

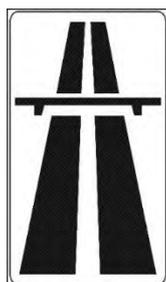
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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 3



Могилев 2019

УДК 625.72
ББК 39.311
И 79

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «28» марта 2019 г.,
протокол № 8

Составители: Е. А. Шаройкина; Ю. Н. Лебедева;
А. М. Сергеева; О. И. Бродова

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

В методических рекомендациях рассматриваются вопросы проектирования каплевидного островка на автомобильной дороге, обеспечения видимости на пересечении или примыкании, установки дорожных знаков, нанесения дорожной разметки, расчета элементов пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами.

Учебно-методическое издание

ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Часть 3

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Технический редактор	С. Н. Красовская
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 56 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, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Введение.....	4
1 Практическая работа № 1. Проектирование каплевидного островка на автомобильной дороге.....	5
2 Практическая работа № 2. Обеспечение видимости на пересечении или примыкании.....	7
3 Практическая работа № 3. Разработка знака индивидуального проектирования.....	10
4 Практическая работа № 4. Установка дорожных знаков.....	19
5 Практическая работа № 5. Нанесение дорожной разметки.....	21
6 Практическая работа № 6. Установка направляющих устройств (сигнальных столбиков).....	27
7 Практическая работа № 7. Составление схемы обстановки дороги.....	30
8 Практическая работа № 8. Расчет элементов пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами.....	34
Список литературы.....	44



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.

Задачами учебной дисциплины являются изучение основ расчета при проектировании пересечений и примыканий автомобильных дорог, проектирование и установка знаков, нанесение дорожной разметки.

Цель практических занятий заключается в формировании знаний, умений и навыков, необходимых в области проектирования автомобильных дорог, в частности: проектирование каплевидного островка на автомобильной дороге, обеспечение видимости на пересечении или примыкании, разработка знака индивидуального проектирования, установка дорожных знаков, нанесение дорожной разметки, установка направляющих устройств (сигнальных столбиков), составление схемы обстановки дороги, расчет элементов пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами.

Практические занятия обеспечивают подготовку студентов к инженерной деятельности в области проектирования автомобильных дорог.

Отчеты по практическим работам оформляются в рабочих тетрадях или на листах формата А4 и содержат расчеты по темам, а также чертежи и пояснительные рисунки.



1 Практическая работа № 1. Проектирование каплевидного островка на автомобильной дороге

Построение каплевидного островка на второстепенной дороге можно выполнить различными способами:

- назначением величины одного из радиусов закругления островка;
- назначением обоих радиусов закругления островка.

В этом случае производится контроль за соотношением радиусов для возможности построения островка при определенных углах пересечения;

– с установленным расстоянием в 10 м от кромки проезжей части главной дороги до центра островка с его максимальной шириной.

В случае углов пересечений или примыканий, отличных от 90° , когда точки начала или конца закругления на сопряжениях дорог оказываются по расчету за пределами каплевидного островка заданной длины, длина островка увеличивается автоматически до этих точек.

Построение каплевидных островков на главной и второстепенной дорогах и направляющих треугольных островков, а также расстояний t_1 , t_2 , P_1 , P_2 производится по формулам (таблица 1.1 – для пересечений и 1.2 – для примыканий).

Таблица 1.1 – Формулы для определения величин t_1 , t_2 , p_1 , p_2 для пересечения

При $\alpha \neq 90^\circ$	При $\alpha = 90^\circ$
$t_1 = \frac{R_x}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{b_y}{2 \sin \alpha} - \frac{a}{2 \operatorname{tg} \alpha}$	$t_1 = R_x - \frac{b_k}{2}$
$t_2 = R_x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{b_k}{2 \sin \alpha} - \frac{b - \frac{a}{2}}{\operatorname{tg} \alpha}$	$t_2 = R_x - \frac{b_k}{2}$
$p_1 = \frac{R_x}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{b_k}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \frac{a}{2 \sin \alpha}$	$p_1 = R_x - \frac{a}{2}$
$p_2 = R_x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{b_k}{2 \sin \alpha} + \frac{b - \frac{a}{2}}{\operatorname{tg} \alpha}$	$p_2 = R_x + \left(b - \frac{a}{2} \right)$
<i>Примечание – R, L, a, b, c, t, b_k, l_1, l_2, l_0 по таблице 1.3</i>	



Таблица 1.2 – Формулы для определения величин t_1 , t_2 , p_1 , p_2 для примыкания

При $\alpha \neq 90^\circ$	При $\alpha = 90^\circ$
$t_1 = \frac{R_x}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{b_{k_1}}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \frac{b_{k_2}}{2 \sin \alpha}$	$t_1 = R_x - \frac{b_{k_2}}{2}$
$t_2 = R_x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{b - \frac{a}{2}}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{b_{k_2}}{2 \sin \alpha}$	$t_2 = R_x - \frac{b_{k_2}}{2}$
$p_1 = \frac{R_x}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{b_{k_1}}{2 \sin \alpha} - \frac{b_{k_2}}{2 \operatorname{tg} \alpha}$	$p_1 = R_x - \frac{b_{k_2}}{2}$
$p_2 = R_x \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{b - \frac{a}{2}}{2 \sin \alpha} + \frac{b_{k_2}}{\operatorname{tg} \alpha}$	$p_2 = R_x + \left(b - \frac{a}{2} \right)$

Таблица 1.3 – Значения дополнительных параметров для построения пересечения

Буквенное обозначение параметров	Значение параметра по категориям дороги	
	Главной	Второстепенной
	III	III
R	20,00	–
L	20,00	–
l_k	–	30,00
l_1	60,00	–
l_2	20,00	–
l_3	–	20,00
l_4	20,00	–
l_5	9,00	–
b	3,50	3,50
c	–	4,50
a	4,00	–
b_k	4,00	4,00
d	2,50	2,50
d_1	2,00	2,00
f	0,50	0,50

Пример – Рассчитать значения величин t_1 , t_2 , p_1 , p_2 при проектировании коплевидного островка на пересечении автомобильных дорог по типу 3–Л–1. Категория главной дороги – III, второстепенной – III, угол пересечения равен $\alpha = 80^\circ$.

Решение

Воспользуемся формулами таблицы 1.1.

$$t_1 = \frac{20}{\operatorname{tg}80/2} - \frac{4,5}{2\sin 80} - \frac{4}{2\operatorname{tg}80} = 22 \text{ м};$$

$$t_2 = 20 \cdot \operatorname{tg}80/2 - \frac{3,75 - 4,5/2}{\operatorname{tg}80} - \frac{4}{2\sin 80} = 18 \text{ м};$$

$$P_1 = \frac{20}{\operatorname{tg}80/2} - \frac{4}{2\sin 80} - \frac{4}{2\operatorname{tg}80} = 22 \text{ м};$$

$$P_2 = 20 \cdot \operatorname{tg}80/2 + \frac{3,5 - 4/2}{\sin 80} + \frac{4}{2\operatorname{tg}80} = 24 \text{ м}.$$

Задача. Для построения коплевидных островков определите значения величин t_1 , t_2 , p_1 , p_2 . В таблице 1.4 представлены варианты для расчета.

Таблица 1.4 – Варианты для расчета

Вариант	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25
Тип примыкания	1–Л–1	1–Б–1	3–Б–1	4–Б–1	3–В–1
Угол пересечения	83°	85°	90°	86°	88°

2 Практическая работа № 2. Обеспечение видимости на пересечении или примыкании

В зоне пересечения или примыкания необходимо обеспечить видимость водителям, проезжающим по главной и второстепенной дорогам, из условия остановки автомобилей на пересекаемых полосах движения. При этом расположение глаз водителя принимают на расстоянии видимости для остановки, а расстояние боковой видимости L равным 25 м по дороге I–III категорий и 15 м на дорогах IV и V категорий.

В случае расположения пересечения в зоне вертикальных и горизонтальных кривых необходимо назначить величины их радиусов такими, чтобы обеспечить обзорность, равную удвоенному расстоянию видимости дороги для остановки, т. е. $L_{обз} = 2S_1$ (рисунки 2.1 и 2.2, таблицы 2.1 и 2.2).

Пример – Обеспечить безопасность движения по автомобильной дороге и на участке пересечения дорог; категория главной дороги – III, второстепенной – III, при продольном уклоне +40 ‰.

Решение

Безопасность любой дороги обеспечивается видимостью участка пересечения и характеризуется хорошей просматриваемостью для остановки автомобилей на пересекаемых полосах движения. При этом расположение глаз водителя

принимают на расстоянии видимости для остановки, а расстояние боковой видимости L равное 25 м на дорогах III категории.

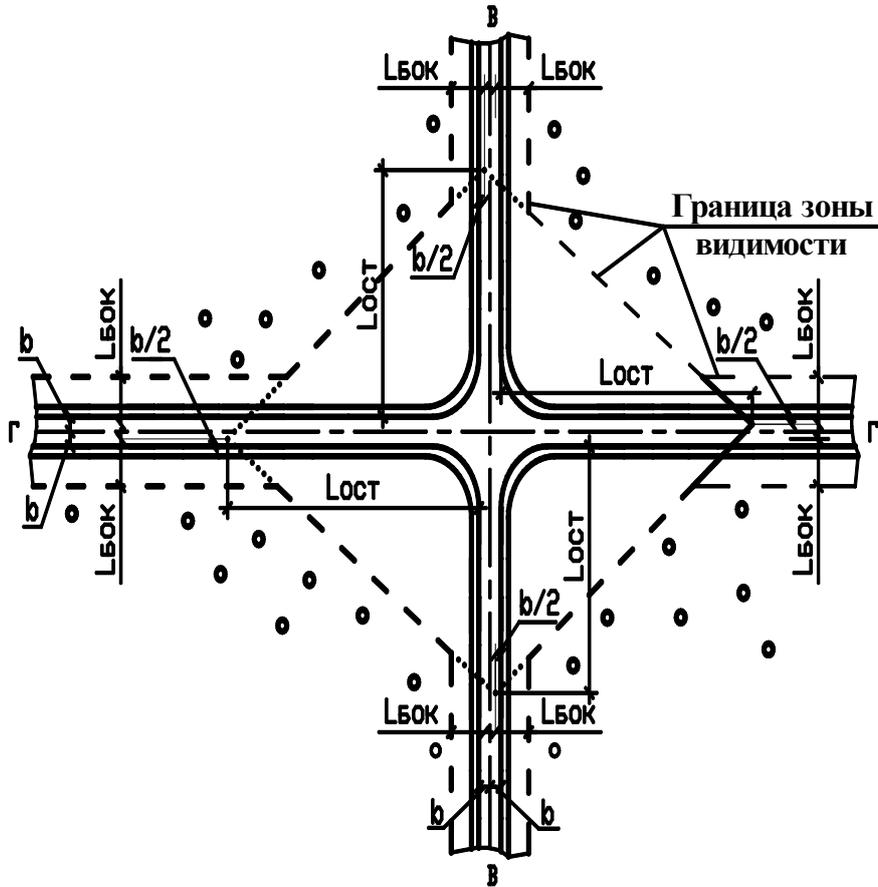


Рисунок 2.1 – Схема обеспечения видимости на пересечениях

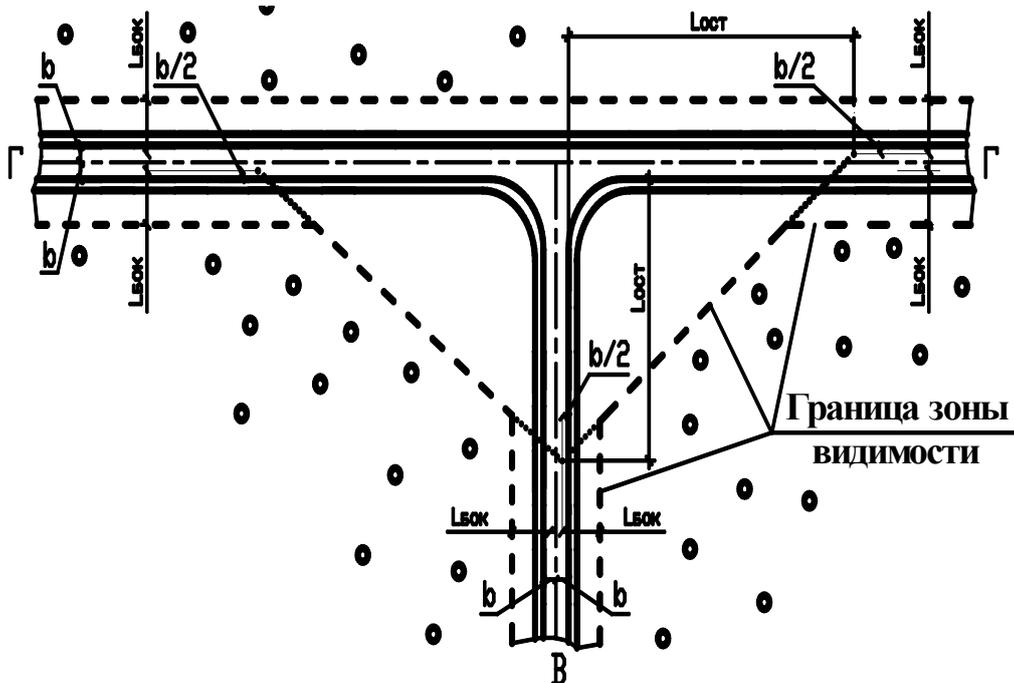


Рисунок 2.2 – Схема обеспечения видимости на примыканиях

Таблица 2.1 – Минимальные расстояния видимости [2] для остановки

В метрах

Продольный уклон, % (к. д.)	Расстояние видимости $L_{ост}$, при расчетной скорости движения, км/ч							
	120 (II)	100 (III)	80 (IV)	70	60	50	40	30
+40	235	180	140	100	75	65	45	35
+20	240	190	145	105	80	70	50	40
0	250	200	150	ПО	85	75	55	45
-20	260	210	155	115	90	80	60	50
-40	270	220	160	120	95	85	65	55

Примечание – В скобках категория дороги

Таблица 2.2 – Минимальные расстояния боковой видимости

Категория дороги	I–III	IV, V	I–е, III–е
Боковая видимость $L_{бок}$, м	25	15	8

Примечание – Вырубка деревьев и кустарников в зоне боковой видимости может быть заменена ограждением придорожной полосы металлической сеткой

Исходя из этих условий, приняты следующие параметры:

– минимальное расстояние видимости для остановки на главной дороге, при продольном уклоне + 40 ‰ и расчетной скорости 100 км/ч, принимаем $L_{ост} = 180$ м;

– минимальное расстояние видимости для остановки на второстепенной дороге, при продольном уклоне +40 ‰ и расчетной скорости 100 км/ч, принимаем $L_{ост} = 180$ м;

– минимальное расстояние боковой видимости на главной дороге принимаем $L_{бок} = 25$ м;

– минимальное расстояние боковой видимости на второстепенной дороге принимаем $L_{бок} = 25$ м.

Задача. Определите зоны границы видимости на пересечениях и боковую видимость вдоль проектируемой дороги [2].

Таблица 2.3 – Варианты для расчета

Вариант	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25
Категория главной дороги	I	III	IV	II	II
Категория примыкающей дороги	III	III	V	IV	II
Продольный уклон	0 ‰	+10 ‰	+20 ‰	-40 ‰	-30 ‰



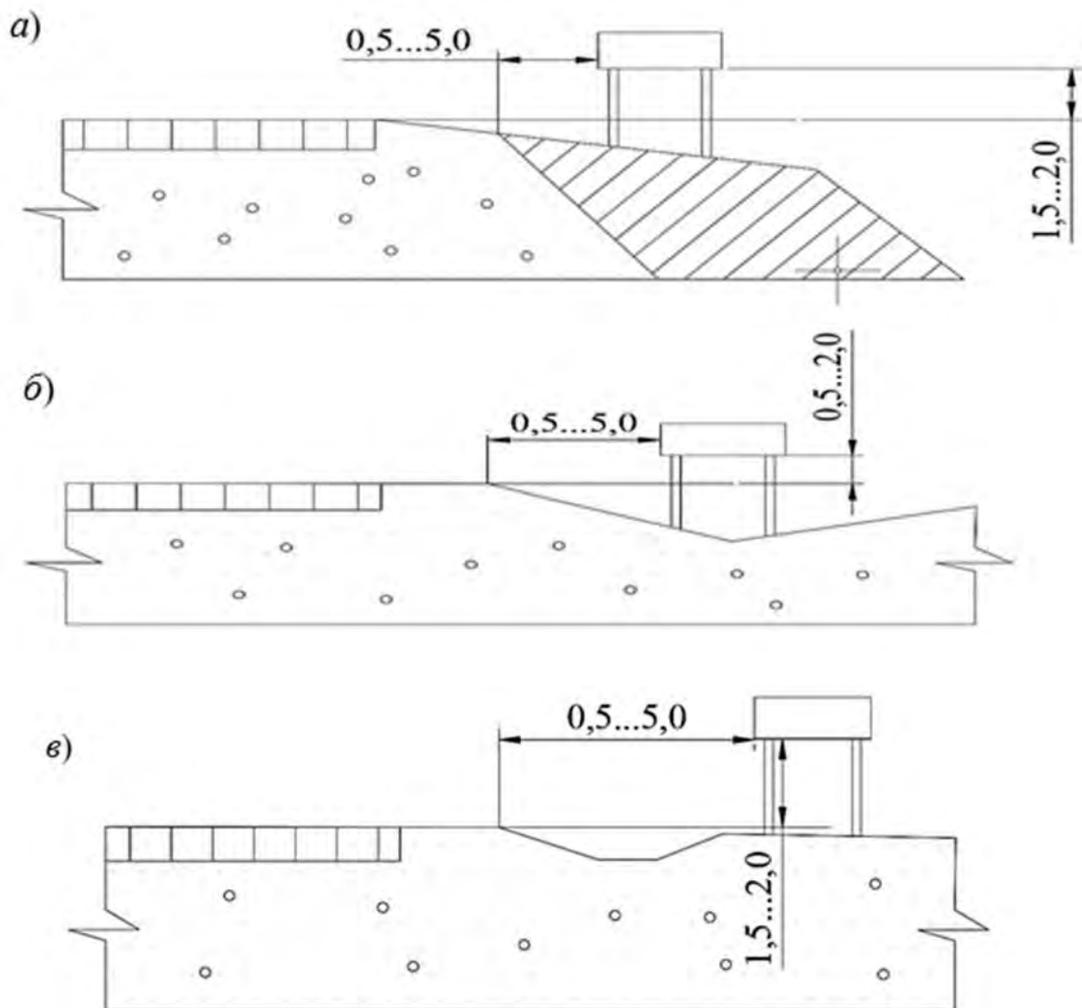
3 Практическая работа № 3. Разработка знака индивидуального проектирования

Проектирование дорожных знаков включает установление их положения в поперечном сечении дороги, определение размеров знаков и проектирование опор, на которых устанавливаются знаки.

3.1 Распределение знаков в поперечном сечении дорог и определение размеров знаков

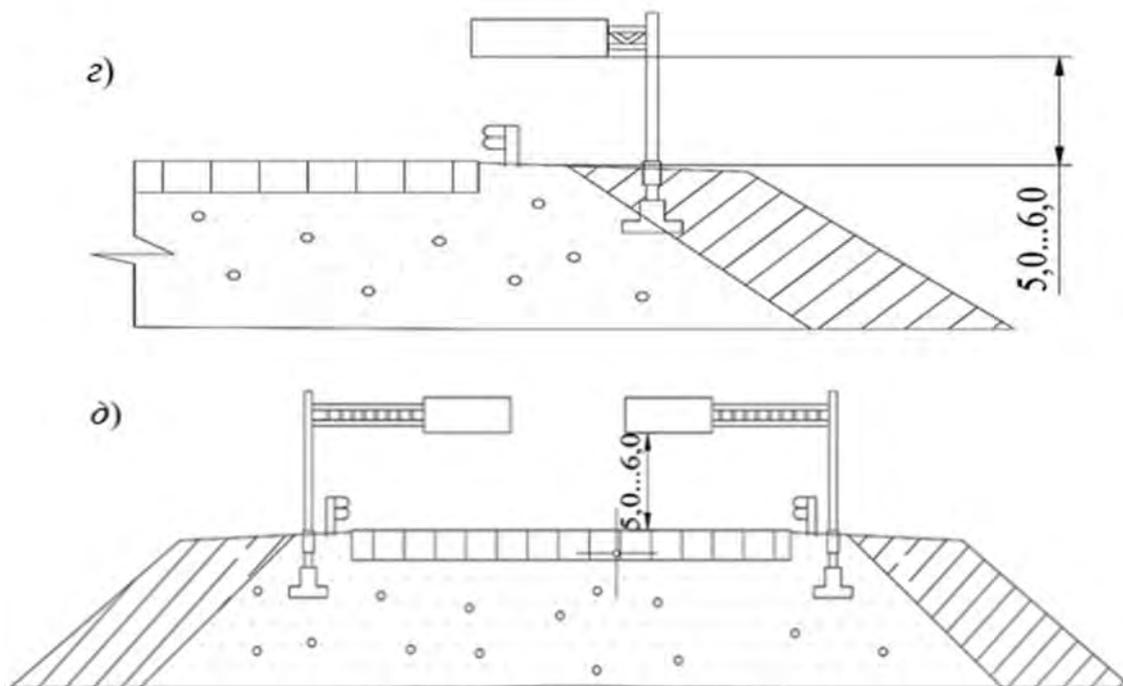
На дорогах вне населенных пунктов опоры знаков следует устанавливать за пределами обочин, на бермах, присыпанных к обочине, на откосах насыпях, на полосе отвода за кюветами или над обочинами [11].

На участках дорог, где опоры невозможно установить на откосах насыпи или рядом с земляным полотном, «Предварительный указатель направлений» 5.20.2 рекомендуется размещать над обочинами или проезжей частью (рисунок 3.1).



а – на присыпанных к обочине бермах; *б* – откосах насыпей и выемок; *в* – полосе отвода за боковой канавой; *г* – над обочинами; *д* – над проезжей частью

Рисунок 3.1 – Способы установки предварительных указателей направлений на опорах



Окончание рисунка 3.1

На одном сечении может быть установлено не более трех знаков.

Знаки 5.20 и 5.21 информируют о населенных пунктах, других объектах и дорожных ориентирах.

Знаки 5.20.1 и 5.20.2 «Предварительный указатель направлений». На них целесообразно показать номер маршрута.

Знаки 5.21.1 и 5.21.2 «Указатель направлений». На знаках направления указывается последовательность: прямо, налево, направо. Если расстояние до объекта до 10 км, то на знаке указывается расстояние до 0,1 км, свыше 10 км – до 1 км. Для боковых направлений на знаке 5.21.2 указывают конечный пункт маршрута. На знаке 5.21.2 может быть добавлено название одного–двух промежуточных пунктов. Фон надписей на указанных направлениях может быть зеленый, синий, белый.

На знаках 5.20 и 5.21, установленных вне населенных пунктов, зеленый или синий фон всего знака или вставки означает, что непосредственно за перекрестком движение к указанному объекту будет осуществляться по автомагистралям (зеленый фон) или другой дороге.

Белый цвет означает, что объект расположен в населенном пункте. Название населенных пунктов или объектов выполняется прописными буквами, а служебные слова при них – строчными. Например, сан. СОСНЫ (сокращение см. СТБ 1140–14 [3]). Если служебные слова применяются самостоятельно, то их следует выполнять прописными буквами.

На знаках 5.20.1, 5.20.2, 5.21.1, 5.21.2, 5.27 для каждого из направлений должно быть указано не более трех названий населенных пунктов, других объектов или номеров маршрута.

Фон знаков 5.20.1 и 5.20.2 должен быть зеленого цвета на знаках, предназначенных для установки на автомагистралях, синего цвета – на других дорогах вне населенных пунктов, белого цвета – в населенных пунктах.

На знаках с белым фоном надпись, содержащая названия других населенных пунктов или объектов, движение к которым должно осуществляться по автомагистрали или другой дороге (не автомагистрали), должна быть выполнена на вставке зеленого или синего цвета соответственно.

На знаках, предназначенных для установки на автомагистралях (с зеленым фоном), надпись, содержащая названия населенных пунктов или объектов, движение к которым осуществляется по другой дороге (не автомагистрали) или находящиеся в граничащем населенном пункте, должна быть выполнена на вставке с соответственно синим или белым фоном.

На знаках, предназначенных для установки на других дорогах (с синим фоном), надпись, содержащая названия населенных пунктов или объектов, движение к которым осуществляется по автомагистрали или находящихся в граничащем населенном пункте, должна быть выполнена на вставке с соответственно зеленым или белым фоном.

Вставки должны выполняться без каймы, за исключением синих или зеленых вставок соответственно на зеленом или синем фоне.

Знак, устанавливаемый в населенном пункте, на котором указаны только наименования населенных пунктов или объектов, движение к которым осуществляется по дорогам, не относящимся к автомагистралям, должен иметь синий фон.

При указании нескольких направлений они должны даваться в последовательности (сверху вниз): прямо, налево, направо.

При указании одного направления знаки (части знаков), выполненные на фоне разного цвета, должны даваться в последовательности (сверху – вниз): зеленый, синий, белый.

Знаки 5.21.1 и части знаков 5.21.2 должны иметь зеленый фон, если движение к указанным на них населенным пунктам или объектам осуществляется по автомагистрали, синий, если движение осуществляется по другим дорогам, и белый фон, если указанные объекты расположены в населенном пункте.

Знаки 5.24, 5.25, 5.26.1, 5.27, предназначенные для установки на автомагистралях, должны иметь зеленый фон, а предназначенные для установки на всех остальных дорогах, включая и дороги в населенных пунктах, – синий. Знак 5.26.2, предназначенный для установки в населенных пунктах для обозначения пунктов маршрута, должен иметь белый фон.

Знаки 5.29.1 и 5.29.3 с буквой Е должны иметь зеленый фон, с буквами М и Р – красный, с буквой Н – белый.

На знаках 5.29.1 с зеленым фоном указывается номер дороги, включенный в Европейскую систему автомобильных магистралей, на знаках с красным фоном – номер республиканской (или магистральной республиканской) дороги Республики Беларусь, на знаках с белым фоном – номер местной дороги. На знаках 5.29.2 с синим фоном указывается номер дороги, в направлении которой

осуществляется движение. Знаки 5.29.3 имеют красный, зеленый, белый или синий фон.

Надписи на знаках 5.28, 5.29.1–5.29.3, а также стрелки на знаках 5.29.3 имеют белый цвет, за исключением знаков 5.29.1 и 5.29.3 на белом фоне, например Н 4670, для которых надпись и стрелка выполнены красным цветом.

Знаки 5.22.1–5.23.2 должны иметь белый фон.

Компоновочные размеры изображений знаков и надписей на них должны определяться высотой прописной буквы h_n , которая в зависимости от места установки знака выбирается из ряда 75, 100, 150, 200, 300 мм и кратные 100 мм. При этом длина надписи рассчитывается путем суммирования ширины литерных площадок букв, цифр или знаков препинания с вычетом полупробелов первой и последней буквы, цифры или знака препинания. Величина полупробелов определяется как минимальное расстояние от края литерной площадки до буквы, цифры или знака препинания.

Высота прописной буквы h_n на знаках 5.20.1, 5.20.2, 5.21.1–5.26.2, 5.27, предназначенных для установки вне населенных пунктов, должна быть не менее: 300 мм – на дорогах I категории (четыре или более полосы движения в обоих направлениях), 200 мм – на дорогах II или III категории (с двумя и тремя полосами движения), 150 мм – на дорогах IV категории, 100 мм – на дорогах V категории.

Высота прописной буквы h_n на знаках 5.20.1, 5.20.2, 5.21.1–5.26.2, предназначенных для установки в населенных пунктах, должна быть не менее: 200 мм – на улицах и дорогах категории М; 150 мм – на дорогах категорий А, Б4, В4, Д4; 100 мм – на других улицах и дорогах. Для построения городской системы ориентирования на местной улично-дорожной сети (улицы категорий Е, Ж, З) допускается применять значение h_n , равное 75 мм.

Ширину литерных площадок букв и цифр для надписей на синем и зеленом фоне необходимо выбирать в соответствии с таблицами 3.1–3.2.

Таблица 3.1 – Ширина литерных площадок для букв

Буква	А	Б	В	Г	Д	ЕЁ	Ж	З	ИЙ	К	Л	М	Н	О	
Ширина площадки	П	<u>113</u>	<u>102</u>	<u>102</u>	<u>90</u>	<u>110</u>	<u>96</u>	<u>162</u>	<u>98</u>	<u>108</u>	<u>109</u>	<u>110</u>	<u>129</u>	<u>107</u>	<u>109</u>
	С	86	91	87	75	92	90	127	85	92	90	90	105	90	90
<i>Примечание</i> – П – прописные, С – строчные															

Продолжение таблицы 3.1

П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
<u>106</u>	<u>100</u>	<u>103</u>	<u>99</u>	<u>101</u>	<u>126</u>	<u>102</u>	<u>110</u>	<u>102</u>	<u>144</u>	<u>148</u>	<u>110</u>	<u>131</u>	<u>98</u>	<u>103</u>	<u>145</u>	<u>108</u>
90	94	88	78	84	122	84	93	86	122	124	91	115	85	84	120	87
<i>Примечание</i> – П – прописные, С – строчные																



Таблица 3.2 – Ширина литерных площадок для цифр

Цифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	№	«	»	.
Ширина площадки	58	89	88	91	89	91	84	91	90	93	147	73	73	43

Для надписей на белом и желтом фоне ширину литерных площадок следует сокращать на $0,05h_n$ с каждой стороны.

Для надписей, содержащих более 10 элементов в строке (за элемент принимается буква, цифра, стрелка, символ, изображение какого-либо знака), допускается применять меньший размер шрифта, расположение надписи в две строки или перенос слов, сокращение часто употребляемых отдельных слов в именах собственных, а для надписей на синем и зеленом фоне, кроме того, – сокращение ширины литерных площадок на $0,05h_n$ с каждой стороны.

Ширина каймы на знаках должна быть равна $0,12h_n$, внутренний радиус закругления каймы – $0,3h_n$.

Ширина наружной каймы на знаках 5.20.1, 5.20.2, 5.21.1 и 5.21.2 с белым фоном, а также на знаках 5.22.1–5.23.2 и 5.31 должна быть равна $0,06h_n$.

На знаке 5.21.2 ширина линии, разделяющей надписи, относящиеся к разным направлениям, должна быть равна $0,1h_n$. Надписи на белом и синем (или зеленом) фоне разделяться линией не должны.

Расстояние по горизонтали и вертикали между словами, числами, стрелками, цветными вставками, каймой знака или вставки, линией, которая разделяет надписи, относящиеся к разным направлениям, символами, изображениями каких-либо знаков, должно быть не менее $0,3h_n$. Предпочтительное расстояние между строками разных надписей, относящихся к одному направлению, должно составлять от 0,4 до $0,8h_n$, а для двустрочной надписи одного направления – $0,4h_n$.

Допускается уменьшение расстояния между оголовком стрелки и другими элементами изображения до $0,2h_n$.

Для знака 5.20.1 расстояние между надписями, относящимися к разным направлениям, не должно быть менее $2,0h_n$. Допускается уменьшение этого расстояния до $1,0h_n$, если границы надписей, расположенных одна под другой, не совпадают.

Если на знаке используются два размера шрифта, то для расчета размеров каймы знака и элементов изображения, относящихся к главным объектам, а также расстояния между ними и надписями, соответствующими второстепенным объектам, применяется больший размер шрифта h_n . Размеры элементов изображения, относящихся ко второстепенным объектам, определяются в этом случае по меньшему размеру шрифта.

Размер вставок на знаках 5.20.1 должен определяться в соответствии с требованиями 4.3.5–4.3.7 [3].

Ширина каймы вставок должна быть равна $0,1h_n$.

Высота цифр знаков 5.29.1, 5.29.2, изображение которых используется на других знаках или вставках, должна быть равна h_n , принятой для надписей на этих знаках. При этом ширина обрамляющей каймы должна быть равна $0,1h_n$,

внутренний радиус закругления каймы – $0,15h_n$, внешний вертикальный размер изображения знака – $1,5h_n$.

При нанесении нескольких изображений знаков 5.29.1, 5.29.2 на поле знаков 5.20.1 и 5.20.2 их вертикальные размеры допускается уменьшить до $1,0h_n$ при уменьшении размеров букв и цифр до подходящего меньшего.

Изображение знаков 5.29.1, 5.29.2 на поле знаков 5.20.1 и 5.20.2 должно располагаться около или на стрелке соответствующего направления, а на знаках 5.21.1 и 5.21.2 – слева от наименования объекта.

Высота символа автомагистрали или аэропорта должна составлять от $1,0$ до $1,5h_n$ для однострочной надписи и от $2,0$ до $2,5h_n$ для двустрочной надписи названия одного населенного пункта или объекта. Изображения символов должны соответствовать символам знаков 1.28 и 5.1.

Символы автомагистрали или аэропорта на знаках 5.20.1, 5.20.2, 5.21.1 и 5.21.2 должны располагаться слева от названия населенного пункта или объекта. На знаках 5.20.1 и 5.20.2 при наличии изображения знаков 5.29.1, 5.29.2, относящегося к данному населенному пункту или объекту, символы относительно названия населенного пункта или объекта должны располагаться в стороне, противоположной изображению знаков 5.29.1, 5.29.2.

Стрелки на знаках допускается выполнять в соответствии с рисунками 3.2 и 3.3.

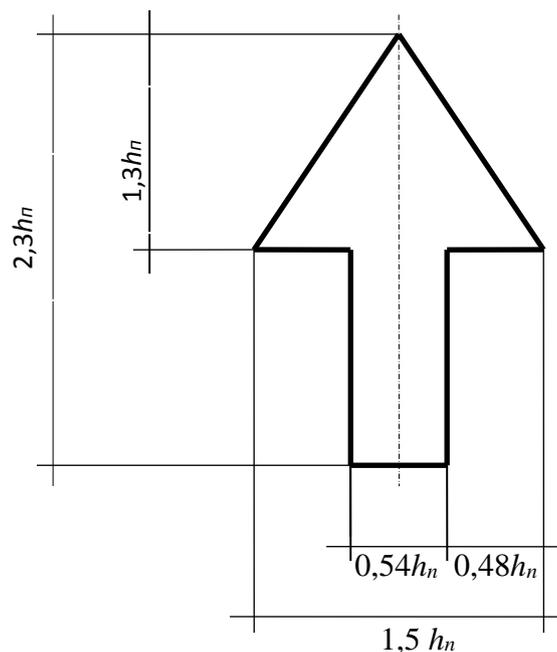


Рисунок 3.2 – Знак дорожный СТБ 1140–13. Предварительный указатель направлений 5.20.1 УЗДП-5 (1500 × 510 мм)

На знаках 5.20.2 стрелка должна быть длиной $2,3h_n$ и шириной $1,5h_n$ и выполняться в соответствии с рисунком 3.2. На знаке 5.22, обозначающем прямое направление движения, конфигурация стрелки должна соответствовать конфигурации стрелки 7.14.

На знаках 5.21.1 и 5.21.2 длина стрелки имеет длину и ширину $1,45h_n$ и должна выполняться в соответствии с рисунком 3.3.

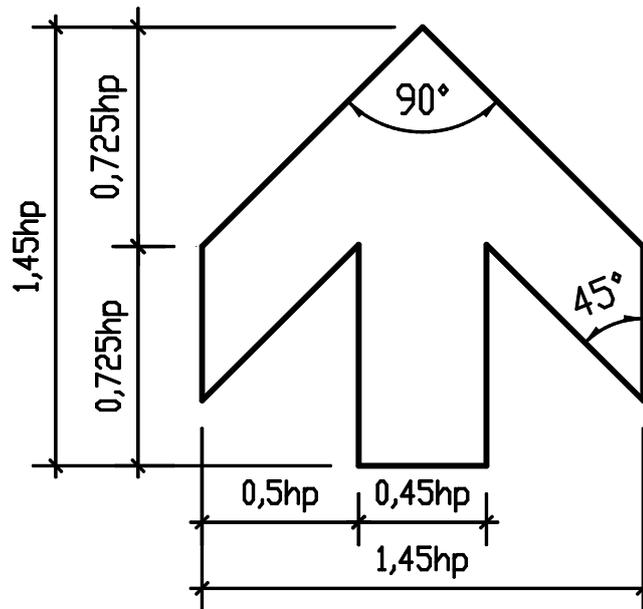


Рисунок 3.3 – Пропорции размеров стрелки

Стрелки (см. рисунки 3.2 и 3.3) должны располагаться симметрично относительно верхней и нижней каймы, линии, разделяющей надписи. При вертикальном расположении стрелки допускается уменьшать ее длину за счет стержня до $2,0h_n$. Длина стрелки, изображенной на рисунке 3.2, остается постоянной при любом ее положении.

На знаках 5.20.2, 5.21.1, 5.21.2, 5.29.3, 5.32.1–5.32.3 стрелка, обозначающая направление движения прямо или налево, должна располагаться слева от надписи, обозначающей объект, а стрелка, обозначающая направление направо, – справа от надписи.

На знаках 5.20.1 и 5.31 длина стрелок должна выбираться из компоновочных соображений, ширину стрелки для второстепенных направлений допускается уменьшать на 30 % по отношению к стрелке основного направления.

На знаке 5.29.3 стрелка должна быть длиной 240 мм (высота оголовка стрелки 138 мм, размер стороны оголовка стрелки 160 мм, толщина ножки стрелки 60 мм) и располагаться симметрично на поле.

На знаках 5.20.2, 5.21.1 и 5.21.2 при указании наименований объектов допускается увеличение размера стрелки при сохранении пропорций, заданных рисунком 3.3.

Допускается иная конфигурация стрелок, если необходимо указать траекторию движения по транспортной развязке.

В таблицах 3.2 и 3.3 приведена ширина литерных букв площадок при высоте прописных букв 100 мм. При другой высоте ширину площадок следует увеличить пропорционально высоте.

Пример компоновки знаков индивидуального проектирования представлен на рисунок 3.4.

На основании размеров элементов составляется в масштабе эскиз изображения знака (вычерчиваются стрелки, размещаются надписи и цифры). После

компоновки определяются габаритные размеры знака с учетом унифицированного ряда размеров УЗДП и подбираются опоры (таблица 3.3).



Рисунок 3.4 – Компонировка знака индивидуального проектирования

Таблица 3.3 – Типы знаков (размеры щита)

Тип знака 1-22	Размер, мм	Тип знака 23-44	Размер, мм
УЗДП-1	1000 × 340	УЗДП-23	4000 × 2000
УЗДП-2	1000 × 510	УЗДП-24	4000 × 2500
УЗДП-3	1000 × 680	УЗДП-25	5000 × 1020
УЗДП-4	1500 × 340	УЗДП-26	5000 × 1500
УЗДП-5	1500 × 510	УЗДП-27	5000 × 2000
УЗДП-6	1500 × 680	УЗДП-28	5000 × 2500
УЗДП-7	2000 × 510	УЗДП-29	6500 × 1200
УЗДП-8	2500 × 510	УЗДП-30	6500 × 1500
УЗДП-9	2000 × 680	УЗДП-31	6500 × 2000
УЗДП-10	2500 × 680	УЗДП-32	6500 × 2500
УЗДП-11	3000 × 680	УЗДП-33	5000 × 3500
УЗДП-12	4000 × 680	УЗДП-34	6500 × 3500
УЗДП-13	1500 × 1020	УЗДП-35	6500 × 5500
УЗДП-14	2000 × 1020	УЗДП-36	3500 × 6800
УЗДП-15	2000 × 1500	УЗДП-37	4500 × 6800
УЗДП-16	2500 × 1020	УЗДП-38	3500 × 1200
УЗДП-17	2500 × 1500	УЗДП-39	3500 × 1500
УЗДП-18	3000 × 1020	УЗДП-40	3500 × 2000
УЗДП-19	3000 × 1500	УЗДП-41	4500 × 1200

Окончание таблицы 3.3

Тип знака 1-22	Размер, мм	Тип знака 23-44	Размер, мм
УЗДП-20	2000 × 2000	УЗДП-42	4500 × 1500
УЗДП-21	4000 × 1200	УЗДП-43	4500 × 2000
УЗДП-22	4000 × 1500	УЗДП-44	4500 × 2500

Пример – Разработать знак индивидуального проектирования Костюковичи 54 – Могилев 94 – Витебск 45 (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Пример знака индивидуального проектирования

Решение

В таблицах 3.1 и 3.2 приведена ширина литерных букв площадок при высоте прописных букв 100 мм, производится компоновка, по результатам подбирается щиток.

Задание

Разработать знак индивидуального проектирования в программе Credo ZNAK. Исходные данные представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Исходные данные

Вариант	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25
Название населенного пункта	Могилев – 15 Минск – 230	Гродно – 230 Витебск – 240 Орша – 15	Могилев – 15 Гомель – 230 Мозырь – 450	Кричев – 15 Горки – 10 Воронино – 45	Минск – 200 Брест – 250
Категория дороги	I	III	II	IV	III

4 Практическая работа № 4. Установка дорожных знаков

Как было отмечено выше, на дорогах вне населенных пунктов опоры знаков следует устанавливать за пределами обочин, на бермах, присыпанных к обочине, на откосах насыпях, на полосе отвода за кюветами или над обочинами.

На участках дорог, где опоры невозможно установить на откосах насыпи или рядом с земляным полотном, «Предварительный указатель направлений» 5.20.2 рекомендуется размещать над обочинами или проезжей частью (рисунок 4.1).

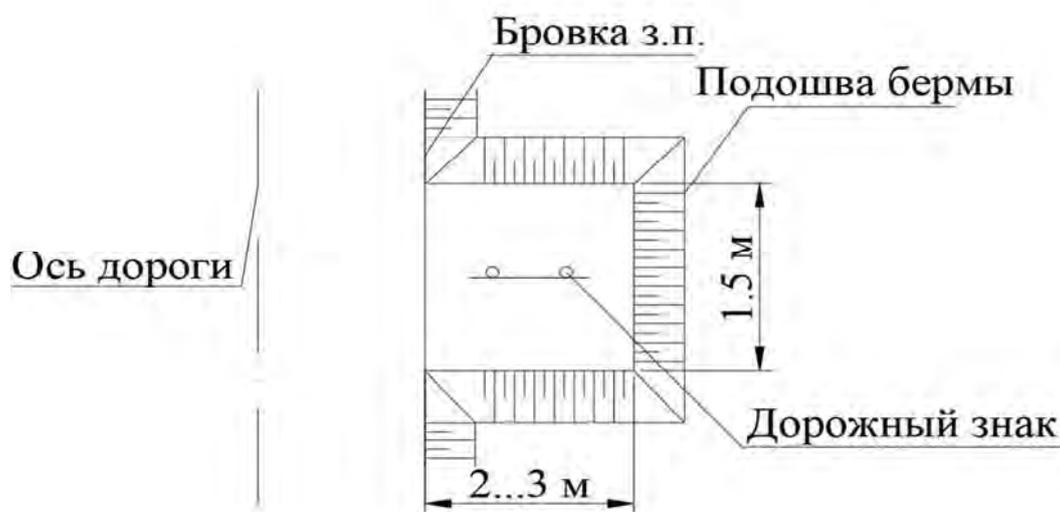


Рисунок 4.1 – Установка знака на берме

Бермы дорожных знаков устраивают для безопасности дорожного движения, т. к. знак, установленный на обочине, не безопасен для участников дорожного движения. Чаще всего бермы устраивают из грунта или песка, расстояние бермы от бровки 2 м – для знаков с одной стойкой и 3 м – для знаков с двумя стойками (в зависимости от длины щитка) [6, 11].

Пример – Рассмотрим пример подсчёта объёмов работ и материалов для устройства бермы под знак 5.20.1(указатель направления) на IV категории дороги.

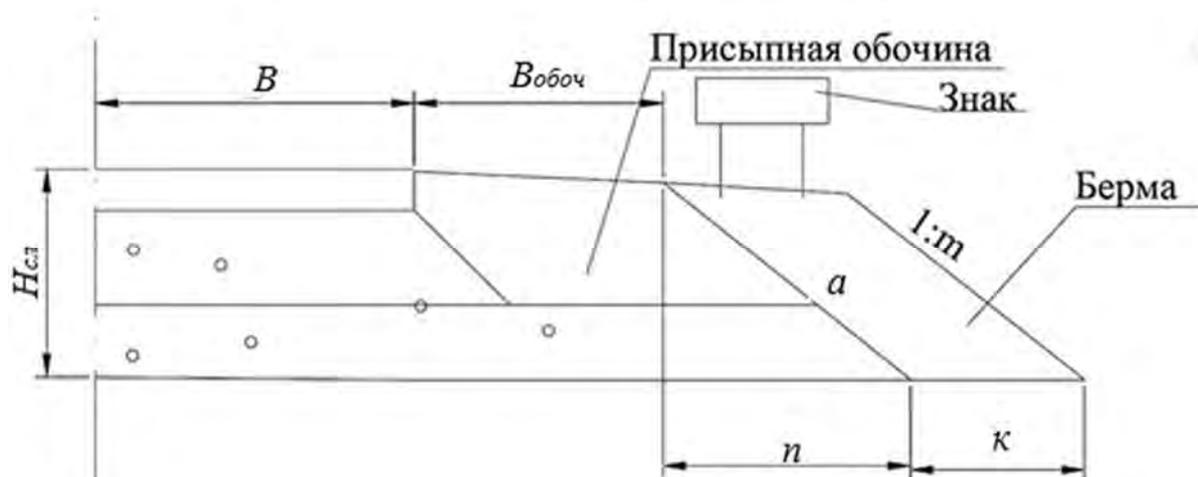
Решение

Найдем объёмы материала, требуемого для устройства бермы под знак 5.20.1 на IV категории дороги при высоте дорожных слоёв, равных 1,545 м, и заложении откоса земляного полотна, равного 1 : 3, материал для устройства бермы – песок.

Расчёты выполнены согласно рисунку 4.2 [6, 11],

$$n = H \cdot m; \quad n = 1,545 \cdot 3 = 4,635 \text{ м};$$

$n = k$, т. к. заложение откоса бермы и заложение откоса насыпи равны.



$H_{сл}$ – высота всех слоёв земляного полотна; n – длина от бровки до подошвы земляного полотна; k – длина от бровки до подошвы бермы дорожного знака; B – ширина проезжей части; $V_{обоч}$ – ширина обочины; m – заложение откоса земляного полотна

Рисунок 4.2 – Поперечный профиль знака, установленного на берме

Подсчитаем площадь поперечного профиля (заменяя все дорожные слои одним):

$$S_{общ} = \frac{1}{2} + H \cdot (n + k) + ((B + V_{обоч}) \cdot H);$$

$$S_{общ} = 1/2 \cdot 1,545 \cdot (4,635 + 4,635) + ((3 + 2) \cdot 1,545) = 11,89 \text{ м}^2.$$

Подсчитаем площадь поперечного профиля без бермы:

$$S_{б.б} = 1/2 \cdot 1,545 \cdot 4,635 + (3 + 2) \cdot 1,545 = 11,306 \text{ м}^2;$$

Тогда площадь бермы будет равна:

$$S_{б} = S_{общ} - S_{б.б};$$

$$S_{б} = 11,89 - 11,306 = 0,584 \text{ м}.$$

Подсчитаем объём работ для устройству бермы:

$$V_{б} = S_{б} \cdot 1,5 \text{ м},$$

где 1,5 м – ширина устройства бермы;

$$V_{б} = 0,584 \cdot 1,5 = 0,822 \text{ м}^3.$$

Объём песка для устройства бермы по нормам расхода Е27-14-1 равен:

$$V_n = V_0 \cdot 1,1 = 0,904 \text{ м}^3.$$

Ответ: 0,904 м³ песка потребуется для устройства бермы дорожного знака № 1.12.1

Задание

Установить разработанный знак индивидуального проектирования из практической работы № 3. Исходные данные по вариантам представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Вариант	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25
Высота насыпи, м	1,2	1,6	2,0	0,8	2,3

5 Практическая работа № 5. Нанесение дорожной разметки

Дорожную разметку выполняют в соответствии с требованиями СТБ 1231–2012 и СТБ 1300–2014.

Дорожная разметка является одним из эффективных средств регулирования дорожного движения, т. к. передаваемая с ее помощью информация надежно воспринимается водителем, взгляд которого постоянно устремлен на дорогу.

Разметка полос движения в виде сплошных или прерывистых линий упорядочивает транспортный поток и способствует повышению пропускной способности дороги.

Разметка разделяется на горизонтальную, наносимую на проезжей части (рисунки 5.1 и 5.2), и вертикальную, когда обозначения выполняются на элементах дорожных сооружений – опорах мостов, путепроводах, парапетах, бордюрах. Каждый вид разметки имеет цифровое обозначение, первое число которого обозначает номер группы, к которой принадлежит разметка; 1 – горизонтальная; 2 – вертикальная. Горизонтальная разметка выполняется белым цветом, кроме линий 1.4; 1.10, применяемых для запрещения остановки или стоянки и имеющих желтый цвет.

В горизонтальную разметку входят линии, надписи, стрелы и другие обозначения на дорогах с усовершенствованным покрытием.

В населенных пунктах горизонтальная разметка применяется на скоростных, магистральных и других дорогах, по которым проходят маршруты общественного пассажирского транспорта [5, 7, 10].



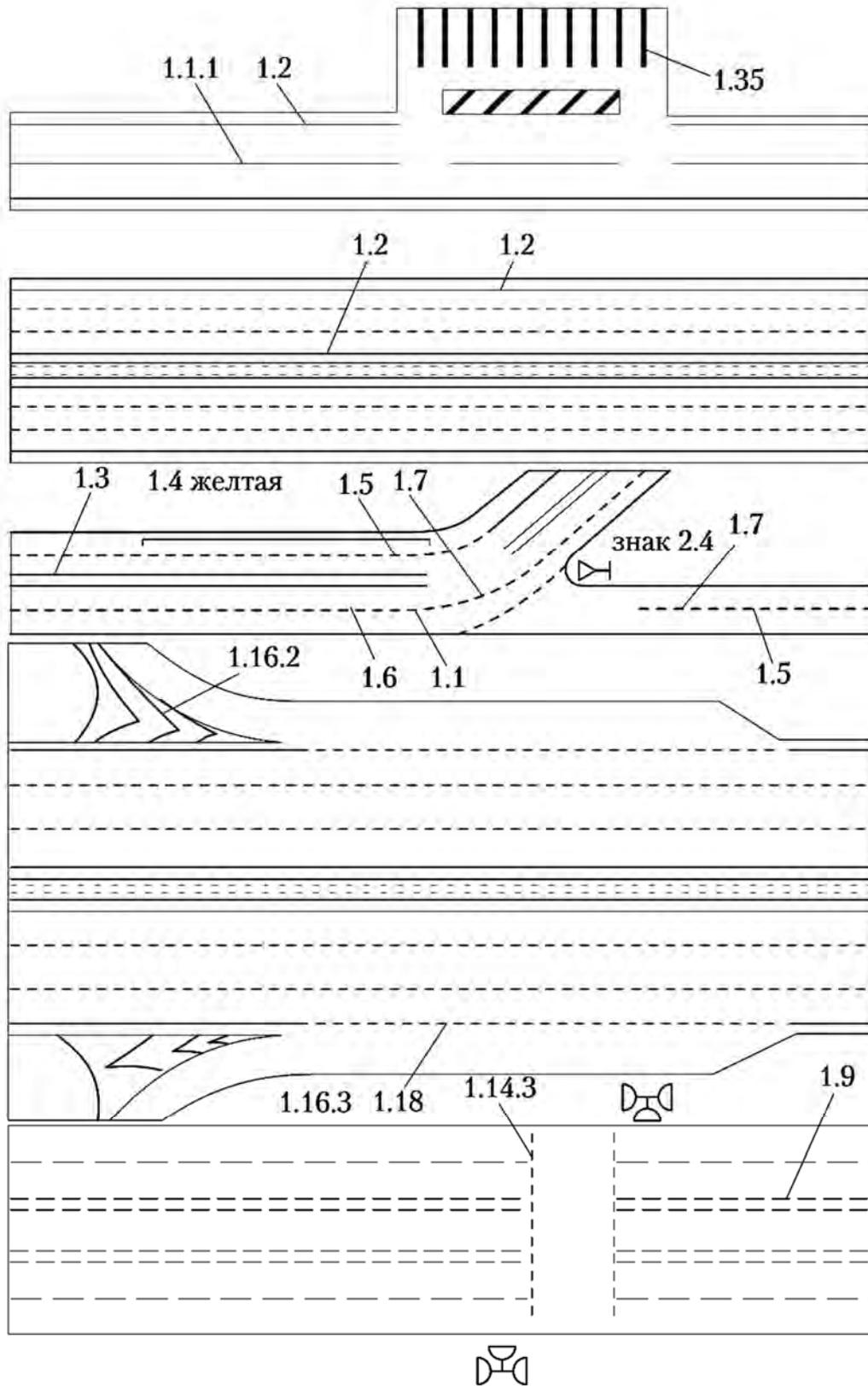
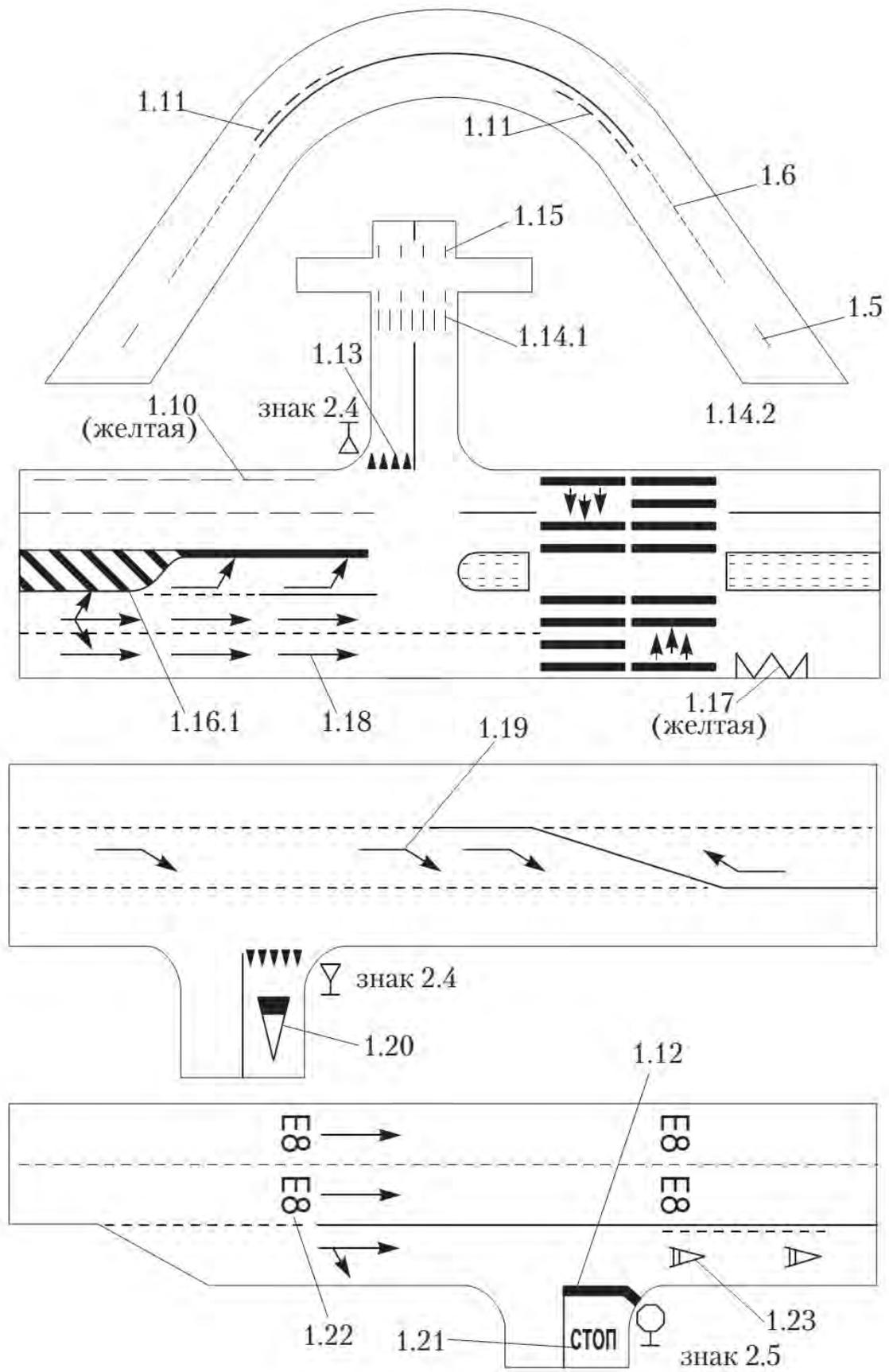


Рисунок 5.1 – Виды горизонтальной разметки



Окончание рисунка 5.1



Номер по СТБ 1300-2007	Эскиз	Номер по СТБ 1300-2007	Эскиз
1.1		1.18	
1.2			
1.3		1.19	
1.5			
1.6		1.16.2	
1.7			
1.8		1.16.3	
1.20			

Рисунок 5.2 – Горизонтальная разметка проезжей части

Горизонтальная разметка имеет следующее назначение:

– сплошная линия 1.1 белого цвета применяется для обозначения границ полос движения при их числе двух и более в одном направлении перед перекрестком. Такая разметка, как правило, применяется в опасных местах с целью запрещения выезда на полосу встречного движения во избежание столкновения с транспортными средствами, движущимися навстречу. Разметка 1.1 наносится в виде узкой сплошной линии;

– разметка 1.2 применяется для обозначения края проезжей части на дорогах, обозначенных знаком 5.1 «Автомагистраль», наносится в виде широкой сплошной линии. Пересекать линию 1.2 не запрещается;

– разметка 1.3 используется для разделения транспортных потоков противоположных направлений на дорогах, имеющих четыре и более полос движения в обоих направлениях. Наносится двумя параллельными, сплошными узкими линиями. Пересекать эту разметку запрещено;

– разметка 1.5 применяется для разделения транспортных потоков противоположных направлений на дорогах, имеющих две или три полосы для движения в обоих направлениях, а также для обозначения границ полос движения вне перекрестков. Наносится в виде прерывистой линии. При $V < 60$ км/ч длина штриха 1,0...3 м; а при скорости $V > 60$ км/ч – 3...4 м;

– разметка 1.6 применяется для обозначения приближения к сплошной линии 1.1 или 1.11, разделяющей транспортные потоки в противоположных направлениях. Наносится в виде узких прерывистых линий, у которых длина

штриха в 3 раза превышает промежутки между ними. Протяжение разметки 1.6 не менее 50 м;

- разметка 1.7 применяется для обозначения полос движения в пределах перекрестка в случаях, когда необходимо показать траекторию движения транспортного потока или подчеркнуть границу полосы движения;

- разметка 1.8 применяется для обозначения границы между дополнительной полосой и основной полосой движения;

- разметка 1.11 применяется для разделения транспортных потоков противоположных или попутных направлений при необходимости запрещения перестроения транспортных средств из одной полосы на другую;

- разметка 1.12 применяется для обозначения места остановки (стоп-линия) перед перекрестками при наличии дорожного знака 2.5. Эта разметка может быть применена самостоятельно или со знаком 5.33;

- поперечная разметка 1.13 применяется, чтобы указать место, где водитель при необходимости должен остановиться, уступая дорогу транспортным средствам, движущимся по пересекаемой дороге. Применяются только при наличии перед перекрестком знака 2.4 «Уступите дорогу»;

- разметка 1.18 применяется для обозначения разрешенных на перекрестках направлений движения по полосам. Разметка применяется в сочетании со знаком 5.8.1 «Направление движения по полосам» или самостоятельно. Разметка выполняется в виде двух или трех последовательно нанесенных стрел с расстоянием между ними 20...30 м. Длина стрелок при $V < 60$ км/ч – 3 м; при большей – 6,0 м;

- разметка 1.20 и 1.21 применяется как приближение к разметке 1.13 и 1.12;

- 1.22 – номера дороги (маршрута);

- 1.23 – полосы проезжей части, предназначенной исключительно для движения транспортных средств общего пользования;

- 1.35 – для обозначения границ стояночных мест для транспортных средств.

Линиями **вертикальной разметки** обозначают (рисунок 5.3):

- 2.1.2 – вертикальные поверхности дорожных сооружений (опор мостов, путепроводов, торцовых частей парапетов и т. п.);

- 2.2.1 – нижний край пролетных строений тоннелей, путепроводов и мостов;

- 2.3 – круглые тумбы на островках безопасности или разделительных полосах;

- 2.4.1 – направляющие столбики и стойки тросовых ограждений;

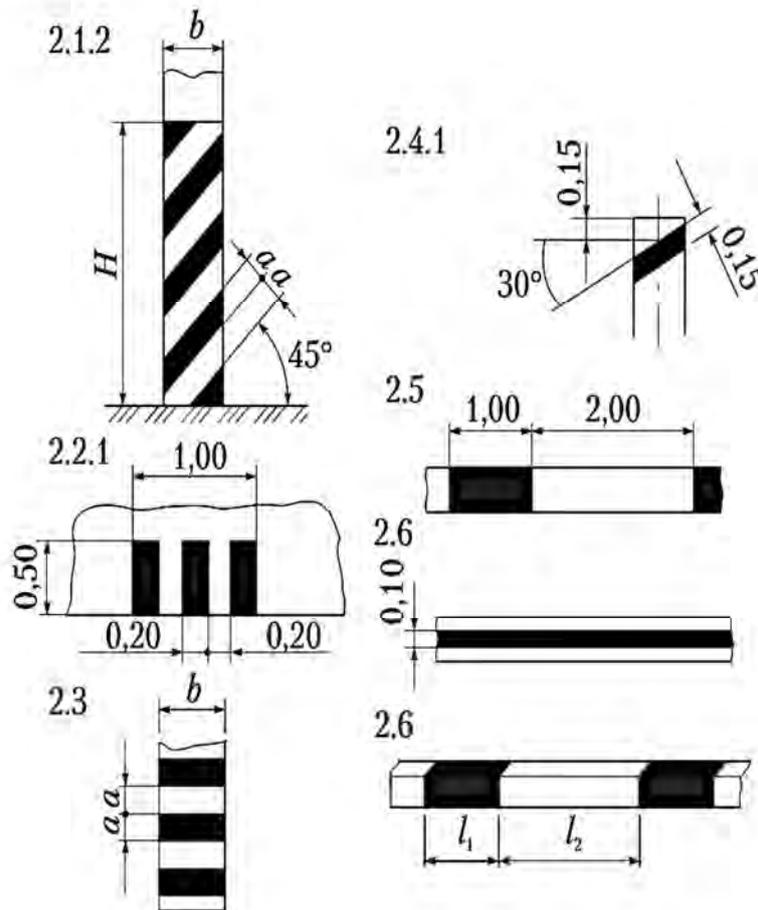
- 2.5 – боковые поверхности ограждений дорог на особо опасных участках;

- 2.6 – бордюры на опасных участках и возвышающиеся островки безопасности.

Для горизонтальной разметки используют два цвета: белый и желтый (для линий 1.4, 1.10 и 1.17). Вертикальная разметка представляет собой сочетание полос белого и черного цвета. На скоростных дорогах разметка должна быть вполнена из световозвращающих материалов. Вне населенных пунктов горизонтальная разметка применяется на дорогах категорий I-а, I-б, II и III и на других дорогах, имеющих проезжую часть шириной 6 м и более при интенсивности



движения 1000авт./сут и более, а также на дорогах с регулярным движением маршрутных транспортных средств. Разметка может наноситься на других дорогах, когда это необходимо для организации движения и обеспечения его безопасности. Для горизонтальной разметки проезжей части рекомендуется применять термопластик, нитроэмаль ЭП 51-55, а также искусственные или естественные материалы белого цвета.



b , H – ширина и высота элементов дорожных сооружений соответственно; a – расстояние между линиями разметки

Рисунок 5.3 – Виды вертикальной разметки

На цементобетонные покрытия не рекомендуется наносить термопластичные массы из-за недолговечности разметки. Для таких покрытий применяют эмаль или пластик, наносимый в холодном состоянии.

Задача. По предоставленному преподавателем участку автомобильной дороги нанести горизонтальную разметку.

6 Практическая работа № 6. Установка направляющих устройств (сигнальных столбиков)

Для ориентирования водителя в направлении дороги на большое расстояние и обеспечения видимости внешнего края обочины в ночное время, во время дождя, тумана, снегопада устанавливают направляющее устройство в виде столбиков и тумб с искусственным освещением. Высота столбиков 0,75...1,1 м. Сигнальные столбики не предназначены для удержания автомобиля при наезде, и поэтому они легко ломаются при наезде.

Столбики должны быть белого цвета и обозначены дорожной разметкой 2.3.1 2.4.2 по СТБ 1231.

Сигнальные столбики изготавливают из железобетона (железобетонные тумбы), дерева, стальных листов, изогнутых в форме уголка, или пластических материалов (полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида), обладающих ударопрочной вязкостью. На корпус направляющего столбика, окрашиваемого в белый цвет, наносят наклонную черную полосу вертикальной разметки, в пределах которой устанавливают световозвращающие элементы (полоски из пленки или катафоты) с двух сторон столбика, обращенных навстречу движению транспортных средств. На столбике устанавливают световозвращающие элементы двух цветов: красного – для обозначения правой и белого – для обозначения левой стороны дороги. Столбики должны быть достаточно прочными, чтобы противостоять попыткам умышленного их разрушения (ощутимый поперечный изгиб столбика допустим только при воздействии нагрузки не менее 1 кН, приложенной на высоте 0,8...1,0 м).

Сигнальные столбики размещают на обочине, ближе к бровке земляного полотна, но не менее чем на 0,35 м от нее. При этом расстояние от края проезжей части до внутренней грани столбика должно составлять не менее 0,75 м. На разделительной полосе установка столбиков не рекомендуется из-за возникновения эффекта перемещающихся теней при освещении столбиков светом фар встречных автомобилей. Высота направляющих столбиков и сигнальных тумб должна составлять 0,75...0,80 м, в особых случаях – до 1,1 м.

В соответствии с требованиями СТБ 1300–2014 сигнальные столбики следует устанавливать на дорогах, не имеющих стационарного искусственного освещения, если не требуется установки ограждений первой группы:

- в пределах закруглений дорог в продольном профиле и на подходах к закруглению (по три столбика с каждой стороны дороги) при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 ед./сут – на расстояниях указанных в таблице 6.1 (рисунок 6.1);
- в пределах закруглений дорог в плане и на подходах к закруглению (по три столбика с каждой стороны дороги) при высоте насыпи не менее 1,0 м – на расстояниях, указанных в таблице 6.2 (рисунок 6.2) и на расстоянии $l_3 = 50$ м;
- на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 ед./сут – через 100 м;



– на дорогах, расположенных на расстоянии до 15 м от болот и водотоков глубиной более 1 м при паводке, действующем на протяжении 15 сут и более с 10-процентной вероятностью превышения – через 20 м;

– на кривых сопряжений обозначенных перекрестков (пересечений и примыканий) автомобильных дорог в одном уровне – по 3...5 столбиков: по одному – в начале и конце сопряжения, остальные столбики – между крайними на равном расстоянии один от другого (при этом, если один из второстепенных подходов к обозначенному перекрестку является сезонным, на кривых сопряжений со стороны этого подхода столбики допускается не устанавливать);

– на железнодорожных переездах — с обеих сторон переезда на участке от 2,5 до 16,0 м от крайних рельсов через каждые 1,5 м;

– у водопропускных труб – по одному столбику с каждой стороны по оси трубы;

– в створе установленных искусственных неровностей.

Таблица 6.1 – Расстояние между сигнальными столбиками на кривых в продольном профиле

В метрах

Радиус кривой в продольном профиле R , не более	В пределах кривой l_0	На подходах кривой l_1
500	12	20
1000	15	30
2000	25	40
3000	30	45
4000	35	50
5000	40	50
6000	45	50
8000 и более	50	50

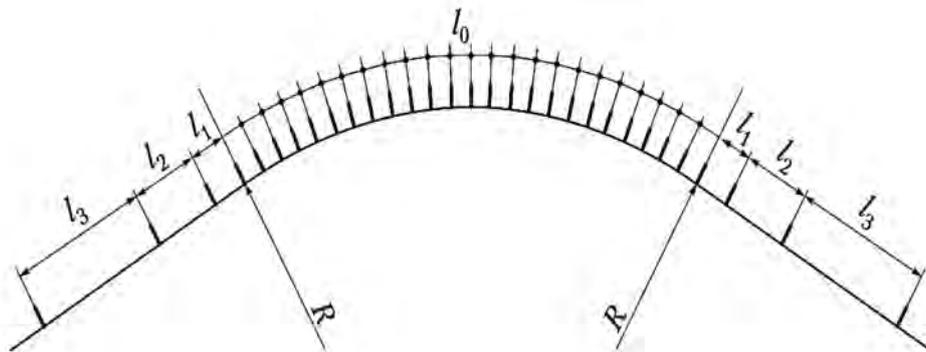


Рисунок 6.1 – Установка сигнальных столбиков на кривой в профиле

Таблица 6.2 – Расстояние между сигнальными столбиками в плане

Радиус кривой в плане R , м	На внешней стороне кривой l_0	На внутренней стороне кривой l_1	На подходах к кривой l_2
До 50 включ.	5	10	15
51...100	10	20	25
101...200	15	30	30
201...300	25	50	50
301 и более	50	–	–

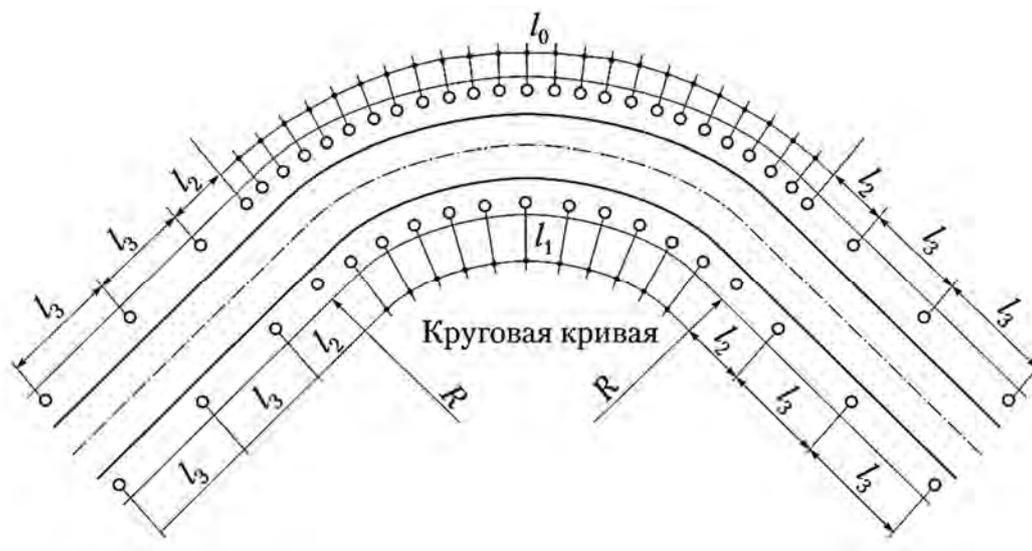


Рисунок 6.2 Установка сигнальных столбиков на кривой в плане

Кроме того, дополнительно сигнальные столбики устанавливаются через 100 м на участках автомобильных дорог категорий I-а, I-б.

Пример – Какое количество сигнальных столбиков необходимо установить на примыканиях.

На кривых сопряжений обозначенных перекрестков (пересечений и примыканий) автомобильных дорог в одном уровне – по три столбика: в начале, конце и в середине сопряжения.

Задача. Определите, какое количество сигнальных столбиков необходимо установить на автомобильной дороге. Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Варианты для расчета

Вариант	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25
Категория дороги главной дороги	I	III	IV	II	II
Категория дороги примыкающей дороги	III	III	V	IV	II
Наличие искусственных сооружений	2	3	6	–	1
Радиус кривой в продольном профиле	500	3000	100	6000	–
Высота насыпи, м	1	3	5	2	8

7 Практическая работа № 7. Составление схемы обстановки дороги

Дорожные знаки служат для информации участников дорожного движения об условии и режиме движения на дорогах и улицах (рисунок 7.1).

Государственный стандарт (СТБ 1140–13) разделил все знаки на семь групп:

- 1) предупредительные;
- 2) приоритета;
- 3) запрещающие;
- 4) предписывающие;
- 5) информационно – указательные;
- 6) сервиса;
- 7) дополнительной информации.

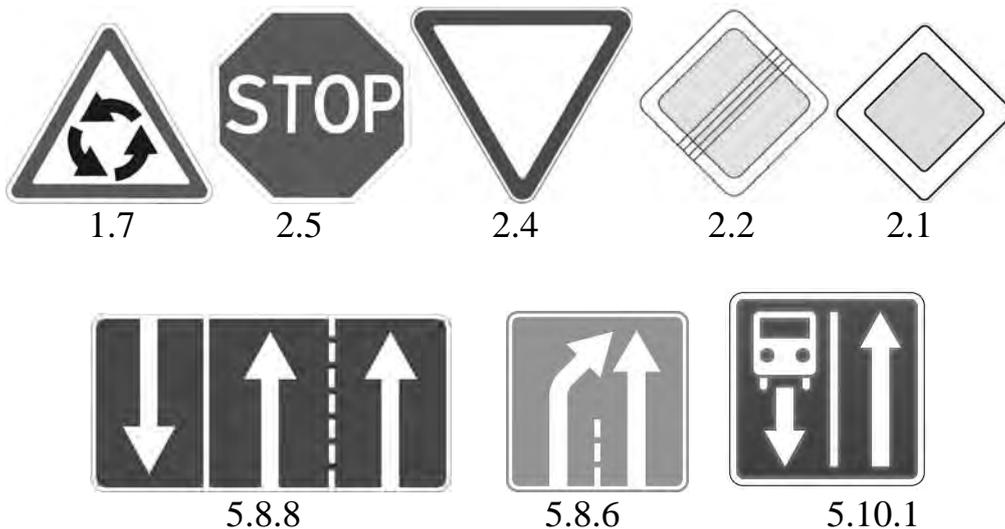


Рисунок 7.1 – Дорожные знаки групп 1, 2, 5

7.1 Принцип расстановки дорожных знаков на графике дислокации дорожных знаков

Каждый дорожный знак имеет свой номер, первая цифра соответствует номеру группы, последующие цифры обозначают порядковый номер знака в группе и порядковый номер разновидности (при наличии таковой). Цифры разделены между собой точками. Каждая группа знаков имеет определённую форму, кроме знаков приоритета, собранных из разных групп. Для проезда по пересечению и примыканию и с условием безопасности движения следует представить преимущественное право проезда по главному направлению, т. е. выделить главную дорогу [2, 4].

Главной дорогой следует назначить дорогу более высокой категории с большей интенсивностью движения. Если пересечение или примыкание расположено в населённом пункте, то ставят знак 2.1, который устанавливается непосредственно перед пересечением или примыканием.

Перед перекрёстком, на котором главная дорога меняет направление, а также перед перекрёстком со сложной планировкой знак 2.1 применяется с табличкой 7.13 «Направление главной дороги» (рисунок 7.2).

Знак 2.4 «Уступите дорогу» указывает, что водитель должен уступить дорогу транспортным средствам, движущимся по пересекаемой дороге. Он устанавливается непосредственно перед пересечением с дорогой, на которой знак 2.1 предоставляет преимущественное право проезда данного перекрёстка. Таким образом, этот знак предоставляет очерёдность проезда данного перекрёстка. Таким образом, этот знак определяет очерёдность проезда конкретного пересечения и вовсе не свидетельствует о том, что эта дорога является главной и на всех остальных пересечениях и примыканиях.

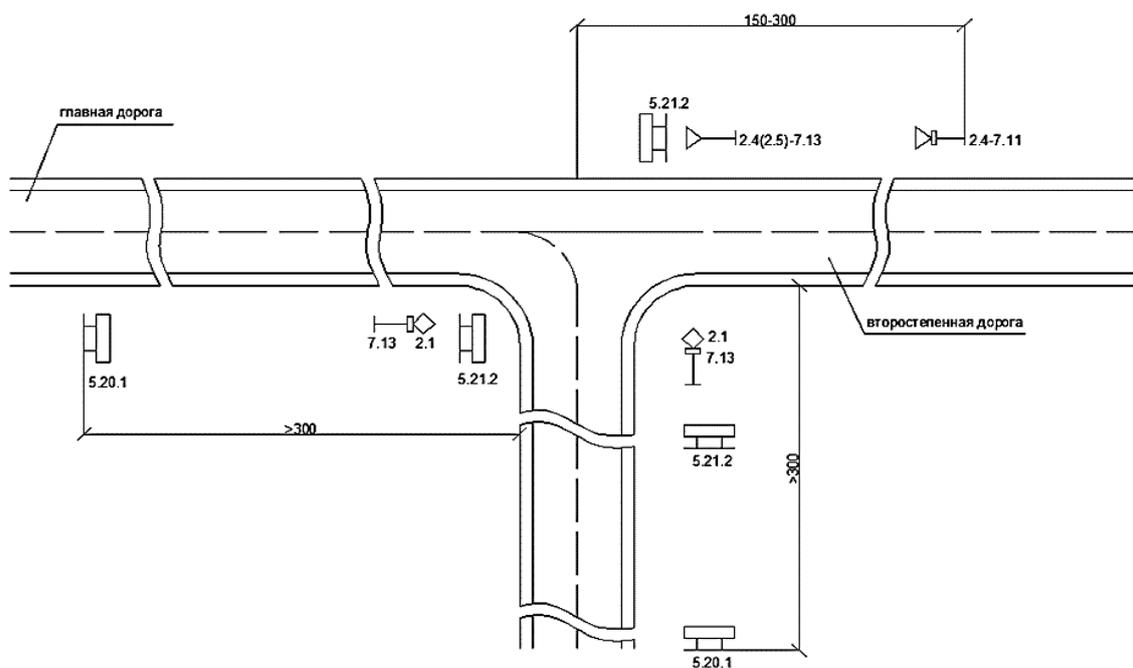


Рисунок 7.2 – Расстановка знаков на простом примыкании

Знак 2.5 устанавливается непосредственно перед пересечением. Вне населённых пунктов предшествует знак 2.4 «Уступите дорогу» с табличкой 7.11 и 7.12 «Расстояние до объекта» (рисунок 7.3).

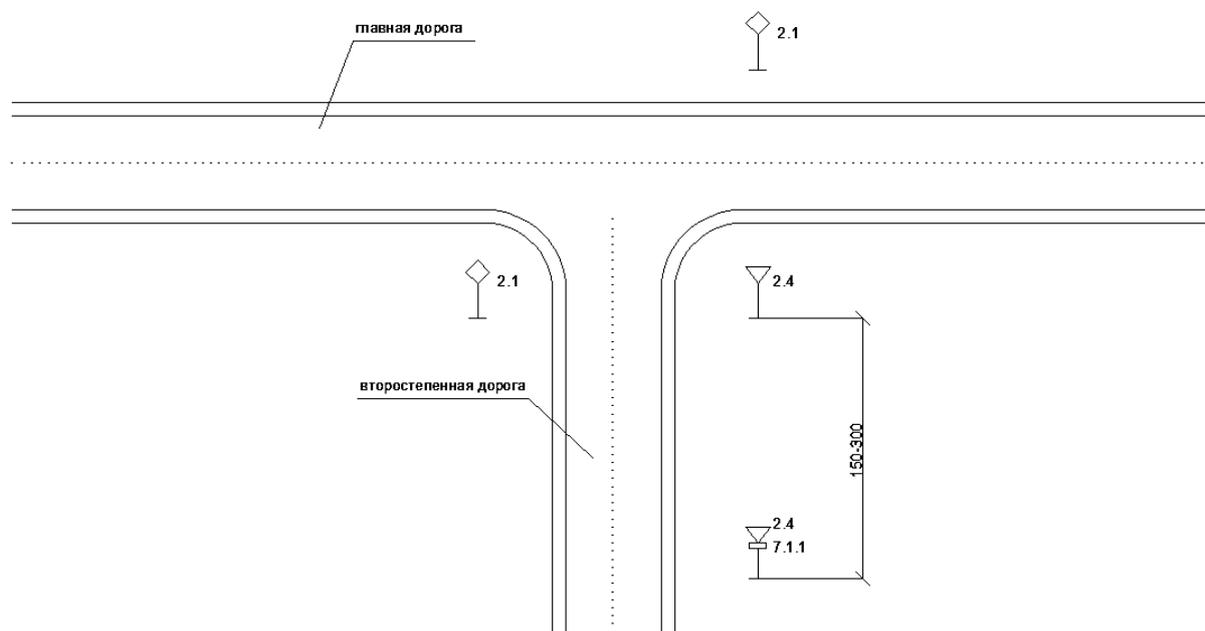


Рисунок 7.3 – Расстановка знаков при изменении направления главной дороги

Для информации водителей о направлении движения устанавливаются знаки 5.20.1; 5.2.2 «Предварительный указатель направления», указывающие направления движения к обозначенным на знаке населённым пунктам и другим объектам. На них могут быть нанесены изображения знака 5.29.1 «Номер маршрута», символы автомагистрали аэропорта, а также изображения других знаков, информирующих об особенностях движения.

Знак 5.20.2 устанавливается над проезжей частью арочных или Г-образных опор непосредственно перед началом полосы торможения, а если её нет, то на расстоянии не менее 50 м в населённых пунктах.

Знак 5.21.1 «Указатель направлений» указывает направление движения к населённым пунктам или другим объектам маршрута. На знаке могут быть приведены расстояния до обозначенных объектов, нанесены символы, автомагистрали, аэропорта применяется принцип цветного кодирования.

Знак 5.21.2 «Указатель направлений», как правило, следует располагать от дороги непосредственно перед перекрёстком на стойках, на каждом из подъездов к перекрёстку, а на перекрёстках, где для одного направления имеется две и более полос движения (с учётом торможения и накопительных), такую установку следует считать обязательной.

При наличии на пересечении дополнительных полос устанавливаются знаки 5.8.1–5.8.5, информирующие о направлении движения по полосам, о начале и конце дополнительных полос.

Знак 5.8.1 «Направление движения по полосам» применяется для указания количества полос и разрешённых направлений движения по каждой полосе,

обозначенной дорожной разметкой. Знак 5.8.1, разрешающий поворот налево из крайней левой полосы, разрешает и право на разворот из той же полосы. Знак устанавливается непосредственно перед перекрёстком над проезжей частью дороги. При необходимости знак 5.8.1 может быть установлен предварительно на расстоянии 50...150 м от перекрёстка.

При наличии на пересечении полос торможения в начале отгона ставится знак 5.8.3 «Начало полосы». При наличии полосы торможения, предназначенной для снижения скорости, водитель обязан своевременно перестроиться на эту полосу и только с неё осуществлять поворот.

Знак 5.8.4 «Начало полосы» применяется для обозначения начала участка средней полосы, предназначенной для движения в данном направлении на трёхполосных дорогах, размещённых таким образом, что две полосы поочередно выделяются для каждого из направлений.

Знак устанавливается у начала переходной линии разметки. Этот отрезок обычно используется для обгона.

Знак 5.8.5 «Конец полосы» применяется для обозначения конца дополнительной полосы разгона на пересечении в одном или разных уровнях. Он устанавливается на расстоянии 50 м от конца полосы.

Знак 5.8.6 «Конец полосы» применяется на трёхполосных дорогах для обозначения конца средней полосы, предназначенной для движения в данном направлении и обозначенной знаком 5.8.4. Знак устанавливается у начала переходной линии разметки.

Знаки 5.16.1 и 5.16.2 «Пешеходный переход» обозначают зону для перехода пешеходами проезжей части дороги. Пешеходные переходы шириной более 10 м обозначаются знаком 5.16.2, также может быть установлена табличка 7.2.1 или 7.2.2, на которой указывается ширина зоны пешеходного перехода (рисунок 7.4).



Рисунок 7.4 – Знак 5.16.1 (2)

Знак 5.22.1 и 5.22.2 «Начало населённого пункта» (рисунок 7.5).

Начало населённого пункта, в котором действуют специальные требования правил, устанавливающие порядок дорожного движения в населённых пунктах. Устанавливаются в начале населённого пункта.

Знак 5.23.1 и 5.23.2 «Конец населённого пункта» (рисунок 7.6).

Место дороги, с которого утрачивают силу специальные требования правил, устанавливающие порядок дорожного движения в населённых пунктах.

Устанавливаются в конце населённого пункта.



Рисунок 7.5 – Знак 5.22.1 (2)



Рисунок 7.6 – Знак 5.23.1(2)

Задача. По предоставленному преподавателем участку автомобильной дороги расставить дорожные знаки.

8 Практическая работа № 8. Расчет элементов пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами

На этой транспортной развязке (рисунок 8.1) проектирование кольца в продольном профиле производится проще, чем на пересечении по типу распределительного кольца с пятью путепроводами, т. к. здесь кольцо только в двух пунктах пересекает одну из автомобильных дорог. Транспортный поток основной дороги проходит по прямой, а пересекаемый поток второстепенной дороги – по кольцу.

Радиус кольца назначают так, чтобы можно было обеспечить необходимую длину участка слияния BC и осуществить взаимную увязку правоповоротного съезда EB и кольца. Это, как правило, требует увеличения радиуса кольца по сравнению с тем его значением, которое определяется расчетной скоростью v и уклоном виража i_B и находится по формуле

$$R_{\min} = \frac{v^2}{g(\mu + i_B)}, \quad (8.1)$$

где v – расчетная скорость движения, м/с;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 μ – коэффициент поперечной силы;
 i_B – поперечный уклон виража.

При проектировании пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами радиусы кольца и всех правоповоротных съездов следует принимать одинаковыми: при этом получается такая транспортная развязка, у которой съезды не касаются кольца, а вливаются в него (рисунок 8.2), в результате чего отсутствуют точки пересечения потоков движения в одном уровне.



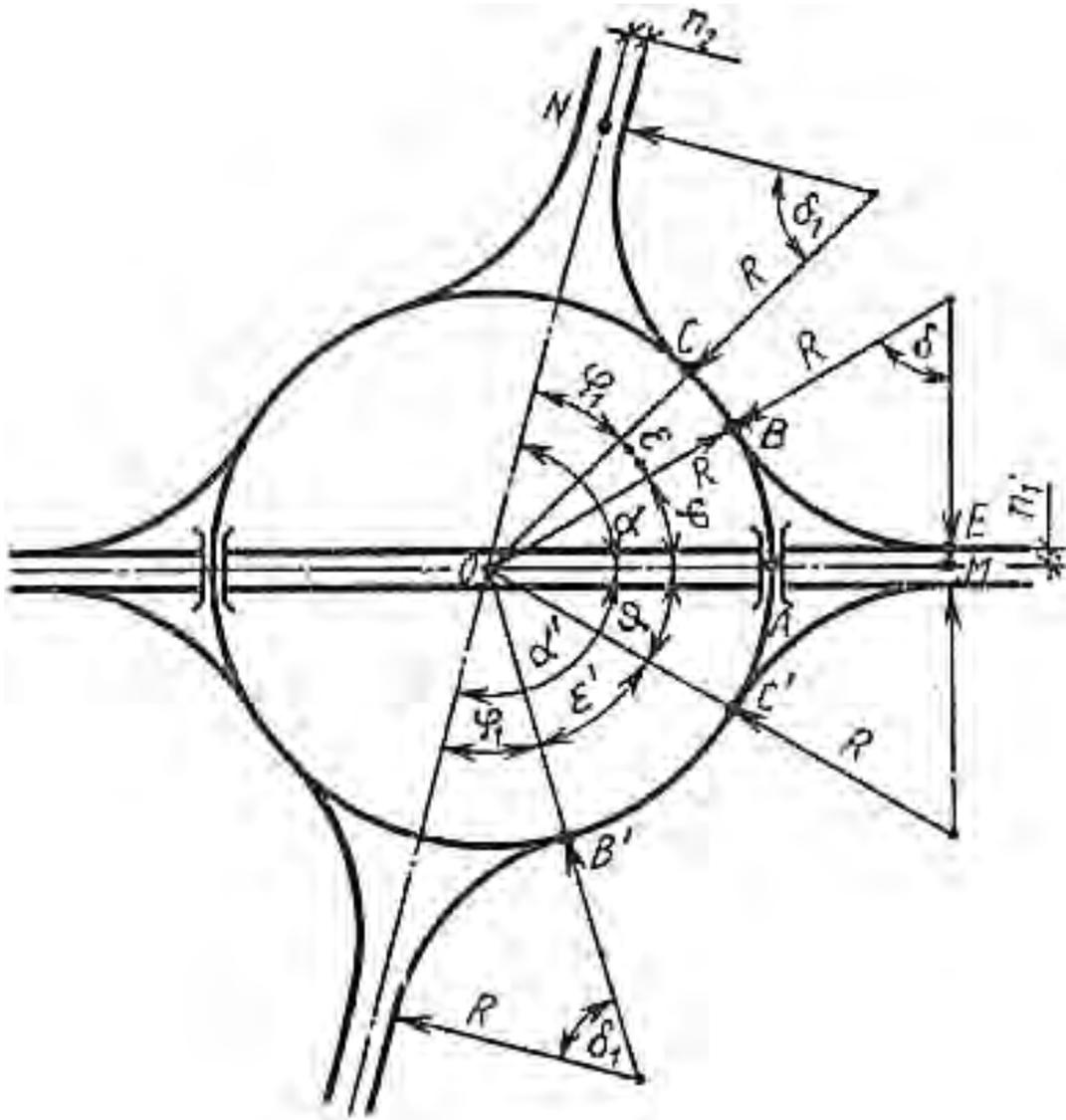


Рисунок 8.1 – Расчетная схема пересечения по типу распределительного кольца с двумя путепроводами

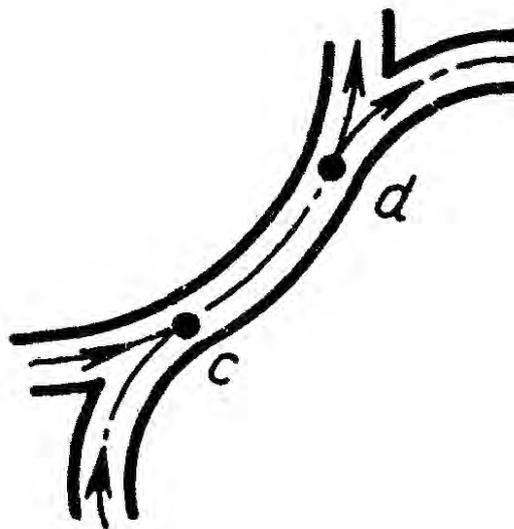


Рисунок 8.2 – Правоповоротные съезды вливаются в кольцо

Радиус кольца и правоповоротных съездов R сначала определяют по формуле (8.1) в зависимости от расчетной скорости движения v и уклона выража i_B . Затем определяют углы δ и δ_1 . Из рисунка 8.1.

$$\cos \delta = \frac{R + n_1}{2R}; \quad \cos \delta_1 = \frac{R + n_2}{2R}, \quad (8.2)$$

где n_1 и n_2 – расстояния между осями проезжих частей дорог и осями полос движения (для дороги I категории n_1 – расстояние между осью дороги и осью внешней полосы движения).

После определения углов δ и δ_1 находят углы $\varphi = 90 - \delta$, $\varphi_1 = 90 - \delta_1$ и $\varepsilon = a - \varphi - \varphi_1$, а затем подсчитывают длину участка слияния транспортных потоков BC :

$$BC = (\pi R / 180) \varepsilon. \quad (8.3)$$

Полученное значение BC сравнивают с рекомендуемой длиной участка слияния (таблица 8.1). Должно соблюдаться следующее условие: $BC \geq l_{cl}$. Если по расчету получилось $BC < l_{cl}$, то нужно увеличить радиус кольца R так, чтобы $BC \geq l_{cl}$ для принятой расчетной скорости на кольце v .

В секциях кольца, соответствующих тупому углу $a' = 180 - a$, длина участка слияния транспортных потоков $B'C'$ значительно больше длины участка BC , поэтому при соблюдении условия $BC \geq l_{cl}$ условие $B'C' \geq l_{cl}$ также будет соблюдаться.

Таблица 8.1 – Рекомендуемая длина участка слияния

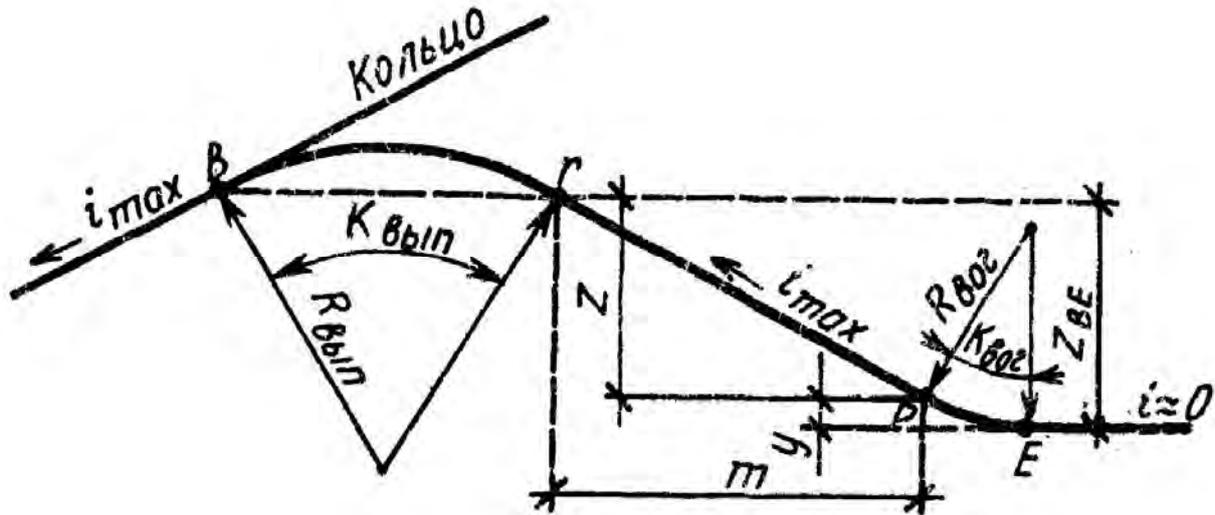
Скорость движения, км/ч	Длина участка слияния, м	Скорость движения, км/ч	Длина участка слияния, м	Скорость движения, км/ч	Длина участка слияния, м
20	15...20	45	40...50	70	60...80
25	20...30	50	40...55	75	60...85
30	25...35	55	45...60	80	65...90
35	30...40	60	50...65	85	70...95
40	35...45	65	55...70	90	75...100

Кольцо и примыкающий к нему правоповоротный съезд EB следует увязать между собой. Для этого нужно определить длину съезда EB в плане $L_{nл}$ и продольном профиле L_{np} . Должно соблюдаться следующее условие: $L_{nл} \geq L_{np}$.

Длину правоповоротного съезда EB в плане определяют по формуле (8.4), а в продольном профиле – на основании схем, представленных на рисунках 8.3 и 8.4.

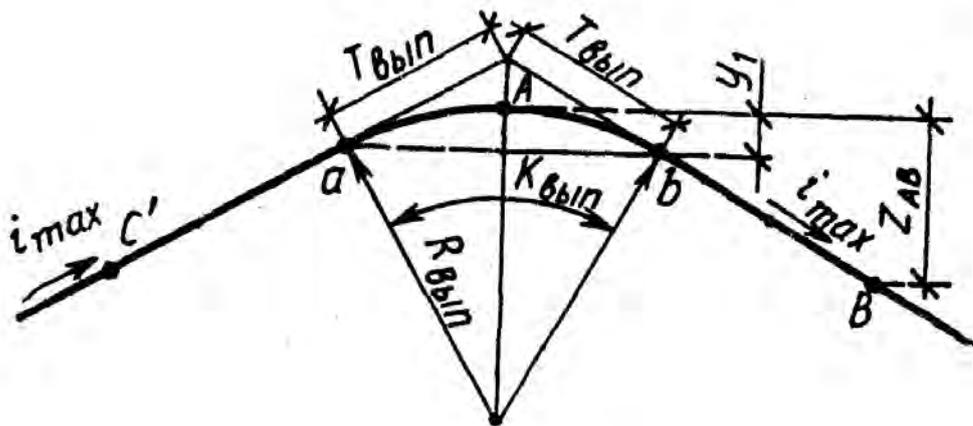
$$L_{nл} = (\pi R / 180) \delta. \quad (8.4)$$





$m \approx gr$ – длина участка съезда с максимальным уклоном i_{\max}

Рисунок 8.3 – Продольный профиль правоповоротного съезда EB



A – середина выпуклой кривой; B и C' – точки слияния правоповоротных съездов с кольцом

Рисунок 8.4 – Продольный профиль кольца на участке $C'AB$

На рисунке 8.3 показан продольный профиль правоповоротного съезда EB . На рисунке 8.4 представлен продольный профиль кольца на участке $C'AB$. Съезд EB должен преодолеть разность отметок:

$$Z_{BE} = H - Z_{AB},$$

где H – разность отметок бровок земляного полотна основной дороги и кольца в месте их пересечения (в точке A).

Разность отметок точек A и B (см. рисунок 8.4):

$$Z_{AB} = y_1 + (AB - T_{\text{вып}})i_{\max}.$$

Но

$$y_1 = \frac{R_{вын}}{2} i_{\max}^2; \quad AB = \frac{\pi R}{180} \varphi; \quad T_{вын} = R_{вын} i_{\max}.$$

Тогда длина съезда EB в продольном профиле (см. рисунок 8.3)

$$L_{np} = Ep + pr + rB \approx K_{вог} + m + K_{вын}.$$

Длина вогнутой кривой $K_{вог} = R_{вог} i_{\max}$.

Длина выпуклой кривой $K_{вын} = 2R_{вын} i_{\max}$.

Разность отметок точек r и p $z = z_{BE} - y$:

$$y = \frac{R_{вог}}{2} i_{\max}^2; \quad z = z_{BE} - \frac{R_{вог}}{2} i_{\max}^2.$$

Длина участка съезда с максимальным уклоном

$$m = \frac{z}{i_{\max}} = \frac{1}{i_{\max}} \left(z_{BE} - \frac{R_{вог}}{2} i_{\max}^2 \right).$$

Тогда

$$L_{np} = R_{вог} i_{\max} + \frac{1}{i_{\max}} \left(z_{BE} - \frac{R_{вог}}{2} i_{\max}^2 \right) + 2R_{вын} i_{\max}.$$

Окончательно получаем

$$L_{np} = \frac{z_{BE}}{i_{\max}} + (0,5R_{вог} + 2R_{вын}) i_{\max}. \quad (8.5)$$

Если в результате расчета получится $L_{пл} < L_{np}$, то необходимо увеличить радиус кольца и правоповоротных съездов R и добиться соблюдения условия $L_{пл} \geq L_{np}$.

Как и при проектировании пересечения по типу распределительного кольца с пятью путепроводами, в тех случаях, когда радиус кольца R увеличивается по сравнению с его значением, найденным по формуле (8.1), нужно на основании указанной формулы пересчитать поперечный уклон проезжей части на кольце для принятого радиуса R .

Длину каждого правоповоротного съезда, примыкающего к основной дороге, определяют по формуле

$$L_{прав} = (\pi R / 180) \delta.$$



Длину каждого правоповоротного съезда, примыкающего к второстепенной дороге, определяют по формуле

$$L'_{прав} = (\pi R / 180) \delta_1.$$

Длину кольца L_k находят из выражения

$$L_k = 2\pi R.$$

Расстояние OM от центра транспортной развязки O до начала и конца правоповоротных съездов, примыкающих к основной дороге, подсчитывают по формуле

$$OM = 2R \cos \varphi.$$

Расстояние ON от центра транспортной развязки O до начала и конца правоповоротных съездов, примыкающих к второстепенной дороге, определяют по формуле

$$ON = 2R \cos \varphi_1.$$

Пример – Рассчитать элементы пересечения автомобильных дорог II и III категорий по типу распределительного кольца с двумя путепроводами.

Исходные данные. Угол примыкания $\alpha = 78^\circ 40'$; расчетная скорость на кольце и съездах $v = 40$ км/ч (11,1 м/с); коэффициенты сцепления $\varphi = 0,60$, $\varphi_1 = 0,48$; разность отметок бровок земляного полотна дороги II категории и кольца в местах их пересечений $H = 6,5$ м.

Максимальный продольный уклон на кольце и съездах $i_{\max} = 40$ ‰; уклон виража на кольце и съездах $i_g = 20$ ‰.

Решение

Вычисляем по формуле (8.1) радиус горизонтальной кривой R . Принимаем коэффициент поперечной силы $\mu = 0,17$ [7]. Тогда радиус

$$R = \frac{v^2}{g(\mu + i_g)} = \frac{11,1^2}{9,81(0,17 + 0,02)} = 66,1 \text{ м.}$$

Принимаем $R = 65$ м.

Дорога II категории (основная дорога) на транспортной развязке располагается в нижнем уровне. Транспортный поток этой дороги проходит по прямой, Поток дороги III категории (второстепенной дороги) проходит по кольцу, которое находится в верхнем уровне.

Определяем угол δ (см. рисунок 8.1):

$$\cos \delta = (R \dots n_1) \cdot 2R.$$



Для дороги II категории ширина проезжей части $b = 7,5$ м, тогда расстояние $n_1 = b/4 = 7,5/4 = 1,88$ м ≈ 2 м.

$$\cos \delta = (65 + 2)/(2 \cdot 65) = 0,5154; \text{ угол } \delta = 58^\circ 58'.$$

$$\text{Находим угол } \varphi = 90 - \delta = 90 - 58^\circ 58' = 31^\circ 02'.$$

Определяем угол:

$$\cos \delta_1 = (R + n_2) / 2R.$$

Для дороги III категории ширина проезжей части $b = 7,0$ м, тогда расстояние $n_2 = b/4 = 1,75 \approx 2$ м.

Так как $n_1 = n_2$, то угол $\delta_1 = \delta$, а угол $\varphi_1 = \varphi$.

$$\text{Находим угол } \varepsilon = \alpha - \varphi - \varphi_1 = \alpha - 2\varphi = 78^\circ 40' - 2 \cdot 31^\circ 02' = 16^\circ 36'.$$

Вычисляем по формуле (8.3) длину участка слияния транспортных потоков:

$$BC = \frac{\pi R}{180} \varepsilon = \frac{3,14 \cdot 65}{180} 16,60 = 18,8 \text{ м.}$$

При скорости $v = 40$ км/ч рекомендуемая длина участка слияния транспортных потоков $l_{сл} = 35 \dots 45$ м (см. таблицу 7.1). Получили $BC < l_{сл}$ ($18,8$ м $< 35 \dots 45$ м). Поэтому необходимо увеличить радиус кольца съездов.

Принимаем $R = 120$ м. При этом радиусе

$$\cos \delta = \frac{R + n_1}{2R} = \frac{120 + 2}{2 \cdot 120} = 0,5083;$$

$$\text{угол } \delta = 59^\circ 27'.$$

$$\text{Находим угол } \varphi = 90 - \delta = 90 - 59^\circ 27' = 30^\circ 33'.$$

$$\text{Определяем угол } \varepsilon = \alpha - 2\varphi = 78^\circ 40' - 2 \cdot 30^\circ 33' = 17^\circ 34'.$$

Тогда длина участка слияния транспортных потоков:

$$BC = \frac{\pi R}{180} \varepsilon = \frac{3,14 \cdot 120}{180} 17,57 = 36,8 \text{ м.}$$

Таким образом, длина участка BC находится в необходимом диапазоне $35 \dots 45$ м.

Произведем увязку правоповоротного съезда EB с кольцом.

Определяем по формуле (8.4) длину съезда EB в плане:

$$L_{np} = \frac{\pi R}{180} \delta = \frac{3,14 \cdot 120}{180} 59,45 = 124,4 \text{ м.}$$

Вычисляем по формуле (8.5) длину съезда EB в продольном профиле L_{np} . Так как на съезде EB вертикальная кривая совпадает с горизонтальной, то при



определении радиуса выпуклой вертикальной кривой $R_{вып}$ по формуле $R = S^2/2h$ расчетное расстояние видимости в продольном профиле S находим по формуле

$$S = v(t_p + t) + K_9 \frac{v^2}{2g(\varphi_1 + f)} + 5.$$

При скорости $v = 40$ км/ч и коэффициенте $\varphi = 0,48$ $R_{вып} = 700$ м.
Радиус вогнутой вертикальной кривой $R_{вог}$ определяем по формуле:

$$R = \frac{S^2}{2(h_\varphi + S \sin \alpha / 2)}.$$

При скорости $v = 40$ км/ч и коэффициенте $\varphi = 0,60$ $R_{вог} = 400$ м.

Определяем разность отметок Z_{BE} , которую должен преодолеть съезд EB .
Предварительно находим разность отметок точек E и B :

$$\begin{aligned} z_{AB} &= \frac{\pi R}{180} \varphi i_{\max} - \frac{R_{вып}}{2} i_{\max}^2 = \frac{3,17 \cdot 120}{180} 30,55 \cdot 0,04 - \frac{700}{2} 0,04^2 = \\ &= 2,56 - 0,56 = 2,00 \text{ м.} \end{aligned}$$

Тогда $z_{BE} = H - z_{AB} = 6,5 - 2,0 = 4,5$ и длина съезда BE в продольном профиле

$$\begin{aligned} L_{np} &= \frac{z_{BE}}{i_{\max}} + (0,5R_{вог} + 2R_{вып}) i_{\max} = \frac{4,5}{0,04} + (0,5 \cdot 400 + 2 \cdot 700) \cdot 0,04 = \\ &= 112,5 + 64,0 = 176,5 \text{ м.} \end{aligned}$$

Получили $L_{пл} < L_{np}$ ($124,4 \text{ м} < 176,5 \text{ м}$). Следовательно, необходимо увеличить радиус кольца и съездов.

Принимаем $R = 155$ м. При этом радиусе

$$\cos \delta = \frac{R + n_1}{2R} = \frac{155 + 2}{2 \cdot 155} = 0,5064;$$

угол $\delta = 59^\circ 34'$.

Находим угол $\varphi = 90 - \delta = 90 - 59^\circ 34' = 30^\circ 26'$.

Определяем длину съезда EB в плане:

$$L_{np} = \frac{\pi R}{180} \delta = \frac{3,14 \cdot 155}{180} 59,57 = 161,1 \text{ м,}$$



разность отметок точек A и B :

$$z_{AB} = \frac{\pi R}{180} \varphi i_{\max} - \frac{R_{\text{вын}}}{2} i_{\max}^2 = \frac{3,14 \cdot 155}{180} 30,43 \cdot 0,04 - \frac{700}{2} 0,04^2 =$$

$$= 3,29 - 0,56 = 2,73 \text{ м.}$$

Разность отметок точек B и E :

$$Z_{BE} = H - z_{AB} = 6,5 - 2,73 - 3,77 \text{ м;}$$

и длина съезда EB в продольном профиле:

$$L_{np} = \frac{z_{BE}}{i_{\max}} + (0,5R_{\text{воз}} + 2R_{\text{вын}}) \cdot i_{\max} = \frac{3,77}{0,04} + (0,5 \cdot 400 + 2 \cdot 700) \cdot 0,04 =$$

$$= 94,5 + 64,0 = 158,2 \text{ м.}$$

Получили $L_{nl} > L_{np}$ ($161,1 \text{ м} < 158,2 \text{ м}$). Следовательно, радиус R назначен правильно.

При радиусе $R = 155 \text{ м}$ угол

$$\varepsilon = \alpha - 2\varphi = 78^\circ 40' - 2 \cdot 30^\circ 26' = 17^\circ 48'.$$

Тогда длина участка слияния транспортных потоков

$$BC = \frac{\pi R}{180} \varepsilon = \frac{3,14 \cdot 155}{180} 17,80 = 48,1 \text{ м} > t_{cl} - 35 \dots 45 \text{ м.}$$

Пересчитаем для принятого радиуса $R = 155 \text{ м}$ поперечный уклон проезжей части на кольце. Заменим в формуле (8.1) уклон выража i_ε на поперечный уклон проезжей части на кривой i_n :

$$R_{\min} = \frac{v^2}{g(\mu + i_n)}.$$

Отсюда уклон

$$i_n = \frac{v^2}{Rg} - \mu = \frac{11,1^2}{155 \cdot 9,81} - 0,17 = 0,081 - 0,17 = -0,089.$$



Знак минус указывает на то, что уклон i_n направлен не внутрь кольца, а наружу, т. к. уклон виража на съездах $i_e = -0,02$. В результате этого сопряжение съездов с кольцом значительно упрощается.

Длина каждого правоповоротного съезда $L_{прав} = 161,1$ м.

$$L_K = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 155 = 973,4 \text{ м.}$$

Расстояние от центра транспортной развязки до начала и конца правоповоротных съездов:

$$OM = ON = 2R \cos \varphi = 2R \cos 30^\circ 26' = 2 \cdot 155 \cdot 0,8622 = 267,3 \text{ м.}$$

Исходные данные для выполнения практической работы представлены в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Исходные данные

Вариант	1–4	5–8	9–12	13–16	17–20	21–24
Угол примыкания $\alpha = 78^\circ 40'$	80°	82°	84°	86°	88°	90°
Коэффициенты сцепления $\varphi = 0,60$, $\varphi_1 = 0,48$	$\varphi = 0,60$, $\varphi_1 = 0,48$	$\varphi = 0,50$, $\varphi_1 = 0,48$	$\varphi = 0,60$, $\varphi_1 = 0,41$	$\varphi = 0,65$, $\varphi_1 = 0,50$	$\varphi = 0,55$, $\varphi_1 = 0,48$	$\varphi = 0,60$, $\varphi_1 = 0,43$
Разность отметок бровок земляного полотна дороги II категории и кольца в местах их пересечений H , м	7,5	7	6,5	6,3	7,2	8
Максимальный продольный уклон на кольце и съездах i_{\max} , ‰	35 ‰	32 ‰	28 ‰	43 ‰	25 ‰	40 ‰
Уклон виража на кольце и съездах i_e , ‰	20 ‰	25 ‰	18 ‰	15 ‰	21 ‰	20 ‰
Расчетная скорость на кольце и съездах v , км/ч	35	50	40	45	50	55

Список литературы

- 1 **ТКП 45-3.03-19-2006.** Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Москва: Госстандарт, 2008. – 180 с.
- 2 Типовой проект 503-0-51.89. Пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне. Альбом 1. – Москва: Госстандарт, 1987. – 80 с.
- 3 **СТБ 1140-13.** Знаки дорожные. Общие технические условия. – Москва: Госстандарт, 2013. – 110 с.
- 4 **ГОСТ 23457-86.** Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Москва: Госстандарт, 1987. – 65 с.
- 5 **Мелкий, В. А.** Дорожные знаки и разметка / В. А. Мелкий. – Москва: ДОСААФ СССР, 1988. – 104 с.
- 6 Типовой проект 3.503.9-80. Опоры дорожных знаков на автомобильных дорогах. – Москва: Союздорпроект, 1989.
- 7 Типовой проект серии 3.503-79. Дорожная разметка. – Москва: Союздорпроект, 1987. – 30 с.
- 8 Типовые проектные решения 503-0508.84. Автобусные остановки и площадки для стоянки автомобилей и их оборудование. – Москва: Госстандарт, 1987. – 55 с.
- 9 Правила дорожного движения. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2008. – 173 с.
- 10 **СТБ 1231-2012.** Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Общие технические условия.– Минск: Госстандарт, 2012. – 52 с.
- 11 **Шведовский, П. В.** Изыскание и проектирование автомобильных дорог: учебное пособие в 2 ч. Ч. 2. Обустройство автомагистралей / П. В. Шведовский, В. В. Лукша, Н. В. Чумичева. – Минск: Новое зрение; Москва: ИНФРА-М, 2017. – 340 с.
- 12 **Гохман, В. А.** Пересечение и примыкание автомобильных дорог / В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков. – Москва: Высшая школа, 1989. – 311 с.

