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 II КАТЕГОРІЇ В УМАНСЬКОМУ РАЙОНІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розробив: **Філонич Олег Олегович**
студент гр. 301-пБА,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
№ з.к. 18064

Керівник: **Ільченко Володимир Васильович**
к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент:

Полтава 2021

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 II КАТЕГОРІЇ В УМАНСЬКОМУ РАЙОНІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розробив: **Філонич Олег Олегович**
студент гр. 301-пБА,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
№ з.к. 18064

Консультанти:

проектно-будівельна частина	**к.т.н., доц. Ільченко В.В.**
	к.т.н., доц. Гасенко Л.В.
спеціальна частина	**ст.викл. Сергеєв О.С.**
Допустити до захисту зав. кафедри	**к.т.н., доц. Литвиненко Т.П.**

ЗМІСТ

Вступ 7

1. Проектно-будівельна частина

1.1. Загальні положення 8

1.2. Характеристика району будівництва 8

1.3. Методика проектування автомобільних доріг 14

1.3.1. Основні положення 14

1.3.2. Розроблення допроектної документації 16

1.3.3. Розроблення проектної документації 17

1.3.4. Розроблення робочих креслень 18

1.3.5. Склад проектної документації 18

1.3.6. Оформлення проектної документації 26

1.4. Будівельні рішення 33

1.4.1. Вибір варіанту прокладання траси 33

1.4.2 Поздовжній профіль 36

1.4.3 Земляне полотно 38

1.4.4. Дорожній одяг 40

2. Спеціальна частина

2.1. Загальні положення 44

2.2. Розрахунок максимальної витрати води 46

2.2.1. Максимальна витрата води від зливового стоку 46

2.2.2. Максимальна витрата води від сніготанення 49

2.3. Підбір отвору водоперепускної труби 51

Загальні висновки 52

Список використаної літератури 54

				301-пБА 18064 ПЗ			
Розробив	**Філонич О.О.**			Проект будівництва автомобільної дороги II категорії в Уманському районі Черкаської області	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	**Ільченко В.В.**				КР		
Н. контр.	**Ільченко 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 запроектувати автомобільну дорогу II категорії в Уманському районі Черкаської області.

Вихідні дані:

– категорія дороги – II;

– район проходження – Черкаська область;

– топографічна карта в масштабі – М 1:10 000;

– початок траси – точка №10 у південному напрямку;

– кінець траси – точка №10 у північному напрямку.

РОЗДІЛ 1. ПРОЕКТНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Загальні положення

У даному розділі кваліфікаційної роботи розробляються технічні рішення з проектування ділянки автомобільної дороги загального користування ІІ категорії в Уманському районі Черкаської області.

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

1.2. Характеристика району будівництва

Черкаська область – адміністративно-територіальна одиниця України першого рівня, яка знаходиться у центральній частині країни по обох берегах середньої течії річок Дніпро та Південний Буг.

Черкаська область

Назва	Населення (тис.осіб)
Звенигородський	204
Золотоніський	142.3
Уманський	257.5
Черкаський	602.6

Загальна інформація

Адміністративний центр області – місто Черкаси.

У складі Черкаської області налічується:

- районів – 4;
- районів у містах – 2;
- населених пунктів – 855, в тому числі:
  - міського типу – 31, в тому числі:
    - міст – 16, в тому числі:
      - міст обласного значення – 6;
      - міст районного значення – 10;
    - селищ міського типу – 15;
  - сільського типу – 824, в тому числі:
    - сіл – 723;
    - селищ – 101.

Черкаська область межує на півночі з Київською, на півдні – з Кіровоградською, на сході з – Полтавською, на заході – з Вінницькою областю. Територія області простягнулася із південного заходу на північний схід на 245 км, із півночі на південь – на 150 км.

Крайня північна точка області знаходиться на автошляху М-03, неподалік від села Кононівка Золотоніського району, південна – поблизу села Колодисте Уманського району, західна – біля села Бубельня Уманського району, східна – на поверхні Кременчуцького водосховища неподалік села Вітове Черкаського району.

За математичними розрахунками географічним центром області є точка поблизу села Журавка Звенигородського району. Також на території області міститься географічний центр України на північній околиці села Мар'янівка неподалік від міста Шпола.

Площа Черкаської області становить 20,9 тисяч км², що становить 3,46 % території держави (18 місце в країні), зокрема, сільськогосподарські угіддя складають 14,548 тисяч км² (70 % загальної площі області), з них ріллі – 12,736 тисяч км² (88 % площі сільськогосподарських угідь області).

Географія

Рельєф

Територія Черкаської області в цілому рівнинна і умовно поділяється на дві частини – правобережну і лівобережну відносно річки Дніпро.

Правобережна частина Черкаської області переважно знаходиться в межах Придніпровської височини з найвищою абсолютною точкою 275 м над рівнем моря (поблизу Монастирища), подекуди місцевість горбиста, порізана річками, ярами і балками. В прилеглій до Дніпра частині правобережжя знаходиться заболочена Ірдино-Тясминська низовина. Вздовж долини Дніпра на 70 км тягнеться Канівсько-Мошногірський кряж, завдяки чому зцначні підвищення рельєфу надають цій території гірського характеру.

Лівобережна частина Черкаської області знаходиться в межах Придніпровської низовини, тому має низинний, подекуди заболочений рельєф місцевості.

Ґрунти

Правобережна частина Черкаської області має переважно чорноземи, на піднесених місцях – сірі і світло-сірі ґрунти.

Лівобережна частина Черкаської області має дерново-глеєві, могутні лучні і дерново-підзолисті ґрунти.

Водойми

Водна поверхня Черкаської області займає 4 % загальної площі території. По області протікає 1037 річок, які належать басейну Дніпра та Південного Бугу.

Головна річка Черкаської області – Дніпро (довжина по області 150 км), водяне дзеркало якої у зв'язку зі створенням Кременчуцького (довжина – 130 км) й Канівського водосховища значно збільшилося.

Притоки Дніпра в межах Черкаської області: праві – Рось (101 км), Вільшанка, Тясмин (133 км); ліві – Руда, Горіхівка, Супій, Золотоношка, Ірклій, Коврай, Ковалівка, Сула.

Притоки Південного Бугу в межах Черкаської області: Гірський Тікич (161 км), Гнилий Тікич, Тікич, Синюха, Уманка, Ятрань.

Найбільшими штучними водоймами в межах Черкаської області є Канівське та Кременчуцьке водосховища, котрі утворені греблями гідроелектростанцій, крім того споруджено 37 невеликих водосховищ. На території області налічується майже 3 тисячі озер, ставків та водоймищ

На правобережній частині Черкаської області можливі затоплення та заболочення деяких ділянок.

Клімат

Клімат регіону Черкаської області – континентальний, завдяки чому зима м'яка з частими відлигами, а літо – тепле, інколи спекотне чи дощове. Пересічна середня температура повітря на території Черкаської області +7 – 9 °С. Середня температура найбільш холодного місяця – січня – складає –3 – 5 °С. Середня температура найбільш теплого місяця – липня – становить +20 – 22 °С. Період з температурою +10 °С становить 160–170 днів. Опадів 450–520 мм на рік.

Природні ресурси

Корисні копалини

Область багата на нерудні корисні копалини, передусім будівельні матеріали. Граніти різних типів трапляються в Городищенському, Корсунь-Шевченківському, Смілянському, Уманському та інших районах. Відомо близько 400 родовищ різних глин. Важливе значення мають бентонітові та

палигорськітові глини, що залягають поблизу Дашуківки та Хижинець Лисянського району. Неподалік Мурзинець і Неморожі Звенигородського району, Новоселиці Катеринопільського району залягають високоякісні вогнетривкі глини – каоліни. Майже повсюдно поширені кварцові піски.

Серед паливних ресурсів переважає буре вугілля і торф. Родовища бурого вугілля – Козацьке, Рижанівське, Юрківське у Звенигородському, Новоселицьке, Мокрокалигірське у Катеринопільському, Тарнавське у Монастирищенському районах.

Рудні корисні копалини у вигляді осадових залізних руд зустрічаються у Канівському, Смілянському, Шполянському районах, корінних титанових – у Смілянському районі.

В області є понад 100 родовищ цегельно-черепичної сировини. У наявності значні запаси будівельних пісків та каменю, керамзитової сировини. В західній частині області знаходяться поклади петрургічної сировини.

На Черкащині є значні запаси облицювального та будівельного каменю. Найвідоміші родовища граніту – Старобабанське і Танське, продукція яких постачається далеко за межі області.

На території області розташоване унікальне за розмірами, якістю сировини та спектром застосування, найбільше в Україні Черкаське родовище бентонітових та палигорськітових глин, які є однією з важливих статей експортно-імпортних операцій на світовому ринку.

Черкащина має значні запаси вторинних каолінів, в її надрах є поклади бурого вугілля, торфу, бокситів. На межі Черкаської та Кіровоградської областей розташоване Болтиське родовище горючих сланців. Лівобережна частина області має значні запаси мінерально-лікувальних вод типу «Миргородська», розвідане та експлуатується Звенигородське родовище радонових вод.

Транспорт і зв'язок

Автомобільний транспорт

На території Черкаської області проходить 6049,4 кілометрів автомобільних доріг загального користування, зокрема, доріг державного значення – 656,1 км, доріг місцевого значення – 5393,3 км, ґрунтові дороги становлять 208,9 км, тобто дороги з твердим покриттям у загальній довжині автомобільних доріг становлять 96,5 %.

Залізничний транспорт

На території Черкаської області розташовано 25 підприємств залізничного транспорту, 3 залізничні вокзали (Черкаси, Христинівка, ім. Т. Г. Шевченка), 29 залізничних станцій (через 21 станцію здійснюються і вантажні перевезення) та 80 посадочних платформ.[13]

Річковий транспорт

На території Черкаської області проходить 150 кілометрів експлуатаційних річкових судноплавних шляхів, зокрема по р. Дніпро.

Повітряний транспорт

Функціонує міжнародний аеропорт «Черкаси». Має єдину злітно-посадкову смугу, яка за всіма характеристиками є третьою в Україні.

1.3. Методика проектування автомобільних доріг

1.3.1. Основні положення

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

Основним документом у проектуванні інженерних споруд, що регулює правові та фінансові відносини, взаємні зобов'язання і відповідальність сторін, є договір (контракт), який укладається між замовником і виконавцем із залученням для розроблення проектної документації вишукувальних, проектних, будівельних та інших організацій.

Замовник може делегувати на договірній основі відповідні права юридичним або фізичним особам (які мають право на такого роду діяльність), 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 інженерних споруд 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 та робочі проекти на будівництво інженерних споруд, незалежно від джерел фінансування, форм власності та приналежності, підлягають державній експертизі відповідно до порядку, визначеного 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 інженерних споруд, зокрема проектування автомобільних доріг будь-якої значення, виконують у декілька стадій:

– розроблення допроектної документації;

– розроблення проектної документації (інженерного проекту);

– розроблення робочої документації.

Основною метою та завданнями розроблення допроектної документації 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 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 (інженерного проекту 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 підряду;

– розроблення матеріалів і підготовка документів для відведення земель та компенсації за знесення існуючих будівель, споруд і насаджень.

Основною метою та завданнями розроблення робочої документації 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 підряду.

Таким чином, основним проектним документом на будівництво об'єктів транспортної мережі є техніко-економічне обґрунтування (проект) будівництва, 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

Допроектне 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 та наявні аерофотоматеріалів, 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 (при їх наявності).

1.3.3. Розроблення проектної документації автомобільної дороги

Розроблення проектної документації (інженерного проекту) на будівництво об'єктів дорожньої мережі здійснюють на основі затвердженого (схваленого) 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 (на основі спеціально розробленого технічного завдання). 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 прилеглій 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. Рекультивація земель.

5.13. Нові технології, конструкції, матеріали.

5.14. Організація будівництва. Основні положення по організації будівництва. Організація руху на час проведення робіт. Пропозиції по розбивці на пускові комплекси. 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 доріг і підлягають передачі на баланс сторонніх балансоутримувачів.

5. Відомість майна споруджуваних і перевлаштовуються об'єктів, що відносяться до майна автомобільних доріг загального користування.

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 (реконструкції) 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 (при необхідності).

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 (при наявності спеціальних вимог).

Розділ 6. Будівельні рішення по автомобільній дорозі.

6.1. Підготовчі роботи:

– пояснювальна записка (за необхідності);

– зведений план перебудови комунікацій; специфікація обладнання (за необхідності);

– 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 (за необхідності).

6.2. План дороги, земляне полотно і дорожній одяг:

– пояснювальна записка (за необхідності);

– генеральний план дороги в М 1:1000 (за необхідності) – 1:2000;

– водовідвідні споруди;

– поздовжній профіль;

– земляне полотно і водовідведення,

– поперечні профілі типових конструкцій земляного полотна з урахуванням місцевих умов, попікетні поперечні профілі (при наявності в завданні),

покілометрові відомості обсягів земляних і укріплювальних робіт з розподілом по пускових комплексах;

– дорожній одяг, відомість проектованого 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 (за необхідності);

– 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 (за необхідності);

– схема розміщення дорожніх знаків, огороджень і розмітки;

– відомості автобусних зупинок і майданчиків відпочинку;

– відомість пристрої технологічного зв'язку;

– відомість пристрої освітлення дороги;

– графіки оцінки проектованої дороги по швидкості руху, пропускної спроможності;

– відомості робіт по пускових комплексах;

– креслення.

6.5. Під'їзди:

– пояснювальна записка (за необхідності);

– плани, поперечні і поздовжні профілі траси під'їзду, конструкції земляного полотна та дорожнього одягу, інші креслення (за необхідності);

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

6.6. Будинки й споруди дорожньої служби:

– пояснювальна записка (за необхідності); схема розміщення комплексів існуючої дорожньо-експлуатаційної служби (ДЕС), пропозиції з розвитку;

– генплани проектованих комплексів ДЕС з планами зовнішніх мереж;

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

– відомості робіт;

– креслення.

Розділ 7. Будівельні рішення по штучним спорудам:

– 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 проекту - 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, виробах, 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 автомобільних доріг регламентується вимогами 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].

Основні вимоги до проектної та робочої документації:

– вимоги до складу документації;

– вимоги до комплектації документації;

– правила виконання документації;

– правила виконання специфікацій на креслення;

– правила внесення змін до робочу документацію;

– правила прив'язки робочої документації;

– правила оформлення зброшурованої документації;

– додатки (обов'язкові): марки основних комплектів робочих креслень; відомості загальних даних по робочих кресленнях тощо.

До складу робочих креслень автомобільних доріг (основний комплект робочих креслень марки АД) 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 канав.

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

– ситуацію місцевості, рельєф місцевості (при необхідності), «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 (при необхідності);

– будівлі і споруди (без координаційних осей), інженерні мережі;

– переїзди через залізничні колії, транспортні розв'язки; прив'язки до покажчиків кілометрів або пікетів існуючих автомобільних доріг, залізничних колій та інженерних мереж у місцях їх перетинів з проектованої автомобільною дорогою;

– покажчик напрямку на північ стрілкою з літерою «Пн» у вістря (у лівому верхньому куті листа).

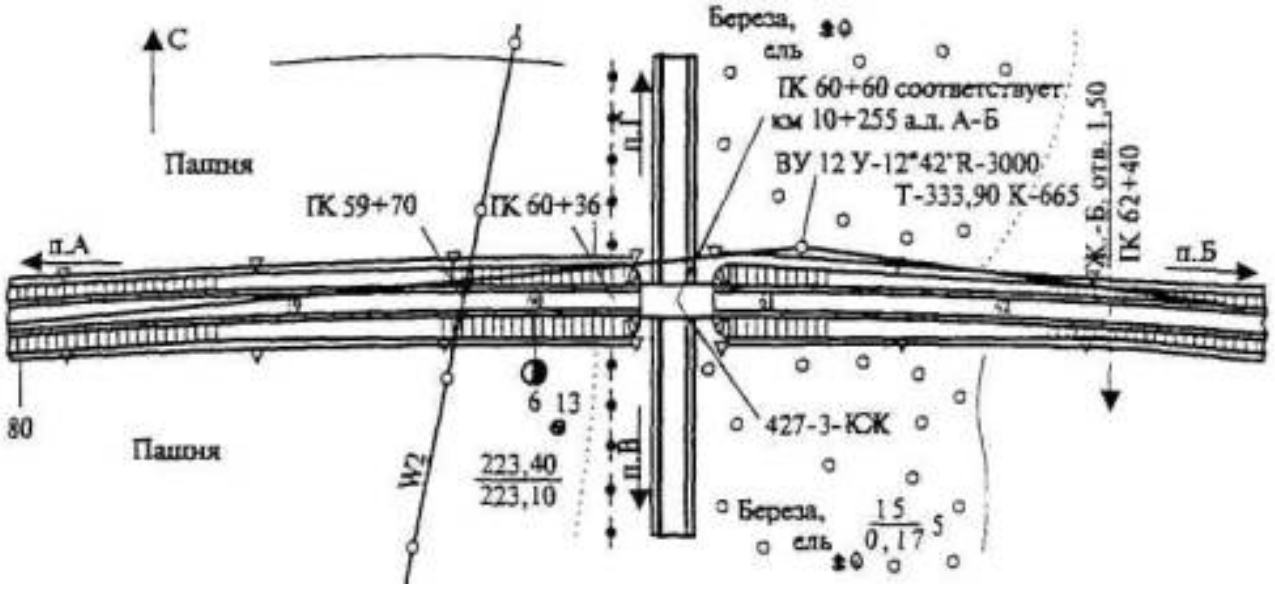


Рис. 1. Приклад оформлення плану автомобільної дороги

На поздовжньому профілі автомобільних шляхів, наносять та вказують:

– лінію фактичної поверхні землі по осі автомобільної дороги, лінії ординат від точок її переломів і лінію проектованої брівки земляного полотна (на поздовжніх профілях міських і реконструйованих автомобільних доріг замість лінії проектованої брівки земляного полотна наносять лінію проектованої поверхні дорожнього покриття по осі проїжджої частини);

– розвідувальні геологічні виробки, вологість і консистенцію шарів ґрунту (умовним позначенням), 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.

Вище проектної лінії 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 канави, скиди води;

– вододільні дамби; робочі позначки насипу.

Нижче проектної лінії наносять і вказують:

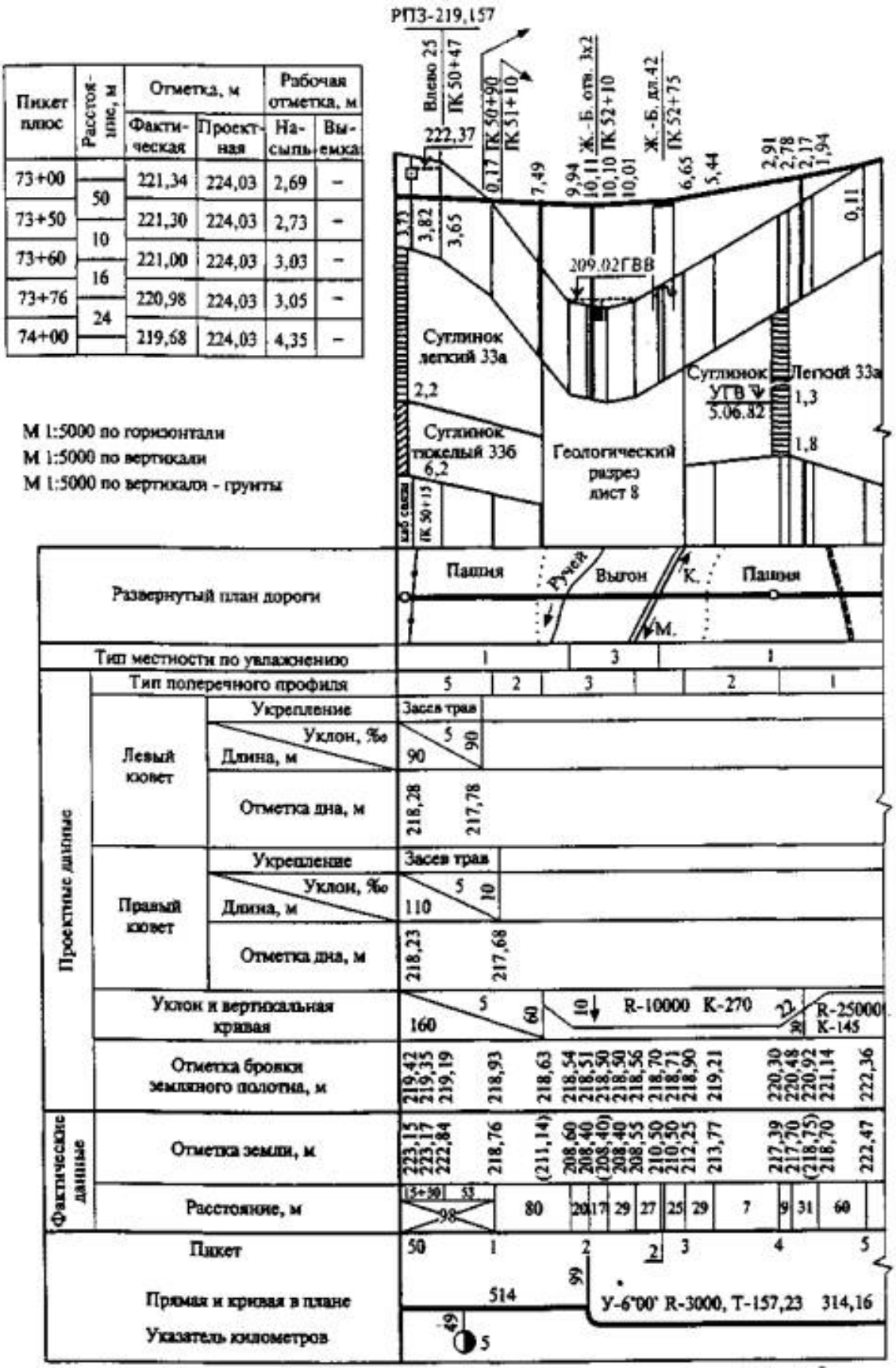
– лінії ординат від точок переломів проектної лінії;

– робочі позначки виїмок;

– позначення штучних споруд та найменування існуючих штучних споруд;

– підземні інженерні мережі.

Під поздовжнім профілем поміщають таблицю (сітку) запроектованої автомобільної дороги (рис. 2). При великій кількості плюсових точок на окремих пікетах на аркуші, де поміщений поздовжній профіль, поміщають таблицю винесення відміток і відстаней.



Пикет плюс	Расстояние, м	Отметка, м		Рабочая отметка, м	
		Фактическая	Проектная	Насыпь	Выемка
73+00		221,34	224,03	2,69	–
	50				
73+50		221,30	224,03	2,73	–
	10				
73+60		221,00	224,03	3,03	–
	16				
73+76		220,98	224,03	3,05	–
	24				
74+00		219,68	224,03	4,35	–

Рис. 2. Приклад поздовжнього 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, крім того, - контур існуючого земляного полотна);

– вісь проектованої автомобільної дороги (при реконструкції, крім того, - існуючої, дороги за необхідності);

– інженерні мережі та їх найменування;

– підошви шарів ґрунту, розвідувальні геологічні виробки, вологість і консистенцію шарів ґрунту, позначки рівня ґрунтових вод з датою виміру (при необхідності);

– 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 грунту відповідно до класифікації грунту 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 (умовно);

– контур проектованого земляного полотна із зазначенням крутості укосів (при реконструкції, крім того, - контур існуючого земляного полотна);

– укріплення узбіч і укосів (схематично);

– 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.

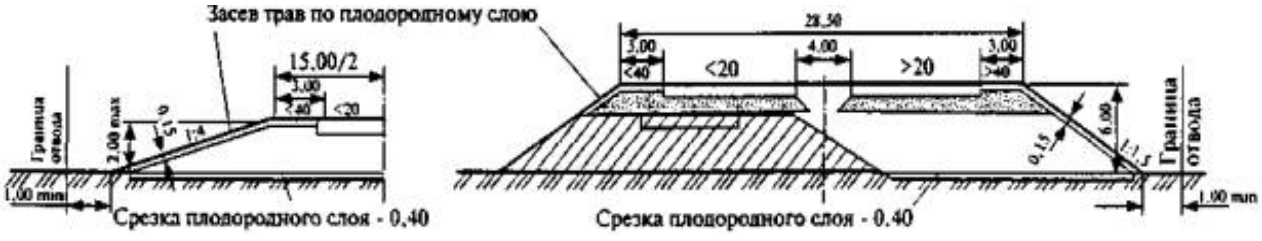


Рис. 4. Приклад типового поперечного профілю конструкції земляного полотна

На детальному зображенні конструкції дорожнього одягу наносять і вказують:

– матеріал і товщину шарів, що входять до її складу, а також дренажні пристрої (матеріал шарів, що входять до складу дорожнього одягу, вказують умовним графічним позначенням);

– позначення дорожніх одягів, що розрізняються матеріалами шарів або іншими характеристиками (до позначень включають слово «Тип» і порядковий номер арабськими цифрами, наприклад «Тип 1», «Тип 2» і т.д .);

– межі ділянок автомобільної дороги, на яких застосовується конструкція дорожнього одягу (тип дорожнього одягу).

На поздовжньому профілі водовідвідних і нагірних канав автомобільних шляхів, наносять та вказують:

– лінію фактичної поверхні землі по осі канав, лінії ординат від точок перелому цієї лінії;

– проектну лінію дна канави, лінії ординат від точок перелому цієї лінії; водопропускні споруди з відмітками вхідних лотків;

– дамби;

– інженерні мережі, місця випусків канав, робочі позначки канав.

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 3273,76 м, необхідно прокласти повздовжню вісь траси на місцевості таким чином, щоб виконувались наступні умови:

− вісь траси повинна проходити за найкоротшим напрямком між точками початку й кінця траси (найближче до повітряної лінії) з урахуванням умов рельєфу та раціонального використання земель с/г призначення;

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

− радіуси кривих для доріг ІІ-ї категорії слід вибирати R≥2000 м (при радіусах до 2000 м необхідно влаштовувати перехідні криві, а при радіусах до 1000 м − віражі та перехідні криві з розширенням проїзної частини).

Після врахування основних принципів проектування намічаємо два варіанти прокладання траси, початок яких буде в т. 15 з південного боку та кінець траси – т. 15 з північного, та розраховуємо відомості обчислення кутів поворотів, прямих, і кривих ділянок траси.

Варіант №1 обходить зліва ур. Зибуни, що знаходиться по напрямку повітряної лінії, має довжину 3541,41 м та два кути повороту:

– ПК16+32,00 правий кут α1 = 37°00′ з радіусом 2000 м

– ПК27+66,63 правий кут α1 = 11°00′ з радіусом 2000 м

Варіант №2 обходить зправа ур. Зибуни, що знаходиться по напрямку повітряної лінії, має довжину 3467,99 м та два куту повороту:

– ПК8+80,00 лівий кут α1 = 27°00′ з радіусом 2000 м;

– ПК23+45,16 лівий кут α2 = 29°00′ з радіусом 2000 м;

Порівняння конкуруючих варіантів траси виконуємо за техніко-експлуатаційними показниками:

− коефіцієнт подовження траси:

$$k_п = L_п / L_{пов},$$

де $L_п$ – 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 середнім радіусом повороту

$$R_{ср} = \Sigma R / n,$$

− пологість траси визначають значенням прийнятих під час проектування максимальних поздовжніх похилів i_{max} та 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, улоговин і річок.

Техніко-експлуатаційні показники варіантів траси

№	Показник	Варіант			
		1	2	1	2
1	Довжина траси L, м	3541	3467	-	+
2	Коефіцієнт подовження траси k_n	1,08	1,06	-	+
3	Число кутів повороту n, шт.	2	2	=	=
4	Середній кут повороту $\alpha_{сер}$	29,5	28	-	+
5	Загальна сума кутів повороту $\sum\alpha$	59	56	-	+
6	Мінімальний радіус повороту, R_{min}	2000	2000	=	=
7	Середній радіус повороту, $R_{сер}$	2000	2000	=	=
8	Кількість штучних споруд:				
	Малих мостів	-	-	=	=
	Труб	5	5	=	=
9	Протяжність ділянок дороги через, м:				
	– ліс	-	-	=	=
	– болото	-	-	=	=
	– луки			=	=
	– чагарники	-	-	=	=
10	Кількість перетинів з дорогами, шт				
11	Максимальний поздовжній ухил, ‰	28	33	+	-
	Всього:			1	4

Згідно проведених розрахунків для подальшого розроблення приймаємо варіант №2, який має більше переваг.

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 брівок 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 автомобільних доріг оформляють за вимогами ДСТУ Б А.2.4-29:2008 «Автомобільні дороги. Робочі креслення» у різних масштабах: по горизонталі – М 1:5000; по вертикалі – М 1:500; ґрунти 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.

Для першого типу місцевості

$$h_p = h_{до} - c * i_o$$

де h_p - рекомендована робоча відмітка, с- ширина обочини, i_o – похил обочини, $h_{до}$ – товщина дорожнього одягу

h_p = 0,32 – 3,75* 0,04 = 0,47 м

По умовах рівня снігового покриву.

$h_p = H_{сн} - H_{бр}$

де $H_{сн}$ – товщина снігового покриву, $H_{бр}$ – мінімальне підвищення бровки насипу над рівнем снігового покриву

h_p = 0,16+0,7=0,86 м

Порівнюємо рекомендовані робочі відмітки і приймаємо для I типу місцевості h_p = 0,86м

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: виїмка, 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

Згідно ДБН В.2.3-4:2015 для автомобільних доріг ІІ категорії ширина земляного полотна поверху складає 15,0 м.

Проїзна 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. Проїзна частина складається з двох смуг руху по 3,75 м і дорівнює 7,50 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 3,50 м з укріпленням по 0,75 м.

Поперечні похили проїзної частини для асфальтобетонних покриттів приймаються величиною 25‰; на узбіччях, укріплених щебнем, гравієм і шлаком – 40-60‰, засівом травою – 50-60‰.

Земляне полотно споруджують без розривів за виключенням 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, окрім випадків будівництва на спланованих територіях, слід зводити з випередженням подальших робіт, величина якого повинна визначатися проектом організації будівництва, забезпечувати безперервне та рівномірне улаштування дорожніх основ і покриттів.

Земляне полотно має бути влаштовано по висоті до проектної позначки, поверхня його спланована, укоси мати відповідне укріплення, а також має бути забезпечена надійна робота водовідвідних споруд.

Під час проведення робіт забезпечують тимчасове водовідведення, запобігаючи збиранню води та перезволоженню земляного полотна. Насип улаштовують шарами (товщиною 0,2-0,4 м залежно від типу й маси 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 (зазвичай приймають 0,25-0,4 м), необхідно зібрати з поверхні, що буде зайнята земляним полотном, резервами й іншими елементами та спорудами, та укласти у вали вздовж межі смуги відведення дороги або штабелі у спеціально відведених для цього місцях.

1.4.4 Дорожній одяг

Необхідно запроектувати дорожній одяг для дороги II категорії у дорожньо-кліматичній зоні У- IV.

1. Розрахункова перспективна інтенсивність руху 4000 авт./добу
2. Середній склад транспортного потоку:

Марка транспортного засобу	в трансп. од., авт./доб.	відсоток
Легкові	1120	28%
ГАЗ-2410	800	20%
ЗИЛ-130	600	15%
МАЗ	400	10%
КамАЗ-5320	600	15%
ЛАЗ	320	8%
Автобус Икарус-255	80	2%
КРАЗ	80	2%
Всього	4000	100%

3. Щорічний ріст інтенсивності руху – 6 %
4. Глибина залягання ґрунтових вод – 5,2м
5. Вид ґрунту земляного полотна – супісок.
6. Тип місцевості за умовами зволоження – I
7. Дорожньо-кліматична зона – У-III
8. Потрібний рівень надійності: капітальний $К_н = 0,95$; $К_м = 1,0$
9. Розрахунковий автомобіль (номінальне статистичне навантаження на одну вісь) група А = 115 кН
10. Тип покриття: удосконалений

Розрахунок інтенсивності руху та необхідного модуля пружності

1. За першим етапом виконується розрахунок на найближчі 20 років

N_{20} = 4000*0,72 = 2880 авт./добу

2. Сумарна інтенсивність руху на кінець розрахункового періоду

$N_{сум} = \frac{N_{20}}{m_{20}} m_{15} = \frac{2880}{3,21} * 2,4 = 2153$ авт./добу

3. Розрахункова інтенсивність руху на 1 смугу

$N_{розр} = N_{сум}*0,55$ (0,55 – на 2 смуги руху)

$N_{розр}$ =2153*0,55 = 1184 авт./добу

4. Розрахункова інтенсивність руху приведена до розрахункового авто

$N = N_{розр}(\sum n_i * S_i)$

Для групи А:

Марка транспортного засобу	Si
Легкові	0,08
ГАЗ-2410	0,20
ЗИЛ-130	1,06
МАЗ	0,27
КамАЗ-5320	0,40
ЛАЗ	0,91
Автобус Икарус-255	2,34
КРАЗ	
Всього	

N=1184*(0,2*0,08+0,15*0,2+0,1*1,06+0,15*0,27+

+ 0,08*0,4+0,02*0,9+0,02*2,34) = 343

Потрібний модуль пружності $E_{потр}$ = 235Мпа

Мінімальний модуль пружності становить 220 МПа. Оскільки $E_{пот} > E_{тіп}$, то приймаємо для проектування дорожнього одягу $E_{пот}$=235 МПа.

Розрахунок дорожнього одягу по пружному прогину

Варіант 1

Конструкція дорожнього одягу:

– асфальтобетон дрібнозернистий тип А $h_1 = 4$ см, $E_1 = 3600$ МПа

– асфальтобетон дрібнозернистий тип А $h_2 = 6$ см, $E_2 = 2400$ МПа

– чорний щебінь способом заклинювання $h_3 = 12$ см, $E_3 = 800$ МПа

– піщано-гравійна суміш $h_4 = ?$ см, $E_4 = 180$ МПа

– ґрунт супісок $E_{гр} = 65$ МПа

1) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{235}{3600} = 0{,}065$ $\frac{h_1}{D} = \frac{4}{37} = 0{,}108$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}047;$ $E_н = 3600*0{,}047 = 169{,}2$ МПа

2) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{169{,}2}{2400} = 0{,}071$ $\frac{h_2}{D} = \frac{6}{37} = 0{,}162$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}051;$ $E_н = 2400*0{,}051 = 122{,}4$ МПа

3) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{122{,}4}{800} = 0{,}153$ $\frac{h_3}{D} = \frac{12}{37} = 0{,}324$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}089;$ $E_н = 0{,}089*800 = 71{,}2$ МПа

4) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{71{,}2}{180} = 0{,}396$ $\frac{E_н}{E_в} = \frac{65}{180} = 0{,}36$

$\frac{h_4}{D} = 0{,}13$ $h_4 = 0{,}13*37 = 4{,}8$ см

Мінімальна товщина шару піщано-гравійної суміші становить 10 см

Загальна товщина конструкції дорожнього одягу $h = 5+6+12+10 = 33$ *см*.

Варіант 2

Конструкція дорожнього одягу:

– асфальтобетон дрібнозернистий тип А $h_1 = 4$ см, $E_1 = 3600$ МПа

– асфальтобетон дрібнозернистий тип А $h_2 = 6$ см, $E_2 = 2400$ МПа

– щебенева основа способом просочення $h_3 = 10$ см, $E_3 = 500$ МПа

– основа з фракційного щебню $h_4 = 15$ см, $E_4 = 300$ МПа

– пісок $h_5 = ?$ см, $E_5 = 100$ МПа

– ґрунт супісок $E_{гр} = 65$ МПа

1) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{235}{3600} = 0{,}065$ $\frac{h_1}{D} = \frac{5}{37} = 0{,}135$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}049;$ $E_н = 3200*0{,}049 = 157$ МПа

2) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{157}{2400} = 0{,}065$ $\frac{h_2}{D} = \frac{6}{37} = 0{,}162$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}050;$ $E_н = 2400*0{,}05 = 120$ МПа

3) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{120}{500} = 0{,}24$ $\frac{h_3}{D} = \frac{10}{37} = 0{,}27$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}18\ ;$ $E_н = 0{,}18*500 = 90$ МПа

4) $\frac{E_{заг}}{E_в} = \frac{90}{300} = 0{,}3$ $\frac{h_4}{D} = \frac{15}{37} = 0{,}405$

$\frac{E_н}{E_в} = 0{,}192;$ $E_н = 0{,}192*300 = 57{,}6$ МПа

Оскільки модуль пружності четвертого шару менше ніж модуль пружності основи(57,6 МПа < 65 МПа), то п’ятий шар не потрібен

Загальна товщина конструкції дорожнього одягу $h = 5+6+10+15 = 36$ *см*.

Виходячи з товщини та технологічності улаштування конструкцій дорожнього одягу вибираємо 1 варіант.

РОЗДІЛ 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Загальні положення

У даному розділі кваліфікаційної роботи розробляються технічні рішення з проектування штучних водоперепускних споруд для автомобільної дороги загального користування ІІ категорії в Уманському районі Черкаської області.

Для забезпечення стійкості земляного полотна автомобільної дороги на схилах, в місцях перетину з річками, ярами по яких стікає вода від дощів і танення снігу, а також при перетині існуючої дороги влаштовуються різного роду штучні споруди, зокрема: підпірні стінки, труби, мости, шляхопроводи, естакади і т.д. Велику частину водопропускних споруд, що будуються на автомобільних дорогах, складають саме водоперепускні труби.

Водоперепускна труба є простою штучною спорудою, яку влаштовують для перепуску води під земляним полотном дороги при перетині періодично або постійно діючих водотоків. На сучасних автодорогах водоперепускні труби влаштовують з окремих залізобетонних ланок круглого або прямокутного перетинів одноочковими або багатоочковими діаметром від 0,75 до 2м.

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.

Труби, як правило, влаштовують у безнапірному режимі, при якому не затоплюються сільськогосподарські угіддя та зменшуються обсяги земляних робіт на рівнинній місцевості.

Проектування водоперепускної труби виконується у такій послідовності:

1) встановлюємо вихідні дані для визначення витрат води;

2) визначаємо витрати води від зливи і сніготанення,

3) встановлюємо розрахункову витратуводи;

4) підбираємо найбільш економічний отвір типової труби;

5) визначаємо мінімальну висоту насипу біля труби, довжину труби при фактичній висоті насипу.

Вихідні дані:

1. Зливовий район для Черкаської області – 6.

2. Ймовірність перевищення паводку для труби на дорозі II кат. – *ЙП*=2 %.

3. Інтенсивність зливи годинної тривалості – $a_{год}$= 0,89 мм/хв

4. Площа водозбірного басейну складає

ПК5+50 F_1=0,47 км^2

ПК20+00 F_2=0,15 км^2

5. Довжина головної улоговини

ПК5+50 $L_{л1}$=1,01 км

ПК20+00 $L_{л2}$=0,70 км

6. Середній ухил улоговини

$i_y = \frac{H_в - H_н}{l_п}$, де

$H_в$ – позначка верхньої частини улоговини,

$H_н$ – позначка нижньої частини улоговини біля траси,

ПК5+50 $i_{y1} = \frac{200 - 166,5}{1010} = 0,033 = 33\,‰$

ПК20+00 $i_{y2} = \frac{200 - 175}{700} = 0,036 = 36\,‰$

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

$i_c = \frac{H_в - H_н}{100}$

$H_в$; $H_н$ - відмітки точок, розташовані відповідно вище і нижче на 50 м від осьової точки труби

ПК5+50 $i_{c1} = \frac{165,5 - 167,5}{100} = 0,020 = 20‰$

ПК20+00 $i_{c2} = \frac{175,2 - 175,8}{100} = 0,005 = 5‰$

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

ПК5+50 $K_{t1} = 2,80$

ПК20+00 $K_{t2} = 3,78$

9. Коефіцієнт витрати стоку при чорноземних ґрунтах на поверхні водозбірного басейну – $\alpha_{1=3} = 0,68$

10. Коефіцієнт редукції (враховує неповноту стоку)

ПК5+50 $\varphi_1 = 0,68$

ПК20+00 $\varphi_2 = 0,0,90$

2.2. Розрахунок максимальної витрати води

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

$$Q_з = 16{,}7 \times a_{год} \times K_t \times F \times \alpha \times \varphi$$

де $a_{год}$ – середня інтенсивність зливи тривалістю 1 год, мм/хв (табл. 3.1 [23]), яка залежить від району (рис. 3.1 [23]) та ймовірності перевищення повені *ЙП*, % (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 Черкаської області – 6.

Ймовірність перевищення паводку для труби на дорозі II кат. – *ЙП*=2 %.

3. Інтенсивність зливи годинної тривалості – $a_{год}$= 0,89 мм/хв

4. Площа водозбірного басейну, км²

ПК5+50 F_1=0,47 км²

ПК20+00 F_2=0,15 км²

5. Довжина улоговини, км:

ПК5+50 $L_{л1}$=1,01 км

ПК20+00 $L_{л2}$=0,70 км

6. Середній ухил улоговини

ПК5+50 $$i_{y1} = \frac{200 - 166{,}5}{1010} = 0{,}033 = 33\,‰$$

ПК20+00 $$i_{y2} = \frac{200 - 175}{700} = 0{,}036 = 36\,‰$$

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

ПК5+50 $i_{c1} = \frac{165,5 - 167,5}{100} = 0,020 = 20‰$

ПК20+00 $i_{c2} = \frac{175,2 - 175,8}{100} = 0,005 = 5‰$

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

ПК5+50 $K_{t1} = 2,80$

ПК20+00 $K_{t2} = 3,78$

9. Коефіцієнт витрати стоку при чорноземних ґрунтах на поверхні водозбірного басейну – $\alpha_{1=3} = 0,68$

10. Коефіцієнт редукції (враховує неповноту стоку)

ПК5+50 $\varphi_1 = 0,68$

ПК20+00 $\varphi_2 = 0,0,90$

Максимальна витрата води від зливового стоку, $м^3/с$:

ПК5+50

$Q_{з1} = 16,7*0,89*0,47*2,80*0,65*0,68 = 8,6$

ПК20+00

$Q_{з2} = 16,7*0,89*0,15*3,78*0,65*0,90 = 5,0$

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, км^2;

$h_{розр} = h \times K_p$ – 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. [9]), 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 Ко=0,02, показник ступеня n=0,25.
2. Площа водозбірного басейну, км^2

ПК5+50 F_1=0,47 км^2

ПК20+00 F_2=0,15 км^2

3. Середній багаторічний шар стоку води від сніготанення – h =35 мм.
4. Коефіцієнт варіації шару стоку повені при площі водозбору до 50 км^2 коефіцієнт C_{vh} збільшується 1,25 раза, тобто

C_{vh} =0,8* 1,25 = 1,0

C_{sh} =2* C_{vh} =2*1,0 = 2,0

5. Модульний коефіцієнт - K_P= 3,96
6. Розрахунковий шар сумарного стоку

($h_{розр}$=h* K_p) = 35*3,96 = 138,4 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, $м^3/с$:

ПК5+50

$$Q_{m1}=\frac{0,02*138,4*0,47}{(0,47+1)^{0,25}}=1,2$$

ПК20+00

$$Q_{m2}=\frac{0,02*138,4*0,15}{(0,15+1)^{0,25}}=0,4$$

2.3. Підбір отвору водоперепускної труби

Гідравлічний розрахунок труби включає визначення:

– діаметра труби і типу зміцнення русла;

– висоти підпора води і висоти насипу над трубою;

– довжини труби.

Оскільки максимальні витрати від зливи більші, ніж витрати від сніготанення, то за розрахункові беруть витрати від зливи.

ПК5+50 $Q_{роз} = Q_з = 8{,}6$ м^3/с

ПК20+00 $Q_{роз} = Q_з = 5{,}0$ м^3/с

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

Згідно проведених розрахунків та рекомендацій приймаємо параметри водоперепускних труб:

ПК5+50

– двохочкову круглу трубу діаметром 2,0 м, з оголовком розтрубного типу та конічним вихідним кінцем.

1. Витрата води – 9,0 м^3/с

2. Глибина води перед трубою – 1,47 м

3. Швидкість води на виході із труби – 3,2 м/с

ПК20+00

– одноочкову круглу трубу діаметром 2,0 м, з оголовком розтрубного типу та конічним вихідним кінцем.

1. Витрата води – 5,0 м^3/с

2. Глибина води перед трубою – 1,55 м

3. Швидкість води на виході із труби – 3,3 м/с

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота на тему «Проект будівництва автомобільної дороги ІІ категорії в Уманському районі Черкаської області» розроблено на підставі завдання, виданого кафедрою автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель, у відповідності з вимогами діючої нормативно-технічної документації.

Кваліфікаційна робота містить 2 розділи розрахунково-пояснювальної записки обсягом 56 стор. та 5 аркушів креслень.

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

У розділі «Спеціальна частина» розраховано та підібрано штучну водоперепускну споруду – двохочкова кругла труба на ПК5+50 діаметром 2,0 м.

Основні техніко-економічні показники

Протяжність траси автомобільної дороги, м	3273,76
Протяжність повітряної лінії, м	3467,99
Коефіцієнт подовження траси	1,06
Кількість поворотів	2
Середній радіус повороту, м	2000
Середній радіус кутів повороту	28°
Кількість смуг руху	2
Ширина смуги руху,	3,75
Ширина проїзної частини,	7,5
Ширина узбіччя, м	3,75
Ширина укріпленої смуги узбіччя, м	0,75
Ширина земляного полотна, м	15,0
Кількість штучних споруд:	
– водоперепускних труб	2
– 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. І. – К.: В.ш., 1997. – 518 с.
21. Білятинський О.А. Заворицький В.Й., Старовойда В.П., Хом'як Я.В. Проектування автодоріг. Ч. ІІ. – 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., Сергеєв О.С. Штучні споруди на дорогах. – Дн-к, ПДАБА, 2004. – 364 с.
25. Ксенодохов В.И.Таблицы для клотоидного проектирования и розбивки плана и профиля автомобільних 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 технологи 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. Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог. − К.: Транспорт, 1983. − 206 с.
37. Шкуренко А.Т. Основы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1987. – 320 с.