

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Проектирование автомобильной дороги

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог» для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и бакалавров по направлению 270100 «Строительство» профиля подготовки «Автомобильные дороги»

Белгород
2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова

Кафедра автомобильных и железных дорог

Утверждено
научно-методическим советом
университета

Проектирование автомобильной дороги

Методические указания к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Изыскания и проектирование
автомобильных дорог» для студентов специальности
270205 – Автомобильные дороги и аэродромы и
бакалавров по направлению 270100 – «Строительство»
профиля подготовки «Автомобильные дороги»

Белгород

2012

УДК 625.72 (07)

ББК 39.311 я 7

П79

Составители: канд. техн. наук, проф. Н.Г. Горшкова

ст. преп. А.С. Погромский

Рецензент канд. техн. наук, проф. В.И. Шухов

Проектирование автомобильной дороги: методические

П 79 указания к выполнению курсового проекта / сост.: Н.Г. Горшкова,
А.С. Погромский. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012.
– 33 с.

В методических указаниях определены основные вопросы, решаемые при проектировании автомобильных дорог: определение категории дороги, расчет вариантов плана трассы, проектирование продольного профиля выбранного вариант плана трассы.

Методические указания предназначены для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и бакалавров по направлению 270100 «Строительство» профиля подготовки «Автомобильные дороги».

УДК 625.72 (075)

ББК 39.311 я 7

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2012

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсового проекта – закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретических основ по проектированию автомобильных дорог, дать возможность получить первоначальные навыки по применению этих знаний на практике в процессе последовательной и детальной разработки вопросов курсового проекта, в оформлении чертежей и написания пояснительной записки.

Основные задачи курсового проектирования:

– научить студентов производить расчеты и технико-экономические обоснования технических нормативов, применяемых при проектировании автомобильных дорог;

– привить студентам навыки по основным приемам трассирования вариантов дороги на карте, методам проектирования продольного и поперечных профилей дороги, подсчету объемов земляных работ;

– научить самостоятельно принимать и уметь обосновывать инженерные решения при проектировании;

– обучить студентов умению пользоваться различной справочной литературой, строительными нормами и правилами (СНиПами), типовыми проектами и другими материалами, необходимыми при составлении проекта автомобильной дороги.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

1. Краткое описание природных условий и экономики района проложения трассы (3%).

2. Обоснование категории дороги и расчет нормативов на проектирование дороги (17%).

3. Проектирование двух вариантов трассы дороги в плане (20%).

4. Проектирование продольного профиля (25%).

5. Проектирование поперечных профилей (с указанием дорожной одежды) (10%).

6. Определение объемов земляных работ (10%).

7. Деталь проекта (15%).

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА

Пояснительная записка к проекту должна состоять из титульного листа, задания на проектирование, содержания, текста пояснительной записки (объемом 30–35 с), списка литературы и приложений.

Пояснительная записка с необходимыми расчетами, обоснованиями, рисунками, таблицами и титульный лист должны быть написаны на стандартных листах бумаги формата А4 и оформлены в соответствии с ЕСКД. В тексте пояснительной записки приводятся формулы с пояснением всех символов и с последующей подстановкой числовых величин, указываются размерности всех величин. Страницы пояснительной записки подлежат сквозной нумерации. Ссылки на литературу в тексте записки указываются в квадратных скобках. Список литературы составляется в порядке ее использования.

Графическая часть проекта выполняется в соответствии с установленными стандартами [1,2] и подшивается к пояснительной записке после списка использованной литературы.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Исходными данными являются:

- а) задание на выполнение курсового проекта;
- б) учебная топографическая карта в масштабе 1:25 000.

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

1. План трассы дороги в горизонталях с указанием пикетажа, километража, кривых, искусственных сооружений.

2. Продольный профиль проектируемого участка автомобильной дороги, выполненный на миллиметровой бумаге, в масштабах: горизонтальный 1:5 000 (1 см – 50 м), вертикальный 1:500 (1 см – 5 м), для грунтов 1:50 (1 см – 0,5 м); для горных условий допускается применение масштабов: вертикальный 1:200, горизонтальный 1:2 000; для грунтов 1:20.

3. Два поперечных профиля (в насыпи и в выемке), принятых по альбому типовых конструкций, выполненные на миллиметровой бумаге в масштабе 1:100 (1 см – 1 м).

4. Деталь проекта (на ватмане или миллиметровой бумаге).

СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1. Краткое описание природно-климатических условий района проложения трассы

При описании природных условий необходимо указать, в какой климатической зоне проектируется дорога, и дать краткую характеристику данной климатической зоны.

В пояснительной записке приводится краткое описание геофизических особенностей района проектирования дороги [3].

1. **Климат.** Студент собирает и изучает следующие характеристики климата:

- среднемесячные, максимальные и минимальные температуры воздуха;
- летнее, зимнее и среднегодовое количество осадков;
- глубину промерзания;
- господствующие ветры в летний и зимний период, что позволяет определить наиболее вероятные места снежных заносов на дороге.

2. **Рельеф местности и растительность.** Используя топографическую карту, произвести анализ общей характеристики района. При этом указать все особенности местности (овраги, возвышенности, ручьи, озера, леса, населенные пункты и т.д.) в полосе проложения трассы, которые могут оказать существенное влияние на ее проложение.

3. **Грунтово-геологические и гидрологические условия.** Для заданного района проектирования после внимательного анализа топографической карты в пояснительной записке необходимо привести краткое описание грунтово-геологических и гидрологических условий.

4. **Экономика района и дорожно-строительные материалы.** Кратко охарактеризовать дорожную сеть района проектирования, промышленность, местные материалы и отходы местного производства. Выявить возможность использования местных материалов для строительства дороги, обосновать и перечислить виды привозных материалов.

2. Обоснование категории дороги, расчет и обоснование технических нормативов на проектирование

2.1. Определение категории дороги и расчетной скорости движения

Категория дороги определяется на основе указаний СНиП 2.05.02–85*[4]. Для этого необходимо определить перспективную интенсивность движения, приведенную к легковому автомобилю, авт/сут

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n k_i N_i, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент приведения отдельных типов автомобилей к легковому [4, табл. 2].

По величине расчетной интенсивности движения согласно табл. 1*[4] определяется категория проектируемой автомобильной дороги. Для принятой категории дороги по рельефу местности по табл. 3 [4] определяются расчетные скорости движения для проектирования элементов плана, продольного и поперечного профилей, а также других элементов, зависящих от скорости движения.

2.2. Определение наибольшего продольного уклона

Наибольший продольный уклон дороги определяют из условия равномерного движения автомобиля на подъеме при влажном и загрязненном покрытии

$$i_{\text{max}} = D - f, \quad (2)$$

где i_{max} – наибольший продольный уклон дороги; D – наибольший динамический фактор автомобиля (определяют по графику динамических характеристик в зависимости от скорости движения автомобиля) [5,7]; f – коэффициент сопротивления качению (принимают в зависимости от типа покрытия) [5,6,7, табл. 8.4].

Скорость движения для легковых автомобилей принимают по нормам проектирования [4, табл. 3] в соответствии с категорией дороги. Проверку обеспеченности сцепления на уклоне производят, анализируя соотношение между динамическим фактором автомобиля D и динамическим фактором по сцеплению D^ϕ

$$D^\phi > D. \quad (3)$$

Динамический фактор по сцеплению колес автомобиля с покрытием определяют для неблагоприятных условий движения на мокром и загрязненном покрытии

$$D^{\phi} = \phi \frac{G_{\text{сц}}}{G} - \frac{P_w}{G}, \quad (4)$$

где ϕ – коэффициент сцепления колес автомобиля с покрытием в зависимости от состояния покрытия и условий движения [7, табл. 8.6]; G – масса автомобиля в груженом состоянии, кг, принимается по [7]; $G_{\text{сц}}$ – сцепная масса автомобиля, кг (принимается как масса, приходящаяся на ведущую ось), [7]; P_w – сила сопротивления воздушной среды, кг, определяемая по формуле

$$P_w = \frac{kFV_p^2}{13}, \quad (5)$$

где k – коэффициент сопротивления воздушной среды, кгс²/м [6]; F – площадь лобовой проекции автомобиля, м², [5,6]; V_p – расчетная скорость для легкового автомобиля, км/ч.

Полученное расчетное значение наибольшего продольного уклона i_{max} для легкового автомобиля сравнивают с рекомендуемым нормативным значением i_n для данной категории [4, табл. 10]. Если $i_n < i_{\text{max}}$, то на этом уклоне обеспечено движение легковых автомобилей со скоростью не менее нормативной, поэтому для дальнейших расчетов следует принимать нормативное значение.

Скорость движения грузового автомобиля на расчетном максимальном продольном уклоне определяют через динамический фактор автомобиля на уклоне $i_{\text{max}} = i_n$ из формулы (2).

По величине динамического фактора грузового автомобиля по графику динамических характеристик [7] находят значение его скорости. Затем проверяют условие сцепления колес с покрытием грузового автомобиля на расчетной скорости по формуле (3).

Если в составе движения имеются автопоезда на базе другого грузового автомобиля, то для определения скорости движения автопоезда на заданном уклоне рассчитывают его максимальный динамический фактор из условия

$$D_{\text{ап}} = i_{\text{max}} + m_f, \quad (6)$$

где i_{max} – максимальный расчетный продольный уклон дороги; m_f – коэффициент увеличения сопротивления качению (принимают для одного прицепа 1,08; для двух – 1,10; для трех – 1,12) [7].

Затем определяют динамический фактор базового автомобиля

$$D_{\text{ан}} = \frac{DG}{G_{\text{ан}}}, \quad (7)$$

где D – динамический фактор базового автомобиля на этом же уклоне; G и $G_{\text{ан}}$ – полная масса автомобиля и автопоезда соответственно, кг.

По величине динамического фактора автомобиля D из графика динамических характеристик находят значение скорости базового автомобиля.

Для проверки сцепления колес автопоезда с покрытием рассчитывают динамический фактор автопоезда по сцеплению

$$D_{\text{ан}}^{\phi} = \phi \frac{G_{\text{сц}}}{G_{\text{ан}}} - \frac{P_{\text{вап}}}{G_{\text{ан}}}, \quad (8)$$

где $P_{\text{вап}}$ – сила сопротивления воздушной среды при движении автопоезда, кг, равная

$$P_{\text{вап}} = \alpha \frac{kFV_p^2}{13}, \quad (9)$$

где α – показатель увеличения коэффициента обтекаемости автопоезда по сравнению с одиночным автомобилем (принимают для одного прицепа 1,32; для двух прицепов – 1,59; для трех – 1,84).

После расчета наибольшего продольного уклона необходимо провести проверку возможности трогания с места автопоезда, остановившегося на подъеме с максимальным уклоном, по условию

$$D_{\text{ан}}^{\phi_i} > D_{\text{ан}}^l > am_f + i_{\text{max}} + \frac{\delta_x}{g} J, \quad (10)$$

где $D_{\text{ан}}^{\phi_i}$ – динамический фактор по сцеплению колес автопоезда с покрытием в момент трогания с места на низкой передаче (первой или второй), рассчитывают по формуле (8) при условии, что $P_{\text{вап}} = 0$; $D_{\text{ан}}^l$ – динамический фактор автопоезда в момент трогания с места на той же низкой передаче, определяют из выражения (7) по величине динамического фактора автомобиля на той же передаче; a – коэффициент увеличения сопротивления качению в момент трогания с места: для летних условий – 1,5÷2,5; для зимних – 2,5÷5,0 [7]; g – ускорение силы тяжести, м/с²; J – ускорение автомобиля при трогании с места (принимают 0,1–0,5 м/с²); δ_x – коэффициент учета вращающихся масс автомобиля, определяют по формуле

$$\delta_x = 1,04 + 0,05i_k^2, \quad (11)$$

где i_k – передаточное число коробки передач на соответствующей низкой передаче [7, 9].

Если на первой передаче условие трогания с места (10) не выполняется, следует проверить возможность трогания на второй передаче.

2.3. Определение расстояния видимости в плане

Расстояние видимости для проектируемой дороги определяется для двух схем:

1. Видимость поверхности дороги (схема одиночного торможения), м

$$S_n = \frac{V_p}{3,6} + \frac{k_3 V_p^2}{254\phi} + l_0, \quad (12)$$

где V_p – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч; k_3 – коэффициент эксплуатационных условий торможения, равный 1,2–1,4; ϕ – коэффициент продольного сцепления на чистом покрытии [7, табл. 8.6]; l_0 – безопасное расстояние до препятствия (5–10 м).

2. Видимость встречного автомобиля (торможение двух автомобилей, движущихся по одной полосе или по оси дороги навстречу друг другу с расчетной скоростью), м

$$S_a = \frac{V_p}{1,8} + \frac{2k_3 V_p^2}{254\phi} + l_0, \quad (13)$$

При наличии разделительной полосы (для дорог I категории) определяется только видимость поверхности дороги.

2.4. Определение минимального радиуса кривой в плане

Минимальный радиус кривой в плане рассчитывается из условий устойчивости автомобиля при движении с расчетной скоростью как с дополнительными устройствами на кривой (вираж, переходные кривые, уширения проезжей части и др.), так и без них.

Производится также проверка величины минимального радиуса кривой в плане из условия видимости в ночное время.

1. Минимальный радиус кривой в плане без учета виража, м

$$R = \frac{V_p^2}{127(\mu - i_n)}, \quad (14)$$

где μ – коэффициент поперечной силы (равен 0,12 для расчетной скорости 120–150 км/ч; 0,15 для расчетной скорости 80–100 км/ч; 0,16 для расчетной скорости 60 км/ч), определяется по [5,6]; i_n – поперечный

уклон проезжей части, принимается по [5,6]; V_p – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч.

2. Наименьший радиус кривой в плане при устройстве виража, м

$$R = \frac{V_p^2}{127(\mu + i_b)}, \quad (15)$$

где i_b – уклон виража, принимается по [4, табл. 8].

Поперечные уклоны проезжей части на вираже следует принимать не меньше поперечного уклона покрытия, т. е. в пределах 20...60‰ в зависимости от расчетной скорости движения, радиуса кривых, типа дорожного покрытия и климатических условий района проектирования в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02–85* [4].

3. При движении автомобиля по кривой с расчетной скоростью в ночное время минимальное значение радиуса, м

$$R = \frac{30S_n}{\alpha}, \quad (16)$$

где S_n – видимость поверхности дороги, м; α – угол раствора пучка света для современных фар, равный примерно 2°.

2.5. Определение минимальных радиусов вертикальных кривых

Минимальный радиус выпуклой вертикальной кривой определяется из условий видимости поверхности дороги

$$R_{\text{вып}} = \frac{S_n^2}{2d}, \quad (17)$$

где d – высота расположения глаза водителя над поверхностью дороги (1,2 м).

Минимальный радиус вертикальной вогнутой кривой определяется из условий допустимой перегрузки рессор и обеспечения видимости в ночное время

$$R_{\text{вог}} = \frac{V_p^2}{13a}, \quad (18)$$

где V_p – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч; a – центробежное ускорение, принимаемое 0,5–0,7 м/с².

2.6. Определение длины переходной кривой

Для плавного перехода подвижного состава с прямого участка на закругление или с закругления на прямую устраиваются кривые переменного радиуса, называемые переходными кривыми.

Длина переходной кривой, м

$$L = \frac{V_p^3}{47JR}, \quad (19)$$

где J – нарастание центробежного ускорения, принимаемое равным $0,8 \text{ м/с}^3$; R – радиус круговой кривой, м.

Переходные кривые следует устраивать при радиусах круговых кривых в плане 2 000 м и менее. При радиусах кривых более 2 000 м переходные кривые не устраивают. Нормативные длины переходных кривых, приведенные в [4, табл. 11] следует рассматривать как минимально допустимые. Вычисленную длину переходной кривой следует сравнить с нормативной и сделать соответствующий вывод.

2.7. Определение ширины проезжей части и земляного полотна

Ширина земляного полотна устанавливается в зависимости от количества полос движения и их ширины. Ширина одной полосы определяется по расчету в зависимости от расчетной скорости движения, габаритных размеров автомобилей и местоположения полосы в проезжей части дороги. Кроме того, ширину каждой полосы определяют из условия встречного движения двух автомобилей (легковой с грузовым, грузовой с грузовым, легковой с легковым).

Ширина однополосной дороги, м

$$П = c + 2y, \quad (20)$$

где c – колея автомобиля (расстояние между серединами колес), м; y – расстояние от середины следа колеса до края проезжей части, м:

$$y = 0,5 + 0,005V_p. \quad (21)$$

Ширина полосы для двухполосной дороги с двусторонним движением, м

$$П = \frac{(a+c)}{2} + x + y, \quad (22)$$

где a – ширина кузова автомобиля, м; x – расстояние от кузова до смежной полосы, по которой происходит движение, обычно принимают, что $x = y$.

Ширина полосы рассчитывается для легкового $P_{л}$ и грузового $P_{гр}$ движения.

Ширина проезжей части для двухполосной дороги $P = P_{л} + P_{гр}$.

Для четырехполосной проезжей части и попутном движении ширина крайней полосы P , м

$$P = \frac{(a+c)}{2} + y + D, \quad (23)$$

где $D = 0,35 + 0,005V_p$ – зазор безопасности для каждой полосы движения при попутном движении или обгоне; V_p – расчетная скорость движения автомобиля (легкового или грузового), км/ч.

Таким образом, расчет ширины полосы ведется при смешанном составе движения в двух вариантах – на легковое и грузовое движение, к дальнейшему проектированию принимается большее расчетное значение полосы, округленное до 0,25 м, но не более нормативного значения P_n .

Ширина земляного полотна двухполосной дороги $B = P_n + 2e$, где e – ширина обочины в метрах, принимаемая по [4, табл. 4].

Пропускная способность одной полосы определяется для грузового и легкового движения в отдельности по формуле, авт/ч

$$A = \frac{1000V_p}{Z}, \quad (24)$$

где V_p – скорость движения грузового или легкового автомобиля, км/ч; Z – расстояние между автомобилями, движущимися друг за другом, определяется по формуле, м

$$Z = \frac{V_p}{3,6} + \frac{k_3 V_p^2}{254\phi} + l_0 + l_a, \quad (25)$$

где l_a – длина автомобиля, м.

Расчет технических нормативов сопровождается схемами и необходимыми пояснениями, а справочные данные для их выполнения принимаются из литературных источников [4–11].

После расчета перечисленных выше нормативов составляется сводная таблица, в которой приводятся как рассчитанные, так и рекомендуемые нормативы по СНиП 2.05.02–85* (табл. 1).

Таблица 1

Технические нормативы на проектирование

Наименование технических нормативов	По расчету	По СНиП	Принятые для проектирования

Для проектирования принимаются лучшие численные значения из полученных по расчету или рекомендуемых СНиП 2.05.02–85* [4] с необходимыми обоснованиями.

2.8. Расчет уширения проезжей части

Для обеспечения безопасности движения на кривых рекомендуется устраивать уширение проезжей части [4, п. 4.19] с внутренней стороны закругления. Величина уширения проезжей части в пределах кривой, м

$$e = \frac{l_0^2}{R} + \frac{0,1V_p}{\sqrt{R}}, \quad (26)$$

где l_0 – длина автомобиля без заднего свеса, м [4, 7]; R – радиус кривой в плане дороги, м.

Для автомобиля с одним прицепом величина уширения

$$l_1 = 2 \cdot \left[R - \frac{\Pi}{2} - \sqrt{\left(\sqrt{R^2 - l_0^2} - \frac{\Pi}{2} \right)^2 + Q} \right], \quad (27)$$

где R – радиус кривой в плане, м; Π – ширина полосы движения, м; l_0 – расстояние от задней оси до переднего буфера автомобиля, м; Q – величина, учитывающая особенности конструкции автопоезда с одним прицепом, м

$$Q = c^2 - d^2 - l^2, \quad (28)$$

где c – длина заднего свеса сцепного устройства прицепа, м; d – длина дышла прицепа до центра поворотного круга, м; l – длина базы прицепа, м.

Уширение проезжей части на кривой определяют для различных марок автомобилей, имеющих в составе движения, и автопоезда. Принимают большее из полученных значений и сравнивают его с нормативным [4, п. 4.19].

Если значение уширения e меньше ширины обочин $2d$, то уширение проезжей части следует производить за счет уменьшения ширины обочин. Ширина обочин при этом должна быть не менее 1,5 м для дорог I и II категорий и 1,0 м – для дорог остальных категорий [4].

Если $e > 2d$, требуется уширение земляного полотна на величину $\Delta B = e - 2d$. Величина ΔB определяется до десятых долей метра. Уширение земляного полотна осуществляется по всей длине рассматриваемой кривой.

3. Проектирование вариантов трассы дороги в плане

3.1. Трассирование дороги на карте

Проектирование трассы дороги в плане производится между заданными пунктами А и В (согласно заданию) на топографической карте. Трассу дороги проектируют в двух вариантах. При трассировании следует пользоваться рекомендациями [4,5,6]. Рекомендуется следующая последовательность выполнения работы:

- начальную и конечную точки трассы следует соединить на карте прямой («воздушной») линией;
- определить места обхода трассой дороги контурных и высотных препятствий, пересечения водотоков, автомобильных и железных дорог с учетом обслуживания населенных пунктов, т. е. назначить контрольные точки;
- по предполагаемому направлению трассы выявить определяющие элементы ландшафта и ситуации (формы рельефа, лесные массивы, водные поверхности, сады, населенные пункты, промышленные и другие сооружения, группы деревьев и т. п.);
- осуществить приложение трассы дороги в виде ломаной линии, зафиксировать углы поворота;
- транспортиром измерить все углы поворота и осевой румб первой линии;
- в переломы трассы вписать кривые радиусами не менее минимального, полученного по расчету;
- в масштабе карты определить радиусы и длины предварительно нанесенных закруглений, сравнить значения параметров кривых с нормативами и принять решение – сохранить начертание плана или изменить его.

План трассы нужно разрабатывать с учетом рекомендаций по продольному профилю дороги для соблюдения требований рационального сочетания элементов трассы дороги [4,5,6].

План трассы сначала наносят карандашом, так как при разработке продольного профиля могут потребоваться изменения в плане. По всем вариантам трассы разбивается пикетаж (графически в масштабе карты) через 100 м с нумерацией только каждого пятого пикета, а также условными обозначениями отмечаются километры [1, 2]. На вариантах указываются номера вершин углов поворота (ВУ), отмечаются пикетажные положения начала и конца кривой (НК и КК), тангенсы кривых (Т) показываются пунктиром.

После окончательной увязки с продольным профилем планы трассы выделяют разными цветами. Принятый вариант обозначается красным цветом.

По значению угла поворота и радиусу необходимо определить элементы кривых: тангенс (Т), кривую (К), биссектрису (Б), домер (Д) по специальным таблицам [8,9] или формулам [5,6].

При проектировании закругления с переходными кривыми необходимо рассчитать и указать на варианте трассы не только НК и КК, но и начало, и конец переходной кривой (НПК и КПК).

Возможно проектирование варианта трассы дороги по методу гибкой линейки (клотоидное трассирование) с использованием прозрачных шаблонов клотоид разных параметров. В этом случае необходимо пользоваться таблицами и рекомендациями [10, 11].

Для каждого варианта трассы составляется ведомость углов поворота, прямых и кривых по форме 4 [2]. Образец ведомости приведен в приложении. Ниже таблицы выполняются проверки и выписывается протяженность трассы дороги по каждому варианту.

3.2. Сравнение вариантов трассы

Выбор рационального варианта трассы автомобильной дороги производится по основным технико-эксплуатационным показателям. Сравнение ведется по форме табл. 2.

Таблица 2

Сравнение вариантов трассы

Показатель	Вариант		Преимущества (+) и недостатки (-)	
	I	II	I	II
1	2	3	4	5
Длина трассы, м				
Количество углов поворота				
Средний угол поворота, град.				
Средний радиус поворота, м				
Максимальный уклон, ‰				
Количество съездов с дороги				
Количество мостов				
Количество труб				
Количество пересечений в одном уровне				
Количество пересечений в разных уровнях				

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Протяженность трассы по лесным угодьям				
Протяженность трассы вблизи населенных пунктов				
Протяженность трассы по неудобным местам (болота, овраги)				
Общая оценка вариантов				

Экономически приемлемым считается вариант, содержащий больше преимуществ чисто арифметически. При равенстве преимуществ и недостатков предпочтительнее вариант, который имеет преимущества по более важным показателям (длина трассы, количество пересечений рек и др.).

В пояснительной записке следует привести описание вариантов трассы дороги и обосновать выбор лучшего варианта.

4. Проектирование продольного профиля

4.1. Построение черного профиля

Для построения черного профиля дороги по карте в горизонталях на всех пикетах, переломах местности, в местах пересечения с водотоками, автомобильными и железными дорогами необходимо определить отметки поверхности с точностью до 1 см. Если точка находится в пределах замкнутой горизонтали, то ее отметка вычисляется методом экстраполяции.

Вычисленные отметки поверхности земли по оси трассы занести в соответствующую графу продольного профиля (рис. 1).

Эти же отметки нанести на чертеж «Продольный профиль» так, чтобы до верха штампа оставалось не менее 7 см для размещения геологического профиля, а сантиметровая линия миллиметровой бумаги соответствовала отметке, кратной 5 м (например 145,00; 150,00). Масштабы для построения продольного профиля: горизонтальный 1:5 000; вертикальный – 1:500. При этом расстояние от наивысшей точки черного профиля до верхней линии рамки должно быть не менее 3 см для размещения необходимых надписей. Если последнее условие не выполнено, то черный профиль смещают по вертикали.

Проектные данные	Тип местности по увлажнению		5
	Тип поперечного про- филя	слева	5
		справа	5
	левый кювет	Укрепление	5
		Уклон, ‰, длина, м	10
		Отметка дна, м	15
	правый кювет	Укрепление	5
		Уклон, ‰, длина, м	10
		Отметка дна, м	15
	Уклон, ‰, вертикальная кривая, м		10
Отметка оси дороги, м		15	
Фактические данные	Отметка земли, м		15
	Расстояние, м		10
Пикет Элементы плана Километры		20	
			145
10	25	20	20
			75

Рис. 1. Штамп чертежа продольного профиля

Точки черного профиля соединить сплошной тонкой линией. Параллельно под ней на расстоянии 2 см провести вторую сплошную тонкую линию и соединить одноименные точки этих черных профилей вертикальными прямыми: сплошными основными толщиной 0,6–1,0 мм на пикетах и сплошными тонкими на плюсовых точках.

4.2. Построение проектной линии

Образцы заполнения граф продольного профиля и условные обозначения приведены в ГОСТ [1, 2].

Перед нанесением проектной линии на продольном профиле необходимо определить отметки контрольных высотных точек и установить наименьшую высоту насыпи по грунтовым и гидрологическим условиям.

Назначение контрольных отметок для проектирования продольного профиля выполняют согласно следующим рекомендациям.

1. На участках, благоприятных для проектирования по обертывающей, для обеспечения незаносимости дороги снегом высота насыпи должна быть не менее

$$h = h_s + \Delta h, \quad (29)$$

где h_s – расчетная высота снегового покрова при расчетной вероятности превышения 5% (задана); Δh – запас высоты, назначают по нормам проектирования в зависимости от категории дороги [4, п. 6.33].

При определении величины h необходимо учесть превышение оси проезжей части над бровкой земляного полотна.

2. Для обеспечения устойчивости и прочности верхней части земляного полотна и дорожной одежды возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 сут) стоящих поверхностных вод, а также над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 сут) стоящих поверхностных вод должно соответствовать требованиям [4, табл. 21].

В качестве минимальной расчетной (рекомендуемой) рабочей отметки принимается большая из этих двух.

3. Условно назначить все трубы безнапорными диаметром 1,0 или 1,5 м. Принять рабочую отметку над ними по формуле

$$H_{\min} = h_{\text{тр}} + \delta + \Delta, \quad (30)$$

где $h_{\text{тр}}$ – высота или диаметр трубы, м; δ – толщина звена трубы (принять равной 0,15 м), м; Δ – толщина засыпки над трубой, м.

Толщина засыпки принимается равной толщине дорожной одежды, но не менее 0,5 м при безнапорном режиме работы трубы (в проекте условно принять равной 0,5 м).

4. На участках проектирования малых мостов проектная линия должна обеспечивать незатопляемость подходов и возвышение низа пролетного строения над поверхностью воды.

5. На участках пересечения с железными и автомобильными дорогами контрольные отметки продольного профиля определяются отметками проезжей части пересекаемой дороги. При этом следует учитывать, что в соответствии со СНиП [4] пересечения автомобильных дорог I–III категорий с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях.

Пересечения автомобильных дорог IV и V категорий с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях из условий обеспечения безопасности движения при:

– пересечении трех и более главных железнодорожных путей или когда пересечение располагается на участках железных дорог со

скоростным (свыше 120 км/ч) движением или при интенсивности движения более 100 поездов в сутки;

– проложении пересекаемых железных дорог в выемках, а также в случаях, когда не обеспечены нормы видимости;

– движении на автомобильных дорогах троллейбусов или устройств на них совмещенных трамвайных путей.

Проектную линию строят графически в такой последовательности:

1. На черный продольный профиль наносят контрольные точки.

2. Выделяют длинные (более 200 м для III и IV категорий и 300 м для I и II категорий дорог) прямолинейные участки черного профиля, проводят параллельно им прямые на высоте руководящей отметки с учетом контрольных отметок.

3. Выделяют выпуклые участки черного профиля и по шаблонам наносят проектную линию (выпуклую кривую) на высоте руководящей рабочей отметки по методу обертывающей, если позволяют нормативы, или по методу секущей (с устройством выемки), если требования нормативов при проектировании по обертывающей не выдерживаются. При этом шаблон располагают так, чтобы горизонтальная линия шаблона совпала с миллиметровой сеткой.

4. Вписывают по шаблонам проектную линию на вогнутых участках с учетом контрольных точек у труб (мостов) и сопряжения с соседними участками (с прямыми и кривыми).

5. В переломы прямых при алгебраической разности уклонов более 5‰ на дорогах I и II категорий, более 10‰ на дорогах III категории и более 20‰ на дорогах IV и V категорий вписывают вертикальные кривые по шаблонам, отмечая их начало и конец в соответствующей графе (рис. 1).

6. Сопрягают соседние кривые прямыми вставками, касательными к концам кривых, или круговыми кривыми на общей касательной в их концах, отмечая уклоны и места сопряжения в соответствующей графе.

7. Обозначают элементы проектной линии (прямые и кривые) в соответствии с условными обозначениями [1,2].

8. Графически определяют рабочие отметки на пикетах и записывают их над проектной линией в случае насыпей и под ней в случае выемок.

4.3. Вписывание проектной линии

Вписывание проектной линии начинают с трудного участка. К трудным относятся участки с контрольными точками, с пересеченным

рельефом. Если таких участков на трассе несколько, то следует начинать с расположенного ближе к середине трассы.

Зная отметку контрольной точки, вычисляют значения отметок пикетов и плюсовых точек на кривых с использованием таблиц, а на прямых – по уклону и расстоянию.

Отметки элемента профиля (кривой или прямой) наносят на продольный профиль. Если обнаруживается отклонение полученной расчетом проектной линии от построенной графически, то корректируют положение этого элемента так, чтобы графически проектная линия соответствовала расчету.

Если элемент продольного профиля соответствует графической проектной линии принятого варианта, то проверяют правильность расчета его и переходят к проектированию соседних с ним элементов.

Вертикальные кривые на автомобильных дорогах описываются по квадратичной параболе с уравнением

$$y = \pm \frac{x^2}{2R}, \quad (31)$$

где R – радиус кривизны в начале координат, расположенном в вершине кривой, м.

Знак «+» соответствует выпуклым кривым, знак «-» – вогнутым. В связи с большими значениями радиусов вертикальных кривых на автомобильных дорогах абсциссу x принимают равной длине участка кривой l .

Уклон в некоторой точке вертикальной кривой A на расстоянии l_A от ее вершины

$$i_A = \frac{x}{R} \approx \frac{l_A}{R}. \quad (32)$$

Исходя из этой приближенной зависимости, получен ряд формул, связывающих уклоны касательных к кривой с другими ее элементами (рис. 2)

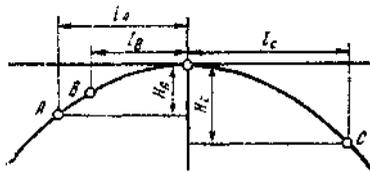


Рис. 2. Схема к определению элементов вертикальных кривых на автомобильных дорогах

– расстояние от вершины кривой до точки A с уклоном i_A

$$l_A = Ri_A ; \quad (33)$$

– расстояние между точками А и В, имеющими уклоны i_A и i_B

$$l = l_A - l_B = R(i_A - i_B) ; \quad (34)$$

– разница отметок точки С с уклоном i_C и вершины кривой:

$$H_C = \frac{i_C^2 R}{2} . \quad (35)$$

4.4. Нанесение геологического профиля

Геологическое стечение местности наносят по данным задания ниже линии черного профиля в масштабе 1:50. Размещение горных выработок производят вдоль трассы в соответствии с СН 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства». Расстояния между ними по оси трассы принимают:

а) насыпи и выемки высотой (глубиной) до 12 м – 100–300 м и в местах перехода выемок в насыпи;

б) насыпи и выемки высотой (глубиной) более 12 м – 50–100 м и в местах перехода выемок в насыпи.

В выемках, пониженных местах рельефа, у искусственных сооружений бурят скважины, в остальных местах – шурфы.

Геологический профиль снизу ограничивается пунктирной тонкой линией. Между ней и верхом штампа продольного профиля проводят вертикальные линии, соответствующие пикетам и плюсовым точкам, как и на черном профиле.

Шурфы на геологическом профиле обозначают в виде колонки шириной 4 мм, а скважины – шириной 2 мм. В шурфах и скважинах обозначают грунты по глубине.

У колонки сверху обозначают номер шурфа (Ш–IV). У колонки скважины указывают положение уровня грунтовой воды, глубину скважины. Над колонкой скважины записывают ее номер (например, С–8).

Условные обозначения грунтов приведены в справочной литературе [7]. На геологическом профиле грунты нумеруют и заполняют таблицу грунтов по форме 8 [2], показанной на рис. 3, располагая ее слева от чертежа продольного профиля над его штампом. В нее заносят следующие сведения: номер грунта, группа грунта, наименование грунта.

Номер грунта	Группа грунта	Наименование грунта	10
			10
15	15	35	
			65

Рис.3. Таблица данных по слоям грунтов

Группы некоторых грунтов в соответствии с ГЭСН 2001–01 приведены в табл. 3.

Таблица 3

Группы грунтов

Наименование грунта	Группа грунта
Глина мягко- и тугопластичная без примесей	8а
Глина мягко- и тугопластичная, с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10 %	8б
Грунт растительного слоя без корней кустарника и деревьев	9а
Грунт растительного слоя с корнями кустарника и деревьев	9б
Песок без примесей	29а
Песок с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	29б
Суглинки легкие и лессовидные, мягкопластичные без примесей	35а
Суглинки тяжелые, полутвердые и твердые без примесей и с примесью до 10%	35в
Супеси легкие, пластичные без примесей	36а
Супеси твердые без примесей, а также пластичные и твердые с примесью щебня, гальки, гравия или строительного мусора до 10%	36б
Черноземы и каштановые грунты мягкие, пластичные	40а

В курсовом проекте над продольным профилем условными обозначениями [1] наносят временные реперы (в начале и конце трассы), трубы, мосты и путепроводы по месту их расположения, пересечения с имеющимися железными и автомобильными дорогами, линиями связи и электропередач, водоотводные и нагорные канавы.

В соответствующей графе обозначают типы земляного полотна в соответствии с принятыми поперечными профилями (например, «2», «3» и т. п.), указывают границы типов вертикальной линией с расстоянием до ближайших пикетов.

Основная надпись (угловой штамп) располагается в правом нижнем углу и заполняется в соответствии с государственным стандартом.

В пояснительной записке по разделу «Продольный профиль» следует изложить краткое описание трассы дороги в профиле с обоснованием принятых проектных решений.

5. Проектирование поперечных профилей

Поперечные профили земляного полотна принимаются в соответствии с типовыми проектными решениями [12] с привязкой к плану трассы и продольному профилю. Размеры и форма поперечников назначаются с учетом рельефа местности, почвенно-грунтовых, геологических и климатических условий, а также дорожно-климатического районирования территории РФ и типа местности по ее характеру и степени увлажнения [4, пп. 4.4–4.19]. Рабочие поперечные профили (один в насыпи, один в выемке), принятые на основе типовых поперечных профилей, в масштабе 1:100 вычерчиваются на миллиметровой бумаге, в рамке, в соответствии с ГОСТ [2]. Над чертежом необходимо указать тип поперечного профиля и его местонахождение (пикетажное положение). Номера запроектированных поперечных профилей указываются в соответствующей графе продольного профиля.

6. Назначение конструкции дорожной одежды

Конструкция дорожной одежды принимается без расчета для проектируемой категории дороги на основе действующих норм [4, пп. 7.1–7.24] и показывается на чертежах поперечных профилей в масштабе 1:50. При назначении конструкции дорожных одежд необходимо максимально использовать местные дорожно-строительные материалы. Краткое описание конструкции производится в пояснительной записке.

7. Определение объемов земляных работ

Для запроектированного участка автомобильной дороги определение объемов земляных работ выполняется по продольному и

поперечному профилям. Объемы насыпей и выемок могут быть вычислены по формулам, графикам, специальным таблицам [13] или на компьютере.

Объемы подсчитываются попикетно на каждый километр и составляется ведомость. В настоящем проекте подсчет объема земляных работ выполняется на ЭВМ при помощи программного продукта «STUDENT» (файл *zemplst.exe*). Для выполнения расчета необходимо подготовить следующие исходные данные:

- ширина земляного полотна, принимается в зависимости от категории проектируемой дороги;
- ширина обочины земляного полотна, принимается в зависимости от категории проектируемой дороги;
- толщина дорожной одежды (принять 0,5 м);
- толщина снимаемого растительного слоя (принимается по заданию);
- крутизна откоса насыпи, принимается в соответствии с типовыми проектными решениями [12];
- крутизна откоса выемки глубиной до 1 м, принимается в соответствии с типовыми проектными решениями [12];
- коэффициент уплотнения, принимается по СНиП 2.05.02–85* [4];
- глубина и ширина кювета насыпи, принимается в соответствии с типовыми проектными решениями [12];
- глубина и ширина кювета выемки, принимается в соответствии с типовыми проектными решениями [12];

В конце таблицы определяется общий объем земляных работ, а также по насыпям и выемкам и делается вывод о наличии баланса, об использовании лишнего грунта или завозе недостающего.

8. Деталь проекта

Согласно заданию в качестве детали проекта для одной из горизонтальных кривых должны быть выполнены:

- расчет и проектирование закругления с переходными кривыми;
- расчет и проектирование виража;
- расчет и проектирование уширения проезжей части;
- обеспечение видимости на горизонтальной кривой в закрытой местности или выемке.

Приступая к проектированию закругления, вначале находят все элементы круговой кривой. Затем определяется длина переходной

кривой из условий обеспечения расчетной скорости и величины нарастания центробежного ускорения по формуле (19).

Перед тем как приступить к разбивке переходной кривой, необходимо проверить возможность такой разбивки. Для этого определяется значение угла β по формуле

$$\beta = \frac{57,3L}{2R}. \quad (36)$$

Если окажется, что $\alpha \geq 2\beta$ (α – центральный угол круговой кривой), то разбивка переходной кривой возможна. При этом, если:

а) $\alpha = 2\beta$, то две переходные кривые соединяются в середине закругления, образуя сплошную переходную кривую;

б) $\alpha > 2\beta$, возможно вписывание переходных кривых с устройством виража;

в) $\alpha < 2\beta$, разбивка переходных кривых с заданными параметрами невозможна и необходимо либо увеличить радиус круговой кривой, либо уменьшить длину переходной кривой, либо изменить значения этих элементов одновременно в зависимости от местных условий. После проверки условий вписывания переходных кривых производится расчет элементов всего закругления.

Расчет и проектирование виража выполняют следующим образом (рис. 4).

Переход от двускатного поперечного профиля к односкатному осуществляется путем вращения внешней половины верха земляного полотна вокруг оси проезжей части до достижения односкатного поперечного профиля с уклоном, равным уклону проезжей части при двускатном профиле, затем вращением всего верха земляного полотна вокруг оси проезжей части до необходимой величины поперечного уклона на вираже.

В начале переходной кривой поперечный уклон внешней обочины принят равным уклону внешней стороны проезжей части. Переход от нормального уклона внешней обочины на прямолинейном участке дороги к уклону проезжей части производится на протяжении 10 м до начала переходной кривой. Остальные элементы поперечного профиля в начале переходной кривой соответствуют элементам поперечного профиля на прямолинейном участке.

Поперечный профиль в конце переходной кривой имеет односкатный профиль с уклоном, равным уклону виража. Уклон внутренней обочины равен уклону виража, но не менее уклона обочины на прямолинейном участке.

Отгон уширения проезжей части производится пропорционально

расстоянию от начала переходной кривой, так что в начале переходной кривой уширение равно нулю, а в конце переходной кривой достигается величина полного уширения.

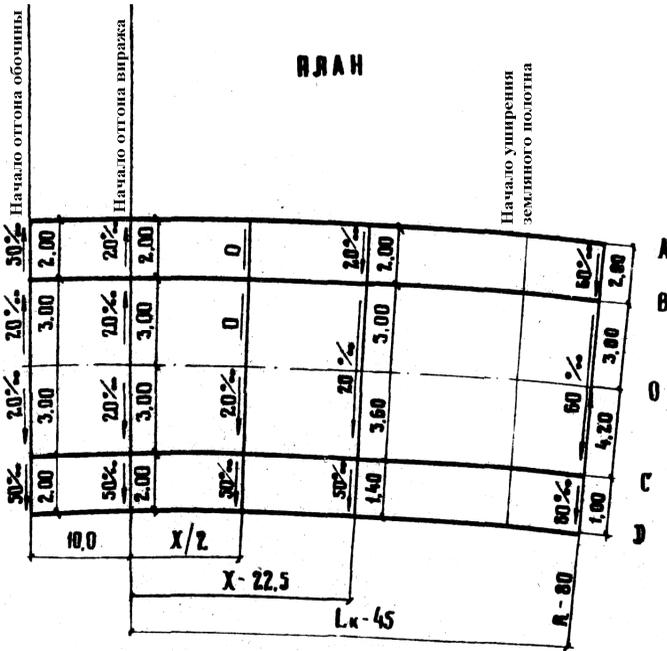


Рис. 4. Схема отгона виража:

- O-O* — ось проезжей части дороги; *A-A* — внешняя бровка земляного полотна;
B-B — внешняя кромка проезжей части; *C-C* — внутренняя кромка проезжей части;
D-D — внутренняя бровка земляного полотна

Условный дополнительный уклон кромки проезжей части, примыкающей к внешней обочине, определяется по формуле

$$i_{\text{д}} = \frac{e}{2} \cdot \frac{(i_{\text{пр}} + i_{\text{в}})}{L_{\text{отг}}}, \quad (37)$$

где $i_{\text{пр}}$ — поперечный уклон проезжей части на прямолинейном участке; $i_{\text{в}}$ — поперечный уклон проезжей части на вираже; e — ширина проезжей части на прямолинейном участке, м; $L_{\text{отг}}$ — длина участка отгона виража, м.

Если $i_{\text{д}} < 3\%$, то на участке перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном, равным уклону проезжей части на

прямолинейном участке, создается дополнительный продольный уклон $i_d = 3\%$. Длина участка перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном, равным уклону проезжей части на прямолинейном участке определяется по формуле

$$X = \frac{vi_{пр}}{i_d}. \quad (38)$$

Отгон виража на участке X производится прямо пропорционально его длине. Поперечный уклон обочины и проезжей части с внешней стороны закругления на участке X определяется по формуле

$$i = \frac{2Si_{пр}}{X} - i_{пр}, \quad (39)$$

где S – расстояние от начала переходной кривой (отгона виража) до рассматриваемого сечения, м.

На оставшейся части переходной кривой отгон виража осуществляется прямо пропорционально ее длине. Поперечный уклон на всей ширине земляного полотна определяется по формуле

$$i = \frac{(S - X) \cdot (i_b - i_{пр})}{L_{отг} - X} + i_{пр}, \quad (40)$$

Поперечный уклон внутренней обочины равен расчетному уклону, но не менее уклона обочины на прямолинейном участке.

При вычислениях по вышеприведенным формулам знак минус показывает, что уклон в данном сечении имеет направление противоположное виражу.

Уширение проезжей части в любом сечении определяется по формуле

$$\Delta e' = \frac{S\Delta e}{L_{отг}}, \quad (41)$$

где Δe – полная величина уширения, м.

Пример расчета виража.

Исходные данные:

- категория дороги IV;
- расчетная скорость движения автомобиля $V = 80$ км/ч;
- радиус круговой кривой $R = 80$ м;
- длина переходной кривой $L_{отг} = 45$ м;
- ширина проезжей части $e = 6,0$ м;
- ширина обочины $c = 2,0$ м;

– уширение проезжей части на круговой кривой при движении одиночного автомобиля $\Delta e = 1,2$ м;

– минимальная ширина обочины $c_{\min} = 1,0$ м;

– поперечные уклоны на прямолинейном участке: проезжей части $i_{\text{пр}} = 20\%$, обочин $i_{\text{об}} = 50\%$;

– поперечный уклон на вираже $i_{\text{в}} = 60\%$.

Определяем дополнительный уклон кромки проезжей части, примыкающей к внешней обочине по формуле (37):

$$i_{\text{д}} = \frac{6}{2} \cdot \frac{(20+60)}{45} = 5,33\%;$$

$$i_{\text{д}} > 3\%.$$

Определяем длину участка перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном, равным уклону проезжей части на прямолинейном участке по формуле (38):

$$X = \frac{6 \cdot 20}{5,33} = 22,5 \text{ м.}$$

По формулам (39–41) определяем поперечные уклоны проезжей части и обочин, а также величины уширения на отгоне виража с шагом 5 м. Полученные данные используем для расчета превышений характерных точек поперечных профилей относительно оси проезжей части. Результаты расчета заносим в табл. 4.

Таблица 4

Ведомость расчета виража на закруглении из переходной кривой с круговой вставкой

S, м	Поперечные уклоны, %				Уширение, м		Превышения, м				
	Внешней обочины		Внутренней обочины		пр. части	земл. полотно	Внешней		Оси	Внутренней	
	пр. части	пр. части	бровки А	кромки В			бровки	бровки			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-20	-20	20	50	0,00	0,00	-0,10	-0,06	0	-0,06	-0,16
5	-11	-11	20	50	0,13	0,00	-0,06	-0,03	0	-0,06	-0,16
10	-2	-2	20	50	0,27	0,00	-0,01	-0,01	0	-0,07	-0,16
15	7	7	20	50	0,40	0,00	0,04	0,02	0	-0,07	-0,15
20	16	16	20	50	0,53	0,00	0,08	0,05	0	-0,07	-0,14
22,5	20	20	20	50	0,60	0,00	0,10	0,06	0	-0,07	-0,14
25	24	24	24	50	0,67	0,00	0,12	0,07	0	-0,09	-0,15
30	33	33	33	50	0,80	0,00	0,17	0,10	0	-0,13	-0,19
35	42	42	42	50	0,93	0,00	0,21	0,13	0	-0,17	-0,22
40	51	51	51	51	1,07	0,07	0,26	0,15	0	-0,21	-0,26
45	60	60	60	60	1,20	0,20	0,30	0,18	0	-0,25	-0,31

Уширение проезжей части рассчитывается по соответствующим формулам с учетом расчетной скорости движения. Сопряжение уширения с основной проезжей частью выполняется по одному из возможных вариантов [5, 6, 7].

Обеспечение видимости выполняется на одной из кривых малого радиуса на залесенном участке, в выемке или в населенном пункте.

Для этого строится кривая видимости, вычерчиваются характерные поперечные профили и определяются необходимые мероприятия по обеспечению расчетной видимости [5, 6, 7].

Исходные данные для проектирования и разработки детали берутся из проекта и согласовываются с руководителем проекта. Все основные элементы закруглений при расчете и проектировании детали должны быть определены с привязкой к пикетам и соответствующим высотным отметкам.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 21.1207–97. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. – М.: Госстрой России, 1997. – 14 с.
2. ГОСТ Р 21.1701–97. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. – М.: Госстрой России, 1997. – 31 с.
3. СНиП 23–01–99. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 58 с.
4. СНиП 2.05.02–85*. Автомобильные дороги / Госстрой РФ. – М.: ФГУП ЦПП, 2007. – 54 с.
5. *Федотов, Г.А.* Изыскания и проектирование автомобильных дорог: Учебник: Книга 1. / Г.А. Федотов, П.И. Поспелов – М.: Высшая школа, 2009. – 646 с.
6. *Горшкова, Н.Г.* Основы проектирования автомобильных дорог (рег. Номер рецензии 927 от 1 июля 2010 г. МГУП) / Учебное пособие: Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010.– 316 с.
7. Справочник инженера-дорожника. Изыскания и проектирование автомобильных дорог / под ред. О.В. Андреева. – М.: Транспорт, 1977. – 559 с.
8. *Митин, Н.А.* Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах / Н.А. Митин. – М.: Недра, 1978. – 415 с.
9. *Ганьшин, В.Н.* Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / В.Н. Ганьшин, Л.С. Хренов. – М.: Недра, 1985. – 432 с.
10. *Замахаев, М.С.* Разбивка клотоидных кривых / М.С. Замахаев, М.Б. Афанасьев. – М.: Высшая школа, 1966. – 241 с.
11. *Ксенодохов, В.И.* Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог: справочник / В.И. Ксенодохов. – М.: Транспорт, 1981. – 320 с.
12. Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования: типовые проектные решения. Серия 503–0–48.87. – Министерство транспортного строительства СССР, 1987. – 55 с.
13. *Митин, Н.А.* Таблицы для подсчета объемов земляного полотна автомобильных дорог / Н.А. Митин. – М.: Транспорт, 1977. – 256 с.

Оглавление

Цели и задачи курсового проекта.....	3
Содержание курсового проекта.....	3
Требования к оформлению проекта.....	4
Исходные данные к курсовому проекту.....	4
Перечень графического материала.....	4
Структура пояснительной записки.....	5
1. Краткое описание природно-климатических условий района проложения трассы.....	5
2. Обоснование категории дороги, расчет и обоснование технических нормативов на проектирование.....	6
2.1. Определение категории дороги и расчетной скорости движения.....	6
2.2. Определение наибольшего продольного уклона.....	6
2.3. Определение расстояния видимости в плане.....	9
2.4. Определение минимального радиуса кривой в плане.....	9
2.5. Определение минимальных радиусов вертикальных кривых... 10	10
2.6. Определение длины переходной кривой.....	11
2.7. Определение ширины проезжей части и земляного полотна... 11	11
2.8. Расчет уширения проезжей части.....	13
3. Проектирование вариантов трассы дороги в плане.....	14
3.1. Трассирование дороги на карте.....	14
3.2. Сравнение вариантов трассы.....	15
4. Проектирование продольного профиля.....	16
4.1. Построение черного профиля.....	16
4.2. Построение проектной линии.....	17
4.3. Вписывание проектной линии.....	19
4.4. Нанесение геологического профиля.....	21
5. Проектирование поперечных профилей.....	23
6. Назначение конструкции дорожной одежды.....	23
7. Определение объемов земляных работ.....	23
8. Деталь проекта.....	24
Приложение.....	30
Библиографический список.....	31

Проектирование автомобильной дороги

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог» для студентов специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы» и бакалавров по направлению 270100 «Строительство» профиля подготовки «Автомобильные дороги»

Составители: Горшкова Нина Георгиевна
Погромский Алексей Сергеевич

Подписано в печать Формат 60x84/16. Усл.печ.л. Уч-изд.л.
Тираж экз. Заказ Цена
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете
им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46