

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И СООРУЖЕНИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности 1-37 01 07 «Автосервис»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 625.7  
ББК 39.311  
А22

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»  
«24» сентября 2024 г., протокол № 2

Составитель ст. преподаватель С. В. Лихтар

Рецензент ст. преподаватель. О. А. Пономарева

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине  
«Автомобильные дороги и сооружения» предназначены для студентов  
специальности 1-37 01 07 «Автосервис».

Учебное издание

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ И СООРУЖЕНИЯ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	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 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2024

## Содержание

Введение.....	4
1 Разбивка кривых в плане. Определение длины трассы при проектировании дорог.....	5
2 Определение минимальных радиусов кривых в плане в различных условиях видимости для транспортных средств.....	13
3 Проектирование продольного профиля трассы автомобильной дороги.....	17
4 Проектирование кюветов.....	25
5 Определение безопасности движения для участка автомобильной дороги.....	26
6 Изучение технологической документации на ремонт автомобильных дорог.....	31
Список литературы.....	32
Приложение А. Шаблоны для построения вертикальных кривых проектной линии продольного профиля .....	33
Приложение Б.....	35

## **Введение**

Практические занятия по дисциплине «Автомобильные дороги и сооружения» выполняются с целью закрепления студентами теоретических знаний и приобретения практических навыков по разработке основных технических решений при проектировании автомобильных дорог.

В процессе проведения практических занятий студенты ознакамливаются и приобретают навыки проектирования элементов автомобильных дорог, изучают документацию на ремонт автомобильных дорог.

# 1 Разбивка кривых в плане. Определение длины трассы при проектировании дорог

**Цель работы:** освоить методику проектирования плана трассы и получить навыки оформления проектной документации.

## 1.1 Теоретические сведения

Проектирование плана трассы включает:

- выяснение препятствий и назначение контрольных точек;
- нанесение вариантов плана трассы;
- подбор радиусов и переходных кривых закруглений, разбивку пикетажа;
- составление ведомости углов поворота, прямых и кривых;
- составление чертежа «План трассы автомобильной дороги».

Трассирование по карте в горизонталях производится следующим образом. Конечные точки трассы соединяют прямой (воздушной) линией. Вдоль этой линии просматривают ситуацию и рельеф. Выясняют контурные и высотные препятствия, которые не позволяют проложить трассу по воздушной линии. Такими препятствиями являются населенные пункты, промышленные и другие сооружения, ценные угодья, возвышенности, овраги, озера, болота.

Дороги I, II, III категорий, как правило, прокладывают в обход населенных пунктов. Дороги IV и V категорий могут проходить через населенные пункты при достаточной ширине их улиц. Однако для повышения безопасности движения их лучше выносить за пределы населенных пунктов. При обходе населенных пунктов автомобильные дороги следует располагать, по возможности, с подветренной стороны, учитывая особенности осенне-зимних периодов.

По лесным массивам трассу целесообразно прокладывать по просекам. Дороги I–III категорий в лесных массивах, по возможности, следует направлять вдоль господствующих ветров, что обеспечивает естественное проветривание и уменьшает заносимость их снегом.

Ценные угодья желательно обходить или прокладывать трассу по их границам. Не допускается прохождение трассы по государственным заповедникам. Трасса вдоль рек, озер, водоемов должна проходить за пределами защитной зоны.

Перед проложением трассы выясняются также контрольные точки, через которые она должна проходить. К ним относятся: седловины хребтов, места пересечения с железными и автомобильными дорогами, большими водотоками.

Автомобильные дороги I, II, III категорий пересекаются с железными дорогами в разных уровнях всегда, а дороги IV и V категории – в отдельных случаях. Место пересечения в разных уровнях выбирают на участке железной дороги, проходящей в выемках или нулевых местах, – это уменьшает объем земляных работ.

На пересечении автомобильной и железной дорог в одном уровне должна быть обеспечена видимость. Поэтому пересечение железной дороги на участке прохождения ее в выемке неприемлемо. Острый угол между пересекающимися дорогами в одном уровне должен быть не менее 60°.

В разных уровнях автомобильные дороги I категории пересекаются с автомобильными дорогами всех категорий, дороги II категории – с дорогами II и III категорий, дороги III категории – между собою при интенсивности движения на пересечении более 8000 приведенных автомобилей в сутки [2].

Пересечения располагают, как правило, на прямых участках пересекающихся дорог. В продольном профиле не рекомендуется применять выпуклые вертикальные кривые. В пределах пересечений не допускается использовать предельные значения радиусов кривых в плане и профиле, продольных уклонов.

План трассы наносят на карту в виде плавной линии с учетом рельефа местности и ситуации. Полученное очертание представляет примерное положение трассы (предварительный вариант). Для выноса этой трассы на местность кривую заменяют ломаной линией, представленной касательными к главным точкам – точкам сопряжения смежных элементов трассы.

После этого измеряют углы  $\alpha$  поворота трассы в местах изменения направления прямых и осевой румб первого направления, а также биссектрисы  $B$  закруглений. Закругления трассы устраивают в виде круговых кривых либо в виде круговых кривых с переходными. Переходные кривые проектируют при радиусах кривых в плане 2000 м и менее [2]. По значениям углов поворота и биссектрис предварительно подбирают радиусы закруглений  $R$ :

$$R = \frac{B}{\sec(\alpha/2) - 1}. \quad (1.1)$$

Полученную величину радиуса  $R$  округляют с точностью до 50 или 100 м и устанавливают необходимость устройства переходных кривых.

Радиус  $R$  кривой можно подобрать и по измеренным на карте тангенсу  $T$  и углу  $\alpha$  поворота:

$$R = \frac{T}{\operatorname{tg}(\alpha/2)}. \quad (1.2)$$

Радиус кривых назначают, как правило, не менее рекомендуемого [2] и, во всяком случае, не меньше минимально допустимого значения. Если его невозможно вписать, то следует изменить положение вершины угла.

Закругления вписывают в углы поворота таким образом, чтобы положение трассы примерно соответствовало положению предварительного варианта, выдерживались нормативы плана трассы (радиусы и длины переходных кривых и прямых вставок), не было наложения соседних закруглений.

Если между соседними закруглениями, направленными в одну сторону, имеется прямая вставка, то следует оценить возможность ее сохранения (устранения) [2, с. 12]. Прямая вставка должна иметь длину более 700 м (для дорог I и II категорий) и более 300 м (для дорог III и IV категорий). Короткие вставки воспринимаются водителем как излом трассы, нарушающий ее плавность, что ведет к снижению скорости движения. При коротких вставках следует увеличить радиусы смеж-

ных кривых или длины переходных кривых.

Радиусы смежных кривых в плане должны различаться не более чем в 1,3 раза. Смежные переходные кривые нужно назначать с одинаковыми параметрами.

Для дорог низших категорий с малой интенсивностью движения трассу разбивают по склону, а для дорог высоких категорий преимущества достигают от сокращения трассы. К развитию линии трассы прибегают, если глубина выемки или высота насыпи недопустимы по техническим соображениям.

По углу поворота и окончательно принятому радиусу определяют элементы закругления: тангенс, кривую, биссектрису, домер. Для определения элементов переходных кривых можно воспользоваться таблицей 1.1.

Таблица 1.1 – Элемент переходных кривых

Радиус круговой кривой $R$ , м	Длина переходной кривой $L$ , м	Величина $\alpha_{\min} = 2\tau$	Дополнительный тангенс $t$ , м	Сдвигка круговой кривой $P$ , м
150	60	22°55'	29,96	1,01
200	70	20°03'	34,97	1,02
250	80	18°20'	39,97	1,07
300	90	17°11'	44,97	1,12
400	100	14°19'	49,97	1,04
500	110	12°36'	54,98	1,01
600	120	11°28'	59,98	1,00
700	120	9°50'	59,98	0,86
800	120	8°36'	59,99	0,75
900	120	7°38'	59,99	0,66
1000	120	6°52'	59,99	0,60
1100	100	5°12'	50,00	0,38
1200	100	4°46'	50,00	0,35
1300	100	4°24'	50,00	0,32
1400	100	4°06'	50,00	0,30
1500	100	3°49'	50,00	0,29
1600	100	3°35'	50,00	0,26
1700	100	3°22'	50,00	0,25
1800	100	3°11'	50,00	0,24
1900	100	3°01'	50,00	0,22
2000	100	2°52'	50,00	0,21

После окончательного выбора направления трассы разбивают пикетаж. Определяют пикетажное положение вершин углов поворота. Рассчитывают пикетажное положение начала и конца переходных и круговых кривых. Составляют ведомость углов поворота, прямых и кривых. Форма ведомости и пример ее заполнения приведены в таблице 1.2. В ведомость вносят радиус закругления  $R$ , элементы закругления: тангенс круговой кривой  $T$ , круговую кривую  $K$  (только для закруглений без переходных кривых), биссектрису  $B$ , домер  $D$ , переходную кривую  $L$ , дополнительный тангенс  $t$ , сдвигку кривой  $P$ , угол наклона касательной в конце переходной кривой  $L$ , круговую кривую, оставшуюся между переходными кривыми  $K_0$ . Вычисляют длины прямых вставок, расстояния между вершинами, румбы прямых направлений. Проверяют правильность составления ведомости.

План трассы автомобильной дороги выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 25.511–83 в масштабе 1:5000. На плане надписи километров и пикетов располагают параллельно трассе; названия рек, направления дорог, коммуникаций пишут вдоль них (пример на рисунке 1.1). Ситуацию и рельеф на плане показывают в соответствии с условными знаками топографических планов.

На свободном поле листа (в нижней части) размещают схемы закрепления точек трассы и ведомость углов поворота, прямых и кривых.

Таблица 1.2 – Ведомость углов поворотов, прямых и кривых

Номер вершины угла	Величина угла		Положение вершины угла		Элемент кривой, м								
					<i>R</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	$\tau$	<i>P</i>
	влево <i>УЛ</i>	вправо <i>УП</i>	<i>ПК</i>	+									
<i>НТ</i>	–	–	0	00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>ВУ1</i>	–	72°00'	15	30	800	581,23	–	188,85	157,21	120	59,99	4°18'	0,7
<i>ВУ2</i>	38°15'	–	27	57,50	1000	346,77	–	58,42	25,78	120	59,99	3°26'	0,6
<i>КТ</i>	–	–	36	75,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Сумма	38°15'	72°00'	–	–	–	928,00	–	–	182,99	240	119,98	–	–

Продолжение таблицы 1.2

Номер вершины угла	<i>K<sub>0</sub></i>	Точка кривой								Прямая вставка <i>П</i> , м	Расстояние между вершинами <i>S</i> , м	Румб
		<i>НПК1</i>		<i>КПК1 (НKK)</i>		<i>ККК (КПК2)</i>		<i>НПК2</i>				
		<i>ПК</i>	+	<i>ПК</i>	+	<i>ПК</i>	+	<i>ПК</i>	+			
<i>НТ</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>ВУ1</i>	885,23	8	88,78	10	08,78	18	94,01	20	14,01	888,78	1530,00	<i>СВ:</i> 77°30'
<i>ВУ2</i>	547,74	23	50,74	24	70,78	30	18,48	31	38,48	336,73	1384,71	<i>ЮВ:</i> 30°30'
<i>КТ</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	536,52	943,28	<i>ЮВ:</i> 68°45'
Сумма	1432,97	–	–	–	–	–	–	–	–	1762,03	3857,91	–

Проверка правильности составления ведомости углов поворота, прямых и кривых осуществляется по следующим формулам:

$$\alpha_0 - \alpha_k = \sum \text{УП} - \sum \text{УК}; \quad (1.3)$$

$$(180^\circ - 68^\circ 45') - 77^\circ 30' = 33^\circ 45'; \quad 72^\circ 00' - 38^\circ 15' = 33^\circ 45'.$$

$$\sum \text{П} - \sum \text{К} + \sum (\text{K}_0 + 2 \cdot \text{L}) = \sum \text{S} - \sum \text{D}; \quad (1.4)$$

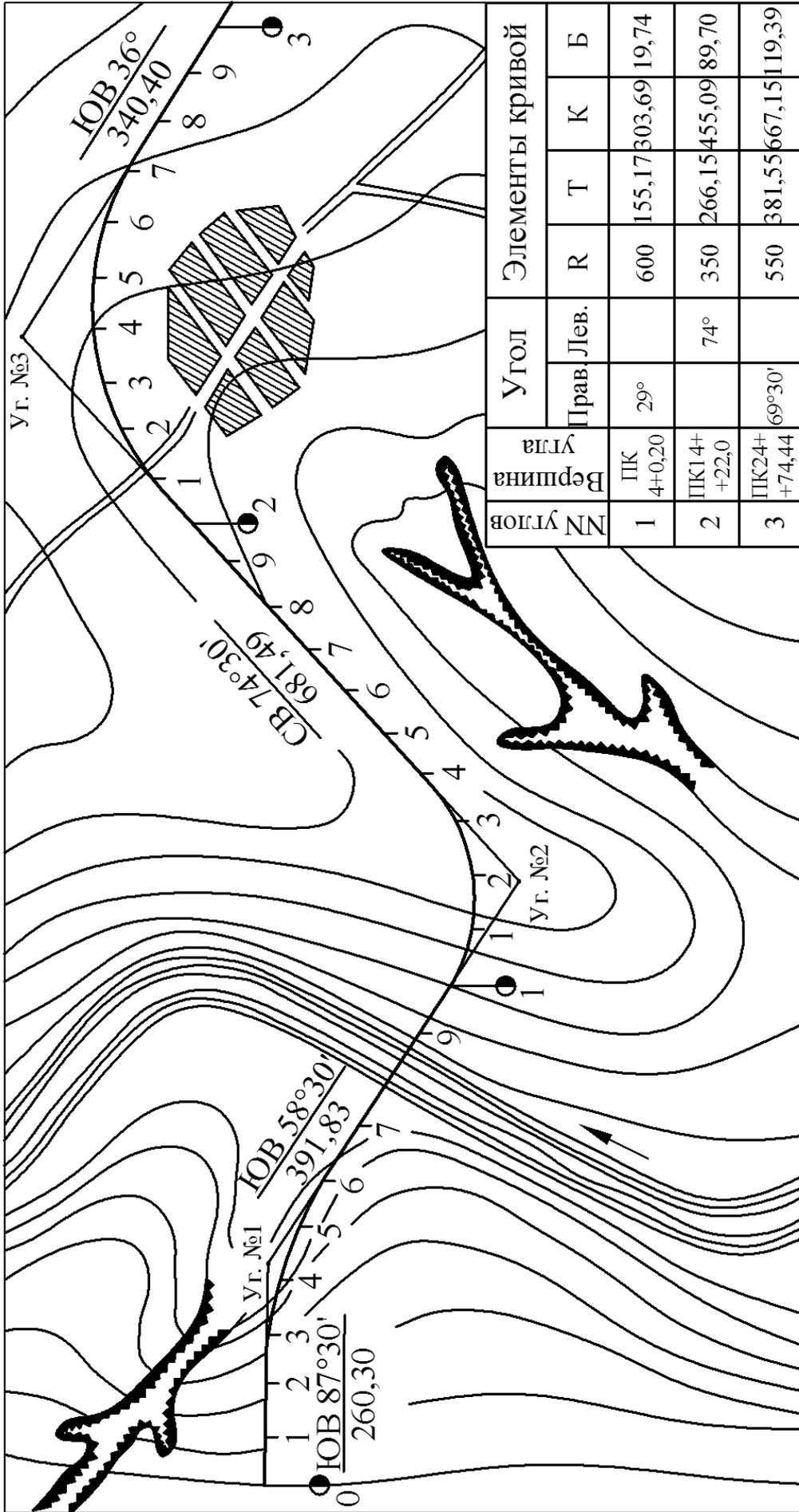


Рисунок 1.1 – Пример плана трассы, нанесенного на карту местности, и ведомости углов поворотов



Последовательность действий при построении скругления с переходными кривыми трассы автомобильной дороги (рисунок 1.3):

- 1) определить пикетажное значение вершины угла  $ПК ВУ$ ;
- 2) определить значение угла  $\alpha$ ;
- 3) выбрать категорию дороги (выполняется однократно для всего участка трассы), установить рельеф местности, по которой проходит данный участок трассы, выбрать соответствующую расчетную скорость;
- 4) вычислить значение радиуса круговой кривой  $R_{\min}$ , которое округлить с точностью до 50 или 100 м;
- 5) округлить по правилам математики значение  $R_{\min}$  до ближайшего стандартного, указанного в таблице 1.1, и выбрать из той же таблицы значения  $L, \alpha_{\min}, t, P$ ;
- 6) вычислить значение тангенса  $T$  с точностью до сотых долей метра;
- 7) вычислить значение угла  $\beta$  по формуле  $\beta = (\alpha \dots \alpha_{\min})/2$ ;
- 8) от вершины угла  $ВУ$  на плане местности с учетом масштаба (1:25000, т. е. в 1 см – 250 м) отложить отрезок, равный  $T$ , на один из прямых участков трассы. Из полученной точки провести линию, перпендикулярную прямому участку трассы. На перпендикуляре отложить отрезок, равный  $R_{\min} + P$ . Конец отрезка обозначить как точку  $M$ . Из точки  $M$  опустить перпендикуляр на второй прямой участок трассы. Угол между двумя перпендикулярами должен быть равен  $\alpha$ ;
- 9) из точки  $M$  в пределах угла  $\alpha$  провести линии, угол между которыми равен  $\alpha \dots 2\beta$ ;
- 10) вычислить значение биссектрисы  $B$  с точностью до сотых долей метра по формуле  $B = (R_{\min} + P) \cdot \sec(\alpha/2) - R$ . Построить биссектрису угла, отложив отрезок, равный  $B$ , на линии, соединяющей  $M$  и  $ВУ$ ;
- 11) провести радиусом  $R$  дугу окружности из центра  $M$ , середина которой лежит на биссектрисе  $B$  угла и границами которой являются ограничивающие угол  $\alpha \dots 2\beta$  линии. Таким образом, получают точки  $НKK$  и  $KKK$ ;
- 12) вычислить значение длины отрезка круговой кривой  $KO$  с точностью до сотых долей метра;
- 13) от вершины угла  $ВУ$  отложить отрезок, равный полному тангенсу  $Tn = T + t$ , на один из прямых участков трассы. Построить клотоиду длиной  $L$  между полученной точкой и точкой  $НKK$  или  $KKK$ . По такому же принципу построить вторую клотоиду;
- 14) вычислить с точностью до сотых долей метра значение полного домера  $Dn$  по формуле  $Dn = 2(T + t) - 2L - K_0$ ;
- 15) определить пикетажное значение начала закругления  $ПК НЗ$  по формуле  $ПК НЗ = ПК ВУ - Tn$ ;
- 16) определить пикетажное значение начала круговой кривой  $ПК НKK$  по формуле  $ПК НKK = ПК НЗ + L$ ;
- 17) определить пикетажное значение конца круговой кривой  $ПК KKK$  по формуле  $ПК KKK = ПК НKK + K_0$ ;
- 18) определить пикетажное значение конца закругления  $ПК КЗ$  по формуле  $ПК КЗ = ПК KKK + L$ ;

19) выполнить проверку по формуле  $ПК\ КЗ = ВУ + Tn - Dn$ .

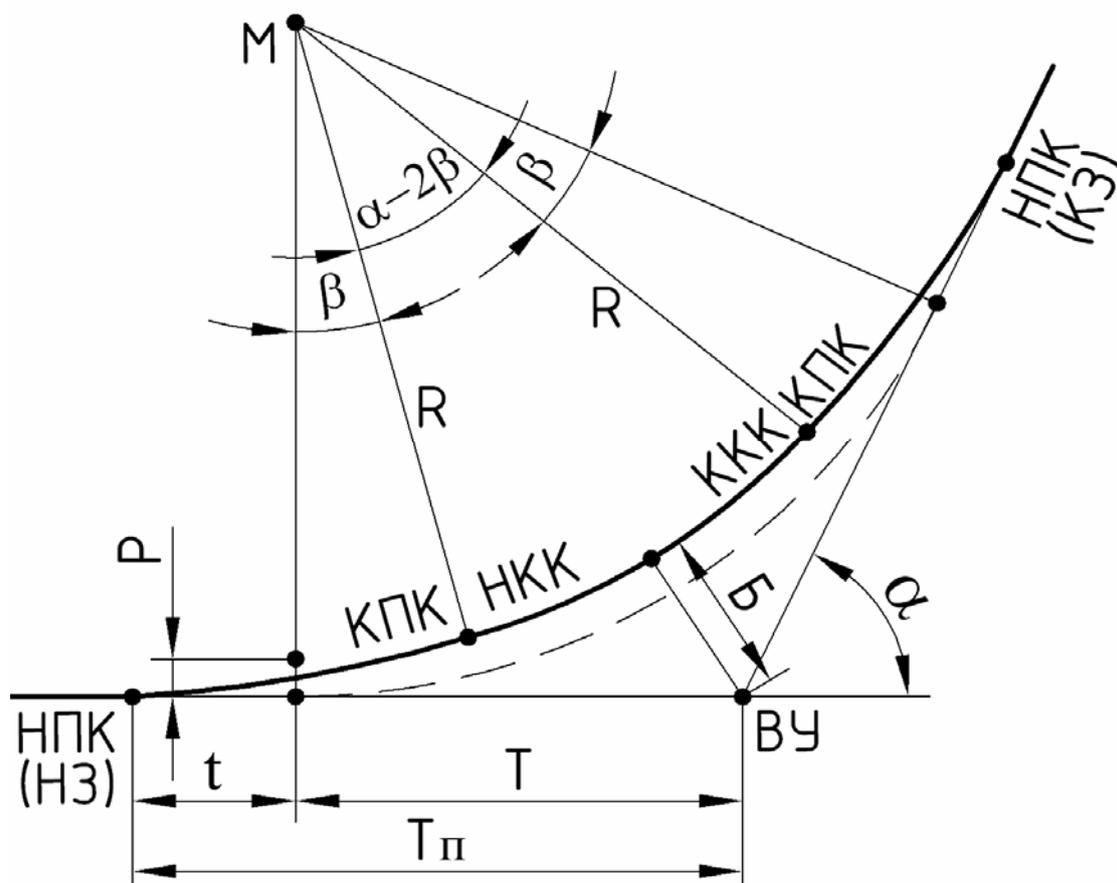


Рисунок 1.3 – Основные элементы скругления с переходными кривыми

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 Вычертить план трассы автомобильной дороги.
- 2 Построить круговую кривой трассы автомобильной дороги.
- 3 Построить скругления с переходными кривыми трассы автомобильной дороги.
- 4 Оформить отчет и защитить работу.

### ***Содержание отчета***

В отчете следует привести описание вариантов трассы дороги (пример показан на рисунке 1.1), обосновать проложение трассы в зависимости от рельефа и ситуации местности, а также каждый поворот трассы, величину угла, цель следующего направления и величину принятого радиуса закругления.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Как осуществляется проверка правильности составления ведомости углов поворота, прямых и кривых?
- 2 Как осуществляется построение круговой кривой трассы автомобильной

дороги?

3 Как осуществляется построение скругления с переходными кривыми трассы автомобильной дороги?

## 2 Определение минимальных радиусов кривых в плане в различных условиях видимости для транспортных средств

**Цель работы:** освоить методику определения минимальных радиусов кривых в плане и радиусов вертикальных кривых.

### 2.1 Теоретические сведения

В соответствии с перспективной интенсивностью движения, указанной в задании, в соответствии с таблицей 2.1 [2] устанавливается техническая категория проектируемой дороги. По категории дороги и рельефу местности, руководствуясь таблицей 2.2, принимается расчетная скорость движения одиночных автомобилей.

Таблица 2.1 – Классификация автомобильных дорог

Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, авт./сут		Народно-хозяйственное и административное значение автомобильных дорог
	приведенная к легковому автомобилю	в транспортных единицах	
I-а	Св. 14000	Св. 7000	Магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения (в том числе для международного сообщения)
I-б II	Св. 14000 Св. 6000 до 14000	Св. 7000 Св. 3000 до 7000	Автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенные к I-а категории), республиканского и областного (краевого) значения
III	Св. 2000 до 6000	Св. 1000 до 3000	Автомобильные дороги общегосударственного, областного (краевого) значения (не отнесенные к I-б и II категориям), дороги местного значения
IV	Св. 200 до 2000	Св. 100 до 1000	Автомобильные дороги республиканского, областного (краевого) и местного значения (не отнесенные к I-б, II и III категориям)
V	До 200	До 100	Автомобильные дороги местного значения (кроме отнесенных к III и IV категориям)

Наименьший допустимый радиус кривых в плане по расчетной скорости движения определяют по формуле

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 \cdot (\mu + i_n)}, \quad (2.1)$$

где  $V$  – расчетная скорость движения, км/ч;

$\mu$  – коэффициент поперечной силы,  $\mu = 0,15$  (из условия обеспечения комфортабельности езды для пассажиров),  $\mu = 0,10$  (из условия минимального износа шин);

$i_n$  – поперечный уклон проезжей части на виражах,  $i_n = 0,04$  (для районов с частым образованием гололедов) [2].

Таблица 2.2 – Значения расчетной скорости движения автотранспортных средств для различных категорий автомобильных дорог

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч		
	основная	допускаемая на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
I-а	150	120	80
I-б	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

Вычисленные значения радиусов  $R_{\min}$  округляют в большую сторону с точностью до 25 или 50 м и сопоставляют с нормативными значениями.

Расчетное расстояние видимости определяют по двум схемам.

По первой схеме вычисляют расстояние, на котором водитель может остановить автомобиль перед препятствием:

$$S_1 = \frac{V}{3,6} \cdot t_p + \frac{K \cdot V^2}{254 \cdot (\varphi \pm i + f)} + l_0, \quad (2.2)$$

где  $t_p$  – время реакции водителя,  $t_p = 1$  с;

$\varphi$  – коэффициент продольного сцепления колес автомобиля с дорогой,  $\varphi = 0,6$  (для чистого сухого асфальтобетонного покрытия) [1, с. 45, 46];

$f$  – коэффициент сопротивления качению,  $f = 0,01 \dots 0,025$ ;

$K$  – коэффициент эксплуатационных условий торможения,  $K = 1,4$ ;

$l_0$  – расстояние безопасности,  $l_0 = 5 \dots 10$  м;

$i$  – продольный уклон участка,  $i = 0$  (для горизонтального участка).

По второй схеме вычисляют расстояние видимости при встречном движении двух автомобилей по одной полосе, которое складывается из суммы тормозных путей двух автомобилей и расстояния безопасности между ними. При одинаковых скоростях автомобилей и для горизонтального участка дороги

$$S_2 = 2 \cdot S_1. \quad (2.3)$$

Минимальный радиус выпуклых кривых определяют из условия видимости поверхности дороги:

$$R_{\text{вып}} = \frac{S_1^2}{2 \cdot d}, \quad (2.4)$$

где  $d$  – высота уровня глаза водителя над поверхностью дороги,  $d = 1,2$  м.

Минимальный радиус вогнутых вертикальных кривых находят исходя из величины центробежной силы, допустимой по условиям самочувствия пассажиров и перегрузки рессор:

$$R_{\text{вогн}} = \frac{V^2}{13 \cdot b}, \quad (2.5)$$

где  $b$  – допустимое центробежное ускорение,  $b = 0,5 \dots 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

Радиусы вогнутых вертикальных кривых должны быть проверены по обеспечению видимости при свете фар в ночное время [1, с. 94]:

$$R''_{\text{вогн}} = \frac{S_1^2}{2 \cdot (h_{\phi} + S_1 \cdot \sin(\beta/2))}, \quad (2.6)$$

где  $h_{\phi}$  – высота уровня фар легкового автомобиля над поверхностью проезжей части,  $h_{\phi} = 0,75$ , м;

$\beta$  – угол рассеивания пучка света фар,  $\beta = 2^{\circ}$ .

Значения радиусов вертикальных кривых округляют в большую сторону с точностью до 100 м.

Максимальный продольный уклон определяют отдельно для одиночного автомобиля и автопоезда по формуле

$$i_{\text{max}} = D - f, \quad (2.7)$$

где  $D$  – динамический фактор автомобиля.

Значения динамического фактора автомобиля задаются преподавателем.

Значения параметров, полученных в результате расчета и рекомендуемых ТКП 45-3.03-19–2006 (02250) (далее – ТКП), заносят в таблицу 2.3. Для проектирования принимают большие значения (для уклонов – меньшие).

Справочный материал содержится в таблицах 2.4 и 2.5 [2].

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 Произвести расчет минимальных радиусов кривых в плане.
- 2 Оформить результаты расчетов в виде таблицы.
- 3 Оформить отчет и защитить работу.

Таблица 2.3 – Технические нормативы проектируемой дороги

Наименование	По расчету	По ТКП	Принято для проектирования
Интенсивность движения, авт./сут			
Расчетная скорость движения, км/ч:			
основная			
допустимая на трудных участках пересеченной местности			
Наименьший радиус кривых в плане, м			
Наименьший радиус вертикальных кривых, м:			
выпуклых			
вогнутых			
Наибольший продольный уклон, %			
Расстояние видимости, м:			
поверхности дороги			
встречного автомобиля			
Число полос движения			
Ширина полосы движения, м			
Ширина проезжей части, м			
Ширина обочины, м			
Ширина земляного полотна, м			

Таблица 2.4 – Технические нормативы проектируемой автомобильной дороги согласно ТКП 45-3.03-19–2006 (02250)

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, %	Наименьшее расстояние видимости, м		Наименьший радиус кривых, м				
				в плане		в продольном профиле		
		для остановки	встречного автомобиля	основные	в горной местности	выпуклых	вогнутых	
							основные	в горной местности
150	30	300	–	1200	1000	30000	8000	4000
120	40	250	450	800	600	15000	5000	2500
100	50	200	350	600	400	10000	3000	1500
80	60	150	250	300	250	5000	2000	1000
60	70	85	170	150	125	2500	1500	600
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400
40	90	55	110	60	60	1000	1000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

Таблица 2.5 – Основные параметры поперечного профиля дорог  
(из ТКП 45-3.03-19–2006 (02250))

Параметры элементов дорог	Категория дороги					
	I-a	I-б	II	III	IV	V
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	–
Ширина проезжей части, м	2×7,5; 2×11,25; 2×15	2×7,5; 2×11,25; 2×15	7,5	7	6	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2	1,75
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	–
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	6	5	–	–	–	–
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	–	–	–	–
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8

### *Содержание отчета*

В отчете следует привести результаты расчетов по формулам (2.1)–(2.7) и представить их в виде таблицы 2.3.

### *Контрольные вопросы*

- 1 Как выполняется расчет радиусов кривых в плане?
- 2 Как выполняется расчет радиусов вертикальных кривых?
- 3 Какие параметры автомобильной дороги выбираются согласно ТКП 45-3.03-19–2006 (02250)?

## **3 Проектирование продольного профиля трассы автомобильной дороги**

**Цель работы:** освоить методику проектирования продольного профиля автомобильной дороги и получить навыки оформления проектной документации.

### *3.1 Теоретические сведения*

Для построения продольного профиля поверхности земли по карте в горизонталях на всех пикетах и плюсовых точках определяют отметки с точностью до 1 см. Плюсовые точки должны быть назначены во всех местах изменения крутизны склона, на пересечениях трассы с дорогами и инженерными коммуникациями, логами суходолов, оврагами, ручьями и реками. Отметки дна пересекаемых

оврагов и русел постоянных водотоков можно принять ориентировочно. Полученные отметки точек представляют в виде ведомости (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Ведомость отметок точек (образец заголовка)

Положение точки		Отметка точки $H$ , м	Примечание
<i>ПК</i>	+		

В графе «Примечание» указывают положение точки: начало трассы, бровка обрыва, дно лощины, склон, хребет, урез воды и т. п.

По найденным отметкам строят продольный профиль поверхности земли по оси дороги. Построение и оформление продольного профиля выполняется в соответствии с ГОСТ 21.511–83.

Для нанесения проектной линии продольного профиля необходимы следующие основные данные: максимальный допустимый продольный уклон, минимальные радиусы вертикальных кривых; рекомендуемая (руководящая) рабочая отметка насыпи; отметки контрольных точек.

Рекомендуемую рабочую отметку насыпи устанавливают из двух условий:

1) верх покрытия дорожной одежды должен возвышаться над уровнем грунтовых вод, верховодки, стоящих поверхностных вод или над поверхностью земли при необеспеченном стоке на минимально допустимую величину, которая нормируется в зависимости от вида грунта и дорожно-климатической зоны [2];

2) в открытых местах, где возможны значительные снежные заносы, бровка земляного полотна в насыпи должна возвышаться над поверхностью снежного покрова на величину, обеспечивающую ее незаносимость [2].

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи по первому условию:

– для участков 3-го типа местности по увлажнению с высоким стоянием грунтовых вод

$$h_{рек} = h_{гр.в} - a \cdot i_{об} - H_{гр.в}; \quad (3.1)$$

– для участков 3-го типа местности с длительно (более 30 сут) стоящими поверхностными водами

$$h_{рек} = h_в - a \cdot i_{об} - H_в; \quad (3.2)$$

– для участков 2-го типа местности (над поверхностью земли при необеспеченном стоке)

$$h_{рек} = h_з - a \cdot i_{об}; \quad (3.3)$$

– на участках 1-го типа местности

$$h_{рек} = h_{д.о} - a \cdot i_{об}, \quad (3.4)$$

где  $h_{гр.в}$ ,  $h_в$ ,  $h_з$  – возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, стоящих поверхностных вод, земли соответственно;

$a$  – ширина обочины, м;

$i_{об}$  – поперечный уклон обочины;

$H_{гр.в}$  – глубина залегания грунтовых вод, м;

$H_в$  – глубина стоящих поверхностных вод, м;

$h_{д.о}$  – толщина дорожной одежды, м.

Для снегозаносимых участков рекомендуемая рабочая отметка по второму условию

$$h_{рек} = h_c + \Delta h, \quad (3.5)$$

где  $h_c$  – толщина снежного покрова, м;

$\Delta h$  – минимальное возвышение бровки насыпи над уровнем снегового покрова, принимаемое от 0,4 до 1,2 м в зависимости от категории дороги [2].

Из двух условий в расчет принимается наибольшая рекомендуемая рабочая отметка.

Контрольными точками продольного профиля являются пересечения с автомобильными и железными дорогами, водотоками.

При пересечении дорог в разных уровнях контрольная отметка проектной линии

$$НК = НП \pm Г \pm С, \quad (3.6)$$

где  $НП$  – отметка проезжей части по оси пересекаемой автомобильной дороги или головки рельса железной дороги;

$Г$  – габарит автомобильный (5 м для дорог I, II, III категорий и 4,5 м – IV и V категорий) или железнодорожный (5,55 м – для неэлектрифицированных дорог и 6,40 м – для электрифицированных);

$С$  – высота пролетного строения путепровода; зависит от длины и конструкции пролетного строения (ориентировочно можно принять в пределах от 0,8 до 2,1 м).

Знак «+» принимается в случае, если проектируемая дорога проходит над существующей дорогой, а знак «-» – под существующей.

При пересечении автомобильных дорог в одном уровне контрольная отметка проектной линии принимается равной отметке проезжей части по оси пересекаемой дороги. Если пересекается дорога более низкой категории, можно изменить ее высотное положение путем переустройства на подходах к пересечению и назначить контрольную отметку по условиям проектирования продольного профиля.

На пересечениях автомобильных дорог в одном уровне должна быть обеспечена видимость пересекающего направления на расстоянии видимости поверхности дороги [2, таблица 10], продольный уклон на этом расстоянии не должен превышать 40 %.

При пересечении автомобильной и железной дорог в одном уровне контрольная отметка проектной линии принимается равной отметке головки рельса. Автомобильная дорога на протяжении не менее 2 м от крайнего рельса должна иметь в продольном профиле горизонтальную площадку или вертикальную кри-

вую большого радиуса. Подходы автомобильной дороги к пересечению на протяжении 50 м следует проектировать с продольным уклоном не более 30 %.

При пересечении водотоков устраивают искусственные сооружения. Малые искусственные сооружения – это водопропускные трубы и мосты длиной до 25 м, средние – мосты длиной от 25 до 100 м.

В данной работе отверстия водопропускных труб назначают конструктивно. Трубы устанавливают на суходолах или небольших ручьях. Типовые трубы бывают круглые одноочковые и многоочковые, прямоугольные. Отверстия круглых труб – 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,4; 1,6; 2,0 и 2,4 м; прямоугольных – 2,0; 2,5; 3,0 и 4,0 м. Круглые трубы с отверстием 0,5 и 0,6 м устанавливают на съездах и переездах; трубы с диаметром отверстия 1,0 м применяют при высоте насыпи до 4,5 м, с диаметром 1,6 м – при высоте насыпи до 7 м. Прямоугольные трубы используют при высоте насыпи до 20 м. При установке труб на ручьях отверстие их должно быть не менее 1,2 м.

Контрольная отметка над трубами вычисляется по формуле

$$HK_m = HЗ + d + t + 0,5, \quad (3.7)$$

где  $HЗ$  – отметка поверхности земли, м;

$d$  – внутренний диаметр круглой трубы или высота прямоугольной, м;

$t$  – толщина стенки трубы (принять 0,10 м).

Для мостов через несудоходные реки контрольная отметка определяется как

$$HK_m = PУВВ + Z + C, \quad (3.8)$$

где  $PУВВ$  – расчетный уровень высокой воды (можно принять условно на 1...2 м выше отметки бровки русла);

$Z$  – расстояние от  $PУВВ$  до низа пролетного строения,  $Z = 0,5...1,5$  м;

$C$  – высота пролетного строения.

Проектирование продольного профиля состоит в нанесении проектной линии и вычислении проектных и рабочих отметок. Отметки проектной линии для вновь проектируемых дорог относятся к бровке земляного полотна, а при реконструкции существующих дорог – к оси дороги.

На продольный профиль можно наносить проектную линию по обертывающей и по секущей. Проектирование по обертывающей чаще всего применяют для равнинной и слабопересеченной местности; проектируемую линию наносят, следуя основным изгибам поверхности земли, с соблюдением рекомендуемых рабочих отметок и уклонов не выше максимально допустимого для дороги данной категории. По возможности, следует избегать в продольном профиле частых переломов проектных линий, т. е. не проектировать пилообразный профиль. Не рекомендуется устраивать длинные горизонтальные участки на нулевых местах и при низких насыпях.

В условиях холмистого, сильно пересеченного рельефа проектную линию наносят по секущей с примерным балансом земляных масс для смежных участков насыпей и выемок. По приблизительной оценке площадь участка выемки должна

быть примерно на 25 %...30 % меньше площади чередующейся насыпи. Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5 ‰, проектирование горизонтальных участков в выемке не допускается. При этом следует избегать мелких выемок большой протяженности. Такие выемки обычно сырые и снегозаносимые. Иногда приходится ограничивать глубину выемок по гидрогеологическим условиям, чтобы обеспечить нормируемое возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод.

Проектная линия продольного профиля состоит из прямолинейных участков и вертикальных кривых. Согласно [2] вертикальные кривые должны вписываться в местах переломов проектной линии в продольном профиле при алгебраической разности уклонов смежных линий 5 ‰ и более на дорогах I и II категорий, 10 ‰ и более – на дорогах III категории, 20 ‰ и более – на дорогах IV и V категорий. Уклоны на подъемах считают со знаком «плюс», а на спусках – со знаком «минус». При разноименных уклонах смежных линий алгебраическая разность равна сумме смежных уклонов, а при одноименных – разности смежных уклонов.

Для повышения плавности движения радиусы вертикальных кривых нужно принимать возможно большими.

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 (приложение А). По краю шаблона наносят штрихи с указанием уклонов в тысячных. На шаблонах имеются также горизонтальные и вертикальные линии для правильного их ориентирования при работе на миллиметровой бумаге. Участки проектной линии в виде прямых удобно намечать с помощью треугольника уклонов, лучи которого имеют различные уклоны от 10 до 100 ‰.

Проектную линию наносят в определенной последовательности:

- намечают отметки начала и конца проектируемого участка исходя из условия сопряжения с соседними участками;
- на продольный профиль поверхности земли наносят контрольные точки;
- выделяют длинные – более 200 м для дорог III, IV категорий и 300 м для I, II категорий – прямолинейные участки профиля земли, проводят параллельно им прямые линии на высоте руководящей отметки с учетом контрольных отметок;
- 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  $i \cdot R$  на уклоне  $i$ ;
- 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 нормы при проектировании по обертывающей не выдерживаются;
- вписывают по шаблонам проектную линию на вогнутых участках с учетом контрольных точек у труб и мостов и сопряжения с соседними участками;

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

– обозначают элементы проектной линии в графе «Уклон и вертикальная кривая» продольного профиля; оформление элементов проектной линии показано на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Обозначение вертикальных кривых продольного профиля

При построении проектной линии нужно избегать резких переломов профиля от одних уклонов к другим, а также не использовать кривые малого радиуса между длинными прямыми и короткими прямыми вставками между смежными кривыми большого протяжения, не применять кривые малого радиуса в конце затяжных спусков.

Построение проектной линии начинают с трудного участка. Такими являются участки с контрольными точками, с пересеченным рельефом. Если их на трассе несколько, то следует начинать с участка, расположенного ближе к середине трассы.

После графического построения проектной линии продольного профиля вычисляют проектные отметки для всех пикетов и плюсовых точек, в том числе и для

главных точек горизонтальных и вертикальных кривых. Проектные отметки точек на прямых вычисляют по формуле

$$НП = НПП + i \cdot d, \quad (3.9)$$

где  $НПП$  – известная проектная отметка предыдущей точки;

$i$  – проектный уклон;

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

Проектные отметки точек вертикальных кривых определяют в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 3.2.

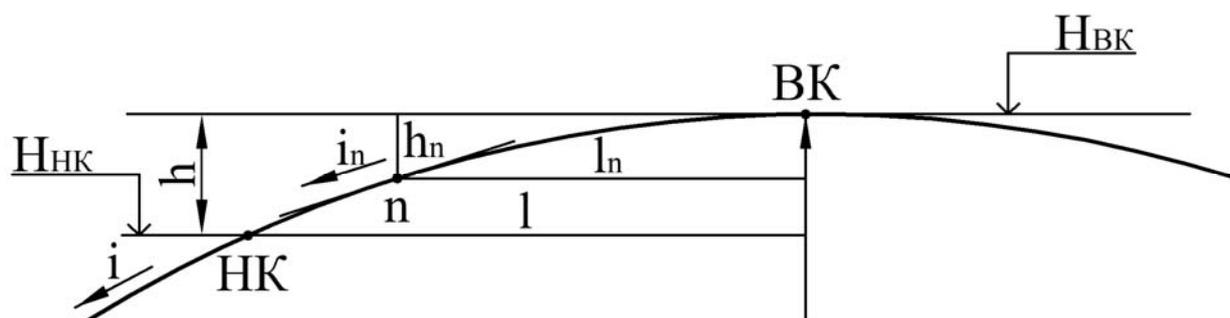


Рисунок 3.2 – Схема к определению точек вертикальной кривой

При известной отметке начала вертикальной кривой  $ННК$  находят отметку вершины кривой  $НБК$ :

$$ННК = НБК \pm h; \quad (3.10)$$

$$h = \frac{l^2}{2R}.$$

Знак «+» принимают при выпуклых кривых, знак «-» – при вогнутых.

Расстояние от начала вертикальной кривой  $НК$  (точки сопряжения кривой с прямой уклона  $i$  до ее вершины

$$l = i \cdot R. \quad (3.11)$$

Зная отметку вершины кривой  $НБК$ , можно определить отметку любой точки кривой (пикета, плюсовой точки), отстоящей от вершины на расстоянии  $ln$ :

$$Н_n = НБК \pm h_n, \quad (3.12)$$

$$h_n = \frac{l_n^2}{2R}.$$

Знак «+» соответствует вогнутым кривым, знак «-» – выпуклым.

Расстояние  $l_n$  от точки  $n$  до вершины кривой определяют как разность пикетажа вершины кривой и точки  $n$ .

Отметки точек вертикальной кривой можно вычислить с использованием таблицы Б.1.

Если вертикальная кривая представлена только частью восходящей или нисходящей ветви кривой и не имеет вершины, то расчет расстояний  $l_n$  и отметок  $H_n$  производят, как указано выше, только относительно мнимого положения вершины.

Вычисленные проектные отметки записывают в продольный профиль в графу «Отметка бровки земляного полотна». По этим отметкам наносят точки на продольный профиль. Если обнаруживается отклонение рассчитанной проектной линии от построенной графически, то в последнюю вносят исправления.

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

Для обеспечения плавности запроектированной дороги должны соблюдаться рациональные сочетания элементов плана и продольного профиля. Кривые в плане и продольном профиле, как правило, следует совмещать. При этом кривые в плане должны быть на 100...150 м длиннее кривых в продольном профиле, а смещение вершин кривых должно быть не более  $1/4$  длины меньшей из них. Следует избегать сопряжений концов кривых в плане с началом 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 предельно допустимой нормой. В таком случае кривая в плане и вогнутая кривая в продольном профиле должны быть совмещены в конце спуска. При необходимости в продольный профиль и план трассы вносят изменения.

4 Продольный профиль должен быть вычерчен на миллиметровой бумаге в соответствии с ГОСТ 21.511–83.

5 В отчете следует дать описание проектной линии. При этом указать: принятые методы нанесения проектной линии по участкам трассы; положение проектной линии относительно контрольных точек; обоснование проектируемых высоких насыпей и глубоких выемок; обоснование принятых радиусов вертикальных кривых; обеспеченность водоотвода в продольном профиле.

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 Произвести расчет параметров продольного профиля автомобильной дороги.
- 2 Вычертить продольный профиль дороги.
- 3 Оформить отчет и защитить работу

### ***Содержание отчета***

В отчете следует привести результаты расчетов по формулам (3.1)–(3.12), изобразить автомобильную дорогу в продольном профиле, обозначить одну из

вертикальных кривых на спроектированном в рамках работы № 1 участке автомобильной дороги, чертеж шаблона (см. таблицу Б.1).

## **Контрольные вопросы**

- 1 Какая информация используется при разработке продольного профиля автомобильной дороги?
- 2 Как обозначают вертикальные выпуклые и вертикальные вогнутые кривые в продольном профиле автомобильной дороги?
- 3 Как определяется контрольная отметка для инженерных сооружений (трубы, мосты и др.)?

## **4 Проектирование кюветов**

**Цель работы:** изучить особенности проектирования кюветов.

### **4.1 Теоретические сведения**

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. Можно принять глубину кюветов  $h_K$ : для песчаных грунтов – 0,4 м; для супесей – 0,6 м; для суглинков, глин – 0,8 м; для пылеватых грунтов – 0,9 м. Нижняя поверхность дорожной одежды должна располагаться выше дна кювета не менее чем на 0,20 м. Из последнего условия глубина кювета

$$h_K = h_{DO} + 0,20, \quad (4.1)$$

где  $h_{DO}$  – толщина дорожной одежды, м.

Из двух величин глубины кювета принимается большее значение.

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 устройстве кюветов в выемках на прямых участках проектного профиля с уклоном не менее 5 ‰ дно кювета располагают параллельно проектной линии, ниже на глубину кювета  $h_K$ . Начало и конец кювета определяют исходя из величин рабочих отметок насыпи  $h_H$  и выемки  $h_B$ , расположенных слева и справа от нулевой точки:

$$X = \frac{h_H - h_K}{h_H + h_B} \cdot l. \quad (4.2)$$

Следовательно, начало кювета расположено на расстоянии  $X$  от предыдущего пикета.

В графах продольного профиля для кюветов «Длина. Уклон» обозначают вертикальными линиями начало и конец кювета, указывая слева от них расстояния от

предыдущих пикетов.

При устройстве кюветов при низких насыпях на прямых участках проектного профиля дно кювета располагают параллельно проектной линии или с другим уклоном, но не менее 5 %. Начало и конец кювета совпадает с положениями точек нулевых работ:

$$X = \frac{h_1}{h_1 + h_2} \cdot l; \quad (4.3)$$

$$h_1 = НК_1 - НЗ_1; \quad (4.4)$$

$$h_2 = НК_2 - НЗ_2. \quad (4.5)$$

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 Произвести расчет глубины кювета.
- 2 Оформить отчет и защитить работу.

### ***Содержание отчета***

В отчете следует привести результаты расчетов по формулам (4.1)–(4.5).

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Для чего используют кюветы на автомобильных дорогах?
- 2 Какой может быть глубина кювета в зависимости от типа грунта?
- 3 Что указывается в графах «Длина. Уклон» продольного профиля для кюветов?

## **5 Определение безопасности движения для участка автомобильной дороги**

**Цель работы:** изучить основные методы оценки безопасности движения для участка автомобильной дороги, выполнить расчеты.

### ***5.1 Теоретические сведения***

Безопасность движения на автомобильных дорогах может быть обеспечена проведением широкого комплекса мероприятий: совершенствованием конструкций автомобилей и других транспортных средств; контролем технического состояния транспортных средств; строгим соблюдением водителями и пешеходами правил движения по дорогам; созданием дорожных условий, обеспечивающих возможности движения автомобилей с высокими скоростями; надлежащей информацией водителей о дорожных условиях и режиме движения.

Дорожно-транспортные происшествия происходят чаще всего в местах, где водители сталкиваются с внезапными изменениями дорожных условий, вызывающими необходимость резкого снижения скорости движения.

Осложнение дорожных условий обуславливает необходимость ограничения скорости движения.

Повышенным количеством дорожно-транспортных происшествий чаще всего характеризуются:

- участки резкого уменьшения на коротком протяжении дороги скоростей движения, допускаемых элементами плана и профиля, преимущественно в связи с фактической видимостью и устойчивостью на кривых;

- участки резкого несоответствия одного из элементов дороги скоростям движения, обеспечиваемым другими ее элементами (скользкое покрытие, узкий мост, кривая малого радиуса в конце затяжного спуска и др.);

- участки, где дорожные условия создают возможность значительного возрастания скоростей, которые могут превысить безопасные при данной ровности покрытия по условиям управляемости автомобилей (длинные затяжные спуски на прямых участках);

- участки слияния или перекрещивания потоков движения на пересечениях дорог, съездах и примыканиях, переходно-скоростных полосах; места, где имеется возможность неожиданного появления на дороге пешеходов и транспортных средств с придорожной полосы;

- участки, где однообразность придорожного ландшафта, плана и профиля дороги способствует потере водителем контроля за скоростью движения или вызывает быстрое утомление и сонливость водителей.

Для выявления участков дороги, характеризующихся неудачными сочетаниями элементов, создающими опасность дорожно-транспортных происшествий, и оценки относительной опасности движения применимы методы, разработанные проф. В. Ф. Бабковым: метод коэффициентов аварийности и метод коэффициентов безопасности.

*Метод коэффициентов аварийности* основан на обобщении данных статистики дорожно-транспортных происшествий. Он особенно удобен для анализа участков дорог, находящихся в эксплуатации и подлежащих реконструкции. Степень опасности участков дороги характеризуется итоговым коэффициентом аварийности, который представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля:

$$K_{АВАР} = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_{14}, \quad (5.1)$$

где  $K_1, K_2, \dots, K_{14}$  – коэффициенты аварийности, показывающие отношение возможного количества дорожных происшествий на рассматриваемом участке дороги к среднему числу происшествий на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с двумя полосами движения, с шириной проезжей части 7,5 м, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами (таблицы 5.1–5.4).

Для определения итоговых коэффициентов аварийности строят линейный

график (рисунок 5.1), на котором лаконично наносят план и профиль дороги с выделением на них всех элементов, от которых зависит безопасность движения (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мост, населенные пункты и др.).

Таблица 5.1 – Значения коэффициентов аварийности  $K_1$ ,  $K_8$

Наименование коэффициента	Условие / Значение коэффициента аварийности					
	500	1000	3000	5000	7000	>9000
Интенсивность движения, авт./сут						
$K_1$	0,40	0,50	0,75	1,00	1,40	1,70
Длина прямых участков, км	3	5	10	15	20	$\geq 25$
$K_8$	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0

Таблица 5.2 – Значения коэффициентов аварийности  $K_2$ ,  $K_4$ ,  $K_6$ ,  $K_{11}$ ,  $K_{14}$

Наименование коэффициента	Условие / Значение коэффициента аварийности				
	4,5	5,5	6	7,5	$\geq 8,5$
Ширина проезжей части, м					
$K_2$ (при укрепленных обочинах)	2,5	1,5	1,35	1	0,8
$K_2$ (при неукрепленных обочинах)	4	2,75	2,5	1,5	1
Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80
$K_4$ (без разделительной полосы)	1,00	1,25	2,50	2,80	3,00
$K_4$ (с разделительной полосой)	1,00	1,00	1,25	1,40	1,50
Видимость дороги, м	100	200	300	400	$\geq 500$
$K_6$ (в плане)	3	2,3	1,7	1,2	1,0
$K_6$ (в продольном профиле)	4	2,9	2,0	1,4	1,0
Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой, м	>60	60...40	40...30	30...20	<20
$K_{11}$	1,0	1,1	1,65	2,5	10
Значение коэффициента сцепления $\varphi$	0,2...0,3	0,4	0,6	0,7	0,75
Характеристика покрытия	Скользкое	Чистое сухое		Шероховатое	Очень шероховатое
$K_{14}$	2,5	2,0	1,8	1,0	0,75

В специальной графе отмечают места с недостаточной видимостью и ее фактические величины. Выделяя однородные по условиям участки, определяют для них итоговый коэффициент аварийности.

В пределах границ каждого участка в специальной графе в принятом масштабе показывается наглядно значение итогового коэффициента аварийности.

Итоговый коэффициент аварийности в проектах новых дорог не должен быть более 15...20. При реконструкции или капитальном ремонте дорог в условиях холмистого рельефа подлежат перестройке участки с коэффициентом аварийности более 25...40 в зависимости от местных условий. На существующих дорогах следует производить разметку проезжей части, запрещающую обгон с выездом на полосу встречного движения при коэффициенте аварийности более 10...20. При его

значении более 20...40 устанавливаются знаки запрещения обгона и ограничения скорости.

Таблица 5.3 – Значения коэффициентов аварийности  $K_3, K_7, K_9, K_{10}, K_{12}, K_{13}$

Наименование коэффициента	Условие / Значение коэффициента аварийности			
	0,5	1,5	2	3
Ширина обочины, м	0,5	1,5	2	3
$K_3$	2,2	1,4	1,2	1
Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м
$K_7$	6,0	3,0	1,5	1,0
Пересечения в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге, авт./сут	<1000	1600...3500	3500...5000	5000...7000
$K_9$	1,5	2,0	3,0	4,0
Тип пересечения с примыкающей дорогой	В разных уровнях	В одном уровне при интенсивности движения по пересекающей дороге, % от суммарной на двух дорогах		
		≤10	10...20	≥20
$K_{10}$	0,35	1,5	3,0	4,0
Число полос движения на проезжей части	2	3	4 без разделительной полосы	4 с разделительной полосой
$K_{12}$	1,0	1,5	0,8	0,65
Расстояние от застройки до проезжей части и характеристика застройки, м	15...20, имеются полосы местного движения	5...10, имеются тротуары	5, полосы местного движения отсутствуют, тротуары есть	5, полосы местного движения и тротуары отсутствуют
$K_{13}$	2,5	5	7,5	10

Таблица 5.4 – Значения коэффициентов аварийности  $K_5$

Наименование коэффициента	Условие / Значение коэффициента аварийности						
	≤50	100	150	200...300	400...600	1000...2000	>2000
Радиус кривых в плане, м	≤50	100	150	200...300	400...600	1000...2000	>2000
$K_5$	10	5,4	4	2,25	1,6	1,25	1

Метод коэффициентов безопасности сводится к построению графика коэффициентов безопасности, характеризующего условия движения на отдельных участках дороги.

Коэффициентом безопасности называют отношение скорости движения, обеспечиваемой тем или иным участком дороги, к максимальной скорости, которая может быть развита на предшествующем ему участке. Скорости, обеспечиваемые тем или иным участком дороги в продольном профиле, рассчитывают для лег-

кового автомобиля по формулам неравномерного движения автомобиля. Скорости движения на вертикальных кривых рассчитывают по обычным формулам для определения радиусов. За расчетный принимают наиболее распространенный автомобиль – легковой, позволяющий развивать скорости, близкие к расчетным (в настоящее время за такой может быть принят автомобиль Volkswagen Passat).

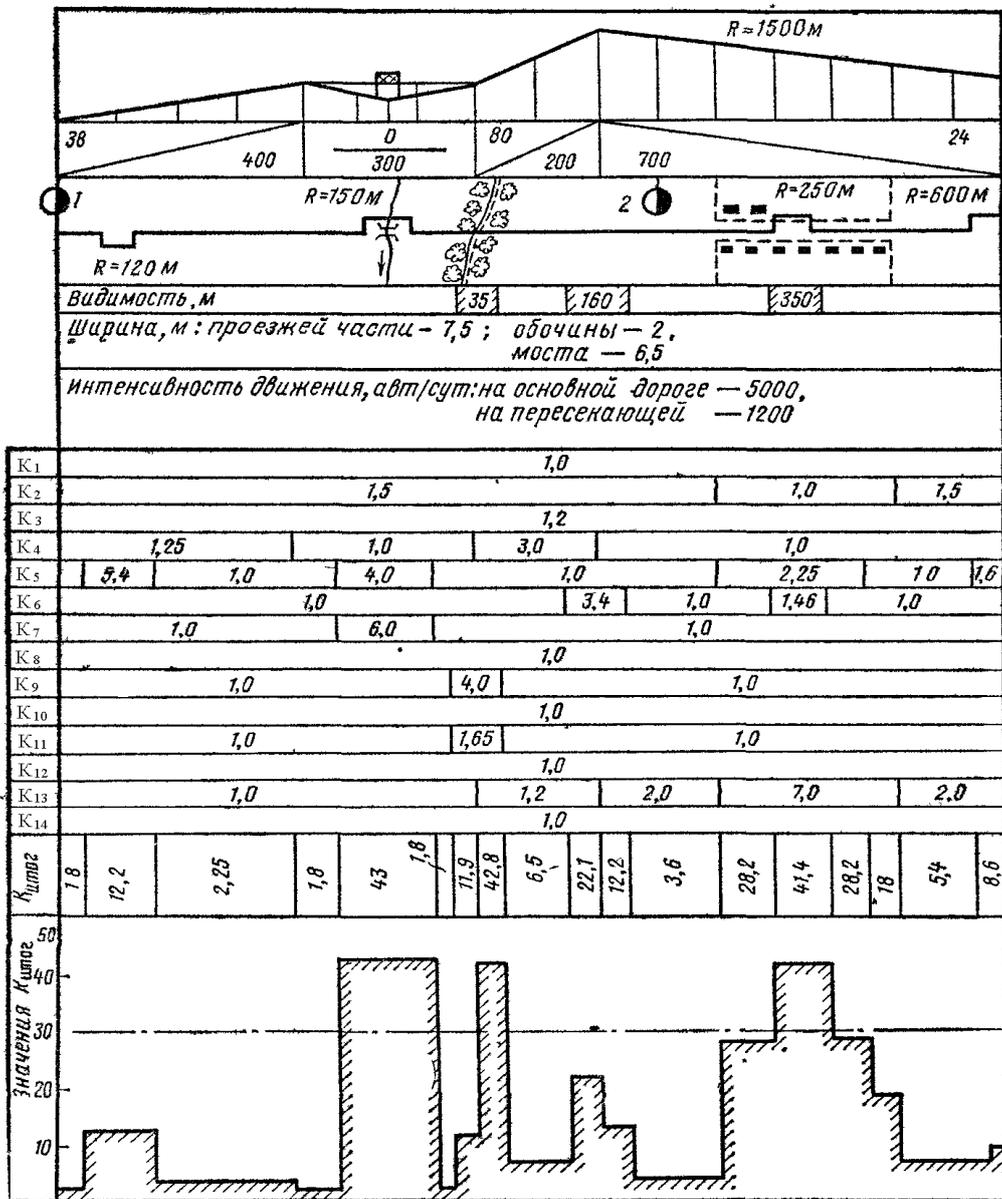


Рисунок 5.1 – График коэффициентов аварийности

На основе полученных данных строят графики скорости движения в обоих направлениях и определяют изменения по длине дороги величин коэффициентов безопасности. Участки дороги оценивают исходя из значения коэффициентов безопасности.

Участки, для которых коэффициент безопасности менее 0,4, очень опасны для движения, от 0,4 до 0,6 – опасны, от 0,6 до 0,8 – малоопасны. При  $K_{БЕЗ} > 0,8$  дорожные условия не оказывают влияния на безопасность движения.

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 Произвести расчет коэффициентов аварийности.
- 2 Построить график коэффициентов аварийности.
- 3 Оформить отчет и защитить работу.

### ***Содержание отчета***

В отчете следует привести результаты расчетов по формуле (5.1) для участка спроектированной дороги, построить график коэффициентов аварийности.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 В чем суть метода коэффициентов аварийности?
- 2 В чем суть метода коэффициентов безопасности?
- 3 В каких случаях участок автомобильной дороги подлежит реконструкции?

## **6 Изучение технологической документации на ремонт автомобильных дорог**

**Цель работы:** изучить основные виды технологической документации на ремонт автомобильных дорог.

### ***6.1 Теоретические сведения***

На практическом занятии необходимо внимательно просмотреть видеофильмы «Производство земляных работ при строительстве автомобильных дорог» и «Дорожная одежда».

### ***Порядок выполнения работы***

- 1 В рамках практического занятия группа студентов разбивается на подгруппы по 2–3 человека в каждой. Затем каждой подгруппе преподаватель выдает один из документов для изучения.
- 2 Оформить отчет и защитить работу.

### ***Содержание отчета***

В отчете следует привести перечень основных видов технологической документации на ремонт автомобильных дорог.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какие существуют виды технологической документации на ремонт автомобильных дорог?
- 2 Что такое геодезическая разбивочная основа?
- 3 Что такое захватка автомобильной дороги?

### **Список литературы**

- 1 **Садило, М. В.** Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация / М. В. Садило, Р. М. Садило. – Ростов н/Д : Феникс, 2011. – 367 с.: ил.
- 2 Автомобильные дороги. Нормы проектирования: ТКП 45-3.03-19–2006 (02250). – Минск: Стройтехнорм, 2006. – 64 с.
- 3 Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация: справочник / Л. Г. Основина, Л. В. Шуляков, В. Н. Основин [и др.]. – Ростов н/Д : Феникс, 2011. – 491 с.: ил.
- 4 Улицы населенных пунктов. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.03-227–2010. – Минск: Стройтехнорм, 2011. – 46 с.
- 5 Автомобильные дороги. Порядок приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов: ТКП 035–2013 (02191). – Минск: Белавтодор, 2013. – 53 с.
- 6 Автомобильные дороги. Примыкания и пересечения. Правила проектирования: ТКП 509–2014 (02190). – Минск: Белавтодор, 2014. – 57 с.
- 7 Автомобильные дороги. Размещение и обустройство объектов сервиса: ТКП 507–2014 (02190). – Минск: Белавтодор, 2014. – 38 с.

## Приложение А (справочное)

### Шаблоны для построения вертикальных кривых проектной линии продольного профиля

Шаблоны для вписывания вертикальных кривых в продольном профиле можно изготовить, используя какой-нибудь прозрачный материал. На листе выбранного материала наносят оси координат. В этих осях строят вертикальную кривую в масштабах: по горизонтали 1:5000, по вертикали 1:500. Начало координат является одновременно и вершиной вертикальной кривой. По оси абсцисс откладывают расстояние  $l$ , по оси ординат – превышение  $h$  (рисунок А.1).

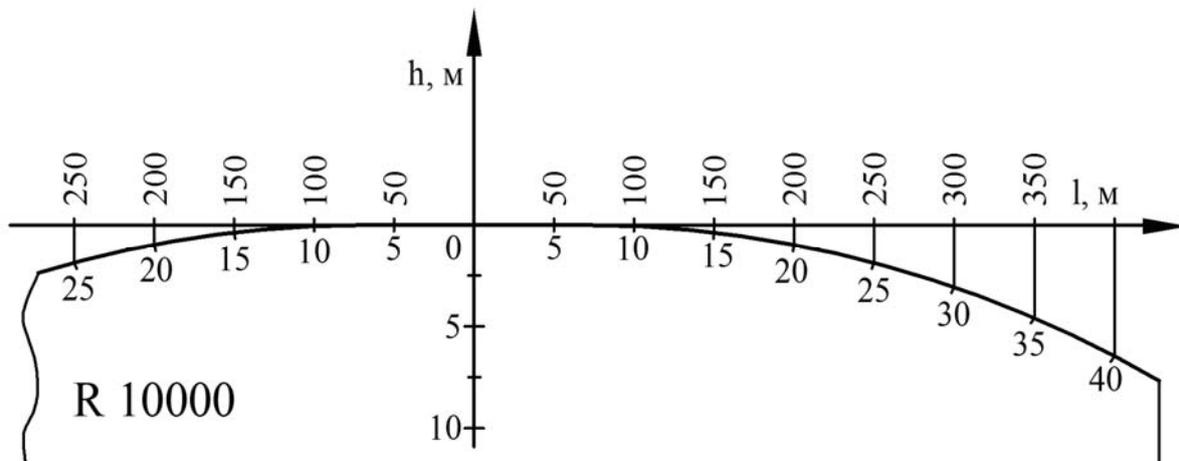


Рисунок А.1 – Построение шаблона для вертикальной кривой

При проектировании необходимо иметь набор шаблонов различных радиусов. Для начала можно изготовить шаблоны с радиусами: 2000, 3000, 5000, 8000, 10000, 15000, 30000, 40000 и 50000 м.

Для изготовления шаблона определенного радиуса задаются рядом значений расстояний  $l$  от вершины кривой до проекций точек этой кривой на ось абсцисс. Затем вычисляют соответствующие этим расстояниям значения величин:  $h$  – превышение вершины кривой над рассматриваемыми точками кривой;  $i$  – уклоны касательных к кривой в этих точках:

$$h = \frac{l^2}{2R}; \quad i = \frac{l}{R}. \quad (\text{А.1})$$

Значения этих величин можно не вычислять, а взять из таблицы А.1 для разбивки вертикальных кривых.

Для примера рассмотрим построение вертикальной кривой с радиусом, равным 10000 м.

На нанесенной прямоугольной системе координат строят точки кривой, от-

кладывая их в обе стороны от начала координат. Шаблон показан на рисунке А.1. Полученные точки соединяют плавной линией. Вырезают шаблон по полученной линии вертикальной кривой. На шаблоне прочерчивают вертикальную и горизонтальную линии, которые служат для ориентирования шаблона на продольном профиле, и записывают величину радиуса. По краю шаблона в полученных точках наносят небольшие штрихи, возле которых выписывают соответствующий им уклон касательных.

Таблица А.1 – Значения величин  $l$ ,  $h$ ,  $i$  (радиус вертикальной кривой 10000 м)

$l$ , м	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
$h$ , м	0,13	0,50	1,12	2,00	3,12	4,50	6,12	8,00	10,12	12,50	15,12
$i$ , ‰	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55

Если таблиц нет, но известны величины  $h$  и  $i$  для одного радиуса, то можно их пересчитать для нового радиуса при условии, что будут приняты те же значения  $l$ :

$$h_{\text{нов}} = h \frac{R}{R_{\text{нов}}}; \quad i_{\text{нов}} = i \frac{R}{R_{\text{нов}}}. \quad (\text{А.2})$$

## Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Значения  $l, h, i$  для проектирования вертикальных кривых

Уклон $i, ‰$	$R = 1000$		$R = 1500$		$R = 2000$		$R = 3000$		$R = 4000$		$R = 5000$		$R = 6000$		$R = 8000$		$R = 10000$		$R = 15000$		$R = 20000$	
	$l$	$h$	$l$	$h$	$l$	$h$	$l$	$h$														
1	1	0,00	1	0,00	2	0,00	3	0,00	4	0,00	5	0,00	6	0,01	7	0,01	10	0,01	15	0,01	20	0,01
2	2	0,00	3	0,00	4	0,00	6	0,01	8	0,01	10	0,01	12	0,01	16	0,02	20	0,02	30	0,03	40	0,04
3	3	0,01	5	0,01	6	0,01	9	0,01	12	0,02	20	0,02	24	0,03	24	0,04	30	0,05	45	0,07	60	0,10
4	4	0,01	6	0,01	8	0,02	12	0,02	16	0,03	20	0,04	24	0,05	32	0,06	40	0,08	60	0,12	80	0,16
5	5	0,01	7	0,02	10	0,03	15	0,04	20	0,05	25	0,06	30	0,07	40	0,10	50	0,13	75	0,19	100	0,25
6	6	0,02	9	0,03	12	0,04	18	0,05	24	0,07	30	0,09	36	0,11	48	0,14	60	0,18	90	0,27	120	0,36
7	7	0,02	10	0,03	14	0,05	21	0,07	28	0,10	35	0,12	42	0,15	56	0,20	70	0,25	105	0,37	140	0,49
8	8	0,03	12	0,05	16	0,06	24	0,10	32	0,13	40	0,16	48	0,19	64	0,26	80	0,32	120	0,48	160	0,64
9	9	0,04	13	0,06	18	0,08	27	0,12	36	0,16	45	0,20	54	0,24	72	0,33	90	0,41	135	0,61	180	0,81
10	10	0,05	15	0,08	20	0,10	30	0,15	40	0,20	50	0,25	60	0,30	80	0,40	100	0,50	150	0,75	200	1,00
11	11	0,06	16	0,09	22	0,12	33	0,18	44	0,24	55	0,30	66	0,36	88	0,48	110	0,61	165	0,91	220	1,21
12	12	0,07	18	0,11	24	0,14	36	0,22	48	0,29	60	0,36	72	0,43	96	0,58	120	0,72	180	1,08	240	1,44
13	13	0,08	19	0,12	26	0,17	39	0,25	52	0,34	65	0,42	78	0,50	104	0,68	130	0,84	195	1,27	260	1,69
14	14	1,10	21	0,15	28	0,20	42	0,29	56	0,39	70	0,49	84	0,59	112	0,79	140	0,98	210	1,47	280	1,96
15	15	0,11	22	0,16	30	0,22	45	0,34	60	0,45	75	0,56	90	0,68	120	0,90	150	1,12	225	1,69	300	2,25
16	16	0,13	24	0,19	32	0,26	48	0,38	64	0,51	80	0,64	96	0,77	128	1,03	160	1,28	240	1,92	320	2,56
17	17	0,14	25	0,21	34	0,29	51	0,43	68	0,58	85	0,72	102	0,87	136	1,15	170	1,44	255	2,17	340	2,89
18	18	0,16	27	0,24	36	0,32	54	0,49	72	0,65	90	0,81	108	0,97	144	1,30	180	1,62	270	2,43	360	3,24
19	19	0,18	28	0,26	38	0,36	57	0,54	76	0,72	95	0,90	114	1,08	152	1,44	190	1,81	285	2,71	380	3,61
20	20	0,20	30	0,30	40	0,40	60	0,60	80	0,80	100	1,00	120	1,20	160	1,60	200	2,00	300	3,00	400	4,00
21	21	0,22	31	0,32	42	0,44	63	0,66	84	0,88	105	1,10	126	1,32	168	1,76	210	2,20	315	3,31	420	4,41
22	22	0,24	33	0,36	44	0,48	66	0,72	88	0,97	110	0,21	132	1,45	176	1,93	220	2,42	330	3,63	440	4,84
23	23	0,26	34	0,39	46	0,53	69	0,79	92	1,06	115	1,32	138	1,59	184	2,12	230	2,64	345	3,97	460	5,29
24	24	0,29	36	0,43	48	0,58	72	0,86	96	1,15	120	1,44	144	1,73	192	2,30	240	2,88	360	4,32	480	5,76
25	25	0,31	37	0,46	50	0,63	75	0,94	100	1,25	125	1,56	150	1,88	200	2,50	250	3,13	375	4,69	500	6,25

Продолжение таблицы Б.1

Уклон <i>i</i> , ‰	R = 1000		R = 1500		R = 2000		R = 3000		R = 4000		R = 5000		R = 6000		R = 8000		R = 10000		R = 15000		R = 20000	
	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>														
26	26	0,34	39	0,51	52	0,68	78	1,01	104	1,35	130	1,69	156	2,03	208	2,70	260	3,38	390	5,07	520	6,76
27	27	0,36	40	0,53	54	0,73	81	1,09	108	1,46	135	1,82	162	2,19	216	2,92	270	3,65	405	5,47	540	7,29
28	28	0,39	42	0,59	56	0,78	84	1,18	112	1,57	140	1,96	168	2,35	224	3,14	280	3,92	420	5,88	560	7,84
29	29	0,42	43	0,62	58	0,84	87	1,26	116	1,68	145	2,10	174	2,52	232	3,36	290	4,20	435	6,31	580	8,41
30	30	0,45	45	0,68	60	0,90	90	1,35	120	1,80	150	2,25	180	2,70	240	3,60	300	4,50	450	6,75	600	9,00
31	31	0,48	46	0,71	62	0,96	93	1,44	124	1,92	155	2,40	186	2,88	248	3,84	310	4,81	465	7,21	620	9,61
32	32	0,51	48	0,77	64	1,02	96	1,54	128	2,05	160	2,56	192	3,07	256	4,10	320	5,12	480	7,68	640	10,24
33	33	0,54	49	0,80	66	1,09	99	1,63	132	2,18	165	2,72	198	3,27	264	4,36	330	5,45	495	8,17	660	10,89
34	34	0,58	51	0,87	68	1,16	102	1,73	136	2,31	170	2,89	204	3,47	272	4,63	340	5,78	510	8,67	680	11,56
35	35	0,61	52	0,90	70	1,23	105	1,84	140	2,45	175	3,06	210	3,64	280	4,90	350	6,13	525	9,20	700	12,25
36	36	0,65	54	0,97	72	1,30	108	1,94	144	2,59	180	3,24	216	3,89	288	5,19	360	6,48	540	9,73	720	12,96
37	37	0,68	55	1,01	74	1,37	111	2,05	148	2,74	185	3,42	222	4,11	296	5,48	370	6,85	555	10,27	739	13,66
38	38	0,72	57	1,08	76	1,45	114	2,17	152	2,89	190	3,61	228	4,33	304	5,78	380	7,22	570	10,83	759	14,41
39	39	0,76	58	1,12	78	1,52	117	2,28	156	3,04	195	3,80	234	4,56	312	6,09	390	7,61	585	11,41	779	15,18
40	40	0,80	60	1,20	80	1,60	120	2,40	160	3,20	200	4,00	240	4,80	320	6,40	400	8,00	600	12,01	799	15,97
41	41	0,84	61	1,24	82	1,68	123	2,52	164	3,36	205	4,20	246	5,05	328	6,73	410	8,41	614	12,57	819	16,78
42	42	0,88	63	1,32	84	1,76	126	2,65	168	3,53	210	4,41	252	5,30	336	7,06	420	8,82	629	13,19	839	17,61
43	43	0,92	64	1,37	86	1,85	129	2,77	172	3,70	215	4,62	258	5,55	344	7,40	430	9,25	644	13,83	859	18,46
44	44	0,97	66	1,45	88	1,94	132	2,91	176	3,87	220	4,84	264	5,81	352	7,75	440	9,68	659	14,48	879	19,33
45	45	1,01	67	1,50	90	2,03	135	3,04	180	4,05	225	5,07	270	6,08	360	8,10	450	10,13	674	15,15	899	20,22
46	46	1,06	69	1,58	92	2,12	138	3,18	184	4,23	230	5,29	276	6,35	368	8,47	460	10,58	689	15,83	919	21,13
47	47	1,11	70	1,63	94	2,21	141	3,32	188	4,42	235	5,53	282	6,63	376	8,84	470	11,05	704	16,53	939	22,06
48	48	1,15	72	1,73	96	2,31	144	3,46	192	4,61	240	5,76	288	6,92	384	9,22	480	11,53	719	17,24	959	23,01
49	49	1,20	73	1,78	98	2,40	147	3,60	196	4,80	245	6,00	294	7,21	392	9,61	489	11,96	734	17,97	979	23,98
50	50	1,25	75	1,88	100	2,50	150	3,75	200	5,00	250	6,25	300	7,51	400	10,00	499	12,46	749	18,71	999	24,98
51	51	1,30	76	1,93	102	2,60	153	3,90	204	5,21	255	6,51	306	7,81	407	10,36	509	12,96	764	19,47	—	—
52	52	1,35	78	2,03	104	2,71	156	4,06	208	5,41	260	6,76	312	8,12	415	10,77	519	13,48	779	20,24	—	—
53	53	1,41	79	2,08	106	2,81	159	4,22	212	5,62	265	7,02	318	8,43	423	11,19	529	14,00	794	21,03	—	—
54	54	1,46	81	2,19	108	2,91	162	4,38	216	5,84	270	7,30	324	8,75	431	11,62	539	14,54	809	21,83	—	—

Окончание таблицы Б.1

Уклон <i>i</i> , ‰	R = 1000		R = 1500		R = 2000		R = 3000		R = 4000		R = 5000		R = 6000		R = 8000		R = 10000		R = 15000		R = 20000	
	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>h</i>														
55	55	1,51	82	2,24	110	3,03	165	4,54	220	6,06	275	7,57	330	9,08	439	12,05	549	15,08	824	22,65	-	-
56	56	1,57	84	2,35	112	3,14	168	4,70	224	6,28	280	7,85	335	9,36	447	12,50	559	15,64	839	23,48	-	-
57	57	1,63	85	2,41	114	3,25	171	4,88	228	6,50	285	8,13	341	9,70	455	12,95	569	16,20	854	24,33	-	-
58	58	1,68	87	2,52	116	3,37	174	5,05	232	6,73	290	8,42	347	10,04	463	13,41	579	16,78	869	25,20	-	-
59	59	1,74	88	2,58	118	3,48	177	5,23	236	6,97	294	8,65	353	10,39	471	13,88	589	17,36	883	26,01	-	-
60	60	1,80	90	2,70	120	3,60	180	5,41	240	7,21	299	8,95	359	10,75	479	14,35	599	17,96	898	26,91	-	-
61	61	1,86	91	2,76	122	3,72	183	5,59	244	7,44	304	9,25	365	11,12	487	14,84	609	18,56	-	-	-	-
62	62	1,92	93	2,89	124	3,85	186	5,77	248	7,69	309	9,56	371	11,48	495	15,33	619	19,18	-	-	-	-
63	63	1,99	94	2,95	126	3,97	189	5,96	252	7,94	314	9,87	377	11,86	503	15,83	629	19,80	-	-	-	-
64	64	2,05	96	3,07	128	4,10	192	6,15	255	8,14	319	10,19	383	12,24	511	16,33	639	20,44	-	-	-	-
65	65	2,12	97	3,14	130	4,23	195	6,34	259	8,39	324	10,51	389	12,62	519	16,85	649	21,08	-	-	-	-
66	66	2,18	99	3,27	132	4,36	198	6,54	263	8,66	329	10,84	395	13,02	527	17,38	659	21,74	-	-	-	-
67	67	2,25	100	3,33	134	4,49	201	6,74	267	8,92	334	11,17	401	13,42	535	17,91	669	22,40	-	-	-	-
68	68	2,31	102	3,47	136	4,63	204	6,94	271	9,19	339	11,51	407	13,82	543	18,45	678	23,01	-	-	-	-
69	69	2,38	103	3,54	138	4,77	207	7,15	275	9,46	344	11,85	413	14,23	551	18,99	688	23,70	-	-	-	-
70	70	2,45	105	3,68	140	4,91	209	7,29	279	9,74	349	12,20	419	14,65	559	19,55	698	24,39	-	-	-	-
71	71	2,52	106	3,75	142	5,05	212	7,50	283	10,02	354	13,55	425	15,07	567	20,12	708	25,09	-	-	-	-
72	72	2,59	108	3,89	144	5,19	215	7,71	287	10,31	359	13,91	431	15,50	575	20,69	718	25,81	-	-	-	-
73	73	2,67	109	3,96	146	5,34	218	7,93	291	10,60	364	13,27	437	15,93	582	21,20	728	26,53	-	-	-	-
74	74	2,74	111	4,11	148	5,48	221	8,15	295	10,89	369	13,64	443	16,38	590	21,79	738	27,27	-	-	-	-
75	75	2,82	112	4,19	150	5,63	224	8,37	299	11,19	374	14,01	449	16,82	598	22,38	748	28,01	-	-	-	-
76	76	2,89	114	4,34	152	5,78	227	8,60	303	11,49	379	14,38	455	17,28	606	22,99	758	28,77	-	-	-	-
77	77	2,97	115	4,41	154	5,94	230	8,83	307	11,80	384	14,77	461	17,74	614	23,60	768	29,94	-	-	-	-
78	78	3,05	117	4,57	156	6,09	233	9,06	311	12,11	389	15,16	467	18,20	622	24,22	778	30,31	-	-	-	-
79	79	3,13	118	4,65	158	6,25	236	9,30	315	12,42	394	15,55	473	18,67	630	24,84	788	31,10	-	-	-	-
80	80	3,21	120	4,81	160	6,41	239	9,54	319	12,74	399	15,95	479	19,15	638	25,48	797	31,84	-	-	-	-