



О.С. Гасилова
Б.А. Сидоров

ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра автомобильного транспорта

О.С. Гасилова
Б.А. Сидоров

ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Методические рекомендации к курсовому проекту
для студентов всех форм обучения
направления 190700.62 «Технология транспортных процессов»
профиля «Организация и безопасность движения»
по дисциплине «Основы безопасной эксплуатации
транспортных систем»

Екатеринбург
2012

Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии ИАТТС
Протокол № 1 от 26.09.2012 г.

Рецензент – доц. кафедры «Автомобильный транспорт» Демидов Д.В.

Редактор Черных Л.Д.
Оператор компьютерной верстки Упорова Т.В.

Подписано в печать 20.11.2012	Заказ №	Формат 60x84 1/16
Плоская печать	Печ. л. 2,09	Тираж 10 экз.
Поз. 51		Цена р. к.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

1. Цель и задачи курсового проекта

Цель курсового проекта по дисциплине «Основы безопасной эксплуатации транспортных систем» для направления 190700.62 «Технология транспортных процессов» – закрепить теоретические знания, полученные студентами в период изучения различных дорожных условий при эксплуатации транспортных средств и их влияния на безопасность дорожного движения.

Курсовой проект предусматривает [1, 2, 3, 4]:

- 1) выполнение расчетов частных и итоговых коэффициентов аварийности для выделения на дорогах участков, где сочетание элементов плана, профиля и придорожной ситуации создает условия для возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП);
- 2) определение очередности перестройки наиболее опасных участков дороги с помощью коэффициентов тяжести;
- 3) оценку степени опасности участка дороги методом эквивалентных критических конфликтных ситуаций;
- 4) определение безопасности движения на пересечении (примыкании) дорог в одном уровне;
- 5) разработку мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

2. Задание, объем и содержание курсового проекта

Задание на курсовой проект содержит:

- чертеж продольного профиля дороги с указанием уклонов в промиллях и их протяженности, м;
- план трассы с нанесенными населенными пунктами, пересечениями и примыканиями, радиусами кривых и другими элементами дорожной ситуации;
- схему конфигурации пересечений и примыканий дорог;
- указание ширины проезжей части и обочин основной и пересекаемой дорог, интенсивности движения по основной и пересекаемой дорогам, расстояния видимости в плане и профиле, протяженности населенных пунктов, минимальное расстояние от них до проезжей части, характеристики дорожного покрытия.

Задание выдается в графической и табличной форме и содержит все сведения о дороге, необходимые для расчетов.

По номеру варианта задания (приложение) необходимо рассчитать требуемую длину аварийного съезда гравитационного типа.

Оформленный курсовой проект представляет собой расчетно-пояснительную записку с графиками и схемами общим объемом 20–30 страниц.

В *расчетно-пояснительной записке* рекомендуется следующий порядок изложения материала:

1. Содержание.
2. Введение.
3. Задание на курсовой проект и исходные данные.
4. Определение частных коэффициентов аварийности.
5. Расчет итоговых коэффициентов аварийности.
6. Определение коэффициентов тяжести.
7. Оценка степени опасности участка дороги методом эквивалентных критических ситуаций.
8. Определение безопасности движения на пересечении (примыкании) в одном уровне.
 - 8.1. Определение типа пересечения (примыкания).
 - 8.2. Определение числа конфликтных ситуаций на проектируемом пересечении и степень его опасности.
9. Мероприятия, обеспечивающие безопасность движения на перегоне и пересечении (примыкании) [5, 6, 7, 8, 9].
 - 9.1. Определение длины аварийного съезда гравитационного типа.
10. Список литературы.

Графическая часть проекта состоит из:

- графика итоговых коэффициентов аварийности (миллиметровка формата А-3);
- графика итоговых коэффициентов аварийности с учетом коэффициентов тяжести;
- планировочного решения пересечения (примыкания) с обозначением технических средств организации движения и элементов пересечения.

3. Расчет коэффициентов аварийности

Каждое ДТП является результатом влияния различных факторов: дорожных, технических, психологических, погодных, климатических и многих других. Однако, как правило, среди них есть какой-то один, оказывающий наибольшее влияние на данном участке и определяющий главную причину ДТП.

Для выявления опасных участков и прогнозирования степени опасности отдельных участков дороги используют метод оценки коэффициентов аварийности. Степень опасности участка дороги характеризуется итоговым коэффициентом аварийности, представляющим собой произведение частных коэффициентов аварийности, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля дороги:

$$K_{um} = \prod_1^n K_i ,$$

где K_i — частные коэффициенты аварийности, равные отношению числа дорожно-транспортных происшествий на участке при том или ином параметре элемента плана и профиля дороги к числу дорожно-транспортных происшествий на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м, шероховатым дорожным покрытием и укрепленными обочинами; n — число частных коэффициентов аварийности, учитываемых при оценке безопасности движения на дорогах или городских улицах различной категории.

При построении графиков коэффициентов аварийности трассу дороги анализируют по каждому из показателей, выделяя на ней однородные по условиям участки. При выделении участков следует учитывать, что влияние каждого из рассматриваемых мест распространяется на некоторое расстояние (табл. 3.1.).

Таблица 3.1

Зоны влияния различных элементов дороги на безопасность движения

Элемент дороги	Зона влияния, м
Пересечения в одном уровне	В каждую сторону по 50
Кривые в плане при $R < 400$ м	В каждую сторону по 50
Кривые в плане при $R > 400$ м	В каждую сторону по 100
Мосты и путепроводы	В каждую сторону по 75
Участки в местах влияния боковых препятствий с глубокими обрывами рядом с дорогой	В каждую сторону по 50
Подходы к тоннелям	В каждую сторону по 150

Зоны влияния необходимо учитывать при назначении коэффициентов $K_5, K_8, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{19}$ и K_{20} (табл. 3.2). Для каждого рассматриваемого участка дороги назначают частные коэффициенты аварийности. Итоговые коэффициенты аварийности для однородных участков по вертикали находят перемножением частных коэффициентов аварийности.

Таблица 3.2

Значения частных коэффициентов аварийности

Интенсивность движения, тыс. авт/сут	3	5	7	9	11	13	15	20
K_1 (двухполосные дороги)	0,75	1,0	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0	0,6
K_1 (трехполосные дороги) ¹	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0
K_1 (трехполосные дороги) ²	0,94	1,18	1,28	1,30	1,51	1,63	1,45	1,25

Продолжение табл. 3.2

Интенсивность движения, тыс. авт/сут	10	15	18	20	25	28	30	–
K ₁ (четыре полосы движения и более)	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4	–
Ширина проезжей части, м	6	7	7,5	9	10,5	14–15 ³	–	–
K ₂ при укрепленных обочинах	1,35	1,05	1,00	0,8	0,7	0,6	–	–
K ₂ при неукрепленных обочинах	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	–	–
Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0	–	–	–
K ₃ (двухполосные дороги)	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8	–	–	–
K ₃ (трехполосные дороги)	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35	–	–	–
Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80	–	–	–
K ₄	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0	–	–	–
Радиус кривых в плане, м	100	150	200–300	400–600	1000–2000	Больше 2000	–	–
K ₅	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0	–	–
Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500
K ₆ в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
K ₆ в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0
Ширина проезжей части мостов по отношению к проезжей части дороги	Меньше 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна			
K ₇	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0			
Длина прямых участков, км	3,0	5	10	15	20	25	–	–
K ₈ ⁴	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0	–	–
Тип пересечения	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах							
	10		10–20			Больше 20		
K ₉	1,5		3,0			4,0		
Пересечения в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт/сут	1600–3500		3500–5000			5000–7000 и более		
K ₁₀	2,0		3,0			4,0		
Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой, м	60		60–40		40–30	30–20		20

Окончание табл. 3.2

K ₁₁	1,0	1,1		1,65	2,5	5,0	
Число основных полос на проезжей части для прямых направлений движения	2	3 без разметки		3 с разметкой полос движения		4 без разделительной полосы	
K ₁₂	1,0	1,5		0,9		0,8	
Расстояние проезжей части от застройки, м, и ее характеристика	50 ⁵	50–20 ⁶	50–20 ⁷	20–10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	
K ₁₃ ⁶	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0	
Длина населенного пункта, км	0,5	1	2	3	5	6	
K ₁₄	1	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0	
Длина участков на подходах к населенным пунктам, м	0–100		100–200		200–400		
K ₁₅	2,5		1,9		1,5		
Характеристика покрытий	Скользкое, покрытое грязью	Скользкое		Чистое, сухое	Шероховатое старое	Шероховатое новое	
Коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч	0,2–0,3		0,4		0,6	0,7	0,75
K ₁₆	2,5		2,0		1,3	1,0	0,75
Расстояние от кромки проезжей части до обрыва глубиной более 5 м ¹¹ , м	0,5	1,0	1,5	2	3	5	
K ₁₇ без ограждений	4,3	3,7	3,2	2,75	2,0	1,0	
K ₁₇ с ограждениями	2,2	2,0	1,85	1,75	1,4	1,0	

- ¹ при разметке проезжей части на три полосы движения.
² при разметке осевой линией.
³ без разделительной полосы.
⁵ населенный пункт с одной стороны дороги.
⁶ то же, имеются тротуары или пешеходные дорожки.
⁷ населенный пункт с двух сторон дороги, имеются тротуары и полосы местного движения.
⁸ для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары.
⁹ полосы для местного движения и тротуары отсутствуют.
¹⁰ если при характеристиках застройки, указанных в сносках, населенный пункт находится с одной стороны дороги, значение K₁₃ берут вдвое меньше.
¹¹ при глубине оврага 5 м и менее коэффициент K₁₇ принимают равным 1,0.

Для выявления опасных участков строят линейный график итоговых коэффициентов аварийности (рис. 3.1), на котором наносят сжатый план и профиль дороги с выделением всех элементов, от которых зависит безопасность дорожного движения и для которых имеются частные коэффициенты аварийности (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, населенные пункты, пересекающиеся дороги и т.п.).

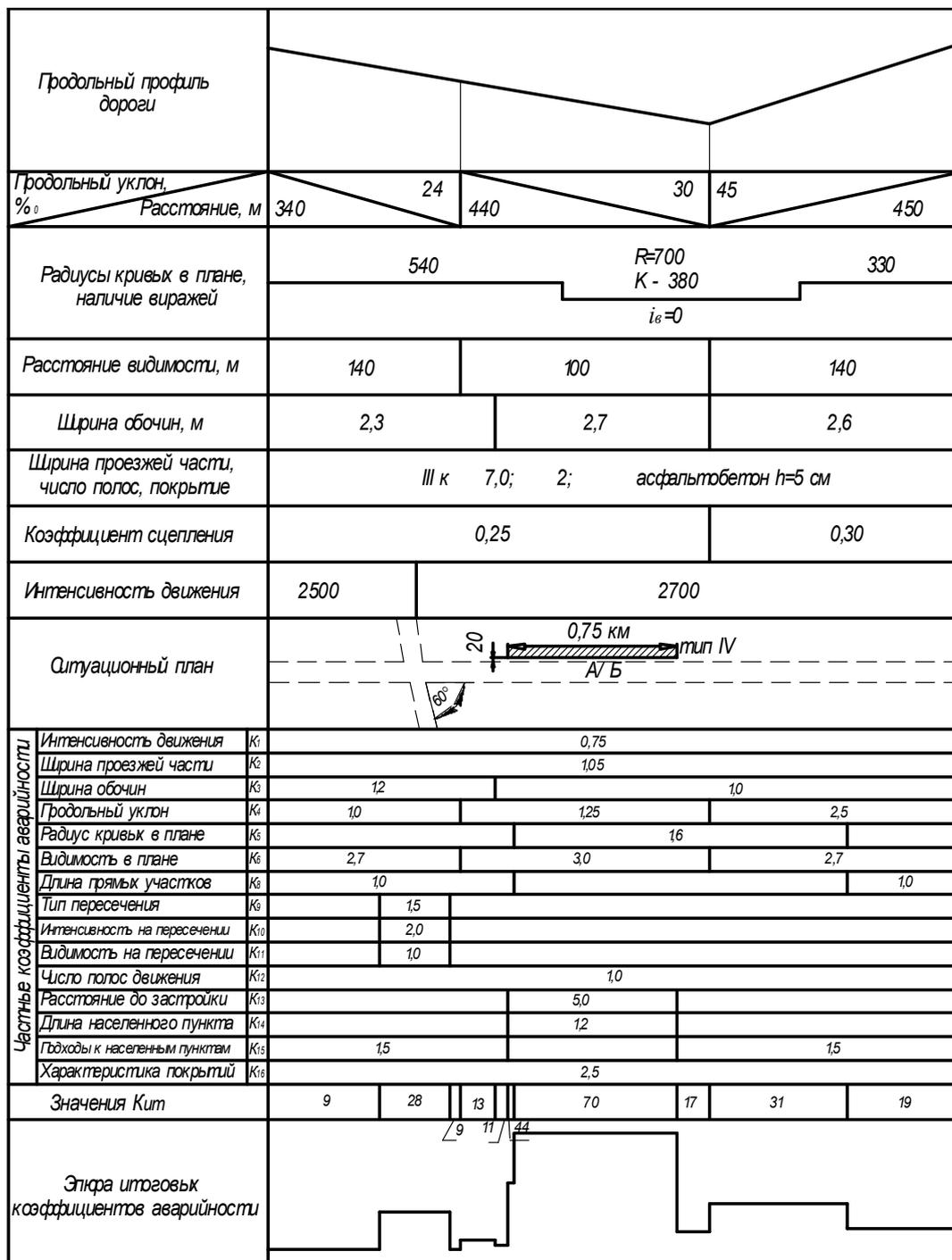


Рис. 3.1. График коэффициентов аварийности

Анализ полученных данных может быть использован дорожными организациями:

- для нанесения разметки проезжей части, запрещающей обгон с выездом на полосу встреченного движения на участках с $K_{um} > 10...20$;
- для нанесения разметки проезжей части, запрещающей обгон и установка знаков ограничения скорости на участках с $K_{um} > 20...40$.

Накопленный опыт и статистика ДТП свидетельствуют о том, что частные коэффициенты аварийности объективно отражают влияние дорожных условий.

4. Определение коэффициентов тяжести

После построения графика итоговых коэффициентов аварийности очень важно правильно установить последовательность перестройки выявленных опасных участков дороги. Для этого разработан метод дополнительного учета тяжести ДТП с учетом скоростей транспортных потоков и характера выполняемых маневров на различных участках дороги.

Ухудшение дорожных условий ведет к росту числа ДТП и, соответственно, увеличению потерь от них. Для установления наиболее опасных участков дорог вводят поправочные стоимостные коэффициенты тяжести последствий ДТП, учитывающие возможные экономические потери от дорожно-транспортных происшествий.

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов принято среднее значение экономических потерь от одного дорожно-транспортного происшествия при разных дорожных условиях. Частные коэффициенты тяжести $m_1 \dots, m_n$ имеют различные значения в зависимости от учитываемых факторов (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Коэффициенты тяжести для дорог в равнинной и слабохолмистой местности

Учитываемый фактор	Коэффициент тяжести
Ширина проезжей части, м: 7...7,5 6	$m_1=1,0$ $m_2=1,2$
Ширина обочин, м: менее 2,5 более 2,5	$m_3=0,85$ $m_4=1,0$

Учитываемый фактор	Коэффициент тяжести
Продольный уклон, ‰: менее 30 более 30	$m_5=1,0$ $m_6=1,25$
Видимость, м: менее 250 более 250	$m_7=0,7$ $m_8=1,0$
Пересечения: в одном уровне в разных уровнях	$m_9=0,8$ $m_{10}=0,9$
Населенные пункты	$m_{11}=1,6$
Число полос движения: 1 2 3 4 и более	$m_{12}=0,9$ $m_{13}=1,0$ $m_{14}=1,3$ $m_{15}=1,0$
Отсутствие ограждений в необходимых местах	$m_{16}=1,4$
Мосты и путепроводы	$m_{17}=2,1$
Радиусы кривых в плане, м: менее 350 более 350	$m_{18}=0,9$ $m_{19}=1,0$

При выполнении практических расчетов для установления очередности улучшения участков дороги строят линейный график итогового коэффициента тяжести M_T , равного произведению частных коэффициентов:

$$M_T = \prod_1^n m_i \quad (4.1)$$

Поправка к итоговым коэффициентам аварийности вводится при $K_{um} > 15$ (рис. 4.1). Для полной оценки степени опасности движения по дороге перемножают итоговый коэффициент аварийности и итоговый коэффициент тяжести:

$$K'_{um} = K_{um} \cdot M_T \quad (4.2)$$

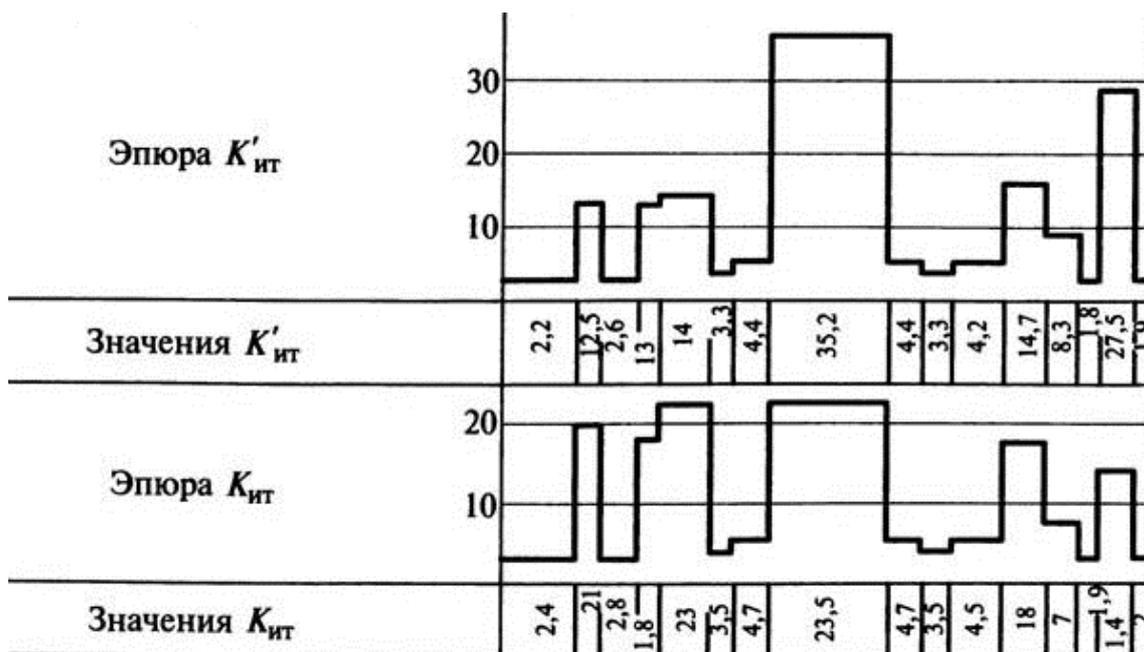


Рис. 4.1. Линейный график коэффициентов аварийности с учетом стоимостных коэффициентов

5. Оценка степени опасности участка дороги методом эквивалентных критических ситуаций

Для выявления и оценки опасных мест на дорогах используется метод конфликтных ситуаций. Он исходит из предпосылки, что случающемуся ДТП всегда предшествуют неоднократно возникающие опасные ситуации, для предотвращения которых один или оба участника движения должны изменить режим движения автомобиля. Метод конфликтных ситуаций используется при разработке проектов реконструкции сложных участков дорог.

Степень серьезности назревающей ситуации отражается на продольных и поперечных отрицательных ускорениях, реализуемых водителями при маневрах по предотвращению ДТП. Различают конфликтные ситуации трех видов:

- легкие, когда возникновение опасности становится для водителя ясным на достаточно большом расстоянии от конфликтной точки, и он имеет возможность своевременно оценить поведение других участников движения;

- средние, характеризующиеся чаще всего неожиданным появлением опасности или возникающие при неправильной первоначальной оценке складывающейся ситуации;

- критические, при которых водитель может предотвратить происшествие лишь при максимально быстрой реакции на коротком участке дороги.

Отрицательные ускорения для разных видов ситуации приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Критерии конфликтных ситуаций	Начальная скорость движения, км/ч	Ускорения, м/с ² , для конфликтной ситуации		
		легкой K ₁	средней K ₂	критической K ₃
Отрицательные продольные ускорения	Более 100	Менее 0,9	Менее 1,1	1,5
	80–100	1,5 ± 0,5	2,3 ± 0,3	2,7
	Менее 80	2,9 ± 0,8	3,0 ± 0,7	3,8
Поперечные ускорения	Более 100	Менее 0,3	Менее 0,7	0,8
	80–100	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,3	1,2
	Менее 80	1,0 ± 0,2	1,4 ± 0,2	1,7

Количество конфликтных ситуаций каждого типа определяется при реконструкции дорог с использованием метода наблюдений, а при новом строительстве – метода математического моделирования. Количество конфликтных ситуаций разной опасности приводят к критическим по формуле

$$K_{пр.крит} = 0,44 \cdot K_1 + 0,83 \cdot K_2 + K_3, \quad (5.1)$$

где $K_{пр.крит}$ – количество конфликтных ситуаций, приведенных к критическим; K_1 – количество легких конфликтных ситуаций за время t ; K_2 – то же, средних конфликтных ситуаций; K_3 – то же, критических конфликтных ситуаций.

Участки дорог по опасности оценивают исходя из следующих значений числа конфликтных ситуаций (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Число конфликтных ситуаций на 1 млн авт.-км	Менее 210	210–310	310–460	Более 460
Характеристика опасности	Неопасно	Мало опасно	Опасно	Очень опасно

В проектах нового строительства и реконструкции дорог недопустимы участки с количеством конфликтных ситуаций, приведенных к критическим, более 210, а при разработке проектов по организации движения на эксплуатируемых дорогах количество конфликтных ситуаций, приведенных к критическим, должно быть менее 310.

Количество конфликтных ситуаций на 1 млн авт.-км рассчитывается по формуле

$$K = \frac{K_{пр.крит} \cdot 10^6}{N \cdot L}. \quad (5.2)$$

6. Определение безопасности движения на пересечении (примыкании) в одном уровне

Условия работы пересечений автомобильных дорог и примыканий к ним значительно сложнее, чем дорог на подходах к ним. Возможные траектории движения автомобилей на пересечении в одном уровне (рис. 6.1) образуют 16 точек пересечений, 8 точек разветвлений и 8 точек слияния потоков.

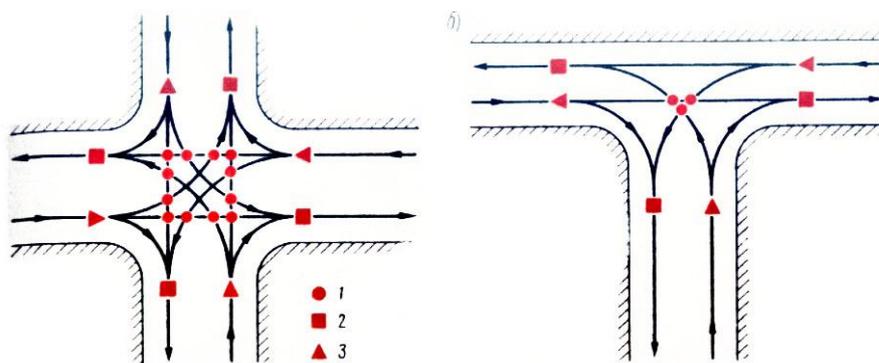


Рис. 6.1. Конфликтные точки на пересечении и примыкании в одном уровне:

a – пересечение; *б* – примыкание; 1 – точки пересечения потоков движения; 2 – точки слияния потоков; 3 – точки разделения потоков

6.1. Определение типа пересечения (примыкания)

Планировка пересечений автомобильных дорог в одном уровне должна быть зрительно ясной и простой, направления движения в зоне пересечения должны быть видны водителям заблаговременно.

Планировка пересечения и средства организации движения должны подчеркивать преимущественные условия проезда по главной дороге (дороге с наиболее высокой интенсивностью движения), допуская некоторое усложнение выполняемых маневров с второстепенной дороги.

Для создания удобных условий восприятия дорожной обстановки наиболее целесообразно размещать пересечения на вогнутых участках продольного профиля, на прямых или кривых в плане радиусом не менее 600–800 м. Продольные уклоны на пересекающихся дорогах не должны превышать 40 ‰.

Земляное полотно в зоне пересечения располагают в нулевых отметках или насыпях не выше 1 м. Откосы земляного полотна устраивают не круче 1:3.

Нельзя располагать пересечения автомобильных дорог в выемках. В исключительных случаях для обеспечения видимости в зоне пересечения откосы выемки срезаются.

Варианты планировочных решений пересечения следует выбирать по номограмме, представленной на рис. 6.2. Окончательное планировочное решение устанавливается технико-экономическим расчетом по размеру суммарных приведенных затрат. При этом следует учитывать строительную стоимость пересечения, затраты на ремонт и содержание, эксплуатационные и автотранспортные расходы по каждому варианту, потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий и от изъятия земельных угодий. Степень безопасности на пересечениях оценивается по методике, изложенной в п. 6.2.

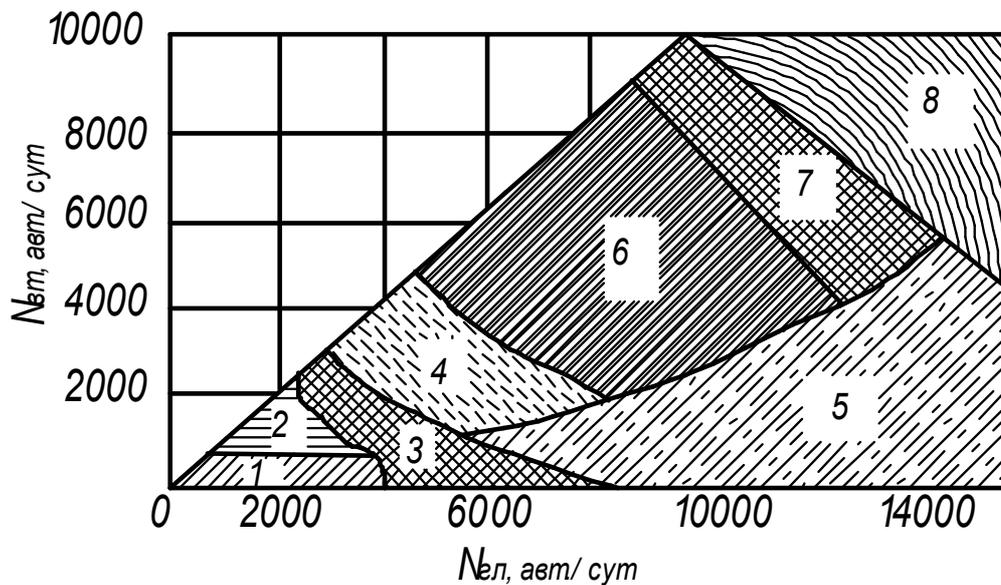


Рис. 6.2. Номограмма для выбора типа планировочных решений пересечений:

$N_{вт}$ – перспективная интенсивность движения по второстепенной (менее загруженной) дороге, авт./сут; $N_{гл}$ – перспективная интенсивность движения по главной (более загруженной) дороге, авт./сут; 1 – простое необорудованное пересечение (рис. 6.3, а); 2 – частично канализированные пересечения с направляющими островками на второстепенной дороге (рис. 6.3, б); 3 – полностью канализированные пересечения и примыкания с направляющими островками на обеих дорогах, переходно-скоростными полосами, разметкой проезжей части (рис. 6.3, в, г); 4 – конкурирующие варианты кольцевых пересечений: со средними центральными островками, с малыми центральными островками, с большими центральными островками (при числе пересекающихся полос более 5), с пересечением в разных уровнях; 5 – конкурирующие варианты пересечений: кольцевые пересечения, обеспечивающие лучшие условия движения по главному направлению (эллиптический центральный островок), в разных уровнях, при стадийном строительстве (I этап – кольцевые пересечения; II этап – пересечения в разных уровнях); 6 – конкурирующие варианты пересечений: кольцевые с малыми центральными островками, в разных уровнях; 7 – конкурирующие планировочные решения: стадийное развитие (I этап – кольцевые пересечения, II этап – пересечения в разных уровнях), пересечения в разных уровнях; 8 – пересечения в разных уровнях

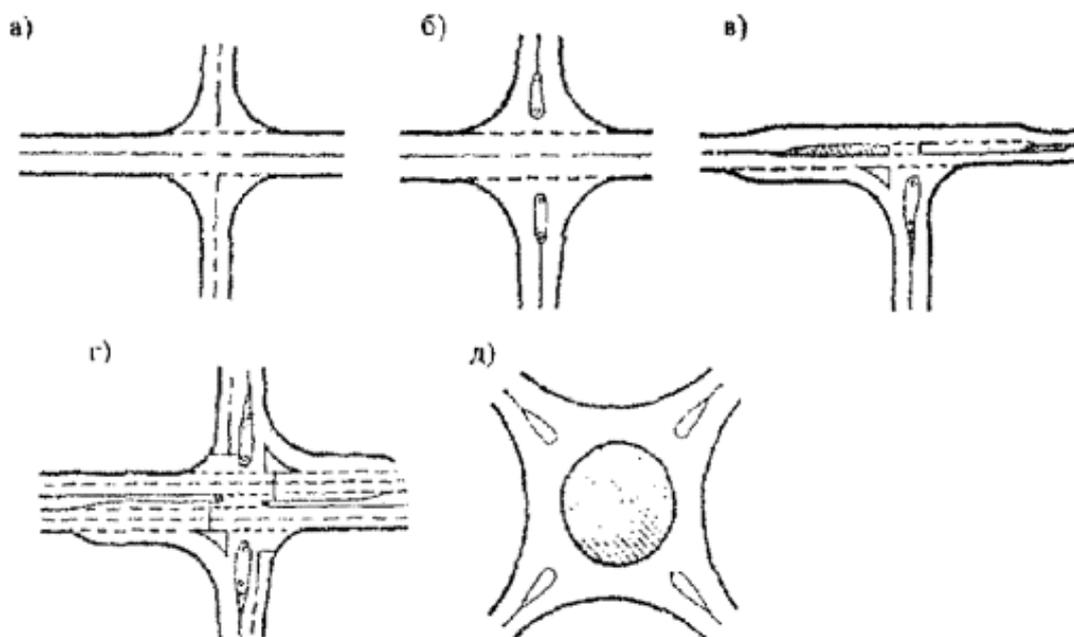


Рис. 6.3. Схемы планировочных решений пересечений:

a – простое необорудованное пересечение; *б* – частично канализованное пересечение с направляющими островками на второстепенной дороге; *в, г* – полностью канализованное примыкание и пересечение с направляющими островками на обеих дорогах с переходно-скоростными полосами; *д* – кольцевые саморегулируемые пересечения

Планировочное решение пересечения и примыкания с обозначением элементов пересечения и примыкания выбирают по Типовым материалам для проектирования 503-0-51.89 (альбом 1).

6.2. Определение числа конфликтных ситуаций на проектируемом пересечении и степень его опасности

На пересечениях в одном уровне безопасность движения зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков, конфликтных точек, а также от расстояния между этими точками. Чем больше автомобилей проходит через конфликтную точку, тем больше вероятность возникновения в ней ДТП.

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможной аварийности в ней (количество ДТП за 1 год):

$$q_i = \frac{K_i M_i N_i \cdot 10^{-7} \cdot 25}{K_2}, \quad (6.1)$$

где K_i – относительная аварийность конфликтной точки (принимается согласно табл. 6.1); M_i и N_i – интенсивности движения пересекающихся в ней потоков, авт/сут; K_2 – коэффициент годовой неравномерности.

Таблица 6.1

Значения относительной аварийности конфликтной точки

Условия движения	Направления движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значения K_i пересечений		
			необорудованных	канализированных	
Слияние потоков	Правый поворот	$R < 15$ м	0,0250	0,0200	
		$R = 15$ м	0,0040	0,0020	
		$R = 15$ м*	0,0003	0,0030	
	Левый поворот при угле пересечения дорог, град.: до 30 < 40 50 – 75 90 120 150 -	$10 < R < 25$ м		0,0045	0,0017
				0,0030	0,0017
				0,0025	0,0017
				0,003	0,0017
				0,0048	0,0017
			0,0053	0,0017	
	$10 < R < 25$ м**	0,0005	0,0005		
Пересечение потоков	Пересечение	$\alpha \leq 30^\circ$	0,0080	0,0040	
		$50^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$	0,0036	0,0018	
		$90^\circ \leq \alpha \leq 120^\circ$	0,0120	0,0060	
		$120^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	0,0210	0,0105	
Разделение потоков	Правый поворот	$R < 15$ м	0,0200	0,0200	
		$R = 15$ м	0,0060	0,0060	
		$R = 15$ м*	0,0001	0,0001	
	Левый поворот	$R < 10$ м	0,0300	0,0300	
$10 < R < 25$ м $R > 15$ м***		0,0040 0,0010	0,0025 0,0010		
Два поворачивающих потока	Разделение потока на два направления	-	0,0015	0,0010	
	Пересечение двух левоповоротных потоков	-	0,0020	0,0005	
	Слияние поворачивающих потоков	-	0,0025	0,0012	
* Имеются переходно-скоростные полосы и переходные кривые.					
** Имеются переходные кривые.					
*** Имеются переходно-скоростные полосы.					

Коэффициент годовой неравномерности вводят в тех случаях, когда нужно оценить опасность движения по пересечению в периоды сезонных пиков интенсивности. Этот коэффициент определяют по данным учета интенсивности движения как отношение среднесуточной интенсивности движения в каждом месяце к годовой среднесуточной интенсивности. Он меняется от 0,05 до 0,13. Коэффициент 25 введен в формулу для учета среднего количества рабочих дней в месяце, в течение которых загрузка дороги резко превышает загрузку в нерабочие дни.

Для вновь проектируемых дорог степень годовой неравномерности принимаем равным 365 дням.

Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения K_a , характеризующим число дорожно-транспортных происшествий на 10 млн автомобилей, прошедших через пересечение:

$$K_a = \frac{10^7 \cdot G K_r}{25(M + N)}, \quad (6.2)$$

где G – вероятное количество дорожно-транспортных происшествий за 1 год в i -й конфликтной точке, $G = \sum_1^n q$; n — число конфликтных точек на пересечении; K_r — коэффициент годовой неравномерности движения (табл. 6.2); M, N — интенсивность движения на главной и второстепенной дороге, соответственно авт/сут; 25 — коэффициент, учитывающий влияние среднего числа дней в году.

Таблица 6.2

Месяц	Коэффициент годовой неравномерности движения K_r при среднегодовой суточной интенсивности движения, авт/сут			
	До 1000	1000–2000	2000–6000	Более 6000
Январь	0,00885	0,08	0,051	0,051
Февраль	0,086	0,066	0,055	0,0585
Март	0,086	0,0714	0,055	0,067
Апрель	0,08	0,075	0,069	0,079
Май	0,08	0,085	0,075	0,085
Июнь	0,086	0,0714	0,086	0,0855
Июль	0,0816	0,784	0,116	0,1
Август	0,0875	0,085	0,123	0,132
Сентябрь	0,09	0,11	0,113	0,108
Октябрь	0,084	0,096	0,87	0,089
Ноябрь	0,0715	0,085	0,0834	0,08
Декабрь	0,0775	0,079	0,076	0,078

В зависимости от значения K_a пересечения по степени опасности классифицируют следующим образом:

K_a	Менее 3	3,1–8	8,1–12	Более 12
Характеристика пересечения	Неопасное	Малоопасное	Опасное	Очень опасное

На вновь проектируемых дорогах показатель безопасности на пересечениях в одном уровне не должен превышать 8.

7. Мероприятия, обеспечивающие безопасность движения на перегоне и пересечении (примыкании)

Эффективность работы средств организации дорожного движения во многом зависит от правильности учета условий их применения. Применение любого средства регулирования обеспечивает снижение аварийности при условии выбора этого средства с учетом особенностей восприятия его водителем и учетом влияния его на режим движения. В одних и тех же дорожных условиях с изменением интенсивности движения резко меняются условия работы водителей, режимы движения всего транспортного потока, уровни удобства движения. Все это приводит к изменению требований к средствам регулирования и выбору их типов.

Для каждого из четырех уровней удобства движения характерны свои виды дорожно-транспортных происшествий (табл. 7.1).

При разработке мероприятий по организации дорожного движения не следует ориентироваться на использование какого-либо одного средства регулирования при любой загрузке дороги движением. Необходим гибкий учет изменения состояния транспортного потока. Наиболее эффективными следует считать средства регулирования, позволяющие устанавливать меняющиеся в зависимости от загрузки дороги оптимальные режимы движения транспортных средств.

Практика доказывает ошибочность мнения об отсутствии необходимости в разметке проезжей части и установке отдельных дорожных знаков при малой интенсивности движения. Наличие этих средств регулирования во всех случаях должно предусматриваться в проекте дорог.

При сдаче дорог в эксплуатацию разметка проезжей части и дорожные знаки должны применяться как обязательные элементы оборудования дороги. Без нанесения разметки проезжей части и установления дорожных знаков дорога не должна приниматься в эксплуатацию.

Все дополнительные затраты на установку новых средств регулирования быстро окупаются благодаря снижению аварийности и улучшению условий движения.

Выбор и применение всех средств регулирования с учетом загрузки дорог движением, степени опасности отдельных участков дороги, состава транспортного потока и скоростей движения позволяют существенно повысить безопасность движения и улучшить условия движения на автомобильных дорогах.

Неравномерность загрузки движением отдельных участков дорог часто вызывается местными снижениями пропускной способности, связанными с несоответствием элементов дороги требованиям движения. Требуется проведение выборочной реконструкции дороги для устранения участков, резко ухудшающих ее транспортно-эксплуатационные качества.

Таблица 7.1

Уровень удобства движения	Коэффициент загрузки дороги движением z	Условия движения	Основная причина ДТП	Средства регулирования	Расположение знаков и указателей
А	0,2	Свободные	Превышение скорости движения, потеря управления, невнимательность водителя	Разметка проезжей части; предупреждающие знаки; направляющие устройства	Сбоку от дороги
Б	0,2...0,5	Появление групп и пачек автомобилей	Неправильный обгон	Знаки и разметка, ограничивающие маневры и предупреждающие об изменениях дорожных условий; световые указатели скорости движения; многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на противоположной стороне дороги
В	0,5...0,75	Обгоны затруднены	Недооценка водителями скорости впереди идущего автомобиля и расстояния до него	Разметка проезжей части, дублируемая знаками; островки; светофоры; многопозиционные знаки	Сбоку от дороги с дублированием на встречной полосе дороги; около крупных пересечений над проезжей частью
Г	0,7...1	Сплошной транспортный поток	Несоблюдение безопасной дистанции движения	Знаки, рекомендующие дистанцию движения; автоматические системы регулирования; телевизионные камеры; знаки, дублирующие разметку проезжей части	Над проезжей частью с установкой перед ними дублирующих указателей и знаков сбоку от дороги. Основные указатели освещаются

Выборочная реконструкция дороги должна быть направлена на устранение наиболее опасных мест концентрации дорожно-транспортных происшествий по данным ГИБДД МВД России и дорожной службы, а также мест заторов и сильных стеснений движения, в которых пропускная спо-

способность дороги оказывается недостаточной, на выравнивание эпюр скоростей движения для обеспечения значений коэффициентов безопасности не менее 0,7...0,8 (в крайнем случае 0,6).

Для повышения пропускной способности отдельных участков в целях выравнивания ее на всем протяжении автомобильной дороги рекомендуются мероприятия, назначаемые в зависимости от коэффициента загрузки дороги.

При исправлении отдельных трудных участков дорог и улучшении условий движения по ним можно руководствоваться рекомендациями по организации дорожного движения, указанными в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Коэффициент загрузки	На подъемах	На кривых в плане	При ограниченной видимости в продольном профиле	Вблизи автобусной остановки
0,2	Осевая разметка, установка ограждений	Разметка проезжей части	Осевая разметка с уширением каждой полосы движения на 1 м	Простой карман отгонов ширины с площадкой для пассажиров
0,2...0,5	Устройство уширений в верхней и нижней частях подъема с укреплением обочин	Уширение проезжей части с разметкой, обеспечение фактической видимости 600...700 м	Устройство островка в пределах вертикальной кривой и укрепление обочин	Устройство отгонов ширины проезжей части
0,5...0,8	Устройство дополнительной полосы движения в пределах выпуклой вертикальной кривой	Устройство разделительного островка по оси проезжей части	То же	Устройство разделительного островка
0,8...1	Устройство дополнительной полосы движения на протяжении всего подъема	Увеличение радиуса кривой	Увеличение радиуса выпуклой вертикальной кривой	Установка ограждений для пешеходов, увеличение длины отгона с учетом встраивания в транспортный поток

Для обеспечения безопасности движения на рассматриваемой дороге вначале необходимо установить технические средства организации дорожного движения: дорожные знаки и указатели, сигнальные столбики и ограждения, произвести разметку проезжей части. При этом особое внимание следует обратить на выявленные места концентрации ДТП.

Участки дорог с продольными уклонами до 120 ‰ характеризуются большим количеством ДТП, связанным с обгоном медленно движущихся транспортных средств более скоростными автомобилями, съездами с дороги вследствие превышения скорости движения или отказа тормозной системы.

Для улучшения условий движения транспортных средств на подъемах и спусках возможно уширение проезжей части за счет обочин; устройство разделительного островка на кривых малых радиусов; увеличение радиусов вертикальных кривых в соответствии со скоростями движения (рис. 7.1).

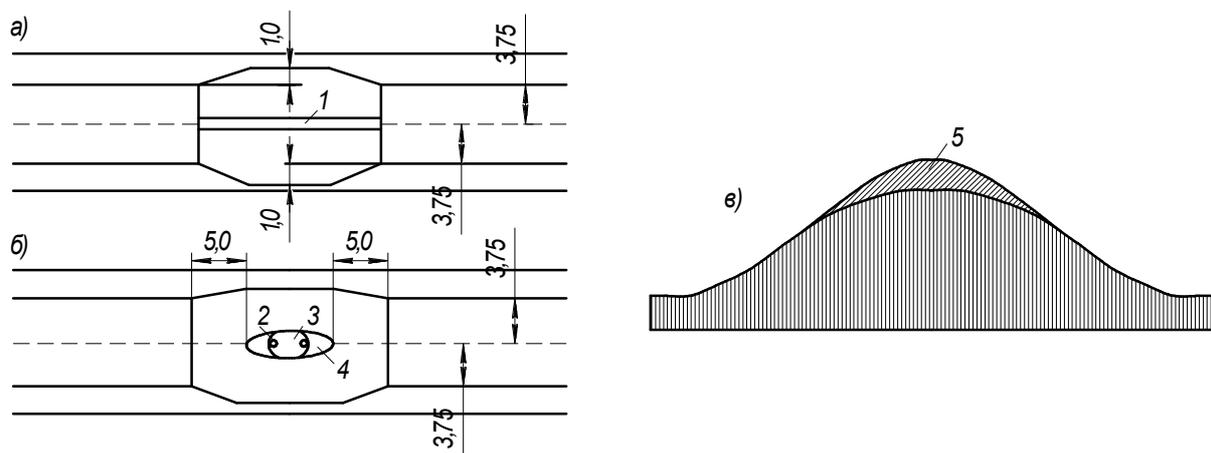


Рис. 7.1. Очередность проведения мероприятий по улучшению условий движения при ограниченной видимости в продольном профиле:

а – уширение проезжей части; *б* – устройство островка по оси проезжей части; *в* – увеличение радиуса вертикальной кривой; 1 – осевая, запрещающая обгон разметка; 2 – указатель «Объезд препятствия справа»; 3 – возвышающийся островок безопасности; 4 – разметка, выделяющая островок; 5 – срезаемая часть грунта при увеличении радиуса вертикальной кривой

Для повышения безопасности и скорости движения по кривым малых радиусов в местах ограниченной видимости устраивают так называемую срезку видимости – вырубку леса или увеличение поперечного сечения выемки.

Для исключения заезда автомобилей на полосу встречного движения при движении по кривым устраивают также возвышающие островки, разграничивающие движение по направлениям.

Пересечения на многих дорогах старой постройки имеют нерациональную планировку, оказывающую отрицательное влияние на уровень аварийности. Так, пересечения и примыкания дорог под углом менее 25° характеризуются повышенной опасностью, а менее 10° – очень опасны. С целью повышения безопасности движения проводят реконструкцию примыканий путем смещения места примыкания; устройством соединительной вставки; строительства двух примыканий вместо одного пересечения; организации дополнительной полосы для правоповоротного потока (рис. 7.2).

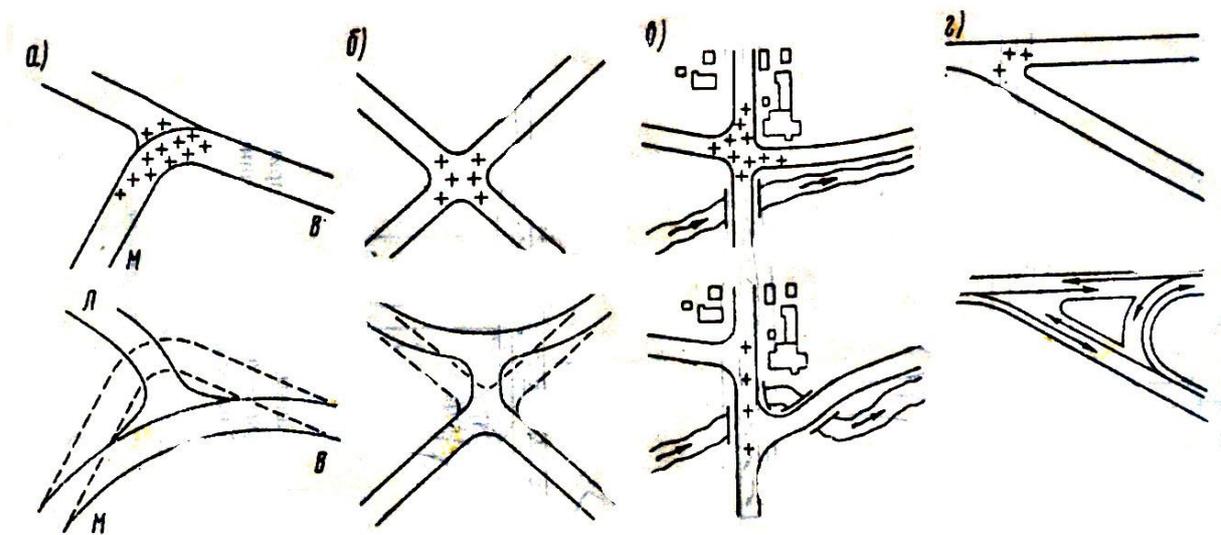


Рис. 7.2. Примеры ДТП до и после реконструкции участков дороги с неправильным примыканием второстепенных дорог:

a – отделение направления главных потоков движения от второстепенных путем смещения места примыкания; *б* – то же путем разделения дорог с устройством между ними соединительной вставки; *в* – реконструкция пересечения в два примыкания; *г* – устройство дополнительной полосы для поворачивающих автомобилей на примыкании под острым углом (вверху – пересечения до реконструкции, внизу – после реконструкции; крестиками показаны места ДТП)

Одним из мероприятий, существенно повышающих безопасность движения, является канализирование пересечений, т.е. выделение на них полос движения для различных направлений и уменьшение конфликтных точек пересечения траекторий движения автомобилей.

На канализированных пересечениях полосы движения выделяют устройством разделительных островков.

При этом должны соблюдаться следующие принципы:

– планировка пересечения должна четко выделять пути движения автомобилей, обеспечивая преимущество скоростного и транзитного движения;

– конфигурация пересечения должна предоставлять водителю возможность выбора не более одного направления движения, которое подчеркивается средствами зрительного ориентирования, расположением направляющих островков и разметкой;

– в целях большей ясности для водителя количество островков должно быть минимально необходимым.

Расположение островков должно зрительно перекрывать возможность их объезда по неправильному направлению. Основными типами островков являются каплеобразные, определяющие траектории левых поворотов, и осевые островки на главной дороге, разделяющие движение и перекрывающие полосу для остановки автомобилей, ожидающих возможности левого поворота на второстепенную дорогу (рис. 7.3).

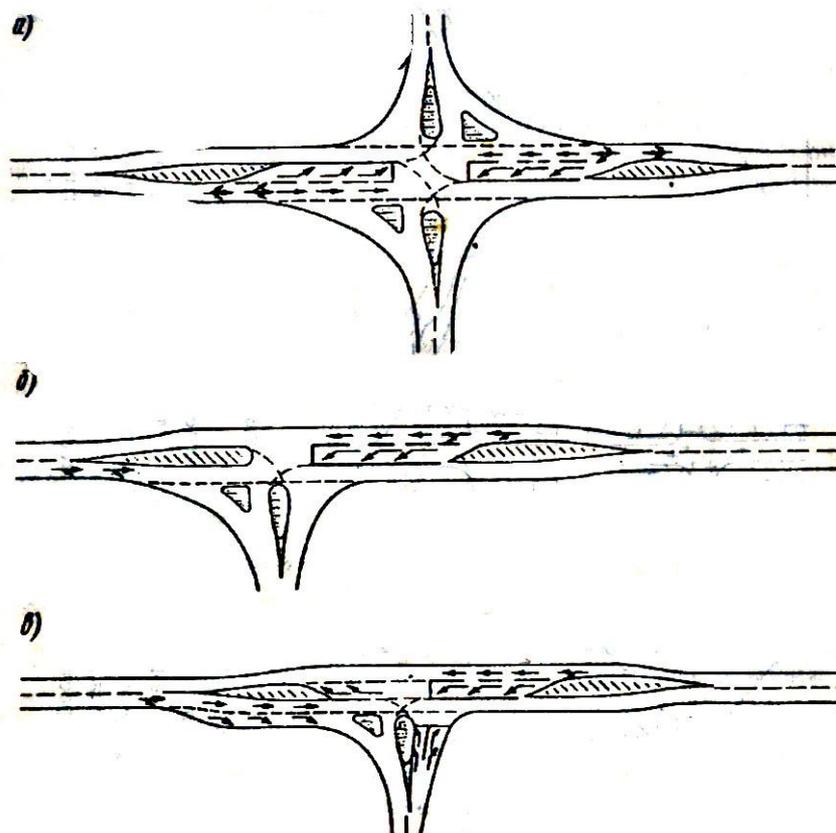


Рис. 7.3. Примеры канализированных пересечений и примыканий:
а – перекресток; *б* – примыкание; *в* – примыкание с переходно-скоростной полосой

Треугольные островки служат для разделения правоповоротного и прямого движения и направляют левоповоротные потоки. Стороны треугольных островков должны быть не менее 3 м, каплеобразные вместе с продолжающей их разметкой проезжей части – 30 м. Ширина полос движения на прямых участках – не менее 3,5 м, а у начала островков – не менее 4–4,5 м (рис. 7.4).

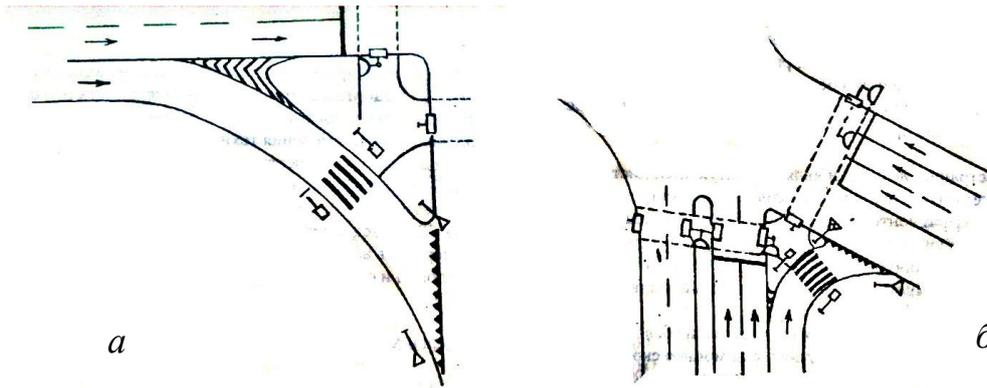


Рис. 7.4. Примеры использования треугольных разделительных островков:
a – обустройство большого островка; *б* – применение островка на косоугольном перекрестке

При устройстве канализированных пересечений необходимо учитывать распределение транспортных потоков, их интенсивность и угол пересечения или примыкания дорог (рис. 7.5).

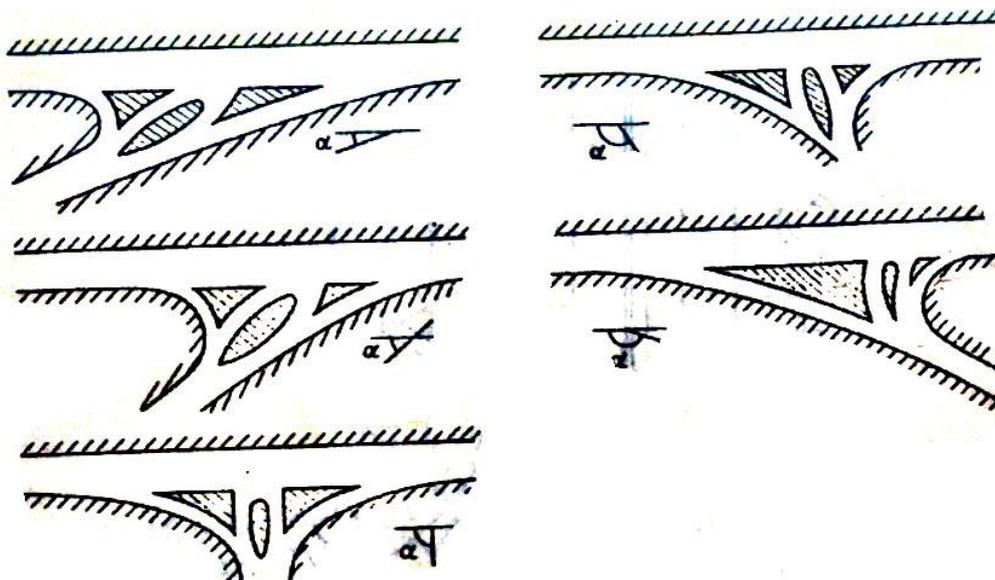


Рис.7.5. Очертания разделительных островков в зависимости от угла пересечения или примыкания

Примеры правильного применения технических средств организации движения на подходах к перекрестку, на У-образных, кольцевых, Т-образных, 4- и 5-сторонних пересечениях, а также на пересечениях дорог с разделительными полосами и в разных уровнях показаны на рис. 7.6–7.17.

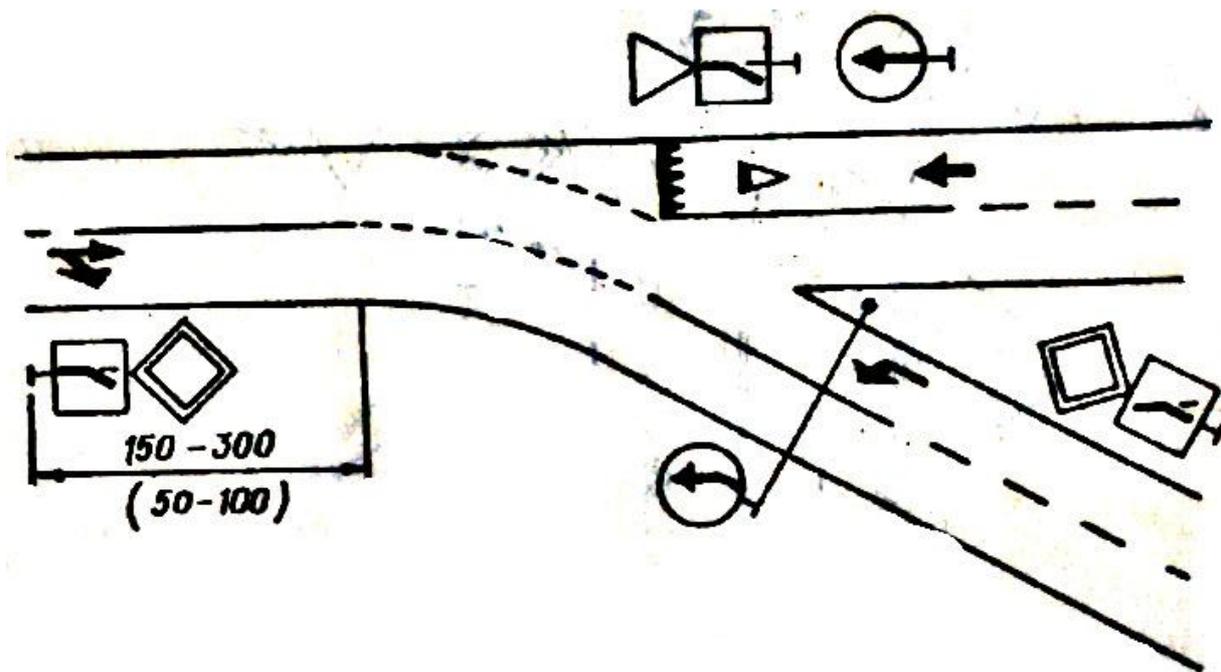


Рис. 7.6. Применение знаков приоритета на У-образных пересечениях дорог

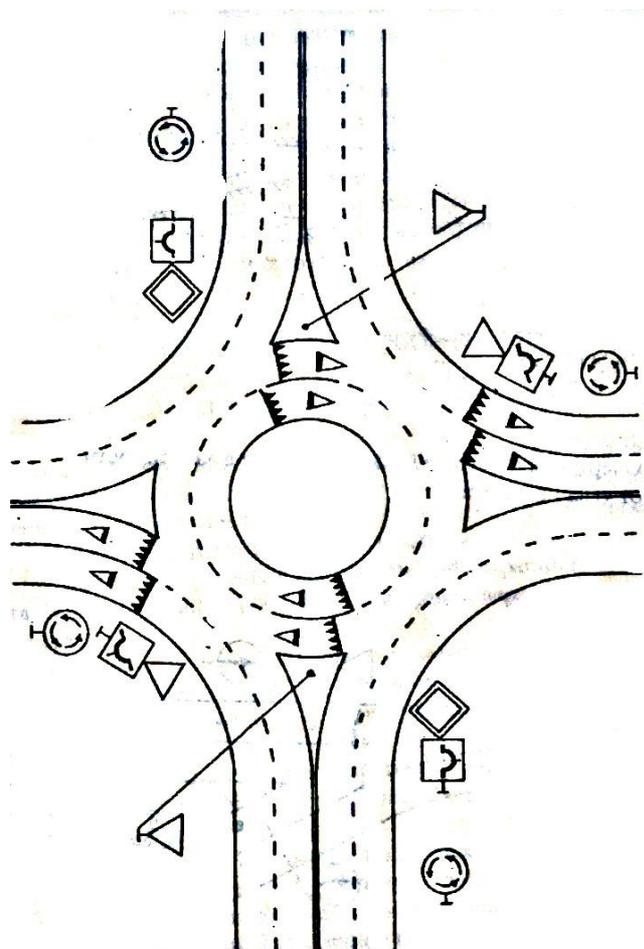


Рис. 7.7. Применение знаков приоритета на кольцевых пересечениях, где одна из дорог является главной

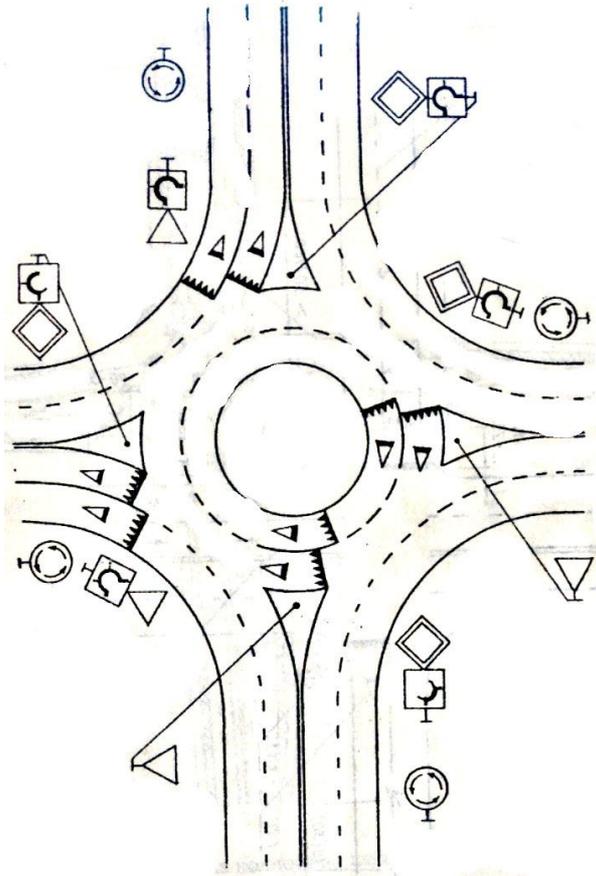


Рис. 7.8. Применение знаков приоритета на кольцевых пересечениях при изменении направления главной дороги

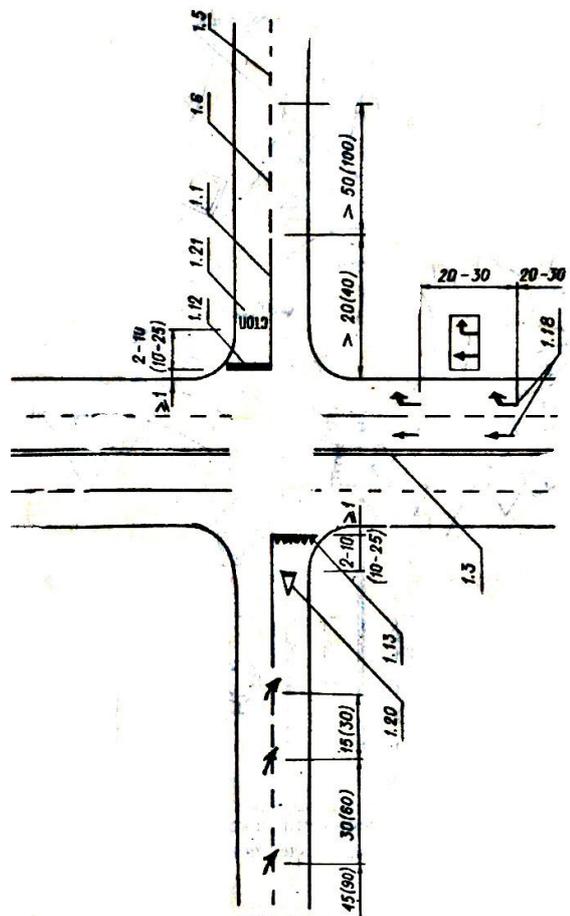


Рис. 7.9. Применение разметки на подходах к перекрестку

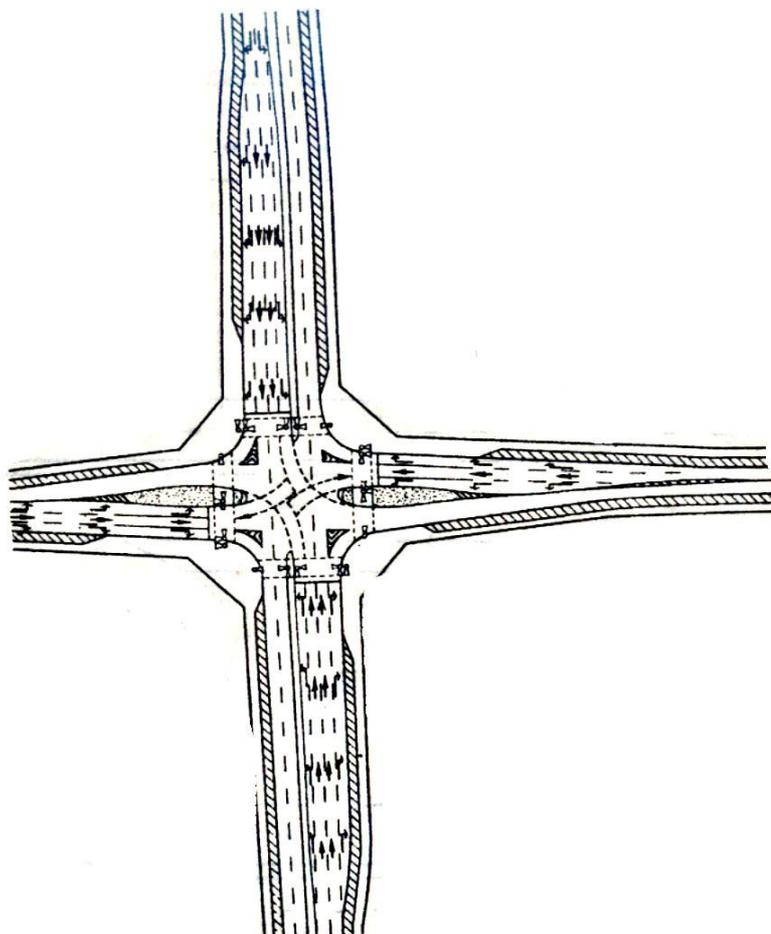


Рис. 7.10. Планировка полностью канализованного четырехстороннего пересечения

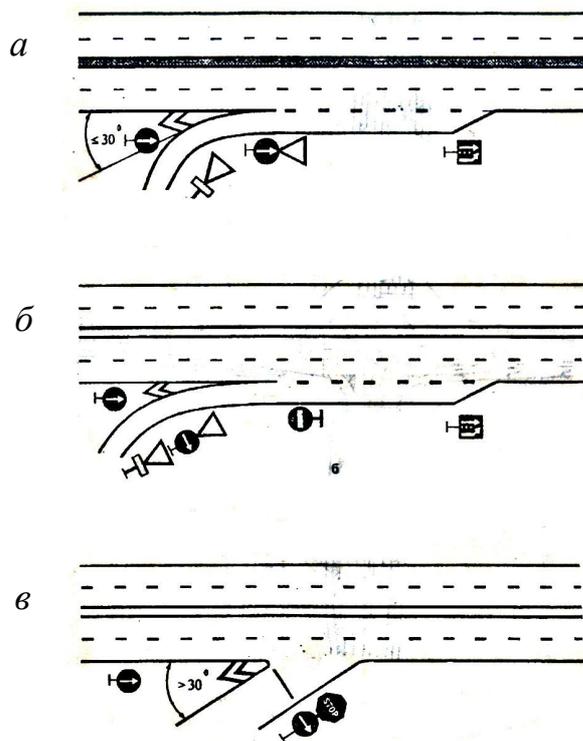


Рис. 7.11. Примеры применения дорожных знаков на примыканиях соединительных съездов:

a – на дороге с разделительной полосой,
б, в – на дороге без разделительной полосы

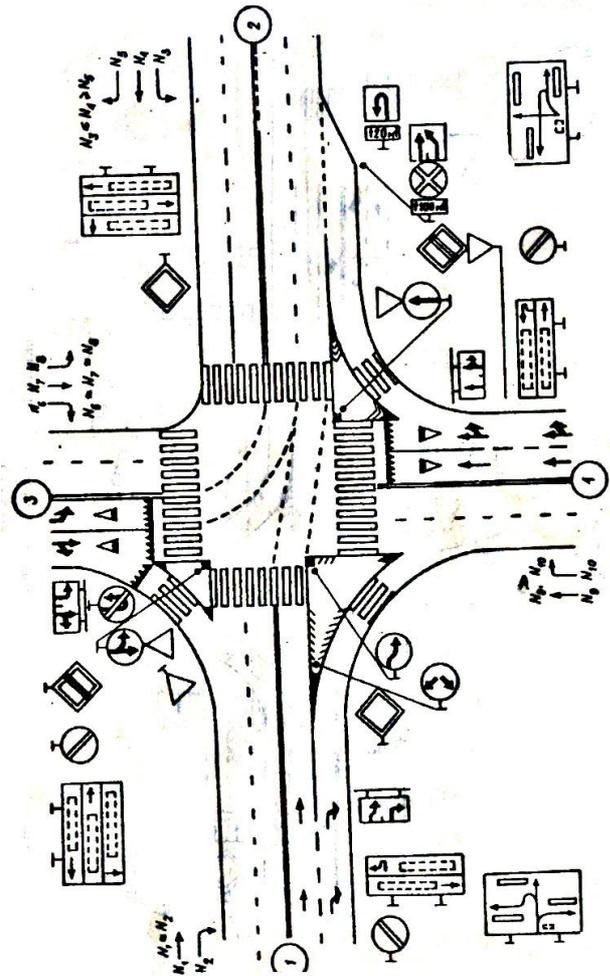


Рис. 7.12. Применение технических средств организации движения на четырехстороннем перекрестке

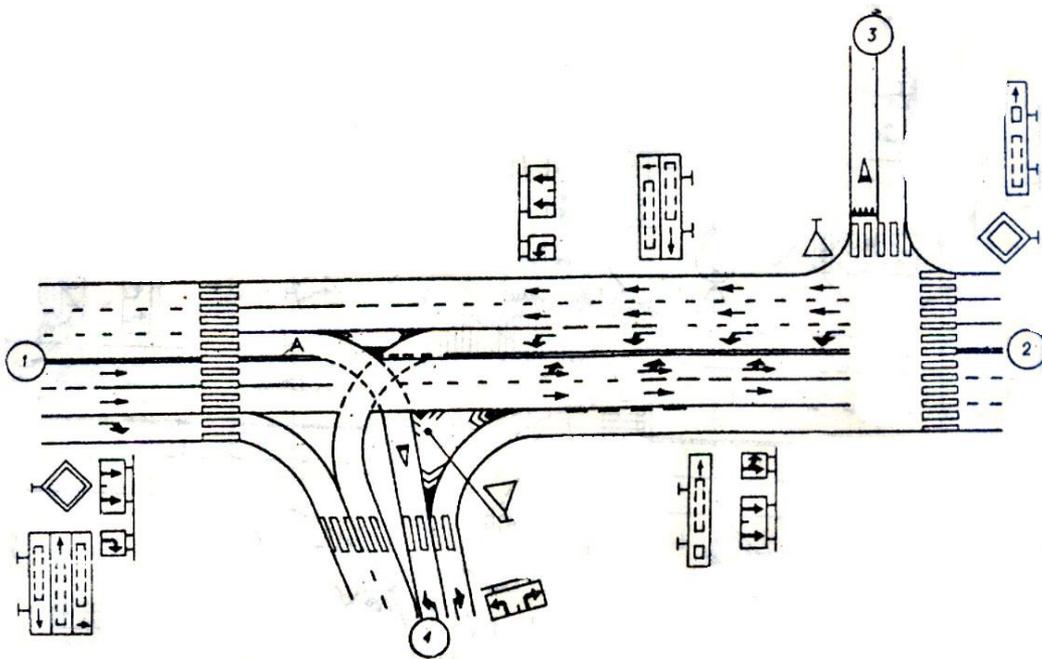


Рис. 7.13. Применение технических средств организации движения на двух близкорасположенных Т-образных перекрестках при прямолинейном направлении главной дороги

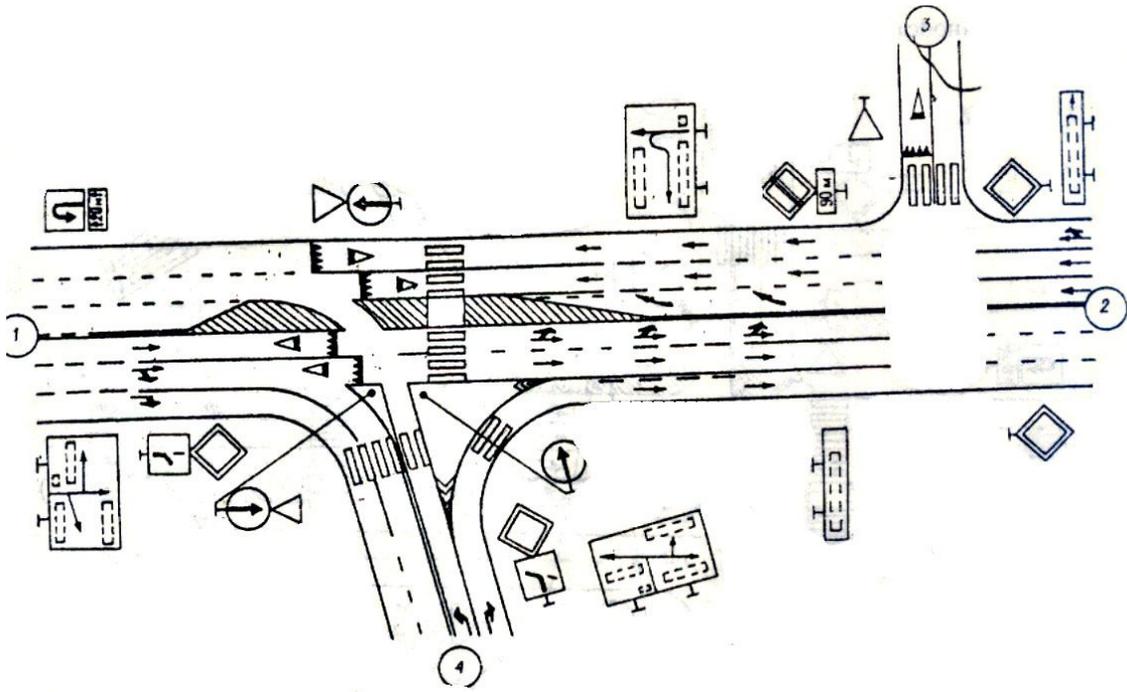


Рис. 7.14. Применение технических средств организации движения на двух близкорасположенных Т-образных перекрестках при изменении направления главной дороги

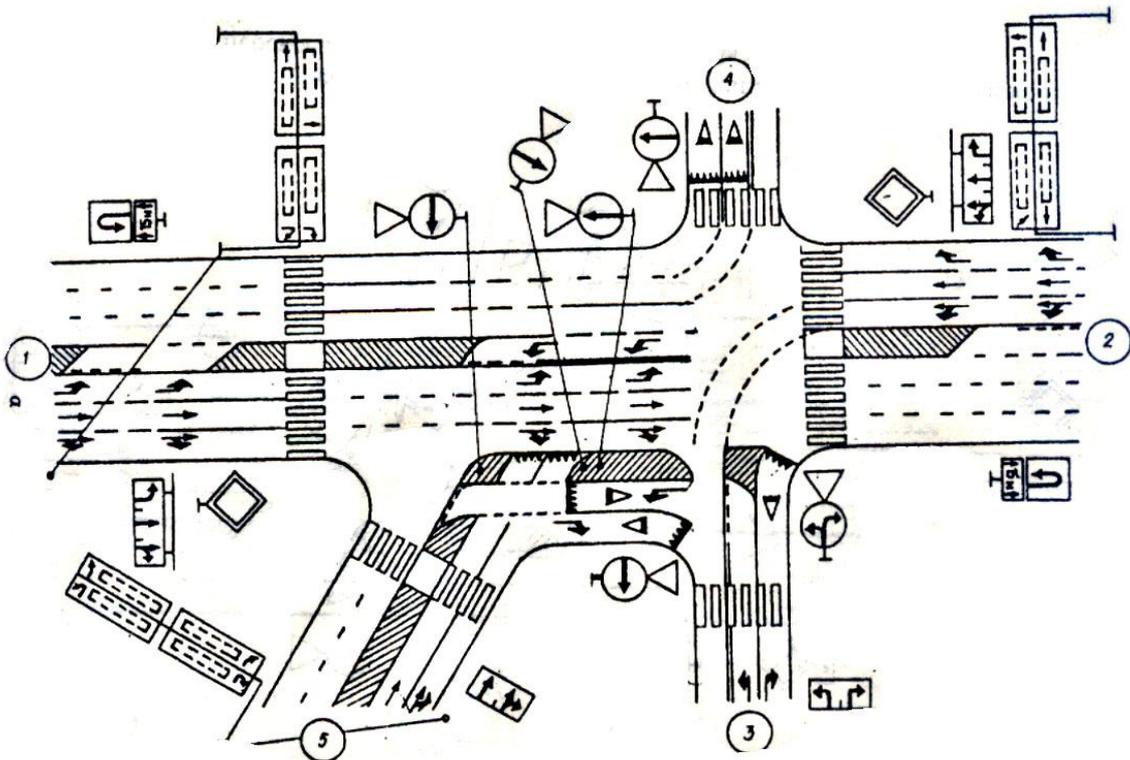


Рис. 7.15. Применение технических средств организации движения на пятистороннем перекрестке при прямолинейном направлении главной дороги

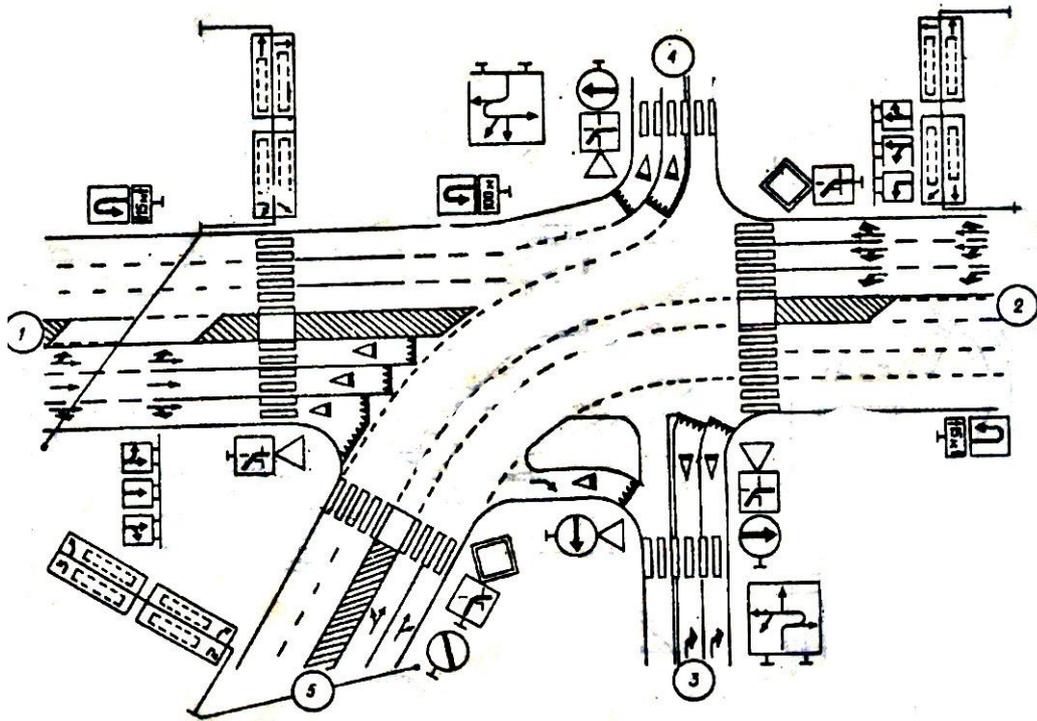


Рис. 7.16. Применение технических средств организации движения на пятистороннем перекрестке при изменении направления главной дороги

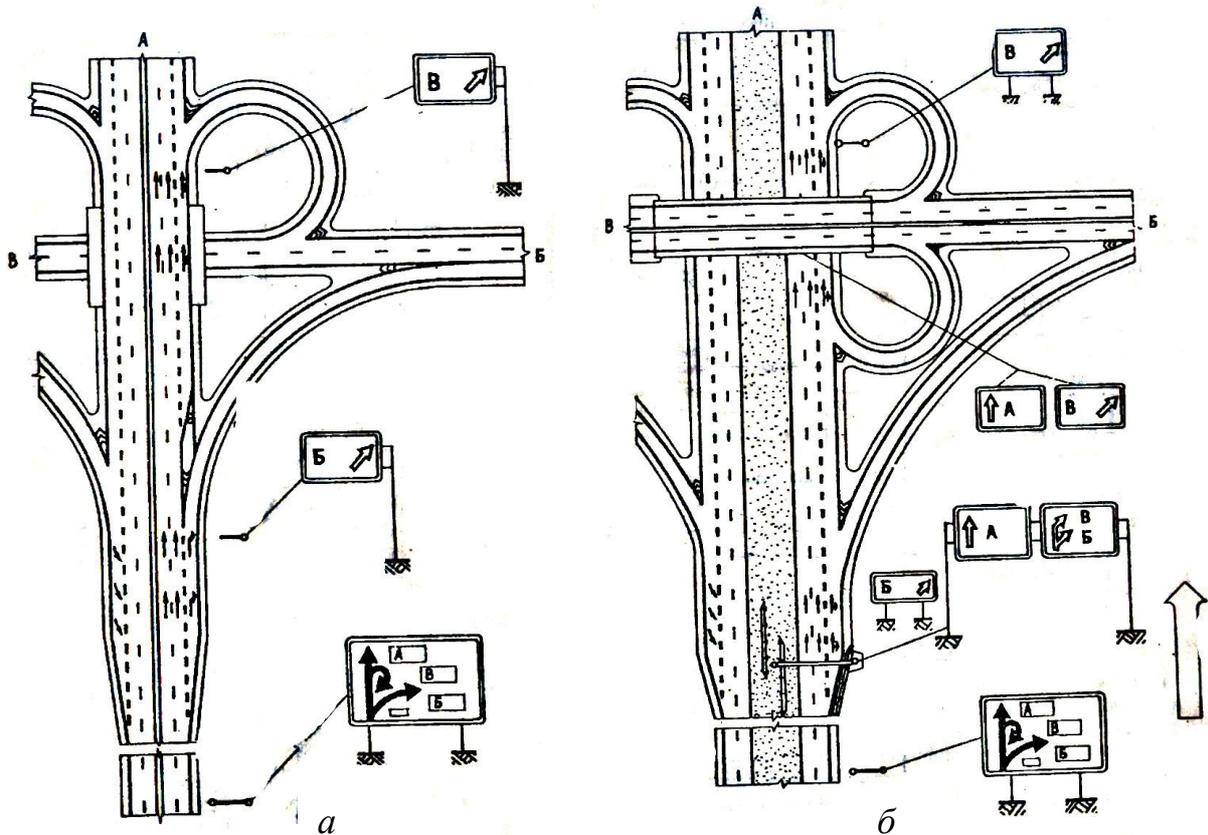


Рис. 7.17. Применение разметки и средств маршрутного ориентирования на пересечениях в разных уровнях:
a – главная дорога проходит поверху; *б* – главная дорога проходит внизу

Примерный перечень возможных мероприятий по совершенствованию дорожных условий и организации дорожного движения приведен в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Перечень мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

№ п/п	Перечень мероприятий
1. Совершенствование дорожных условий	
1	Обеспечение ровности проезжей части, укрепление обочин, устройство шероховатой поверхностной обработки на опасных участках дорог (населенные пункты, подходы к мостам, спуски, пересечения, кривые малого радиуса, высокие насыпи)
2	Уширение проезжей части (на кривых) в плане малого радиуса, искусственных сооружениях, уширение обочин
3	Устройство дополнительных полос движения на подъемах, спусках и на участках с низкой пропускной способностью
4	Устройство виражей на кривых в плане малого радиуса
5	Улучшение условий видимости на кривых в плане и продольном профиле
6	Строительство переходно-скоростных полос на пересечениях в одном и разных уровнях
7	Строительство заездных карманов на остановках общественного транспорта
8	Устройство канализированных пересечений в одном уровне. Закрытие «диких» съездов
9	Строительство обходов населенных пунктов
10	Строительство площадок отдыха, линий связи на дорогах
11	Установка ограждений на опасных участках или уполаживание откосов
12	Строительство тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах
13	Освещение проезжей части в населенных пунктах и других опасных местах на дорогах и улицах
14	Устройство велодорожек, строительство подземных пешеходных переходов
15	Устройство дополнительных полос на автомобильных дорогах в зоне железнодорожных переездов, строительство пересечений в разных уровнях
2. Совершенствование организации движения	
1	Установка светофорных объектов
2	Изменение режима работы светофорного объекта (время цикла, длительность фаз)
3	Оборудование магистралей системами координированного и реверсивного регулирования
4	Внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением на УДС города

№ п/п	Перечень мероприятий
5	Применение знаков, запрещающих полное или частичное движение определенным видам транспортных средств по конкретным направлениям, отдельным полосам, на отдельных участках УДС
6	Организация одностороннего, грузового, приоритетного движения
7	Изменение схем организации движения на опасных участках
8	Запрещение остановки и стоянки транспортных средств
9	Изменение расположения остановок общественного транспорта
10	Введение ограничений по видам транспортных средств, времени суток, дням недели. Введение ограничения скорости движения
11	Оборудование или дооборудование железнодорожных переездов сигнализацией, дорожными знаками, светофорами
12	Разработка схем маршрутного ориентирования, совершенствование информации
13	Организация жилых и пешеходных зон
14	Проведение обследований УДС

7.1. Определение длины аварийного съезда гравитационного типа

Для предотвращения аварий с транспортными средствами, движущимися под уклон, в случае выхода из строя тормозной системы на затяжных спусках устраивают аварийные съезды или тормозные тупики. Они бывают двух типов: гравитационные, на которых торможение создается сопротивлением движению на подъем; и задерживающие – при движении по рыхлому материалу (рис. 7.18).

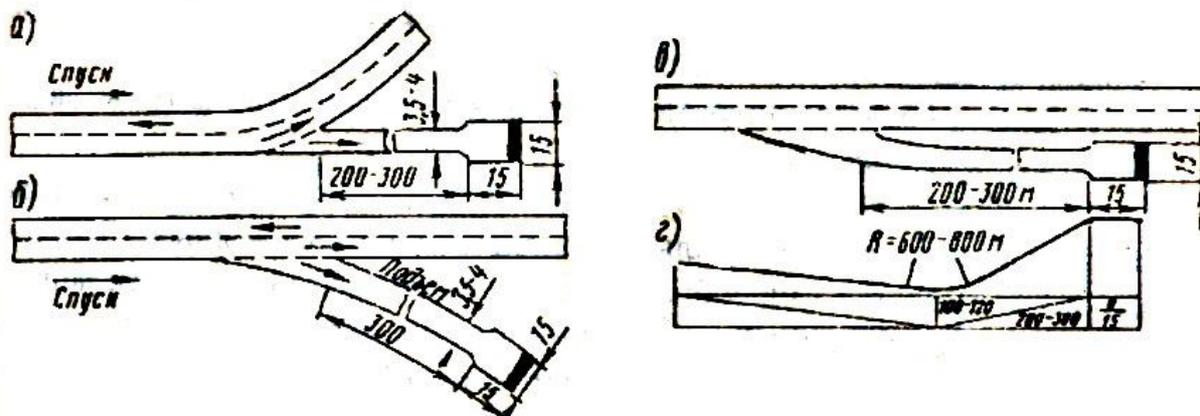


Рис. 7.18. Схема устройства аварийных съездов с дороги:
 а и б – гравитационный тип; в – задерживающий тип;
 г – продольный профиль съезда гравитационного типа

Длина рабочей части аварийного съезда гравитационного типа находится по формуле

$$L = \frac{V}{2 \cdot g(f + i)}, \quad (7.1)$$

где V – скорость движения транспортного средства, м/с; f – коэффициент сопротивления движению; i – продольный уклон, выраженный десятичной дробью; g – ускорение свободного падения, м/с².

Исходные данные для расчета длины аварийного съезда гравитационного типа даны в приложении.

Библиографический список

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учебник для студентов вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
2. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
4. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах / Отраслевой дорожный методический документ (Утвержден распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации №ОС-557-р от 24.06.2002 г.).
5. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 279 с.
6. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Введ. 2006-01-01. М.: Г.П. РосДорНИИ, НИЦ ГИБДД, 2004.
7. ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования. Введ. 2006-01-01. М.: Г.П. РосДорНИИ, НИЦ ГИБДД, 2004.
8. ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. 2006-01-01. М.: СМЭП МВД, НИЦ ГИБДД, 2004.
9. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Введ. 2000-01-01. М.: Г.П. РосДорНИИ, НИЦ ГИБДД, 1999.

Исходные данные для расчета длины аварийного съезда гравитационного типа

Номер варианта	V	f	i	Номер варианта	V	f	i
1	70	0,01	0,05	16	100	0,040	0,080
2	72	0,012	0,052	17	102	0,042	0,082
3	74	0,014	0,054	18	104	0,044	0,084
4	76	0,016	0,056	19	106	0,046	0,086
5	78	0,018	0,058	20	108	0,048	0,088
6	80	0,020	0,060	21	110	0,050	0,090
7	82	0,022	0,062	22	112	0,052	0,092
8	84	0,024	0,064	23	114	0,054	0,094
9	86	0,026	0,066	24	116	0,056	0,096
10	88	0,028	0,068	25	118	0,058	0,098
11	90	0,030	0,070	26	120	0,060	0,100
12	92	0,032	0,072	27	122	0,062	0,102
13	94	0,034	0,074	28	124	0,064	0,104
14	96	0,036	0,076	29	126	0,066	0,106
15	98	0,038	0,078	30	128	0,068	0,108