Задание на курсовое проектирование номер 1 .

По карте м1:10000 запроектировать два врианта дороги, сравнить их по различным группам показателей и в выбранном варианте запроектировать продольный профиль. Для выполнения проекта использовать методические указания

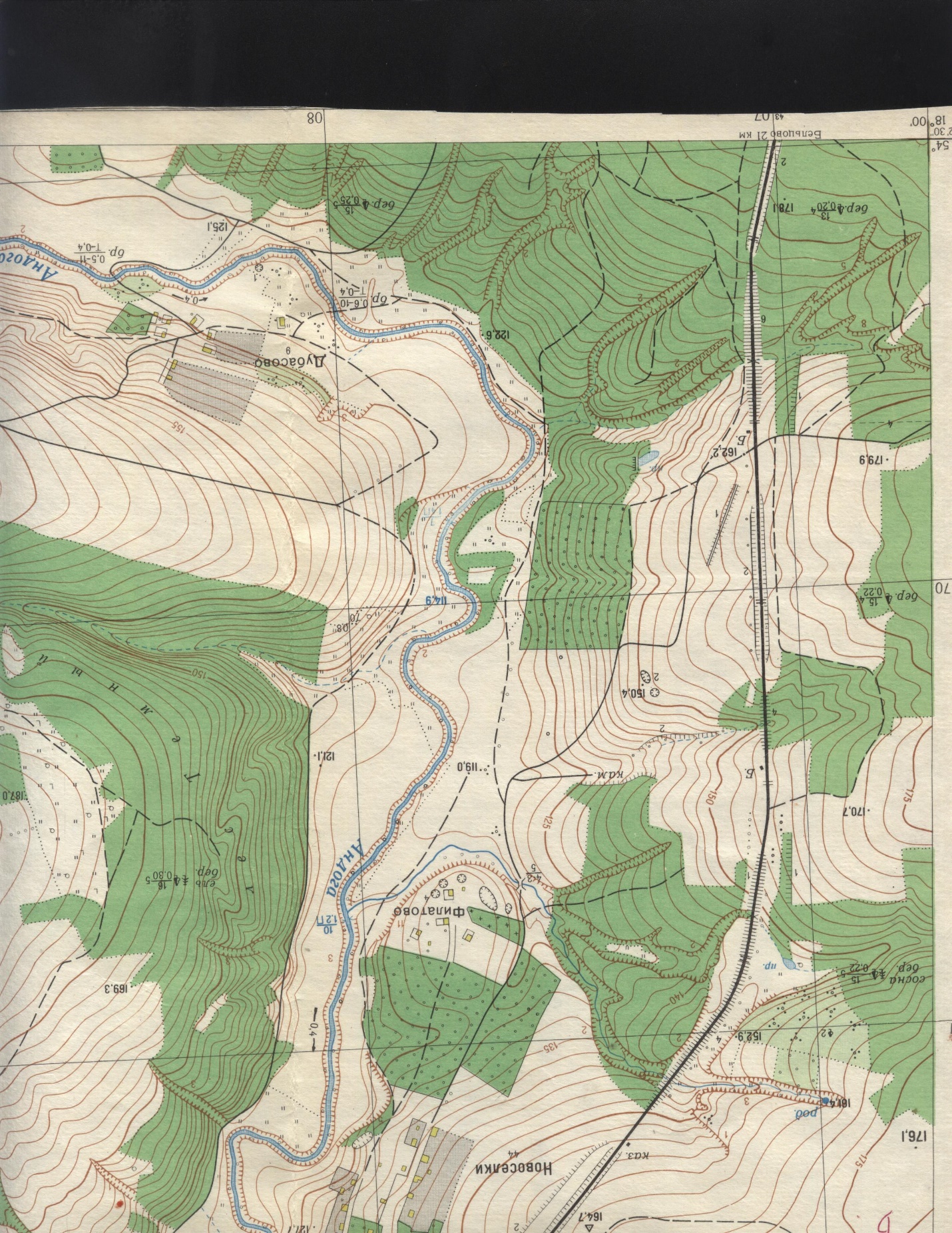
Задание на курсовое проектирование номер 2.

Получить у преподавателя задание в виде карты м1:10000. Запроектировать 2 варианта дороги, сравнить их и для выбранного варианта запроектировать продольный профиль. При выполнении проекта используйте методические указания.

**ВАРИАНТ №3   М 1:10000, Псковская обл., N= 4280 авт/сут, h= 2,5м,**

**Грунт – песок, hугв = 2,45м, hп.в.= 0,30м.**

проекта использовать методические указания



Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет имени

Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Кафедра автомобильных дорог

**Л.И. САМОЙЛОВА, Э.Ф. СЕМЕХИН,**

**Г.В. ПРОВАТОРОВА,  Е.И. ВАРЗИН,  А.В. ВИХРЕВ**

**ИНЖЕНЕРНЫЙ  ПРОЕКТ  АВТОМОБИЛЬНОЙ  ДОРОГИ**

Учебное пособие

к курсовому и дипломному проектированию

*Допущено УМО вузов РФ по образованию в области*

*железнодорожного транспорта и транспортного строительства*

*в качестве учебного пособия для бакалавров вузов, обучающихся*

*по направлению 270800 "Строительство"*

*профиль "Автомобильные дороги"*

Владимир 2013

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

С17

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор МАДИ (ГТУ)

*А.П. Лупанов*

Заведующий кафедрой автомобильных дорог

Ивановского государственного университета

кандидат технических наук, доцент

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Владимирского государственного университета

**Самойлова Л.И., Семехин Э.Ф., Проваторова Г.В., Варзин Е.И., Вихрев А.В.**

С17 Инженерный проект автомобильной дороги : учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию / Под ред. Л.И. Самойловой;  Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та 2013. – 110 с.

ISBN

Содержит необходимые сведения по организации и современной технологии проектирования автомобильных дорог. Приведен порядок работы и состав курсовых проектов по дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог».

Предназначено для очной, заочной форм обучения бакалавров по направлению 270800 "Строительство" профиль "Автомобильные дороги", специалитета направления 271502 "Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей". Может быть также использовано широким кругом для инженерно-технических работников и специалистов дорожного хозяйства, занятых изысканиями и проектированием автомобильных дорог.

Коллектив авторов: Э.Ф. Семехин - разд. 12, 13; Л.И. Самойлова - разд. 1 - 8, 10; Г.В. Проваторова - разд. 9, 11; Е.И. Варзин - разд. 10; А.В. Вихрев - разд. 14.

Табл. 65. Ил. 35. Библиогр.: 39 назв.

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

ISBN                                                   @ Владимирский государственный

университет, 2013

**ВВЕДЕНИЕ**

Автомобильные дороги - весьма капиталоемкие и в то же время одни из наиболее рентабельных инженерных сооружений.

Основными задачами инженерного проекта являются:

     обоснование оптимальных технических решений для строительства или реконструкции автомобильной дороги;

     определение объемов работ;

     разработка материалов для отвода земель под автодорогу.

Правильно запроектированная дорога обеспечивает безопасность движения как одиночных автомобилей с расчетными скоростями, так и транспортных потоков с высокими уровнями удобства даже в самые напряженные периоды работы дорог, надежность и долговечность земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений и т.д.

Технические решения по проектированию автомобильных дорог должны обеспечить рост производительности труда, экономию основных строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов, достижение высоких транспортно-эксплуатационных качеств дороги.

При оценке вариантов проектных решений предпочтение отдают не только самым экономичным инженерным решениям, но и чаше всего тем, которые обеспечивают наиболее гармоничное вписывание полотна дорог в окружающий ландшафт и оказывают наименее отрицательное воздействие на окружающую среду.

В учебное пособие включен специальный раздел, посвященный автоматизированному проектированию автомобильных дорог в программном комплексе CREDO.

Цель - помочь студентам, инженерам и техническим работникам в разработке проектов с использованием современной технологии и методов проектирования автомобильных дорог.

**1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

В настоящее время существуют следующие стадии проектирования автомобильных дорог, назначаемые в зависимости от полноты информации и требований заказчика:

1.       Обоснование инвестиций;

2.       Технико-экономическое обоснование;

3.       Инженерный проект;

4.       Рабочий проект;

5.       Проект;

6.       Рабочая документация.

Инженерный проект на автомобильную дорогу разрабатывает проектная организация по результатам инженерно-геодезических, геологических, гидрометеорологических, экономических, экологических изысканий, проведенных изыскательской партией в соответствии со СНиП 11.02-96, СНиП 11-103-97, СНиП 11-104-97, СНиП 11-105-97.

Исходными данными для разработки инженерного проекта служат:

1.  Задание на производство проектных работ;

2.  Архитектурно-планировочное задание;

3.  Карта района строительства масштаба М 1:10 000, М 1:1 000;

4.  Данные инженерных изысканий автомобильной дороги: геодезических, геологических, гидрометеорологических, экологических, экономических;

5.  Результаты поиска местных грунтовых и дорожно-строительных материалов;

6.  Согласованный акт выбора земельного участка и отвода земель под строительство автомобильной дороги;

7.  Сведения об экономическом обосновании автомобильной дороги: грузообороте, грузонапряженности и интенсивности движения;

8.  Технические условия заинтересованных организаций (ГиБДД, главный архитектор области, управления: охраны окружающей среды и природных ресурсов, теплосетей, газовых и электрических сетей, водоканал и т.д.).

Инженерный проект состоит из трех частей:

     обосновывающие материалы и сметный расчет, предназначенные для заказчика и экспертизы инженерного проекта;

     контрактные материалы для конкурса подряда в виде рабочих чертежей и ведомостей объемов работ;

     материалы для оформления отвода и рекультивации земель.

Проект автомобильной дороги составляют с соблюдением правил безопасности жизнедеятельности, а также охраны окружающей среды,  рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Проекты автомобильных дорог I - IV категорий в части безопасности движения должны согласовываться с органами ГИБДД и органами управления по делам ГО и ЧС соответствующего уровня.

**Состав курсового проекта**

По дисциплине “Изыскание и проектирование автомобильных дорог” выполняют 2 курсовых проекта: “Инженерный проект автомобильной дороги”, “Вариантное проектирование в CREDO”. Последовательность их выполнения соответствует табл. 1.

Представленные примеры чертежей, ведомостей разработаны с использованием компьютерной техники. При выполнении чертежей, ведомостей должны соблюдаться требования действующих ГОСТ СПДС.

Таблица 1

Структура проектов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела | Трудоемкость раздела, % | |
| Инженерный проект АД | Проектирование в CREDO |
| 1. | Технические нормативы автомобильной дороги | 5 | - |
| 2. | Социально-экономическая характеристика  района строительства | 5 | - |
| 3. | Природно-климатические условия района  строительства | 5 | - |
| 4. | Создание цифровой модели местности ЦММ | - | 10 |
| 5. | Проектирование плана автомобильной дороги | 5 | 5 |
| 6. | Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых | 5 | 5 |
| 7. | Проектирование продольного профиля  автомобильной дороги | 15 | 10 |
| 8. | Ведомость искусственных сооружений | 3 | 5 |
| 9. | Ведомость пересечений и примыканий | 2 | - |
| 10. | Проектирование поперечных профилей  автомобильной дороги | 5 | 5 |
| 11. | Ведомость привязки поперечных профилей | 3 | - |
| 12. | Ведомость устройства виражей и уширения | 2 | - |
| 13. | Попикетная ведомость объемов земляных работ | 10 | 5 |
| 14. | Покилометровая ведомость объемов земляных  работ | 5 | - |
| 15. | Ведомость планировки и укрепления кюветов | 5 | 5 |
| 16. | Ведомость планировки и укрепления откосов  земляного полотна | 5 | 5 |
| 17. | Ведомость укрепления обочин земляного полотна | 5 | 5 |
| 18. | Ведомость использования почвенно-растительного слоя | 5 | - |
| 19. | Ведомость дорожной одежды | - | 5 |
| 20. | Отвод земель | 5 | 5 |
| 21. | Ведомость занимаемых земель | 5 | - |
| 22. | Детализация рабочих чертежей | - | 5 |
| 23. | Технико-экономическое сравнение вариантов АД | - | 10 |
| 24. | Обустройство автомобильной дороги |  | 5 |
| 25. | Ведомость дорожных знаков, разметки,  ограждений | - | 5 |
| 26. | Сводная ведомость объемов основных работ | - | 5 |

Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку на 25 - 35 с. и графическую часть в объеме 6 – 8 листов формата А1 – А4, выполненных в программном комплексе AutoCAD. Перечень чертежей для курсового проекта “Инженерный проект автомобильной дороги”: план автомобильной дороги, продольный и поперечные профили, график занимаемых земель; для курсового проекта “Вариантное проектирование в CREDO” дополнительно эпюры ТЭО развития дороги и экологические.

Оформление расчетно-пояснительной записки в электронном варианте Microsoft Word должно соответствовать следующим требованиям:

1.       лист формата А4 (210 х 297 мм);

2.       поля по 20 мм;

3.       шрифт Times New Roman;

4.       размер основного шрифта 14, в таблицах и рисунках – 12;

5.       межстрочный интервал одинарный;

6.       выравнивание по ширине;

7.       абзац 10 мм;

8.       десятичный разделитель запятая (0,52).

Оформление графической части в программном комплексе AutoCAD  (\*.dwg) должно соответствовать следующим требованиям:

1.   лист формата А1 (841х594) – продольный профиль, А3 (420х297) – план трассы, экологические эпюры; А4 (297х210) – поперечные профили, график занимаемых земель, эпюры природоохранных мероприятий.

2.   формат текста Standart;

3.   размер шрифта 2,5;

4.  Коэффициент сжатия 1,0.

**2. ТЕХНИЧЕСКИЕ  НОРМАТИВЫ  АВТОМОБИЛЬНОЙ**

**ДОРОГИ**

Основным нормативным документом на проектирование автомобильных дорог являются строительные нормы и правила Российской Федерации СНиП 2.05.02-85\* Автомобильные дороги.

Автомобильные дороги подразделяют на пять категорий в зависимости от интенсивности движения согласно СНиП 2.05.02-85\* (табл. 2).

Таблица 2

Категории автомобильных дорог

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  дорог | Расчетная  интенсивность  движения,  приведенная  к легковому  автомобилю,  прив.ед./сутки | Функциональное  назначение в сети дорог | | |
| IА  автомагистрали | Св. 14 000 | Федеральные | - | - |
| IБ  скоростные  магистральные | Св. 14 000 |
| IВ, II  обычные | Св. 6 000 | Региональные  или  межмуниципальные |
| III | Св.2 000 до 6 000 | Местные |
| IV | Св.200 до 2 000 | - |
| V | До 200 | - |

Перспективный период при назначении категории дороги, проектировании элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают равным 20 годам.

Автомобильные дороги по условиям движения и доступа на них транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398-2005 разделяют на три класса (табл. 3): автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа (не скоростная).

Таблица 3

Классы автомобильных дорог

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс  дороги | Категория  дороги | Количество  полос движения | Ширина полосы,  м | Разделительная  полоса | Пересечения с автодорогами | Пересечения с железными дорогами | Доступ  с примыкания в одном уровне |
| Автомагистраль | IA | 4 и более | 3,75 | Обязательна | В разных уровнях | | Не допускается |
| Скоростная дорога | IБ | 4 и более | 3,75 | Допускается без пересечения прямого направления |
| Дорога обычного  типа (не скоростная) | IB | 4 и более\* | 3,75 | Обязательна | Допускаются пересечения в одном уровне со светофорным регулированием | В разных уровнях |
| II | 4 | 3,5 | Допускается отсутствие\*\* | Допускается |
|  | 2 или 3\*\*\* | 3,75 | Не требуется | Допускаются пересечения в одном уровне\*\*\*\* |
| III | 2 | 3,5 |  |
| IV | 2 | 3,0 | Допускаются пересечения в одном уровне |
| V | 1 | 4,5 и более |

Примечания:

\* Более 6 полос допускается только на существующих автомобильных дорогах.

\*\* На дороге II категории наличие разделительной полосы определяется проектом организации дорожного движения.

\*\*\* 3 полосы движения только для существующих автомобильных дорог.

\*\*\*\* Пересечение 4-х полосной дороги II категории с аналогичной осуществляется в разных уровнях. Другие варианты пересечения дорог II категории с дорогами категорий II и III могут осуществляться как в разных уровнях, так и в одном (при условии светофорного регулирования, "отнесенных" левых поворотов или пересечения кольцевого типа).

Расчетные скорости движения автомобиля для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают по ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\* (табл. 4). Под расчетной понимают наибольшую возможную скорость движения одиночного автомобиля по условиям устойчивости и безопасности при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобиля с поверхностью проезжей части.

Таблица 4

Расчетные скорости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория  дороги | Расчетные скорости, км/ч | | |
| основные | допускаемые на трудных участках местности | |
| пересеченной | горной |
| IА | 140 | 120 | 80 |
| IБ | 120 | 100 | 60 |
| IВ | 100 | 80 | 60 |
| II | 120 | 100 | 60 |
| III | 100 | 80 | 50 |
| IV | 80 | 60 | 40 |
| V | 60 | 40 | 30 |

Предельно допустимые нормы элементов плана и продольного профиля дороги принимают по ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\* (табл. 5), исходя из расчетной скорости движения.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории принимают по ГОСТ Р 52399-2005 (табл. 6).

Таблица 5

Допустимые параметры плана и продольного профиля дороги

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная скорость км/ч | Наибольшие  продольные  уклоны, ‰ | Наименьшие  расстояния  видимости, м | | Наименьшие радиусы кривых, м | | |  |
| в плане | в продольном  профиле | |  |
| выпуклых | вогнутых |  |
| для  остановки | встречного автомобиля |  |
| 140 | 30 | 300 | 700 | 1 000 | 20 000 | 8 000 |  |
| 120 | 40 | 225 | 600 | 800 | 15 000 | 5 000 |  |
| 100 | 50 | 175 | 500 | 600 | 10 000 | 3 000 |  |
| 80 | 60 | 125 | 450 | 300 | 5 000 | 2 000 |  |
| 60 | 70 | 85 | 170 | 150 | 4 000 | 1 500 |  |
| 50 | 80 | 75 | 130 | 100 | 2 500 | 1 000 |  |
| 40 | 90 | 55 | 110 | 60 | 1 000 | 500 |  |
| 30 | 100 | 40 | 90 | 30 | 600 | 250 |  |

Примечание. Наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части.

Таблица 6

Параметры поперечного профиля автодорог

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  элементов дорог | Категории дорог | | | | | | |
| IА, IБ | IВ | II | | III | IV | V |
| Число полос движения, шт. | 4; 6; 8 | 4; 6; 8 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Ширина полосы движения, м | 3,75 | 3,75 | 3,5 | 3,75 | 3,5 | 3 | 4,5 |
| Ширина проезжей части, м | 2х7,5;  2х11,25;  2х15 | 2х7,5;  2х11,25;  2х15 | 7 | 7,5 | 7 | 6 | 4,5 |
| Ширина обочины, м | 3,75 | 3,75 | 3 | 3 | 2,5 | 2 | 1,75 |
| Ширина краевой полосы  у обочины, м | 0,75 | 0,75 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | - |
| Ширина укрепленной части  обочины, м | 2,5 | 2,5 | 2 | 2 | 1,5 | 1 | - |
| Наименьшая ширина разделительной полосы без дорожных ограждений, м | 6 | 5 | 5 | - | - | - | - |
| Наименьшая ширина разделительной полосы с ограждением, м | 2 + *b*огр\* | 2 + *b*огр\* |  | - | - | - | - |
| Ширина краевой полосы безопасности у разделительной полосы, м | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Ширина земляного полотна, м | 28,5; 36; 43,5 | 27,5; 35; 42,5 | 18 | 13,5 | 12 | 10 | 8 |

Примечания: \* *b*огр - ширина ограждения.

1.   Ширина полосы безопасности входит в ширину разделительной полосы, а ширина краевой полосы - в обочину.

2.   Ограждения на обочинах дорог располагают на расстоянии не менее 0,50 м и не более 0,85 м от бровки земляного полотна в зависимости от жесткости конструкции дорожных ограждений.

Число полос движения на дорогах I категории устанавливают в зависимости от интенсивности движения и рельефа местности по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 7).

Таблица 7

Число полос движения на дорогах I категории

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рельеф местности | Интенсивность  движения, прив. ед./сут | Число  полос движения |
| Равнинный и пересеченный | Св. 14 000 до 40 000 | 4 |
| "    40 000  "  80 000 | 6 |
| "    80 000 | 8 |
| Горный | Св. 14 000 до 34 000 | 4 |
| "    34 000   " 70 000 | 6 |
|  | "    70 000 | 8 |

**Резюме**

Назначить технические нормативы для проектируемой автомобильной дороги в соответствии с расчетной интенсивностью движения по ГОСТ Р 52398-2005 и СНиП 2.05.02-85\* и занести в табл. 8.

**Пример 1**

Автомобильная дорога федерального значения в соответствии с расчетной интенсивностью движения 8 000 прив.ед./сут назначена II технической категории. Технические нормативы проектируемой автомобильной дороги приняты согласно ГОСТ Р 52399-2005, СНиП 2.05.02-85\* и приведены в табл. 8.

Таблица  8

Технические нормативы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  показателей | Ед. изм. | К-во |
| 1. | Техническая категория | - | II |
| 2. | Расчетная интенсивность движения | прив.ед./сут | 8 000 |
| 3. | Расчетная скорость движения | км/ч | 100 |
| 4. | Число полос движения | - | 2 |
| 5. | Ширина полосы движения | м | 3,75 |
| 6. | Ширина проезжей части | м | 7,5 |
| 7. | Ширина земляного полотна | м | 13,5 |
| 8. | Ширина обочины | м | 3,0 |
| 9. | Ширина краевой полосы у обочины | м | 0,5 |
| 10. | Ширина укрепленной части обочины | м | 2,0 |
| 11. | Наибольший продольный уклон | ‰ | 50 |
| 12. | Поперечные уклоны: - проезжей части   - обочин, земляного полотна | ‰ | 20  40 |
| 13. | Наименьший радиус кривых:   в плане  в продольном профиле: выпуклых  вогнутых | м  м  м | 600  10 000  3 000 |
| 14. | Наименьшие расстояния видимости:  - для остановки  - встречного автомобиля | м  м | 175  500 |

Примечание. Приведены данные для пересеченной местности

Автомобильная дорога по условиям движения и доступа на нее транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398-2005 отнесена к классу обычного типа (не скоростная).

Согласно ГОСТ Р 52398-2005 допускаются пересечения и примыкания автомобильной дороги федерального значения II технической категории с другими автомобильными дорогами в одном уровне со светофорным регулированием, а пересечения с дорогами II и III категорий могут осуществляться как в разных уровнях, так и в одном. Пересечения с железными дорогами осуществляют только в разных уровнях.

**3. СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ**

**ХАРАКТЕРИСТИКА  РАЙОНА  СТРОИТЕЛЬСТВА**

Описание социально-экономической характеристики района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в интернете или по справочной энциклопедии.

В разделе анализируют динамику и осуществляют прогноз основных показателей социально-экономического развития региона, в котором намечена реализация проекта: валовой региональный продукт, численность населения, объемы пассажирских и грузовых перевозок (пассажиро- и грузооборот), объемы инвестиций, объемы жилищного строительства, характеристика существующего парка автомобилей.

В раздел включают описание существующих планов перспективного развития транспортных магистралей областей, районов, городов и пригородных зон.

**Пример 2**

Петушинский район - один из шестнадцати районов, составляющих Владимирскую область, ее западный форпост, вплотную примыкающий к Московской области. Петушинский район Владимирской области расположен на полпути между двумя русскими столицами: современной - Москвой, и древней - Владимиром. Дата рождения Петушинского района - 12 июля 1929 года в составе Орехово-Зуевского округа Московской области. В связи с воссозданием Владимирской области 14 августа 1944 года Петушинский район был передан в ее состав.

Население Петушинского района составляет 75 тыс. жителей, площадь территории - 1692 км2. Это - сельский район, в котором большую часть занимают леса, и в то же время - промышленно развитый, обладающий уникальными предприятиями. По объему промышленного производства Петушинский район занимает пятое место среди всех городов и районов Владимирской области.

 Через Петушинский район Владимирской области проходят оживленные транспортные артерии, соединяющие столицу России с восточными регионами нашего обширного государства. Не тронутые леса, составляющие Крутовский заповедник, с их прекрасными, богатыми рыбой озерами, сохранили уникальный животный и растительный мир российской средней полосы.

На этих землях, обильных озерами, реками и лесами, люди селились с давних пор, еще в доисторические времена. Об этом свидетельствуют стоянки эпохи неолита и более поздние, древние славянские могильники, обнаруженные археологами на берегах реки Клязьмы, а также р. Киржач и других ее притоков.

В Петушинском районе 24 промышленных предприятия 7 основных отраслей народного хозяйства - электроэнергетики, химической, металлообработки, деревообработки, производства стройматериалов, легкой и пищевой. На территории Петушинского района 35 памятников археологии, 97 - градостроительства и архитектуры, 32 памятника истории.

Во Владимирской области в большом количестве имеются залежи известняков, кирпичных, огнеупорных и белых глин, фосфоритов, мергелей, кварцевых песков, много гипса, гравия, бутового камня. Наличие указанных ископаемых позволяет широко развернуть производство строительных материалов: кирпича, цемента, извести, алебастра, облицовочных плит, керамических и других изделий.

**4. ПРИРОДНО - КЛИМАТИЧЕСКИЕ  УСЛОВИЯ**

**РАЙОНА  СТРОИТЕЛЬСТВА**

Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Российской Федерации на дорожно-климатические зоны в соответствии с СНиП 2.05.02-85\* табл. 9 и рис. 1.

Таблица 9

Дорожно-климатические зоны

|  |  |
| --- | --- |
| Дорожно- клима- тические зоны | Примерные географические границы  и краткая характеристика дорожно-климатических зон |
| I | Севернее  линии  Нивский-Новый Бор-Сыня-Белоярский-Ларьяк-Ярцево-Канск- Выезжий Лог-Сарыч-Сеп-Новоселово-Артыбаш-Иню-госграница-Биробиджан- Болонь-Многовершиный. Включает зоны тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов |
| II | От границы I зоны до линии Львов-Житомир-Тула-Н.Новгород-Ижевск-Томск-Канск до госграницы. Включает зону лесов с избыточным увлажнением грунтов |
| III | От границы II зоны до линии Кишинев-Кировоград-Белгород-Самара-Магнитогорск- Омск-Бийск-Туран. Включает лесостепную зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы |
| IV | От границы III зоны до линии Джульфа-Степанакерт-Кизляр-Волгоград, далее южнее на 200 км линии Уральск-Актюбинск-Караганда. Включает степную зону с недостаточным увлажнением грунтов |
| V | К юго-западу и югу от границы IV зоны. Включает пустынную и пустынно-степную зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов |

Примечание. Кубань и западную часть Северного Кавказа относят к III дорожно-климатической зоне.

Рис. 1. Дорожно-климатические зоны России

Метрологические данные, характеризующие климат района, приводят по многолетним наблюдениям из СНиП 23.01.99\*.

По условиям увлажнения верхней толщи грунтов согласно СНиП 2.05.02-85\* различают три типа местности:

1-й - сухие участки;

2-й - сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

3-й - мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

Глубину промерзания суглинистых грунтов определяют по карте приложения рис. П1. Среднюю высоту снежного покрова, а также дату образования и разрушения устойчивого снежного покрова находят по СНиП 2.01.01-82 или приложению табл. П1 и рис. П2.

 Данные для построения «Розы» ветров - повторяемость направлений ветра в %, приведены в СНиП 23.01.99\* для января и июля.

Описание рельефа, растительности и животного мира района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в интернете. Грунты по трассе, уровень грунтовых и поверхностных вод принимают по заданию.

**Резюме**

Указать в какой дорожно-климатической зоне расположена проектируемая автомобильная дорога и тип местности по условию увлажнения. Дать общую климатическую характеристику района строительства: температуру воздуха, глубину промерзания грунтов, высоту снежного покрова, дату образования и разрушения снежного покрова, повторяемость направлений и скорость ветра и т. д. Данные представляют в таблицах.

Рельеф: категория сложности рельефа; гидрографическая сеть, наличие озер и болот; условия формирования и регулирования поверхностного стока.

Растительность и животный мир: наличие особо охраняемых природных территорий, парков и земель, занятых ценными угодьями (сады, пашни), категория лесов, виды животных и растений, занесенных в Красную книгу России. Характеристика растительного покрова.

Инженерно-геологические условия: глубина залегания и характеристика грунтов, наличие оползней, карстовых грунтов, устойчивость склонов, глубина залегания грунтовых вод. Типы почв, мощность плодородного слоя. Сведения об эрозии почв.

**Пример 3**

Климат, дорожно-климатическая зона

Район строительства – Владимирская область относится ко II дорожно-климатической зоне. Климат Владимирской области в основном умеренно-континентальный с тёплым летом и умеренно холодной зимой. Поверхностный сток не везде обеспечен, согласно СНиП 2.05.02-85\* основной тип местности по условию увлажнения - 2.

Метрологические данные, характеризующие климат района, приводятся по средним значениям многолетних наблюдений ближайшей метеостанции, расположенной в г. Владимир (СНиП 23.01.99\*).

Массы морского полярного воздуха, приходящие с наиболее частыми западными ветрами, обычно достигают Владимирской области уже преобразованными в континентальные массы.

Годовые изменения среднемесячной температуры наружного воздуха по месяцам приведены в табл. 10.

Таблица 10

Среднемесячная  температура воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| T, °C | -11,4 | -10,6 | -5,1 | 3,8 | 11,6 | 15,8 | 18,1 | 16,2 | 10,4 | 3,4 | -3,1 | -8,8 |

Средняя годовая температура на севере области + 3,3 оС, на юге + 3,8 оС. Самый холодный месяц - январь, со среднесуточной температурой воздуха – 11 оС и абсолютным минимумом – 41 оС. Самый теплый месяц – июль, со среднесуточной температурой воздуха +18,2оС и абсолютным максимумом + 38 оС. Продолжительность  периода со среднесуточной температурой воздуха менее 0 оС составляет 156 суток. В мае наблюдаются заморозки, приносящие вред посевам.

Годовое количество осадков составляет от 500 до 550 мм в год, из них наибольшее количество приходится на июль – 68 мм, наименьшее – 35 мм на апрель. В вегетационный период с мая по сентябрь выпадает 300 мм осадков, что вполне достаточно для роста культурных растений. Распределены осадки не равномерно: мало выпадает их в весенние месяцы, когда потребность в них наибольшая.

Глубина сезонного промерзания суглинистых грунтов для Владимирской области составляет 146 см. По данным метеонаблюдений дата образования снежного покрова - 24 ноября, дата схода снежного покрова - 6 апреля, окончательно снежный покров сходит в середине апреля.

Наибольшая высота снежного покрова с повторяемостью 20 лет (р = 5 %) приходится на конец февраля и составляет 76 см, средняя высота снежного покрова – 44 см. Один раз в 20 лет наименьшая высота снежного покрова может менее 23 см. Метели наблюдаются ежегодно с ноября по март. Среднегодовое количество дней с метелью – 24, наибольшее – 31.

Наибольшая облачность бывает в ноябре и декабре, наименьшая в мае. Среднегодовое количество дней с туманами – 27, наибольшее – 33. Влажность воздуха имеет отчетливо выраженный годовой ход, сходный с изменением температуры. Относительная влажность в границах изучаемого района колеблется в пределах 54 – 85 %, наибольшее ее значение приходится на зиму.

Преобладающими ветрами в области в течение года являются юго-западные, реже дуют восточные. Средняя скорость ветра составляет 3,2 м/с. Наибольшее число дней с сильным ветром и скоростью более 15 м/с наблюдается в марте, ветер со скоростью более 20 м/с характерен для марта и апреля. Данные для построения «розы» ветров приведены в табл. 11.

Таблица 11

Данные для «розы» ветров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Повторяемость направлений ветра, % | | | | | | | |
| С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
| Июль | 13 | 8 | 4 | 12 | 21 | 23 | 7 | 12 |
| Январь | 17 | 13 | 8 | 6 | 9 | 14 | 14 | 19 |

Рельеф

Владимирская область расположена в центральной части Русской равнины в понижении между Среднерусской и Приволжской возвышенностями.

Поверхность Владимирской области - слабохолмистая равнина. На северо-западе - Смоленско-Московская возвышенность, в междуречье Нерли и Киржача - Владимирское ополье высотой до 236 м над уровнем моря, на юге - Мещерская низменность.

Главными реками Владимирской области являются Ока, проходящая по юго-восточной границе области, и левый приток Оки - Клязьма, пересекающая область с запада на восток. Реки носят равнинный характер. Они имеют медленное течение, широкие долины и сильно извилистые русла.

Питание осуществляется за счёт таяния снега весной, летних осадков и грунтовых вод. С декабря по март реки покрываются льдом. Весной на них наблюдаются сильные половодья, во время которых заливаются обширные пространства долины-поймы, являющиеся сенокосными и пастбищными угодьями области. Наиболее крупными притоками Клязьмы в предела области являются Киржач, Пекша, Колокша, Нерль, Уводь, Лух, Судогда, Нерехта, Тара, Суворощь.

Растительность и животный мир

Владимирская область расположена в зоне смешанных лесов. Лес занимает 42 %  площади области. Часть земель распахана под сельскохозяйственные угодья. Преобладающей породой является сосна, образующая чистые насаждения на песчаных почвах юго-запада и северо-востока области. Ель встречается в сырых низких местах, чаще вместе с сосной или лиственными породами - березой и осиной. Из лиственных пород встречается дуб, растущий по долинам крупных рек.

Животный мир Владимирской области разнообразен. На территории её встречается до 40 видов млекопитающих. Из пушных животных наиболее многочисленными являются белка, лисица, заяц беляк, заяц русак; реже встречаются куница, норка, барсук, горностай, хорь, выдра, ласка. В лесах, главным образом на юге области, есть лоси и медведи. Кроме того, водятся волки и 7 видов грызунов. Обитает около 230 видов птиц.

Инженерно-геологические условия

Владимирская область входит в зону подзолистых почв. Все эти почвы бедны перегноем, наиболее бедны перегноем песчаные почвы. Среднее содержание перегноя в этих почвах около 6 - 8 %. По долинам рек вытянуты полосы плодородных аллювиальных почв.

В геологическом строении основания автомобильной дороги принимают участие техногенные, аллювиальные и водно-ледниковые образования. По трассе автомобильной дороги развиты дерново-подзолистые почвы песчаного состава мощностью 0,15 - 0,25 м.

Грунты на всем протяжении участка дороги представлены в основном суглинками легкими, которые пригодны для возведения земляного полотна.

Грунтовые воды в пониженных местах находятся на глубине 2,5 - 5 м. Поверхностный сток не везде обеспечен. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков, паводковых вод и путем подпитывания водами надпойменных террас. Также источниками снабжения водой являются местные реки. Территория хорошо дренирована при сравнительно неглубоком залегании подземных вод, пригодных для водоснабжения.

**5.  ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

**Принципы трассирования автомобильной дороги**

Автомобильную дорогу прокладывают по кратчайшему направлению по малоценным землям, пустырям, опушкам леса в обход болота, карстовых и оползневых мест. Трассу автодороги I - III категории можно запроектировать через болота I типа (строительного).

Автомобильную дорогу I - II категорий прокладывают в обход населенных пунктов с устройством подъездов к ним по возможности с подветренной стороны, ориентируясь на направление ветра в осенне-зимние периоды года в целях защиты населения от транспортного шума и вредных выбросов автомобилей. Для обеспечения в дальнейшем реконструкции дороги расстояние от бровки земляного полотна до линии застройки населенных пунктов принимают в соответствии с их генеральным планом, но не менее 200 м.

В районах размещения курортов, домов отдыха, пансионатов, пионерских лагерей трассу проектируют за пределами установленных вокруг них санитарных зон или в проектах разрабатывают защитные мероприятия.

Проектирование плана автомобильной дороги выполняют с учетом сохранения ценных природных ландшафтов, лесных массивов, а также мест размножения, питания и путей миграции диких животных, птиц и обитателей водной среды. Не допускается прокладывать трассу по государственным заповедникам и заказникам, охраняемым урочищам и зонам, отнесенным к памятникам природы и культуры. На сельскохозяйственных угодьях трассу прокладывают по границам полей севооборотов или хозяйств.

Вдоль рек, озер и других водоемов трассу прокладывают за пределами защитных зон (табл. 12).

По лесным массивам трассу автомобильной дороги прокладывают по возможности с использованием просек и противопожарных разрывов, границ предприятий и лесничеств с учетом категории защитности лесов и данных экологических обследований.

Таблица 12

Водоохранные зоны рек и озер

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина реки, км | 10 | 50 | 100 | 200 | 500 | > 500 | Озеро < 2 км2 | Озеро > 2 км2 |
| Ширина зоны, м | 15 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 300 | 500 |

Направление трассы автомобильной дороги I - III категорий по лесным массивам по возможности должно совпадать с направлением господствующих ветров в целях обеспечения естественного проветривания и уменьшения снегозаносимости дорог.

Трассу автодороги при входе и выходе в лес целесообразно устраивать на кривых, так как сквозные прямые через лесные массивы некрасивы. Лесные массивы при проектировании автодорог следует обходить только в степных районах.

**Элементы плана автомобильной дороги**

План трассы автомобильной дороги – это горизонтальная проекция оси дороги на плоскость. При проектировании плана автодороги используют метод ”полигонального трассирования ”, при котором на карту наносят ломаную линию, вписывая в углы поворота круговые и переходные кривые.

При назначении элементов плана в качестве основных параметров принимают:

     радиусы кривых в плане - не менее 3 000 м для I – III категорий, не менее 2 000 м для IV – V категорий;

     расстояние видимости для остановки автомобиля - не менее 450 м.

Минимально-допустимые значения радиусов кривых и расстояние видимости в плане принимать согласно СНиП 2.05.02-85 (табл. 5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм на элементы плана. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы кривых в плане.

Во всех случаях, где по местным условиям возможно попадание на дорогу с придорожной полосы людей и животных, следует обеспечивать боковую видимость прилегающей к дороге полосы на расстоянии 25 м от кромки проезжей части для дорог I - III категорий и 15 м для дорог IV и V категорий.

Радиусы смежных кривых в плане должны различаться не более чем в 1,3 раза. При малых углах поворота дороги в плане применяют следующие радиусы круговых кривых табл. 13.

Таблица 13

Радиусы в плане при малых углах поворота

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Угол поворота, град | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 - 8 |
| Наименьший радиус кривой, м | 30000 | 20000 | 10000 | 6000 | 5000 | 3000 | 2500 |

Переходные кривые предусматривают при радиусах кривых в плане менее  2 000 м,  а на подъездных дорогах всех категорий - менее 400 м. Наименьшие длины переходных кривых принимают по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 14).

Таблица 14

Длины переходных кривых

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиус круговой кривой, м | | 30 | 50 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600  - 1 000 | 1 000  - 2 000 |
| Длина переходной кривой, м | СНиП | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 100 |
| Рекомендуют | 55 | 65 | 70 | 80 | 90 | 110 | 125 | 140 | 155 | 170 | 180 |  |  |

Параметры смежных переходных кривых при сопряжении кривых назначают одинаковыми. При длине прямой вставки менее 100 м рекомендуется две кривые заменять одной кривой большего радиуса, при длине 100 - 300 м рекомендуется прямую вставку заменять переходной кривой большего параметра. Длину прямых в плане ограничивают согласно СНиП 2.05.02-85\* (табл. 15).

 Таблица 15

Допустимая длина прямых в плане

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория дороги | Максимальная длина прямой в плане, м, на местности | |
| равнинной | пересеченной |
| I | 3 500 – 5 000 | 2 000 – 3 000 |
| II, III | 2 000 – 3 500 | 1 500 – 2 000 |
| IV, V | 1 500 – 2 000 | 1 500 |
| Примечание. Большие длины прямых допустимы при преимущественно легковом движении, меньшие - при грузовом. | | |

Минимальная прямая допускается для дорог I и II категорий - 700 м, для дорог III и IV категорий - 300 м.

В равнинной местности рекомендуемые соотношения между прямыми и горизонтальными кривыми приведены в табл. 16.

Таблица 16

Кривые при малых углах поворота между длинными прямыми

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Длина меньшей  из двух прямых, м | Наименьшая  длина кривой, м | Наименьший  радиус кривой |
| 2 000 | 500 | 2 *R*min |
| 1 000 | 400 | 1,2 *R*min |
| 500 | 350 | *R*min |
| Примечание. *R*min - минимальный радиус по СНиП | | |

При проложении трассы автодороги не рекомендуется:

-      короткая прямая вставка между двумя кривыми в плане, направленными в одну сторону;

-      короткие кривые в плане, располагаемые между длинными прямыми, так как водителю издалека кажется резкий перелом дороги и вызывает необоснованное снижение скорости движения;

-      резкие переходы от кривых большого радиуса в плане к кривым малого радиуса;

-      кривая малого радиуса на затяжном спуске.

**Оформление плана автомобильной дороги**

План трассы автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD, используя в качестве подосновы топографическую карту местности в масштабе М 1:10 000 согласно ГОСТ Р 21.1701-97.

Отсканировать карту района строительства масштаба М 1:10 000. Увеличить резкость изображения рисунка отсканированной карты (\*.ipg, .bmp) в программе Microsoft Office Picture Manager. При необходимости можно обрезать и повернуть рисунок так, чтобы меридианы и параллели были вертикальны и горизонтальны границам чертежа.

Рисунок (\*.ipg, .bmp) отсканированной карты вставить в программу AutoCAD как растровую подложку в масштабе 1:1. Перевести картографический материал в цифровой формат, т.е. в программе AutoCAD провести векторизацию топографических элементов на основе растровой подложки согласно ГОСТ 21.204-93, ГОСТ Р 21.1207-97 .

На плане автодороги отражают:

-         ситуацию притрассовой полосы по 100 м в обе стороны,

-         реперы,

-         ось трассы автодороги,

-         вершины углов поворота,

-         пикеты через 100 м и указатели километров,

-         начало и конец переходных и круговых кривых,

-         искусственные сооружения (трубы, мосты, путепроводы, коммуникации),

-         указатель направления на север стрелкой с буквой «С» у острия в левом верхнем углу чертежа,

-         «розу» ветров для зимы и лета.

План автомобильной дороги дополняют ведомостью углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701-97 (табл. 17).

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане приведены в приложении (табл. П2).

**Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых**

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых разрабатывают по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [24] или по таблицам для клотоидного трассирования В.И. Ксенодохова [26].

Ниже приведен алгоритм вычислений по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [24]:

1.  По величине угла для радиуса *R* = 1 м по таблицам [24] определить элементы круговой кривой: тангенс Т, кривая К, биссектриса Б, домер Д.

2.  Элементы круговой кривой: тангенс Т, кривая К, биссектриса Б, домер Д умножить на величину принятого радиуса.

3.  Выполнить проверку

Д = 2 Т - К

4.  Назначить длину переходной кривой по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 15)  и определить по таблицам [24] поправку для тангенса Δ Т и биссектрисы Δ Б.

5.  Определить поправку для домера Δ Д

Δ Д = 2 Δ Т - *L* ,

где *L* - длина переходной кривой.

6.  Рассчитать с учетом поправок элементы закругления с переходной кривой (рис. 2): тангенс Тп, биссектриса Бп, кривую Кп, домер Дп

Тп = Т + Δ Т ;   Бп = Б + Δ Б;

Кп = К + *L*  ;    Дп = 2 Тп - Кп

При устройстве переходных кривых сокращается длина круговой кривой и происходит смещение кривой в сторону ее центра.

7.  Выполнить проверку

Д = 2 Тп - Кп

8.  Определить пикетажное положение начала НЗ и конца закругления КЗ с учетом переходной кривой (рис. 2)

НЗ = ВУ – Тп ;     КЗ = НЗ + Кп   или   КЗ = ВУ + Тп– Дп,

где  ВУ - пикетажное положение вершины угла.

Рис. 2. Элементы закругления:

*α* - угол поворота, R, Т – радиус и тангенс круговой кривой, ΔТ – поправка для тангенса, *L* – длина переходной кривой, Кп, Бп – длина и биссектриса круговой с переходной кривой, НК, КК – пикетажное положение начала и конца круговой кривой, НЗ, КЗ - пикетажное положение начала и конца закругления,

*i*1, *i*2 – продольные уклоны линий

9.  Определить расстояния между вершинами углов *S*i.

Расстояние от начала до вершины угла ВУ1, между вершинами углов, от последней вершины угла ВУ*i* до конца трассы измеряют по плану трассы масштаба 1: 10 000 в программе AutoCAD.

10.  Рассчитать длину прямой вставки *ℓi*

*ℓ*1 = НЗ1 – НТ ;  *ℓ*2 = НЗ2 – КЗ1 ;  *ℓ*3 = КТ – КЗ2 ,

где  НЗ*i* и КЗ*i* - пикетажное положение начала и конца закругления с учетом переходной кривой; НТ, КТ - пикетажное положение начала и конца трассы.

11.  Выполнить проверку расстояний, чтобы выполнялось условие

∑*Si* - ∑Дп*i* = ∑ *ℓi* + ∑Kп*i* = *L*т,

где *Si* – расстояние между вершинами углов, м; Кп*i*, Дп*i* – кривая, домер с учетом поправок на устройство переходной кривой, м; *ℓi* – длина прямой вставки, м; *L*т - длина трассы, м.

12.  Расчет свести в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых, приведенную согласно ГОСТ Р 21.1701-97 в табл. 17.

**Резюме**

Запроектировать план автомобильной дороги в программе AutoCAD в соответствии с ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\*.

Автомобильная дорога должна быть кратчайшей по длине с соблюдением норм проектирования, а также хорошо вписываться в ландшафт (рис. 3).

На плане автомобильной дороги отобразить ситуацию на местности, проектируемую автомобильную дорогу, розу ветров, направление на север, пикеты, километры, вершины углов поворота, начало и конец закруглений, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные сооружения, мосты и путепроводы, постоянные и временные дороги по ГОСТ 21.204-93, ГОСТ Р 21.1207-97,ГОСТ Р 21.1701-97, указать масштаб плана.

Разработать ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых (табл. 17) по ГОСТ Р 21.1701-97.

**Пример 4**

План автомобильной дороги (рис. 4) запроектирован в программе AutoCAD в масштабе 1 : 10 000 с соблюдением требований ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\* к параметрам автодороги II технической категории. Протяженность трассы составила 3,978 км. Длина воздушной линии - 3,763 км. Основное направление трассы северо-восточное по направлению господствующих ветров в зимний период, что обеспечит снегонезаносимость трассы.

Дорога проходит по пашне в обход населенных пунктов, имеются вдоль трассы участки леса, кустарника, лугов.

На плане трассы запроектировано 2 угла поворота: на ПК 16 + 90 влево 21о 36I  с радиусом круговой кривой 1 600 м и на ПК 31 + 45 вправо 73о 28I  с радиусом круговой кривой 1 400 м и переходными кривыми по 100 м.

На кривых радиуса 1 400 и 16 00 м предусмотрено устройство виражей с поперечным уклоном 30 ‰. Отгон виража - переход от двускатного профиля дороги к односкатному осуществляют на протяжении переходных кривых. Уширение проезжей части и земляного полотна не требуется.

Пересечение с железной дорогой под углом 60о выполнено на ПК 27 + 21 в двух уровнях и запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м.

Трасса пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71о, где устраивают железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м под углом 90о. Расчетный уровень высоких вод 169,0 м определен для вероятности превышения 1 %, уровень меженных вод (строительный уровень) составляет 165,3 м.

Через суходол и овраг запроектированы 3 железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 1,5 м на ПК 13 + 00 длиной 22 м, на ПК 19 + 00 длиной 22 м и на ПК 24 + 00 длиной 21,4 м.

Пересечение с автомобильной дорогой IV технической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60о и ПК  19 + 92 под углом 66о. Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100 м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25 м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 0,75 м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией - газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1 000 мм запроектировано на ПК 5 под углом 90о. Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80о.

Репер расположен слева от трассы 80 м на ПК 10 + 50 и справа от оси дороги 50 м на ПК  31 + 00.

Расчет по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [24] сведен в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701-97 (табл. 17).

Рис. 3. План автомобильной дороги с подосновой - картой местности М1:10 000

Рис. 4. План автомобильной дороги в программе AutoCAD М1:10 000

Таблица 17

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка | Местопо-ложение,  ПК | Величина угла  поворота | | Радиус, м | Элементы круговой  кривой, м | | | | Элементы закругления  с переходной кривой, м | | | | | | | Положение  закругления | | Расстояние между  вершинами, м | Длина прямой, м |  |
| Тангенс | Кривая | Домер | Биссектриса | Переходная  кривая | Поправка | | Тангенс | Кривая | Домер | Биссектриса | Начало,  ПК | Конец,  ПК |  |
| влево | вправо |  |
|  |  |  |  | *R* | Т | К | Д | Б | ℓ | ΔТ | ΔБ | Тп | Кп | Дп | Бп | НЗ | КЗ | *S* | *L* |  |
| НТ | 0 + 00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1690 | 1335 |  |
| ВУ1 | 16 + 90 | 21о36I |  | 1600 | 304,  98 | 602,  72 | 7,  232 | 28,  80 | 100 | 50,  05 | 0,  26 | 355,  02 | 702,  72 | 7,  322 | 29,  06 | 13 + 35 | 20 +38 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1462 | 12 |  |
| ВУ2 | 31 + 45 |  | 73о28I | 1400 | 1044,  80 | 1795,  14 | 294,  45 | 346,  88 | 100 | 50,  21 | 0, 36 | 1095,  0 | 1895,  14 | 294,  87 | 347,  24 | 20 + 50 | 39 +44 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1129 | 34 |  |
| КТ | 39 + 78 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ИТОГО | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2597,  86 | 302,  19 |  |  |  | 4281 | 1381 |  |

Проверка расстояний:

Д1 = 2 Т1 – К1 = 2 · 304,98 – 602,72 = 7,232  ;         Д2 = 2 Т2 – К2 = 2 · 1044,80 – 1795,14 = 294,448 ;

Д1п = 2 Т1п – К1п = 2 · 355,021 – 702,72 = 7, 322  ;  Д2п = 2 Т2п – К2п = 2 · 1095,002 – 1895,14 = 294,868 ;

∑*S* - ∑Дп = 4281 – 302,19 = 3978     ;                       ∑*L* + ∑Kп = 1380 + 2597,86 = 3978

**6.  ПРОЕКТИРОВАНИЕ  ПРОДОЛЬНОГО  ПРОФИЛЯ**

**АВТОМОБИЛЬНОЙ  ДОРОГИ**

Продольный профиль дороги- это вертикальный разрез по оси дороги в отметках бровки земляного полотна, развернутый в плоскость чертежа. Участки, где поверхность автомобильной дороги проходит выше окружающей местности по искусственно насыпанному грунту, называют насыпями. Трасса проходит в выемке, если в результате срезки грунта располагается ниже поверхности земли.

**Руководящая рабочая отметка**

Рабочей отметкой называют разницу между отметкой поверхности земли по оси дороги и отметкой бровки земляного полотна, определяющей высоту насыпи или глубину выемки.

Руководящую рабочую отметку насыпи автомобильной дороги назначают максимальной из условия:

1.     Возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод;

2.     Возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод;

3.     Снегонезаносимости.

Возвышение поверхности покрытия автомобильной дороги над уровнем грунтовых и поверхностных вод должно быть более требований СНиП 2. 05.02-85\* (табл. 18).

Высоту насыпи *h*1 на участках дорог из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод определяют

*h*1 = *h*т- *h*гв ,

где *h*т – данные табл. 18 над чертой, м; *h*гв – уровень грунтовых вод, м.

Высоту насыпи *h*2 на участках дорог из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод определяют по формуле

*h*2 = *h*т± *h*пв ,

где *h*т - данные табл. 18 под чертой, м; *h*пв – уровень поверхностных вод, м.

Таблица 18

Возвышение над уровнем грунтовых и поверхностных вод

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Грунт рабочего слоя | Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в дорожно-климатической зоне | | | |
| II | III | IV | V |
| Песок мелкий, супесь легкая крупная,  супесь легкая | 1,1  0,9 | 0,9  0,7 | 0,75  0,55 | 0,5  0,3 |
| Песок пылеватый, супесь пылеватая | 1,5  1,2 | 1,2  1,0 | 1,1  0,8 | 0,8  0,5 |
| Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины | 2,2  1,6 | 1,8  1,4 | 1,5  1,1 | 1,1  0,8 |
| Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый | 2,4  1,8 | 2,1  1,5 | 1,8  1,3 | 1,2  0,8 |

Примечания: 1. Над чертой - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, под чертой - над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем поверхностных вод.

2. За расчетный уровень грунтовых вод принимают максимально возможный осенний (перед промерзанием) уровень.

3. Возвышение поверхности покрытия при слабо- и среднезасоленных грунтах увеличивают на 20 % (для суглинков и глин – 30 %), а при сильнозасоленных грунтах - на 40 – 60 %.

4. В районах постоянного искусственного орошения возвышение поверхности покрытия над зимне-весенним уровнем грунтовых вод в IV, V зонах увеличивают на 0,4 м, а в III зоне - на 0,2 м.

Высоту насыпи *h*3 на участках дорог, проходящих по открытой местности, по условию снегонезаносимости во время метелей определяют по формуле

*h*3= *hs* + ∆ *h*  ,

где *hs* - высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, м; ∆ *h* - возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее незаносимости, м.

Высоту снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, можно ориентировочно назначить *hs* = 1,7 *h*ср, где *h*ср - средняя высота снежного покрова.

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова ∆ *h* назначают по табл. 19.

Таблица 19

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | I | II | III | IV | V |
| ∆ *h*, м | 1,2 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |

**Минимальная контрольная отметка у сооружения**

Пересечения с железными и автомобильными дорогами, реками

Пересечения и примыкания автомобильных дорог в разных уровнях с устройством путепроводов принимают на дорогах:

          IА категории с автодорогами всех категорий;

          IБ, IВ и II категорий с дорогами IБ, IВ, II и III категорий;

          III категории между собой при суммарной интенсивности на пересечении более 8 000 прив. ед./сут.

Пересечения и примыкания на дорогах IА, IБ категории вне населенных пунктов предусматривают не чаще, чем через 10 км, на дорогах IВ и II категорий - 5 км, а на дорогах III категории - 2 км. Съезды с дорог I - III категорий и въезды на них следует осуществлять с устройством переходно-скоростных полос.

Пересечения и примыкания дорог выполняют под прямым или близким к нему углом. Острый угол между пересекающимися дорогами в одном уровне не должен быть менее 60°. Наименьший радиус горизонтальных кривых при сопряжениях дорог в одном уровне принимают: при съездах с дорог I, II категорий не менее 25 м, с дорог III категории - 20 м и с дорог IV, V категорий - 15 м.

Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям на протяжении расстояний видимости для остановки автомобиля не должны превышать 40 ‰. Расположение примыканий на участках выпуклых кривых в продольном профиле и с внутренней стороны закруглений в плане не допускается.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I - III категорий должны иметь покрытия по типу основной дороги:

-      при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах - 100 м;

-      при глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах - 200 м.

Протяженность покрытий въездов на дороги IV категории предусматривают в 2 раза меньшей, чем въездов на дороги I - III категорий.

Пересечения автомобильных дорог I - III категорий с железными дорогами проектируют в разных уровнях, а IV - V категорий – если интенсивность движения более 100 поездов в сутки, при пересечении более трех железнодорожных путей и со скоростным железнодорожным движением свыше 120 км/ч.

Длину путепровода *L*п определяют по приближенной формуле

*L*п = *В*зп + 2 *m* *H*п ,

где *В*зп – ширина земляного полотна автомобильной или железной дороги, м; *Н*п- высота путепровода, м; *m* - крутизна откоса конусов у путепровода, *m* = 1,5.

Ширину земляного полотна железной дороги назначают по СП 119.13330.2011 от 7,6 м для однопутной дороги до 12 м для двух путей. В расчете рекомендуется принимать ширину земельного участка полосы отвода железных дорог с учетом охранных зон от 24 м до 34м.

Мосты устраивают в местах пересечения автомобильной дороги с рекой (постоянно действующим водотоком), когда трубы не могут обеспечить пропуск воды.

Согласно СП 35.13330.2011 принято:

-         малые мосты длиной до 25 м,

-         средние мосты длиной свыше 25 м до 100 м,

-         большие мосты длиной свыше 100 м.

Расположение малых и средних мостов подчиняют общему направлению трассы автомобильной дороги. Малые и средние мосты, расположенные на горизонтальных и вертикальных кривых, неизбежно более сложной конструкции, чем на прямом участке.

Прямолинейные мосты небольшой длины, расположенные между кривыми в плане, или горизонтальные мосты в пределах вертикальной кривой резко нарушают зрительную плавность полотна дороги, ухудшают условия и безопасность движения. Недопустимо устройство кривых малых радиусов перед въездами на мост.

Большие мосты через судоходные реки являются дорогими и уникальными сооружениями, поэтому расположение трассы автодороги подчиняют рационально выбранному створу мостового перехода. Мост располагают перпендикулярно к направлению потоков воды (с углом не более 10о) на прямолинейном участке с устойчивым руслом и неширокой (мало затопляемой) поймой.

Подходы автомобильной дороги к пересечению с реками и железными дорогами проектируют с уклоном в продольном профиле не более 30 ‰. Профиль моста и путепровода проектируют так, чтобы алгебраическая разность сопрягаемых продольных уклонов в местах сопряжения пролетных строений между собой и с подходами не превышала значений, приведенных в табл. 20.

Таблица 20

Сопрягаемые уклоны продольного профиля на мосту

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные скорости движения  на подходах к мосту, км/ч | Алгебраическая разность сопрягаемых  уклонов продольного профиля, ‰ |
| 150 - 100 | 8 |
| 80 | 9 |
| 70 | 11 |
| 60 | 13 |
| 40 | 17 |
| Примечание. Если расстояния между местами сопряжения пролетных строений между собой или с подходами превышают 50 м, предельные значения алгебраической разности сопрягаемых уклонов продольного профиля могут быть увеличены в 1,2 раза. | |

Длину моста *L*м (рис. 5) определяют по приближенной формуле

*L*м = *В*м + * B*п + 2 *m* *H*м + 1 ,

где *В*м – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), м; *В*п – ширина поймы, м; *Н*м- высота моста, м;  = 0,05 – 0,1 соответственно для пойм шириной более 200 м и узких менее 200 м; *m* - крутизна откоса конусов у моста, *m* = 1,5.

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | РУВВ | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | УМВ | |

Рис. 5. Схема к расчету длины моста

Габарит моста или путепровода по ширине (рис. 6) – расстояние между ограждениями проезда или очертание внутрь, которых не должны заходить какие-либо элементы сооружения.

а)

б)

Рис. 6. Схема габарита автодорожного моста:

*а* - без разделительной полосы; *б* - с разделительной полосой без ограждения:

*nb* - ширина проезжей части; П – полоса безопасности; ЗП – защитная полоса,

ЗП = 0,5 м; Г – габарит по ширине; h – габарит по высоте; Т – тротуар;

а - высота ограждения проезда; С - разделительная полоса

Габарит автодорожных мостов принимают по СП 35.13330.2011 (табл. 21).

Таблица 21

Габарит автодорожных мостов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | Число  полос  движения | Ширина, м | | Габарит\* |
| проезжей части | полос  безопасности |
| I | 8 | 15 x 2 | 2,0 | Г-(17+С+17)  2(Г-19) |
| 6 | 11,25 x 2 | 2,0 | Г-(13,25+С+13,25)  2(Г-15,25) |
| 4 | 7,5 x 2 | 2,0 | Г-(9,5+С+9,5)  2(Г-11,5) |
| II | 4 | 7,0 х 2 | 2,0 | Г-(9+С+9)  2(Г-11) |
| 2 | 7,5 | 2,0 | Г-11,5 |
| III | 2 | 7,5 | 2,0 | Г-10 |
| IV | 2 | 7,0 | 1,5 | Г-8 |
| V | 1 | 4,5 | 1,0 | Г-6,5 |
| Примечание. \*В числителе - при отсутствии ограждений на разделительной полосе, в знаменателе - при наличии ограждений или при раздельных пролетных строениях под каждое направление движения. | | | | |

Подмостовой габарит путепровода - расстояние по высоте от поверхности проезжей части автомобильных дорог до линии очертания принимают по ГОСТ Р 52748-2007 и должен быть не менее:

- на автомобильных дорогах категорий IA, IБ, IB, II, III - 5,0 м;

- на автомобильных дорогах категорий IV, V - 4,5 м.

Подмостовые габариты судоходных пролетов на реках принимают в соответствии с ГОСТ 26775-97 (рис. 7, табл. 22).

Для несудоходных рек минимальную отметку продольного профиля на мосту *h*м определяют по формуле

*h*м = *Н* + *h*о+ *h*к ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; *h*о – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды, м; *h*к – конструктивная высота пролетного строения, м.

Рис. 7. Подмостовой габарит судоходного пролета моста:

РСУ - расчетный высокий судоходный уровень воды;

ПУ - проектный уровень воды; *H* - общая высота подмостового габарита;

*h* - высота подмостового габарита над РСУ;

*B* - ширина подмостового габарита; *d* - гарантированная глубина судового хода на перспективу; α - амплитуда колебаний уровней воды между РСУ и ПУ.

Таблица 22

Подмостовой габарит судоходных пролетов моста

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс  водного пути | Высота подмостового  габарита *h*, м не менее | Ширина подмостового габарита *B*, не менее |
| 1 - сверхмагистральные | 17,0 | 140 |
| 2 - сверхмагистральные | 15,0 | 140 |
| 3 - магистральные | 13,5 | 120 |
| 4 - магистральные | 12,0 | 120 |
| 5 - местного значения | 10,5 | 100 / 60 |
| 6 - местного значения | 9,5 | 60 / 40 |
| 7 - местного значения | 7,0 | 40 / 30 |
| Примечание. В знаменателе приведена ширина для второго и последующих судоходных пролетов. | | |

На несудоходных реках низ пролетных строений согласно СП 35.13330.2011 должен возвышаться над расчетным уровнем высоких вод для большого моста на *h*о = 0,5 м; при ледоходе *h*о = 0,75 м; при корчеходе *h*о = 1 м; для малого и среднего моста *h*о = 0,25 м.

Конструктивную высоту пролетного строения ориентировочно принимают для малых и средних мостов 1 м, для больших мостов - 1/15 *ℓ* (длины пролета моста *ℓ* = 24 – 63 м).

Минимальную контрольную отметку на подходах к мосту для подтопляемой насыпи *h*пн автомобильной дороги определяют по формуле

*h*пн = *Н* + 0,5 + *h*нв ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; *h*нв – высота набега волны, м.

Высоту набега волны *h*нв определяют по формуле

*h*нв ≈ *v2* / *g* ,

где *v* – средняя скорость движения воды в реке, *v* = 0,2 – 4 м/с: *g* - ускорение свободного падения, *g* = 9,81 м/с2.

Расчетный уровень высоких вод на реках определяют по статистическим данным многолетних гидрометеорологических наблюдений за 20 лет половодий или 50 лет паводков с расчетной вероятностью превышения для автомобильных дорог  I – III категорий – 1 %, IV – V категорий – 2 %.

Водопропускные трубы

Водопропускные трубы располагают перпендикулярно к оси дороги под насыпями в пониженных местах продольного профиля с целью пропустить поверхностную воду от снеготаяния, ливней и дождей с верховой стороны дороги на другую низовую сторону. Среднее количество труб на 1 км дороги составляет в пустынях 0,3 шт., горах - 2 шт., в остальных местах – 1 шт.

Отверстие водопропускных труб определяют из условия пропуска расчетного расхода воды, притекающего к трубе во время снеготаяния, ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расходаливневого стока италых вод с вероятностью превышения для дорог I категорий 1 %, II и III категории – 2 %, IV и V категорий – 3 %.

Для водопропускных труб предусматривают безнапорный режим работы.

Согласно СП 35.13330.2011 целесообразно назначать на автомобильных дорогах I - II категории трубы с отверстием 1,0 м  при длине трубы до 20 м, 1,25 м - при длине трубы более 20 м, так как при их большой длине и малом диаметре затруднены работы по ремонту и содержанию. Отверстия труб на автомобильных дорогах III - V категории допускается принимать равными 1,0 м при длине трубы до 30 м; 0,75 - при длине трубы до 15 м, 0,5 м - на съезде (табл. 23).

Таблица 23

Параметры водопропускных труб

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отверстие трубы, м | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 2,00 |
| Толщина стенки, см | 8 | 8 | 10 | 12 | 14 | 20 |

Минимальную высоту насыпи у трубы определяют по формуле

*H*тр = *h*т + δт + *h*п + *h*до ,

где *H*тр – контрольная отметка насыпи у трубы, м; *h*т – высота или диаметр трубы, м;δт – толщина стенки трубы, м; *h*п – засыпка песком или грунтом, *h*п = 0,5 м; *h*до – толщина дорожной одежды, *h*до = 0,3 – 0,6 м для дорог соответственно IV – I  технической категории.

Длину трубы с оголовками *L*тр определяют ориентировочно по формуле

*L*тр = *B*зп + 2 *m* *h*н

где *B*зп – ширина земляного полотна, м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – проектная высота насыпи у трубы, м.

Уклон лотка трубы *i* тр определяют по карте в горизонталях на участке между точками, расположенными на 200 м выше и 100 м ниже пересечения трубы с дорогой по формуле

*i* тр = (*Н*200– *Н*100) / 300,

где *Н*200, *Н*100 – отметки у трубы на расстоянии выше 200 м и ниже 100м соответственно, м. Уклон лотка трубы проектируют не менее 5 ‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды.

Пересечения с инженерными коммуникациями

Инженерные сети подразделяют по функциональному назначению:

     Водопровод напорный с давлением 0,5 - 1,5 МПа.

     Канализация самотечная;

     Теплосеть с давлением2,5 МПа и температурой 200 оС;

     Газопровод:

-      высокого давления 2,5 - 10 МПа;

-      среднего давления 1,2 - 2,5 МПа;

-      низкого давления до 1,2 МПа.

     Электрокабель высоковольтный напряжением более 1 кВ.

     Кабель линии связи (телефонные, телеграфные).

     Специальные трубопроводы (нефтепровод, бензопровод и др.).

Автомобильные дороги общего пользования пересекают в основном магистральные (транзитные) трубопроводы с диаметром труб от 600 мм до 1 400 мм.

Пересечения инженерных коммуникаций с автомобильными дорогами проектируют под прямым углом. Прокладка подземных коммуникаций под насыпями дорог не допускается, кроме мест пересечений.

Переходы трубопроводов под автомобильными дорогами осуществляют в футлярах. Футляр – это труба для защиты основного трубопровода от повреждений, земляного полотна от размыва при аварии трубопроводов на участках перехода под автомобильными дорогами, а также для защиты от проникновения газа и вредных веществ при пересечении с инженерными сетями и сооружениями.

Расстояние в плане от обреза футляра принимают при пересечении с автомобильной дорогой 3 м до бровки земляного полотна или подошвы насыпи. Внутренний диаметр футляра принимают на 20 см больше наружного диаметра трубопровода. Расстояние по вертикали (в свету) с учетом требований СП 42.13330.2011 должны быть не менее 0,6 м от верха покрытия автомобильной дороги до верха трубы (футляра).

Длину футляра *L*ф определяют по формуле

*L*ф = *B*зп + 2 *m* *h*н + 2 ּ3 ,

где *B*зп – ширина земляного полотна, м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, м; 3 м – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра.

При назначении глубины заложения подземных инженерных сетей учитывают глубину промерзания грунта, внешние нагрузки от транспорта, условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

Ближе к поверхности земли на глубине от 0,5 м до 1,5 м находится то, что называют «сухим» снабжением: газопровод, электрокабель, телефон и другие кабельные сети. На глубине более 2 м ниже того слоя, что замерзает зимой, находятся пути «влажного» снабжения: водопровод, канализация.

Газопроводы, нефтепроводы укладывают на глубине до 1,5 м, а транспортирующие осушенный газ - на глубине до 1 м. Заглубление магистральных трубопроводов до верха трубы принимают не менее: для труб диаметром 1 000 мм - 0,8 м, 1 400 мм - 1 м.

Электрокабели напряжением до 10 кВ прокладывают на глубине 0,7 м, а большего напряжения - на глубине 1 - 1,5 м. Глубина заложения кабелей связи не превышает 0,7 - 1 м. Кабели часто прокладывают в керамической или асбестоцементной трубе. В одной трубе размещают от 1 до 8 кабелей. Бронированный кабель, имеющий покров от химической коррозии, укладывают непосредственно в грунт, накрывая сверху кирпичом, предохраняя от механического повреждения.

Применяют следующие способы прокладки трубопроводов "открытым" способом:

-      бесканальная (в траншее);

-      в каналах;

-      в тоннелях;

-      в коллекторах.

Коллекторы, каналы, тоннели устанавливают не глубже 0,3 - 0,5 м от поверхности земли до верха коллектора.

Минимальная глубина заложения лотка труб водопроводной и  канализационной сети должна быть на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта для труб диаметром более 500 мм.

Расстояние от бровки земляного полотна до основания опор воздушных телефонных и телеграфных линий, расположенных параллельно автомобильным дорогам, принимают не менее высоты опор, а до опор высоковольтных линий электропередачи - не менее высоты опор плюс 5 м.

**Водоотводные сооружения**

Для предохранения от переувлажнения и размыва земляного полотна поверхностными водами во время снеготаяния, ливней и дождей предусматривают систему поверхностного водоотвода, в которую включают планировку территории, устройство кюветов, лотков, быстротоков, испарительных бассейнов, поглощающих колодцев и т.д.

Боковые кюветы устраивают вдоль невысоких насыпей высотой до 1,5 м в условиях равнинной местности и до 2 метров в условиях пересеченной местности, а также в выемках. Они обеспечивают минимально необходимое возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод и предназначены для осушения земляного полотна и быстрого отвода воды в пониженные места рельефа или к водопропускным трубам.

Боковые кюветы проектируют треугольного или трапецеидального очертания с двух сторон земляного полотна на местности с поперечным уклоном менее 20 ‰, в противном случае - односторонние с верховой стороны земляного полотна автодороги. Воду из боковых кюветов сбрасывают в пониженные места через каждые 500 м с помощью водоотводных канав. Запрещается пропускать воду через выемку из кюветов вышележащего участка насыпи.

При водонепроницаемых связных грунтах и неудовлетворительных условиях поверхностного стока боковым кюветам придают форму трапецеидального сечения с шириной дна кювета 0,4 м, заложением внешнего откоса кювета – 1 : 1,5 и внутренним откосом соответствующим заложению откоса насыпи – 1 : 4 или 1 : 3.

Если земляное полотно устраивают на 1 типе местности по условиям увлажнения с быстрым стоком поверхностных вод и грунтовые воды расположены глубоко, то боковые кюветы проектируют треугольного сечения.

При водопроницаемых песчаных, крупнообломочных и гравелистых грунтах, обеспечивающих быстрое впитывание воды в любое время года, боковые кюветы не устраивают.

Глубину кюветов назначают из условия пропуска расчетного расхода воды, притекающей к земляному полотну во время снеготаяния и ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расходаливневого стока италых вод с вероятностью превышения для дорог I и II категорий 2 %, III категории – 3 %, IV и V категорий – 4 %.

Ориентировочно глубину кюветов принимают 0,4 – 1,5 м в насыпи и 1,2 – 1,5 м от бровки в выемке. Дно кювета проектируют с продольным уклоном не менее 5 ‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды. Наибольший продольный уклон водоотводных устройств назначают в зависимости от вида грунта, типа укрепления откосов и дна канавы с учетом допускаемой по размыву скорости течения.

Неразмывающая скорость потока воды составляет для песка *v* ≈ 0,2 – 0,3 м/с, для связных грунтов и укрепления засевом трав *v* ≈ 1 – 1,5 м/с, для щебня М600 фр. 20 – 40 мм *v* ≈ 2 – 4 м/с,для сборного, монолитного бетона *v* ≈ 5 – 9 м/с.

Ориентировочно при укреплении откосов и дна кюветов с целью предохранения их от эрозии используют засев трав по растительному слою грунта и геотекстильные материалы при продольном уклоне дна кюветов 10 ‰ - 20 ‰; щебень или грунт, обработанный битумом, при 20 ‰ - 30 ‰, цементобетон или асфальтобетон по щебеночному слою  при 30 ‰ - 50 ‰.

Минимальные уклоны соответствуют несвязным грунтам, максимальные -  связным грунтам. Толщину слоя щебня или грунта, обработанного битумом, принимают 10 - 15 см.

При продольных уклонах кюветов более 50 ‰ устраивают быстротоки, перепады с водобойными колодцами.

**Геологические выработки**

Согласно СНиП 11.02-96 и СП 11-105-97 при инженерных изысканиях по трассе автомобильной дороги закладывают геологические выработки (шурфы) глубиной до 2 м через 100 - 500 м в зависимости от вида, состояния грунта и предполагаемой высоты насыпи.

На участке, где предполагают устройство выемки, производят бурение скважин через 50 - 300 м глубиной 8 – 15 м или на 1 - 3 м ниже проектной отметки дна выемки. Минимальные расстояния принимают в сложных условиях, а максимальные - в простых инженерно-геологических условиях.

При пересечении железных и автомобильных дорог в двух уровнях закладывают скважины глубиной 15 – 30 м в местах устройства проектируемых опор ниже глубины погружения на 2 - 10 м в зависимости от вида и состояния грунта.

При устройстве водопропускных труб и подземных инженерных коммуникаций скважины бурят глубиной 8 м в точке пересечения.

В местах перехода через водотоки в русле и по берегам рек закладывают скважины 3 – 9 шт. глубиной более 15 м в зависимости от сложности инженерно-геологических условий и длины моста (25 – 200 м).

Шурфы прямоугольной формы копают вручную размерами: ширина 1 м, длина 1,5 м и глубина до 2 м в количестве от 2 до 5 шт. на 1 км. Бурение скважин диаметром до 35 см и глубиной до 30 м осуществляют буровыми установками или самоходными буровыми машинами пневмо- или гидроударного действия.

Устройство геологических выработок выполняют с целью:

        определения условий, мощности залегания грунтов;

        установления положения уровня грунтовых вод;

        отбора образцов грунта для определения их состояния и свойств.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: шурфы - обратной засыпкой грунтов с трамбованием, скважины и шпуры - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических процессов.

Условные графические обозначения консистенции и степени влажности грунтов, применяемые на инженерно-геологических разрезах, приведены по ГОСТ 21.302-96 в [табл. 24](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/152305/mod_resource/content/1/mu%20kproekt.htm#t3).

Таблица 24

Графические обозначения влажности грунтов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование грунта | Консистенция | Степень влажности | Обозначение |
| Супесь, суглинок, глина | Твердая | - |  |
| Песок | - | Маловлажный |
| Суглинок, глина | Полутвердая | - |  |
| Суглинок, глина | Тугопластичная | - |  |
| Супесь | Пластичная | - |  |
| Песок | - | Влажный |
| Суглинок, глина | Мягкопластичная, текучепластичная | - |  |
| Суглинок, глина | Текучая | - |  |
| Песок | - | Насыщенный водой |

Классификацию и группу грунта по трудности разработки определяют по ГЭСН-2001. Сб. 1. Земляные работы или по приложению (табл. П4) и отображают на геологическом разрезе.

При изысканиях автомобильных дорог применяют георадарные технологии, которые позволяют установить грунтово-гидрогеологические условия местности: геологический разрез, положение уровня грунтовых вод; глубину водоемов или рек в местах будущих мостовых переходов; место размещения и размеры инженерных коммуникаций; запасы полезных ископаемых и песков в карьерах и т.д.

**Метод обертывающей и секущей линии**

Проектную линию продольного профиля представляют сопряженными между собой вертикальными кривыми и прямыми в точках с одинаковыми продольными уклонами.

На участках равнинной местности с плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно-допустимых норм проектную линию в продольном профиле прокладывают, следуя очертанию земли, по *"обертывающей"* с невысокими насыпями. Основное требование при проектировании продольного профиля - обеспечить минимальные объемы земляных работ.

Обертывающая проектная линия, проходящая параллельно поверхности земли, нерациональна, так как часто приводит к получению участков с недостаточной видимостью или неприятной для взгляда волнистой поверхностью. Частые переломы продольного профиля на длинных прямых в плане создают при обертывающем проектировании проектной линии неспокойную волнистую поверхность проезжей части

На участках с пересеченным рельефом местности проектную линию проектируют по *"секущей"* с устройством чередующихся насыпей и выемок и обеспечивая баланс объемов земляных работ. Но длинные участки с постоянными продольными уклонами, нерациональны при пересеченном рельефе, поскольку их устройство связано с необходимостью строительства высоких насыпей и глубоких выемок.

Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5 ‰, проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается. Не следует проектировать выемки глубиной менее 1 м большой протяженности, такие выемки обычно снегозаносимые. При нанесении "секущей" проектной линии избегают устройства "мокрых" выемок при близком расположении уровня грунтовых вод, чтобы избежать в дальнейшем сползания откосов, образования наледей и устройства дорогостоящих дренажей.

**Элементы продольного профиля**

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дорогах I, II категорий, более 10 ‰ на дорогах III категории, более 20 ‰ на дорогах IV и V категорий сопрягают вертикальными кривыми.

При назначении элементов продольного профиля в качестве основных параметров принимают:

        продольные уклоны - менее 30 ‰ для I – III категорий, менее 40 ‰ для IV – V категорий;

        радиусы кривых в продольном профиле:

-         выпуклых - более 70 000 м для I – III категорий, более 50 000 м для IV – V категорий;

-         вогнутых - более 8 000 м для I – III категорий, более 5000 м для IV – V категорий;

        длины вертикальных кривых в продольном профиле:

-         выпуклых - более 300 м;

-         вогнутых - более 100 м.

В продольном профиле минимально-допустимые значения радиусов вертикальных кривых и наибольшие продольные уклоны принимать согласно СНиП 2.05.02-85\* (табл. 5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм на элементы продольного профиля. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы вертикальных кривых, минимальные продольные уклоны. Чем меньше разность смежных уклонов, тем большими должны быть радиусы вертикальных кривых.

Для дорог I и II категорий не допускают сочетание продольных уклонов, кривых в плане и продольном профиле с такими величинами, при которых создается впечатление провалов. Количество переломов в плане и продольном профиле должно быть одинаковым.

Наибольшая плавность трассы бывает обеспеченной при совпадении вертикальных и горизонтальных кривых. Кривые в плане и продольном профиле совмещают. Длина кривой в плане должна превышать длину вертикальной кривой в продольном профиле, радиус вертикальной выпуклой кривой превышать радиус кривой в плане не менее чем в 8 раз, а радиус вертикальной вогнутой кривой – в 6 раз.

Кривые в плане должны быть на 100 - 150 м длиннее вертикальных кривых в продольном профиле, а смещение вершин кривых должно быть не более 0,25 длины вертикальной кривой. Избегают сопряжения концов кривых в плане с началом вертикальных кривых в продольном профиле. Расстояние между ними должно быть не менее 150 м.

Если кривая в плане расположена в конце спуска длиной свыше 500 м и с уклоном более 30 ‰, радиус ее должен быть увеличен не менее чем в 1,5 раза по сравнению с допустимой, с совмещением кривой в плане и вертикальной вогнутой кривой в продольном профиле в конце спуска.

Наибольшая плавность в продольном профиле достигается при проектировании его из вертикальных вогнутых и выпуклых кривых, непосредственно сопрягающихся друг с другом без промежуточных прямых вставок.

Не допускают длинные прямые вставки в продольном профиле. Предельные длины их приведены в табл. 25.

Для обеспечения на дороге видимости на большом расстоянии следует избегать сочетания элементов трассы и продольного профиля, в результате которых для водителя остается неопределенным дальнейшее направление дороги.

К недостаткам проектирования относят:

-      короткие вогнутые участки в продольном профиле на прямых и кривых в плане большого радиуса, которые создают впечатление карманов или просадок;

-      резкие снижения продольного уклона на подъемах, при которых нарушается видимость проезжей части на большом расстоянии;

-      крутые выпуклые участки, как бы упирающиеся в небо, на вершинах выпуклых кривых малого радиуса или на путепроводах при пересечении дорог в разных уровнях.

Таблица 25

Допустимые прямые вставки в продольном профиле

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиус вогнутой кривой в  продольном профиле, м | Алгебраическая разность продольных уклонов, ‰ | | | | | | |
| 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| Наибольшая длина прямой вставки в продольном профиле, м | | | | | | |
| Для дорог I и II категорий | | | | | | |
| 4 000 | 150 | 100 | 50 | - | - | - | - |
| 8 000 | 360 | 250 | 200 | 170 | 140 | 110 | - |
| 12 000 | 680 | 500 | 400 | 350 | 250 | 200 | - |
| 20 000 | - | - | 850 | 700 | 600 | 550 | - |
| 25 000 | - | - | - | - | 900 | 800 | - |
|  | Для дорог III и IV категорий | | | | | | |
| 2 000 | 120 | 100 | 50 | - | - | - | - |
| 6 000 | 550 | 440 | 320 | 220 | 140 | 60 | - |
| 10 000 | - | - | 680 | 600 | 420 | 300 | 200 |
| 15 000 | - | - | - | - | - | 800 | 600 |

**Проектная линия методом тангенсов**

Существует два метода нанесения проектной линии продольного профиля: метод тангенсов и графоаналитический метод по шаблонам.

На продольный профиль линии земли по оси дороги наносят контрольные точки. Намечают ломаную линию, придерживаясь руководящей рабочей отметки и ориентируясь на допускаемые значения уклонов прямых, радиусов кривых. Проектная линия должна пройти не ниже контрольных точек.

Продольный уклон *i* проектной линии вычисляют с точностью 0,001 по формуле

*i* = *H*1 – *H*2 ,

*L*

где *H*1, *H*2 – проектная отметка начала и конца проектной линии, м;  *L* - расстояние между началом и концом проектной линии, м.

Проектные отметки пикетажных и промежуточных точек проектной линии *Hi* с точностью 0,01 производить по формуле

*Hi* = *H*1 + *h* = *H*1 + *i ℓ*,

где *h* – превышение, м; *ℓ* - расстояние от пикета или промежуточной точки до начала проектной линии, м.

Переломы проектной линии продольного профиля сопрягают вертикальными кривыми. Элементы вертикальных кривых: Т - тангес, К - кривая, Б - биссектриса определяют по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [24] в зависимости от разницы уклонов смежных проектных линий (*i*1 – *i*2).

**Графоаналитический метод по шаблонам**

Проектную линию графоаналитическим методом по шаблонам наносят на продольном профиле автомобильной дороги в виде сопрягающихся между собой смежных вертикальных кривых или кривой с прямыми вставками. Вертикальные кривые имеют параболическое очертание.

На первом этапе проектирования наносят прямые линии и вписывают вертикальные кривые по шаблонам. На чертеж продольного профиля местности с нанесенной линией фактической поверхности земли накладывают шаблоны (рис. 8) вертикальных кривых разных радиусов, выполненные в масштабе продольного профиля: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500.

На шаблоне нанесены штрихи с указанием уклонов (‰) касательных линий в точке пересечения с вертикальной кривой, значение радиуса кривой. Также на шаблоне имеются горизонтальная и вертикальная линии для ориентирования шаблона на продольном профиле.

В вершине вертикальной кривой, которую принимают за начало координат, уклон равен нулю. Каждая точка шаблона имеет свой уклон касательной к ней линии и координаты: расстояние и превышение относительно вершины кривой.

Рис. 8. Шаблон для проектирования вертикальных кривых

Проектные участки в виде прямых линий наносят с помощью треугольника уклонов (рис. 9), лучи которого расположены под углом от 0 ‰ до 100 ‰.

Рис. 9. Треугольник уклонов:

1 - рабочая сторона треугольника; 2 - лучи-уклоны; 3 - вертикальная шкала

Смежные вертикальные кривые или кривая с прямой вставкой должны в связующей точке иметь одинаковый уклон касательных линий. Связующая точка – это точка перехода из выпуклой вертикальной кривой в смежную вогнутую кривую или прямую вставку и наоборот.

Использование шаблонов при проектировании проектной линии продольного профиля позволяет наглядно подобрать радиус вертикальной кривой и уклон прямой вставки.

На втором этапе определяют уклон касательной линии в связующей точке, ее пикетажное положение и проектную отметку. Затем вычисляют отметки пикетов и всех промежуточных точек в пределах вертикальной кривой.

Вертикальные вогнутые кривые имеют уклон касательных линий положительный, а вертикальные выпуклые кривые – отрицательный. Вершину или начало вертикальной кривой принимают за нулевую точку. В вершине вертикальной кривой касательная линия располагается горизонтально и уклон ее равен нулю.

Для вычисления проектных отметок в пределах вертикальной кривой используют таблицы Н.М. Антонова [27] (табл. П3 приложения). Применяют две схемы расчета (рис. 10).

а)                                                              б)

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h2* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓn* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ*2 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h*1 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h*2 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | 0 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | 0 | |

Рис. 10. К расчету по методу Н.М. Антонова:

а) схема № 1; б) схема № 2; *ℓ* - расстояние; *h* - превышение

В расчетной схеме № 1 за нулевую точку принимают начало вертикальной кривой. Все расстояния *ℓ* и превышения *h* определяют по отношению к этой точке слева направо, когда применяют последовательное проектирование от начала трассы к концу или наоборот.

В расчетной схеме № 2 за нулевую точку принимают вершину вертикальной кривой, а все расстояния *ℓ* и превышения *h* определяют по отношению к вершине вертикальной кривой. Схема № 2 применима при проектировании от контрольных точек, например от моста, путепровода, трубы в обе стороны.

Проектную отметку по бровке земляного полотна *Н*бр определяют по  формуле:

*Н*бр = *Н*0 ± *hℓ* ,

где *Н*0 - отметка нулевой точки, *hℓ* - превышение для точки на расстоянии *ℓ* по таблице Н.М. Антонова [27] (табл. П3 приложения).

**Оформление продольного профиля**

Продольный профиль автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе согласно ГОСТ Р 21.1701-97: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100. Назначают условный горизонт ниже наименьшей фактической отметки земли на 40 - 60 м.

Исходные данные для  выполнения продольного профиля автодороги получают с топографического плана автодороги с горизонталями через 2,5 м. Графы продольного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701-97.

Фактические отметки земли указывают по оси дороги относительно условного горизонта. Проектные отметки дороги указывают на пикетах, в промежуточных и в точках перелома повер­хности земли по бровке земляного полотна. На продольном профиле автомобильной дороги показывают:

-      линию фактической поверхности земли по оси дороги и линию проектируемой по­верхности по бровке земляного полотна дороги;

-      линии ординат от точек переломов фактической поверхности земли и точек сопря­жения элементов проектной линии продольного профиля;

-      геологический разрез с шурфами и скважинами;

**Выше** проектной линии показывают:

-      реперы;

-      наземные инженерные коммуникации;

-      наименование проектируемых искусственных сооружений;

-      транспортные развязки, пересечения и примыкания;

-      переезды через железнодорожные пути;

-      нагорные и водоотводные канавы, сбросы воды;

-      рабочие отметки (высоты) насыпи на пикетах, в промежуточных и в точках перелома продольного профиля.

**Ниже** проектной линии показывают:

-      рабочие отметки (глубины) выемки на пикетах, в промежуточных и в точках перелома продольного профиля;

-      проектируемые искусственные сооружения с указанием отметок уровня (горизон­тов) воды;

-      подземные инженерные коммуникации;

-      пикеты, элементы плана, указатели километров.

Красным цветом можно показать проектную линию продольного профиля. Фактическую отметку земли по оси дороги, проектную отметку по бровке земляного полотна дороги, рабочую отметку насыпи и выемки определяют с точностью до 0,01 м. Продольный уклон проектной линии заносят в продольный профиль с точностью 1 ‰ = 0,001.

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки *h*н(в) рассчитывают по формуле

*h*н(в) = *Н*п - *Н*з,

где *Н*п - проектная отметка по бровке земляного полотна дороги; *Н*з - фактическая отметка земли по оси дороги.

Определяют расстояние *ℓ*1 от пикета до точки перехода из насыпи в выемку и наоборот (рис. 11) из соотношения

*h*1 =    *ℓ*1\_\_\_  ,

*h*2100 - *ℓ*1

*ℓ*1 =   100 *h*1 ,

*h*1 + *h*2

где *h*1 – рабочая отметка (высота) насыпи, м; *h*2 – рабочая отметка (глубина) выемки, м; 100 м – расстояние между пикетами.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

*h*1

ПК1                                                                                 ПК2

*ℓ*1 *h*2

100 м

Рис. 11. Схема к определению расстояния до нулевых точек

Ниже линии поверхности земли на 2 см и параллельно наносят геологический разрез с шурфами и скважинами.

Указывают наименование и номер грунта по трудности разработки, определенный по ГЭСН-2001. Сб. 1 (табл. П4), консистенцию грунтов при помощи условных обозначений по ГОСТ 21.302 ([табл. 24](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/152305/mod_resource/content/1/mu%20kproekt.htm#t3)) и отметки уровня грунтовых вод.

Продольный профиль дополняют ведомостями водоотводных сооружений, искусственных сооружений, пересечений и примыканий.

**Резюме**

Назначить руководящую рабочую отметку насыпи, контрольные отметки у путепровода, моста, водопропускных труб, подтопляемой насыпи.

Запроектировать продольный профиль автомобильной дороги в программе AutoCAD с наименьшими объемами земляных работ в соответствии с ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\*. Применять для проектирования метод тангенсов (рис. 12) или метод Н.М. Антонова (рис. 13).

На продольном профиле автомобильной дороги отобразить поГОСТ Р 21.1701-97 проектную линию, заполнить графы в соответствии с их наименованиями, указать  репер, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные трубы, мосты и путепроводы, пересечения и примыкания, сбросные водоотводные канавы, геологический разрез с шурфами, скважинами, указать вид грунтов.

Определить приближенно длину путепровода, моста, труб с оголовками. Разработать ведомости искусственных сооружений (табл. 26), пересечений и примыканий (табл. 27).

**Пример 5**

Продольный профиль автомобильной дороги разработан в программе AutoCAD в масштабе: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100.

*Расчет руководящей рабочей отметки насыпи*

Высота насыпи *h*1 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод для легкого суглинка

*h*1 = *h*т *-  h*гв = 2,2 – 2,5 = - 0,3 м,

где *h*т – данные табл. 18 над чертой, *h*т = 2,2 м; *h*гв – уровень грунтовых вод, *h*гв = 2,5 м.

Высота насыпи *h*2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для легкого суглинка на участках без устройства боковых кюветов

*h*2 = *h*т *+  h*пв = 1,6 + 0,2 = 1,8 м,

где *h*т - данные табл. 18 под чертой, *h*т = 1,6 м; *h*пв – уровень поверхностных вод, *h*пв = 0,2 м.

На участках с устройством боковых кюветов глубиной 0,4 м высота насыпи *h*2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод

*h*2 = *h*т *-  h*пв = 1,6 - 0,2 = 1,4 м .

Высота насыпи *h*3 определена по условию снегонезаносимости во время метелей для участков, проходящих по открытой местности

*h*3= *hs* +∆ *h =* 0,76 + 0,7 = 1,46 м,

где *hs* - высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, *hs* = 0,76 м; ∆ *h* - возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее снегонезаносимости, ∆ *h* = 0,7 м.

*Вывод*. Руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги II категории во II дорожно-климатической зоне для легкого суглинка при уровне грунтовых вод 2,5 м и уровне поверхностных вод 0,2 м назначена 1,8 м из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для участков дороги без устройства боковых кюветов.

На участках дороги с устройством боковых кюветов руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги назначена 1,46 м из условия снегонезаносимости.

*Минимальная контрольная отметка у сооружения*

Автомобильная дорога пересекает железную дорогу на ПК 27 + 21, где запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м с подмостовым габаритом 5 м, конструктивной высотой – 1 м.

Длина путепровода *L*п определена приближенно по формуле

*L*п = *В*зп + 2 *m* *H*п = 24 + 2ּ1,5ּ 6 = 42 м,

где *В*зп – ширина земляного участка железной дороги с учетом охранной зоны, *В*зп = 24 м; *Н*п- высота путепровода, *Н*п = 6 м; *m* - крутизна откоса конусов у путепровода, *m* = 1,5.

Автомобильная дорога пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71о, где устраивается железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м.

Для моста минимальная отметка продольного профиля *h*м определена по формуле

*h*м = *Н* + *h*о+ *h*к = 169,0 + 0,75 + 1,0 = 170,75 м ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), *Н* = 169,0 м; *h*о – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды, при ледоходе *h*о = 0,75 м; *h*к – конструктивная высота пролетного строения, *h*к = 1,0 м.

Длина моста *L*м назначена (рис. 5) по приближенной формуле

*L*м = *В*м + * B*п + 2*m Hм* + 1 = 5 + 0,1 ּ 200 + 2ּ 1,5ּ 4,6 + 1 = 40 м,

где *В*м – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), *В*м = 4,6 м; *В*п – ширина 2-х пойм, *В*п  = 200 м; *Нм* - высота моста, *Нм* = 5 м;  = 0,1 соответственно для пойм шириной 200 м.

Минимальная руководящая рабочая отметка на подходах к мосту *h*пн для подтопляемой насыпи автомобильной дороги определена по формуле

*h*пн = *Н* + 0,5 + *h*нв = 169,0 + 0,5 + 0,01 = 169,51 м ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), *Н* = 169,0 м; *h*нв – высота набега волны, м.

Высота набега волны *h*нв определена по формуле

*h*нв ≈ *v2* / *g* = (0,3)2 / 9,81 = 0,01 м ,

где *v* – средняя скорость движения воды в реке, *v* = 0,3 м/с; *g* - ускорение свободного падения, *g* = 9,81 м/с2.

На участке дороги запроектировано 3 круглые водопропускные  железобетонные трубы диаметром 1,5 м.

Минимальная высота насыпи у труб *H*тр определена по формуле

*H*тр = *h*т + δт + *h*п + *h*до = 1,5 + 0,14 + 0,5 + 0,5 = 2,64 м,

где *h*т – высота или диаметр трубы, *h*т = 1,5 м;δт – толщина стенки трубы, δт = 0,14 м; *h*п – засыпка песком, грунтом, *h*п = 0,5 м; *h*до – толщина дорожной одежды, *h*до = 0,5 м.

Длина трубы с оголовками *L*тр определена ориентировочно по формуле

*L*тр = *B*зп + 2 *m* *h*н = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ 2,65 = 21,36 м,

где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – проектная высота насыпи у трубы, *h*н = 2,65м.

Расположение труб на автомобильной дороге и их тип указан в ведомости табл. 26.

Пересечение с автомобильной дорогой IV технической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60о и ПК  19 + 92 под углом 66о. Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100 м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25 м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 0,75 м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией - газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1 000 мм осуществлено на ПК 5 под прямым углом. Газопровод под автомобильной дорогой размещен в футляре диаметром 1220 мм. Заглубление магистрального газопровода от поверхности земли до верха трубы выполнено на 1,0 м.

Длина футляра *L*ф1 для газопровода определена по формуле

*L*ф1 = *B*зп + 2 *m* *h*н + 2 ּ3 = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ 0,3 + 6 = 20,4 м,

где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, *h*н = 0,3 м; 3 м – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра.

Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80о. Заглубление футляра с бронированным кабелем выполнено от поверхности земли до верха трубы на 0,7 м.

Длина футляра *L*ф2 для кабеля связи определена по формуле

*L*ф = *B*зп + 2 *m* *h*н + 2 ּ3 = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ 5,2 + 6 = 35,1 м,

где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, *h*н = 5,2 м; 3 м – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра.

Сводная ведомость искусственных сооружений приведена в табл. 26.

Таблица 26

Ведомость искусственных сооружений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Местопо-ложение,  ПК | Наименование  водотока,  сооружения | Вид и материал  сооружения | Угол  пересечения, град. | Гидравли-ческий режим | Длина,  м |
| 1. | 5 + 00 | Газопровод в.д. | Мет. футляр  d – 1 220 мм | 90 | - | 20,4 |
| 2. | 9 + 30  справа | Кювет, съезд | Ж/б труба  d - 0,75 м | 90 | Безнапорный | 15,5 |
| 3. | 13 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 90 | Безнапорный | 22\* |
| 4. | 19 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 60 | Безнапорный | 22\* |
| 5. | 19 + 92  слева | Кювет, съезд | Ж/б труба  d - 0,75 м | 90 | Безнапорный | 15,5 |
| 6. | 24 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 90 | Безнапорный | 21,4\* |
| 7. | 26 + 20 | Кабель связи | Мет. футляр | 80 | - | 35,1 |
| 8. | 27 + 21 | Железная  дорога | Ж/б путепровод  Г-11,5 | 60 | - | 42 |
| 9. | 36 + 48 | р. Островчица | Ж/б мост  Г-11,5 | 71 | - | 40 |

Примечание. \* Длина трубы приведена с раструбным оголовком

Проектная линия продольного профиля нанесена методом тангенсов с ПК 10 по ПК 30 (рис. 12), а на остальных участках по графоаналитическим методом по шаблонам (рис. 13) по бровке земляного полотна.

Поверхность Владимирской области - слабохолмистая равнина высотой до 236 м над уровнем моря. Условный горизонт принят 140м.

Автомобильная дорога проходит с ПК 10 по ПК 17 по равнинной местности с плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно-допустимых норм.

Проектная линия в продольном профиле с ПК 0 по ПК 30 запроектирована по "обертывающей" с невысокими насыпями, следуя очертанию земли с соблюдением минимально допустимых контрольных отметок у труб, путепровода и руководящей рабочей отметки насыпи из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод. Основное требование при проектировании продольного профиля - обеспечение минимальных объемов земляных работ выполнено.

Проектная линия в продольном профиле на участке с пересеченным рельефом местности с ПК 30 и далее запроектирована по "секущей" с устройством чередующихся насыпей и выемок. Баланс объемов земляных работ  и водоотвод в выемках за счет устройства боковых кюветов обеспечен.

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дороге II категории сопряжены вертикальными кривыми.

Продольный профиль не имеет резких переломов, вследствие чего видимость обеспечена на всем протяжении трассы.

Основные  радиусы выпуклых кривых  20 000 – 25 000 м, вогнутых кривых 5 000 - 15 000 м, продольные уклоны менее 40 ‰.

Грунты по трассе - суглинок легкий. Уровень грунтовых вод в пониженных местах составляет 2,5 м, уровень поверхностных вод - 0,2 м. Поперечный уклон поверхности земли менее 20 ‰.

По плану и продольному профилю разработана ведомость пересечений и примыканий (табл. 27).

Таблица 27

Ведомость пересечений и примыканий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | Категория  дороги | | Угол  пересечения, о | | Длина,  м | | Ж/б труба  отв., м | |
| Км | ПК | Влево | Вправо | Влево | Вправо | Влево | Вправо | Слева | Справа |
| 1 | 9 + 30 | IV | IV | 60 | 60 | 100 | 100 |  | 0,75 |
| 2 | 19 + 92 | IV | IV | 66 | 66 | 100 | 100 | 0,75 |  |

**7.  ПРОЕКТИРОВАНИЕ  ПОПЕРЕЧНЫХ**

**ПРОФИЛЕЙ  АВТОМОБИЛЬНОЙ  ДОРОГИ**

**Элементы поперечного профиля**

Поперечный профиль- это сечение автомобильной дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной ее оси (рис. 14).

а)                                                              б)

Рис. 14. Поперечный профиль верхней части

земляного полотна автомобильной дороги:

а) IA, IБ, IB категории; б) II - IV категории:

ЗП – земляное полотно; ПЧ - проезжая часть; О – обочина;

РП - разделительная полоса; ПБ – полоса безопасности на разделительной полосе; КП - краевая полоса у обочины, УО – укрепленная часть обочины

Проезжая часть (ПЧ) - полоса в верхней части земляного полотна, на которой устраивается дорожная одежда и осуществляется непосредственное движение автотранспорта. На автомагистралях проезжую часть устраивают раздельно для обеспечения движения автомобилей в каждом направлении с разделительной полосой (РП) между ними.

По бокам к проезжей части примыкают обочины (О) – полосы земляного полотна, предназначенные для временной стоянки автомобилей и способствующие безопасности движения. Вдоль проезжей части на обочинах предусматривают краевые полосы (КП), предотвращающие разрушение кромок проезжей части. Проезжая часть и обочины примыкают к прилегающей местности откосами.

Краевые полосы (КП) у обочин и полосы безопасности (ПБ) на разделительной полосе должны иметь дорожную одежду такой же прочности, что и проезжая часть.

Укрепленная часть обочины (УО) за пределами краевой полосы на дорогах категорий I - IV должна иметь дорожную одежду с покрытием из каменного материала, обработанного вяжущим материалом.

Грунтовая разделительная полоса (РП) между полосами безопасности (ПБ) планируется горизонтально, чтобы поверхность земли была на 3 – 6 см ниже полос безопасности (ПБ). Разделительной полосе (РП) из щебня или гравия, обработанного вяжущими, придают выпуклое очертание с поперечным уклоном к проезжей части.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории назначают по ГОСТ Р 52399-2005 (табл. 6).

Для обеспечения стока проезжей части и обочинам придают поперечный уклон от оси дороги к бровке земляного полотна. На автомобильных дорогах I категории, расположенных на одном земляном полотне, проезжую часть для разных направлений движения устраивают с односкатным профилем относительно разделительной полосы.

Поперечные уклоны проезжей части автомобильной дороги назначают в зависимости от категории дороги, дорожно-климатической зоны района проектирования, типа покрытия по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 28).

Поперечные уклоны обочин принимают на 10 – 30 ‰ больше поперечных уклонов проезжей части. В зависимости от климатических условий и типа укрепления обочин назначают поперечные уклоны:

30 - 40 ‰ - при укреплении с применением вяжущих;

40 - 60 ‰ - при укреплении гравием, щебнем, шлаком, мощении каменными материалами и бетонными плитами;

50 - 60 ‰ - при укреплении дерном или засевом трав.

При устройстве земляного полотна из крупно- и среднезернистых песков, а также из тяжелых суглинистых грунтов и глин уклон обочин, укрепленных засевом трав, принимают равным 40 ‰.

Таблица 28

Поперечные уклоны проезжей части

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | Поперечный уклон, ‰ | | | |
| Дорожно-климатические зоны | | | |
| I | II, III | IV | V |
| IА, IБ, IВ |  |  |  |  |
| а) при двускатном поперечном профиле каждой проезжей части | 15 | 20 | 25 | 15 |
| б) при односкатном профиле: |  |  |  |  |
| первая и вторая полосы от разделительной полосы | 15 | 20 | 20 | 15 |
| третья и последующие полосы | 20 | 25 | 25 | 20 |
| II - IV | 15 | 20 | 20 | 15 |
| Примечание. На гравийных и щебеночных покрытиях поперечный уклон принимают 25 – 30 ‰, а на покрытиях из грунтов, укрепленных местными материалами, и на мостовых из колотого и булыжного камня – 30 – 40 ‰. | | | | |

На кривой в плане с радиусом менее  3 000 м для I категории дорог и радиусом менее 2 000 м для других категорий дорог предусматривают устройство виража. На вираже верхней части земляного полотна автомобильных дорог придают односторонний поперечный уклон, направленный в сторону центра закругления.

Поперечные уклоны на виражах назначают в зависимости от радиусов кривых в плане по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 29).

Таблица 29

Поперечные уклоны на виражах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радиусы кривых в плане, м | Поперечный уклон на виражах, ‰ | | |
| основной | | в районах  с частым гололедом |
| на дорогах  I - V  категорий | на дорогах к промышленным предприятиям |
| От 3 000 до 1 000 для дорог I категории | 20 - 30 | - | 20 - 30 |
| От 2 000 до 1 000 для дорог II - V катег. | 20 - 30 | - | 20 - 30 |
| От 1 000 до 800 | 30 - 40 | - | 30 - 40 |
| "     800  "   700 | 30 - 40 | 20 | 30 - 40 |
| "    700   "   650 | 40 - 50 | 20 | 40 |
| "    650   "   600 | 50 - 60 | 20 | 40 |
| "    600   "   500 | 60 | 20 - 30 | 40 |
| "    500   "   450 | 60 | 30 - 40 | 40 |
| "    450   "   400 | 60 | 40 - 60 | 40 |
| "    400 и менее | 60 | 60 | 40 |
| Примечание. Меньшие значения поперечных уклонов на виражах соответствуют большим радиусам кривых, а большие - меньшим. | | | |

Отгон виража - переход от двускатного профиля дороги к односкатному осуществляют на протяжении переходной кривой. Переход от уклона обочин при двускатном профиле к уклону проезжей части производят на протяжении 10 м до начала отгона виража.

При радиусах кривых в плане менее 1 000 м предусматривают уширение проезжей части с внутренней стороны за счет обочин так, чтобы ширина обочин была не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и не менее 1 м для дорог остальных категорий.

Величины полного уширения двухполосной проезжей части дорог на закруглениях принимают по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 30).

Таблица 30

Уширение 2-полосной проезжей части дорог на кривых

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиусы кривых  в плане, м | Величина уширения, м, для автомобилей и автопоездов с расстоянием от переднего бампера до задней оси автомобиля или автопоезда, м | | | | |
| автомобилей - 7 и менее, автопоездов - 11 и менее | 13 | 15 | 18 | 23 |
| 1 000 | - | - | - | 0,4 | 0,6 |
| 850 | - | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 |
| 650 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,8 |
| 575 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 425 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,9 | 1,3 |
| 325 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,6 |
| 225 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,2 |
| 140 | 0,9 | 1,4 | 1,5 | 2,2 | 3,0 |
| 95 | 1,1 | 1,8 | 2,0 | 3,0 | - |
| 80 | 1,2 | 2,0 | 2,3 | 3,5 | - |
| 70 | 1,3 | 2,2 | 2,5 | - | - |
| 60 | 1,4 | 2,8 | 3,0 | - | - |
| 50 | 1,5 | 3,0 | 3,5 | - | - |
| 40 | 1,8 | 3,5 | - | - | - |
| 30 | 2,2 | - | - | - | - |

Уширение проезжей части устраивают пропорционально расстоянию от начала переходной кривой до начала круговой кривой.

Величину полного уширения проезжей части для дороги с 4-мя полосами движения и более увеличивают соответственно числу полос, а для 1-полосной дороги - уменьшают в 2 раза по сравнению с нормами.

Крутизна откосов - отношение высоты к горизонтальной проекции откоса. Крутизну откосов назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки из условий снегонезаносимости, гармоничного сочетания его с прилегающим ландшафтом, обеспечения безопасности движения, устойчивости откосов, а также с учетом экономических требований.

Откосы могут иметь переменную крутизну, при этом для обеспечения устойчивости на откосах высоких насыпей и глубоких выемок нередко устраивают бермы - полки шириной 1 - 4 м.

Крутизну откоса насыпей высотой до 3 м на дорогах I - III категорий принимают 1 : 4, для IV - V категорий не круче 1 : 3.

Для насыпей высотой более 3 м крутизну откоса назначают 1:1,5 или 1 : 2; при насыпях высотой более 6 метров до 12 метров проектируют откосы переменной крутизны 1 : 1,5 и 1 : 1,75; 1 : 1,75 и 1 : 2.

Выемки глубиной до 1 м проектируют раскрытыми или разделанными под насыпь с крутизной откосов от 1 : 5 до 1 : 10, для выемки глубиной более 1 м крутизну откоса назначают 1 : 1,5 или 1 : 2.

**Оформление поперечного профиля**

Поперечные профили автомобильной дороги (рис. 8) разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701-97. Исходные данные для  выполнения поперечных профилей автодороги получают с продольного профиля автодороги. Графы поперечного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701-97.

Поперечные профили автомобильной дороги выполняют по направлению возрас­тания указателей километров. На поперечном профиле земляного полотна автомобильной дороги показывают:

-         ось проектируемого земляного полотна;

-         линию фактической поверхности земли и линии ординат от точек ее переломов;

-         контур проектируемого земляного полотна с указанием крутизны откосов

-         контур водоотводных сооружений, линии ординат от точек их переломов;

-         контур проектируемой поверхности дорожного покрытия и отметки уровней (высо­ты, глубины) в точках ее переломов;

-           ширину земляного полотна и его элементов;

-           ширину проезжей части, разделительной полосы, обочин и укрепительных полос;

-           направление и величину уклонов верха земляного полотна и поверхности дорожной одежды;

-           конструкцию дорожной одежды (схематично);

-         контур и величину срезки плодородного слоя, удаления торфа и замены непригодного грунта;

-         инженерные коммуникации, их обозначение, наименование и отметки уровней, на которых они проложены;

-         привязку поперечного профиля к пикету;

-         рабочие отметки земляного полотна.

Поперечные профили конструкций земляного полотна, различающиеся конфигу­рацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов и т.д., обозначают: Тип 1, Тип 2 и т.д. На по­перечных профилях соответствующего типа указывают условия применения данного типа.

Фактическую отметку земли по оси *Н*з и проектную отметку бровки земляного полотна *Н*бр получают с продольного профиля автодороги (рис. 13, 14).

Рис. 15. Схема к расчету отметок поперечного профиля:

*В*зп, *В*пр, *В*о - ширина земляного полотна, проезжей части и обочины; кп – краевая полоса; *Н*зп, *Н*бр, *Н*пр - проектная отметка земляного полотна по оси, бровки земляного полотна и проезжей части по оси; *Н*з - фактическая отметка земли по оси; *h*н - рабочая отметка (высота) насыпи; *h*до - толщина дорожной одежды;

*В*, *Н*о – ширина и отметка основания земляного полотна;

*m* – заложение крутизны откоса земляного полотна

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки *h*н(в) рассчитывают по формуле

*h*н(в) = *Н*з – *Н*бр .

Проектную отметку проезжей части по оси *Н*пр определяют по формуле (рис. 15)

*Н*пр = *Н*бр + *i*о *В*о + *i*пр *В*пр / 2 ,

где *В*о – ширина обочины, м; *В*пр – ширина проезжей части, м; *i*пр, *i*о– поперечный уклон проезжей части и обочины *i*пр = 0,02,  *i*о = 0,04.

Проектную отметку земляного полотна по оси *Н*зп рассчитывают по формуле

*Н*зп = *Н*пр - *h*до ,

где *h*до - толщина дорожной одежды, м.

Отметку основания земляного полотна у подошвы насыпи определяют

*Н*о = *Н*бр + *m* *h*н

где *m* – заложение крутизны откоса земляного полотна.

Ширину основания земляного полотна рассчитывают

*для насыпи*

*В* = 2 *В*о + *В*пр + 2 *m* *h*н = *В*зп + *m* (*h*1 + *h*2)

*для выемки*

*В* = 2 *В*о + *В*пр + 2 *m h*в + 2 *b* = *В*зп + *m* (*h*1 + *h*2) + 2 *m* (*h*1 *+ h*2)

где *В*зп - ширина земляного полотна, м, *b* – ширина кювета, м; *h*1, *h*2 – глубина кювета в начале и в конце участка, м.

Ширину верха земляного полотна определяют

*В*в = *В*зп + 2 *m* *h*до

Ведомость привязки поперечных профилей приведена в табл. 31. Ведомость устройства виражей и уширения разработана в табл. 32.

**Резюме**

Запроектировать поперечные профили автомобильной дороги в соответствии с ГОСТ Р 52399-2005 и СНиП 2.05.02-85\* в программе AutoCAD в масштабе 1:200.  Поперечные профили обозначить: Тип 1, Тип 2 и т.д., различающиеся конфигу­рацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов, наличием кюветов или виража.

Графы поперечного профиля автодороги заполнить в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701-97. Разработать ведомости привязки поперечных профилей (табл. 31) и устройства виражей с уширением (табл. 32).

**Пример 6**

В программе AutoCAD запроектировано 4 типа поперечных профилей автомобильной дороги в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701-97. Разработаны поперечные профили для насыпи (рис. 16 а, б, в) высотой:

     Тип 1 - до 1,5 м с кюветами крутизной откосов 1 : 4;

     Тип 2 - от 1,5 м до 3 м без кюветов с крутизной откосов 1 : 4;

     Тип 3 - от 3 м до 6 м с крутизной откосов 1 : 1,5.

Разработан поперечный профиль для выемки - Тип 4 глубиной свыше 1 м крутизной откосов 1 : 1,5 (рис. 16 г).

Ширина земляного полотна принята 13,5 м, ширина укрепленной обочины - по 2,5 м, поперечный уклон обочины и земляного полотна – 40 ‰. Ширина проезжей части назначена 7,5 м и краевой полосы - по 0,5 м, толщина дорожной одежды - 0,5 м, поперечный уклон проезжей части – 20 ‰.

Предусмотрена срезка почвенно-растительного слоя грунта толщиной 0,2 м на ширину основания земляного полотна, а при высоте насыпи до 1,5 м и в выемке с учетом устройства треугольных кюветов.

Ведомость привязки поперечных профилей приведена в табл. 31. Ведомость устройства виражей и уширения разработана в табл. 32.

Таблица 31

Ведомость привязки поперечных профилей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип | Местоположение | |
| от ПК | до ПК |
| 1 | 33 + 66 | 35 + 00 |
| 2 | 23 + 00 | 25 + 50 |
|  | 29 + 00 | 30 + 00 |
| 3 | 25 + 50 | 29 + 00 |
|  | 35 + 00 | 37 + 00 |
| 4 | 30 + 00 | 33 + 66 |
|  | 37 + 00 | 39 + 78 |

Таблица 32

Ведомость устройства виражей и уширения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ВУ | Местоположение | | Расстояние, м | Радиус, м | Поперечный уклон, ‰ | Уширение, м | Площадь  уширения, м2 |
| от ПК | до ПК |
| 1 | 13 + 35 | 20 + 38 | 702,72 | 1 600 | 20 | - | - |
| 2 | 20 + 50 | 39 + 44 | 1895,14 | 1 400 | 20 | - | - |

а)

б)

в)

г)

Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги:

а) Тип 1 - насыпь высотой до 1,5 м; б) Тип 2 - насыпь высотой до 3 м;

в) Тип 3 - насыпь высотой св.3 м; г) Тип 4 - выемка глубиной св. 1 м

**8. РАСЧЕТ  ОБЪЕМОВ  ЗЕМЛЯНОГО  ПОЛОТНА**

**Попикетная  ведомость  объемов земляных работ**

Попикетную ведомость объемов земляных работ разрабатывают на основе продольного и поперечных профилей автомобильной дороги в программе Microsoft Office Excel.

Земляное полотно автомобильной дороги можно представить в виде геометрической фигуры – трапецеидальной призмы. Существует аналитический, графоаналитический и табличный метод подсчета объемов земляных работ.

Расчет *профильного* объема *V* земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом осуществляют по формуле Винклера и Мурзо

*V* = [1/2 *В* (*h*1 – *h*2) + 1/3 *m* (*h*12 + *h*22 + *h*1 *h*2)] *L* ,

где *В* - ширина земляного полотна, м; *h*1, *h*2 – рабочие отметки в начале и конце участка (высота, глубина), м; *m* – заложение крутизны откоса; *L* – длина участка, м.

Ширину земляного полотна принимают по ГОСТ Р 52399-2005 (табл. 6), рабочие отметки берут с продольного профиля.

Попикетный объем *Vi* земляных работ в соответствии с принятым типом поперечного профиля рассчитывают по преобразованной формуле Мурзо:

*для насыпи высотой*

     до 3 м и крутизной откоса 1 : 4

*V*1 = 1/6 *L* [*h*1(8*h*1+3*В*)+*h*2(8*h*2+3*В*)+8*h*1*h*2] ;

     до 3 м и крутизной откоса 1 : 3

*V*2 = *L* [*h*1(*h*1+*В/2*)+*h*2(*h*2+*В/2*)+*h*1*h*2] ;

     свыше 3 м и крутизной откоса 1 : 1,5

*V*3 = 1/2 *L* [*h*1(*h*1+*В*)+*h*2(*h*2+*В*)+*h*1*h*2] ;

*для выемки глубиной*

     до 1 м и крутизной откоса 1 : 4

*V*4 = 1/6 *L* [*h*1(8*h*1+3*В*)+*h*2(8*h*2+3*В*)+8*h*1*h*2+2*mh*(*h*1+*h*2+*h*)]

     свыше 1 м и крутизной откоса 1 : 1,5

*V*5 = 1/2 *L* [*h*1(*h*1+*В*+2*b*)+*h*2(*h*2+*В*+2*b*)+*h*1*h*2+4*bh*] =

= 1/2 *L* [*h*1(*h*1+*В*+2*mh*)+*h*2(*h*2+*В*+2*mh*)+*h*1*h*2+4*mh*2] ,

где *b*, *h* – ширина и глубина кювета, м.

Объем двустороннего кювета *V*6 при устройстве насыпи высотой до 1,5 м определяют

*V*6 = 1/2 *L* (*m+n*)(*h*1+ *h*2)2 ,

где *h*1, *h*2 – глубина кювета в начале и в конце участка, м; *n* – заложение крутизны внешнего откоса.

На землях, отводимых под постоянное пользование при строительстве автомобильной дороги, плодородный почвенно-растительный слой снимают и складируют в штабеля в отведенных проектом местах (отвал, кавальер).

Толщину срезки слоя почвы 0,1 – 0,5 м назначают по данным изысканий и технических условий землепользователей. Плодородный почвенный грунт используют в дальнейшем для укрепления откосов земляного полотна, а также при рекультивации временно-занимаемых при строительстве земель. Объем снятого дерна (почвенно-растительного слоя) *V*прс рассчитывают

*V*прс = *В h*прс *L* ;

*В* – ширина основания земляного полотна, м; *h*прс – толщина почвенно-растительного слоя, м.

*Поправки* Δ*Vi* к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определяют по формулам

     призматоидальная учитывается, если (*h*1 – *h*2) ≥ 0,5 м

Δ*V*п = 1/12 *L* *m* (*h*1 – *h*2)2 ;

     на устройство дорожной одежды, если в насыпи отнимают, если в выемке прибавить

Δ*V*до = (*В*пр+ кп) *h*до *L* ;

     на устройство сточной призмы (рис. 17), если в насыпи прибавить, если в выемке отнимают

Δ*V*ст = *L* [(*В*о - кп)2*i*о + (*В*пр /2+ кп)2 *i*пр] ;

     на устройство укрепленной обочины, если в насыпи отнимают, если в выемке прибавить

Δ*V*о = 2 (*В*о - кп) *h*о *L* ,

где *В*пр *-* ширина проезжей части, м; кп – ширина краевой полосой, м; *h*до - толщина дорожной одежды, м; *В*о, *h*о – ширина и толщина укрепления обочины, м; *i*пр, *i*о - поперечный уклон проезжей части и обочины, *i*пр = 0,02, *i*о = 0,04.

Поперечный уклон проезжей части автомобильной дороги назначают по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 28). Поперечный уклон обочины принимают на 10 – 30 ‰ больше поперечного уклона проезжей части.

Рис. 17. К расчету поправки на сточную призму

Объем насыпи *V*н определяют с учетом всех поправок, объема снятого дерна и коэффициента относительного уплотнения *K*уот

*V*н = (*Vi* + *V*прс + Δ*V*п - Δ*V*до + Δ*V*ст - Δ*V*о) *K*уот

*Коэффициент относительного уплотнения грунта* - отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к плотности скелета того же грунта в карьере, выемке или кювете. Коэффициент относительного уплотнения грунта определяют по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 33) в зависимости от вида грунта и требуемого коэффициента стандартного уплотнения грунта

Таблица 33

Коэффициент относительного уплотнения грунта

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Требуемый коэффициент  уплотнения  грунта | Коэффициент относительного уплотнения для грунтов | | | | | | |
| пески, супеси, пылеватые | суглинки,  глины | лессы | скальные при  плотности, г/см3 | | | шлаки, отходы промышленности |
| 1,9-2,2 | 2,2-2,4 | 2,4-2,7 |
| 1,00 | 1,10 | 1,05 | 1,30 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 1,26 - 1,47 |
| 0,95 | 1,05 | 1,00 | 1,15 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 1,20 - 1,40 |
| 0,90 | 1,00 | 0,95 | 1,10 | 0,85 | 0,80 | 0,76 | 1,13 - 1,33 |

*Коэффициент стандартного уплотнения грунта* - отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к максимальной плотности скелета того же грунта при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733-2002, назначаемый по СНиП 2.05.02-85\* (табл. 34).

Таблица 34

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы  земляного  полотна | Глубина от поверхности  покрытия, м | Наименьший коэффициент стандартного  уплотнения грунта при типе дорожной одежды | | | | | | |
| капитальном | | | | облегченном  и переходном | | |
| в дорожно-климатической зоне | | | | | | |
| I | II, III | IV, V | I | | II, III | IV, V |
| Рабочий слой | До 1,5 | 0,98-0,96 | 1,0 - 0,98 | 0,98-0,95 | 0,95-0,93 | | 0,98-0,95 | 0,95 |
| Неподтоплямая  часть насыпи | Св. 1,5  до 6 | 0,95-0,93 | 0,95 | 0,95 | 0,93 | | 0,95 | 0,90 |
| Св. 6 | 0,95 | 0,98 | 0,95 | 0,93 | | 0,95 | 0,90 |
| Подтопляемая  часть насыпи | Св. 1,5  до 6 | 0,96-0,95 | 0,98-0,95 | 0,95 | 0,95-0,93 | | 0,95 | 0,95 |
| Св. 6 | 0,96 | 0,98 | 0,98 | 0,95 | | 0,95 | 0,95 |
| Выемки ниже промерзания | До 1,2 | - | 0,95 | - | - | | 0,95-0,92 | - |
| До 0,8 | - | - | 0,95-0,92 | - | | - | 0,90 |
| *Примечания:* 1. Большие значения коэффициента уплотнения грунта следует принимать при цементобетонных покрытиях и цементогрунтовых основаниях, а также при дорожных одеждах облегченного типа, меньшие значения - во всех остальных случаях.  2. В районах поливных земель при возможности увлажнения земляного полотна требования к плотности грунта для всех типов дорожных одежд следует принимать такими же, как указано в графах для II и III дорожно-климатических зон.  3. Для земляного полотна, сооружаемого в районах распространения островной высокотемпературной вечной мерзлоты, коэффициенты уплотнения следует принимать такими же, как для II дорожно-климатической зоны. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Объем выемки *V*в определяют с учетом всех поправок и объема снятого дерна

*V*в = *Vi* - *V*прс + Δ*V*п + Δ*V*до - Δ*V*ст + Δ*V*о

Объем кювета *V*к определяют с учетом объема снятого дерна

*V*к = *V*6 - *V*прск = *V*6 – 2 *b* *h*прс *L* = *V*6 – (*m+n*) (*h*1+ *h*2) *h*прс *L*

При расположении земляного полотна на косогоре крутизной 1:3 ÷ 1:10 или при поперечном уклоне местности более 100 ‰ объемы земляных работ определяют графоаналитическим способом. Для этого вычерчивают поперечные профили земляного полотна по пикетам в программе AutoCAD и определяют площадь насыпи и выемки. Расчет профильных объемов земляных работ ведут по формуле

*V* = 1/2 (*F*1+ *F*2) *L* = *F*ср *L* ,

где *F*1, *F*2 – площадь поперечных профилей земляного полотна, м2; *L* – расстояние между поперечниками, м; *F*ср – средняя площадь поперечного сечения на участке, м2.

При табличном методе подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог используют таблицы Н.А. Митина [31].

**Резюме**

Рассчитать попикетный профильный объем земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом в программе Microsoft Office Excel. Определить объем срезки почвенно-растительного слоя грунта. Учесть призматоидальную поправку и поправки на устройство проезжей части, укрепленной обочины, сточной призмы, коэффициент относительного уплотнения в насыпи.  Точность расчета 1 м3.

Разработать попикетную и покилометровую ведомости объемов земляных работ (табл. 35, 36), ведомости планировки и укрепления кюветов (табл. 37), планировки и укрепления откосов, укрепления обочин земляного полотна (табл. 38, 39), ведомость использования почвенно-растительного слоя (табл. 40).

**Пример 7**

Расчет профильного объема земляного полотна автомобильной дороги осуществлен аналитическим методом в программе Microsoft Office Excel.

Поправки к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определены по формулам

     на устройство дорожной одежды

Δ*V*до = *В*пр *h*до *L* = 8,5 · 0,5 · 100 =  425 м3;

     на устройство сточной призмы

Δ*V*ст = *L* [(*В*о – кп)2 *i*о + *В*о *В*пр *i*пр + (*В*пр /2+ кп)2 *i*пр] =

= 100 (2,52 · 0,04 + 4,252 · 0,02) = 61 м3;

     на устройство укрепленной обочины

Δ*V*о = 2 *В*о *h*о *L*  = 2 · 2,5 · 0,15 · 100 = 75 м3,

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта принят по СНиП 2.05.02-85\* для II дорожно-климатической зоны при капитальном типе дорожной одежды

     0,98 при глубине слоя от поверхности покрытия до 1,5 м;

     0,95 при глубине слоя от поверхности покрытия от 1,5 до 6 м.

Коэффициент относительного уплотнения грунта определен по СНиП 2.05.02-85\* для суглинка

     1,03 – для рабочего слоя насыпи до 1,5 м;

     1,0 – для насыпи ниже 1,5 м от поверхности покрытия.

Данные расчета занесены в попикетную ведомость объемов земляных работ табл. 35.

**Покилометровая  ведомость  объемов земляных работ**

Покилометровую  ведомость  объемов земляных работ (табл. 36) разрабатывают на основе попикетной ведомости объемов земляных работ. Объемы земляного полотна в насыпи, выемке и кювете суммируют по каждому километру, а затем по всей трассе и отражают в строке "Итого на трассу".

Грунт для отсыпки насыпи может быть получен от нарезки боковых кюветов, разработки выемки и сосредоточенного карьера. Пригодность грунта в насыпь определяют в зависимости от группы грунта по степени пучинистости СНиП 2.05.02-85\*. Грунты I - II степени пучинистости (песок) пригодны в насыпь без ограничения.

Таблица 35

Попикетная ведомость объемов земляных работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местопо-ложение,  ПК | Рабочие  отметки, м | | Глубина  кювета, м | Расстояние, м | Профильный  объем, м3 | | | Объем  снятого  дерна,  м3 | Поправка на устройство, м3 | | | | Итого земляных работ, м3 | | | |  |
| Призматоиида | Дорожной  одежды | Сточной  призмы | Обочины | Насыпь  с *K*уот | Выемка | Кювет | В отвал |  |
| Насыпь | Выемка | Насыпь | Выемка | Кювет |  |
|  | *h*н | *h*в | *h* | *L* | *Vi* | | | *V*прс | Δ*V*п | Δ*V*до | Δ*V*ст | Δ*V*о | *V*н | *V*в | *V*к | *V*прс |  |
| 20 + 00 | 2,59 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4602 |  |  | 604 | 33 | 425 | 61 | 75 | 4945 |  |  | 604 |  |
| 21 + 00 | 1,59 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2901 |  |  | 508 |  | 425 | 61 | 75 | 3060 |  |  | 508 |  |
| 22 + 00 | 1,39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2408 |  |  | 476 |  | 425 | 61 | 75 | 2519 |  |  | 476 |  |
| 23 + 00 | 1,19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4138 |  |  | 577 | 71 | 425 | 61 | 75 | 4477 |  |  | 577 |  |
| 24 + 00 | 2,65 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2882 |  |  | 494 | 208 | 425 | 61 | 75 | 3240 |  |  | 494 |  |
| 25 + 00 | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 7261 |  |  | 696 | 840 | 425 | 61 | 75 | 8609 |  |  | 696 |  |
| 26 + 00 | 5,17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 11355 |  |  | 588 |  | 425 | 61 | 75 | 11503 |  |  | 588 |  |
| 27 + 00 | 5,42 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 42 | Мост |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27 + 42 | 5,71 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 58 | 7677 |  |  | 362 |  | 247 | 35 | 44 | 7784 |  |  | 362 |  |
| 28 + 00 | 6,12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 10549 |  |  | 570 | 63 | 425 | 61 | 75 | 10743 |  |  | 570 |  |
| 29 + 00 | 3,87 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 7286 |  |  | 728 | 135 | 425 | 61 | 75 | 7941 |  |  | 728 |  |
| 30 + 00 | 1,86 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 57 | 979 |  |  | 239 | 66 | 242 | 35 | 43 | 1064 |  |  | 239 |  |
| 30 + 57 | 0,00 |  | 0,48 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 43 |  | 954 |  | 261 | 28 | 183 | 26 | 32 |  | 910 |  | 261 |  |
| 31 + 00 |  | 1,40 | 0,92 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 4953 |  | 535 | 20 | 425 | 61 | 75 |  | 4877 |  | 535 |  |
| 32 + 00 |  | 2,66 | 1,46 |  |  |  |  |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 6839 |  | 600 |  | 425 | 61 | 75 |  | 6678 |  | 600 |  |
| 33 + 00 |  | 2,42 | 1,50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 66 |  | 2317 |  | 333 | 48 | 281 | 40 | 50 |  | 2321 |  | 333 |  |
| 33 + 66 | 0,00 |  | 1,20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 34 | 347 |  | 239 | 185 | 17 | 145 | 21 | 26 | 412 |  | 180 | 185 |  |
| 34 + 00 | 1,22 |  | 0,40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 1573 |  | 176 | 504 | 13 | 425 | 61 | 75 | 1700 |  | 88 | 504 |  |
| 35 + 00 | 0,60 |  | 0,40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4528 |  |  | 588 | 258 | 425 | 61 | 75 | 5083 |  |  | 588 |  |
| 36 + 00 | 3,38 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 28 | 2167 |  |  | 142 | 5 | 119 | 17 | 21 | 2192 |  |  | 142 |  |
| 36 + 28 | 4,56 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 40 | Мост |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36 + 68 | 4,26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 32 | 2021 |  |  | 151 | 12 | 136 | 20 | 24 | 2044 |  |  | 151 |  |
| 37 + 00 | 2,50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 36 | 908 |  |  | 169 | 75 | 153 | 22 | 27 | 1024 |  |  | 169 |  |
| 37 + 36 | 0,00 |  | 0,63 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 64 |  | 2727 |  | 284 | 157 | 272 | 39 | 48 |  | 2882 |  | 284 |  |
| 38 + 00 |  | 4,43 | 0,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 9227 |  | 578 |  | 425 | 61 | 75 |  | 9087 |  | 578 |  |
| 39 + 00 |  | 4,17 | 0,80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 78 |  | 4159 |  | 421 | 166 | 332 | 48 | 59 |  | 4246 |  | 421 |  |
| 39 + 78 |  | 0,05 | 1,58 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого на трассу | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 78341 | 31002 | 268 | 10594 |  |

Грунты III - V степени пучинистости (супесь, суглинок, глина, пылеватые грунты) рекомендуют применять в нижней части насыпи. В верхней части на всю ширину земляного полотна устраивают дренирующий слой из песка с коэффициентом фильтрации более 1 – 2 м/сутки.

Планирование земляных работ осуществляют с учетом нулевого баланса земляных масс. Нулевой баланс земляных работ по пикетам, а также общий объем на трассу определяют из соотношения:

*V*н = *V*к + *V*в + *V*с ,

где *V*н - объем грунта для отсыпки насыпи, м3; *V*к - объем грунта из боковых кюветов, м3; *V*в - объем грунта от разработки выемки, м3; *V*с - объем грунта из сосредоточенного карьера, м3.

Машины для разработки и транспортировки грунта назначают по СНиП 3.06.03-85. Грунт кюветов нарезают автогрейдером и укладывают в насыпь на том участке, где его разрабатывают. Грунт выемки разрабатывают бульдозером и перемещают в рядом расположенную насыпь на расстояние до 150 м.

При дальности транспортирования грунта из выемки в насыпь свыше 150 м применяют для разработки грунта экскаватор, а перемещение осуществляют автосамосвалами.

 Недостающий грунт для отсыпки насыпей, в том числе дренирующий песок может быть получен при разработке грунта экскаватором в сосредоточенном карьере. Расстояние транспортирования грунта автосамосвалами из карьера в насыпь назначают от 1 км до 5 км.

Почвенно-растительный грунт срезают бульдозером и перемещают в отвал (вдоль земляного полотна) на расстояние 10 – 30 м. Непригодный или излишний грунт выемки разрабатывают экскаватором и складируют в отвал (в овраг или карьер), с перемещением автосамосвалами на расстояние от 1 км до 5 км.

Объем оплачиваемых земляных работ *V*опл определяют

*V*опл = *V*н + *V*отв ,

где *V*н - объем грунта для отсыпки насыпи, м3; *V*отв - объем грунта, идущего в отвал (почвенно-растительный грунт и непригодно-излишний грунт выемки), м3.

Таблица 36

Покилометровая  ведомость  объемов земляных работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Итого земляных  работ, м3 | | | Распределение по видам разработки и транспортировки, м3 | | | | | | | | Оплачи-  ваемые,  м3 |
| Кюветы | Выемка | | | Карьер | | | В отвал |
| Км | от  ПК | до  ПК | Насыпь  с *K*уот | Выемка | Кювет | автогрейдер | бульдозер | экскаватор с автосамосвалами | | | | | бульдозер |
| 10 м | 150 м | 300 м | 400 м | до 2 км | до 3 км | до 4 км | до 20 м |
| 3 | 20+00 | 30+00 | 64822 | - | - | - | - | 7941 | 9810 | - | 47071 | - | 5604 | 70427 |
| 4 | 30+00 | 39+78 | 13518 | 31002 | 268 | 268 | 6243 | 7008 | - | - | - | - | 4989 | 18507 |
| Итого на трассу | | | 78341 | 31002 | 268 | 268 | 6243 | 14949 | 9810 | - | 47071 | - | 10594 | 88934 |

Таблица 37

Ведомость планировки и укрепления кюветов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние,  м | Глубина,  м | Заложение откоса 1 : *m* | | Уклон,  ‰ | Площадь планировки,  м2 | Площадь укрепления, м2 | | |
| Км | от ПК | до ПК | внутреннего | внешнего | Засев трав | Щебень | Цементобетон |
| Слева треугольные кюветы | | | | | | | | | | | |
| 4 | 30+57 | 31+00 | 43 | 0,70 | 4 | 4 | 18 | 248,21 | 248,21 |  |  |
| 4 | 31+00 | 32+00 | 100 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 18 | 429,06 | 429,06 |  |  |
| 4 | 32+00 | 33+00 | 100 | 1,48 | 1,5 | 1,5 | 18 | 533,62 | 533,62 |  |  |
| 4 | 33+00 | 33+66 | 66 | 1,35 | 1,5 | 1,5 | 18 | 321,25 | 321,25 |  |  |
| 4 | 33+66 | 34+00 | 34 | 0,80 | 4 | 1,5 | 35 | 161,18 |  | 161,18 |  |
| 4 | 34+00 | 35+00 | 100 | 0,40 | 4 | 1,5 | 14 | 237,04 | 237,04 |  |  |
| 4 | 37+36 | 38+00 | 64 | 0,34 | 1,5 | 1,5 | 30 | 78,46 |  | 78,46 |  |
| 4 | 38+00 | 39+00 | 100 | 0,42 | 1,5 | 1,5 | 30 | 151,43 |  | 151,43 |  |
| 4 | 39+00 | 39+78 | 78 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 30 | 334,67 |  | 334,67 |  |
| Итого слева | | |  |  |  |  |  | 2494,92 | 1769,18 | 725,74 |  |
| Справа треугольные кюветы | | | | | | | | | | | |
| 4 | 30+57 | 31+00 | 43 | 0,70 | 4 | 4 | 18 | 248,21 | 248,21 |  |  |
| 4 | 31+00 | 32+00 | 100 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 18 | 429,06 | 429,06 |  |  |
| 4 | 32+00 | 33+00 | 100 | 1,48 | 1,5 | 1,5 | 18 | 533,62 | 533,62 |  |  |
| 4 | 33+00 | 33+66 | 66 | 1,35 | 1,5 | 1,5 | 18 | 321,25 | 321,25 |  |  |
| 4 | 33+66 | 34+00 | 34 | 0,80 | 4 | 1,5 | 35 | 161,18 |  | 161,18 |  |
| 4 | 34+00 | 35+00 | 100 | 0,40 | 4 | 1,5 | 14 | 237,04 | 237,04 |  |  |
| 4 | 37+36 | 38+00 | 64 | 0,34 | 1,5 | 1,5 | 30 | 78,46 |  | 78,46 |  |
| 4 | 38+00 | 39+00 | 100 | 0,42 | 1,5 | 1,5 | 30 | 151,43 |  | 151,43 |  |
| 4 | 39+00 | 39+78 | 78 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 30 | 334,67 |  | 334,67 |  |
| Итого справа | | |  |  |  |  |  | 2494,92 | 1769,18 | 725,74 |  |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 4989,85 | 3538,37 | 1451,48 |  |

Таблица 38

Ведомость планировки и укрепления откосов земляного полотна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние, м | Средняя, м | | Заложение откоса 1: | Ширина  верха  земполотна, м | Площадь планировки, м2 | | | Площадь укрепления откосов, м2 | |
| Км | от ПК | до ПК | высота насыпи | глубина выемки | Верх | Откосы | | Насыпь | Выемка |
| Насыпь | Выемка | Засев трав | |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 2,09 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1723,46 |  | 1723,46 |  |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 1,49 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1228,69 |  | 1228,69 |  |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 1,29 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1063,76 |  | 1063,76 |  |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 1,92 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1583,27 |  | 1583,27 |  |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 1,40 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1154,47 |  | 1154,47 |  |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 2,66 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 2193,49 |  | 2193,49 |  |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 5,30 |  | 1,5 | 15 | 1500 | 1909,14 |  | 1909,14 |  |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 5,92 |  | 1,5 | 15 | 870 | 1236,96 |  | 1236,96 |  |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 5,00 |  | 1,5 | 15 | 1500 | 1800,97 |  | 1800,97 |  |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 2,87 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 2362,54 |  | 2362,54 |  |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 0,93 |  | 4 | 17,5 | 997,5 | 437,13 |  | 437,13 |  |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 |  | 0,7 | 4 | 17,5 | 752,5 |  | 248,21 |  | 248,21 |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 |  | 2,03 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 731,93 |  | 731,93 |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 |  | 2,54 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 915,81 |  | 915,81 |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 |  | 1,21 | 1,5 | 15 | 990 |  | 287,94 |  | 287,94 |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 0,61 |  | 4 | 17,5 | 595 | 171,03 |  | 171,03 |  |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 0,91 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 750,41 |  | 750,41 |  |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 1,99 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1641,00 |  | 1641,00 |  |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 3,97 |  | 1,5 | 15 | 420 | 400,79 |  | 400,79 |  |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 3,38 |  | 1,5 | 15 | 480 | 389,98 |  | 389,98 |  |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 1,25 |  | 4 | 17,5 | 630 | 371,08 |  | 371,08 |  |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 |  | 2,22 | 1,5 | 15 | 960 |  | 511,12 |  | 511,12 |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 |  | 4,30 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 1550,39 |  | 1550,39 |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 |  | 2,11 | 1,5 | 15 | 1170 |  | 593,40 |  | 593,40 |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 31115 | 20418,2 | 4838,8 | 20418,2 | 4838,8 |

Таблица 39

Ведомость укрепления обочин земляного полотна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние,  м | Ширина обочин с учетом уширения, м | | | | Площадь укрепления обочин, м2 | | | |
| Км | от ПК | до ПК | Слева | | Справа | | Слева | | Справа | |
| Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 116 | 29 | 116 | 29 |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 114 | 28,5 | 114 | 28,5 |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 86 | 21,5 | 86 | 21,5 |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 132 | 33 | 132 | 33 |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 68 | 17 | 68 | 17 |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 56 | 14 | 56 | 14 |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 64 | 16 | 64 | 16 |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 72 | 18 | 72 | 18 |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 128 | 32 | 128 | 32 |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 156 | 39 | 156 | 39 |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 3792 | 948 | 3792 | 948 |

Таблица 40

Ведомость использования почвенно-растительного слоя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние, м | Объем снятого дерна, м3 | Распределение почвенно-растительного слоя, м3 | | | | | | | |
| Км | от ПК | до ПК | На укрепление | | | Рекультивация временно-занимаемых земель | | | | Возврат |
| откосов | обочин | кюветов | Стройп-лощадка | Склад щебня | Временная дорога | Карьер |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 604 | 259 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 508 | 184 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 476 | 160 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 577 | 237 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 494 | 173 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 696 | 329 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 588 | 286 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 362 | 186 | 9 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 570 | 270 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 728 | 354 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 239 | 66 | 9 | 74 |  |  |  |  |  |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 | 261 | 37 | 6 | 129 |  |  |  |  |  |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 | 535 | 110 | 15 | 160 |  |  |  |  |  |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 | 600 | 137 | 15 | 96 |  |  |  |  |  |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 | 333 | 43 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 185 | 26 | 5 | 71 |  |  |  |  |  |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 504 | 113 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 588 | 246 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 142 | 60 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 151 | 58 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 169 | 56 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 | 284 | 77 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 | 578 | 233 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 | 421 | 89 | 12 |  |  |  |  |  |  |
| Итого на трассу | | |  | 10594 | 3789 | 284 | 531 | 100 | 300 | 1200 | 3000 | 1390 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

Рис. П1. Глубина промерзания суглинистых грунтов, см

Таблица П1

Глубина промерзания, снежный покров

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Область,  город | Глубина  промерзания, см | Снежный покров | | |
| Образование | Разрушение | Высота, см |
| Архангельск | 165 | 08 XI | 23 IV | 66 |
| Астрахань | 95 | 24 XII | 01 II | 5 |
| Барнаул | 205 | 07 XI | 06 IV | 46 |
| Благовещенск | 200 | 10 XI | 23 III | 21 |
| Белгород | 90 | 15 XII | 21 III | 18 |
| Волгоград | 110 | 14 XII | 20 III | 18 |
| Вологда | 150 | 15 XI | 21 IV | 42 |
| Воронеж | 130 | 04 XII | 29 III | 25 |
| Екатеринбург | 190 | 06 XI | 08 IV | 41 |
| Иркутск | 210 | 02 XI | 31 III | 39 |
| Кемерово | 200 | 03 XI | 13 IV | 51 |
| Киров | 170 | 08 XI | 19 IV | 60 |
| Краснодар | 70 | 25 XII | 19 II | 12 |
| Липецк | 120 | 03 XII | 05 IV | 57 |
| Мурманск | 130 | 10 XI | 06 V | 31 |
| Новгород | 120 | 06 XII | 04 IV | 30 |
| Новосибирск | 225 | 01 XI | 10 IV | 37 |
| Оренбург | 175 | 21 XI | 08 IV | 57 |
| Петрозаводск | 135 | 28 XI | 14 IV | 50 |
| Пенза | 150 | 23 XI | 06 IV | 55 |
| Саратов | 145 | 01 XII | 03 IV | 26 |
| Смоленск | 110 | 03 XII | 05 IV | 47 |
| С-Петербург | 120 | 09 XII | 07 IV | 49 |
| Тюмень | 200 | 10 XI | 09 IV | 49 |
| Тверь | 120 | 01 XII | 04 IV | 45 |
| Хабаровск | 180 | 15 XI | 28 III | 11 |
| Челябинск | 190 | 12 XI | 04 IV | 32 |
| Чита | 210 | 13 XI | 21 III | 11 |
| Якутск | 240 | 12 X | 29 IV | 37 |
| Ярославль | 150 | 23 XI | 11 IV | 49 |

Рис. П2. Районирование Российской Федерации по снеговому покрову

Таблица П2

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование подземных коммуникаций | Надпись | Изображение |
|  | *ВОДОПРОВОД* |  |  |
| 1 | Водопровод питьевой | *Вп* |  |
| 2 | Водопровод хозпротивопожарный | *Впж* |  |
| 3 | Водопровод производственный | *Впр* |  |
| 4 | Водопровод | *В* |  |
|  | *КАНАЛИЗАЦИЯ* |  |  |
| 5 | Канализация бытовая (фекальная) | *Кб* |  |
| 6 | Канализация производственная | *Кпр* |  |
| 7 | Канализация производственно-ливневая | *Кпрл* |  |
| 8 | Канализация ливневая | *Кл* |  |
| 9 | Канализация условно чистых вод | *Куч* |  |
| 10 | Канализация химически загрязненных стоков | *Кхим* |  |
| 11 | Канализация | *К* |  |
| 12 | Дренажный трубопровод | *Др* |  |
|  | *ГАЗОПРОВОД* |  |  |
| 13 | Газопровод низкого давления | *Г н.д.* |  |
| 14 | Газопровод среднего давления | *Г с.д.* |  |
| 15 | Газопровод высокого давления | *Г в.д.* |  |
|  | *ТЕПЛОСЕТЬ* |  |  |
| 16 | Теплосеть бесканальная | *Т* |  |
| 17 | Теплосеть в канале непроходном | *Т к.н.* |  |
| 18 | Теплосеть в канале полупроходном | *Т к.п.* |  |
| 19 | Теплосеть в канале проходном | *Т* |  |
|  | *ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ* |  |  |
| 20 | Электрокабель низкого напряжения в траншее | - |  |
| 21 | Электрокабель высокого напряжения | - |  |
| 22 | Электрокабель низкого напряжения в блоках | *бл.* |  |
| 23 | Электрокабель высокого напряжения в блоках | *бл.* |  |
| 24 | Электрокабель низкого напряжения в канале | *к*. |  |
| 25 | Электрокабель высокого напряжения в канале | *к*. |  |
|  | *КАБЕЛЬНЫЕ  ЛИНИИ  СВЯЗИ* |  |  |
| 26 | Кабель связи бронированный в траншее | *Бр* |  |
| 27 | Телефонная канализация | - |  |
| 28 | Радиовещательный кабель | *р* |  |
| 29 | Кабель сигнализации | *с* |  |
| 30 | Телеграфный кабель | - |  |
|  | *СПЕЦИАЛЬНЫЕ  ТРУБОПРОВОДЫ* |  |  |
| 31 | Воздухопровод | *ВХ* |  |
| 32 | Нефтепровод | *Н* |  |
| 33 | Мазутопровод | *М* |  |
| 34 | Бензопровод | *Б* |  |
| 35 | Золопровод | *3* |  |
| 36 | Паропровод | *П* |  |
|  | *ПРОЧИЕ* |  |  |
| 37 | Недействующие трубопроводы | - |  |
| 38 | Строящиеся трубопроводы | *стр.* |  |
| 39 | Смотровые колодцы (номер, высотные отметки: люка, земли, верха трубы, дна канала) | - |  |
| 40 | Трубопровод в защитной трубе (футляре) | - |  |
| 41 | Общий коллектор | - |  |

Таблица П4

Классификация грунтов в зависимости от трудности разработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п  \* | Наименование грунтов | Плотно-сть, кг/м3 | Разработка грунтов | | | | | |
| Экскаватор | Скрепер | Бульдозер | Автогрейдер | Грейдер-элеватор | Мерзлый |
| 9а | Растительный грунт: без корней | 1200 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1м |
| 9б | с корнями | 1400 | 1 | 1 | 2 | - | - | 1м |
| 29а | Пески:            без примеси | 1600 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2м |
| 29б | с примесью щебня | 1700 | 1 | 2 | 2 | - | - | 2м |
| 36а | Супеси:          без примеси | 1650 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1м |
| 36б | с примесью щебня | 1800 | 1 | 2 | 2 | - | - | 2м |
| 35а | Суглинки легкие: без примеси | 1700 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2м |
| 35б | с примесью щебня | 1750 | 2 | 2 | 2 | - | - | 3м |
| 35в | Суглинки тяжелые: без примеси | 1800 | 2 | 2 | 2 | - | - | 3м |
| 35г | с примесью щебня | 1950 | 3 | - | 2 | - | - | 3м |
| 8а | Глины:           без примеси | 1800 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3м |
| 8б | с примесью щебня | 1750 | 3 | 2 | 2 | 3 | - | 3м |
| 32 | Скальный грунт | 1950 | 5 | - | 4 | - | - | - |
| 41 | Щебень | 1800 | 2 | - | 3 | - | - | - |

Примечание. \* № п/п определен для грунтов с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %.

Таблица П3

Проектирование вертикальных кривых по методу Антонова Н.М.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*,  ‰ | *R* = 3000 | | *R* = 4000 | | *R* = 5000 | | *R* = 6000 | | *R* = 8000 | | *R* = 10000 | | *R* = 15000 | | *R* = 20000 | | *R* = 25000 | | *R* = 30000 | | *R* = 50000 | |
| *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* |
| 1. | 3 | 0,00 | 4 | 0,00 | 5 | 0,00 | 6 | 0,01 | 8 | 0,00 | 10 | 0,01 | 15 | 0,01 | 20 | 0,01 | 25 | 0,01 | 30 | 0,01 | 50 | 0,02 |
| 2. | 6 | 0,01 | 8 | 0,01 | 10 | 0,01 | 12 | 0,01 | 16 | 0,02 | 20 | 0,02 | 30 | 0,03 | 40 | 0,04 | 50 | 0,05 | 60 | 0,06 | 100 | 0,10 |
| 3. | 9 | 0,01 | 12 | 0,02 | 15 | 0,02 | 18 | 0,03 | 24 | 0,04 | 30 | 0,04 | 45 | 0,07 | 60 | 0,09 | 75 | 0,11 | 90 | 0,13 | 150 | 0,22 |
| 4. | 12 | 0,02 | 16 | 0,03 | 20 | 0,04 | 24 | 0,05 | 32 | 0,06 | 40 | 0,08 | 60 | 0,12 | 80 | 0,16 | 100 | 0,20 | 120 | 0,24 | 200 | 0,40 |
| 5. | 15 | 0,04 | 20 | 0,05 | 25 | 0,06 | 30 | 0,07 | 40 | 0,10 | 50 | 0,13 | 75 | 0,19 | 100 | 0,25 | 125 | 0,31 | 150 | 0,38 | 250 | 0,63 |
| 6. | 18 | 0,05 | 24 | 0,07 | 30 | 0,09 | 36 | 0,11 | 48 | 0,14 | 60 | 0,18 | 90 | 0,27 | 120 | 0,36 | 150 | 0,45 | 180 | 0,54 | 300 | 0,90 |
| 7. | 21 | 0,07 | 28 | 0,10 | 35 | 0,12 | 42 | 0,15 | 56 | 0,20 | 70 | 0,25 | 105 | 0,37 | 140 | 0,49 | 175 | 0,61 | 210 | 0,74 | 350 | 1,22 |
| 8. | 24 | 0,10 | 32 | 0,13 | 40 | 0,16 | 48 | 0,19 | 64 | 0,26 | 80 | 0,32 | 120 | 0,48 | 160 | 0,64 | 200 | 0,80 | 240 | 0,96 | 400 | 1,60 |
| 9. | 27 | 0,12 | 36 | 0,16 | 45 | 0,20 | 54 | 0,24 | 72 | 0,32 | 90 | 0,40 | 135 | 0,61 | 180 | 0,81 | 225 | 1,01 | 270 | 1,22 | 450 | 2,02 |
| 10. | 30 | 0,15 | 40 | 0,20 | 50 | 0,25 | 60 | 0,30 | 80 | 0,40 | 100 | 0,50 | 150 | 0,75 | 200 | 1,00 | 250 | 1,25 | 300 | 1,50 | 500 | 2,50 |
| 11. | 33 | 0,18 | 44 | 0,24 | 55 | 0,30 | 66 | 0,36 | 88 | 0,48 | 110 | 0,60 | 165 | 0,91 | 220 | 1,21 | 275 | 1,51 | 330 | 1,82 | 550 | 3,02 |
| 12. | 36 | 0,22 | 48 | 0,29 | 50 | 0,36 | 72 | 0,43 | 96 | 0,58 | 120 | 0,72 | 180 | 1,08 | 240 | 1,44 | 300 | 1,80 | 360 | 2,16 | 600 | 3,60 |
| 13. | 39 | 0,25 | 52 | 0,34 | 65 | 0,42 | 78 | 0,51 | 104 | 0,68 | 130 | 0,84 | 195 | 1,27 | 260 | 1,69 | 325 | 2,11 | 390 | 2,54 | 650 | 4,22 |
| 14. | 42 | 0,29 | 56 | 0,39 | 70 | 0,49 | 84 | 0,59 | 112 | 0,78 | 140 | 0,98 | 210 | 1,47 | 280 | 1,96 | 350 | 2,45 | 420 | 2,94 | 700 | 4,90 |
| 15. | 45 | 0,34 | 60 | 0,45 | 75 | 0,56 | 90 | 0,67 | 120 | 0,90 | 150 | 1,12 | 225 | 1,69 | 300 | 2,25 | 375 | 2,81 | 450 | 3,38 | 750 | 5,62 |
| 16. | 48 | 0,38 | 64 | 0,51 | 80 | 0,64 | 96 | 0,77 | 128 | 1,02 | 160 | 1,28 | 240 | 1,92 | 320 | 2,57 | 400 | 3,20 | 480 | 3,84 | 800 | 6,40 |
| 17. | 51 | 0,43 | 68 | 0,58 | 85 | 0,72 | 102 | 0,87 | 136 | 1,16 | 170 | 1,41 | 255 | 2,17 | 340 | 2,89 | 425 | 3,61 | 510 | 4,34 | 850 | 7,22 |
| 18. | 54 | 0,49 | 72 | 0,65 | 90 | 0,81 | 108 | 0,97 | 144 | 1,30 | 180 | 1,65 | 270 | 2,43 | 360 | 3,24 | 450 | 4,05 | 540 | 4,86 | 900 | 8,10 |
| 19. | 57 | 0,54 | 76 | 0,72 | 95 | 0,90 | 114 | 0,08 | 152 | 1,44 | 190 | 1,60 | 285 | 2,71 | 380 | 3,61 | 475 | 4,51 | 570 | 5,42 | 950 | 9,02 |
| 20. | 60 | 0,60 | 80 | 0,80 | 100 | 1,00 | 120 | 1,20 | 160 | 1,60 | 200 | 2,00 | 300 | 3,00 | 400 | 4,00 | 500 | 5,00 | 600 | 6,00 | 1000 | 10,00 |
| 21. | 63 | 0,66 | 84 | 0,88 | 105 | 1,10 | 126 | 1,32 | 168 | 1,76 | 210 | 2,20 | 315 | 3,31 | 420 | 4,41 | 525 | 5,51 | 630 | 6,62 | 1050 | 11,02 |
| 22. | 66 | 0,72 | 88 | 0,97 | 110 | 1,21 | 132 | 1,45 | 176 | 1,94 | 220 | 2,42 | 330 | 3,63 | 440 | 4,84 | 550 | 6,05 | 660 | 7,26 | 1100 | 12,10 |
| 23. | 69 | 0,79 | 92 | 1,06 | 115 | 1,32 | 138 | 1,59 | 184 | 2,12 | 230 | 2,64 | 345 | 3,97 | 460 | 5,29 | 575 | 6,61 | 690 | 7,94 | 1150 | 13,22 |
| 24. | 72 | 0,86 | 96 | 1,15 | 120 | 1,44 | 144 | 1,73 | 192 | 2,30 | 240 | 2,88 | 360 | 4,32 | 480 | 5,76 | 600 | 7,20 | 720 | 8,64 | 1200 | 14,40 |
| 25. | 75 | 0,94 | 100 | 1,25 | 125 | 1,56 | 150 | 1,87 | 200 | 2,50 | 250 | 3,12 | 375 | 4,69 | 500 | 6,25 | 625 | 7,81 | 750 | 9,38 | 1250 | 15,62 |
| 26. | 78 | 1,01 | 104 | 1,35 | 130 | 1,69 | 156 | 2,03 | 208 | 2,70 | 260 | 3,38 | 390 | 5,07 | 520 | 6,76 | 650 | 8,45 | 780 | 10,14 | 1300 | 16,90 |
| 27. | 81 | 1,09 | 108 | 1,46 | 135 | 1,82 | 162 | 2,19 | 216 | 2,92 | 270 | 3,64 | 405 | 5,47 | 540 | 7,29 | 675 | 9,11 | 810 | 10,94 | 1350 | 18,22 |
| 28. | 84 | 1,10 | 112 | 1,57 | 140 | 1,96 | 168 | 2,35 | 224 | 3,14 | 280 | 3,92 | 420 | 5,88 | 560 | 7,84 | 700 | 9,80 | 840 | 11,76 | 1400 | 19,60 |
| 29. | 87 | 1,25 | 116 | 1,68 | 145 | 2,10 | 174 | 2,52 | 232 | 3,36 | 290 | 4,20 | 435 | 6,31 | 580 | 8,41 | 725 | 10,51 | 870 | 12,62 | 1450 | 21,02 |
| 30. | 90 | 1,35 | 120 | 1,80 | 150 | 2,25 | 180 | 2,70 | 240 | 3,60 | 300 | 4,50 | 450 | 6,75 | 600 | 9,00 | 750 | 11,25 | 900 | 13,50 | 1500 | 22,50 |
| 31. | 93 | 1,44 | 124 | 1,92 | 155 | 2,40 | 186 | 2,88 | 248 | 3,84 | 310 | 4,80 | 465 | 7,21 | 620 | 9,61 | 775 | 12,01 | 930 | 14,42 | 1550 | 24,02 |
| 32. | 96 | 1,54 | 128 | 2,05 | 160 | 2,56 | 192 | 3,08 | 256 | 4,10 | 320 | 5,12 | 480 | 7,68 | 640 | 10,24 | 800 | 12,80 | 960 | 15,36 | 1600 | 25,60 |
| 33. | 99 | 1,63 | 132 | 2,18 | 165 | 2,72 | 198 | 3,27 | 264 | 4,36 | 330 | 5,45 | 495 | 8,17 | 660 | 10,80 | 825 | 13,61 | 990 | 16,34 | 1650 | 27,22 |
| 34. | 102 | 1,73 | 136 | 2,41 | 170 | 2,89 | 204 | 3,47 | 272 | 4,62 | 340 | 5,78 | 510 | 8,67 | 680 | 11,56 | 850 | 14,45 | 1020 | 17,34 | 1700 | 28,90 |
| 35. | 105 | 1,84 | 140 | 2,45 | 175 | 3,06 | 210 | 3,68 | 280 | 4,90 | 350 | 6,12 | 525 | 9,19 | 700 | 12,25 | 875 | 15,31 | 1050 | 18,38 | 1750 | 30,62 |
| 36. | 108 | 1,94 | 144 | 2,59 | 180 | 3,24 | 216 | 3,89 | 288 | 5,18 | 360 | 6,48 | 540 | 9,72 | 720 | 12,96 | 900 | 16,20 | 1080 | 19,44 | 1800 | 32,44 |
| 37. | 111 | 2,05 | 148 | 2,74 | 185 | 3,42 | 222 | 4,11 | 296 | 5,48 | 370 | 6,84 | 555 | 10,27 | 740 | 13,96 | 925 | 17,11 | 1110 | 20,54 | 1850 | 34,22 |
| 38. | 114 | 2,17 | 152 | 2,89 | 190 | 3,61 | 226 | 4,33 | 304 | 5,78 | 380 | 7,22 | 570 | 10,83 | 760 | 14,44 | 950 | 18,05 | 1140 | 21,66 | 1900 | 36,10 |
| 39. | 117 | 2,28 | 156 | 3,04 | 195 | 3,80 | 234 | 4,56 | 312 | 6,08 | 390 | 7,60 | 585 | 11,41 | 780 | 15,21 | 975 | 19,01 | 1170 | 22,82 | 1950 | 38,02 |
| 40. | 120 | 2,40 | 160 | 3,20 | 200 | 4,00 | 240 | 4,80 | 320 | 6,40 | 400 | 8,00 | 600 | 12,00 | 800 | 16,00 | 1000 | 20,00 | 1200 | 24,00 | 2000 | 40,00 |
| 41. | 123 | 2,52 | 164 | 3,36 | 205 | 4,20 | 246 | 5,04 | 328 | 6,72 | 410 | 8,40 | 615 | 12,61 | 820 | 16,81 | 1025 | 21,01 | 1230 | 25,22 |  |  |
| 42. | 126 | 2,65 | 168 | 3,53 | 210 | 4,41 | 252 | 5,29 | 336 | 7,06 | 420 | 8,82 | 630 | 13,23 | 840 | 17,64 | 1050 | 22,05 | 1260 | 26,46 |  |  |
| 43. | 129 | 2,77 | 172 | 3,70 | 215 | 4,52 | 258 | 5,55 | 344 | 7,40 | 430 | 9,24 | 645 | 13,87 | 860 | 18,49 | 1075 | 23,11 | 1290 | 27,74 |  |  |
| 44. | 132 | 2,91 | 176 | 3,87 | 220 | 4,84 | 264 | 5,81 | 352 | 7,74 | 440 | 9,68 | 660 | 14,52 | 880 | 19,36 | 1100 | 24,20 | 1320 | 29,04 |  |  |
| 45. | 135 | 3,04 | 180 | 4,05 | 225 | 5,06 | 270 | 6,07 | 360 | 8,10 | 450 | 10,12 | 675 | 15,19 | 900 | 20,25 | 1125 | 25,31 | 1350 | 30,38 |  |  |
| 46. | 138 | 3,18 | 184 | 4,23 | 230 | 5,29 | 276 | 6,35 | 368 | 8,46 | 460 | 10,58 | 690 | 15,87 | 920 | 21,16 | 1150 | 26,45 | 1380 | 31,74 |  |  |
| 47. | 141 | 3,32 | 188 | 4,42 | 235 | 5,52 | 282 | 6,66 | 376 | 8,84 | 470 | 11,04 | 705 | 16,57 | 940 | 22,09 | 1175 | 27,61 | 1410 | 33,14 |  |  |
| 48. | 144 | 3,46 | 192 | 4,61 | 240 | 5,76 | 288 | 6,91 | 384 | 9,22 | 480 | 11,52 | 720 | 17,28 | 960 | 23,01 | 1200 | 28,80 | 1440 | 34,56 |  |  |
| 49. | 147 | 3,60 | 196 | 4,80 | 245 | 6,00 | 294 | 7,20 | 392 | 9,60 | 490 | 12,00 | 735 | 18,01 | 980 | 24,01 | 1225 | 30,01 | 1470 | 36,02 |  |  |
| 50. | 150 | 3,75 | 200 | 5,00 | 250 | 6,25 | 300 | 7,50 | 400 | 10,00 | 500 | 12,50 | 750 | 18,75 | 1000 | 25,00 | 1250 | 31,25 | 1500 | 37,50 |  |  |
| 51. | 153 | 3,90 | 204 | 5,21 | 255 | 6,50 | 306 | 7,80 | 408 | 10,40 | 510 | 13,00 | 765 | 19,51 | 1020 | 26,01 | 1275 | 32,51 | 1530 | 39,02 |  |  |
| 52. | 156 | 4,06 | 208 | 5,41 | 260 | 6,76 | 312 | 8,11 | 416 | 10,82 | 520 | 13,52 | 780 | 20,28 | 1040 | 27,04 | 1300 | 33,80 | 1560 | 40,56 |  |  |
| 53. | 159 | 4,22 | 212 | 5,61 | 265 | 7,02 | 318 | 8,42 | 424 | 11,24 | 530 | 14,04 | 795 | 21,07 | 1060 | 28,09 | 1325 | 35,11 | 1590 | 42,14 |  |  |
| 54. | 162 | 4,38 | 216 | 5,82 | 270 | 7,29 | 324 | 8,74 | 432 | 11,66 | 540 | 14,58 | 810 | 21,87 | 1080 | 29,17 | 1350 | 36,45 | 1620 | 44,74 |  |  |
| 55. | 165 | 4,54 | 220 | 6,05 | 275 | 7,56 | 330 | 9,07 | 440 | 12,10 | 550 | 15,12 | 825 | 22,69 | 1100 | 30,25 | 1375 | 37,81 | 1650 | 45,38 |  |  |
| 56. | 168 | 4,70 | 224 | 6,27 | 280 | 7,84 | 336 | 9,40 | 448 | 12,54 | 560 | 15,68 | 840 | 23,52 | 1120 | 31,36 | 1400 | 39,20 | 1680 | 47,04 |  |  |
| 57. | 171 | 4,88 | 228 | 6,49 | 285 | 8,12 | 342 | 9,74 | 456 | 13,00 | 570 | 16,24 | 855 | 24,36 | 1140 | 32,49 | 1425 | 40,61 | 1710 | 48,74 |  |  |
| 58. | 174 | 5,05 | 232 | 6,73 | 290 | 8,41 | 348 | 10,09 | 464 | 13,46 | 580 | 16,82 | 870 | 25,24 | 1160 | 33,64 | 1450 | 42,05 | 1740 | 50,46 |  |  |
| 59. | 177 | 5,22 | 236 | 6,96 | 295 | 8,70 | 354 | 10,44 | 472 | 13,92 | 590 | 17,40 | 885 | 26,10 | 1180 | 34,81 | 1475 | 44,51 | 1770 | 52,22 |  |  |
| 60. | 180 | 5,40 | 240 | 7,20 | 300 | 9,00 | 360 | 10,80 | 480 | 14,90 | 600 | 18,00 | 900 | 27,00 | 1200 | 36,00 | 1500 | 45,00 | 1800 | 54,00 |  |  |

Примечание. *i* – уклон касательной линии, ‰; *R* – радиус вертикальной кривой, м; *l* – горизонтальное расстояние от нулевой точки кривой до касательной линии (Х), м; *h* – превышение точки на касательной над нулевой точкой кривой (± У), м.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

*Основная литература*

1.  [ГОСТ 21.101-97](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/152305/mod_resource/content/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/4063.htm). СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. - М., 1997. - 37 с.

2.  ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. - М., 1994. - 17 с.

3.  ГОСТ 21.302-96. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. - М., 1997. - 17 с.

4.  ГОСТ 21.508-93. СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. - М., 1994. - 27 с.

5.  ГОСТ Р 21.1207-97.СПДС. Условные графические обозначения   
на чертежах автомобильных дорог. - М., 1997. - 26 с.

6.  ГОСТ Р 21.1701-97. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. - М., 1997. - 34 с.

7.  ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. - М., 2006. - 4 с.

8.  ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. - М., 2006. - 5 с.

9.  СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. - М., 1984. - 109 с.

10.  СП 131.13330.2012. СНиП 23.01.99. Строительная климатология. - М., 2012. - 37 с.

11.  СП 34.13330.2012. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги. - М., 2013. - 106 с.

12.  Постановление правительства РФ № 717 от 02.09.2009. О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса. - М., 2009. - 19 с.

13.  Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) Т. 5 / Под ред. Г.А. Федотова, П.И. Поспелова. - М.: Информавтодор, 2007. - 668 с.

*Дополнительная литература*

1.  ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. - М., 2002. - 12 с.

2.  ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования. - М., 1997. - 21 с.

3.  ГОСТ Р 52289-2004. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров,дорожных ограждений и напрвляющих устройств. - М., 2006. - 103 с.

4.  ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. - М., 2007. - 14 с.

5.  [СНиП 11-01-95](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/152305/mod_resource/content/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/653.htm). Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. - М., 1996. - 20 с.

6.  СНиП 11.02-96. Инженерные изыскания для строительства. - М., 1996. - 21 с.

7.  СНиП 11.03-2001. Типовая проектная документация. - М., 2002. - 8с.

8.  СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. - М., 1997. - 57 с.

9.  СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. - М., 2001. - 82 с.

10.  СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч.1. Общие правила производства работ. - М., 1998. - 54 с.

11.  СП 35.13330.2011. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. - М., 2011. - 664 с.

12.  СП 42.13330.2011. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. - М., 2011. - 170 с.

13.  СТО 2.25.42-2011. Устройство обстановки дороги. 1 ч. Установка дорожных знаков и сигнальных столбиков. - М., 2011. - 27 с.

14.  СТО 2.25.43-2011. Устройство обстановки дороги. 2 ч. Нанесение дорожной разметки. - М., 2011.- 23 с.

15.  СТО 2.25.44-2011. Устройство обстановки дороги. 3 ч. Устройство металлических барьерных ограждений. - М., 2011. - 15 с.

16.  ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - М., 1986. - 76 с.

17.  ГЭСН-2001. Сб. 1. Земляные работы. - М., 2001. - 88 с.

18.  Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. - М.: Недра, 1978. - 144 с.

19.  Митин Н.А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1977. - 544 с.

20.  Ксенодохов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1981. – 140 с.

21.  Антонов Н.М. и др. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1968. - 200 с.

22.  Эталон проекта на строительство автомобильной дороги. - М.: Союздорпроект, 1983. - 100 с.

23.  Эталон рабочего проекта на строительство автомобильной дороги. - Ленинград: филиал Гипродорнии, 1988. - 150 с.

24.  Рекомендации по разработке инженерного проекта на строительство федеральной автомобильной дороги. - М.: Гипродорнии, 1995. - 167 с.

25.  Условные знаки для топографических планов. - М., 1986. - 23 с.

26.  Поспелов П.И., Самодурова Т.В., Малофеев А.Г. и др. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (на базе программного комплекса CREDO). Учеб. пособие. - М., 2007. - 216 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение …………………..…………… …………………………….. 3

1.  Общие указания .……………………………………………………. 4

2.  Технические нормативы автомобильной дороги ...………………. 8

3.  Социально-экономическая характеристика района строительства14

4.  Природно-климатические условия района строительства ….….. 16

5.  Проектирование плана автомобильной дороги ………………….. 24

6.  Проектирование продольного профиля автомобильной дороги .. 36

7.  Проектирование поперечных профилей автомобильной дороги . 70

8.  Расчет объемов земляного полотна ..……………..…………….… 83

Приложение …………………………………………………………… 99

Библиографический список …………………………………………. 107

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

Владимирский государственный университет имени

Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

Кафедра автомобильных дорог

**Л.И. САМОЙЛОВА,  Г.В. ПРОВАТОРОВА**

**ИНЖЕНЕРНЫЙ  ПРОЕКТ  АВТОМОБИЛЬНОЙ  ДОРОГИ**

**Часть 1**

Учебное пособие

к курсовому и дипломному проектированию

*Допущено УМО вузов РФ по образованию в области*

*железнодорожного транспорта и транспортного строительства*

*в качестве учебного пособия для бакалавров вузов, обучающихся*

*по направлению 270800 "Строительство"*

*профиль "Автомобильные дороги"*

Владимир 2014

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

С17

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор МАДИ (ГТУ)

*А.П. Лупанов*

Декан автомобильно-дорожного факультета

Ивановского государственного университета (ИГАСУ)

кандидат технических наук, доцент

*В.В. Кузьмин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Владимирского государственного университета

**Самойлова Л.И., Проваторова Г.В.**

С17  Инженерный проект автомобильной дороги. Ч.1: учеб. пособие к курсовому и дипломному проектированию / Под ред. Л.И. Самойловой;  Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та 2014. – 120 с.

ISBN

Содержит необходимые сведения по организации и современной технологии проектирования автомобильных дорог. Приведен порядок работы и состав курсовых проектов по дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог».

Предназначено для очной, заочной форм обучения бакалавров по направлению 270800 "Строительство" профиль "Автомобильные дороги", специалитета направления 271502 "Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей". Может быть также использовано широким кругом для инженерно-технических работников и специалистов дорожного хозяйства, занятых изысканиями и проектированием автомобильных дорог.

Табл. 43. Ил. 18. Библиогр.: 40 назв.

УДК 625.7/8.05(075.8)

ББК 39.311 : 26.22

ISBN                                                   @ Владимирский государственный

университет, 2014

**ВВЕДЕНИЕ**

Автомобильные дороги - весьма капиталоемкие и в то же время одни из наиболее рентабельных инженерных сооружений.

Основными задачами инженерного проекта являются:

     обоснование оптимальных технических решений для строительства или реконструкции автомобильной дороги;

     определение объемов работ;

     разработка материалов для отвода земель под автодорогу.

Правильно запроектированная дорога обеспечивает безопасность движения как одиночных автомобилей с расчетными скоростями, так и транспортных потоков с высокими уровнями удобства даже в самые напряженные периоды работы дорог, надежность и долговечность земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений и т.д.

Технические решения по проектированию автомобильных дорог должны обеспечить рост производительности труда, экономию основных строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов, достижение высоких транспортно-эксплуатационных качеств дороги.

При оценке вариантов проектных решений предпочтение отдают не только самым экономичным инженерным решениям, но и чаше всего тем, которые обеспечивают наиболее гармоничное вписывание полотна дорог в окружающий ландшафт и оказывают наименее отрицательное воздействие на окружающую среду.

В 1 части учебного пособия рассмотрены вопросы выполнения I-ого курсового проекта по дисциплине «Изыскание и проектирование автомобильных дорог» на тему “Инженерный проект автомобильной дороги”.

Цель - помочь студентам, инженерам и техническим работникам в разработке проектов с использованием современной технологии и методов проектирования автомобильных дорог.

**1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ**

В настоящее время существуют следующие стадии проектирования автомобильных дорог, назначаемые в зависимости от полноты информации и требований заказчика:

1.       Обоснование инвестиций.

2.       Технико-экономическое обоснование.

3.       Инженерный проект.

4.       Рабочий проект.

5.       Проект.

6.       Рабочая документация.

Инженерный проект на автомобильную дорогу разрабатывает проектная организация по результатам инженерно-геодезических, геологических, гидрометеорологических, экономических, экологических изысканий, проведенных изыскательской партией в соответствии со СНиП 11.02, СНиП 11-103, СНиП 11-104, СНиП 11-105.

Исходными данными для разработки инженерного проекта служат:

1.  Задание на производство проектных работ.

2.  Архитектурно-планировочное задание.

3.  Карта района строительства масштаба М 1:10 000, М 1:1 000.

4.  Данные инженерных изысканий автомобильной дороги: геодезических, геологических, гидрометеорологических, экологических, экономических.

5.  Результаты поиска местных грунтовых и дорожно-строительных материалов.

6.  Согласованный акт выбора земельного участка и отвода земель под строительство автомобильной дороги.

7.  Сведения об экономическом обосновании автомобильной дороги: грузообороте, грузонапряженности и интенсивности движения.

8.  Технические условия заинтересованных организаций (ГиБДД, главный архитектор области, управления: охраны окружающей среды и природных ресурсов, теплосетей, газовых и электрических сетей, водоканал и т.д.).

Инженерный проект состоит из трех частей:

     обосновывающие материалы и сметный расчет, предназначенные для заказчика и экспертизы инженерного проекта;

     контрактные материалы для конкурса подряда в виде рабочих чертежей и ведомостей объемов работ;

     материалы для оформления отвода и рекультивации земель.

Проект автомобильной дороги составляют с соблюдением правил безопасности жизнедеятельности, а также охраны окружающей среды,  рационального использования и воспроизводства природных ресурсов.

Проекты автомобильных дорог I - IV категорий в части безопасности движения должны согласовываться с органами ГИБДД и органами управления по делам ГО и ЧС соответствующего уровня.

**Состав курсового проекта**

По дисциплине “Изыскание и проектирование автомобильных дорог” выполняют 2 курсовых проекта: “Инженерный проект автомобильной дороги”, “Вариантное проектирование в CREDO”. Последовательность их выполнения соответствует табл. 1.

Представленные примеры чертежей, ведомостей разработаны с использованием компьютерной техники. При выполнении чертежей, ведомостей должны соблюдаться требования действующих ГОСТ СПДС.

Курсовой проект включает расчетно-пояснительную записку на 25 - 35 с. и графическую часть в объеме 6 - 8листов формата А1 - А4, выполненных в программном комплексе AutoCAD. Перечень чертежей проекта: план автомобильной дороги, продольный и поперечные профили, график занимаемых земель, эпюры ТЭО развития дороги и экологические.

Оформление расчетно-пояснительной записки в электронном варианте Microsoft Word должно соответствовать следующим требованиям:

Таблица 1

Структура проектов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела | Трудоемкость раздела, % | |
| Инженерный проект АД | Проектирование в CREDO |
| 1. | Технические нормативы автомобильной дороги | 5 | - |
| 2. | Социально-экономическая характеристика  района строительства | 5 | - |
| 3. | Природно-климатические условия района  строительства | 5 | - |
| 4. | Создание цифровой модели местности ЦММ | - | 10 |
| 5. | Проектирование плана автомобильной дороги | 5 | 5 |
| 6. | Ведомость углов, прямых,круговых и переходных кривых | 5 | 5 |
| 7. | Проектирование продольного профиля  автомобильной дороги | 15 | 10 |
| 8. | Ведомость искусственных сооружений | 3 | 5 |
| 9. | Ведомость пересечений и примыканий | 2 | - |
| 10. | Проектирование поперечных профилей  автомобильной дороги | 5 | 5 |
| 11. | Ведомость привязки поперечных профилей | 3 | - |
| 12. | Ведомость устройства виражей и уширения | 2 | - |
| 13. | Попикетная ведомость объемов земляных работ | 10 | 5 |
| 14. | Покилометровая ведомость земляных работ | 5 | - |
| 15. | Ведомость планировки и укрепления кюветов | 5 | 5 |
| 16. | Ведомость планировки и укрепления откосов  земляного полотна | 5 | 5 |
| 17. | Ведомость укрепления обочин земляного полотна | 5 | 5 |
| 18. | Ведомость использования растительного слоя | 5 | - |
| 19. | Ведомость дорожной одежды | - | 5 |
| 20. | Ведомость отвода и график занимаемых земель | 10 | 5 |
| 21. | Детализация рабочих чертежей | - | 5 |
| 22. | Технико-экономическое сравнение вариантов АД | - | 10 |
| 23. | Обустройство автомобильной дороги |  | 5 |
| 24. | Ведомость дорожных знаков, разметки,  ограждений | - | 5 |
| 25. | Сводная ведомость объемов основных работ | - | 5 |

1.       лист формата А4 (210 х 297 мм);

2.       поля по 20 мм;

3.       шрифт Times New Roman;

4.       размер основного шрифта 14, в таблицах и рисунках – 12;

5.       межстрочный интервал одинарный;

6.       выравнивание по ширине;

7.       абзац 10 мм;

8.       десятичный разделитель запятая (0,52).

Оформление графической части в программном комплексе AutoCAD (\*.dwg) должно соответствовать следующим требованиям:

1.  лист формата А1 (841х594) – продольный профиль, А3 (420х297) – план трассы, экологические эпюры; А4 (297х210) – поперечные профили, график занимаемых земель, эпюры природоохранных мероприятий;

2.  формат текста Standart;

3.  размер шрифта 2,5;

4.  коэффициент сжатия 1,0.

**2. ТЕХНИЧЕСКИЕ  НОРМАТИВЫ  АВТОМОБИЛЬНОЙ**

**ДОРОГИ**

Основным нормативным документом на проектирование автомобильных дорог является свод правил Российской Федерации СП 34.13330.2012 актуализированная редакция СП 34.13330 Автомобильные дороги.

Автомобильные дороги подразделяют на пять категорий в зависимости от интенсивности движения согласно СП 34.13330 (табл. 2); по условиям движения и доступа на них транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398 разделяют на три класса (табл. 3): автомагистраль, скоростная дорога, дорога обычного типа (не скоростная).

Перспективный период при назначении категории дороги, проектировании элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают равным 20 годам.

Таблица 2

Категории автомобильных дорог

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  дороги | | Расчетная  интенсивность  движения,  прив. ед./сутки | Функциональное  назначение в сети дорог | | |
| IА  автомагистраль | | Св. 14 000 | Федеральные | - | - |
| IБ  скоростная | | Св. 14 000 |
| Обычная | IВ | Св. 14 000 | Региональные  или  межмуниципальные |
| II | Св. 6 000 |
| III | 2 000 - 6 000 | Местные |
| IV | 200 - 2 000 | - |
| V | До 200 | - |

Расчетные скорости движения автомобиля для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей принимают по ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 (табл. 4). Расчетная скорость движения – это наибольшая возможная одиночного автомобиля по условиям устойчивости и безопасности при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобиля с поверхностью проезжей части.

Предельно допустимые нормы элементов плана и продольного профиля дороги принимают по ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 (табл. 5), исходя из расчетной скорости движения.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории принимают по ГОСТ Р 52399 (табл. 6).

Таблица 3

Классы автомобильных дорог

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс  дороги | Категория  дороги | Полос движения | Ширина полосы, м | Разделительная  полоса | Пересечения | | Примыкания |
| с автодорогами | с железными дорогами |
| Автомагистраль | IA | 4; 6; 8 | 3,75 | Обязательно | В разных уровнях | В разных уровнях | В разных уровнях |
| Скоростная дорога | IБ | 4; 6; 8 | 3,75 | В одном уровне |
| Дорога обычного  типа | IB | 4; 6; 8\* | 3,75  3,5 | В одном уровне со светофором\*\* |
| II | 2; 4 | 3,75  3,5 | Не  требуется |
| III | 2 | 3,5 | В одном уровне |
| IV | 2 | 3,0 | В одном уровне |
| V | 1 | 4,5 |

Примечания.

\* 8 полос допускается только на существующих автомобильных дорогах.

\*\* Пересечение IB, II (4-х полосной) категории с аналогичными дорогами осуществляется в разных уровнях.

Таблица 4

Расчетные скорости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Категория  дороги | Расчетные скорости, км/ч | | |
| Основные | Допускаемые на трудных участках местности | |
| пересеченной | горной |
| IА | 150 | 120 | 80 |
| IБ | 120 | 100 | 60 |
| IВ | 100 | 80 | 60 |
| II | 120 | 100 | 60 |
| III | 100 | 80 | 50 |
| IV | 80 | 60 | 40 |
| V | 60 | 40 | 30 |

Таблица 5

Допустимые параметры плана и продольного профиля дороги

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчетная скорость км/ч | Наибольшие  продольные  уклоны, ‰ | Наименьшие  расстояния  видимости, м | | Наименьшие радиусы кривых, м | | |
| в плане | в продольном  профиле | |
| для  остановки | встречного автомобиля | выпуклых | вогнутых |
| 150 | 30 | 300 | - | 1200 | 30000 | 8000 |
| 120 | 40 | 250 | 450 | 800 | 15000 | 5000 |
| 100 | 50 | 200 | 350 | 600 | 10000 | 3000 |
| 80 | 60 | 150 | 250 | 300 | 5000 | 2000 |
| 60 | 70 | 85 | 170 | 150 | 2500 | 1500 |
| 50 | 80 | 75 | 130 | 100 | 1500 | 1200 |
| 40 | 90 | 55 | 110 | 60 | 1000 | 1 000 |
| 30 | 100 | 45 | 90 | 30 | 600 | 600 |

Примечание. Наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части.

Таблица 6

Параметры поперечного профиля автодорог

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметры  элементов дорог | Категории дорог | | | | | | | |
| IА | IБ | IВ | II | | III | IV | V |
| Число полос движения, шт. | 4; 6; 8 | 4; 6; 8 | 4; 6; 8 | 4\*\*\* | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Ширина полосы движения, м | 3,75 | 3,75 | 3,5 | 3,5 | 3,75 | 3,5 | 3 | 4,5 |
| Ширина проезжей части, м | 2х7,5;  2х11,25;  2х15 | 2х7,5;  2х11,25;  2х15 | 2х7,0;  2х10,5;  2х14 | 7 | 7,5 | 7 | 6 | 4,5 |
| Ширина обочины, м | 3,75 | 3,75 | 1,5\* | 2,5 | 3,75 | 2,5 | 2 | 1,75 |
| Ширина укрепленной полосы обочины, м | 0,75 | 0,75 | 0,5 | 0,5 | 0,75 | 0,5 | 0,5 | - |
| Ширина остановочной полосы, м | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | - | - | - |
| Ширина разделительной  полосы, м | 6 | 5 | 4\*\* |  | - | - | - | - |
| Ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м | 1 | 1 | 1 |  | - | - | - | - |
| Ширина земляного полотна, м | 28,5; 36; 43,5 | 27,5; 35; 42,5 | 21; 28; 35 | 19 | 15 | 12 | 10 | 8 |

Примечания.

На дороге IB категории, проложенной по ценным землям, в трудной горной местности, на больших мостах, в застроенных районах:

\* Ширину обочин дорог допускается уменьшать до 1,5 м.

\*\* Ширину разделительной полосы принимают с ограждением *b* = 2 + *b*огр, где *b*огр - ширина ограждения, *b*огр = 2 м.

\*\*\* На дороге II категории допускается устройство 4-х полос проезжей части при расчетной скорости движения 100 км/ч.

Число полос движения на дорогах I категории устанавливают в зависимости от интенсивности движения и рельефа местности по СП 34.13330 (табл. 7).

Таблица 7

Число полос движения на дорогах I категории

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рельеф местности | Интенсивность  движения, прив. ед./сут | Число  полос движения |
| Равнинный и пересеченный | Св. 14 000 до 40 000 | 4 |
| "    40 000  "  80 000 | 6 |
| "    80 000 | 8 |
| Горный | Св. 14 000 до 34 000 | 4 |
| "    34 000   " 70 000 | 6 |
|  | "    70 000 | 8 |

**Задание**

Назначить технические нормативы для проектируемой автомобильной дороги в соответствии с расчетной интенсивностью движения по ГОСТ Р 52398 и СП 34.13330 и занести в табл. 8.

**Пример 1**

Автомобильная дорога федерального значения в соответствии с расчетной интенсивностью движения 8 000 прив.ед./сут. назначена II технической категории. Технические нормативы проектируемой автомобильной дороги приняты согласно ГОСТ Р 52399, СП 34.13330 и приведены в табл. 8.

Таблица  8

Технические нормативы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  показателей | Ед. изм. | К-во |
| 1. | Техническая категория | - | II |
| 2. | Расчетная интенсивность движения | прив.ед./сут | 8 000 |
| 3. | Расчетная скорость движения | км/ч | 100 |
| 4. | Число полос движения | - | 2 |
| 5. | Ширина полосы движения | м | 3,75 |
| 6. | Ширина проезжей части | м | 7,5 |
| 7. | Ширина земляного полотна | м | 15 |
| 8. | Ширина обочины | м | 3,75 |
| 9. | Ширина укрепленной полосы обочины | м | 0,75 |
| 10. | Наибольший продольный уклон | ‰ | 50\* |
| 11. | Поперечные уклоны:- проезжей части   - обочин, земляного полотна | ‰ | 20\*  40\* |
| 12. | Наименьший радиус кривых:   в плане  в продольном профиле: выпуклых  вогнутых | м  м  м | 600\*  10 000\*  3 000\* |
| 13. | Наименьшие расстояния видимости:  - для остановки  - встречного автомобиля | м  м | 200\*  350\* |

Примечание. \* Приведены данные для пересеченной местности.

Автомобильная дорога по условиям движения и доступа на нее транспортных средств согласно ГОСТ Р 52398 отнесена к классу обычного типа (не скоростная).

Согласно ГОСТ Р 52398 допускаются пересечения и примыкания автомобильной дороги федерального значения II технической категории с другими автомобильными дорогами в одном уровне со светофорным регулированием, а пересечения с дорогами II и III категорий могут осуществляться как в разных уровнях, так и в одном. Пересечения с железными дорогами осуществляют только в разных уровнях.

**3. СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ**

**ХАРАКТЕРИСТИКА  РАЙОНА  СТРОИТЕЛЬСТВА**

Описание социально-экономической характеристики района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в интернете или по справочной энциклопедии.

В разделе анализируют динамику и осуществляют прогноз основных показателей социально-экономического развития региона, в котором намечена реализация проекта: валовой региональный продукт, численность населения, объемы пассажирских и грузовых перевозок (пассажиро- и грузооборот), объемы инвестиций, объемы жилищного строительства, характеристика существующего парка автомобилей.

В раздел включают описание существующих планов перспективного развития транспортных магистралей областей, районов, городов и пригородных зон.

**Пример 2**

Владимирская область образована 14 августа 1944 г. Она расположена в центре Европейской части России, в Волжско-Окском междуречье. Входит в центральный экономический район. Площадь 29 тыс. км. Население 1644,7 тыс. человек (1996 г).

Петушинский район - один из шестнадцати районов, составляющих Владимирскую область, ее западный форпост, вплотную примыкающий к Московской области. Петушинский район Владимирской области расположен на полпути между двумя русскими столицами: современной - Москвой, и древней - Владимиром. Дата рождения Петушинского района - 12 июля 1929 года в составе Орехово-Зуевского округа Московской области. В связи с воссозданием Владимирской области 14 августа 1944 года Петушинский район был передан в ее состав.

Население Петушинского района составляет 75 тыс. жителей, площадь территории - 1692 км2. Это - сельский район, в котором большую часть занимают леса, и в то же время - промышленно развитый, обладающий уникальными предприятиями. По объему промышленного производства Петушинский район занимает пятое место среди всех городов и районов Владимирской области.

 Через Петушинский район Владимирской области проходят оживленные транспортные артерии, соединяющие столицу России с восточными регионами нашего обширного государства. Не тронутые леса, составляющие Крутовский заповедник, с их прекрасными, богатыми рыбой озерами, сохранили уникальный животный и растительный мир российской средней полосы.

На этих землях, обильных озерами, реками и лесами, люди селились с давних пор, еще в доисторические времена. Об этом свидетельствуют стоянки эпохи неолита и более поздние, древние славянские могильники, обнаруженные археологами на берегах реки Клязьмы, а также р. Киржач и других ее притоков.

В Петушинском районе 24 промышленных предприятия 7 основных отраслей народного хозяйства - электроэнергетики, химической, металлообработки, деревообработки, производства стройматериалов, легкой и пищевой. На территории Петушинского района 35 памятников археологии, 97 - градостроительства и архитектуры, 32 памятника истории.

Во Владимирской области в большом количестве имеются залежи известняков, кирпичных, огнеупорных и белых глин, фосфоритов, мергелей, кварцевых песков, много гипса, гравия, бутового камня. Наличие указанных ископаемых позволяет широко развернуть производство строительных материалов: кирпича, цемента, извести, алебастра, облицовочных плит, керамических и других изделий.

**4. ПРИРОДНО - КЛИМАТИЧЕСКИЕ  УСЛОВИЯ**

**РАЙОНА  СТРОИТЕЛЬСТВА**

Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Российской Федерации на дорожно-климатические зоны в соответствии с СП 34.13330 табл. 9 и рис. 1.

Таблица 9

Дорожно-климатические зоны (ДКЗ)

|  |  |
| --- | --- |
| ДКЗ | Примерные географические границы |
| I | Севернее  линии  Нивский-Новый Бор-Сыня-Белоярский-Ларьяк-Ярцево-Канск- Выезжий Лог-Сарыч-Сеп-Новоселово-Артыбаш-Иню-госграница-Биробиджан- Болонь-Многовершиный. Включает зоны тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов |
| II | От границы I зоны до линии Львов-Житомир-Тула-Н.Новгород-Ижевск-Томск-Канск до госграницы. Включает зону лесов с избыточным увлажнением грунтов |
| III | От границы II зоны до линии Кишинев-Кировоград-Белгород-Самара-Магнитогорск- Омск-Бийск-Туран. Включает лесостепную зону со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы |
| IV | От границы III зоны до линии Джульфа-Степанакерт-Кизляр-Волгоград, далее южнее на 200 км линии Уральск-Актюбинск-Караганда. Включает степную зону с недостаточным увлажнением грунтов |
| V | К юго-западу и югу от границы IV зоны. Включает пустынную и пустынно-степную зоны с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов |

Примечание. Кубань и западную часть Северного Кавказа относят к III ДКЗ.

Метрологические данные, характеризующие климат района, приводят по многолетним наблюдениям из СП 131.13330.

По условиям увлажнения верхней толщи грунтов согласно СП 34.13330 различают три типа местности:

1-й - сухие участки;

Рис. 1. Дорожно-климатические зоны России

2-й - сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года;

3-й - мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением.

Глубину промерзания суглинистых грунтов определяют по карте приложения рис. П1. Среднюю высоту снежного покрова, а также дату образования и разрушения устойчивого снежного покрова находят по СНиП 2.01.01 или приложению табл. П1 и рис. П2.

 Данные для построения «Розы» ветров - повторяемость направлений ветра в %, приведены в СП 131.13330 для января и июля.

Описание рельефа, растительности и животного мира района строительства автомобильной дороги можно найти на сайте в интернете. Грунты по трассе, уровень грунтовых и поверхностных вод принимают по заданию.

**Задание**

Указать в какой дорожно-климатической зоне расположена проектируемая автомобильная дорога и тип местности по условию увлажнения. Дать общую климатическую характеристику района строительства: температуру воздуха, глубину промерзания грунтов, высоту снежного покрова, дату образования и разрушения снежного покрова, повторяемость направлений и скорость ветра и т. д. Данные представляют в таблицах.

Рельеф: категория сложности рельефа; гидрографическая сеть, наличие озер и болот; условия формирования и регулирования поверхностного стока.

Растительность и животный мир: наличие особо охраняемых природных территорий, парков и земель, занятых ценными угодьями (сады, пашни), категория лесов, виды животных и растений, занесенных в Красную книгу России. Характеристика растительного покрова.

Инженерно-геологические условия: глубина залегания и характеристика грунтов, наличие оползней, карстовых грунтов, устойчивость склонов, глубина залегания грунтовых вод. Типы почв, мощность плодородного слоя. Сведения об эрозии почв.

**Пример 3**

Климат, дорожно-климатическая зона

Район строительства – Владимирская область относится ко II дорожно-климатической зоне. Климат Владимирской области в основном умеренно-континентальный с тёплым летом и умеренно холодной зимой. Поверхностный сток не везде обеспечен, согласно СП 34.13330 основной тип местности по условию увлажнения - 2.

Метрологические данные, характеризующие климат района, приводятся по средним значениям многолетних наблюдений ближайшей метеостанции, расположенной в г. Владимир (СП 131.13330).

Массы морского полярного воздуха, приходящие с наиболее частыми западными ветрами, обычно достигают Владимирской области уже преобразованными в континентальные массы.

Годовые изменения среднемесячной температуры наружного воздуха по месяцам приведены в табл. 10.

Таблица 10

Среднемесячная  температура воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| T, °C | -11,4 | -10,6 | -5,1 | 3,8 | 11,6 | 15,8 | 18,1 | 16,2 | 10,4 | 3,4 | -3,1 | -8,8 |

Средняя годовая температура на севере области + 3,3 оС, на юге + 3,8 оС. Самый холодный месяц - январь, со среднесуточной температурой воздуха – 11 оС и абсолютным минимумом – 41 оС. Самый теплый месяц – июль, со среднесуточной температурой воздуха +18,2оС и абсолютным максимумом + 38 оС. Продолжительность  периода со среднесуточной температурой воздуха менее 0 оС составляет 156 суток. В мае наблюдаются заморозки, приносящие вред посевам.

Годовое количество осадков составляет от 500 до 550 мм в год, из них наибольшее количество приходится на июль – 68 мм, наименьшее – 35 мм на апрель. В вегетационный период с мая по сентябрь выпадает 300 мм осадков, что вполне достаточно для роста культурных растений. Распределены осадки не равномерно: мало выпадает их в весенние месяцы, когда потребность в них наибольшая.

Глубина сезонного промерзания суглинистых грунтов для Владимирской области составляет 146 см. По данным метеонаблюдений дата образования снежного покрова - 24 ноября, дата схода снежного покрова - 6 апреля, окончательно снежный покров сходит в середине апреля.

Наибольшая высота снежного покрова с повторяемостью 20 лет (р = 5 %) приходится на конец февраля и составляет 76 см, средняя высота снежного покрова – 44 см. Один раз в 20 лет наименьшая высота снежного покрова может менее 23 см. Метели наблюдаются ежегодно с ноября по март. Среднегодовое количество дней с метелью – 24, наибольшее – 31.

Наибольшая облачность бывает в ноябре и декабре, наименьшая в мае. Среднегодовое количество дней с туманами – 27, наибольшее – 33. Влажность воздуха имеет отчетливо выраженный годовой ход, сходный с изменением температуры. Относительная влажность в границах изучаемого района колеблется в пределах 54 – 85 %, наибольшее ее значение приходится на зиму.

Преобладающими ветрами в области в течение года являются юго-западные, реже дуют восточные. Средняя скорость ветра составляет 3,2 м/с. Наибольшее число дней с сильным ветром и скоростью более 15 м/с наблюдается в марте, ветер со скоростью более 20 м/с характерен для марта и апреля. Данные для построения «розы» ветров приведены в табл. 11.

Таблица 11

Данные для «розы» ветров

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Повторяемость направлений ветра, % | | | | | | | |
| С | СВ | В | ЮВ | Ю | ЮЗ | З | СЗ |
| Июль | 13 | 8 | 4 | 12 | 21 | 23 | 7 | 12 |
| Январь | 17 | 13 | 8 | 6 | 9 | 14 | 14 | 19 |

Рельеф

Владимирская область расположена в центральной части Русской равнины в понижении между Среднерусской и Приволжской возвышенностями.

Поверхность Владимирской области - слабохолмистая равнина. На северо-западе - Смоленско-Московская возвышенность, в междуречье Нерли и Киржача - Владимирское ополье высотой до 236 м над уровнем моря, на юге - Мещерская низменность.

Главными реками Владимирской области являются Ока, проходящая по юго-восточной границе области, и левый приток Оки - Клязьма, пересекающая область с запада на восток. Реки носят равнинный характер. Они имеют медленное течение, широкие долины и сильно извилистые русла.

Питание осуществляется за счёт таяния снега весной, летних осадков и грунтовых вод. С декабря по март реки покрываются льдом. Весной на них наблюдаются сильные половодья, во время которых заливаются обширные пространства долины-поймы, являющиеся сенокосными и пастбищными угодьями области. Наиболее крупными притоками Клязьмы в предела области являются Киржач, Пекша, Колокша, Нерль, Уводь, Лух, Судогда, Нерехта, Тара, Суворощь.

Растительность и животный мир

Владимирская область расположена в зоне смешанных лесов. Лес занимает 42 %  площади области. Часть земель распахана под сельскохозяйственные угодья. Преобладающей породой является сосна, образующая чистые насаждения на песчаных почвах юго-запада и северо-востока области. Ель встречается в сырых низких местах, чаще вместе с сосной или лиственными породами - березой и осиной. Из лиственных пород встречается дуб, растущий по долинам крупных рек.

Животный мир Владимирской области разнообразен. На территории её встречается до 40 видов млекопитающих. Из пушных животных наиболее многочисленными являются белка, лисица, заяц беляк, заяц русак; реже встречаются куница, норка, барсук, горностай, хорь, выдра, ласка. В лесах, главным образом на юге области, есть лоси и медведи. Кроме того, водятся волки и 7 видов грызунов. Обитает около 230 видов птиц.

Инженерно-геологические условия

Владимирская область входит в зону подзолистых почв. Все эти почвы бедны перегноем, наиболее бедны перегноем песчаные почвы. Среднее содержание перегноя в этих почвах около 6 - 8 %. По долинам рек вытянуты полосы плодородных аллювиальных почв.

В геологическом строении основания автомобильной дороги принимают участие техногенные, аллювиальные и водно-ледниковые образования. По трассе автомобильной дороги развиты дерново-подзолистые почвы песчаного состава мощностью 0,15 - 0,25 м.

Грунты на всем протяжении участка дороги представлены в основном суглинками легкими, которые пригодны для возведения земляного полотна.

Грунтовые воды в пониженных местах находятся на глубине 2,5 - 5 м. Поверхностный сток не везде обеспечен. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков, паводковых вод и путем подпитывания водами надпойменных террас. Также источниками снабжения водой являются местные реки. Территория хорошо дренирована при сравнительно неглубоком залегании подземных вод, пригодных для водоснабжения.

**5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ  ПЛАНА  АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

**Принципы трассирования автомобильной дороги**

Автомобильную дорогу прокладывают по кратчайшему направлению по малоценным землям, пустырям, опушкам леса в обход болота, карстовых и оползневых мест. Трассу автодороги I - III категории можно запроектировать через болота I типа (строительные).

Автомобильную дорогу I - II категорий прокладывают в обход населенных пунктов с устройством подъездов к ним по возможности с подветренной стороны, ориентируясь на направление ветра в осенне - зимние периоды года в целях защиты населения от транспортного шума и вредных выбросов автомобилей. Для обеспечения в дальнейшем реконструкции дороги расстояние от бровки земляного полотна до линии застройки населенных пунктов принимают в соответствии с их генеральным планом, но не менее 200 м.

В районах размещения курортов, домов отдыха, пансионатов, пионерских лагерей трассу проектируют за пределами установленных вокруг них санитарных зон или в проектах разрабатывают защитные мероприятия.

Проектирование плана автомобильной дороги выполняют с учетом сохранения ценных природных ландшафтов, лесных массивов, а также мест размножения, питания и путей миграции диких животных, птиц и обитателей водной среды. Не допускается прокладывать трассу по государственным заповедникам и заказникам, охраняемым урочищам и зонам, отнесенным к памятникам природы и культуры. На сельскохозяйственных угодьях трассу прокладывают по границам полей севооборотов или хозяйств.

Вдоль рек, озер и других водоемов трассу прокладывают за пределами защитных зон (табл. 12).

По лесным массивам трассу автомобильной дороги прокладывают по возможности с использованием просек и противопожарных разрывов, границ предприятий и лесничеств с учетом категории защитности лесов и данных экологических обследований.

Таблица 12

Водоохранные зоны рек и озер

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина реки, км | 10 | 50 | 100 | 200 | 500 | >500 | Озеро<2 км2 | Озеро>2 км2 |
| Ширина зоны, м | 15 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 300 | 500 |

Направление трассы автомобильной дороги I - III категорий по лесным массивам по возможности должно совпадать с направлением господствующих ветров в целях обеспечения естественного проветривания и уменьшения снегозаносимости дорог.

Трассу автодороги при входе и выходе в лес целесообразно устраивать на кривых, так как сквозные прямые через лесные массивы некрасивы. Лесные массивы при проектировании автодорог следует обходить только в степных районах.

**Элементы плана автомобильной дороги**

План трассы автомобильной дороги – это горизонтальная проекция оси дороги на плоскость. При проектировании плана автодороги используют метод ”полигонального трассирования”, при котором на карту наносят ломаную линию, вписывая в углы поворота круговые и переходные кривые.

При назначении элементов плана в качестве основных параметров принимают:

     радиусы кривых в плане - не менее 3 000 м;

     расстояние видимости для остановки автомобиля - не менее 450 м;

     расстояние видимости встречного автомобиля - не менее 750 м.

Минимально-допустимые значения радиусов кривых и расстояние видимости в плане принимать согласно СП 34.13330 (табл. 5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм на элементы плана. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы кривых в плане.

Во всех случаях, где по местным условиям возможно попадание на дорогу с придорожной полосы людей и животных, следует обеспечивать боковую видимость прилегающей к дороге полосы на расстоянии 25 м от кромки проезжей части для дорог I - III категорий и 15 м для дорог IV и V категорий.

Радиусы смежных кривых в плане должны различаться не более чем в 1,3 раза. При малых углах поворота дороги в плане применяют следующие радиусы круговых кривых табл. 13.

Таблица 13

Радиусы в плане при малых углах поворота

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Угол поворота, град | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 - 8 |
| Наименьший радиус кривой,м | 30000 | 20000 | 10000 | 6 000 | 5 000 | 3 000 | 2 500 |

Переходные кривые предусматривают при радиусах кривых в плане менее  2 000 м, а на подъездных дорогах всех категорий - менее 400 м. Наименьшие длины переходных кривых принимают СП 34.13330 (табл.14).

Таблица 14

Длины переходных кривых

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиус круговой кривой, м | | 30 | 50 | 60 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600  -1 000 | 1 000  - 2 000 |
| Длина переходной кривой, м | СНиП | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 100 |
| Рекомендуют | 55 | 65 | 70 | 80 | 90 | 110 | 125 | 140 | 155 | 170 | 180 | - | - |

Параметры смежных переходных кривых при сопряжении кривых назначают одинаковыми. При длине прямой вставки менее 100 м рекомендуют две кривые заменять одной кривой большего радиуса, при длине 100 - 300 м рекомендуется прямую вставку заменять переходной кривой большего параметра. Длину прямых в плане ограничивают согласно СП 34.13330 (табл. 15).

Минимальная прямая допускается для дорог I и II категорий - 700 м, для дорог III и IV категорий - 300 м.

В равнинной местности рекомендуемые соотношения между прямыми и горизонтальными кривыми приведены в табл. 16.

При проложении трассы автодороги не рекомендуют проектировать:

-      короткую прямую вставку между двумя кривыми в плане, направленными в одну сторону;

-      короткую кривую в плане, располагаемую между длинными прямыми, так как водителю издалека кажется резкий перелом дороги и вызывает необоснованное снижение скорости движения;

-      резкие переходы от кривых большого радиуса в плане к кривым малого радиуса;

-      кривую малого радиуса на затяжном спуске.

Таблица 15

Допустимая длина прямых в плане

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Категория дороги | Максимальная длина прямой в плане, м, на местности | |
| равнинной | пересеченной |
| I | 3 500 – 5 000 | 2 000 – 3 000 |
| II, III | 2 000 – 3 500 | 1 500 – 2 000 |
| IV, V | 1 500 – 2 000 | 1 500 |
| Примечание. Большие длины прямых допустимы при преимущественно легковом движении, меньшие - при грузовом. | | |

Таблица 16

Кривые при малых углах поворота между длинными прямыми

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Длина меньшей  из двух прямых, м | Наименьшая  длинакривой, м | Наименьший  радиус кривой |
| 2 000 | 500 | 2*R*min |
| 1 000 | 400 | 1,2*R*min |
| 500 | 350 | *R*min |
| Примечание. *R*min - минимальный радиус по СП 34.13330 | | |

**Оформление плана автомобильной дороги**

План трассы автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD,используя в качестве подосновы топографическую карту местности в масштабе М 1:10 000 согласно ГОСТ Р 21.1701.

Отсканировать карту района строительства масштаба М 1:10000. Увеличить резкость изображения рисунка отсканированной карты (\*.ipg, \*.bmp) в программе Microsoft Office Picture Manager. При необходимости можно обрезать и повернуть рисунок так, чтобы меридианы и параллели были вертикальны и горизонтальны границам чертежа.

Рисунок (\*.ipg, \*.bmp) отсканированной карты вставить в программу AutoCAD как растровую подложку в масштабе 1:1. Перевести картографический материал в цифровой формат, т.е. в программе AutoCAD провести векторизацию топографических элементов на основе растровой подложки согласно ГОСТ 21.204, ГОСТ Р 21.1207.

На плане автодороги отражают:

-      ситуацию притрассовой полосы по 100 м в обе стороны,

-      реперы,

-      ось трассы автодороги,

-      вершины углов поворота,

-      пикеты через 100 м и указатели километров,

-      начало и конец переходных и круговых кривых,

-      искусственные сооружения (трубы,мосты, путепроводы, коммуникации),

-      указатель направления на север стрелкой с буквой «С» у острия в левом верхнем углу чертежа,

-      «розу» ветров для зимы и лета.

План автомобильной дороги дополняют ведомостью углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701 (табл. 17).

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане приведены в приложении (табл. П2).

**Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых**

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых разрабатывают по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [32] или по таблицам для клотоидного трассирования В.И. Ксенодохова [34].

Ниже приведен алгоритм вычислений по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [32]:

1.  По величине угла для радиуса *R* = 1 м по таблицам [32] определить элементы круговой кривой: тангенс Т, кривая К, биссектриса Б, домер Д.

2.  Элементы круговой кривой: тангенс Т, кривая К, биссектриса Б, домер Д умножить на величину принятого радиуса.

3.  Выполнить проверку

Д = 2 Т - К

4.  Назначить длину переходной кривой по СП 34.13330  (табл. 15) и определить по таблицам [32] поправку для тангенса ΔТ и биссектрисы ΔБ.

5.  Определить поправку для домера ΔД

ΔД = 2 ΔТ - *L* ,

где *L* - длина переходной кривой.

6.  Рассчитать с учетом поправок элементы закругления с переходной кривой (рис. 2): тангенс Тп, биссектриса Бп, кривую Кп, домер Дп

Тп = Т + ΔТ;    Бп = Б + ΔБ;

Кп = К + *L*;      Дп = 2 Тп - Кп

При устройстве переходных кривых сокращается длина круговой кривой и происходит смещение кривой в сторону ее центра.

7.  Выполнить проверку

Д = 2 Тп - Кп

8.  Определить пикетажное положение начала НЗ и конца закругления КЗ с учетом переходной кривой (рис. 2)

НЗ = ВУ – Тп;     КЗ = НЗ + Кп  или  КЗ = ВУ + Тп – Дп,

где  ВУ - пикетажное положение вершины угла

Рис. 2. Элементы закругления:

*α* - угол поворота, R, Т – радиус и тангенс круговой кривой, ΔТ – поправка для тангенса, *L* – длина переходной кривой, Кп, Бп – длина и биссектриса круговой с переходной кривой, НК, КК – пикетажное положение начала и конца круговой кривой, НЗ, КЗ - пикетажное положение начала и конца закругления,

*i*1, *i*2 – продольные уклоны линий

9.  Определить расстояния между вершинами углов *S*i

Расстояние от начала до вершины угла ВУ1, между вершинами углов, от последней вершины угла ВУ*i* до конца трассы измеряют по плану трассы масштаба 1:10 000 в программе AutoCAD.

10.  Рассчитать длину прямой вставки *ℓi*

*ℓ*1 = НЗ1 – НТ ;  *ℓ*2 = НЗ2 – КЗ1 ;  *ℓ*3 = КТ – КЗ2 ,

где  НЗ*i* и КЗ*i* - пикетажное положение начала и конца закругления с учетом переходной кривой; НТ, КТ - пикетажное положение начала и конца трассы.

11.  Выполнить проверку расстояний, чтобы выполнялось условие

∑*Si* - ∑Дп*i* = ∑*ℓi* + ∑Kп*i* = *L*т,

где *Si* – расстояние между вершинами углов, м; Кп*i*, Дп*i* – кривая, домер с учетом поправок на устройство переходной кривой, м; *ℓi* – длина прямой вставки, м; *L*т - длина трассы, м.

12.  Расчет свести в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых, приведенную согласно ГОСТ Р 21.1701 в табл. 17.

**Задание**

Запроектировать план автомобильной дороги в программе AutoCAD в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330.

Автомобильная дорога должна быть кратчайшей по длине с соблюдением норм проектирования, а также хорошо вписываться в ландшафт (рис. 3).

На плане автомобильной дороги отобразить ситуацию на местности, проектируемую автомобильную дорогу, розу ветров, направление на север, пикеты, километры, вершины углов поворота, начало и конец закруглений, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные сооружения, мосты и путепроводы, постоянные и временные дороги по ГОСТ 21.204, ГОСТ Р 21.1207, ГОСТ Р 21.1701, указать масштаб плана.

Разработать ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых (табл. 17) по ГОСТ Р 21.1701.

**Пример 4**

План автомобильной дороги (рис. 4) запроектирован в программе AutoCAD в масштабе 1 : 10 000 с соблюдением требований ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 к параметрам автодороги II технической категории. Протяженность трассы составила 3,978 км. Длина воздушной линии - 3,763 км. Основное направление трассы северо-восточное по направлению господствующих ветров в зимний период, что обеспечит снегонезаносимость трассы.

Дорога проходит по пашне в обход населенных пунктов, имеются вдоль трассы участки леса, кустарника, лугов.

На плане трассы запроектировано 2 угла поворота: на ПК 16 + 90 влево 21о36I с радиусом круговой кривой 1600 м и на ПК 31 + 45 вправо 73о28I с радиусом круговой кривой 1 400 м и переходными кривыми по 100 м.

На кривых радиуса 1 400 и 1 600 м предусмотрено устройство виражей с поперечным уклоном 30 ‰.

Рис. 3. План автомобильной дороги с подосновой - картой местности в масштабе М1:10 000

Рис. 4. План автомобильной дороги в программе AutoCAD в масштабе М1:10 000

Отгон виража - переход от двускатного профиля дороги к односкатному осуществляют на протяжении переходных кривых. Уширение проезжей части и земляного полотна не требуется.

Пересечение с железной дорогой под углом 60о выполнено на ПК 27 + 21 в двух уровнях и запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м.

Трасса пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71о, где устраивают железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м под углом 90о. Расчетный уровень высоких вод 169,0 м определен для вероятности превышения 1 %, уровень меженных вод (строительный уровень) составляет 165,3 м.

Через суходол и овраг запроектированы 3 железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 1,5 м на ПК 13 + 00 длиной 22 м, на ПК 19 + 00 длиной 22 м и на ПК 24 + 00 длиной 21,4 м.

Пересечение с автомобильной дорогой IV технической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60о и ПК  19 + 92 под углом 66о. Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100 м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25 м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 0,75 м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией - газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1000 мм запроектировано на ПК 5 под углом 90о. Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80о.

Репер расположен слева от трассы 80 м на ПК 10 + 50 и справа от оси дороги 50 м на ПК  31 + 00.

Расчет по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [32] сведен в ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых согласно ГОСТ Р 21.1701 (табл. 17).

Таблица 17

Ведомость углов, прямых, круговых и переходных кривых

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка | Местопо-ложение,  ПК | Величина угла  поворота | | Радиус, м | Элементы круговой  кривой, м | | | | Элементы закругления  с переходной кривой, м | | | | | | | Положение  закругления | | Расстояние между  вершинами, м | Длина прямой, м |  |
| Тангенс | Кривая | Домер | Биссектриса | Переходная  кривая | Поправка | | Тангенс | Кривая | Домер | Биссектриса | Начало,  ПК | Конец,  ПК |  |
| влево | вправо |  |
|  |  |  |  | *R* | Т | К | Д | Б | ℓ | ΔТ | ΔБ | Тп | Кп | Дп | Бп | НЗ | КЗ | *S* | *L* |  |
| НТ | 0 + 00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1690 | 1335 |  |
| ВУ1 | 16 + 90 | 21о36I |  | 1600 | 304,  98 | 602,  72 | 7,  232 | 28,  80 | 100 | 50,  05 | 0,  26 | 355,  02 | 702,  72 | 7,  322 | 29,  06 | 13+35 | 20+38 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1462 | 12 |  |
| ВУ2 | 31 + 45 |  | 73о28I | 1400 | 1044,  80 | 1795,  14 | 294,  45 | 346,  88 | 100 | 50,  21 | 0, 36 | 1095,  0 | 1895,  14 | 294,  87 | 347,  24 | 20+50 | 39+44 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1129 | 34 |  |
| КТ | 39 + 78 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ИТОГО | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2597,  86 | 302,  19 |  |  |  | 4281 | 1381 |  |

Проверка расстояний:

Д1 = 2 Т1 – К1 = 2 · 304,98 – 602,72 = 7,232; Д2 = 2 Т2 – К2 = 2 · 1044,80 – 1795,14 = 294,448;

Д1п = 2 Т1п – К1п = 2 · 355,021 – 702,72 = 7, 322  ;  Д2п = 2 Т2п – К2п = 2 · 1095,002 – 1895,14 = 294,868 ;

∑*S* - ∑Дп = 4281 –302,19 = 3978    ;∑*L*+ ∑Kп = 1380 + 2597,86 = 3978

**6.  ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ**

**АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Продольный профиль дороги - это вертикальный разрез по оси дороги в отметках бровки земляного полотна, развернутый в плоскость чертежа. Участки, где поверхность автомобильной дороги проходит выше окружающей местности по искусственно насыпанному грунту, называют насыпями.Трасса проходит в выемке, если в результате срезки грунта располагается ниже поверхности земли.

**Руководящая рабочая отметка**

Рабочей отметкой называют разницу между отметкой поверхности земли по оси дороги и отметкой бровки земляного полотна,определяющей высоту насыпи или глубину выемки.

Руководящую рабочую отметку насыпи автомобильной дороги назначают максимальной из условия:

1.     Возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод;

2.     Возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод;

3.     Снегонезаносимости.

Возвышение поверхности покрытия автомобильной дороги над уровнем грунтовых и поверхностных вод должно быть более требований СП 34.13330 (табл. 18).

Высоту насыпи *h*1на участках дорог из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод определяют

*h*1 = *h*т - *h*гв,

где *h*т – данные табл. 18 над чертой, м; *h*гв – уровень грунтовых вод, м.

Высоту насыпи *h*2 на участках дорог из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод определяют по формуле

*h*2 = *h*т ± *h*пв,

где *h*т - данные табл. 18 под чертой, м; *h*пв – уровень поверхностных вод, м.

Таблица 18

Возвышение над уровнем грунтовых и поверхностных вод

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Грунт рабочего слоя | Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в дорожно-климатической зоне | | | |
| II | III | IV | V |
| Песок мелкий, супесь легкая крупная,  супесь легкая | 1,1  0,9 | 0,9  0,7 | 0,75  0,55 | 0,5  0,3 |
| Песок пылеватый, супесь пылеватая | 1,5  1,2 | 1,2  1,0 | 1,1  0,8 | 0,8  0,5 |
| Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины | 2,2  1,6 | 1,8  1,4 | 1,5  1,1 | 1,1  0,8 |
| Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый | 2,4  1,8 | 2,1  1,5 | 1,8  1,3 | 1,2  0,8 |

Примечания: 1. Над чертой - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, под чертой - над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем поверхностных вод.

2. За расчетный уровень грунтовых вод принимают максимально возможный осенний (перед промерзанием) уровень.

Высоту насыпи *h*3на участках дорог, проходящих по открытой местности, по условию снегонезаносимости во время метелей определяют по формуле

*h*3 = *hs* + ∆*h*,

где *hs* - высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, м; ∆*h* - возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее не заносимости, м.

Высоту снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5 %, можно ориентировочно назначить *hs* = 1,7 *h*ср, где *h*ср - средняя высота снежного покрова.

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова ∆*h* назначают по табл. 19.

Таблица 19

Возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | I | II | III | IV | V |
| ∆*h*, м | 1,2 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |

**Минимальная контрольная отметка у сооружения**

Пересечения с железными и автомобильными дорогами, реками

Пересечения и примыкания автомобильных дорог в разных уровнях с устройством путепроводов принимают на дорогах:

          IА, IБ категорий с автодорогами всех категорий;

          IВ категории с дорогами, на которых интенсивность движения более 1 000 прив. ед./сут.;

          II, III категорий между собой при суммарной интенсивности на пересечении более 12 000 прив. ед./сут.

Пересечения и примыкания на дорогах IА, IБ категории вне населенных пунктов предусматривают не чаще, чем через 10 км, на дорогах IВ и II категорий - 5 км, а на дорогах III категории - 2 км. Съезды с дорог I - III категорий и въезды на них следует осуществлять с устройством переходно-скоростных полос.

Пересечения и примыкания дорог выполняют под прямым или близким к нему углом. Острый угол между пересекающимися дорогами в одном уровне не должен быть менее 60°. Наименьший радиус горизонтальных кривых при сопряжениях дорог в одном уровне принимают: при съездах с дорог I, II категорий не менее 25 м, с дорог III категории - 20 м и с дорог IV, V категорий - 15 м.

Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям на протяжении расстояний видимости для остановки автомобиля не должны превышать 40 ‰. Расположение примыканий на участках выпуклых кривых в продольном профиле и с внутренней стороны закруглений в плане не допускается.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I - III категорий должны иметь покрытия по типу основной дороги:

-      при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах - 100 м;

-      при глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах - 200 м.

Протяженность покрытий въездов на дороги IV категории предусматривают в 2 раза меньшей, чем въездов на дороги I - III категорий.

Пересечения железных дорог проектируют в разных уровнях с автомобильными дорогами I - III категорий, IV - V категорий при интенсивности движения более 100 поездов в сутки, при пересечении более 3-х железнодорожных путей и со скоростным железнодорожным движением свыше 120 км/ч.

Длину путепровода *L*п определяют по приближенной формуле

*L*п = *В*зп + 2 *m H*п ,

где *В*зп – ширина земляного полотна автомобильной или железной дороги, м; *Н*п - высота путепровода, м; *m* - крутизна откоса конусов у путепровода, *m* = 1,5.

Ширину земляного полотна железной дороги назначают по СП 119.13330 от 7,6 м для однопутной дороги до 12 м для двух путей. В расчете рекомендуется принимать ширину земельного участка полосы отвода железных дорог с учетом охранных зон от 24 м до 34м.

Мосты устраивают в местах пересечения автомобильной дороги с рекой (постоянно действующим водотоком), когда трубы не могут обеспечить пропуск воды.

Согласно СП 35.13330 принято:

-         малые мосты длиной до 25 м,

-         средние мосты длиной свыше 25 м до 100 м,

-         большие мосты длиной свыше 100 м.

Расположение малых и средних мостов подчиняют общему направлению трассы автомобильной дороги. Малые и средние мосты, расположенные на горизонтальных и вертикальных кривых, неизбежно более сложной конструкции, чем на прямом участке.

Прямолинейные мосты небольшой длины, расположенные между кривыми в плане, или горизонтальные мосты в пределах вертикальной кривой резко нарушают зрительную плавность полотна дороги, ухудшают условия и безопасность движения. Недопустимо устройство кривых малых радиусов перед въездами на мост.

Большие мосты через судоходные реки являются дорогими и уникальными сооружениями, поэтому расположение трассы автодороги подчиняют рационально выбранному створу мостового перехода. Мост располагают перпендикулярно к направлению потоков воды (с углом не более 10о) на прямолинейном участке с устойчивым руслом и не широкой (мало затопляемой) поймой.

Подходы автомобильной дороги к пересечению с реками и железными дорогами проектируют с уклоном в продольном профиле не более 30 ‰. Профиль моста и путепровода проектируют так, чтобы алгебраическая разность сопрягаемых продольных уклонов в местах сопряжения пролетных строений между собой и с подходами не превышала значений, приведенных в табл. 20.

Таблица 20

Сопрягаемые уклоны продольного профиля на мосту

|  |  |
| --- | --- |
| Расчетные скорости движения  на подходах к мосту, км/ч | Алгебраическая разность сопрягаемых  уклонов продольного профиля, ‰ |
| 150-100 | 8 |
| 80 | 9 |
| 70 | 11 |
| 60 | 13 |
| 40 | 17 |
| Примечание. Если расстояния между местами сопряжения пролетных строений между собой или с подходами превышают 50 м, предельные значения алгебраической разности сопрягаемых уклонов продольного профиля могут быть увеличены в 1,2 раза. | |

Длину моста *L*м (рис. 5) определяют по приближенной формуле

*L*м = *В*м + * B*п + 2 *m H*м + 1 ,

где *В*м – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), м; *В*п – ширина поймы, м; *Н*м - высота моста, м;  = 0,05 – 0,1 соответственно для пойм шириной более 200 м и узких менее 200 м; *m* - крутизна откоса конусов у моста, *m* = 1,5.

Габарит моста или путепровода по ширине (рис. 6) – расстояние между ограждениями проезда или очертание внутрь, которых не должны заходить какие-либо элементы сооружения.

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | РУВВ | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | УМВ | |

Рис. 5. Схема к расчету длины моста

а)

б)

Рис. 6. Схема габарита автодорожного моста:

*а* - без разделительной полосы; *б* - с разделительной полосой без ограждения:

*nb* - ширина проезжей части; П – полоса безопасности; ЗП – защитная полоса,

ЗП = 0,5 м; Г – габарит по ширине; h – габарит по высоте; Т – тротуар;

а - высота ограждения проезда; С - разделительная полоса

Габарит автодорожных мостов принимают по СП 35.13330 (табл. 21).

Таблица 21

Габарит автодорожных мостов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | Число  полос  движения | Ширина, м | | Габарит\* |
| проезжей части | полос  безопасности |
| I | 8 | 15 x 2 | 2,0 | Г-(17+С+17)  2(Г-19) |
| 6 | 11,25 x 2 | 2,0 | Г-(13,25+С+13,25)  2(Г-15,25) |
| 4 | 7,5 x 2 | 2,0 | Г-(9,5+С+9,5)  2(Г-11,5) |
| II | 4 | 7,0 х2 | 2,0 | Г-(9+С+9)  2(Г-11) |
| 2 | 7,5 | 2,0 | Г-11,5 |
| III | 2 | 7,5 | 2,0 | Г-10 |
| IV | 2 | 7,0 | 1,5 | Г-8 |
| V | 1 | 4,5 | 1,0 | Г-6,5 |
| Примечание. \*В числителе - при отсутствии ограждений на разделительной полосе, в знаменателе - при наличии ограждений или при раздельных пролетных строениях под каждое направление движения. | | | | |

Подмостовой габарит путепровода - расстояние по высоте от поверхности проезжей части автомобильных дорог до линии очертания принимают по ГОСТ Р 52748 и должен быть не менее:

- на автомобильных дорогах категорий IA, IБ, IB, II, III - 5,0 м;

- на автомобильных дорогах категорий IV, V - 4,5 м.

Подмостовые габариты судоходных пролетов на реках принимают в соответствии с ГОСТ 26775 (рис. 7, табл. 22).

Для несудоходных рек минимальную отметку продольного профиля на мосту *h*м определяют по формуле

*h*м = *Н* + *h*о+ *h*к ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; *h*о – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды, м; *h*к – конструктивная высота пролетного строения, м.

Рис. 7. Подмостовой габарит судоходного пролета моста:

РСУ - расчетный высокий судоходный уровень воды;

ПУ - проектный уровень воды; *H* - общая высота подмостового габарита;

*h* - высота подмостового габарита над РСУ;

*B* - ширина подмостового габарита; *d* - гарантированная глубина судового хода на перспективу; *α* - амплитуда колебаний уровней воды между РСУ и ПУ.

Таблица 22

Подмостовой габарит судоходных пролетов моста

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс  водного пути | Высота подмостового  габарита *h*, м не менее | Ширина подмостового габарита *B*, не менее |
| 1 - сверхмагистральные | 17,0 | 140 |
| 2 - сверхмагистральные | 15,0 | 140 |
| 3 - магистральные | 13,5 | 120 |
| 4 - магистральные | 12,0 | 120 |
| 5 - местного значения | 10,5 | 100 / 60 |
| 6 - местного значения | 9,5 | 60 / 40 |
| 7 - местного значения | 7,0 | 40 / 30 |
| Примечание. В знаменателе приведена ширина для второго и последующих судоходных пролетов. | | |

На несудоходных реках низ пролетных строений согласно СП 35.13330 должен возвышаться над расчетным уровнем высоких вод для большого моста на *h*о = 0,5 м; при ледоходе *h*о = 0,75 м; при корчеходе *h*о = 1 м; для малого и среднего моста *h*о = 0,25 м.

Конструктивную высоту пролетного строения ориентировочно принимают для малых и средних мостов 1 м, для больших мостов - 1/15 *ℓ* (длины пролета моста *ℓ* = 24 – 63 м).

Минимальную контрольную отметку на подходах к мосту для подтопляемой насыпи *h*пн автомобильной дороги определяют по формуле

*h*пн = *Н* + 0,5 + *h*нв ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), м; *h*нв – высота набега волны, м.

Высоту набега волны *h*нв определяют по формуле

*h*нв ≈ *v2* /*g*,

где *v* – средняя скорость движения воды в реке,*v* = 0,2 – 4 м/с: *g* - ускорение свободного падения, *g* = 9,81 м/с2.

Расчетный уровень высоких вод на реках определяют по статистическим данным многолетних гидрометеорологических наблюдений за 20 лет половодий или 50 лет паводков с расчетной вероятностью превышения для автомобильных дорог I – III категорий – 1 %, IV – V категорий – 2 %.

Водопропускные трубы

Водопропускные трубы располагают перпендикулярно к оси дороги под насыпями в пониженных местах продольного профиля с целью пропустить поверхностную воду от снеготаяния, ливней и дождей с верховой стороны дороги на другую низовую сторону. Среднее количество труб на 1 км дороги составляет в пустынях 0,3 шт., горах - 2 шт., в остальных местах– 1шт.

Отверстие водопропускных труб определяют из условия пропуска расчетного расхода воды, притекающего к трубе во время снеготаяния, ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расхода ливневого стока и талых вод с вероятностью превышения для дорог I категорий 1 %, II и III категории – 2 %, IV и V категорий – 3 %.

Для водопропускных труб предусматривают безнапорный режим работы.

Согласно СП 35.13330 допускается назначать на автомобильных дорогах I - II категории трубы с отверстием 1,0 м при длине трубы до 20 м, 1,25 м - при длине трубы более 20 м, так как при их большой длине и малом диаметре затруднены работы по ремонту и содержанию. Отверстия труб на автомобильных дорогах III - V категории допускается принимать равными 1,0 м при длине трубы до 30 м; 0,75 - при длине трубы до 15 м, 0,5 м- на съезде (табл. 23).

Таблица 23

Параметры водопропускных труб

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отверстие трубы, м | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 2,00 |
| Толщина стенки, см | 8 | 8 | 10 | 12 | 14 | 20 |

Минимальную высоту насыпи у трубы определяют по формуле

*H*тр = *h*т + δт + *h*п + *h*до ,

где *H*тр – контрольная отметка насыпи у трубы, м; *h*т – высота или диаметр трубы, м; δт – толщина стенки трубы, м; *h*п – засыпка песком или грунтом, *h*п = 0,5 м; *h*до – толщина дорожной одежды, *h*до = 0,3 – 0,6 м для дорог соответственно IV – I технической категории.

Длину трубы с оголовками *L*тр определяют ориентировочно по формуле

*L*тр = *B*зп + 2 *m h*н

Где *B*зп – ширина земляного полотна, м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – проектная высота насыпи у трубы, м.

Уклон лотка трубы *i*тр определяют по карте в горизонталях на участке между точками, расположенными на 200 м выше и 100 м ниже пересечения трубы с дорогой по формуле

*i*тр = (*Н*200 – *Н*100) / 300,

где *Н*200, *Н*100 – отметки у трубы на расстоянии выше 200 м и ниже 100м соответственно, м. Уклон лотка трубы проектируют не менее 5‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды.

Пересечения с инженерными коммуникациями

Инженерные сети подразделяют по функциональному назначению:

     Водопроводнапорный с давлением 0,5 - 1,5 МПа.

     Канализация самотечная;

     Теплосеть с давлением 2,5 МПа и температурой 200 оС;

     Газопровод:

-      высокого давления 2,5 - 10 МПа;

-      среднего давления 1,2 - 2,5 МПа;

-      низкого давления до 1,2 МПа.

     Электрокабель высоковольтный напряжением более 1 кВ.

     Кабель линии связи (телефонные, телеграфные).

     Специальные трубопроводы (нефтепровод, бензопровод и др.).

Автомобильные дороги общего пользования пересекают в основном магистральные (транзитные) трубопроводы с диаметром труб от 600 мм до 1 400 мм.

Пересечения инженерных коммуникаций с автомобильными дорогами проектируют под прямым углом. Прокладка подземных коммуникаций под насыпями дорог не допускается, кроме мест пересечений.

Переходы трубопроводов под автомобильными дорогами осуществляют в футлярах. Футляр – это труба для защиты основного трубопровода от повреждений, земляного полотна от размыва при аварии трубопроводов на участках перехода под автомобильными дорогами, а также для защиты от проникновения газа и вредных веществ при пересечении с инженерными сетями и сооружениями.

Расстояние в плане от обреза футляра принимаютпри пересечении с автомобильной дорогой 3 м до бровки земляного полотна или подошвы насыпи.Внутренний диаметр футляра принимают на 20 см больше наружного диаметра трубопровода.Расстояние по вертикали (в свету) с учетом требований СП 42.13330 должны быть не менее 0,6м от верха покрытия автомобильной дороги до верха трубы (футляра).

Длину футляра *L*ф определяют по формуле

*L*ф = *B*зп + 2 *mh*н + 2 ּ3 ,

где *B*зп – ширина земляного полотна, м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, м; 3 м – расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра.

При назначении глубины заложения подземных инженерных сетей учитывают глубину промерзания грунта, внешние нагрузки от транспорта, условия пересечения с другими подземными сооружениями и коммуникациями.

Ближе к поверхности земли на глубине от 0,5 м до 1,5 м находится то, что называют «сухим» снабжением: газопровод, электрокабель, телефон и другие кабельные сети. На глубине более 2 м ниже того слоя, что замерзает зимой, находятся пути «влажного» снабжения: водопровод, канализация.

Газопроводы, нефтепроводы укладывают на глубине до 1,5 м, а транспортирующие осушенный газ - на глубине до 1 м. Заглубление магистральных трубопроводов до верха трубы принимают не менее: для труб диаметром 1000 мм - 0,8 м, 1400 мм - 1 м.

Электрокабели напряжением до 10 кВ прокладывают на глубине 0,7 м, а большего напряжения - на глубине 1 - 1,5 м. Глубина заложения кабелей связи не превышает 0,7 - 1 м. Кабели часто прокладывают в керамической или асбестоцементной трубе. В одной трубе размещают от 1 до 8 кабелей. Бронированный кабель, имеющий покров от химической коррозии, укладывают непосредственно в грунт, накрывая сверху кирпичом, предохраняя от механического повреждения.

Применяют следующие способы прокладки трубопроводов "открытым" способом:

-      бесканальная (в траншее);

-      в каналах;

-      в тоннелях;

-      в коллекторах.

Коллекторы, каналы, тоннели устанавливают не глубже 0,3 - 0,5м от поверхности земли до верха коллектора.

Минимальная глубина заложения лотка труб водопроводной и  канализационной сети должна быть на 0,5 м ниже глубины промерзания грунта для труб диаметром более 500 мм.

Расстояние от бровки земляного полотна до основания опор воздушных телефонных и телеграфных линий, расположенных параллельно автомобильным дорогам, принимают не менее высоты опор,а до опор высоковольтных линий электропередачи - не менее высоты опор плюс 5 м.

**Водоотводные сооружения**

Для предохранения от переувлажнения и размыва земляного полотна поверхностными водами во время снеготаяния, ливней и дождей предусматривают систему поверхностного водоотвода, в которую включают планировку территории, устройство кюветов, лотков, быстротоков, испарительных бассейнов, поглощающих колодцев и т.д.

Боковые кюветы устраивают вдоль невысоких насыпей высотой до 1,5 м в условиях равнинной местности и до 2 м в условиях пересеченной местности, а также в выемках. Они обеспечивают минимально необходимое возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод и предназначены для осушения земляного полотна и быстрого отвода воды в пониженные места рельефа или к водопропускным трубам.

Дно кюветов должно иметь продольный уклон не менее 5 ‰ и в исключительных случаях - не менее 3 ‰. Боковые кюветы проектируют треугольного или трапецеидального очертания с двух сторон земляного полотна на местности с поперечным уклоном менее 20 ‰, в противном случае - односторонние с верховой стороны земляного полотна автодороги.

Воду из боковых кюветов сбрасывают в пониженные места через каждые 500 м с помощью водоотводных канав. Запрещается пропускать воду через выемку из кюветов вышележащего участка насыпи.

При водонепроницаемых связных грунтах и неудовлетворительных условиях поверхностного стока боковым кюветам придают форму трапецеидального сечения с шириной дна кювета 0,4 м, заложением внешнего откоса кювета – 1 : 1,5 и внутренним откосом соответствующим заложению откоса насыпи – 1 : 4 или 1 : 3.

Если земляное полотно устраивают на 1 типе местности по условиям увлажнения с быстрым стоком поверхностных вод и грунтовые воды расположены глубоко, то боковые кюветы проектируют треугольного сечения.

При водопроницаемых песчаных, крупнообломочных и гравелистых грунтах,обеспечивающих быстрое впитывание воды в любое время года, боковые кюветы не устраивают.

Глубину кюветов назначают из условия пропуска расчетного расхода воды, притекающей к земляному полотну во время снеготаяния и ливней. За расчетный расход принимают большее из найденных значений максимального расходаливневого стока италых вод с вероятностью превышения для дорог I и II категорий 2 %, III категории – 3 %, IV и V категорий – 4 %.

Ориентировочно глубину кюветов принимают 0,4 – 1,5 м в насыпи и 1,2 – 1,5 м от бровки в выемке. Дно кювета проектируют с продольным уклоном не менее 5 ‰, чтобы не происходило заиливания и застоя воды. Наибольший продольный уклон водоотводных устройств назначают в зависимости от вида грунта, типа укрепления откосов и дна канавы с учетом допускаемой по размыву скорости течения.

Неразмывающая скорость потока воды составляет для песка *v* ≈ 0,2 – 0,3 м/с, для связных грунтов и укрепления засевом трав *v* ≈ 1 – 1,5 м/с, для щебня М600 фр. 20 – 40 мм *v* ≈ 2 – 4 м/с, для сборного, монолитного бетона *v* ≈ 5 – 9 м/с.

Ориентировочно при укреплении откосов и дна кюветов с целью предохранения их от эрозии используют засев трав по растительному слою грунта и геотекстильные материалы при продольном уклоне дна кюветов 10 ‰ - 20 ‰; щебень или грунт, обработанный битумом, при 20 ‰ - 30 ‰, цементобетон или асфальтобетон по щебеночному слою  при 30 ‰ - 50 ‰.

Минимальные уклоны соответствуют несвязным грунтам, максимальные -  связным грунтам. Толщину слоя щебня или грунта, обработанного битумом, принимают 10 - 15 см.

При продольных уклонах кюветов более 50 ‰ устраивают быстротоки, перепады с водобойными колодцами.

**Геологические выработки**

Согласно СНиП 11.02 и СП 11-105 при инженерных изысканиях по трассе автомобильной дороги закладывают геологические выработки (шурфы) глубиной до 2 м через 100 - 500 м в зависимости от вида, состояния грунта и предполагаемой высоты насыпи.

На участке, где предполагают устройство выемки, производят бурение скважин через 50 - 300 м глубиной 8 – 15 м или на 1 - 3 м ниже проектной отметки дна выемки. Минимальные расстояния принимают в сложных условиях, а максимальные - в простых инженерно-геологических условиях.

При пересечении железных и автомобильных дорог в двух уровнях закладывают скважины глубиной 15 – 30 м в местах устройства проектируемых опор ниже глубины погружения на 2 - 10 м в зависимости от вида и состояния грунта.

При устройстве водопропускных труб и подземных инженерных коммуникаций скважины бурят глубиной 8 м в точке пересечения.

В местах перехода через водотоки в русле и по берегам рек закладывают скважины 3 – 9 шт. глубиной более 15 м в зависимости от сложности инженерно-геологических условийи длины моста (25 – 200 м).

Шурфы прямоугольной формы копают вручную размерами: ширина 1 м, длина 1,5 м и глубина до 2 м в количестве от 2 до 5 шт. на 1 км. Бурение скважин диаметром до 35 см и глубиной до 30 м осуществляют буровыми установками или самоходными буровыми машинами пневмо- или гидроударного действия.

Устройство геологических выработок выполняют с целью:

        определения условий, мощности залегания грунтов;

        установления положения уровня грунтовых вод;

        отбора образцов грунта для определения их состояния и свойств.

Все горные выработки после окончания работ должны быть ликвидированы: шурфы - обратной засыпкой грунтов с трамбованием, скважины и шпуры - тампонажем глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических процессов.

Условные графические обозначения консистенции и степени влажности грунтов, применяемые на инженерно-геологических разрезах, приведеныпо ГОСТ 21.302-96 в [табл. 24](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/190617/mod_resource/content/2/Met.ukaz.htm#t3).

Таблица 24

Графические обозначения влажности грунтов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование грунта | Консистенция | Степень влажности | Обозначение |
| Супесь, суглинок, глина | Твердая | - |  |
| Песок | - | Маловлажный |
| Суглинок, глина | Полутвердая | - |  |
| Суглинок, глина | Тугопластичная | - |  |
| Супесь | Пластичная | - |  |
| Песок | - | Влажный |
| Суглинок, глина | Мягкопластичная,  текучепластичная | - |  |
| Суглинок, глина | Текучая | - |  |
| Песок | - | Насыщенный водой |

Классификацию и группу грунта по трудности разработки определяют по ГЭСН-2001. Сб. 1. Земляные работы или по приложению (табл. П4) и отображают на геологическом разрезе.

При изысканиях автомобильных дорог применяют георадарные технологии, которые позволяют установить грунтово-гидрогеологические условия местности: геологический разрез, положение уровня грунтовых вод; глубину водоемов или рек в местах будущих мостовых переходов; место размещения и размеры инженерных коммуникаций; запасы полезных ископаемых и песков в карьерах и т.д.

**Метод обертывающей и секущей линии**

Проектную линию продольного профиля представляют сопряженными между собой вертикальными кривыми и прямыми в точках с одинаковыми продольнымиуклонами.

На участках равнинной местностис плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно-допустимых норм проектную линию в продольном профиле прокладывают, следуя очертанию земли, по *"обертывающей"* с невысокими насыпями. Основное требование при проектировании продольного профиля - обеспечить минимальные объемы земляных работ.

Обертывающая проектная линия, проходящая параллельно поверхности земли, не рациональна, так как часто приводит к получению участков с недостаточной видимостью или неприятной для взгляда волнистой поверхностью. Частые переломы продольного профиля на длинных прямых в плане создают при обертывающем проектировании проектной линии не спокойную волнистую поверхность проезжей части

На участках с пересеченным рельефом местности проектную линию проектируют по *"секущей"* с устройством чередующихся насыпей и выемок и обеспечивая баланс объемов земляных работ. Но длинные участки с постоянными продольными уклонами, не рациональны при пересеченном рельефе, поскольку их устройство связано с необходимостью строительства высоких насыпей и глубоких выемок.

Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5 ‰, проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается. Не следует проектировать выемки глубиной менее 1 м большой протяженности, такие выемки обычно снегозаносимые. При нанесении"секущей" проектной линии избегают устройства "мокрых" выемок при близком расположении уровня грунтовых вод, чтобы избежать в дальнейшем сползания откосов, образования наледей и устройства дорогостоящих дренажей.

**Элементы продольного профиля**

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дорогах I, II категорий, более 10 ‰ на дорогах III категории, более 20 ‰ на дорогах IV и V категорий сопрягают вертикальными кривыми.

При назначении элементов продольного профиля в качестве основных параметров принимают:

        продольные уклоны - менее 30 ‰;

        радиусы кривых в продольном профиле:

-         выпуклых - более 70 000 м;

-         вогнутых - более 8 000;

        длины вертикальных кривых в продольном профиле:

-         выпуклых - более 300 м;

-         вогнутых - более 100 м.

В продольном профиле минимально-допустимые значения радиусов вертикальных кривых и наибольшие продольные уклоны принимать согласно СП 34.13330 (табл.5).

Следует избегать использования предельно допустимых норм наэлементы продольного профиля. Необходимо всегда стремиться применять максимально возможные по местным условиям радиусы вертикальных кривых, минимальные продольные уклоны. Чем меньше разность смежных уклонов, тем большими должны быть радиусы вертикальных кривых.

Для дорог I и II категорий не допускают сочетание продольных уклонов, кривых в плане и продольном профиле с такими величинами, при которых создается впечатление провалов. Количество переломов в плане и продольном профиле должно быть одинаковым.

Трассу предусматривают в виде плавной линии в пространстве.

Наибольшую плавность трассы обеспечивают при совпадении вертикальных и горизонтальных кривых, т.е. кривые в плане и продольном профиле совмещают. Длина кривой в плане должна превышать длину вертикальной кривой в продольном профиле на 100 - 150 м, а смещение вершин кривых должно быть не более 0,25 длины вертикальной кривой. Избегают сопряжения концов кривых в плане с началом вертикальных кривых в продольном профиле. Расстояние между ними должно быть не менее 150 м.

Радиус вертикальной выпуклой кривой должен превышать радиус кривой в плане не менее чем в 8 раз, а радиус вертикальной вогнутой кривой – в 6 раз.

Если кривая в плане расположена в конце спуска длиной свыше 500 м и с уклоном более 30 ‰, радиус ее должен быть увеличен не менее чем в 1,5 раза по сравнению с допустимой, с совмещением кривой в плане и вертикальной вогнутой кривой в продольном профиле в конце спуска.

Наибольшая плавность в продольном профиле достигается при проектировании его из вертикальных вогнутых и выпуклых кривых, непосредственно сопрягающихся друг с другом без промежуточных прямых вставок.

Не допускают длинные прямые вставки в продольном профиле. Предельные длины их приведены в табл. 25.

Для обеспечения на дороге видимости на большом расстоянии следует избегать сочетания элементов трассы и продольного профиля, в результате которых для водителя остается неопределенным дальнейшее направление дороги.

К недостаткам проектирования относят:

-      короткие вогнутые участки в продольном профиле на прямых и кривых в плане большого радиуса, которые создают впечатление карманов или просадок;

-      резкие снижения продольного уклона на подъемах, при которых нарушается видимость проезжей части на большом расстоянии;

-      крутые выпуклые участки, как бы упирающиеся в небо, на вершинах выпуклых кривых малого радиуса или на путепроводах при пересечении дорог в разных уровнях.

Таблица 25

Допустимые прямые вставки в продольном профиле

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиус вогнутой кривой в  продольном профиле, м | Алгебраическая разность продольных уклонов, ‰ | | | | | | |
| 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 |
| Наибольшая длина прямой вставки в продольном профиле, м | | | | | | |
| Для дорог I и II категорий | | | | | | |
| 4 000 | 150 | 100 | 50 | - | - | - | - |
| 8 000 | 360 | 250 | 200 | 170 | 140 | 110 | - |
| 12 000 | 680 | 500 | 400 | 350 | 250 | 200 | - |
| 20 000 | - | - | 850 | 700 | 600 | 550 | - |
| 25 000 | - | - | - | - | 900 | 800 | - |
|  | Для дорог III и IV категорий | | | | | | |
| 2 000 | 120 | 100 | 50 | - | - | - | - |
| 6 000 | 550 | 440 | 320 | 220 | 140 | 60 | - |
| 10 000 | - | - | 680 | 600 | 420 | 300 | 200 |
| 15 000 | - | - | - | - | - | 800 | 600 |

**Проектная линия методом тангенсов**

Существует два метода нанесения проектной линии продольного профиля: метод тангенсов и графоаналитический метод по шаблонам.

На продольный профиль линии земли по оси дороги наносят контрольные точки. Намечают ломаную линию, придерживаясь руководящей рабочей отметки и ориентируясь на допускаемые значения уклонов прямых, радиусов кривых. Проектная линия должна пройти не ниже контрольных точек.

Продольный уклон *i* проектной линии вычисляют с точностью 0,001 по формуле

*i* = *H*1 – *H*2 ,

*L*

где *H*1, *H*2 – проектная отметка начала и конца проектной линии, м;  *L* - расстояние между началом и концом проектной линии, м.

Проектные отметки пикетажных и промежуточных точек проектной линии *Hi* с точностью 0,01 производить по формуле

*Hi* = *H*1 +*h* = *H*1 + *i ℓ*,

где *h* – превышение, м; *ℓ* - расстояние от пикета или промежуточной точки до начала проектной линии, м.

Переломы проектной линии продольного профиля сопрягают вертикальными кривыми. Элементы вертикальных кривых: Т - тангес, К - кривая, Б - биссектриса определяют по таблицам для разбивки кривых на автомобильных дорогах Н.А. Митина [31] в зависимости от разницы уклонов смежных проектных линий (*i*1 – *i*2).

**Графоаналитический метод по шаблонам**

Проектную линию графоаналитическим методом по шаблонам наносят на продольном профиле автомобильной дороги в виде сопрягающихся между собой смежных вертикальных кривых или кривой с прямыми вставками. Вертикальные кривые имеют параболическое очертание.

На первом этапе проектирования наносят прямые линиии вписывают вертикальные кривые по шаблонам. На чертеж продольного профиля местности с нанесенной линией фактической поверхности земли накладывают шаблоны (рис. 8) вертикальных кривых разных радиусов, выполненные в масштабе продольного профиля: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500.

На шаблоне нанесены штрихи с указанием уклонов (‰) касательных линий в точке пересечения с вертикальной кривой, значение радиуса кривой. Также на шаблоне имеются горизонтальная и вертикальная линии для ориентирования шаблона на продольном профиле.

В вершине вертикальной кривой, которую принимают за начало координат, уклон равен нулю. Каждая точка шаблона имеет свой уклон касательной к ней линии и координаты: расстояние и превышение относительно вершины кривой.

Рис. 8. Шаблон для проектирования вертикальных кривых

Проектные участки в виде прямых линий наносят с помощью треугольника уклонов (рис. 9), лучи которого расположены под углом от 0 ‰ до 100 ‰.

Рис. 9. Треугольник уклонов:

1 - рабочая сторона треугольника; 2 - лучи-уклоны; 3 -вертикальная шкала

Смежные вертикальные кривые или кривая с прямой вставкой должны в связующей точке иметь одинаковый уклон касательных линий. Связующая точка – это точка перехода из выпуклой вертикальной кривой в смежную вогнутую кривую или прямую вставку и наоборот.

Использование шаблонов при проектировании проектной линии продольного профиля позволяет наглядно подобрать радиус вертикальной кривой и уклон прямой вставки.

На втором этапе определяют уклон касательной линии в связующей точке, ее пикетажное положение и проектную отметку. Затем вычисляют отметки пикетов и всех промежуточных точек в пределах вертикальной кривой.

Вертикальные вогнутые кривые имеют уклон касательных линий положительный, а вертикальные выпуклые кривые – отрицательный. Вершину или начало вертикальной кривой принимают за нулевую точку. В вершине вертикальной кривой касательная линия располагается горизонтально и уклон ее равен нулю.

Для вычисления проектных отметок в пределах вертикальной кривой используют таблицы Н.М. Антонова [34] (табл. П3 приложения). Применяют две схемы расчета (рис. 10).

а)                                                   б)

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h2* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓn* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ*2 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h*1 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *ℓ* | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | *h*2 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | 0 | |

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | 0 | |

Рис. 10. К расчету по методу Н.М. Антонова:

а) схема № 1; б) схема № 2; *ℓ* - расстояние; *h* - превышение

В расчетной схеме № 1 за нулевую точку принимают начало вертикальной кривой. Все расстояния *ℓ* и превышения *h* определяют по отношению к этой точке слева направо, когда применяют последовательное проектирование от начала трассы к концу или наоборот.

В расчетной схеме № 2 за нулевую точку принимают вершину вертикальной кривой, а все расстояния *ℓ* и превышения *h* определяют по отношению к вершине вертикальной кривой. Схема № 2 применима при проектировании от контрольных точек, например от моста, путепровода, трубы в обе стороны.

Проектную отметку по бровке земляного полотна *Н*бр определяют по  формуле:

*Н*бр = *Н*0 ± *hℓ*,

где *Н*0 - отметка нулевой точки,*hℓ* - превышение для точки на расстоянии *ℓ* по таблице Н.М. Антонова [27] (табл. П3 приложения).

**Оформление продольного профиля**

Продольный профиль автомобильной дороги разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе согласно ГОСТ Р 21.1701: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100. Назначают условный горизонт ниже наименьшей фактической отметки земли на 40 - 60 м.

Исходные данные для выполнения продольного профиля автодороги получают с топографического плана автодороги с горизонталями через 2,5 м. Графы продольного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701.

Фактические отметки земли указывают по оси дороги относительно условного горизонта. Проектные отметки дороги указывают на пикетах, в промежуточных и в точках перелома повер­хности земли по бровке земляного полотна. На продольном профиле автомобильной дороги показывают:

-      линию фактической поверхности земли по оси дороги и линию проектируемой по­верхности по бровке земляного полотна дороги;

-      линии ординат от точек переломов фактической поверхности земли и точек сопря­жения элементов проектной линии продольного профиля;

-      геологический разрез с шурфами и скважинами;

**Выше** проектной линии показывают:

-      реперы;

-      наземные инженерные коммуникации;

-      наименование проектируемых искусственных сооружений;

-      транспортные развязки, пересечения и примыкания;

-      переезды через железнодорожные пути;

-      нагорные и водоотводные канавы, сбросы воды;

-      рабочие отметки (высоты) насыпи на пикетах, в промежуточных и в точках перелома продольного профиля.

**Ниже** проектной линии показывают:

-      рабочие отметки (глубины) выемки на пикетах, в промежуточных и в точках перелома продольного профиля;

-      проектируемые искусственные сооружения с указанием отметок уровня (горизон­тов) воды;

-      подземные инженерные коммуникации;

-      пикеты, элементы плана, указатели километров.

Красным цветом можно показать проектную линию продольного профиля. Фактическую отметку земли по оси дороги, проектную отметку по бровке земляного полотна дороги, рабочую отметку насыпи и выемки определяют с точностью до 0,01 м.Продольный уклон проектной линии заносят в продольный профиль с точностью 1 ‰ = 0,001.

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки *h*н(в) рассчитывают по формуле

*h*н(в) = *Н*п-*Н*з,

где *Н*п - проектная отметка по бровке земляного полотна дороги; *Н*з - фактическая отметка земли по оси дороги.

Определяют расстояние *ℓ*1от пикета до точки перехода из насыпи в выемку и наоборот (рис. 11) из соотношения

*h*1= *ℓ*1\_\_\_  ,

*h*2 100 -*ℓ*1

*ℓ*1 = 100 *h*1,

*h*1 + *h*2

где *h*1 – рабочая отметка (высота) насыпи, м; *h*2 – рабочая отметка (глубина) выемки, м; 100 м – расстояние между пикетами.

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

*h*1

ПК1 ПК2

*ℓ*1 *h*2

100 м

Рис. 11. Схема к определению расстояния до нулевых точек

Ниже линии поверхности земли на 2 см и параллельно наносят геологический разрез с шурфами и скважинами.

Указывают наименование и номер грунта по трудности разработки, определенный по ГЭСН-2001. Сб. 1 (табл. П4), консистенцию грунтов при помощи условных обозначений по ГОСТ 21.302 ([табл. 24](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/190617/mod_resource/content/2/Met.ukaz.htm#t3)) и отметки уровня грунтовых вод.

Продольный профиль дополняют ведомостями водоотводных сооружений, искусственных сооружений, пересечений и примыканий.

**Задание**

Назначить руководящую рабочую отметку насыпи, контрольные отметки у путепровода, моста, водопропускных труб, подтопляемой насыпи.

Запроектировать продольный профиль автомобильной дороги в программе AutoCAD с наименьшими объемами земляных работ в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330. Применять для проектирования метод тангенсов (рис. 12) или метод Н.М. Антонова (рис. 13).

На продольном профиле автомобильной дороги отобразить по ГОСТ Р 21.1701 проектную линию, заполнить графы в соответствии с их наименованиями, указать репер, объекты энерго-, водо-, газоснабжения, водопропускные трубы, мосты и путепроводы, пересечения и примыкания, сбросные водоотводные канавы, геологический разрез с шурфами, скважинами, указать вид грунтов.

Определить приближенно длину путепровода, моста, труб с оголовками. Разработать ведомости искусственных сооружений (табл. 26), пересечений и примыканий (табл. 27).

**Пример 5**

Продольный профиль автомобильной дороги разработан в программе AutoCAD в масштабе: горизонтальный М 1:5 000, вертикальный М 1:500 и для грунтов М 1:100.

*Расчет руководящей рабочей отметки насыпи*

Высота насыпи *h*1 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод для легкого суглинка

*h*1 = *h*т *- h*гв = 2,2 – 2,5 = - 0,3 м,

где *h*т – данные табл. 18 над чертой, *h*т = 2,2 м; *h*гв – уровень грунтовых вод, *h*гв = 2,5 м.

Высота насыпи *h*2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для легкого суглинка на участках без устройства боковых кюветов

*h*2 = *h*т *+ h*пв = 1,6 + 0,2 = 1,8 м,

где *h*т - данные табл. 18 под чертой, *h*т = 1,6 м;*h*пв – уровень поверхностных вод, *h*пв = 0,2м.

На участках с устройством боковых кюветов глубиной 0,4 м высота насыпи *h*2 определена из условия возвышения поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод

*h*2 = *h*т *- h*пв = 1,6 - 0,2 = 1,4 м .

Высота насыпи *h*3 определена по условию снегонезаносимости во время метелей для участков, проходящих по открытой местности

*h*3 = *hs* + ∆*h =* 0,76 + 0,7 = 1,46 м,

где *hs* - высота снегового покрова с повторяемостью 20 лет, вероятностью превышения 5%, *hs* = 0,76 м; ∆*h* - возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, необходимое для ее снегонезаносимости, ∆*h* = 0,7 м.

*Вывод*. Руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги II категории во II дорожно-климатической зоне для легкого суглинка при уровне грунтовых вод 2,5 м и уровне поверхностных вод 0,2 м назначена 1,8 м из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод для участков дороги без устройства боковых кюветов.

На участках дороги с устройством боковых кюветов руководящая рабочая отметка насыпи автомобильной дороги назначена 1,46 м из условия снегонезаносимости.

*Минимальная контрольная отметка у сооружения*

Автомобильная дорога пересекает железную дорогу на ПК 27 + 21, где запроектирован железобетонный путепровод габаритом Г-11,5 длиной 42 м с подмостовым габаритом 5 м, конструктивной высотой – 1 м.

Длина путепровода *L*п определена приближенно по формуле

*L*п = *В*зп + 2 *m H*п = 24 + 2ּ1,5ּ6 = 42 м,

где *В*зп – ширина земляного участка железной дороги с учетом охранной зоны, *В*зп = 24 м; *Н*п - высота путепровода, *Н*п = 6 м; *m* - крутизна откоса конусов у путепровода, *m* = 1,5.

Автомобильная дорога пересекает несудоходную реку Островчица на ПК 36 + 48 под углом 71о, где устраивается железобетонный мост габаритом Г-11,5 длиной 40 м.

Для моста минимальная отметка продольного профиля *h*м определена по формуле

*h*м = *Н* + *h*о+ *h*к = 169,0 + 0,75 + 1,0 = 170,75 м ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), *Н* = 169,0 м; *h*о – запас, расстояние от низа пролетного строения до уровня воды, при ледоходе *h*о = 0,75 м; *h*к – конструктивная высота пролетного строения, *h*к = 1,0 м.

Длина моста *L*м назначена (рис. 5) по приближенной формуле

*L*м = *В*м+ * B*п + 2 *m Hм* + 1 = 5 + 0,1 ּ200 + 2ּ1,5ּ4,6 + 1 = 40 м,

где *В*м – ширина реки по уровню меженных вод (строительный уровень), *В*м = 4,6 м; *В*п – ширина 2-х пойм, *В*п = 200 м; *Нм* - высота моста, *Нм* = 5 м; ** = 0,1 соответственно для пойм шириной 200 м.

Минимальная руководящая рабочая отметка на подходах к мосту *h*пн для подтопляемой насыпи автомобильной дороги определена по формуле

*h*пн = *Н* + 0,5 + *h*нв = 169,0 + 0,5 + 0,01 = 169,51 м ,

где *Н* – отметка расчетного уровня высоких вод (РУВВ), *Н* = 169,0 м; *h*нв – высота набега волны, м.

Высота набега волны *h*нв определена по формуле

*h*нв ≈ *v2* /*g* = (0,3)2 / 9,81 = 0,01 м ,

где *v* – средняя скорость движения воды в реке, *v* = 0,3 м/с; *g* - ускорение свободного падения, *g* = 9,81 м/с2.

На участке дороги запроектировано 3 круглые водопропускные  железобетонные трубы диаметром 1,5 м.

Минимальная высота насыпи у труб *H*тр определена по формуле

*H*тр = *h*т + δт + *h*п + *h*до = 1,5 + 0,14 + 0,5 + 0,5 = 2,64 м,

где *h*т – высота или диаметр трубы, *h*т = 1,5 м; δт – толщина стенки трубы, δт = 0,14 м; *h*п – засыпка песком, грунтом, *h*п = 0,5 м; *h*до – толщина дорожной одежды, *h*до = 0,5 м.

Длина трубы с оголовками *L*тр определена ориентировочно по формуле

*L*тр = *B*зп + 2 *m h*н = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ2,65 = 21,36 м,

Где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – проектная высота насыпи у трубы, *h*н = 2,65м.

Расположение труб на автомобильной дороге и их тип указан в ведомости табл. 26.

Пересечение с автомобильной дорогой IVтехнической категории выполнено в одном уровне на ПК 9 + 30 под углом 60о и ПК  19 + 92 под углом 66о. Предусмотрено устройство дорожной одежды по типу основной дороги на съезде с проектируемой дороги длиной 100м. Наименьший радиус кривых при сопряжениях дорог принят 25м.

На съездах в кюветах устраивают железобетонные водопропускные трубы отверстием d = 0,75 м на ПК 9 + 30 слева длиной 15,5 м, на ПК 19 + 92 справа длиной 15,5 м.

Пересечение автомобильной дороги с подземной инженерной коммуникацией - газопроводом высокого давления 3 МПа диаметром 1000 мм осуществлено на ПК 5 под прямым углом. Газопровод под автомобильной дорогой размещен в футляре диаметром 1220 мм. Заглубление магистрального газопровода от поверхности земли до верха трубы выполнено на 1,0 м.

Длина футляра *L*ф1 для газопровода определена по формуле

*L*ф1 = *B*зп + 2 *m h*н + 2 а = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ0,3 + 6 = 20,4 м,

Где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, *h*н = 0,3 м; а - расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра, а = 3 м.

Бронированный кабель связи пересекает автомобильную дорогу на ПК 26 + 20 под углом 80о. Заглубление футляра с бронированным кабелем выполнено от поверхности земли до верха трубы на 0,7 м.

Длина футляра *L*ф2 для кабеля связи определена по формуле

*L*ф = *B*зп + 2 *m h*н + 2 а = 13,5 + 2 ּ1,5 ּ5,2 + 6 = 35,1 м,

где *B*зп – ширина земляного полотна, *B*зп = 13,5 м; *m* – заложение откосов насыпи, *m* = 1,5; *h*н – высота насыпи над футляром, *h*н = 5,2 м; а - расстояние от подошвы насыпи до обреза футляра, а = 3 м.

Сводная ведомость искусственных сооружений приведена в табл. 26.

Проектная линия продольного профиля нанесена методом тангенсов с ПК 10 по ПК 30 (рис. 12), а на остальных участках по графоаналитическим методом по шаблонам (рис. 13) по бровке земляного полотна.

Поверхность Владимирской области - слабохолмистая равнина высотой до 236 м над уровнем моря. Условный горизонт принят 140м.

Таблица 26

Ведомость искусственных сооружений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Местопо-ложение,  ПК | Наименование  водотока,  сооружения | Вид и материал  сооружения | Угол  пересечения, град. | Гидравли-ческий режим | Длина,  м |
| 1. | 5 + 00 | Газопровод в.д. | Мет. футляр  d– 1 220мм | 90 | - | 20,4 |
| 2. | 9 + 30  справа | Кювет, съезд | Ж/б труба  d - 0,75 м | 90 | Безнапорный | 15,5 |
| 3. | 13 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 90 | Безнапорный | 22\* |
| 4. | 19 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 60 | Безнапорный | 22\* |
| 5. | 19 + 92  слева | Кювет, съезд | Ж/б труба  d - 0,75 м | 90 | Безнапорный | 15,5 |
| 6. | 24 + 00 | Суходол | Ж/б труба  d - 1,5 м | 90 | Безнапорный | 21,4\* |
| 7. | 26 + 20 | Кабель связи | Мет. футляр | 80 | - | 35,1 |
| 8. | 27 + 21 | Железная  дорога | Ж/б путепровод  Г-11,5 | 60 | - | 42 |
| 9. | 36 + 48 | р. Островчица | Ж/б мост  Г-11,5 | 71 | - | 40 |

Примечание. \* Длина трубы приведена с раструбным оголовком

Автомобильная дорога проходит с ПК 10 по ПК 17 по равнинной местности с плавными формами рельефа и продольными уклонами земли меньше предельно-допустимых норм.

Проектная линия в продольном профиле с ПК 0 по ПК 30 запроектирована по "обертывающей"с не высокими насыпями, следуя очертанию земли с соблюдением минимально допустимых контрольных отметок у труб, путепровода и руководящей рабочей отметки насыпи из условия возвышение поверхности покрытия над уровнем поверхностных вод. Основное требование при проектировании продольного профиля - обеспечение минимальных объемов земляных работ выполнено.

Проектная линия в продольном профиле на участке с пересеченным рельефом местностис ПК 30 и далее запроектирована по "секущей" с устройством чередующихся насыпей и выемок. Обеспечен баланс объемов земляных работ и водоотвод в выемках за счет устройства боковых кюветов.

Переломы проектной линии продольного профиля при алгебраической разности уклона более 5 ‰ на дороге II категории сопряжены вертикальными кривыми.

Продольный профиль не имеет резких переломов, вследствие чего видимость обеспечена на всем протяжении трассы.

Основные  радиусы выпуклых кривых 20 000 – 25 000 м, вогнутых кривых 5 000 - 15 000 м, продольные уклоны менее 40 ‰.

Грунты по трассе - суглинок легкий. Уровень грунтовых вод в пониженных местах составляет 2,5 м, уровень поверхностных вод - 0,2 м. Поперечный уклон поверхности земли менее 20 ‰.

По плану и продольному профилю разработана ведомость пересечений и примыканий (табл. 27).

Таблица 27

Ведомость пересечений и примыканий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | Категория  дороги | | Угол  пересечения, о | | Длина,  м | | Железобетонная труба отв., м | |
| Км | ПК | Влево | Вправо | Влево | Вправо | Влево | Вправо | Слева | Справа |
| 1 | 9 + 30 | IV | IV | 60 | 60 | 100 | 100 |  | 0,75 |
| 2 | 19+92 | IV | IV | 66 | 66 | 100 | 100 | 0,75 |  |

**7.  ПРОЕКТИРОВАНИЕ  ПОПЕРЕЧНЫХ**

**ПРОФИЛЕЙ  АВТОМОБИЛЬНОЙ  ДОРОГИ**

**Элементы поперечного профиля**

Поперечный профиль - это сечение автомобильной дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной ее оси (рис. 14).

а)                                                              б)

Рис. 14. Поперечный профиль верхней части

земляного полотна автомобильной дороги:

а) IA, IБ, IB категории; б) II - IV категории:

ЗП – земляное полотно; ПЧ - проезжая часть; О – обочина;

РП - разделительная полоса; ПБ – полоса безопасности на разделительной полосе; КП - краевая полоса у обочины, УО – укрепленная часть обочины

Проезжая часть (ПЧ) - полоса в верхней части земляного полотна, на которой устраивается дорожная одежда и осуществляется непосредственное движение автотранспорта. На автомагистралях проезжую часть устраивают раздельно для обеспечения движения автомобилей в каждом направлении с разделительной полосой (РП) между ними.

По бокам к проезжей части примыкают обочины (О) – полосы земляного полотна, предназначенные для временной стоянки автомобилей и способствующие безопасности движения. Вдоль проезжей части на обочинах предусматривают краевые полосы (КП), предотвращающие разрушение кромок проезжей части. Проезжая часть и обочины примыкают к прилегающей местности откосами.

Краевые полосы (КП) у обочин и полосы безопасности (ПБ) на разделительной полосе должны иметь дорожную одежду такой же прочности, что и проезжая часть.

Укрепленная часть обочины (УО) за пределами краевой полосы на дорогах категорий I - IV должна иметь дорожную одежду с покрытием из каменного материала, обработанного вяжущим материалом.

Грунтовая разделительная полоса (РП) между полосами безопасности (ПБ) планируется горизонтально, чтобы поверхность земли была на 3 – 6 см ниже полос безопасности (ПБ). Разделительной полосе (РП) из щебня или гравия, обработанного вяжущими, придают выпуклое очертание с поперечным уклоном к проезжей части.

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории назначают по ГОСТ Р 52399 (табл.6).

Для обеспечения стока проезжей части и обочинам придают поперечный уклон от оси дороги к бровке земляного полотна.На автомобильных дорогах I категории, расположенных на одном земляном полотне, проезжую часть для разных направлений движения устраивают с односкатным профилем относительно разделительной полосы.

Поперечные уклоны проезжей части автомобильной дороги назначают в зависимости от категории дороги, дорожно-климатической зоны района проектирования, типа покрытия по СП 34.13330 (табл. 28).

Поперечные уклоны обочин принимают на 10 – 30 ‰ больше поперечных уклонов проезжей части. В зависимости от климатических условий и типа укрепления обочин назначают поперечные уклоны:

30 - 40 ‰ - при укреплении с применением вяжущих;

40 - 60 ‰ - при укреплении гравием, щебнем, шлаком, мощении каменными материалами и бетонными плитами;

50 - 60 ‰ - при укреплении дерном или засевом трав.

При устройстве земляного полотна из крупно- и среднезернистых песков, а также из тяжелых суглинистых грунтов и глин уклон обочин, укрепленных засевом трав, принимают равным 40 ‰.

Таблица 28

Поперечные уклоны проезжей части

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория дороги | Поперечный уклон, ‰ | | | |
| Дорожно-климатические зоны | | | |
| I | II, III | IV | V |
| IА, IБ, IВ |  |  |  |  |
| а) при двускатном поперечном профиле каждой проезжей части | 15 | 20 | 25 | 15 |
| б) при односкатном профиле: |  |  |  |  |
| первая и вторая полосы от разделительной полосы | 15 | 20 | 20 | 15 |
| третья и последующие полосы | 20 | 25 | 25 | 20 |
| II-IV | 15 | 20 | 20 | 15 |
| Примечание. На гравийных и щебеночных покрытиях поперечный уклон принимают 25 – 30 ‰, а на покрытиях из грунтов, укрепленных местными материалами, и на мостовых из колотого и булыжного камня – 30 – 40 ‰. | | | | |

На кривой в плане с радиусом менее 3 000 м для I категории дорог и радиусом менее 2 000 м для других категорий дорог предусматривают устройство виража. На вираже верхней части земляного полотна автомобильных дорог придают односторонний поперечный уклон, направленный в сторону центра закругления.

Поперечные уклоны на виражах назначают в зависимости от радиусов кривых в плане по СП 34.13330 (табл.29).

Отгон виража - переход от двускатного профиля дороги к односкатному осуществляют на протяжении переходной кривой. Переход от уклона обочин при двускатном профиле к уклону проезжей части производят на протяжении 10 м до начала отгона виража.

При радиусах кривых в плане менее 1 000 м предусматривают уширение проезжей части с внутренней стороны за счет обочин так, чтобы ширина обочин была не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и не менее 1 м для дорог остальных категорий.

Величины полного уширения двухполосной проезжей части дорог на закруглениях принимают по СП 34.13330 (табл. 30).

Таблица 29

Поперечные уклоны на виражах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Радиусы кривых в плане, м | Поперечный уклон на виражах, ‰ | | |
| на I - V  категорий | к промышленным предприятиям | с частым гололедом |
| От 3 000 до 1 000 для дорог I категории | 20 - 30 | - | 20 - 30 |
| От 2 000 до 1 000 для дорог II - V катег. | 20 - 30 | - | 20 - 30 |
| От 1 000 до 800 | 30 - 40 | - | 30 - 40 |
| "     800  "   700 | 30 - 40 | 20 | 30 - 40 |
| "    700   "   650 | 40 - 50 | 20 | 40 |
| "    650   "   600 | 5 0 - 60 | 20 | 40 |
| "    600   "   500 | 60 | 20 - 30 | 40 |
| "    500   "   450 | 60 | 30 - 40 | 40 |
| "    450   "   400 | 60 | 40 - 60 | 40 |
| "    400 и менее | 60 | 60 | 40 |
| Примечание. Меньшие значения поперечных уклонов на виражах соответствуют большим радиусам кривых, а большие - меньшим. | | | |

Таблица 30

Уширение 2-полосной проезжей части дорог на кривых

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Радиусы кривых  в плане, м | Величина уширения, м, для автомобилей и автопоездов с расстоянием от переднего бампера до задней оси автомобиля, м | | | |
| автомобилей - 7 и менее,  автопоездов - 11 и менее | 13 | 15 | 18 |
| 1 000 | - | - | - | 0,4 |
| 850 | - | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| 650 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,7 |
| 575 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 425 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,9 |
| 325 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,1 |
| 225 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,5 |
| 140 | 0,9 | 1,4 | 1,5 | 2,2 |
| 95 | 1,1 | 1,8 | 2,0 | 3,0 |
| 80 | 1,2 | 2,0 | 2,3 | 3,5 |
| 70 | 1,3 | 2,2 | 2,5 | - |
| 60 | 1,4 | 2,8 | 3,0 | - |
| 50 | 1,5 | 3,0 | 3,5 | - |
| 40 | 1,8 | 3,5 | - | - |
| 30 | 2,2 | - | - | - |

Уширение проезжей части устраивают пропорционально расстоянию от начала переходной кривой до начала круговой кривой.

Величину полного уширения проезжей части для дороги с 4-мя полосами движения и более увеличивают соответственно числу полос, а для 1-полосной дороги - уменьшают в 2 раза по сравнению с нормами.

Крутизна откосов - отношение высоты к горизонтальной проекции откоса. Крутизну откосов назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки из условий снегонезаносимости, гармоничного сочетания его с прилегающим ландшафтом, обеспечения безопасности движения, устойчивости откосов, а также с учетом экономических требований.

Откосы могут иметь переменную крутизну, при этом для обеспечения устойчивости на откосах высоких насыпей и глубоких выемок нередко устраивают бермы-полки шириной 1 - 4 м.

Крутизну откоса насыпей высотой до 3 м на дорогах I - III категорий принимают 1 : 4, для IV - V категорий не круче 1 : 3.

Для насыпей высотой более 3 м крутизну откоса назначают 1:1,5 или 1 : 1,75; при насыпях высотой более 6 метров до 12 метров проектируют откосы переменной крутизны 1 : 1,5 и 1 : 1,75; 1 : 1,75 и 1 : 2.

Выемки глубиной до 1 м проектируют раскрытыми или разделанными под насыпь с крутизной откосов от 1 : 5 до 1 : 10, для выемки глубиной от 1 м до 5 м крутизну откоса назначают 1 : 1,5 или 1 : 2.

**Оформление поперечного профиля**

Поперечные профили автомобильной дороги (рис. 8) разрабатывают в программе AutoCAD в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701. Исходные данные для выполнения поперечных профилей автодороги получают с продольного профиля автодороги. Графы поперечного профиля автодороги заполняют в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701.

Поперечные профили автомобильной дороги выполняют по направлению возрас­тания указателей километров. На поперечном профиле земляного полотна автомобильной дороги показывают:

-         ось проектируемого земляного полотна;

-         линию фактической поверхности земли и линии ординат от точек ее переломов;

-         контур проектируемого земляного полотна с указанием крутизны откосов

-         контур водоотводных сооружений, линии ординат от точек их переломов;

-         контур проектируемой поверхности дорожного покрытия и отметки уровней (высо­ты, глубины) в точках ее переломов;

-           ширину земляного полотна и его элементов;

-           ширину проезжей части, разделительной полосы, обочин и укрепительных полос;

-           направление и величину уклонов верха земляного полотна и поверхности дорожной одежды;

-           конструкцию дорожной одежды (схематично);

-         контур и величину срезки плодородного слоя, удаления торфа и замены непригодного грунта;

-         инженерные коммуникации, их обозначение, наименование и отметки уровней, на которых они проложены;

-         привязку поперечного профиля к пикету;

-         рабочие отметки земляного полотна.

Поперечные профили конструкций земляного полотна, различающиеся конфигу­рацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов и т.д., обозначают: тип 1, тип 2 и т.д. На по­перечных профилях соответствующего типа указывают условия применения данного типа.

Фактическую отметку земли по оси *Н*з и проектную отметку бровки земляного полотна *Н*бр получают с продольного профиля автодороги (рис. 13, 14).

Рис. 15. Схема к расчету отметок поперечного профиля:

*В*зп, *В*пр, *В*о - ширина земляного полотна, проезжей части и обочины; кп – краевая полоса; *Н*зп, *Н*бр,*Н*пр - проектная отметка земляного полотна по оси, бровки земляного полотна и проезжей части по оси; *Н*з - фактическая отметка земли по оси; *h*н - рабочая отметка (высота) насыпи;*h*до - толщина дорожной одежды;

*В*, *Н*о – ширина и отметка основания земляного полотна;

*m* – заложение крутизны откоса земляного полотна

Рабочую отметку (высоту) насыпи или выемки *h*н(в) рассчитывают по формуле

*h*н(в) = *Н*з – *Н*бр .

Проектную отметку проезжей части по оси *Н*пр определяют по формуле (рис. 15)

*Н*пр = *Н*бр + *i*о *В*о + *i*пр *В*пр / 2 ,

где *В*о – ширина обочины, м; *В*пр – ширина проезжей части, м; *i*пр, *i*о– поперечный уклон проезжей части и обочины *i*пр = 0,02,  *i*о = 0,04.

Проектную отметку земляного полотна по оси *Н*зп рассчитывают по формуле

*Н*зп = *Н*пр - *h*до ,

где *h*до - толщина дорожной одежды, м.

Отметку основания земляного полотна у подошвы насыпи определяют

*Н*о = *Н*бр + *mh*н

где *m* – заложение крутизны откоса земляного полотна.

Ширину основания земляного полотна рассчитывают

*для насыпи*

*В* = 2 *В*о + *В*пр + 2 *m h*н = *В*зп + *m* (*h*1 + *h*2)

*для выемки*

*В* = 2 *В*о + *В*пр + 2 *m h*в + 2 *b* = *В*зп + *m* (*h*1 + *h*2) + 2 *m* (*h*1 *+ h*2)

где *В*зп - ширина земляного полотна, м, *b* – ширина кювета, м; *h*1, *h*2 – глубина кювета в начале и в конце участка, м.

Ширину верха земляного полотна определяют

*В*в = *В*зп + 2 *m h*до

Ведомость привязки поперечных профилей приведена в табл. 31. Ведомость устройства виражей и уширения разработана в табл. 32.

**Задание**

Запроектировать поперечные профили автомобильной дороги в соответствии с ГОСТ Р 52399 и СП 34.13330 в программе AutoCAD в масштабе 1:200. Поперечные профили обозначить: тип 1, тип 2 и т.д., различающиеся конфигу­рацией, высотой насыпи или глубиной выемки, крутизной откосов, наличием кюветов или виража.

Графы поперечного профиля автодороги заполнить в соответствии с их наименованиями по ГОСТ Р 21.1701. Разработать ведомости привязки поперечных профилей (табл. 31) и устройства виражей с уширением (табл. 32).

**Пример 6**

В программе AutoCAD запроектировано 4 типа поперечных профилей автомобильной дороги в масштабе 1:200 согласно ГОСТ Р 21.1701. Разработаны поперечные профили для насыпи (рис. 16 а, б, в) высотой:

     тип 1 - до 1,5 м с кюветами крутизной откосов 1 : 4;

     тип 2 - от 1,5 м до 3 м без кюветов с крутизной откосов 1 : 4;

     тип 3 - от 3 м до 6 м с крутизной откосов 1 : 1,5.

Разработан поперечный профиль для выемки - тип 4 глубиной свыше 1 м крутизной откосов 1 : 1,5 (рис. 16 г).

Ширина земляного полотна принята 15 м, ширина укрепленной обочины - по 2,25 м, поперечный уклон обочины и земляного полотна – 40 ‰. Ширина проезжей части назначена 7,5 м и краевой полосы - по 0,75 м, толщина дорожной одежды - 0,5 м, поперечный уклон проезжей части – 20 ‰.

Предусмотрена срезка почвенно-растительного слоя грунта толщиной 0,2 м на ширину основания земляного полотна, а при высоте насыпи до 1,5 м и в выемке с учетом устройства треугольных кюветов.

Ведомость привязки поперечных профилей приведена в табл. 31. Ведомость устройства виражей и уширения разработана в табл. 32.

Таблица 31

Ведомость привязки поперечных профилей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип | Местоположение | |
| от ПК | до ПК |
| 1 | 33 + 66 | 35 + 00 |
| 2 | 23 + 00 | 25 + 50 |
|  | 29 + 00 | 30 + 00 |
| 3 | 25 + 50 | 29 + 00 |
|  | 35 + 00 | 37 + 00 |
| 4 | 30 + 00 | 33 + 66 |
|  | 37 + 00 | 39 + 78 |

Таблица 32

Ведомость устройства виражей и уширения

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ВУ | Местоположение | | Расстояние, м | Радиус, м | Поперечный уклон, ‰ | Уширение, м | Площадь  уширения, м2 |
| от ПК | до ПК |
| 1 | 13 + 35 | 20 + 38 | 702,72 | 1 600 | 20 | - | - |
| 2 | 20 + 50 | 39 + 44 | 1895,14 | 1 400 | 20 | - | - |

а)

б)

в)

г)

Рис. 16. Поперечный профиль автомобильной дороги:

а) тип 1 - насыпь высотой до 1,5 м; б) тип 2 - насыпь высотой до 3 м;

в) тип 3 - насыпь высотой св.3 м; г) тип 4 - выемка глубиной св. 1 м

**8. РАСЧЕТ  ОБЪЕМОВ  ЗЕМЛЯНОГО  ПОЛОТНА**

**Попикетная  ведомость  объемов земляных работ**

Попикетную ведомость объемов земляных работ разрабатывают на основе продольного и поперечных профилей автомобильной дороги в программе Microsoft Office Excel.

Земляное полотно автомобильной дороги можно представить в виде геометрической фигуры – трапецеидальной призмы. Существует аналитический, графоаналитический и табличный метод подсчета объемов земляных работ.

Расчет *профильного* объема *V* земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом осуществляют по формуле Винклера и Мурзо

*V* = [1/2 *В* (*h*1 – *h*2) + 1/3 *m* (*h*12 + *h*22 + *h*1 *h*2)] *L* ,

где *В* - ширина земляного полотна, м; *h*1, *h*2 – рабочие отметки в начале и конце участка (высота, глубина), м; *m* – заложение крутизны откоса; *L* – длина участка, м.

Ширину земляного полотна принимают по ГОСТ Р 52399 (табл. 6), рабочие отметки берут с продольного профиля.

Попикетный объем *Vi* земляных работ в соответствии с принятым типом поперечного профиля рассчитывают по преобразованной формуле Мурзо:

*для насыпи высотой*

     до 3 м и крутизной откоса 1 : 4

*V*1 = 1/6 *L* [*h*1 (8 *h*1+3 *В*) + *h*2 (8 *h*2 + 3 *В*) + 8 *h*1 *h*2] ;

     до 3 м и крутизной откоса 1 : 3

*V*2 = *L* [*h*1 (*h*1 + *В / 2*) + *h*2 (*h*2 + *В / 2*) + *h*1 *h*2] ;

     свыше 3 м и крутизной откоса 1 : 1,5

*V*3 = ½ *L* [*h*1 (*h*1 + *В*) + *h*2 (*h*2 + *В*) + *h*1 *h*2] ;

*для выемки глубиной*

     до 1 м и крутизной откоса 1 : 4

*V*4 = 1/6  *L* [*h*1 (8 *h*1 + 3 *В*) + *h*2 (8 *h*2 + 3 *В*) + 8 *h*1 *h*2 + 2 *m h* (*h*1 + *h*2 + *h*)]

     свыше 1 м и крутизной откоса 1 : 1,5

*V*5 = ½ *L* [*h*1 (*h*1 + *В* + 2 *b*) + *h*2 (*h*2 + *В* + 2 *b*) + *h*1 *h*2 + 4 *b h*] =

= ½ *L* [*h*1 (*h*1 + *В* + 2 *m h*) + *h*2 (*h*2 + *В* + 2 *m h*) + *h*1 *h*2 + 4 *m h*2] ,

где *b*, *h* – ширина и глубина кювета, м.

Объем двустороннего кювета *V*6 при устройстве насыпи высотой до 1,5 м определяют

*V*6 = ½ *L* (*m + n*) (*h*1 + *h*2)2 ,

где *h*1, *h*2 – глубина кювета в начале и в конце участка, м; *n* – заложение крутизны внешнего откоса.

На землях, отводимых под постоянное пользование при строительстве автомобильной дороги, плодородный почвенно-расти-тельный слой снимают и складируют в штабеля в отведенных проектом местах (отвал, кавальер).

Толщину срезки слоя почвы 0,1 – 0,5 м назначают по данным изысканий и технических условий землепользователей. Плодородный почвенный грунт используют в дальнейшем для укрепления откосов земляного полотна, а также при рекультивации временно-занимаемых при строительстве земель. Объем снятого дерна (почвенно-растительного слоя) *V*прс рассчитывают

*V*прс = *В h*прс *L* ;

*В* – ширина основания земляного полотна, м; *h*прс – толщина почвенно-растительного слоя, м.

*Поправки* Δ*Vi* к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определяют по формулам

     призматоидальная учитывается, если (*h*1 – *h*2) ≥ 0,5м

Δ*V*п = 1/12 *Lm* (*h*1 – *h*2)2;

     на устройство дорожной одежды, если в насыпи отнимают, если в выемке прибавить

Δ*V*до = (*В*пр + кп) *h*до *L* ;

     на устройство сточной призмы (рис. 17), если в насыпи прибавить, если в выемке отнимают

Δ*V*ст = *L* [(*В*о - кп)2 *i*о + (*В*пр / 2 + кп)2 *i*пр] ;

     на устройство укрепленной обочины, если в насыпи отнимают, если в выемке прибавить

Δ*V*о = 2 (*В*о - кп) *h*о *L* ,

где *В*пр *-* ширина проезжей части, м; кп – ширина краевой полосой, м; *h*до - толщина дорожной одежды, м; *В*о, *h*о – ширина и толщина укрепления обочины, м; *i*пр, *i*о - поперечный уклон проезжей части и обочины, *i*пр = 0,02, *i*о = 0,04.

Поперечный уклон проезжей части автомобильной дороги назначают по СП 34.13330 (табл. 28). Поперечный уклон обочины принимают на 10 – 30 ‰ больше поперечного уклона проезжей части.

Рис. 17. К расчету поправки на сточную призму

Объем насыпи *V*н определяют с учетом всех поправок, объема снятого дерна и коэффициента относительного уплотнения*K*уот

*V*н = (*Vi* + *V*прс + Δ*V*п - Δ*V*до + Δ*V*ст - Δ*V*о) *K*уот

*Коэффициент относительного уплотнения грунта* - отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к плотности скелета того же грунта в карьере, выемке или кювете. Коэффициент относительного уплотнения грунта определяют по СП 34.13330 (табл. 33) в зависимости от вида грунта и требуемого коэффициента стандартного уплотнения грунта

Таблица 33

Коэффициент относительного уплотнения грунта

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Требуемый коэффициент  уплотнения  грунта | Коэффициент относительного уплотнения для грунтов | | | | | | |
| пески, супеси, пылеватые | суглинки,  глины | лессы | скальные при  плотности, г/см3 | | | шлаки, отходы промышленности |
| 1,9-2,2 | 2,2-2,4 | 2,4-2,7 |
| 1,00 | 1,10 | 1,05 | 1,30 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 1,26 - 1,47 |
| 0,95 | 1,05 | 1,00 | 1,15 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 1,20 - 1,40 |
| 0,90 | 1,00 | 0,95 | 1,10 | 0,85 | 0,80 | 0,76 | 1,13 - 1,33 |

*Коэффициент стандартного уплотнения грунта* - отношение плотности скелета грунта в земляном полотне к максимальной плотности скелета того же грунта при стандартном уплотнении по ГОСТ 22733, назначаемый по СП 34.13330 (табл. 34).

Таблица 34

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Элементы  земляного  полотна | Глубина от поверхности  покрытия, м | Наименьший коэффициент стандартного  уплотнениягрунта при типе дорожной одежды | | | | | | |
| капитальном | | | | облегченном  и переходном | | |
| в дорожно-климатической зоне | | | | | | |
| I | II, III | IV, V | I | | II, III | IV, V |
| Рабочий слой | До 1,5 | 0,98-0,96 | 1,0- 0,98 | 0,98-0,95 | 0,95-0,93 | | 0,98-0,95 | 0,95 |
| Неподтоплямая  часть насыпи | Св. 1,5  до 6 | 0,95-0,93 | 0,95 | 0,95 | 0,93 | | 0,95 | 0,90 |
| Св. 6 | 0,95 | 0,98 | 0,95 | 0,93 | | 0,95 | 0,90 |
| Подтопляемая  часть насыпи | Св. 1,5  до 6 | 0,96-0,95 | 0,98-0,95 | 0,95 | 0,95-0,93 | | 0,95 | 0,95 |
| Св. 6 | 0,96 | 0,98 | 0,98 | 0,95 | | 0,95 | 0,95 |
| Выемки ниже промерзания | До 1,2 | - | 0,95 | - | - | | 0,95-0,92 | - |
| До 0,8 | - | - | 0,95-0,92 | - | | - | 0,90 |
| *Примечание.* Большие значения коэффициента уплотнения грунта следует принимать при цементобетонных покрытиях и цементогрунтовых основаниях, а также при дорожных одеждах облегченного типа, меньшие значения - во всех остальных случаях. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Объем выемки *V*в определяют с учетом всех поправок и объема снятого дерна

*V*в = *Vi* - *V*прс + Δ*V*п + Δ*V*до - Δ*V*ст + Δ*V*о

Объем кювета *V*к определяют с учетом объема снятого дерна

*V*к = *V*6 - *V*прск = *V*6 – 2 *b h*прс *L* = *V*6 – (*m + n*)(*h*1 + *h*2) *h*прс *L*

При расположении земляного полотна на косогоре крутизной 1:3 ÷ 1:10 или при поперечном уклоне местности более 100 ‰ объемы земляных работ определяют графоаналитическим способом. Для этого вычерчивают поперечные профили земляного полотна по пикетам в программе AutoCAD и определяют площадь насыпи и выемки. Расчет профильных объемов земляных работ ведут по формуле

*V* = ½ (*F*1 + *F*2) *L* = *F*ср *L*,

где *F*1, *F*2 – площадь поперечных профилей земляного полотна, м2; *L* – расстояние между поперечниками, м; *F*ср – средняя площадь поперечного сечения на участке, м2.

При табличном методе подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог используют таблицы Н.А. Митина [33].

**Задание**

Рассчитать попикетный профильный объем земляного полотна автомобильной дороги аналитическим методом в программе Microsoft Office Excel. Определить объем срезки почвенно-растительного слоя грунта. Учесть призматоидальную поправку и поправки на устройство проезжей части, укрепленной обочины, сточной призмы, коэффициент относительного уплотнения в насыпи.  Точность расчета 1 м3.

Разработать попикетную и покилометровую ведомости объемов земляных работ (табл. 35, 36), ведомости планировки и укрепления кюветов (табл. 37), планировки и укрепления откосов, укрепления обочин земляного полотна (табл. 38, 39), ведомость использования почвенно-растительного слоя (табл. 40).

**Пример 7**

Расчет профильного объема земляного полотна автомобильной дороги осуществлен аналитическим методомв программе Microsoft Office Excel.

Поправки к профильному объему земляного полотна автомобильной дороги определены по формулам

     на устройство дорожной одежды

Δ*V*до = *В*пр *h*до *L* = 8,5 · 0,5 · 100 =  425 м3;

     на устройство сточной призмы

Δ*V*ст = *L* [(*В*о – кп)2 *i*о + *В*о *В*пр *i*пр + (*В*пр / 2 + кп)2 *i*пр] =

= 100 (2,52 · 0,04 + 4,252 · 0,02) = 61 м3;

     на устройство укрепленной обочины

Δ*V*о = 2 *В*о *h*о *L* = 2 · 2,5 · 0,15 · 100 = 75 м3,

Требуемый коэффициент стандартного уплотнения грунта принят по СП 34.13330 для II дорожно-климатической зоны при капитальном типе дорожной одежды

     0,98 при глубине слоя от поверхности покрытия до 1,5 м;

     0,95 при глубине слоя от поверхности покрытияот 1,5 до 6 м.

Коэффициент относительного уплотнения грунта определен по СП 34.13330 для суглинка

     1,03 – для рабочего слоя насыпи до 1,5 м;

     1,0 – для насыпи ниже 1,5 м от поверхности покрытия.

Данные расчета занесены в попикетную ведомость объемов земляных работ табл. 35.

**Покилометровая  ведомость  объемов земляных работ**

Покилометровую  ведомость  объемов земляных работ (табл. 36) разрабатывают на основе попикетной ведомости объемов земляных работ. Объемы земляного полотна в насыпи, выемке и кювете суммируют по каждому километру, а затем по всей трассе и отражают в строке "Итого на трассу".

Грунт для отсыпки насыпи может быть получен от нарезки боковых кюветов, разработки выемки и сосредоточенного карьера. Пригодность грунта в насыпь определяют в зависимости от группы грунта по степени пучинистости СП 34.13330. Грунты I - II степени пучинистости (песок) пригодны в насыпь без ограничения.

Таблица 35

Попикетная ведомость объемов земляных работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местопо-ложение,  ПК | Рабочие  отметки, м | | Глубина  кювета, м | Расстояние, м | Профильный  объем, м3 | | | Объем  снятого  дерна,  м3 | Поправка на устройство, м3 | | | | Итого земляных работ, м3 | | | |  |
| Призматоиидал. | Дорожной  одежды | Сточной  призмы | Обочины | Насыпь  с *K*уот | Выемка | Кювет | В отвал |  |
| Насыпь | Выемка | Насыпь | Выемка | Кювет |  |
|  | *h*н | *h*в | *h* | *L* | *Vi* | | | *V*прс | Δ*V*п | Δ*V*до | Δ*V*ст | Δ*V*о | *V*н | *V*в | *V*к | *V*прс |  |
| 20+00 | 2,59 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4602 |  |  | 604 | 33 | 425 | 61 | 75 | 4945 |  |  | 604 |  |
| 21+00 | 1,59 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2901 |  |  | 508 |  | 425 | 61 | 75 | 3060 |  |  | 508 |  |
| 22+00 | 1,39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2408 |  |  | 476 |  | 425 | 61 | 75 | 2519 |  |  | 476 |  |
| 23+00 | 1,19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4138 |  |  | 577 | 71 | 425 | 61 | 75 | 4477 |  |  | 577 |  |
| 24+00 | 2,65 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 2882 |  |  | 494 | 208 | 425 | 61 | 75 | 3240 |  |  | 494 |  |
| 25+00 | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 7261 |  |  | 696 | 840 | 425 | 61 | 75 | 8609 |  |  | 696 |  |
| 26+00 | 5,17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 11355 |  |  | 588 |  | 425 | 61 | 75 | 11503 |  |  | 588 |  |
| 27+00 | 5,42 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 42 | Мост |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 27+42 | 5,71 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 58 | 7677 |  |  | 362 |  | 247 | 35 | 44 | 7784 |  |  | 362 |  |
| 28+00 | 6,12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 10549 |  |  | 570 | 63 | 425 | 61 | 75 | 10743 |  |  | 570 |  |
| 29+00 | 3,87 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 7286 |  |  | 728 | 135 | 425 | 61 | 75 | 7941 |  |  | 728 |  |
| 30+00 | 1,86 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 57 | 979 |  |  | 239 | 66 | 242 | 35 | 43 | 1064 |  |  | 239 |  |
| 30+57 | 0,00 |  | 0,48 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 43 |  | 954 |  | 261 | 28 | 183 | 26 | 32 |  | 910 |  | 261 |  |
| 31+00 |  | 1,40 | 0,92 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 4953 |  | 535 | 20 | 425 | 61 | 75 |  | 4877 |  | 535 |  |
| 32+00 |  | 2,66 | 1,46 |  |  |  |  |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 6839 |  | 600 |  | 425 | 61 | 75 |  | 6678 |  | 600 |  |
| 33+00 |  | 2,42 | 1,50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 66 |  | 2317 |  | 333 | 48 | 281 | 40 | 50 |  | 2321 |  | 333 |  |
| 33+66 | 0,00 |  | 1,20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 34 | 347 |  | 239 | 185 | 17 | 145 | 21 | 26 | 412 |  | 180 | 185 |  |
| 34+00 | 1,22 |  | 0,40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 1573 |  | 176 | 504 | 13 | 425 | 61 | 75 | 1700 |  | 88 | 504 |  |
| 35+00 | 0,60 |  | 0,40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 | 4528 |  |  | 588 | 258 | 425 | 61 | 75 | 5083 |  |  | 588 |  |
| 36+00 | 3,38 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 28 | 2167 |  |  | 142 | 5 | 119 | 17 | 21 | 2192 |  |  | 142 |  |
| 36+28 | 4,56 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 40 | Мост |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36+68 | 4,26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 32 | 2021 |  |  | 151 | 12 | 136 | 20 | 24 | 2044 |  |  | 151 |  |
| 37+00 | 2,50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 36 | 908 |  |  | 169 | 75 | 153 | 22 | 27 | 1024 |  |  | 169 |  |
| 37+36 | 0,00 |  | 0,63 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 64 |  | 2727 |  | 284 | 157 | 272 | 39 | 48 |  | 2882 |  | 284 |  |
| 38+00 |  | 4,43 | 0,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 100 |  | 9227 |  | 578 |  | 425 | 61 | 75 |  | 9087 |  | 578 |  |
| 39+00 |  | 4,17 | 0,80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 78 |  | 4159 |  | 421 | 166 | 332 | 48 | 59 |  | 4246 |  | 421 |  |
| 39+78 |  | 0,05 | 1,58 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого на трассу | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 78341 | 31002 | 268 | 10594 |  |

Грунты III - V степени пучинистости (супесь, суглинок, глина, пылеватые грунты) рекомендуют применять в нижней части насыпи. В верхней части на всю ширину земляного полотна устраивают дренирующий слой из песка с коэффициентом фильтрации более 2 м/сутки для насыпи, более 1 м/сутки для выемки.

Планирование земляных работ осуществляют с учетом нулевого баланса земляных масс. Нулевой баланс земляных работ по пикетам, а также общий объем на трассу определяют из соотношения:

*V*н = *V*к + *V*в + *V*с ,

где *V*н - объем грунта для отсыпки насыпи, м3;*V*к - объем грунта из боковых кюветов, м3; *V*в - объем грунта от разработки выемки, м3; *V*с - объем грунта из сосредоточенного карьера, м3.

Машины для разработки и транспортировки грунта назначают по СП 78.13330. Грунт кюветов нарезают автогрейдером и укладывают в насыпь на том участке, где его разрабатывают. Грунт выемки разрабатывают бульдозером и перемещают в рядом расположенную насыпь на расстояние до 150 м.

При дальности транспортирования грунта из выемки в насыпь свыше 150 м применяют для разработки грунта экскаватор, а перемещение осуществляют автосамосвалами.

 Недостающий грунт для отсыпки насыпей, в том числе дренирующий песок может быть получен при разработке грунта экскаватором в сосредоточенном карьере. Расстояние транспортирования грунта автосамосвалами из карьера в насыпь назначают от 1 км до 5 км.

Почвенно-растительный грунт срезают бульдозером и перемещают в отвал (вдоль земляного полотна) на расстояние 10 – 30 м. Непригодный или излишний грунт выемки разрабатывают экскаватором и складируют в отвал (в овраг или карьер), с перемещением автосамосвалами на расстояниеот 1 км до 5 км.

Объем оплачиваемых земляных работ *V*опл определяют

*V*опл = *V*н + *V*отв,

где *V*н - объем грунта для отсыпки насыпи, м3; *V*отв - объем грунта, идущего в отвал (почвенно-растительный грунт и непригодный излишний грунт выемки), м3.

Таблица 36

Покилометровая  ведомость  объемов земляных работ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Итого земляных  работ, м3 | | | Распределение по видам разработки и транспортировки, м3 | | | | | | | | Оплачи-  ваемые,  м3 |
| Кюветы | Выемка | | | Карьер | | | В отвал |
| Км | от  ПК | до  ПК | Насыпь  с *K*уот | Выемка | Кювет | автогрейдер | бульдозер | экскаватор с автосамосвалами | | | | | бульдозер |
| 10 м | 150 м | 300 м | 400 м | до 2 км | до 3 км | до 4 км | до 20 м |
| 3 | 20+00 | 30+00 | 64822 | - | - | - | - | 7941 | 9810 | - | 47071 | - | 5604 | 70427 |
| 4 | 30+00 | 39+78 | 13518 | 31002 | 268 | 268 | 6243 | 7008 | - | - | - | - | 4989 | 18507 |
| Итого на трассу | | | 78341 | 31002 | 268 | 268 | 6243 | 14949 | 9810 | - | 47071 | - | 10594 | 88934 |

Таблица 37

Ведомость планировки и укрепления кюветов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние,  м | Глубина,  м | Заложение откоса 1 : *m* | | Уклон,  ‰ | Площадь планировки,  м2 | Площадь укрепления, м2 | | |
| Км | от ПК | до ПК | внутреннего | внешнего | Засев трав | Щебень | Цементобетон |
| Слева треугольные кюветы | | | | | | | | | | | |
| 4 | 30+57 | 31+00 | 43 | 0,70 | 4 | 4 | 18 | 248,21 | 248,21 |  |  |
| 4 | 31+00 | 32+00 | 100 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 18 | 429,06 | 429,06 |  |  |
| 4 | 32+00 | 33+00 | 100 | 1,48 | 1,5 | 1,5 | 18 | 533,62 | 533,62 |  |  |
| 4 | 33+00 | 33+66 | 66 | 1,35 | 1,5 | 1,5 | 18 | 321,25 | 321,25 |  |  |
| 4 | 33+66 | 34+00 | 34 | 0,80 | 4 | 1,5 | 35 | 161,18 |  | 161,18 |  |
| 4 | 34+00 | 35+00 | 100 | 0,40 | 4 | 1,5 | 14 | 237,04 | 237,04 |  |  |
| 4 | 37+36 | 38+00 | 64 | 0,34 | 1,5 | 1,5 | 30 | 78,46 |  | 78,46 |  |
| 4 | 38+00 | 39+00 | 100 | 0,42 | 1,5 | 1,5 | 30 | 151,43 |  | 151,43 |  |
| 4 | 39+00 | 39+78 | 78 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 30 | 334,67 |  | 334,67 |  |
| Итого слева | | |  |  |  |  |  | 2494,92 | 1769,18 | 725,74 |  |
| Справа треугольные кюветы | | | | | | | | | | | |
| 4 | 30+57 | 31+00 | 43 | 0,70 | 4 | 4 | 18 | 248,21 | 248,21 |  |  |
| 4 | 31+00 | 32+00 | 100 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 18 | 429,06 | 429,06 |  |  |
| 4 | 32+00 | 33+00 | 100 | 1,48 | 1,5 | 1,5 | 18 | 533,62 | 533,62 |  |  |
| 4 | 33+00 | 33+66 | 66 | 1,35 | 1,5 | 1,5 | 18 | 321,25 | 321,25 |  |  |
| 4 | 33+66 | 34+00 | 34 | 0,80 | 4 | 1,5 | 35 | 161,18 |  | 161,18 |  |
| 4 | 34+00 | 35+00 | 100 | 0,40 | 4 | 1,5 | 14 | 237,04 | 237,04 |  |  |
| 4 | 37+36 | 38+00 | 64 | 0,34 | 1,5 | 1,5 | 30 | 78,46 |  | 78,46 |  |
| 4 | 38+00 | 39+00 | 100 | 0,42 | 1,5 | 1,5 | 30 | 151,43 |  | 151,43 |  |
| 4 | 39+00 | 39+78 | 78 | 1,19 | 1,5 | 1,5 | 30 | 334,67 |  | 334,67 |  |
| Итого справа | | |  |  |  |  |  | 2494,92 | 1769,18 | 725,74 |  |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 4989,85 | 3538,37 | 1451,48 |  |

Таблица 38

Ведомость планировки и укрепления откосов земляного полотна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние, м | Средняя, м | | Заложение откоса  1 : *m* | Ширина  верха  земполотна, м | Площадь планировки, м2 | | | Площадь укрепления откосов, м2 | |
| Км | от ПК | до ПК | высота насыпи | глубина выемки | Верх | Откосы | | Насыпь | Выемка |
| Насыпь | Выемка | Засев трав | |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 2,09 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1723,46 |  | 1723,46 |  |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 1,49 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1228,69 |  | 1228,69 |  |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 1,29 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1063,76 |  | 1063,76 |  |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 1,92 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1583,27 |  | 1583,27 |  |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 1,40 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1154,47 |  | 1154,47 |  |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 2,66 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 2193,49 |  | 2193,49 |  |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 5,30 |  | 1,5 | 15 | 1500 | 1909,14 |  | 1909,14 |  |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 5,92 |  | 1,5 | 15 | 870 | 1236,96 |  | 1236,96 |  |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 5,00 |  | 1,5 | 15 | 1500 | 1800,97 |  | 1800,97 |  |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 2,87 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 2362,54 |  | 2362,54 |  |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 0,93 |  | 4 | 17,5 | 997,5 | 437,13 |  | 437,13 |  |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 |  | 0,7 | 4 | 17,5 | 752,5 |  | 248,21 |  | 248,21 |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 |  | 2,03 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 731,93 |  | 731,93 |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 |  | 2,54 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 915,81 |  | 915,81 |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 |  | 1,21 | 1,5 | 15 | 990 |  | 287,94 |  | 287,94 |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 0,61 |  | 4 | 17,5 | 595 | 171,03 |  | 171,03 |  |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 0,91 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 750,41 |  | 750,41 |  |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 1,99 |  | 4 | 17,5 | 1750 | 1641,00 |  | 1641,00 |  |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 3,97 |  | 1,5 | 15 | 420 | 400,79 |  | 400,79 |  |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 3,38 |  | 1,5 | 15 | 480 | 389,98 |  | 389,98 |  |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 1,25 |  | 4 | 17,5 | 630 | 371,08 |  | 371,08 |  |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 |  | 2,22 | 1,5 | 15 | 960 |  | 511,12 |  | 511,12 |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 |  | 4,30 | 1,5 | 15 | 1500 |  | 1550,39 |  | 1550,39 |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 |  | 2,11 | 1,5 | 15 | 1170 |  | 593,40 |  | 593,40 |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 31115 | 20418,2 | 4838,8 | 20418,2 | 4838,8 |

Таблица 39

Ведомость укрепления обочин земляного полотна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние,  м | Ширина обочин с учетом уширения, м | | | | Площадь укрепления обочин, м2 | | | |
| Км | от ПК | до ПК | Слева | | Справа | | Слева | | Справа | |
| Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав | Щебень | Засев трав |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 116 | 29 | 116 | 29 |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 114 | 28,5 | 114 | 28,5 |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 86 | 21,5 | 86 | 21,5 |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 132 | 33 | 132 | 33 |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 68 | 17 | 68 | 17 |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 56 | 14 | 56 | 14 |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 64 | 16 | 64 | 16 |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 72 | 18 | 72 | 18 |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 128 | 32 | 128 | 32 |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 200 | 50 | 200 | 50 |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 | 2 | 0,5 | 2 | 0,5 | 156 | 39 | 156 | 39 |
| Итого на трассу | | |  |  |  |  |  | 3792 | 948 | 3792 | 948 |

Таблица 40

Ведомость использования почвенно-растительного слоя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Местоположение | | | Расстояние, м | Объем снятого дерна, м3 | Распределение почвенно-растительного слоя, м3 | | | | | | | |
| Км | от ПК | до ПК | На укрепление | | | Рекультивация временно-занимаемых земель | | | | Возврат |
| откосов | обочин | кюветов | Строй-  площадка | Склад щебня | Временная  дорога | Карьер |
| 3 | 20 + 00 | 21 + 00 | 100 | 604 | 259 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 21 + 00 | 22 + 00 | 100 | 508 | 184 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 22 + 00 | 23 + 00 | 100 | 476 | 160 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 23 + 00 | 24 + 00 | 100 | 577 | 237 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 24 + 00 | 25 + 00 | 100 | 494 | 173 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 25 + 00 | 26 + 00 | 100 | 696 | 329 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 26 + 00 | 27 + 00 | 100 | 588 | 286 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 27 + 42 | 28 + 00 | 58 | 362 | 186 | 9 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 28 + 00 | 29 + 00 | 100 | 570 | 270 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 29 + 00 | 30 + 00 | 100 | 728 | 354 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 30 + 00 | 30 + 57 | 57 | 239 | 66 | 9 | 74 |  |  |  |  |  |
| 4 | 30 + 57 | 31 + 00 | 43 | 261 | 37 | 6 | 129 |  |  |  |  |  |
| 4 | 31 + 00 | 32 + 00 | 100 | 535 | 110 | 15 | 160 |  |  |  |  |  |
| 4 | 32 + 00 | 33 + 00 | 100 | 600 | 137 | 15 | 96 |  |  |  |  |  |
| 4 | 33 + 00 | 33 + 66 | 66 | 333 | 43 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 33 + 66 | 34 + 00 | 34 | 185 | 26 | 5 | 71 |  |  |  |  |  |
| 4 | 34 + 00 | 35 + 00 | 100 | 504 | 113 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 35 + 00 | 36 + 00 | 100 | 588 | 246 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 36 + 00 | 36 + 28 | 28 | 142 | 60 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 36 + 68 | 37 + 00 | 32 | 151 | 58 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 37 + 00 | 37 + 36 | 36 | 169 | 56 | 5 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 37 + 36 | 38 + 00 | 64 | 284 | 77 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 38 + 00 | 39 + 00 | 100 | 578 | 233 | 15 |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 39 + 00 | 39 + 78 | 78 | 421 | 89 | 12 |  |  |  |  |  |  |
| Итого на трассу | | |  | 10594 | 3789 | 284 | 531 | 100 | 300 | 1200 | 3000 | 1390 |

**9. ОТВОД  ЗЕМЕЛЬ**

Отвод земель осуществляют на основании Постановления правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса» [12]. Существует постоянный и временный отвод земель под проектируемую автомобильную дорогу и дорожные сооружения.

Постоянные границы полосы отвода автомобильной дороги устанавливают в зависимости от категории автомобильной дороги, количества полос движения, поперечного уклона местности, наличия кюветов и боковых резервов, крутизны откосов земляного полотна, высоты насыпей по приложению табл. П5 или глубины выемок по приложения табл. П6.

Дополнительный  постоянный отвод требуется для устройства транспортных развязок, водопропускных труб, струенаправляющих дамб и траверсов, спрямлений и укреплений русел, устройства берм на откосах земляного полотна и устанавливается по индивидуальным проектным решениям.

Для защитных и декоративных лесных насаждений, противооползневых, противоселевых, противолавинных, противошумовых защитных сооружений, закюветных полок, элементов обустройства автомобильных дорог, зданий и сооружений линейной дорожной службы, объектов дорожного сервиса необходим постоянный отвод земель шириной более 4 м. Границы полосы отвода указанных земельных участков определяют расчетным путем при обработке результатов инженерных изысканий и разработке проектной документации.

Временная граница полосы отвода - дополнительно с каждой стороны автомобильной дороги предусматривают участки шириной 3м для производства работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог: рубки леса, обеспечения видимости, устройства испарительных бассейнов, автобусных остановок, съездов, примыканий, временных дорог, пешеходных и велосипедных дорожек, переходно-скоростных полос движения, раскрытия выемок глубиной более 1 м.

На период строительства автомобильной дороги и дорожных сооружений отводят временно занимаемые земли и возвращают землепользователю после их рекультивации: сосредоточенные грунтовые и песчаные карьеры, временные склады щебня, временные дороги, строительные площадки.

Местоположение карьера грунта и песка определяют при инженерных изысканиях автомобильной дороги. Площадь сосредоточенного карьера составляет 0,1 – 1 га.

Строительную площадку размером 50 – 100 м2 размещают в середине трассы на неудобных землях. На площадке устанавливают вагончики для ИТР и рабочих, контейнер для мусора, туалет. Рядом со стройплощадкой размещают площадку для стоянки техники размером 50 – 100 м2.

Временный притрассовый склад щебня организуют в зимний период на неудобных землях вблизи строительной площадки в середине трассы, чтобы уменьшить дальность транспортирования. Склад щебня предусматривают открытого типа в виде штабеля площадью 0,05 – 0,15 га.

Для складирования почвенно-растительного грунта отводят временную полосу вдоль дороги слева и справа шириной по 3 – 5 м.

Автомобильная дорога проходит по территории разных административных районов, разных землепользователей и собственников земли, отчуждаемые земли имеют различную ценность, поэтому для расчетов платежей за использование земли необходимо учитывать границы землевладений и определять виды угодий для каждого землепользователя и административного района отдельно.

При отводе земель учитывают виды угодий: пашня, лес (гослесфонд РФ), луг, вырубка, кустарник, неудобные земли (болота, овраги). В табл. 41 приведена ценность земель по отношению к неудобным землям.

Категория земель или землепользователи:

- земли промышленности, транспорта, обороны и специального назначения (полоса отвода автодорог, железных дорог, полигон ТБО, АЗС, завод, фабрика, электроподстанция);

- земли сельскохозяйственного назначения (ЗАО Агрофирма, ОАО Агрокомплекс, фермерские хозяйства, птицефабрика);

- земли поселений (город, деревня, село, поселок);

- земли лесного фонда (гослесфонд, лесничество, леспромхоз);

- земли водного фонда (канал им. Москвы);

- земли рекреационные  (санаторий, пансионат, оздоровительный лагерь);

- земли особо охраняемых природных  территорий (заповедник, заказник, национальный парк);

- историко-культурного назначения (усадьба, музей);

- садоводческие объединения (садовое товарищество, СНТ).

Таблица 41

Ценность земель

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  пп | Территория | Относительный  коэффициент ценности |
| 1. | Особо охраняемые природные  территории (ООПТ) | 7 |
| 2. | Пашни, сады | 3,5 |
| 3. | Лес 1 группы, населенные пункты | 2,5 |
| 4. | Лес 3 группы | 1,9 |
| 5. | Луг, пойма рек | 1,5 |
| 6. | Кустарник, болото, овраг | 1,0 |

Леса 1 группы занимают 20 % территории Российской Федерации. К ним относят заповедные, водоохранные, защитные леса, где запрещена вырубка и их стоимость в 3 раза выше. Леса 2 группы занимают 10 % территории России и расположены в промышленной зоне Европейской части России с высокой плотностью населения. Данные леса запрещены к  вырубке, за исключением санитарных рубок. Леса 3 группы занимают 70 % территории России и расположены за Уралом, в Сибири, где разрешено промышленное освоение лесных территорий.

При отводе земель под строительство в Европейской части Российской Федерации лес 2 группы должен быть переведен в лес 3 группы Постановлением правительства Российской Федерации и разрешен к вырубке.

Отвод земель в постоянное пользование для размещения автомобильной дороги и искусственных сооружений, под временно занимаемые земли на период строительства с их последующей рекультивацией оформляют в ведомости отвода земель (табл. 42, 43), график занимаемых земель (рис. 18) и проект рекультивации временно занимаемых земель.

**Задание**

Определить по приложению табл. П5 и табл. П6 ширину постоянного отвода земель под проектируемую автомобильную дорогу, располагаемую на насыпи и в выемке в соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса» [12].

Попикетную ведомость отвода земель разработать на основе продольного и поперечных профилей проектируемой автомобильной дороги с использованием программы Microsoft Office Excel.

Оформить результаты расчета площади постоянного и временного отвода земель в ведомости (табл. 42, 43) и график занимаемых земель (рис. 18) для каждого землепользователя и административного района отдельно.

**Пример 8**

Ширина постоянного отвода земель под автомобильную дорогу определена в соответствии с Постановлением правительства Российской Федерации «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса».

Расчет площади постоянно и временно занимаемых земель произведен на основе продольного и поперечных профилей проектируемой автомобильной дороги.

Таблица 41

Попикетная ведомость отвода земель

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПК + | Рабочие отметки, м | | Ширина отвода земель, м | | | | Площадь отвода земель, м2 | | | |
| Постоянного | | Временного | | Постоянного | | Временного | |
| насыпь | выемка | лево | право | лево | право | лево | право | лево | право |
| 0 | 1,5 |  | 8,6 | 8,87 | 11,6 | 11,87 | 891 | 941 | 300 | 300 |
| 1 | 2,09 |  | 9,22 | 9,94 | 12,22 | 12,94 | 920 | 1006 | 300 | 300 |
| 2 | 2,13 |  | 9,18 | 10,17 | 12,18 | 13,17 | 967 | 929 | 300 | 300 |
| 3 | 1,05 |  | 10,16 | 8,4 | 13,16 | 11,4 | 1090 | 956 | 300 | 300 |
| 4 |  | 0,17 | 11,64 | 10,71 | 14,64 | 13,71 | 1307 | 1200 | 300 | 300 |
| 5 |  | 2,07 | 14,49 | 13,29 | 17,49 | 16,29 | 1415 | 1355 | 300 | 300 |
| 6 |  | 2,06 | 13,8 | 13,8 | 16,8 | 16,8 | 1188 | 1199 | 300 | 300 |
| 7 | 0,31 |  | 9,95 | 10,17 | 12,95 | 13,17 | 1033 | 965 | 300 | 300 |
| 8 | 2,03 |  | 10,7 | 9,12 | 13,7 | 12,12 | 999 | 880 | 300 | 300 |
| 9 | 1,6 |  | 9,28 | 8,47 | 12,28 | 11,47 | 905 | 836 | 300 | 300 |
| 10 | 1,36 |  | 8,81 | 8,25 | 11,81 | 11,25 | 936 | 872 | 300 | 300 |
| 11 | 2,04 |  | 9,9 | 9,19 | 12,9 | 12,19 | 1027 | 971 | 300 | 300 |
| 12 | 2,64 |  | 10,63 | 10,22 | 13,63 | 13,22 | 1070 | 1032 | 300 | 300 |
| 13 | 2,7 |  | 10,76 | 10,41 | 13,76 | 13,41 | 979 | 946 | 300 | 300 |
| 14 | 1,24 |  | 8,81 | 8,51 | 11,81 | 11,51 | 923 | 926 | 300 | 300 |
| 15 | 0 |  | 9,65 | 10,01 | 12,65 | 13,01 | 1154 | 1212 | 300 | 300 |
| 16 |  | 2,68 | 13,42 | 14,22 | 16,42 | 17,22 | 1334 | 1486 | 300 | 300 |
| 17 |  | 3,13 | 13,25 | 15,49 | 16,25 | 18,49 | 1149 | 1242 | 300 | 300 |
| 18 | 1,08 |  | 9,72 | 9,34 | 12,72 | 12,34 | 1026 | 996 | 300 | 300 |
| Итого |  |  |  |  |  |  | 21428 | 20940 | 6 000 | 6 000 |
| Всего |  |  |  |  |  |  | 42 367 | | 12 000 | |

Таблица 42

Сводная ведомость отвода земель

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Землеполь-  зователь | Вид  отвода | Площадь, га | | | | | |
| Пашня | Луг | Лес | Кустарник | Неуд. земли | Итого |
| ЗАО Агрофирма | | | | | | | |
| Земли сельско-хозяйственного назначения | Постоянный | 9,2 | - | - | - | - | 9,2 |
| Временный | 4 | 0,5 | - | 0,3 | 0,1 | 4,9 |
| Итого | 13,2 | 0,5 | - | 0,3 | 0,1 | 14,1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Административное деление | | Петушинский район Владимирской области | | | | | | | | |
| Границы землепользователей | | Земли сельскохозяйственного назначения - ЗАО Агрофирма | | | | | | | | |
| Отвод земель | Слева | Карьер грунта 2 км | | Стройплощадка | | Склад щебня | | |  | |
| Справа |  | | | | | | | Карьер песка 15 км | |
| Схема полосы  отвода | |  |  |  |  |  | |  |  |  |
|  |  |  |  |  | |  |  |  |
| Постоянный отвод, га | | Пашня - 9,2 га | | | | | | | | |
| Временный отвод, га | | Луг - 0,5 га | | Неудобные земли - 0,1 га | | | Пашня - 4 га | | Кустарник - 0,3 га | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рис. 18. График занимаемых земель

Разработана попикетная (табл. 42) и сводная ведомость отвода земель (табл. 43), построен график занимаемых земель (рис. 18) с использованием программы Microsoft Office Excel с учетом границ землевладений и видов отчуждаемых угодий для каждого землепользователя и административного района отдельно.

**КОНТРОЛЬНЫЕ  ВОПРОСЫ**

1.     Характеристики движения по дорогам.

2.     Классификация автомобильных дорог.

3.     Основные элементы дороги.

4.     Основные технические нормативы и их расчет.

5.     Эксплуатационные показатели автомобильных дорог.

6.     Сопротивление движению автомобиля.

7.     Расход топлива и износ шин.

8.       Динамические характеристики автомобиля.

9.       Сцепление шин с поверхностью дороги. Торможение автомобиля.

10.       Дорожно-климатическое районирование.

11.       Общие принципы трассирования.

12.       Элементы ландшафтного проектирования.

13.       Принципы проектирования дорог в различных условиях рельефа.

14.       Дорога в районах населенных пунктов.

15.       Пересечение водотоков.

16.       Нанесение проектной линии.

17.       Последовательность проектирования продольного профиля.

18.       Назначение контрольных точек.

19.       Поперечные профили дороги.

20.       Полоса отвода.

21.       Водно-тепловой режим дороги.

22.       Особенности движения автомобиля по кривой.

23.       Назначение радиусов горизонтальных кривых.

24.       Обеспечение видимости на кривой. Расчетные схемы видимости.

25.       Назначение и виды переходных кривых.

26.       Устройство виража и его расчет. Уширение проезжей части.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

**Владимирский государственный университет имени**

**Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Кафедра автомобильных дорог

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Э.Ф. Семехин

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_  г.

**З А Д А Н И Е**

На курсовой проект № 1 по дисциплине

"Изыскание и проектирование автомобильных дорог"

на тему **"Инженерный проект автомобильной дороги"**

Студенту\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_   группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1.  Интенсивность движения, авт./сут.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2.   Район строительства  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3.  Толщина дорожной одежды, м \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4.  Толщина почвенно-растительного слоя, м  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5.   Грунты по трассе

на глубину  до 2 м: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

на глубину 2 - 8 м: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6.       Подземные коммуникации ПК \_\_\_          \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПК \_\_\_          \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.       Глубина воды в русле, м при:

- уровне меженных вод                 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

- расчетном уровне высоких вод  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Срок сдачи проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

Рис. П1. Глубина промерзания суглинистых грунтов, см

Таблица П1

Глубина промерзания, снежный покров

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Область,  город | Глубина  промерзания, см | Снежный покров | | |
| Образование | Разрушение | Высота, см |
| Архангельск | 165 | 08 XI | 23IV | 66 |
| Астрахань | 95 | 24XII | 01II | 5 |
| Барнаул | 205 | 07XI | 06IV | 46 |
| Благовещенск | 200 | 10XI | 23III | 21 |
| Белгород | 90 | 15XII | 21III | 18 |
| Волгоград | 110 | 14XII | 20III | 18 |
| Вологда | 150 | 15XI | 21IV | 42 |
| Воронеж | 130 | 04XII | 29III | 25 |
| Екатеринбург | 190 | 06XI | 08IV | 41 |
| Иркутск | 210 | 02XI | 31III | 39 |
| Кемерово | 200 | 03XI | 13IV | 51 |
| Киров | 170 | 08XI | 19IV | 60 |
| Краснодар | 70 | 25XII | 19II | 12 |
| Липецк | 120 | 03XII | 05IV | 57 |
| Мурманск | 130 | 10XI | 06V | 31 |
| Новгород | 120 | 06XII | 04IV | 30 |
| Новосибирск | 225 | 01XI | 10IV | 37 |
| Оренбург | 175 | 21XI | 08IV | 57 |
| Петрозаводск | 135 | 28XI | 14IV | 50 |
| Пенза | 150 | 23XI | 06IV | 55 |
| Саратов | 145 | 01XII | 03IV | 26 |
| Смоленск | 110 | 03XII | 05IV | 47 |
| С-Петербург | 120 | 09XII | 07IV | 49 |
| Тюмень | 200 | 10XI | 09IV | 49 |
| Тверь | 120 | 01XII | 04IV | 45 |
| Хабаровск | 180 | 15XI | 28III | 11 |
| Челябинск | 190 | 12XI | 04IV | 32 |
| Чита | 210 | 13XI | 21III | 11 |
| Якутск | 240 | 12X | 29IV | 37 |
| Ярославль | 150 | 23XI | 11IV | 49 |

Рис. П2. Районирование Российской Федерации по снеговому покрову

Таблица П2

Условные обозначения подземных коммуникаций на плане

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование подземных коммуникаций | Надпись | Изображение |
|  | *ВОДОПРОВОД* |  |  |
| 1 | Водопровод питьевой | *Вп* |  |
| 2 | Водопровод хозпротивопожарный | *Впж* |  |
| 3 | Водопровод производственный | *Впр* |  |
| 4 | Водопровод | *В* |  |
|  | *КАНАЛИЗАЦИЯ* |  |  |
| 5 | Канализация бытовая (фекальная) | *Кб* |  |
| 6 | Канализация производственная | *Кпр* |  |
| 7 | Канализация производственно-ливневая | *Кпрл* |  |
| 8 | Канализация ливневая | *Кл* |  |
| 9 | Канализация условно чистых вод | *Куч* |  |
| 10 | Канализация химически загрязненных стоков | *Кхим* |  |
| 11 | Канализация | *К* |  |
| 12 | Дренажный трубопровод | *Др* |  |
|  | *ГАЗОПРОВОД* |  |  |
| 13 | Газопровод низкого давления | *Г н.д.* |  |
| 14 | Газопровод среднего давления | *Г с.д.* |  |
| 15 | Газопровод высокого давления | *Г в.д.* |  |
|  | *ТЕПЛОСЕТЬ* |  |  |
| 16 | Теплосеть бесканальная | *Т* |  |
| 17 | Теплосеть в канале непроходном | *Т к.н.* |  |
| 18 | Теплосеть в канале полупроходном | *Т к.п.* |  |
| 19 | Теплосеть в канале проходном | *Т* |  |
|  | *ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬ* |  |  |
| 20 | Электрокабель низкого напряжения в траншее | - |  |
| 21 | Электрокабель высокого напряжения | - |  |
| 22 | Электрокабель низкого напряжения в блоках | *бл.* |  |
| 23 | Электрокабель высокого напряжения в блоках | *бл.* |  |
| 24 | Электрокабель низкого напряжения в канале | *к*. |  |
| 25 | Электрокабель высокого напряжения в канале | *к*. |  |
|  | *КАБЕЛЬНЫЕ  ЛИНИИ  СВЯЗИ* |  |  |
| 26 | Кабель связи бронированный в траншее | *Бр* |  |
| 27 | Телефонная канализация | - |  |
| 28 | Радиовещательный кабель | *р* |  |
| 29 | Кабель сигнализации | *с* |  |
| 30 | Телеграфный кабель | - |  |
|  | *СПЕЦИАЛЬНЫЕ  ТРУБОПРОВОДЫ* |  |  |
| 31 | Воздухопровод | *ВХ* |  |
| 32 | Нефтепровод | *Н* |  |
| 33 | Мазутопровод | *М* |  |
| 34 | Бензопровод | *Б* |  |
| 35 | Золопровод | *3* |  |
| 36 | Паропровод | *П* |  |
|  | *ПРОЧИЕ* |  |  |
| 37 | Недействующие трубопроводы | - |  |
| 38 | Строящиеся трубопроводы | *стр.* |  |
| 39 | Смотровые колодцы (номер, высотные отметки: люка, земли, верха трубы, дна канала) | - |  |
| 40 | Трубопровод в защитной трубе (футляре) | - |  |
| 41 | Общий коллектор | - |  |

Таблица П4

Классификация грунтов в зависимости от трудности разработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п  \* | Наименование грунтов | Плотно-сть, кг/м3 | Разработка грунтов | | | | | |
| Экскаватор | Скрепер | Бульдозер | Автогрейдер | Грейдер-элеватор | Мерзлый |
| 9а | Растительный грунт: без корней | 1200 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1м |
| 9б | с корнями | 1400 | 1 | 1 | 2 | - | - | 1м |
| 29а | Пески:            без примеси | 1600 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2м |
| 29б | с примесью щебня | 1700 | 1 | 2 | 2 | - | - | 2м |
| 36а | Супеси:          без примеси | 1650 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1м |
| 36б | с примесью щебня | 1800 | 1 | 2 | 2 | - | - | 2м |
| 35а | Суглинки легкие: без примеси | 1700 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2м |
| 35б | с примесью щебня | 1750 | 2 | 2 | 2 | - | - | 3м |
| 35в | Суглинки тяжелые: без примеси | 1800 | 2 | 2 | 2 | - | - | 3м |
| 35г | с примесью щебня | 1950 | 3 | - | 2 | - | - | 3м |
| 8а | Глины:           без примеси | 1800 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3м |
| 8б | с примесью щебня | 1750 | 3 | 2 | 2 | 3 | - | 3м |
| 32 | Скальный грунт | 1950 | 5 | - | 4 | - | - | - |
| 41 | Щебень | 1800 | 2 | - | 3 | - | - | - |

Примечание. \* № п/п определен для грунтов с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %.

Таблица П3

Проектирование вертикальных кривых по методу Антонова Н.М.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i*,  ‰ | *R* = 3000 | | *R* = 4000 | | *R* = 5000 | | *R* = 6000 | | *R* = 8000 | | *R* = 10000 | | *R* = 15000 | | *R* = 20000 | | *R* = 25000 | | *R* = 30000 | | *R* = 50000 | |
| *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* | *l* | *h* |
| 1. | 3 | 0,00 | 4 | 0,00 | 5 | 0,00 | 6 | 0,01 | 8 | 0,00 | 10 | 0,01 | 15 | 0,01 | 20 | 0,01 | 25 | 0,01 | 30 | 0,01 | 50 | 0,02 |
| 2. | 6 | 0,01 | 8 | 0,01 | 10 | 0,01 | 12 | 0,01 | 16 | 0,02 | 20 | 0,02 | 30 | 0,03 | 40 | 0,04 | 50 | 0,05 | 60 | 0,06 | 100 | 0,10 |
| 3. | 9 | 0,01 | 12 | 0,02 | 15 | 0,02 | 18 | 0,03 | 24 | 0,04 | 30 | 0,04 | 45 | 0,07 | 60 | 0,09 | 75 | 0,11 | 90 | 0,13 | 150 | 0,22 |
| 4. | 12 | 0,02 | 16 | 0,03 | 20 | 0,04 | 24 | 0,05 | 32 | 0,06 | 40 | 0,08 | 60 | 0,12 | 80 | 0,16 | 100 | 0,20 | 120 | 0,24 | 200 | 0,40 |
| 5. | 15 | 0,04 | 20 | 0,05 | 25 | 0,06 | 30 | 0,07 | 40 | 0,10 | 50 | 0,13 | 75 | 0,19 | 100 | 0,25 | 125 | 0,31 | 150 | 0,38 | 250 | 0,63 |
| 6. | 18 | 0,05 | 24 | 0,07 | 30 | 0,09 | 36 | 0,11 | 48 | 0,14 | 60 | 0,18 | 90 | 0,27 | 120 | 0,36 | 150 | 0,45 | 180 | 0,54 | 300 | 0,90 |
| 7. | 21 | 0,07 | 28 | 0,10 | 35 | 0,12 | 42 | 0,15 | 56 | 0,20 | 70 | 0,25 | 105 | 0,37 | 140 | 0,49 | 175 | 0,61 | 210 | 0,74 | 350 | 1,22 |
| 8. | 24 | 0,10 | 32 | 0,13 | 40 | 0,16 | 48 | 0,19 | 64 | 0,26 | 80 | 0,32 | 120 | 0,48 | 160 | 0,64 | 200 | 0,80 | 240 | 0,96 | 400 | 1,60 |
| 9. | 27 | 0,12 | 36 | 0,16 | 45 | 0,20 | 54 | 0,24 | 72 | 0,32 | 90 | 0,40 | 135 | 0,61 | 180 | 0,81 | 225 | 1,01 | 270 | 1,22 | 450 | 2,02 |
| 10. | 30 | 0,15 | 40 | 0,20 | 50 | 0,25 | 60 | 0,30 | 80 | 0,40 | 100 | 0,50 | 150 | 0,75 | 200 | 1,00 | 250 | 1,25 | 300 | 1,50 | 500 | 2,50 |
| 11. | 33 | 0,18 | 44 | 0,24 | 55 | 0,30 | 66 | 0,36 | 88 | 0,48 | 110 | 0,60 | 165 | 0,91 | 220 | 1,21 | 275 | 1,51 | 330 | 1,82 | 550 | 3,02 |
| 12. | 36 | 0,22 | 48 | 0,29 | 50 | 0,36 | 72 | 0,43 | 96 | 0,58 | 120 | 0,72 | 180 | 1,08 | 240 | 1,44 | 300 | 1,80 | 360 | 2,16 | 600 | 3,60 |
| 13. | 39 | 0,25 | 52 | 0,34 | 65 | 0,42 | 78 | 0,51 | 104 | 0,68 | 130 | 0,84 | 195 | 1,27 | 260 | 1,69 | 325 | 2,11 | 390 | 2,54 | 650 | 4,22 |
| 14. | 42 | 0,29 | 56 | 0,39 | 70 | 0,49 | 84 | 0,59 | 112 | 0,78 | 140 | 0,98 | 210 | 1,47 | 280 | 1,96 | 350 | 2,45 | 420 | 2,94 | 700 | 4,90 |
| 15. | 45 | 0,34 | 60 | 0,45 | 75 | 0,56 | 90 | 0,67 | 120 | 0,90 | 150 | 1,12 | 225 | 1,69 | 300 | 2,25 | 375 | 2,81 | 450 | 3,38 | 750 | 5,62 |
| 16. | 48 | 0,38 | 64 | 0,51 | 80 | 0,64 | 96 | 0,77 | 128 | 1,02 | 160 | 1,28 | 240 | 1,92 | 320 | 2,57 | 400 | 3,20 | 480 | 3,84 | 800 | 6,40 |
| 17. | 51 | 0,43 | 68 | 0,58 | 85 | 0,72 | 102 | 0,87 | 136 | 1,16 | 170 | 1,41 | 255 | 2,17 | 340 | 2,89 | 425 | 3,61 | 510 | 4,34 | 850 | 7,22 |
| 18. | 54 | 0,49 | 72 | 0,65 | 90 | 0,81 | 108 | 0,97 | 144 | 1,30 | 180 | 1,65 | 270 | 2,43 | 360 | 3,24 | 450 | 4,05 | 540 | 4,86 | 900 | 8,10 |
| 19. | 57 | 0,54 | 76 | 0,72 | 95 | 0,90 | 114 | 0,08 | 152 | 1,44 | 190 | 1,60 | 285 | 2,71 | 380 | 3,61 | 475 | 4,51 | 570 | 5,42 | 950 | 9,02 |
| 20. | 60 | 0,60 | 80 | 0,80 | 100 | 1,00 | 120 | 1,20 | 160 | 1,60 | 200 | 2,00 | 300 | 3,00 | 400 | 4,00 | 500 | 5,00 | 600 | 6,00 | 1000 | 10,00 |
| 21. | 63 | 0,66 | 84 | 0,88 | 105 | 1,10 | 126 | 1,32 | 168 | 1,76 | 210 | 2,20 | 315 | 3,31 | 420 | 4,41 | 525 | 5,51 | 630 | 6,62 | 1050 | 11,02 |
| 22. | 66 | 0,72 | 88 | 0,97 | 110 | 1,21 | 132 | 1,45 | 176 | 1,94 | 220 | 2,42 | 330 | 3,63 | 440 | 4,84 | 550 | 6,05 | 660 | 7,26 | 1100 | 12,10 |
| 23. | 69 | 0,79 | 92 | 1,06 | 115 | 1,32 | 138 | 1,59 | 184 | 2,12 | 230 | 2,64 | 345 | 3,97 | 460 | 5,29 | 575 | 6,61 | 690 | 7,94 | 1150 | 13,22 |
| 24. | 72 | 0,86 | 96 | 1,15 | 120 | 1,44 | 144 | 1,73 | 192 | 2,30 | 240 | 2,88 | 360 | 4,32 | 480 | 5,76 | 600 | 7,20 | 720 | 8,64 | 1200 | 14,40 |
| 25. | 75 | 0,94 | 100 | 1,25 | 125 | 1,56 | 150 | 1,87 | 200 | 2,50 | 250 | 3,12 | 375 | 4,69 | 500 | 6,25 | 625 | 7,81 | 750 | 9,38 | 1250 | 15,62 |
| 26. | 78 | 1,01 | 104 | 1,35 | 130 | 1,69 | 156 | 2,03 | 208 | 2,70 | 260 | 3,38 | 390 | 5,07 | 520 | 6,76 | 650 | 8,45 | 780 | 10,14 | 1300 | 16,90 |
| 27. | 81 | 1,09 | 108 | 1,46 | 135 | 1,82 | 162 | 2,19 | 216 | 2,92 | 270 | 3,64 | 405 | 5,47 | 540 | 7,29 | 675 | 9,11 | 810 | 10,94 | 1350 | 18,22 |
| 28. | 84 | 1,10 | 112 | 1,57 | 140 | 1,96 | 168 | 2,35 | 224 | 3,14 | 280 | 3,92 | 420 | 5,88 | 560 | 7,84 | 700 | 9,80 | 840 | 11,76 | 1400 | 19,60 |
| 29. | 87 | 1,25 | 116 | 1,68 | 145 | 2,10 | 174 | 2,52 | 232 | 3,36 | 290 | 4,20 | 435 | 6,31 | 580 | 8,41 | 725 | 10,51 | 870 | 12,62 | 1450 | 21,02 |
| 30. | 90 | 1,35 | 120 | 1,80 | 150 | 2,25 | 180 | 2,70 | 240 | 3,60 | 300 | 4,50 | 450 | 6,75 | 600 | 9,00 | 750 | 11,25 | 900 | 13,50 | 1500 | 22,50 |
| 31. | 93 | 1,44 | 124 | 1,92 | 155 | 2,40 | 186 | 2,88 | 248 | 3,84 | 310 | 4,80 | 465 | 7,21 | 620 | 9,61 | 775 | 12,01 | 930 | 14,42 | 1550 | 24,02 |
| 32. | 96 | 1,54 | 128 | 2,05 | 160 | 2,56 | 192 | 3,08 | 256 | 4,10 | 320 | 5,12 | 480 | 7,68 | 640 | 10,24 | 800 | 12,80 | 960 | 15,36 | 1600 | 25,60 |
| 33. | 99 | 1,63 | 132 | 2,18 | 165 | 2,72 | 198 | 3,27 | 264 | 4,36 | 330 | 5,45 | 495 | 8,17 | 660 | 10,80 | 825 | 13,61 | 990 | 16,34 | 1650 | 27,22 |
| 34. | 102 | 1,73 | 136 | 2,41 | 170 | 2,89 | 204 | 3,47 | 272 | 4,62 | 340 | 5,78 | 510 | 8,67 | 680 | 11,56 | 850 | 14,45 | 1020 | 17,34 | 1700 | 28,90 |
| 35. | 105 | 1,84 | 140 | 2,45 | 175 | 3,06 | 210 | 3,68 | 280 | 4,90 | 350 | 6,12 | 525 | 9,19 | 700 | 12,25 | 875 | 15,31 | 1050 | 18,38 | 1750 | 30,62 |
| 36. | 108 | 1,94 | 144 | 2,59 | 180 | 3,24 | 216 | 3,89 | 288 | 5,18 | 360 | 6,48 | 540 | 9,72 | 720 | 12,96 | 900 | 16,20 | 1080 | 19,44 | 1800 | 32,44 |
| 37. | 111 | 2,05 | 148 | 2,74 | 185 | 3,42 | 222 | 4,11 | 296 | 5,48 | 370 | 6,84 | 555 | 10,27 | 740 | 13,96 | 925 | 17,11 | 1110 | 20,54 | 1850 | 34,22 |
| 38. | 114 | 2,17 | 152 | 2,89 | 190 | 3,61 | 226 | 4,33 | 304 | 5,78 | 380 | 7,22 | 570 | 10,83 | 760 | 14,44 | 950 | 18,05 | 1140 | 21,66 | 1900 | 36,10 |
| 39. | 117 | 2,28 | 156 | 3,04 | 195 | 3,80 | 234 | 4,56 | 312 | 6,08 | 390 | 7,60 | 585 | 11,41 | 780 | 15,21 | 975 | 19,01 | 1170 | 22,82 | 1950 | 38,02 |
| 40. | 120 | 2,40 | 160 | 3,20 | 200 | 4,00 | 240 | 4,80 | 320 | 6,40 | 400 | 8,00 | 600 | 12,00 | 800 | 16,00 | 1000 | 20,00 | 1200 | 24,00 | 2000 | 40,00 |
| 41. | 123 | 2,52 | 164 | 3,36 | 205 | 4,20 | 246 | 5,04 | 328 | 6,72 | 410 | 8,40 | 615 | 12,61 | 820 | 16,81 | 1025 | 21,01 | 1230 | 25,22 |  |  |
| 42. | 126 | 2,65 | 168 | 3,53 | 210 | 4,41 | 252 | 5,29 | 336 | 7,06 | 420 | 8,82 | 630 | 13,23 | 840 | 17,64 | 1050 | 22,05 | 1260 | 26,46 |  |  |
| 43. | 129 | 2,77 | 172 | 3,70 | 215 | 4,52 | 258 | 5,55 | 344 | 7,40 | 430 | 9,24 | 645 | 13,87 | 860 | 18,49 | 1075 | 23,11 | 1290 | 27,74 |  |  |
| 44. | 132 | 2,91 | 176 | 3,87 | 220 | 4,84 | 264 | 5,81 | 352 | 7,74 | 440 | 9,68 | 660 | 14,52 | 880 | 19,36 | 1100 | 24,20 | 1320 | 29,04 |  |  |
| 45. | 135 | 3,04 | 180 | 4,05 | 225 | 5,06 | 270 | 6,07 | 360 | 8,10 | 450 | 10,12 | 675 | 15,19 | 900 | 20,25 | 1125 | 25,31 | 1350 | 30,38 |  |  |
| 46. | 138 | 3,18 | 184 | 4,23 | 230 | 5,29 | 276 | 6,35 | 368 | 8,46 | 460 | 10,58 | 690 | 15,87 | 920 | 21,16 | 1150 | 26,45 | 1380 | 31,74 |  |  |
| 47. | 141 | 3,32 | 188 | 4,42 | 235 | 5,52 | 282 | 6,66 | 376 | 8,84 | 470 | 11,04 | 705 | 16,57 | 940 | 22,09 | 1175 | 27,61 | 1410 | 33,14 |  |  |
| 48. | 144 | 3,46 | 192 | 4,61 | 240 | 5,76 | 288 | 6,91 | 384 | 9,22 | 480 | 11,52 | 720 | 17,28 | 960 | 23,01 | 1200 | 28,80 | 1440 | 34,56 |  |  |
| 49. | 147 | 3,60 | 196 | 4,80 | 245 | 6,00 | 294 | 7,20 | 392 | 9,60 | 490 | 12,00 | 735 | 18,01 | 980 | 24,01 | 1225 | 30,01 | 1470 | 36,02 |  |  |
| 50. | 150 | 3,75 | 200 | 5,00 | 250 | 6,25 | 300 | 7,50 | 400 | 10,00 | 500 | 12,50 | 750 | 18,75 | 1000 | 25,00 | 1250 | 31,25 | 1500 | 37,50 |  |  |
| 51. | 153 | 3,90 | 204 | 5,21 | 255 | 6,50 | 306 | 7,80 | 408 | 10,40 | 510 | 13,00 | 765 | 19,51 | 1020 | 26,01 | 1275 | 32,51 | 1530 | 39,02 |  |  |
| 52. | 156 | 4,06 | 208 | 5,41 | 260 | 6,76 | 312 | 8,11 | 416 | 10,82 | 520 | 13,52 | 780 | 20,28 | 1040 | 27,04 | 1300 | 33,80 | 1560 | 40,56 |  |  |
| 53. | 159 | 4,22 | 212 | 5,61 | 265 | 7,02 | 318 | 8,42 | 424 | 11,24 | 530 | 14,04 | 795 | 21,07 | 1060 | 28,09 | 1325 | 35,11 | 1590 | 42,14 |  |  |
| 54. | 162 | 4,38 | 216 | 5,82 | 270 | 7,29 | 324 | 8,74 | 432 | 11,66 | 540 | 14,58 | 810 | 21,87 | 1080 | 29,17 | 1350 | 36,45 | 1620 | 44,74 |  |  |
| 55. | 165 | 4,54 | 220 | 6,05 | 275 | 7,56 | 330 | 9,07 | 440 | 12,10 | 550 | 15,12 | 825 | 22,69 | 1100 | 30,25 | 1375 | 37,81 | 1650 | 45,38 |  |  |
| 56. | 168 | 4,70 | 224 | 6,27 | 280 | 7,84 | 336 | 9,40 | 448 | 12,54 | 560 | 15,68 | 840 | 23,52 | 1120 | 31,36 | 1400 | 39,20 | 1680 | 47,04 |  |  |
| 57. | 171 | 4,88 | 228 | 6,49 | 285 | 8,12 | 342 | 9,74 | 456 | 13,00 | 570 | 16,24 | 855 | 24,36 | 1140 | 32,49 | 1425 | 40,61 | 1710 | 48,74 |  |  |
| 58. | 174 | 5,05 | 232 | 6,73 | 290 | 8,41 | 348 | 10,09 | 464 | 13,46 | 580 | 16,82 | 870 | 25,24 | 1160 | 33,64 | 1450 | 42,05 | 1740 | 50,46 |  |  |
| 59. | 177 | 5,22 | 236 | 6,96 | 295 | 8,70 | 354 | 10,44 | 472 | 13,92 | 590 | 17,40 | 885 | 26,10 | 1180 | 34,81 | 1475 | 44,51 | 1770 | 52,22 |  |  |
| 60. | 180 | 5,40 | 240 | 7,20 | 300 | 9,00 | 360 | 10,80 | 480 | 14,90 | 600 | 18,00 | 900 | 27,00 | 1200 | 36,00 | 1500 | 45,00 | 1800 | 54,00 |  |  |

Примечание.

*i* - уклон касательной линии, ‰; *R* - радиус вертикальной кривой, м; *l* - горизонтальное расстояние от нулевой точки кривой до касательной линии (*Х*), м; *h* - превышение точки на касательной над нулевой точкой кривой (± *У*), м.

Таблица П5

 Нормы отвода земель под автомобильные дороги,

располагаемые на насыпях

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота  насыпи | На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 % | | | | На пересеченной местности  с поперечном уклоном св. 9 % | | | |
| с заложением откосов земляного полотна крутизны | | | | | | | |
| постоянной | | переменной | | постоянной | | переменной | |
| 1:4 | 1:2 | 1:1,5; 1:1,75 | 1:1,75; 1:2 | 1:4 | 1:2 | 1:1,5; 1:1,75 | 1:1,75; 1:2 |
| I - II категория с 4 полосами движения | | | | | | | | |
| 1 | 65/52/71 | - | - | - | 87/119 | - | - | - |
| 1,5 | 65/56/83 | - | - | - | 91/123 | - | - | - |
| 2 | 65/51/95 | - | - | - | 95/127 | - | - | - |
| 3 | 65/59 | - | - | - | 103 | - | - | - |
| 4 | - | 65/51 | - | - | - | 68 | - | - |
| 5 | - | 65/55 | - | - | - | 73 | - | - |
| 6 | - | 65/59 | - | - | - | 79 | - | - |
| 7 | - | - | 65/56 | 65/60 | - | - | 74 | 78 |
| 8 | - | - | 65/58 | 65/64 | - | - | 79 | 84 |
| 9 | - | - | 65/63 | 65/68 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | 67 | 72 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 70 | 76 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 74 | 80 | - | - | - | - |
| II категория с 2 полосами движения | | | | | | | | |
| 1 | 58/38/57 | - | - | - | 62/81 | - | - | - |
| 1,5 | 58/42/69 | - | - | - | 66/85 | - | - | - |
| 2 | 58/37/81 | - | - | - | 70/89 | - | - | - |
| 3 | 58/45 | - | - | - | 79 | - | - | - |
| 4 | - | 58/37 | - | - | - | 58/51 | - | - |
| 5 | - | 58/41 | - | - | - | 58/56 | - | - |
| 6 | - | 58/45 | - | - | - | 58/61 | - | - |
| 7 | - | - | 58/43 | 58/46 | - | - | 58/55 | 59 |
| 8 | - | - | 58/46 | 58/50 | - | - | 59 | 63 |
| 9 | - | - | 58/50 | 58/54 | - | - | 63 | 68 |
| 10 | - | - | 58/53 | 58/58 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 58/57 | 62 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 60 | 66 | - | - | - | - |
| III категория | | | | | | | | |
| 1 | 57/35/54 | 57/31/50 | - | - | - | 57/56/75 | 59/73 | - |
| 1,5 | 57/39/66 | 57/34/59 | - | - | - | 60/79 | 61/76 | - |
| 2 | 57/34/78 | 57/30/68 | - | - | - | 64/83 | 63/78 | - |
| 3 | 57/42 | 57/36 | 57/30 | - | - | 73 | 68 | 57/46 |
| 4 | - | - | 57/34 | - | - | - | - | 57/47 |
| 5 | - | - | 57/38 | - | - | - | - | 57 |
| 6 | - | - | 57/42 | - | - | - | - | 58 |
| 7 | - | 57/40 | 57/43 | - | - | - | 57/52 | 57/56 |
| 8 | - | 57/43 | 57/47 | - | - | - | 57/56 | 60 |
| 9 | - | 57/47 | 57/51 | - | - | - | 60 | 64 |
| 10 | - | 57/50 | 57/55 | - | - | - | - | - |
| 11 | - | 57/54 | 57/59 | - | - | - | - | - |
| 12 | - | 57 | 63 | - | - | - | - | - |
| IV категория | | | | | | | | |
| 1 | 36/29/48 | - | - | - | 36/34/40 | - | - | - |
| 1,5 | 36/32/57 | - | - | - | 37/48 | - | - | - |
| 2 | 36/28/66 | - | - | - | 41/55 | - | - | - |
| 3 | - | 36/28 | - | - | - | 39 | - | - |
| 4 | - | 36/32 | - | - | - | 43 | - | - |
| 5 | - | 36/36 | - | - | - | 47 | - | - |
| 6 | - | 36/40 | - | - | - | 51 | - | - |
| 7 | - | - | 36/38 | 41 | - | - | 49 | 52 |
| 8 | - | - | 41 | 45 | - | - | 51 | 55 |
| 9 | - | - | 45 | 49 | - | - | 53 | 58 |
| 10 | - | - | 48 | 53 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 52 | 57 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 55 | 61 | - | - | - | - |

Примечания.

1-е число - ширина полосы отвода с учетом обеспечения боковой видимости, включает с каждой стороны полосы шириной по 25 м на I – III категории, по 15 м на IV - V категории от кромки проезжей части;

2-е число - ширина полосы отвода с учетом устройства трапецеидальных кюветов;

3-е число - ширина полосы отвода с учетом устройства боковых резервов шириной 10 м и глубиной 0,5 м; 1 м и 1,5 м соответственно.

Таблица П6

 Нормы отвода земель под автомобильные дороги,

располагаемые в выемках

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота  насыпи | На равнинной местности с поперечным уклоном до 9 % | | | | На пересеченной местности  с поперечным уклоном св. 9 % | | | |
| с заложением откосов земляного полотна крутизны | | | | | | | |
| постоянной | | переменной | | постоянной | | переменной | |
| 1:5 | 1:10 | 1:2 | 1:1,5 | 1:5 | 1:10 | 1:2 | 1:1,5 |
| I - II категория с 4 полосами движения | | | | | | | | |
| 1 | 70 | 95 | - | - | - | - | 84 | 79 |
| 2 | - | - | 74 | 72 | - | - | 83 | 77 |
| 3 | - | - | 78 | 75 | - | - | 92 | 86 |
| 4 | - | - | 82 | 78 | - | - | 93 | 86 |
| 5 | - | - | 86 | 81 | - | - | 98 | 89 |
| 6 | - | - | 86 | 80 | - | - | 102 | 92 |
| 7 | - | - | 90 | 83 | - | - | - | 95 |
| 8 | - | - | 94 | 86 | - | - | - | - |
| 9 | - | - | 98 | 89 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | 102 | 92 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 106 | 95 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 110 | 98 | - | - | - | - |
| II категория с 2 полосами движения | | | | | | | | |
| 1 | 58/56 | 80 | - | - | - | - | 64 | 60 |
| 2 | - | - | 61 | 59 | - | - | 73 | 69 |
| 3 | - | - | 65 | 62 | - | - | 74 | 68 |
| 4 | - | - | 69 | 65 | - | - | 78 | 71 |
| 5 | - | - | 73 | 68 | - | - | 83 | 75 |
| 6 | - | - | 73 | 67 | - | - | 87 | 78 |
| 7 | - | - | 77 | 70 | - | - | 92 | 81 |
| 8 | - | - | 81 | 73 | - | - | - | 84 |
| 9 | - | - | 85 | 76 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | 89 | 79 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 93 | 82 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 97 | 85 | - | - | - | - |
| III категория | | | | | | | | |
| 1 | 57/52 | 75 | - | - | - | - | 62 | 58 |
| 2 | - | - | 58 | 56 | - | - | 71 | 67 |
| 3 | - | - | 62 | 59 | - | - | 71 | 65 |
| 4 | - | - | 66 | 62 | - | - | 75 | 68 |
| 5 | - | - | 70 | 65 | - | - | 79 | 71 |
| 6 | - | - | 70 | 64 | - | - | 84 | 75 |
| 7 | - | - | 74 | 67 | - | - | 88 | 78 |
| 8 | - | - | 78 | 70 | - | - | 93 | 81 |
| 9 | - | - | 82 | 73 | - | - | - | - |
| 10 | - | - | 86 | 76 | - | - | - | - |
| 11 | - | - | 90 | 79 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 94 | 82 | - | - | - | - |
| IV категория | | | | | | | | |
| 1 | 47 | 70 | - | - | - | - | 40 | 37 |
| 2 | - | - | 38 | 36/34 | - | - | 44 | 40 |
| 3 | - | - | 42 | 37 | - | - | 48 | 43 |
| 4 | - | - | 46 | 40 | - | - | 52 | 46 |
| 5 | - | - | 50 | 43 | - | - | 56 | 49 |
| 6 | - | - | 54 | 46 | - | - | 60 | 52 |
| 7 | - | - | 58 | 49 | - | - | 63 | 55 |
| 8 | - | - | 62 | 52 | - | - | 67 | 58 |
| 9 | - | - | 66 | 55 | - | - | 71 | 61 |
| 10 | - | - | 70 | 58 | - | - | - | 64 |
| 11 | - | - | 74 | 61 | - | - | - | - |
| 12 | - | - | 78 | 64 | - | - | - | - |

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

*Основная литература*

1.  [ГОСТ 21.101-97](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/190617/mod_resource/content/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/4063.htm). СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. - М., 1997. - 37 с.

2.  ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. - М., 1994. - 17 с.

3.  ГОСТ 21.302-96. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. - М., 1997. - 17 с.

4.  ГОСТ 21.508-93. СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. - М., 1994. - 27 с.

5.  ГОСТ Р 21.1207-97.СПДС. Условные графические обозначения   
на чертежах автомобильных дорог. - М., 1997. - 26 с.

6.  ГОСТ Р 21.1701-97. СПДС. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. - М., 1997. - 34 с.

7.  ГОСТ Р 52398-2005. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. - М., 2006. - 4 с.

8.  ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. - М., 2006. - 5 с.

9.  СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. - М., 1984. - 109 с.

10.  СП 131.13330.2012. СНиП 23.01.99. Строительная климатология. - М., 2012. - 37 с.

11.  СП 34.13330.2012. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги. - М., 2013. - 127 с.

12.  Постановление правительства РФ № 717 от 02.09.2009. О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и объектов дорожного сервиса. - М., 2009. - 19 с.

13.  Проектирование автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) Т. 5 / Под ред. Г.А. Федотова, П.И. Поспелова.- М.: Информавтодор, 2007. - 668 с.

*Дополнительная литература*

14.  ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. - М., 2002. - 12 с.

15.  ГОСТ 26775-97. Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях. Нормы и технические требования. - М., 1997. - 21 с.

16.  ГОСТ Р 52289-2004. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. - М., 2006. - 103 с.

17.  ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. - М., 2007. - 14 с.

18.  [СНиП 11-01-95](http://dec.cdo.vlsu.ru/pluginfile.php/190617/mod_resource/content/%D0%9C%D0%BE%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/653.htm). Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. - М., 1996. - 20 с.

19.  СНиП 11.02-96. Инженерные изыскания для строительства. - М., 1996. - 21 с.

20.  СНиП 11.03-2001. Типовая проектная документация. - М., 2002. - 8с.

21.  СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. - М., 1997. - 57 с.

22.  СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. - М., 2001. - 82 с.

23.  СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч.1. Общие правила производства работ. - М., 1998. - 54с.

24.  СП 35.13330.2011. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы. - М.,2011. - 664 с.

25.  СП 42.13330.2011. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. - М., 2011. – 170 с.

26.  СП 78.13330.2013. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. М., 2012. 80 с.

27.  СТО 2.25.42-2011. Устройство обстановки дороги. 1 ч. Установка дорожных знаков и сигнальных столбиков. - М., 2011. - 27 с.

28.  СТО 2.25.43-2011. Устройство обстановки дороги. 2 ч. Нанесение дорожной разметки. - М., 2011.- 23 с.

29.  СТО 2.25.44-2011. Устройство обстановки дороги. 3 ч. Устройство металлических барьерных ограждений. - М., 2011. - 15 с.

30.  ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. -М., 1986. - 76 с.

31.  ГЭСН-2001. Сб. 1. Земляные работы. - М., 2001. - 88 с.

32.  Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. - М.: Недра, 1978. - 144 с.

33.  Митин Н.А. Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1977. - 544 с.

34.  Ксенодохов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1981. – 140 с.

35.  Антонов Н.М. и др. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1968. - 200 с.

36.  Эталон проекта на строительство автомобильной дороги. - М.: Союздорпроект, 1983. - 100 с.

37.  Эталон рабочего проекта на строительство автомобильной дороги. - Ленинград: филиал Гипродорнии, 1988.- 150 с.

38.  Рекомендации по разработке инженерного проекта на строительство федеральной автомобильной дороги. - М.: Гипродорнии, 1995. - 167 с.

39.  Условные знаки для топографических планов. - М., 1986. - 23 с.

40.  Поспелов П.И., Самодурова Т.В., Малофеев А.Г. и др. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог (на базе программного комплекса CREDO). Учеб. пособие. - М., 2007. - 216с.

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение …..………………..…………… …………………………….. 3

1.       Общие указания .……………………………………………………. 4

2.       Технические нормативы автомобильной дороги ...………………. 7

3.       Социально-экономическая характеристика района

строительства ………………………………………………………13

4.       Природно-климатические условия района строительства ….….. 15

5.       Проектирование плана автомобильной дороги ………………….. 21

6.       Проектирование продольного профиля автомобильной дороги .. 34

7.       Проектирование поперечных профилей автомобильной дороги . 68

8.       Расчет объемов земляного полотна ..……………..…………….… 81

9.       Отвод земель ..……………………………………………………… 97

Контрольные вопросы ..…………..……………………………..…… 103

Задание .……………………………………………………………….. 104

Приложение ..………………………………………………………… 105

Библиографический список …………………………………………. 116