полотно в місцевості з можливою акумуляцією дощової води, слід своєчасно виконувати укріплювальні роботи, щоб уберегти насип від розмивання.

Шар родючого ґрунту на товщину, що встановлена проектом (0,25-0,4м), необхідно забрати з поверхні, що буде зайнята земляним полотном, резервами,

іншими елементами та спорудами, і укласти у вали вздовж межі смуги відведення або штабелі у спеціально відведених для цього місцях.

Типові поперечні профілі передбачають крутизну укосів

– насипу:

при $H_{нас} < 3м$ – 1:4;

при $H_{нас} < 6м$ – 1:1.5;

при $H_{нас} < 12м$ – верхня частина 1:1.5, нижня частина 1:1.75.

– виїмки: внутрішній укіс приймають 1:4, зовнішній – 1:1.5.

Приймаємо 4 типів поперечного профілю земляного полотна: 3 для насипу та 2 для виїмки.

Тип 1. Насип висотою до 1 метра.

Тип 2. Насип висотою до 3 метрів.

Тип 3. Насип висотою до 6 метрів.

Тип 4. Виїмка глибиною до 1 метра.

Тип 5. Виїмка глибиною більше 1 метра.

Найбільш широко використовуються поперечні профілі типу 1 і 2.

1.4.4 Дорожній одяг

Проектуємо дорожній одяг для дороги III категорії у дорожньо-кліматичній зоні У- IV.

1. Розрахункова перспективна інтенсивність руху 1700 авт./добу
2. Середній склад транспортного потоку за типами автомобілів:

Таблиця 2

	ГАЗ-53А	ЗІЛ-130	МАЗ-500А	КамАЗ-5320	МАЗ-53А	КрАЗ-256Б1	Ікарус-260	ЛАЗ-699Н	Легкові
Відсоток	6	6	18	12	18	6	6	6	22
авт/доб	102	102	306	204	306	102	102	102	374
S_i	0,08	0,20	1,04	0,27	1,06	3,48	0,79	0,40	0,00
$n_i * S_i$	0,005	0,012	0,187	0,032	0,191	0,209	0,047	0,024	0,000

3. Щорічний ріст інтенсивності руху - 7 %
4. Глибина залягання ґрунтових вод – 4,5м
5. Вид ґрунту земляного полотна – суглинок пілуватий.
6. Тип місцевості за умовами зволоження – I
7. Категорія дороги – III
8. Потрібний рівень надійності: капітальний $K_H = 0,95$; $K_M = 0,9$

Розрахунковий автомобіль (номінальне статистичне навантаження на одну вісь) група А = 100 кН

Розрахунок інтенсивності руху та необхідний модуль пружності

$$S_m = \sum n_i * S_i = 0,71$$

$$N_{розр} = 0,55 \times 2100 \times 0,51 = 661 \text{ авт/добу.}$$

За номограмою знаходимо потрібний модуль пружності $E_{потр}$ при інтенсивності руху $N_{розр} = 661$ авт/добу

$$\rightarrow E_{потр} = 268 \text{ МПа.}$$

Приймаємо потрібний модуль пружності $E_p = E_{потр} \times K_{міц} = 268 \times 0,9 = 240 \text{ МПа}$

Розрахунок дорожнього одягу по пружному прогину

Варіант 1

Таблиця 3

Асфальтобетон дрібнозернистий $E_1=3200$ МПа	5	см
Асфальтобетон грубозернистий $E_2=2400$ МПа	6	см
Щебінь (метод просочення) $E_3=800$ МПа	10	см
Щебінь (метод заклинки) $E_4=300$ МПа	10	см
Пісок $E_5=100$ МПа	?	
Суглинок $E_{гр}=70$ МПа		

1) перший шар

$$\frac{E_{заг}}{E_g} = \frac{240}{3200} = 0,075 \quad \frac{H}{D} = \frac{5}{37} = 0,135$$

$$\frac{E_H}{E_g} = 0,055; E_H = 3200 * 0,055 = 176 \text{ МПа}$$

2) Другий шар

$$\frac{E_{заг}}{E_g} = \frac{176}{2400} = 0,073 \quad \frac{H}{D} = \frac{6}{37} = 0,16$$

$$\frac{E_H}{E_g} = 0,05 = 2400 * 0,05 = 120 \text{ МПа}$$

3) Третій шар

$$\frac{E_{заг}}{E_g} = \frac{120}{500} = 0,24 \quad \frac{H}{D} = \frac{10}{37} = 0,27$$

$$\frac{E_H}{E_g} = 0,18; E_H = 0,18 * 500 = 90 \text{ МПа}$$

4) Четвертий шар

$$\frac{E_{заг}}{E_g} = \frac{90}{300} = 0,3 \quad \frac{E_H}{E_g} = 0,24$$

$$\frac{H}{D} = \frac{10}{37} = 0,27 \quad E_H = 0,24 * 300 = 72 \text{ МПа}$$

5) Визначасмо товщину п'ятого шару

$$\frac{E_{заг}}{E_g} = \frac{70}{100} = 0,7 \quad \frac{E_H}{E_g} = 0,72$$

$$\frac{H}{D} = 0,08; \quad h = 37 \times 0,08 = 4 \text{ см}$$

Згідно з ДБН мінімальна товщина шару з піску повинна бути 15 см.
Загальна товщина конструкції $h=5+6+10+10+15=46$ см.

Варіант 2

Таблиця 4

Асфальтобетон дрібнозернистий $E_1=3200$ МПа	4	см
Асфальтобетон грубозернистий $E_2=2400$ МПа	6	см
Чорний щебінь $E_3=600$ МПа	10	см
Шлак $E_4=200$ МПа	?	см
Суглинок $E_{гр}=65$ МПа		см

1 Визначаємо загальний модуль пружності на поверхні першого шару

$$\frac{E_{заг}}{E_e} = \frac{240}{3200} = 0,075 \quad \frac{H}{D} = \frac{4}{37} = 0,108$$

$$\frac{E_n}{E_e} = 0,07; \quad E_n = 3200 * 0,07 = 224 \text{ МПа}$$

2 Визначаємо загальний модуль пружності на поверхні другого шару

$$\frac{E_{заг}}{E_e} = \frac{224}{2400} = 0,093 \quad \frac{H}{D} = \frac{6}{37} = 0,162$$

$$\frac{E_n}{E_e} = 0,07 = 2400 * 0,07 = 168 \text{ МПа}$$

3 Визначаємо загальний модуль пружності на поверхні третього шару

$$\frac{E_{заг}}{E_e} = \frac{224}{2400} = 0,093 \quad \frac{H}{D} = \frac{6}{37} = 0,162$$

$$\frac{E_n}{E_e} = 0,07; \quad E_{заг} = 0,07 * 2400 = 168 \text{ МПа}$$

4 Визначаємо загальний модуль пружності на поверхні четвертого шару

$$\frac{E_{заг}}{E_e} = \frac{88}{200} = 0,44 \quad \frac{H}{D} = 0,28$$

$$\frac{E_n}{E_e} = 0,035; \quad h = 37 \times 0,28 = 10 \text{ см.}$$

Згідно з ДБН мінімальна товщина шару з шлаку повинна бути 15 см.

Загальна товщина конструкції $h=4+6+16+15=41$ см.

Виходячи з товщини конструкцій та наявності матеріалів вибираємо 2 варіант.

РОЗДІЛ 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Загальні положення

У даному розділі роботи розробляються технічні рішення на проектування штучної споруди для автомобільної дороги III категорії в межах Яворівському районі Львівської області.

Штучні споруди на автомобільних дорогах складають до 30% вартості будівництва дороги в цілому. Основними водопропускними спорудами на автодорогах є труби, які мають значну перевагу порівняно з малими мостами, зокрема: їх простіше влаштовувати, мають меншу вартість при пропусканні певної розрахункової витрати води; спорудження труби не порушує безперервності земляного полотна в насипі, поліпшує експлуатаційні якості дороги та безпеку руху по ній; експлуатаційні витрати на утримання труби значно менші, ніж на утримання мосту; труби можна влаштовувати при різних комбінаціях плану і профілю дороги.

Проектування труби виконуємо у такій послідовності: встановлюємо вихідні дані для визначення витрат води; визначаємо витрати від зливи і сніготанення, розрахункову витрату; підбираємо найбільш економічний отвір типової труби, визначаємо мінімальну висоту насипу біля труби, довжину труби при фактичній висоті насипу.

Гідравлічний розрахунок труби включає визначення: діаметра і типу зміцнення русла; висоти підпора води і висоти насипу над трубою; довжини труби.

Згідно розробленого плану траси та поздовжнього профілю автомобільної дороги III категорії передбачається влаштування водопропускних споруд в таких місцях:

- споруда №1 на ПК 6+00
- споруда №2 на ПК 22+70
- споруда №2 на ПК 29+50

2.2. Розрахунок максимальної витрати води

2.2.1. Максимальна витрата води від зливогого стоку, м³/с:

$$Q_3 = 16,7 \times a_{200} \times K_t \times F \times \alpha \times \varphi$$

де a_{200} – середня інтенсивність зливи тривалістю 1 год, мм/хв (табл. 3.1 [9]), яка залежить від району (рис. 3.1 [23]) та ймовірності перевищення повені $\dot{Y}П$, % (табл. 3.2 [23]);

K_t – коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи тривалістю 1 година до розрахункової інтенсивності (табл. 3.3 [23]);

F – площа водозбору, км², (визначається за топографічною картою);

α – коефіцієнт витрати стоку, яка залежить від виду ґрунту на поверхні водозбору (табл. 3.4 [23]);

φ – коефіцієнт редукції, що враховує неповноту стоку (табл 3.5 [23]).

Вихідні дані:

1. Зливовий район для Львівської області – 8.
2. Ймовірність підвищення паводка для труб на автошляху III категорії (ВП) – 2 %.

3. Інтенсивність зливи годинної тривалості – $a_{200} = 1,24$ мм/хв

4. Площа водозбірного басейну

$$F_1 = 0,21 \text{ км}^2$$

$$F_2 = 1,1 \text{ км}^2$$

$$F_3 = 0,24 \text{ км}^2$$

5. Довжина улоговини км:

$$L_{л1} = 0,74$$

$$L_{л2} = 1,15$$

$$L_{л3} = 0,82$$

6. Середній ухил улоговини

$$i_y = \frac{H_6 - H_n}{l_n},$$

де H_v – позначка верхньої частини улоговини, H_n – позначка нижньої частини улоговини біля траси, i_y - довжина головної улоговини до траси

$$i_{y1} = \frac{200-172}{740} = 0,039 = 39 \text{ ‰}$$

$$i_{y2} = \frac{200-171}{1190} = 0,024 = 24 \text{ ‰}$$

$$i_{y3} = \frac{200-177}{820} = 0,030 = 28 \text{ ‰}$$

7. Ухил улоговини у споруди (ухил між точками, розташованими вище та нижче на 50 м осьової точки труби)

$$i_c = \frac{H_v - H_n}{100},$$

де H_v ; H_n - відмітки точок, розташовані відповідно вище і нижче на 50 м від осьової точки труби

$$i_{c1} = \frac{173-171}{100} = 0,020 = 20 \text{ ‰}$$

$$i_{c2} = \frac{171,5-170}{100} = 0,015 = 15 \text{ ‰}$$

$$i_{c3} = \frac{172,5-171,0}{100} = 0,015 = 15 \text{ ‰}$$

8. Коефіцієнт переходу від інтенсивності зливи тривалістю 1 години до розрахункової інтенсивності

$$K_{t1} = 3,76$$

$$K_{t2} = 2,4$$

$$K_{t3} = 3,14$$

9. Коефіцієнт витрати стоку при суглинистих ґрунтах на поверхні водозбірного басейну – $\alpha = 0,6$

10. Коефіцієнт редукції (враховує неповноту стоку)

$$\varphi_1 = 0,83$$

$$\varphi_2 = 0,55$$

$$\varphi_3 = 0,80$$

Таблиця розрахункових даних

ПК	Площа, км. кв	Довжина лога, км	Ухил улоговини, ‰	Ухил лога біля спор., ‰	Коефіцієнт переходу, K_t	Коефіцієнт втрат стоку, α	Коефіцієнт редукції, φ
6+00	0,21	0,74	39	20	3,76	0,75	0,83
22+70	1,1	1,13	24	15	2,40	0,75	0,55
29+50	0,24	0,82	28	15	3,14	0,75	0,80

Максимальна витрата води від зливогого стоку, $\text{м}^3/\text{с}$:

– споруда №1 ПК6+00

$$Q_{31} = 16,7 * 1,24 * 0,21 * 3,76 * 0,75 * 0,83 = 10,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №2 ПК22+70

$$Q_{32} = 16,7 * 1,24 * 1,1 * 2,40 * 0,75 * 0,55 = 22,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №3

ПК29+50

$$Q_{33} = 16,7 * 1,24 * 0,24 * 3,14 * 0,75 * 0,80 = 9,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

2.2.2. Максимальна витрата води від сніготанення, м³/с:

$$Q_m = \frac{K_o \times h_{розр} \times F}{(F + 1)^n} \delta_1 \delta_2$$

де K_o – коефіцієнт дружності повені; n – показник ступеня для дорожньо-кліматичної зони (рис. 3.3. [23]);

F – площа водозбору, км²;

$h_{розр} = \bar{H} \times K_p$ – розрахунковий шар сумарного стоку, мм;

h – середній багаторічний шар стоку води від сніготанення, мм (рис. 3.4 [23]);

K_p – модульний коефіцієнт при гамма-параметричному законі розподілу (рис. 3.5. [23]), який залежить від ЙП, C_{vh} , C_{sh} ;

C_{vh} – коефіцієнт варіації шару стоку повені (рис. 3.6 [23]);

C_{sh} – коефіцієнт асиметрії;

δ_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності на поверхні басейну озер більш ніж 2%, $\delta_1 = 1,0$;

δ_2 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності на поверхні басейну лісів та боліт, $\delta_2 = 1,0$.

Вихідні дані:

1. Коефіцієнт дружності повені $K_o = 0,02$, показник ступеня $n = 0,25$.

2. Площа водозбірного басейну, км²

$$F_1 = 0,21$$

$$F_2 = 1,1$$

$$F_3 = 0,24$$

3. Середній багаторічний шар стоку води від сніготанення – $h = 103,3 / 1,1 = 93,9$ мм.

4. Коефіцієнт варіації шару стоку повені при площі водозбору до 50 км² коефіцієнт C_{vh} збільшується 1,25 раза, тобто

$$C_{vh} = 0,59$$

$$C_{sh} = 2 * C_{vh} = 2 * 0,59 = 1,18$$

5. Модульний коефіцієнт - $K_p = 2,61$

6. Розрахунковий шар сумарного стоку

$$(h_{розр} = h * K_p) = 93,9 * 2,75 = 258,3 \text{ мм.}$$

7. Коефіцієнт, що враховує зменшення витрат, при наявності на поверхні басейну озер більше 2% $\delta_1 = 1$.

8. Коефіцієнт, що враховує зменшення витрат при наявності на поверхні басейну лісів та боліт $\delta_2 = 1$

Максимальна витрата води від сніготанення, $\text{м}^3/\text{с}$:

– споруда №1 ПК6+00

$$Q_{т1} = \frac{0,02 * 258,3 * 0,21}{(0,21 + 1)^{0,25}} = 0,53 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №2 ПК22+70

$$Q_{т2} = \frac{0,02 * 258,3 * 1,1}{(1,1 + 1)^{0,25}} = 2,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №3 ПК29+50

$$Q_{т3} = \frac{0,02 * 258,3 * 0,24}{(0,24 + 1)^{0,25}} = 0,60 \text{ м}^3/\text{с}$$

Оскільки максимальні витрати від зливи Q_3 більші, ніж витрати від сніготанення $Q_т$, то за розрахункові $Q_{роз}$ беруть витрати від зливи.

– споруда №1 ПК6+00

$$Q_{роз} = Q_3 = 10,2 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №2 ПК22+70

$$Q_{роз} = Q_3 = 22,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

– споруда №3 ПК29+50

$$Q_{роз} = Q_3 = 9,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

2.3. Підбір отвору водоперепускної труби

Отвір проектної труби підбирають в залежності від $Q_{роз}$

Режим протікання води у трубах може бути:

- безнапірний, коли $H < 1,2/h_{тр}$ і по всій довжині труби є вільна поверхня;
- напівнапірний, якщо $1,2/h_{тр} < H < 1,4/h_{тр}$ і тільки на вхідній ділянці є цілий переріз, заповнений водою, а на більшій частині труби є вільна поверхня;
- напірний, коли $H > 1,4/h_{тр}$ і тільки на невеличкій ділянці при виході є вільна поверхня, а на більшій частині цілий переріз, заповнений водою.

Підбираємо параметри водопропускних труб:

- споруда №1 ПК6+00

$Q_{роз1} = 10,2 \text{ м}^3/\text{с}$ – двохочкова прямокутна труба 4х2,5 м

1. Витрата води – 12 м³/с
2. Глибина води перед трубою – 0,94 м
3. Швидкість води на виході із труби – 2,7 м/с

- споруда №2 ПК22+70

$Q_{роз2} = 22,5 \text{ м}^3/\text{с}$ – двохочкова прямокутна труба 4х2,5 м

1. Витрата води – 24,0 м³/с
2. Глибина води перед трубою – 1,48 м
3. Швидкість води на виході із труби – 3,4 м/с

- споруда №3 ПК29+50

$Q_{роз3} = 9,4 \text{ м}^3/\text{с}$ – одноочкова прямокутна труба 4х2,5 м.

1. Витрата води – 10 м³/с
2. Глибина води перед трубою – 1,32 м
3. Швидкість води на виході із труби – 3,2 м/с

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Проект будівництва автомобільної дороги III категорії з штучними спорудами у Яворівському районі Львівської області» розроблено на підставі завдання, виданого кафедрою автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель, у відповідності з вимогами діючої нормативно-технічної документації.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 2 розділи розрахунково-пояснювальної записки обсягом 53 стор. та 5 аркушів креслень.

У розділі «Проектно-будівельна частина» розглянуто умови прокладання траси, обґрунтовано та запроєктовано елементи дороги (план, поздовжній та поперечні профілі), розраховано конструкцію дорожнього одягу.

У розділі «Спеціальна частина» розраховано та підібрано штучну водоперепускную споруду – двохочкова прямокутна труба 4x2,5 м на ПК22+70

Основні техніко-економічні показники

Протяжність траси автомобільної дороги	3599км
Протяжність повітряної лінії	3105км
Коефіцієнт подовження траси	1,08
Кількість поворотів	2
Середній кут повороту	30,5
Середній радіус кутів повороту	2000
Кількість смуг руху	2
Ширина смуги руху	3,5м
Ширина проїзної частини	7,0м
Ширина узбіччя	2,5м
Ширина укріпленої смуги узбіччя,	0,5м
Ширина земляного полотна,	12м
Кількість штучних споруд:	
– водоперепускних труб	3
– мостів	-
– шляхопроводів	-

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Законі України «Про автомобільні дороги» [Електронний ресурс]
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15#Text>
2. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016
3. ДБН В.2.3-5:2018. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018
4. ДБН В.2.3-22:2009. Мости та труби. Основні вимоги проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009
5. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014
6. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009
7. ДСТУ Б А.2.4-29:2008. Автомобільні дороги. Земляне полотно і дорожній одяг. Робочі креслення. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2008
8. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
9. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
10. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: УкрНДІПСК, 2018
11. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності). – К.: ТК 319, 2019
12. ГБН В.2.3-37641918-552:2015 Автомобільні дороги. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів дорожнього будівництва. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2015

13. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. – К.: НДІБВ, 2016
14. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012
15. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016
16. ДСТУ 8907:2019 Настанова щодо організації проведення експертизи проектної документації на будівництво. – К.: ТК 319, 2019
17. ДСТУ 8749:2017 Безпека дорожнього руху. Огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт. – К.: ТК 307, 2017
18. ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2016
19. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – М.: Транспорт, 1987. – 415 с.
20. Білятинський О.А. Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автодоріг. Ч. I. – К.: В.ш., 1997. – 518 с.
21. Білятинський О.А. Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автодоріг. Ч. II. – К.: В.ш., 1998. – 415 с.
22. Білятинський О.А., Старовойда В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
23. Бойчук В.С. Довідник дорожника. – К., Урожай, 2002. – 560 с.
24. Бойчук В.С., Кірічек Ю.О., Сергеев О.С. Штучні споруди на дорогах. – Дн-к, ПДАБА, 2004. – 364 с.
25. Ксенодохов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1981. – 431 с.
26. Кубасов А.У., Чумаков Ю.Л., Широков С.Д. Строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1985. – 336 с.

27. Новые технологии и машины при строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог / Под ред. А.Н. Максименко – Мн.: Дизайн, 2002. – 240 с.
28. Орнатский Н.П. Автомобильные дороги и охрана природы. – М.: Транспорт, 1982. – 264 с.
29. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. А.Я. Тулаева. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.
30. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. Г.А.Федорова. – М.: Транспорт, 1989. – 437 с.
31. Савенко В.Я., Славінська О.С., Лисенко О.П. Основи технології будівництва доріг. – К.: НТУ, 2006. – 247 с.
32. Справочник инженера-дорожника. Изыскания и проектирование автомобильных дорог / Под ред. О.В. Андреева. – М., Транспорт, 1977. – 242 с.
33. Строительство автомобильных дорог. Справочник инженера дорожника / Под ред. В.А. Бочина. – М.: Транспорт, 1980. – 512 с.
34. Строительство автомобильных дорог: В 2-х ч. / Под ред. В.К. Некрасова. – М.: Транспорт, 1980. – 354 с.
35. Технологія будівництва автомобільних доріг в прикладах (для курсового та дипломного проектування) / В.Я. Савенко, О.С. Славінська, Г.М. Фещенко, В.І. Каськів. – К.: НТУ, 2003. – 377 с.
36. Укрупненные показатели сметной стоимости. Автомобильные дороги / Министерство транспортного стр-ства. – М.: Стройиздат, 1983. – 56 с.
37. Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог / Я.В. Хомяк. – К.: Транспорт, 1983. – 206 с.
38. Шкуренко А.Т. Основы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог / А.Т. Шкуренко. – М.: Транспорт, 1987. – 320 с.
39. Львівська область – Взято з <https://uk.wikipedia.org/wiki>