

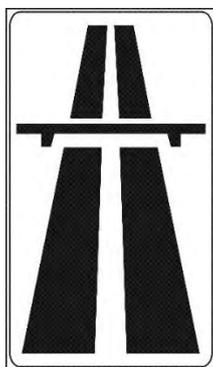
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 1



Могилев 2018

УДК 625.72
ББК 39.311
И 79

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «5» ноября 2017 г.,
протокол № 9

Составитель ст. преподаватель Л. И. Сазонова

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

В методических рекомендациях рассматриваются вопросы проектирования
плана трассы, продольного и поперечных профилей, объема земляных работ и
закругления малого радиуса.

Учебно-методическое издание

ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Часть 1

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 66 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

Введение.....	4
1 Практическая работа № 1. Определение категории дороги и основных технических нормативов.....	5
2 Практическая работа № 2. Проектирование плана трассы.....	7
3 Практическая работа № 3. Проектирование продольного профиля.....	9
4 Практическая работа № 4. Проектирование кюветов.....	12
5 Практическая работа № 5. Проектирование сточного треугольника ...	14
6 Практическая работа № 6. Проектирование поперечных профилей....	16
7 Практическая работа № 7. Подсчет объемов земляных работ.....	17
8 Практическая работа № 8. Проектирование закруглений малого радиуса.....	19
Список литературы	22



Введение

Целью учебной дисциплины «Изыскание и проектирование автомобильных дорог» является формирование у студентов знаний о методах проектирования и изысканий автомобильных дорог с учетом народно-хозяйственного значения этих сооружений, природных условий, требований эффективной и безопасной эксплуатации автомобильного транспорта.

Задачей учебной дисциплины является изучение основ расчета и проектирования автомобильных дорог и выбор категории дороги с ее техническими показателями.

Цель практических занятий заключается в формировании знаний, умений и навыков, необходимых в области проектирования автомобильных дорог, в частности: определение основных категорий дороги и технических нормативов; проектирование плана трассы, продольного профиля, кюветов, сточного треугольника, поперечного профиля; подсчет объемов земляных работ и проектирование закруглений малого радиуса.

Практические занятия обеспечивают подготовку студентов к инженерной деятельности в проектировании автомобильной дороги.

Отчеты по практической работе оформляются в рабочих тетрадях и должны содержать расчеты по темам, а также чертежи и пояснительные рисунки.



1 Практическая работа № 1. Определение категории дороги и основных технических нормативов

Цель работы: определение категории дороги и основных технических нормативов.

Автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках подразделяются на классы и категории (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Автомобильные дороги и их расчетная интенсивность движения

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение дороги	Область применения	Расчетная интенсивность движения, ед./сут	
				Республиканские дороги	Местные дороги
Автоматострали	I-a	Для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий	Участки основных республиканских дорог протяженностью не менее 150 км с долей транзита в транспортном потоке более 50 %	Св. 8000	–
Скоростные автомобильные дороги	I-b	Для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью	Республиканские автомобильные дороги на подходах к крупнейшим городам на расстоянии 40...50 км, подъезды к аэропортам 1 класса, кольцевые дороги вокруг крупнейших городов	Св. 10 000	–
Обычные автомобильные дороги	I-в	Дороги общего назначения	Республиканские автомобильные дороги (кроме автомагистралей и скоростных дорог), а также местные автомобильные дороги (кроме автомобильных дорог низших категорий)	Св. 10 000	–
	II			Св. 5000 до 10 000 включ.	Св. 7000 включ.
	III			Св. 2000 до 5000 включ.	Св. 3000 до 7000 включ.
	IV			Св. 200 до 2000 включ.	Св. 400 до 3000 включ.
	V			До 200 включ.	До 400 включ.



За расчетную интенсивность движения следует принимать среднегодовую суточную интенсивность движения механизированных транспортных средств (единиц/сутки) суммарно в обоих направлениях за последний год перспективного периода. Расчетную интенсивность движения нужно определять на основе данных экономических изысканий.

В соответствии с перспективной интенсивностью движения, указанной в задании, по ТКП 45–3.03–19–2006 [1, таблица 1.1] устанавливается техническая категория проектируемой дороги. По категории дороги и рельефу местности (таблица 1.2) назначается расчетная скорость движения одиночных автомобилей.

Таблица 1.2 – Расчетные скорости при определении категории дорог

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	
	основная	допускаемая
I-a	140	120
I-б	120	100
I-в	120	100
II	120	100
III	100	80
IV	80	60
V	60	40

Основные параметры поперечного профиля дорожного полотна следует принимать по таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Параметры поперечного проектирования

Наименование параметра поперечного профиля	Значение параметра поперечного профиля для категорий дорог, м					
	I-a	I-б, I-в	II	III	IV	V
1 Число полос движения	4; 6	4; 6	2	2	2	2
2 Ширина полосы движения	3,75	3,5	3,5	3,5	3	2,75
3 Ширина проезжей части	7,5 × 2	7 × 2	7	7	6	5,5
	11,25 × 2	10,5 × 2	–	–	–	–
4 Ширина обочины, в т. ч.:	3,75	3	3	2,5	2	1,25
укрепленной полосы	–	0,5	0,75	0,5	0,5	–
остановочной полосы	2,5	2,5	–	–	–	–
5 Наименьшая ширина разделительной полосы, в т. ч.:	2 + S	2 + S	–	–	–	–
укрепленной полосы	0,75	0,5	–	–	–	–
6 Ширина дорожного полотна	24,5 + S	22 + S	13	12	10	8
	32 + S	29 + S	–	–	–	–
<i>Примечание</i> – S – ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе						



Интенсивность движения рассчитывается по формуле

$$N_p = N_0(1 + p)^{t-1},$$

где N_0 – количество автомобилей в отрезок времени;

p – прирост движения;

t – количество лет до капитального ремонта.

Пример – Определить интенсивность движения по следующим исходным данным: $N_0 = 1800$ ед./сут, $p = 6\%$, $t = 8$ лет.

Решение

$$N_p = 1800(1 + 0,06)^{8-1} = 2706 \text{ ед./сут.}$$

В таблице 1.4 представлены варианты для проектирования расчетной интенсивности.

Таблица 1.4 – Варианты для проектирования

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
N_0 , ед./сут	200	1059	2068	3057	3186	198	5067	4016
p , %	3	4	5	3	4	5	3	4
t , лет	6	8	8	10	10	6	12	10

Контрольные вопросы

- 1 Какая интенсивность движения на республиканских дорогах III категории?
- 2 Как устанавливается интенсивность по истечении определенного времени?

2 Практическая работа № 2. Проектирование плана трассы

Цель работы: получение навыков в проектировании плана трассы.

Проектирование плана трассы включает выяснение препятствий и назначение контрольных точек, нанесение радиусов и переходных кривых закруглений, разбивку пикетажа, составление ведомости углов поворота, прямых и кривых, а также чертежа «Плана трассы автомобильной дороги».

Наименьшие радиусы кривых в плане следует определять по формуле

$$R = \frac{v^2}{127(\mu \pm i_{nn})},$$

где v – расчетная скорость, км/ч;



μ – коэффициент поперечной силы, $\mu = 0,2 \dots 7,5 \cdot 10^{-4}$;

i_{mn} – поперечный уклон проезжей части в долях единицы, принимается для виража со знаком «плюс», для двускатного поперечного профиля – со знаком «минус».

Пример – На основании исходных данных определить длину круговой кривой, находящейся между переходными кривыми. Угол поворота трассы составляет 56° , радиус закругления – 300 м, угол наклона касательной в конце переходной кривой – $12,4^\circ$.

Решение

Длина круговой кривой, находящейся между переходными кривыми, определяется по формуле

$$K_0 = \frac{\pi R(\alpha - 2\tau)}{180^\circ},$$

где R – радиус закругления, м;

α – угол поворота трассы, град;

τ – угол наклона касательной в конце переходной кривой, град.

$$K_0 = \frac{\pi R(56^\circ - 2 \cdot 12,4^\circ)}{180^\circ} = 163,28 \text{ м.}$$

В таблице 2.1 представлены варианты для проектирования круговой кривой.

Таблица 2.1 – Варианты для проектирования плана трассы

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
Категория	II	III	IV	V	III	II	V	II
α , град	60	65	70	75	80	81	82	73

Контрольные вопросы

1 Какая формула используется для определения минимального радиуса закругления трассы?

2 Какое наибольшее расстояние прямой вставки может быть между двумя кривыми?



3 Практическая работа № 3. Проектирование продольного профиля

Цель работы: получение навыков в проектировании продольного профиля трассы.

В настоящее время распространен метод проектирования продольного профиля вертикальными кривыми, сопрягающимися непосредственно друг с другом или при помощи прямых вставок.

При построении проектной линии методом вертикальных кривых на точно вычерченный профиль местности накладывают прозрачные шаблоны вертикальных кривых разных радиусов, выполненных в масштабах продольного профиля. По краю шаблона нанесены штрихи с указанием уклонов в тысячных.

Проектную линию наносят в определенной последовательности:

1) намечают отметки начала и конца проектируемого участка из условия сопряжения с соседними участками;

2) на продольный профиль поверхности земли наносят контрольные точки;

3) по шаблонам вписывают вертикальные кривые в зонах путепроводов, при этом шаблон располагают так, чтобы вершина выпуклой кривой размещалась над путепроводом, если профиль земли примерно горизонтален, или смещалась вверх на величину IR на уклоне 1 ;

4) выделяют выпуклые участки профиля и по шаблонам наносят проектную линию в виде выпуклой кривой на высоте руководящей рабочей отметки по методу обертывающей или по методу секущей (с устройством выемки), если нормативы при проектировании по обертывающей не выдерживаются;

5) вписывают по шаблонам проектную линию на вогнутых участках с учетом контрольных точек у труб и мостов и сопряжения с соседними участками;

6) сопрягают соседние кривые прямыми вставками, касательными к кривым, или круговыми кривыми, отмечая уклоны и места сопряжения в соответствующей графе сетки профиля;

7) обозначают элементы проектной линии в графе «Уклон и вертикальная кривая» продольного профиля; оформление элементов проектной линии показано на рисунках 3.1 и 3.2.

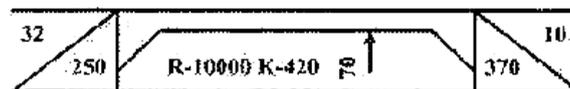


Рисунок 3.1 – Выпуклая кривая

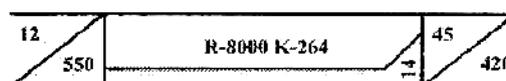


Рисунок 3.2 – Восходящая ветвь вогнутой кривой

Проектные отметки точек на прямых вычисляют по формуле

$$H_n = H_{np} + id,$$

где H_{np} – известная проектная отметка предыдущей точки;

i – проектный уклон;

d – горизонтальное расстояние между точкой, в которой определяется отметка, и предыдущей точкой.

Проектные отметки точек вертикальных кривых (таблица 3.1) определяют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.3. При известной отметке начала вертикальной кривой $H_{нк}$ находят отметку вершины кривой $H_{вк}$:

$$H_{вк} = H_{нк} \pm h,$$

где h – превышение между проектными точками, $h = \frac{l^2}{2R}$.

Таблица 3.1 – Предельно допустимые нормы

Расчетная скорость, км/ч	Наибольший продольный уклон, ‰	Наименьшее расстояние видимости для остановки, м	Наименьший радиус кривизны в продольном профиле, м	
			выпуклой кривой	вогнутой кривой
140	40	350	25 000	8000
120	40	250	15 000	6000
100	50	160	8000	4000
80	60	100	4000	2500
60	70	60	1500	1500
40	90	40	1000	1000

Примечание – Значение максимального продольного уклона для расчетной скорости 60...120 км/ч может быть увеличено на 5 ‰ в точке сопряжения вертикальных кривых

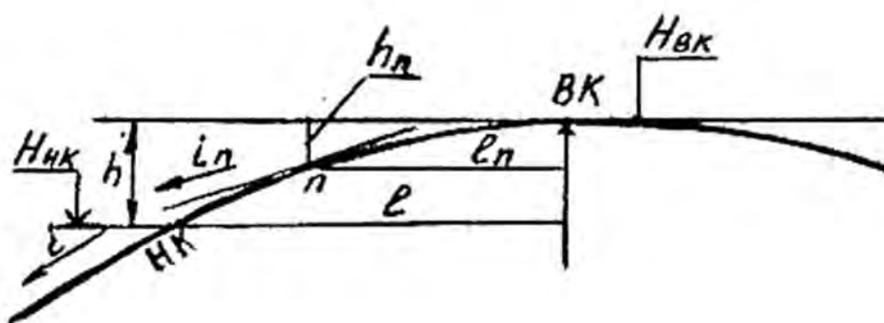


Рисунок 3.3 – Схема определения отметок точек вертикальной кривой

Знак «плюс» принимают при выпуклых кривых, знак «минус» – при вогнутых.

Расстояние от начала вертикальной кривой НК (точки сопряжения кривой с прямой уклона i) до ее вершины находят следующим образом: $l = iR$.

Зная отметку вершины кривой $H_{вк}$, можно определить отметку любой точки кривой (пикета, плюсовой точки), отстоящей от вершины на расстоянии l_n .

Рабочие отметки вычисляют как разность проектных отметок и отметок земли. На участках перехода насыпи в выемку¹ определяют положение точек нулевых работ.

Пример – На основании исходных данных (рисунок 3.4) определить длину кривой, отметки начала и вершины круговой кривой.

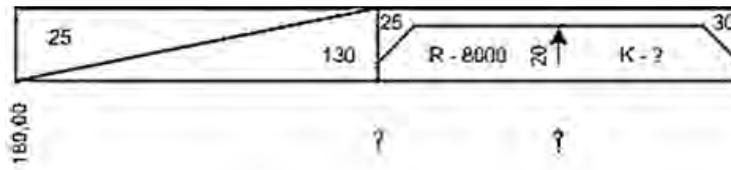


Рисунок 3.4 – Исходные данные для расчета

Решение

Длину круговой кривой можно найти по формуле

$$K = i_1R + i_2R,$$

где i_1 и i_2 – уклоны вертикальной кривой в начале и в конце кривой соответственно;

R – радиус вертикальной кривой.

$$K = 0,025 \cdot 8000 + 0,030 \cdot 8000 = 440 \text{ м.}$$

Отметка начала кривой определяется по формуле

$$H = H_{изв} \pm id,$$

где $H_{изв}$ – известная отметка в начале участка, м;

i – уклон местности, принимается со знаком «+» или «-» в зависимости от характера местности (спуск или подъем);

d – горизонтальное проложение, м.

$$H = 180,00 + 0,025 \cdot 130 = 183,25 \text{ м.}$$

Отметку вершины кривой можно найти по формуле

$$H_{вк} = H_{нк} \pm \frac{l^2}{2R},$$

где $H_{нк}$ – известная отметка в начале кривой, м;

l – расстояние от начала до вершины кривой, в данном случае $l = i_1 R$.

$$H_{\text{вк}} = 183,25 + \frac{(0,025 \cdot 8000)^2}{2 \cdot 8000} = 185,75 \text{ м.}$$

В таблице 3.2 представлены варианты для проектирования продольного профиля.

Таблица 3.2 – Варианты для проектирования продольного профиля

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
i , ‰	15	10	25	7	10	20	25	13
l , м	130	100	120	80	160	170	180	160

Контрольные вопросы

- 1 Найти длину кривой l , если уклон i на кривой равен 40 ‰ и $R = 5000$ м.
- 2 Найти превышение на кривой, если $l = 200$ м, $R = 5000$ м.

4 Практическая работа № 4. Проектирование кюветов

Цель работы: получение навыков в проектировании кюветов.

Кюветы или боковые канавы устраивают в выемках, нулевых местах, на участках низких насыпей, высота которых меньше глубины кювета. Глубина кювета назначается в зависимости от вида грунта и конструкции дорожной одежды. Кюветы необходимо устраивать в выемках и у малых насыпей для сбора и отвода воды, стекающей с поверхности земляного полотна, а также для приема воды, поступающей из дренажных устройств дорожной одежды. Глубину кювета следует назначать на 0,2 м ниже устья дренажных устройств или низа дренирующего слоя дорожной одежды в точке выхода его на откос. Дно кювета должно иметь продольный уклон не менее 5 ‰, а в исключительных случаях - не менее 3 ‰. Проектирование кюветов предусматривает проектирование продольного профиля дна кюветов и назначение укрепления кюветов. При проектировании продольного профиля дна кюветов возможны различные случаи. При устройстве кюветов в выемках на прямых участках проектного профиля с уклоном не менее 5 ‰ дно кювета располагают параллельно проектной линии, ниже ее на глубину кювета h_k . Начало и конец кювета определяют исходя из величин рабочих отметок насыпи h_n и выемки h_v , расположенных слева и справа от нулевой точки (рисунок 4.1).

Следовательно, начало кювета расположено на расстоянии x от предыдущего пикета.

$$x = \frac{h_n + h_k}{h_n + h_k}.$$

При устройстве кюветов в выемках на прямых участках проектного профиля дно кювета располагают параллельно проектной линии или с другим уклоном, но не более 5 ‰. Начало и конец кювета определяют аналогично нахождению положения точки нулевых работ. Начало кювета или его конец первого и второго типов местности по увлажнению должно соответствовать рабочей отметке.

$$H_{\min} = H_{д.о.} + 0,2,$$

где H_{\min} – минимальная рабочая отметка;

$H_{д.о.}$ – высота дорожной одежды;

0,2 – минимальная высота ниже дренажных устройств дорожной одежды.

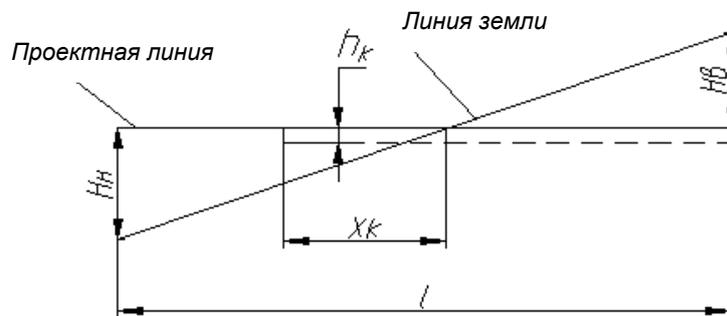


Рисунок 4.1 – Схема определения начала (конца) кювета выемки

Для предотвращения размыва дно и откосы кювета укрепляют. Типы укреплений назначают по величине продольного уклона дна кювета с учетом скорости течения воды. При уклонах от 10 до 30 ‰ откосы и дно кюветов укрепляют мощением гравием, при больших из этих значений уклонов дно укрепляют щебнем, грунтом, обработанным органическими вяжущими.

При уклонах от 30 до 50 ‰ откосы и дно кюветов укрепляют мощением на щебне камнем, облицовкой плитами размером $40 \times 40 \times 0,12$ см, укладываемыми на гравий или щебень крупностью 25 мм и толщиной слоя 10...12 см. Если кюветы облицовывают плитами при меньших уклонах (15...20 ‰), то их укладывают непосредственно на грунт.

При уклонах более 50 ‰ устраивают бетонные быстротоки прямоугольного сечения или бетонные перепады.

Пример – Определить рабочую отметку, от которой проектируется кювет, если $H_{д.о.} = 0,7$ м.

Решение

$$H = 0,7 + 0,2 = 0,9 \text{ м.}$$

В таблице 4.1 представлены варианты для проектирования кюветов.

Таблица 4.1 – Варианты для проектирования минимальной высоты насыпи

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
$H_{д.о.}$, м	0,35	0,45	0,55	0,25	0,27	0,28	0,33	0,41

Контрольные вопросы

1 Чему равна минимальная отметка, от которой проектируется кювет, если $H_{д.о.} = 0,6$ м?

2 При какой глубине устраивается кювет в выемке, если уклон продольного профиля больше 10 ‰?

3 Какой минимальный уклон должен иметь кювет?

5 Практическая работа № 5. Проектирование сточного треугольника

Цель работы: получение знаний в определении сточного треугольника.

Сточный треугольник (рисунок 5.1) является необходимым элементом для стока дождевых вод оси проезжей части на обочину, а затем на откос.

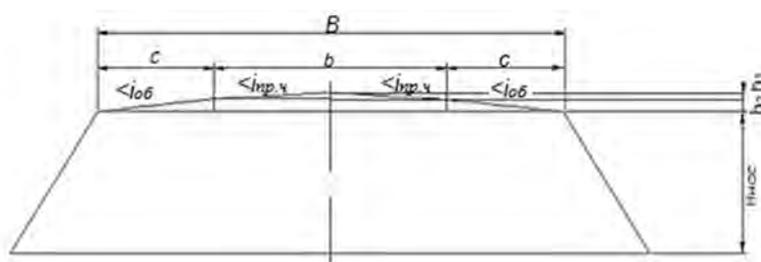


Рисунок 5.1 – Сточный треугольник

На рисунке 5.1 приняты следующие обозначения:

B – ширина земляного полотна;

b – ширина проезжей части;

c – ширина обочины;

$i_{об}$ – уклон обочины;

$i_{пр.ч.}$ – уклон проезжей части;

$H_{нас}$ – высота насыпи.

Сточный треугольник входит в объем земляных работ.

Расчет начинается с определения:

– возвышения оси над кромкой проезжей части как

$$h_1 = \frac{b}{2} i_{пр} \quad ;$$

– возвышения кромки проезжей части над бровкой земляного полотна как

$$h = c \cdot i_0 \cdot i.$$

Площадь

$$S_1 = \frac{h_1 \cdot \frac{b}{2}}{2} = \frac{b}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{i_{np}}{2} = \frac{b^2}{2^2} \cdot i_{np};$$

$$S_2 = c \cdot h^2 = \frac{c \cdot c \cdot i_0}{2} \cdot 2 = c^2 \cdot i_0;$$

$$S_3 = c \cdot h_2 \cdot b = c \cdot i_0 \cdot b.$$

Пример – Найти сточный треугольник IV категории дороги по следующим исходным данным: I_n – уклон поперечной проезжей части, равный 20 ‰; I_0 – уклон обочины дороги, равный 40‰, $b = 6$ м, $c = 2$ м.

Решение

$$\frac{36}{4} = 0,18;$$

$$4 \cdot 0,04 = 0,16;$$

$$2 \cdot 0,04 = 0,48;$$

$$S_{\Delta} = 6^2 \cdot 2^2 \cdot 0,04 + 2 \cdot 6 \cdot 0,04 = 0,82.$$

В таблице 5.1 представлены варианты для проектирования сточного треугольника.

Таблица 5.1 – Варианты для проектирования сточного треугольника

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
Категория	II	III	IV	V	III	II	V	II

Контрольные вопросы

- 1 Как найти сточный треугольник?
- 2 Отличается ли сточный треугольник III категории от IV категории?



6 Практическая работа № 6. Проектирование поперечных профилей

Цель работы: получение навыков в проектировании поперечных профилей.

На основе решений по продольному профилю (рабочим отметкам) и типовым поперечным профилям с учетом рельефа местности, почвенно-грунтовых, геологических, гидрологических и климатических условий назначают поперечные профили конструкции земляного полотна. Количество поперечных профилей должно полностью характеризовать земляное полотно по всему запроектированному продольному профилю.

Поперечные профили вычерчиваются в масштабе 1 : 100 или 1 : 200 и в соответствии с ГОСТ 21.511–83. На чертеже должны быть указаны размеры основных элементов поперечных профилей, необходимые для строительства земляного полотна.

Крутизну откосов насыпей, укрепленных посевом трав, следует назначать в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1 – Соответствующая крутизна откосов насыпей

Грунт насыпи	Наибольшая крутизна откосов при высоте откоса насыпи, м		
	до 6	до 12, в т. ч.	
		в нижней части до 6	в верхней части от 6 до 12
Крупнообломочные грунты, пески крупные, пески средней крупности	1 : 1,5	1 : 1,5	1 : 1,5
Пески мелкие, пески пылеватые	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1,5
Глинистые грунты	1 : 1,75	1 : 2	1 : 1,75

В целях обеспечения безопасного съезда транспортных средств в аварийных ситуациях крутизну откосов насыпи высотой до 3 м необходимо предусматривать для дорог I-а категории – 1:4, для дорог I-б, I-в и II категорий – 1:3. Для дорог III и IV категорий крутизну откосов 1:3 следует предусматривать при высоте насыпи до 2 м.

В таблице 6.2 представлены варианты для проектирования поперечных профилей

Таблица 6.2 – Варианты для проектирования

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
Категория	II	III	IV	V	III	II	V	II

Контрольные вопросы

- 1 Как определить площадь поперечного профиля без сточного треугольника? В данном случае $H_{нас} = 1$ м, заложение откосов 1:1,5, IV категория дороги.
- 2 Как определить площадь кювета, если ширина по дну кювета равна 0,4 м, заложение откосов (внутренних и внешних) 1:1,5, а глубина кювета $h_k = 0,7$ м?

7 Практическая работа № 7. Подсчет объемов земляных работ

Цель работы: определение объемов земляных работ.

По проектируемым вариантам необходимо подсчитать объемы земляных работ. Для этого составляют ведомость попикетного подсчета объемов работ.

При табличном подсчете объемов земляных работ в ведомость выписывают из продольного профиля все пикеты, плюсовые и нулевые точки и соответствующие им рабочие отметки. Вычисляют сумму и разность смежных отметок между пикетами, плюсовыми и нулевыми точками, расстояния между этими точками и записывают данные в ведомость. По таблицам Н. А. Митина, в зависимости от крутизны откосов насыпи или выемки, длины участка и высоты насыпи или глубины выемки, вычисляют объемы земляных работ насыпи и выемки. При этом мосты длиной по настилу 4 м и все трубы при подсчете включают в объем земляных работ. В остальных случаях объемы, занимаемые мостами и путепроводами, в общие объемы земляных работ не включаются.

В табличные объемы земляных работ вводят поправки на разность рабочих отметок (призматоидальные поправки) и на устройство дорожной одежды.

Поправка на разность рабочих отметок вводится, если эта разность более 1 м на участке длиной 100 м. Она учитывается со знаком «плюс». Эта поправка может быть подсчитана по формуле

$$\Delta V_p = \frac{m(H_1 - H_2)^2 l}{12},$$

где m – коэффициент заложения откоса;

l – длина участка;

$H_1 - H_2$ – разность рабочих отметок.

Поправка на сточный треугольник

$$S_{\Delta} = (b/2)^2 \cdot i_1 + a^2 \cdot i_0 + a \cdot i_0 \cdot b.$$

Поправка на дорожную одежду при подсчете объемов по таблицам Н. А. Митина

$$P = S - S_{\Delta}.$$



Поправка вводится для насыпей со знаком «минус», а для выемок – со знаком «плюс».

Если дорога проходит по сельскохозяйственным угодьям, то следует учесть поправку на снятие плодородного слоя. В курсовом проекте толщину плодородного слоя $h_{н.с.}$ можно принять равной 0,2...0,4 м.

Объем снимаемого плодородного слоя

$$\Delta V_{н.с.} = (B + 2B_k + 2mh_{cp})h_{н.с.}l,$$

где h_{cp} – средняя рабочая отметка, м;

B – ширина земляного полотна, м;

B_k – ширина кювета поверху, м;

l – длина участка.

Ширина кювета поверху

$$B_k = B_\partial + h_k \cdot (m^e + m^h),$$

где B_∂ – ширина дна кювета, м;

m^e, m^h – коэффициенты заложения соответственно внутреннего и наружного откосов кювета.

Поправка на снятие плодородного слоя прибавляется в насыпях и вычитается в выемках.

Если требуемая ширина земляного полотна не соответствует табличной, то вводится поправка на ширину земляного полотна.

$$\Delta V_{nc} = (B - B_m)h_{cp}l,$$

где B_m – ширина земляного полотна, принятая по таблицам, м.

Если запроектированная крутизна откосов не совпадает с табличной крутизной, то вводится поправка на крутизну откосов.

$$\Delta V_{kp} = h_{cp}^2 (m - m_m)l,$$

где m_m – коэффициент крутизны откосов, принятый по таблице заложения откосов (см. таблицу 6.1).

Следует также определить объем земляных работ, приходящийся на кюветы при низких насыпях. Этот объем получают по таблицам или вычисляют по формуле

$$V_k = \left[b_\partial \cdot h_\partial + \frac{1}{2} h_\partial^2 (m^e + m^h) \right] l,$$

где b_∂ – ширина кювета понизу;

h_∂ – среднее расстояние от поверхности земли до дна кювета, м.

Если кюветы расположены с двух сторон насыпи, то полученное значение объема кювета следует удвоить.



Суммарные объемы насыпей и выемок подсчитывают для каждого километра отдельно, подводят общий итог объемов насыпей и выемок по всему запроектированному участку.

В таблице 7.1 представлены варианты для проектирования подсчета объемов земляных работ.

Таблица 7.1 – Варианты для проектирования

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
Категория	II	III	IV	V	III	II	V	II

Контрольные вопросы

- 1 Для чего нужен сточный треугольник?
- 2 Чем отличается сточный треугольник капитального и переходного типов дорожной одежды?

8 Практическая работа № 8. Проектирование закруглений малого радиуса

Цель работы: получение навыков в расчете виража.

Односкатный поперечный профиль виража устраиваем на всем протяжении круговой кривой. Поперечный уклон виража назначаем в зависимости от радиуса кривой в соответствии с таблицей [1, таблица 14].

Постепенный плавный переход от двускатного поперечного профиля проезжей части к односкатному выполняем на участке отгона виража, на протяжении переходной кривой.

Так как радиус кривой на первом и втором углах поворота больше 500 м, то уширение проезжей части за счет обочины не предусматриваем.

При отгоне виража наружная кромка проезжей части постепенно повышается над внутренней, возникает дополнительный продольный уклон, который определяем по формуле

$$i_{\text{дон}} = \frac{0,5b(i_{\text{np}} + i_{\text{в}})}{L},$$

где b – ширина проезжей части, м;

i_{np} – уклон проезжей части, ‰;

$i_{\text{в}}$ – уклон виража, ‰;

L – длина переходной кривой, м.

Если дополнительный продольный уклон меньше 3 ‰, то на участке перехода от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном, рав-



ным поперечному уклону проезжей части, создаем дополнительный продольный уклон величиной не менее 3 ‰ и не более 5 ‰. Этот участок называется длиной отгона виража, определяемой по формуле

$$L_{om.в} = \frac{b \cdot i}{i_{дон}}$$

Уклон внешней обочины в пределах участка с виражом принимаем равным уклону виража, уклон внутренней обочины – равным уклону на прилегающем прямом участке.

Превышения характерных точек поперечных профилей виража относительно оси дороги определяем следующим образом:

– для внутренней и внешней бровки земляного полотна по формуле

$$h = \frac{b}{2} i_{np} + a \cdot i_0,$$

где a – ширина обочины, м;

i_0 – уклон обочины, ‰;

– для внутренней и внешней кромок проезжей части по формуле

$$h = b \cdot i_{np}.$$

Отметки оси проезжей части в любом сечении виража находим по формуле

$$H = H_{np} + 0,5b \cdot i_{np} + a \cdot i_0,$$

где H_{np} – проектная отметка по бровке земляного полотна.

Все вышеперечисленные расчеты, а также формулы для определения превышения характерных точек поперечных профилей виража даны для первого угла поворота с радиусом 1000 м, уклоном виража 20 ‰ и с учетом того, что уширение проезжей части с данным радиусом не предусматривается. Вираж представлен на рисунках 8.1 и 8.2.

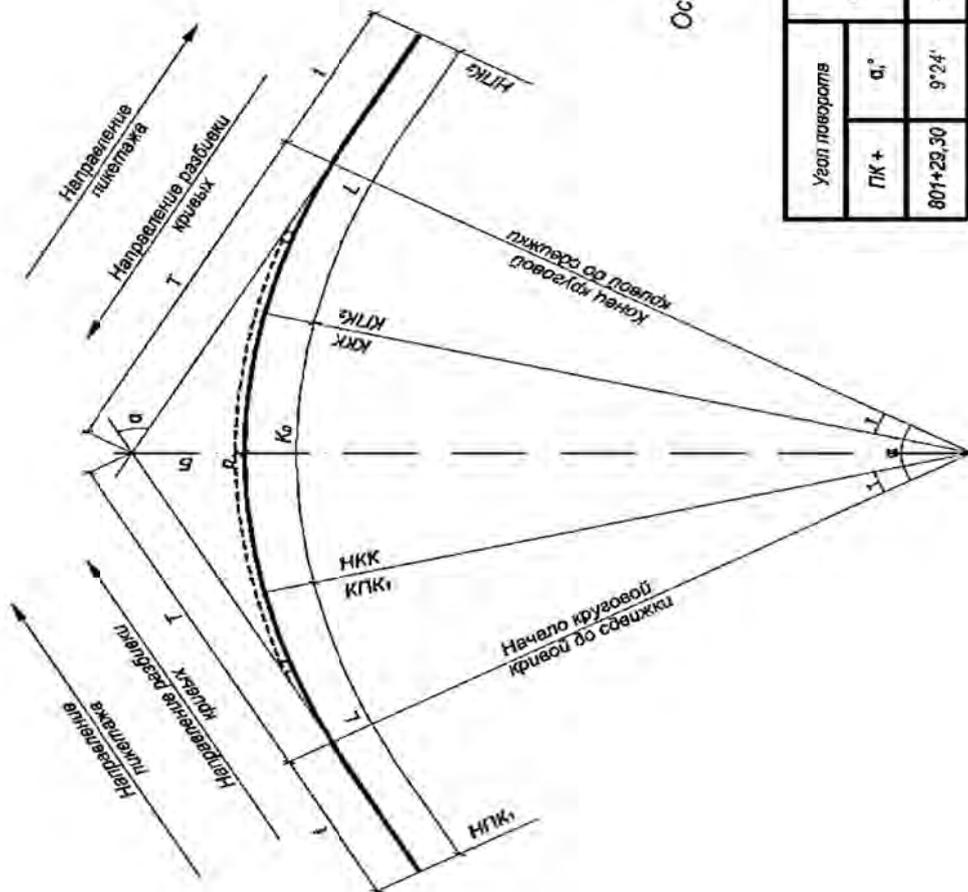
Выполнить разбивку переходных кривых по исходным данным, представленным в таблице 8.1.

Таблица 8.1 Варианты расчета закруглений малого радиуса

Вариант	1–4	5–6	7–10	11–14	15–18	19–22	22–25	26–30
Категория	II	III	IV	V	III	II	V	II



Схема разбивки оси дороги на закруглении с переходными кривыми



Прямоугольные координаты переходной и следующей за ней круговой кривой

Координаты от тангенса для разбивки кривой, м						
Расстояние от НПК, м	X, м	У, м	Расстояние от НПК, м	X, м	У, м	У, м
10	10	0,02	70	69,99	0,82	
20	20	0,07	80	79,99	1,07	
30	30	0,15	90	89,98	1,35	
40	40	0,27	100	99,98	1,67	
50	50	0,42	110	109,97	2,02	
60	60,99	0,60	120	119,96	2,40	

Основные элементы круговой и переходной кривой

Угол поворота		R, м	L, м	h, %	$\alpha - 2\alpha'$, °	T, м	t, м	K ₀ , м	B, м	P, м	D, м
ПК +	α' , °										
801+29,30	9°24'	1000	120	20	9°26'30"	82,21	59,96	43,98	3,37	0,6	0,96

Рисунок 8.1 – Схема разбивки переходных кривых

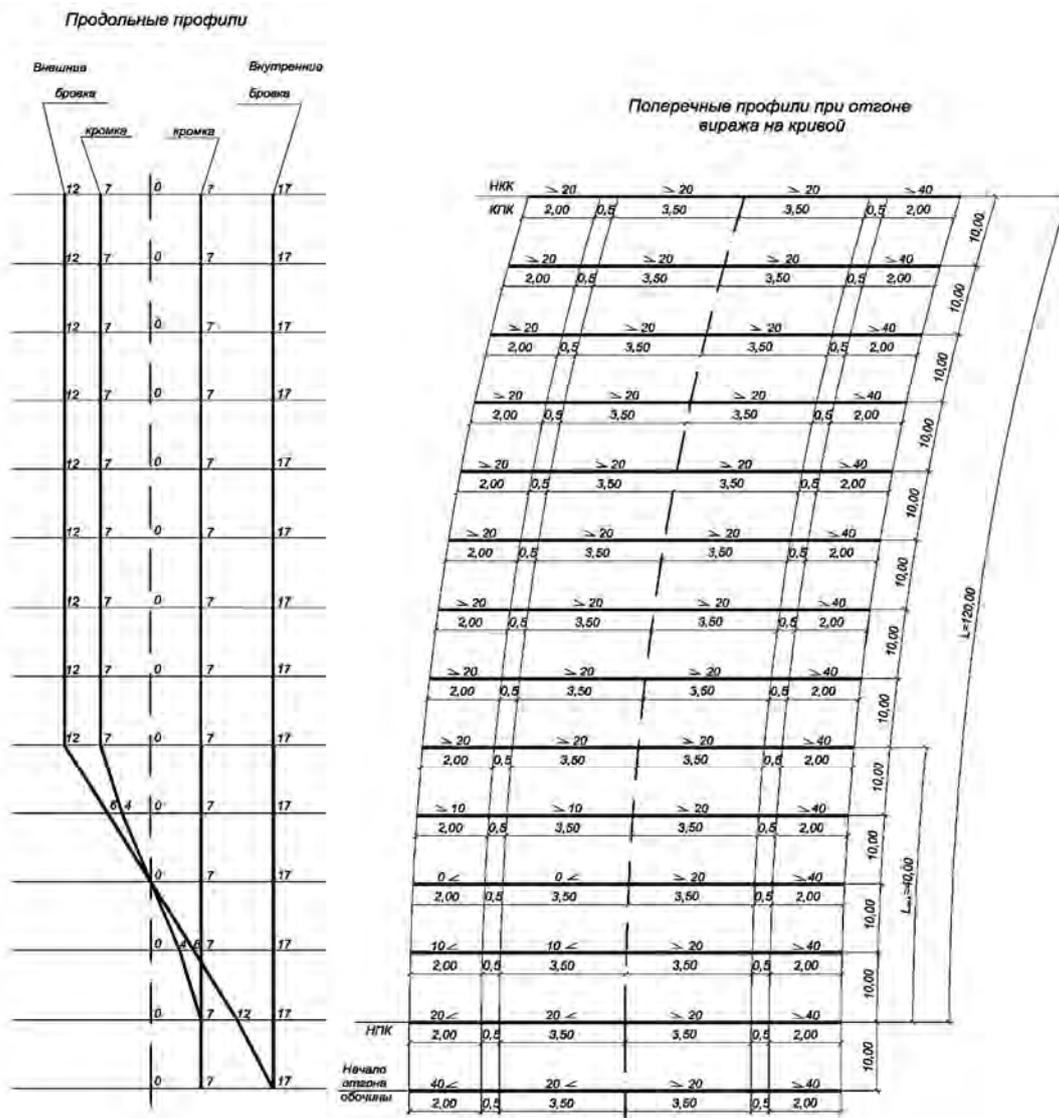


Рисунок 8.2 – Схема виража

Контрольные вопросы

- 1 Какой уклон виража устраивается на дороге IV категории с дорожной одеждой усовершенствованного типа, если R закругления равно 500 м?
- 2 Какая длина переходной кривой соответствует $R = 250$ м на дороге с дорожной одеждой усовершенствованного типа?

Список литературы

- 1 ТКП 45–3.03–19–2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Москва : Госстандарт, 2008. – 180 с.
- 2 Федотов, Г. А. Изыскание и проектирование автомобильных дорог / Г. А. Федоров, П. И. Поспелов. – Москва: Транспорт, 2009. – 648 с.
- 3 Автомобильные дороги / Я. Н. Ковалев [и др.]. – Минск : Артдизайн, 2006. – 352 с.