

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

А.Ю. Шаров
А.А. Чижов

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Учебное пособие

Екатеринбург
2014

УДК 656.1(075.8)

ББК 39.808.02я7

Ш 26

Рецензенты

Уральский филиал ОАО «Дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт ГИПРОДОРНИИ, директор Дмитриев В.Н., д-р техн. наук профессор;

Сидоров Б.А., канд. техн. наук доцент Член УМО вузов РФ Минобрнауки России

Шаров А.Ю., Чижов А.А.

Ш 26 **Дорожные условия и безопасность движения:** учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 240 с. ISBN 978-5-94984-471-7

Рассмотрены и описаны взаимовлияния различных причин, причинно-действующих факторов, методик анализа вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий в различных условиях движения автомобилей по автомобильным дорогам общего пользования, проанализированы теоретические основы судебной дорожно-транспортной экспертизы, приведены основы расчета факторов, влияющих на безопасность движения, и схема обустройства автомобильной дороги.

Пособие предназначено для студентов специальности 270205.65 «Автомобильные дороги и аэродромы» направления 270800.62 «Строительство, подготовка бакалавров», а также будет полезно специалистам-практикам.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 656.1(075.8)

ББК 39.808.02я7

ISBN 978-5-94984-471-7

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
Глава 1. Автомобильные дороги России и безопасность движения	7
1.1. Дорожно-транспортные происшествия	7
1.1.1. Характеристика дорожно-транспортных происшествий	11
1.1.2. Влияние различных факторов на возникновение дорожно-транспортных происшествий	13
1.2. Водитель и безопасность движения	29
1.2.1. Восприятие водителем дорожных условий и безопасность движения по дорогам	30
1.2.2. Эмоциональная напряженность водителя и пути предотвращения происшествий, связанных с дорожными условиями	33
Глава 2. Система водитель–автомобиль–дорога–среда и безопасность движения	37
2.1. Требование к безопасности движения в системе ВАДС..	37
2.1.1. Роль составляющих комплекса дорога – автомобиль – водитель в безопасности движения	38
2.1.2. Скорость, расчетные схемы и характеристика движения автомобилей в системе ВАДС	44
2.2. Влияние элементов плана и профиля в системе ВАДС на безопасность движения	49
2.2.1. Влияние элементов плана и поперечного профиля на безопасность движения	50
2.2.2. Влияние интенсивности и скорости движения на безопасность движения	52
2.2.3. Влияние расстояния видимости, продольных уклонов и радиуса кривых в плане на безопасность движения ..	60
2.3. Влияние взаимного сочетания элементов дороги в системе ВАДС на безопасность движения	66
2.3.1. Сочетание элементов трассы в плане и безопасность движения	67
2.3.2. Экологическая безопасность в комплексе автомобиль – дорога – среда	70

Глава 3. Оценка и планирование безопасности движения.....	74
3.1. Методы оценки безопасности движения на автомобильных дорогах	74
3.1.1. Общие положения	74
3.1.2. Оценка безопасности движения в неблагоприятных погодноклиматических условиях	84
3.2. Планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения	90
3.2.1. Планирование мероприятий по повышению безопасности движения на существующих дорогах	91
3.2.2. Планирование мероприятий по повышению безопасности движения при реконструкции дорог	95
Глава 4. Обеспечение безопасности движения при пересечении и разделении транспортных потоков и в населенных пунктах	98
4.1. Пересечения и примыкания в одном уровне	98
4.1.1. Общие принципы планировки пересечений и примыканий в одном уровне и оценка безопасности движения	98
4.1.2. Элементы пересечений в одном уровне	107
4.1.3. Улучшение расположения и планировки пересечений	109
4.1.4. Канализированные пересечения.....	111
4.1.5. Кольцевые пересечения	119
4.2. Транспортные развязки в разных уровнях	124
4.2.1. Схемы пересечений транспортных потоков	124
4.2.2. Оценка безопасности движения	127
4.2.3. Переходно-скоростные полосы	129
4.2.4. Требования к выбору типа и размещению транспортных развязок	132
4.2.5. Требования к элементам развязок и методы улучшения их планировки	135
4.3. Обеспечение безопасности движения на железнодорожных переездах	137
4.3.1. Методы оценки безопасности движения на железнодорожных переездах	138
4.3.2. Организация движения по железнодорожным переездам	141

Глава 5. Судебная дорожно-транспортная экспертиза и обустройство автомобильной дороги	149
5.1. Теоретические основы судебной дорожно-транспортной экспертизы	149
5.1.1. Виды экспертиз	149
5.1.2. Вопросы расследования дорожно-транспортных происшествий	152
5.1.3. Определение параметров движения участников ...	155
5.2. Методические принципы анализа дорожно-транспортных происшествий	157
5.3. Определение дислокации дорожных знаков на автомобильной дороге при составлении схемы ее обустройства	175
5.4. Нанесение дорожной разметки, установка ограждений и направляющих устройств при составлении схемы обустройства автомобильной дороги	182
Заключение	194
Библиографический список	197
Приложение	199

ВВЕДЕНИЕ

Проблема безопасности движения по дорогам, возникшая ещё в эпоху гужевого транспорта, стала серьёзной с появлением механических транспортных средств, а в настоящее время приобрела глобальные масштабы.

Автомобилям становится всё теснее на дорогах, а в число участников движения все чаще включаются новые, малоопытные водители. В этом главные причины снижения эффективности автомобильного транспорта и роста числа ДТП. Число погибающих на дорогах соизмеримо с числом жертв войн, тяжёлых болезней и эпидемий. Неорганизованность движения, несовершенство дорог, неисправность автомобилей выдвигают актуальную проблему борьбы за жизнь участников дорожного движения.

Проблема безопасности движения индивидуальна для каждой страны или даже её районов и должна решаться самостоятельно с учетом природно-климатических особенностей и дорожных условий.

В России обеспечение безопасности движения имеет общенациональное значение. Повышению безопасности движения посвящаются правительственные постановления, проводятся комплексные мероприятия. Но этого катастрофически недостаточно.

В учебном пособии рассматривается специфика повышения безопасности движения преимущественно на участках дорог между населенными пунктами, хотя статистические данные о дорожно-транспортных происшествиях показывают, что большей их процент случается в населенных пунктах. Но в загородных условиях безопасность движения в значительной степени зависит от дорожных условий и складывающихся под их влиянием режимов движения транспортных потоков. В населенных пунктах основная причина происшествий – недисциплинированность пешеходов и нарушение правил движения водителями, а дорожные условия играют второстепенную роль.

Глава 1

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ РОССИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

1.1. Дорожно-транспортные происшествия

Особенностью дорожной сети России является малая плотность дорог, имеющих твердые покрытия, по которым возможен проезд в течение всего года. В это же время численность автомобилей за последние 20 лет увеличилась более чем в 7 раз, почти в 5 раз возрос объем автомобильных перевозок. Ежегодное увеличение интенсивности движения по дорогам в среднем составляет 7 – 9%. Но эти средние данные не отражают перегрузку магистральных автомобильных дорог, на 90% которых интенсивность движения уже сейчас превышает предусматривавшуюся при их проектировании в 1,2 – 3,0 раза. Перегрузка дорог снижает эффективность использования автомобильного транспорта, средние эксплуатационные скорости, увеличивает количество ДТП [1].

В дорожной сети России могут быть выделены следующие основные группы дорог [2]:

- дороги магистрального типа;
- дороги сельскохозяйственных районов;
- дороги общего пользования.

Автомобильные дороги магистрального типа. Связывают административные, промышленные и культурные центры, а также соединяют дорожную сеть страны с сопредельными странами (так называемые дороги группы М). Они предназначены для дальних перевозок срочных грузов, но подорожание нефтепродуктов снизило их конкурентоспособность по сравнению с железными дорогами. Однако лишь небольшой их процент относится к категории автомобильных магистралей – дорог с самостоятельными проезжими частями для движения в разных направлениях и разделительной полосой. Автомобильные магистрали являются наиболее безопасными дорогами, так как их конструкция предотвращает возможность встречных столкновений автомобилей, а геометрические элементы трассы рассчитаны на высокие скорости движения.

Протяженность магистральных дорог во всех странах достигает лишь нескольких процентов от всей сети дорог. В России она состав-

ляет 3% сети дорог общего пользования, но по ним выполняется более 25% грузовых и пассажирских перевозок.

Дороги сельскохозяйственных районов. Постройка дорог с твердыми одеждами, связывающих хозяйства с районными центрами, имеет большое значение. Однако многие местные внутрихозяйственные дороги, используемые преимущественно для перевозок во время сельскохозяйственных работ, являются грунтовыми. Для них характерны значительные сезонные колебания интенсивности движения в течение года, пики которых во время уборки урожая часто совпадают с дождливыми периодами. Во многих районах страны автомобильные перевозки по внутрихозяйственным дорогам в периоды распутиц невозможны в течение нескольких месяцев. Поэтому планы дорожного строительства России предусматривают первоочередное развитие дорожной сети в сельской местности.

Для сельских дорог характерно повышенное количество дорожно-транспортных происшествий на 1 млн. авт.-км. Связанно это с тем, что трассы многих из них имеют низкие транспортно-эксплуатационные характеристики, отличаются наличием в транспортном потоке тракторов, сельскохозяйственных машин и относительно высоким процентом мотоциклистов с более низкой квалификацией и дисциплиной водителей.

Дороги общего пользования. Дороги, построенные в период конного и смешанного автогужевого движения, а также в первые годы после окончания Великой Отечественной войны, по техническим условиям давно уже не удовлетворяют требованиям современного автомобильного движения. На них много опасных участков – кривых малых радиусов, мест с ограниченной видимостью и неудачными сочетаниями элементов плана и продольного профиля, перегруженных движением.

На условия и безопасность движения в районах проложения дорог большое влияние оказывает разнообразие природных условий [2]. Особенности климата и рельефа отражаются на транспортно-эксплуатационных качествах дорог и условиях работы автомобильного транспорта.

В сильные морозы на участках дорог, проходящих по склонам местности, у мостов и труб, опасность для движения представляют наледи. Прорываясь на поверхность и быстро замерзая, вода образует наплывы льда, иногда толщиной в несколько метров и площадью в несколько сотен квадратных метров и более. Дорога активизирует образование наледей, так как грунт под ней промерзает быстрее, чем на прилегающей местности. Наплывы льда на дорогах опасны при на-

езде на высокой скорости. При движении группы автомобилей резкое снижение скорости передним автомобилем при въезде на такой участок создает опасность групповой аварии.

В сильно пересеченной местности, расчлененной овражной сетью, на дорогах имеются длинные участки с большими уклонами (до 80‰). В верхней части спуска обычно дороги проходят в выемке, а в нижней части – в насыпи. Наряду с ДТП, связанными с превышением скорости и пересекающимися дорогами в нижней части спусков, весной возникают происшествия в зоне перехода из выемки в насыпь. На проезжей части выемки, прогреваемой солнечными лучами относительно короткое время, сохраняется снеговой покров. На открытой насыпи днем проезжая часть оттаивает, а при ночных заморозках снова замерзает, образуется скользкая поверхность. При въезде на нее с большой скоростью, развитой на сухой поверхности проезжей части в выемке, возникают заносы автомобилей.

В южных степных районах дороги имеют много длинных прямых участков. Однообразный ландшафт полей способствует непроизвольному для водителей превышению скорости и потере внимательности. Потеря внимательности связана с впадением водителя в своеобразное полудремотное состояние («дорожный гипноз») из-за недостаточности поступления информации (сенсорного голода). Считают, что на автомобильных дорогах этим обстоятельством вызвано от 1,8 до 2,8% дорожных происшествий [3].

В песчаных пустынях опасность при движении с высокими скоростями создают отдельные языки отложений песка, образующиеся на проезжей части при переносе песка ветром. Сказываются и тяжелые условия труда водителей, поскольку металлические части кабин нагреваются до 60 – 70 °С.

В горных местностях расчетные скорости на горных дорогах ниже, а условия движения более трудны, чем на дорогах в равнинной или холмистой местности. Съезд с дороги представляет большую опасность и имеет тяжелые последствия. По мере приближения дороги к перевалу условия движения осложняются. Долина сужается, склоны ее становятся более крутыми. Трасса становится извилистой, а радиусы кривых уменьшаются.

На горных дорогах, особенно на участках в верхней части речных долин и на подходах к перевалам, возникает ряд опасностей для движения, необычных для других природных районов, – падение камней со склонов, завалы дороги селевыми выносами и снежными лавинами. Своевременное предупреждение об их опасности является обязанностью дорожников.

На планах (рис. 1.1) приняты условные обозначения ДТП [3].

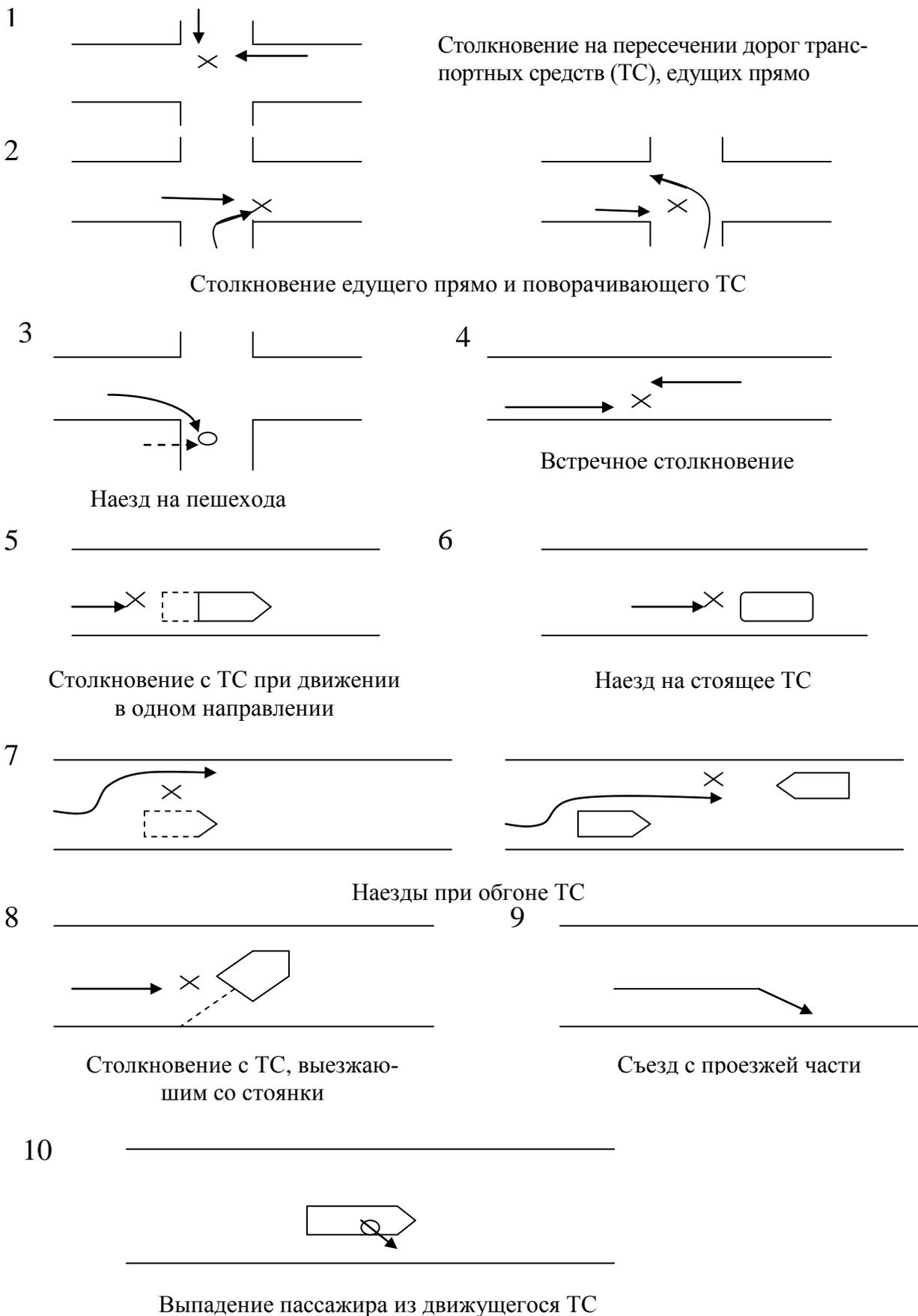


Рис. 1.1. Условные обозначения ДТП на планах

1.1.1. Характеристика дорожно-транспортных происшествий

Каждое ДТП совершается, как правило, в результате неблагоприятного сочетания нескольких факторов, тесно связанных друг с другом, что затрудняет выявление истинных причин при их анализе.

Наиболее распространенные ДТП [3]:

- опрокидывания (от 20 до 40%) – дороги низших категорий при съездах транспортных средств из-за недостатка геометрических параметров и инженерного оборудования дорог;
- столкновения (от 20 до 35%) – дороги всех категорий;
- наезды на пешеходов (от 20 до 27%) – дороги высших категорий из-за высоких скоростей движения.

Непосредственное сравнение дорог по количеству происшествий не может точно характеризовать безопасность и условия движения. Чтобы использовать при анализе степени безопасности участка дороги материалы статистики дорожно-транспортных происшествий, применяют специальную систему показателей – коэффициент относительной аварийности (сокращенно – коэффициент происшествий). Для длинных, сравнительно однородных по геометрическим элементам участков дорог коэффициент относительной аварийности (I) выражают числом происшествий на 1 млн. авт.-км пробега по этому участку [4]:

$$I = \frac{10^6 Z}{365NL}, \quad (1.1)$$

где Z – количество ДТП в год;

N – среднегодовая суточная интенсивность движения в обоих направлениях, принимаемая по данным проводимого дорожными организациями учета движения, авт./сут., ;

L – длина участка дороги, км.

Для происшествий со смертельными исходами расчет ведут на 10 млн. авт.-км. Для очень коротких участков (мосты, пересечения дорог, местные сужения проезжей части), влияние которых распространяется недалеко за непосредственные пределы опасного места, выражение (1.1) непригодно. Степень опасности движения по ним оценивают другим показателем – количеством дорожно-транспортных происшествий, происходящих на 1 млн. автомобилей, прошедших через этот участок, и учитывают не только происшествия на самом объекте, но и случившиеся в пределах зоны изменения скоростей на подходах к нему:

$$I = \frac{10^6 Z}{365N}. \quad (1.2)$$

Расчет на 1 млн. автомобилей не является завышенным, так как это соответствует проходу в течение года через мост, короткую кривую малого радиуса или участок дороги длиной 1 км примерно 3000 авт./сут.

Дорожно-транспортные происшествия имеют последствия различной тяжести – от незначительных повреждений автомобилей до серьезных ранений и смертельных исходов. Чтобы оценить степень опасности для едущих и возможный материальный ущерб, используют «обобщенный показатель тяжести происшествий», вычисляемый по формуле

$$U = p_1 n_1 + p_2 n_2 + p_3 n_3 + p_4 n_4 + p_5 n_5, \quad (1.3)$$

где p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 – количество происшествий разной тяжести последствий – неотчетные, только с материальным ущербом, с легкими ранениями, с тяжелыми ранениями и смертельными исходами;

n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 – соответствующие им коэффициенты тяжести происшествий разных типов.

Неотчетными считают происшествия, при которых суммарный материальный ущерб не превысил 500 руб. К легким относят ранения, вызвавшие перерыв в работе пострадавшего не более 5 сут. Погибшими при дорожных происшествиях в России считают умерших в момент происшествия или в течение 7 сут. после него. Умерших после указанных сроков относят к тяжелораненым [4].

Для условий России установлены следующие значения коэффициентов тяжести происшествия:

материальный ущерб	1,0
легкое ранение	0,4
тяжелое ранение	7,0
тяжелое ранение, приведшее к инвалидности	70,0
смертельный исход	100,0

Близкие значения существуют и в других странах.

Известно, что любое ДТП связано с потерями не только для участников происшествия, но и для народного хозяйства страны в целом.

Дорожно-транспортные происшествия, вызывающие гибель и ранения людей и потери материальных ценностей, приносят значительный ущерб. За рубежом считают, что эти потери могут достигать 1,5 – 2,0% национального дохода [4]. Поэтому несомненно, что мероприятия по повышению безопасности дорожного движения дают для

общества значительный экономический эффект, который необходимо учитывать как для обоснования соответствующих мероприятий по улучшению дорог, находящихся в эксплуатации, так и при оценке вариантов новых дорог на стадии проектирования. Однако определение этого эффекта связано с рядом трудностей при учете косвенных влияний дорожно-транспортных происшествий.

Стоимость материальных потерь от повреждения автомобилей легко поддается определению по затратам на их восстановление. Но при этом остаются неучтенными потери, связанные с невозможностью использовать поврежденный автомобиль в период ремонта. При учете стоимости лечения пострадавших при происшествии можно достаточно точно учесть затраты на лечение и оплату листка нетрудоспособности, но остается неизвестным возможное снижение трудоспособности человека в последующий период жизни.

Наибольшую сложность вызывают случаи со смертельным исходом в связи с крайней условностью оценки в денежном эквиваленте человеческой жизни. В финансовых расчетах невозможно отразить моральную тяжесть потери погибшего для семьи и общества, оценить значение того вклада, который он мог бы сделать в своей дальнейшей деятельности. Но нельзя одновременно отрицать необходимость выработки новой методики оценки экономической эффективности проведения мероприятий по повышению безопасности движения на дорогах, так как методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от ДТП и инструкция по учету потерь народного хозяйства от ДТП при проектировании автомобильных дорог [5] учитывают только потерю части национального дохода, который мог быть получен, если бы погибший продолжал трудиться еще ряд лет до ухода на пенсию и вносил свой вклад в развитие народного хозяйства страны. В то же время снижение производства, связанное с трудностями перехода Российской Федерации к рыночной экономике в конце XX века, мировой экономической кризис 2008 года сделали нереальными предложенные в ВСН 3-81 цифры потерь.

1.1.2. Влияние различных факторов на возникновение дорожно-транспортных происшествий

Дорожно-транспортные происшествия лишь в редких случаях могут быть объяснены одной причиной. Обычно они являются результатом взаимодействия ряда факторов, из которых один является решающим. Между тем при анализе статистических данных обычно

указывается лишь одна причина, чаще всего – вина водителя, неправильно избравшего режим движения, тем более что для любого происшествия всегда можно указать скорость движения одного из участников, при которой ДТП бы не произошло. Серьезное уточнение в этот вопрос внес п. 10.1 Правил дорожного движения [6], согласно которому «при возникновении опасности для движения, которую водитель в состоянии обнаружить, он должен принять все возможные меры к снижению скорости вплоть до остановки транспортного средства». Это снижает значение вины водителей и повышает значение дорожных условий в происшествиях.

По степени влияния на возникновение ДТП все причины можно разделить на главную, или основную, оказывающую наибольшее влияние на возникновение ДТП (15 – 20% – ошибки водителя в управлении транспортным средством), активные причины, или факторы, в значительной мере способствующие возникновению основной причины (50 – 80%), и косвенные (второстепенные), оказывающие незначительное влияние [3].

Непосредственная роль дорожных условий в возникновении происшествий согласно официальной статистике невелика. Ими в разных странах объясняют от 2 до 20% общего числа происшествий. В России различные источники последних лет указывали, что состояние дороги является причиной каждого пятого или седьмого происшествия. Кажущееся столь малое влияние дороги вызвано тем, что работники автоинспекции расследуют происшествия без использования аппаратуры, которая могла бы объективно фиксировать размеры и состояние элементов дороги, а также погодные условия в момент возникновения происшествий [4].

Недооценка официальной статистикой роли дороги в возникновении дорожно-транспортных происшествий создает у дорожников настроение самоуспокоенности и способствует их формальному, а иногда и безразличному подходу к участию в борьбе за безопасность движения. В тех случаях, когда проводился детальный анализ с осмотром мест происшествий и учетом конкретных особенностей их возникновения, выяснялось, что дорожные условия в значительной степени способствовали возникновению этих происшествий, неожиданно осложняя управление автомобилем по сравнению с предшествующими участками.

Детальный анализ ДТП показывает, что причиной происшествий может быть скользкое покрытие (51,5 – 71,9%), покрытие с неровностями (9,6 – 22,5%), плохое стояние обочин (4,8 – 5,2%), плохое содер-

жание дорог в зимний период (4,7 – 5,2%), отсутствие знаков в необходимых местах (2,0 – 3,7%), сужение проезжей части дорожно-строительными машинами или материалами (1,8 – 2,9%) [2].

Участки дорог, не соответствующие режимам движения, складывающимся на основной протяженности дороги, становятся местами сосредоточения происшествий – очагами аварийности. Протяженность таких мест невелика по сравнению с общей протяженностью дорог. В России считают, что она не превышает 3 – 7% общей протяженности дорожной сети, но на них возникает от 30 до 50% всех происшествий [2].

Критерии отнесения участков дороги к категории опасных не одинаковы в разных странах и зависят от общей степени обеспеченности безопасности движения. В России опасность участков оценивают в зависимости от соотношения среднего числа происшествий на 1 км за 3 года на всей дороге и их числа на коротких участках, где они сосредоточивались (табл. 1.1.) [4].

Таблица 1.1

Характеристика участка в зависимости от числа происшествий и длины участка

Среднее число происшествий на 1 км дороги за 3 года	Минимальное количество происшествий для отнесения участка к категории опасных при длине участка		
	до 0,2 км	0,2–0,5 км	0,5–1,0 км
1	2	3	4
< 1	–	2	3
1–2	2	3	4
3–4	3	5	6
5–7	4	6	8
8–10	5	7	12
11–13	6	9	17
14–16	7	10	22

При оценке безопасности движения следует учитывать, что при проектировании новых автомобильных дорог технические нормативы на проектирование предполагают благоприятное состояние проезжей части – чистую сухую или слабо увлажненную шероховатую поверхность покрытия, обеспечивающую хорошее сцепление с шинами автомобилей. В то же время значительное влияние на сцепление и безопасность движения оказывают следующие природные факторы [7].

1. Эффективная ширина проезжей части. В зимний и осенне-весенний периоды происходит сужение проезжей части за счет снегоотложений и увеличения ширины полосы загрязнения (при неукрепленных обочинах, съездах, въездах, переездах).

2. Гололедообразование. В осенне-зимне-весенний период снижается коэффициент сцепления колеса с покрытием, соответственно снижается скорость потока и пропускная способность, возможен занос транспортных средств (ТС) при торможении.

3. Аквапланирование (глиссирование). Возникновение водяной пленки (после дождя) между колесом и покрытием приводит к снижению или потере управляемости автомобилем (ТС) вследствие снижения (потери) коэффициента сцепления колеса с покрытием проезжей части.

4. Туман, метель. Снижается видимость дорожных знаков, разметки, а также движущихся в потоке ТС.

5. Мокрое покрытие (после дождя). Наличие "блестящей поверхности" на покрытии ухудшает видимость дорожной разметки.

6. Темное время суток. Снижается видимость как обстановки дороги, так и дорожной ситуации из-за недостаточного освещения, снижается ориентация из-за ослепляющего воздействия фар встречных ТС, утомляемости водителя, неадекватности восприятия дорожной обстановки в темное и светлое время суток.

7. Колееобразование. Усложняется маневрирование на грунтовых дорогах, на асфальтобетонных покрытиях при большой интенсивности и ненормативных нагрузках на ось ТС, особенно на дорогах с льдообразованиями.

8. Боковой ветер. Занос ТС вызывает его опрокидывание и столкновения.

Необходимо помнить, что расчетное состояние покрытия не сохраняется неизменным в течение всего года в связи с влиянием на него меняющихся погодных условий. Особенно заметно изменение природно-климатических условий в течение года в районе с устойчивым снежным покровом (рис 1.2.). При определенных погодных условиях – высокой влажности воздуха и температурах от 0 до -3 °C на покрытии или на находящемся на нем тонком накатанном слое снега образуется тонкая пленка льда – гололед, снижающая коэффициент сцепления до 0,07 – 0,10.

Рассматривая влияние природно-климатических факторов в целом, необходимо отметить, что для условий средней полосы европейской части страны длительность нахождения проезжей части в разных состояниях составляет в среднем: сухое – 68%, мокрое, грязное и скользкое – 14%, со снежным накатом – 10% и при гололеде – 8% [4].

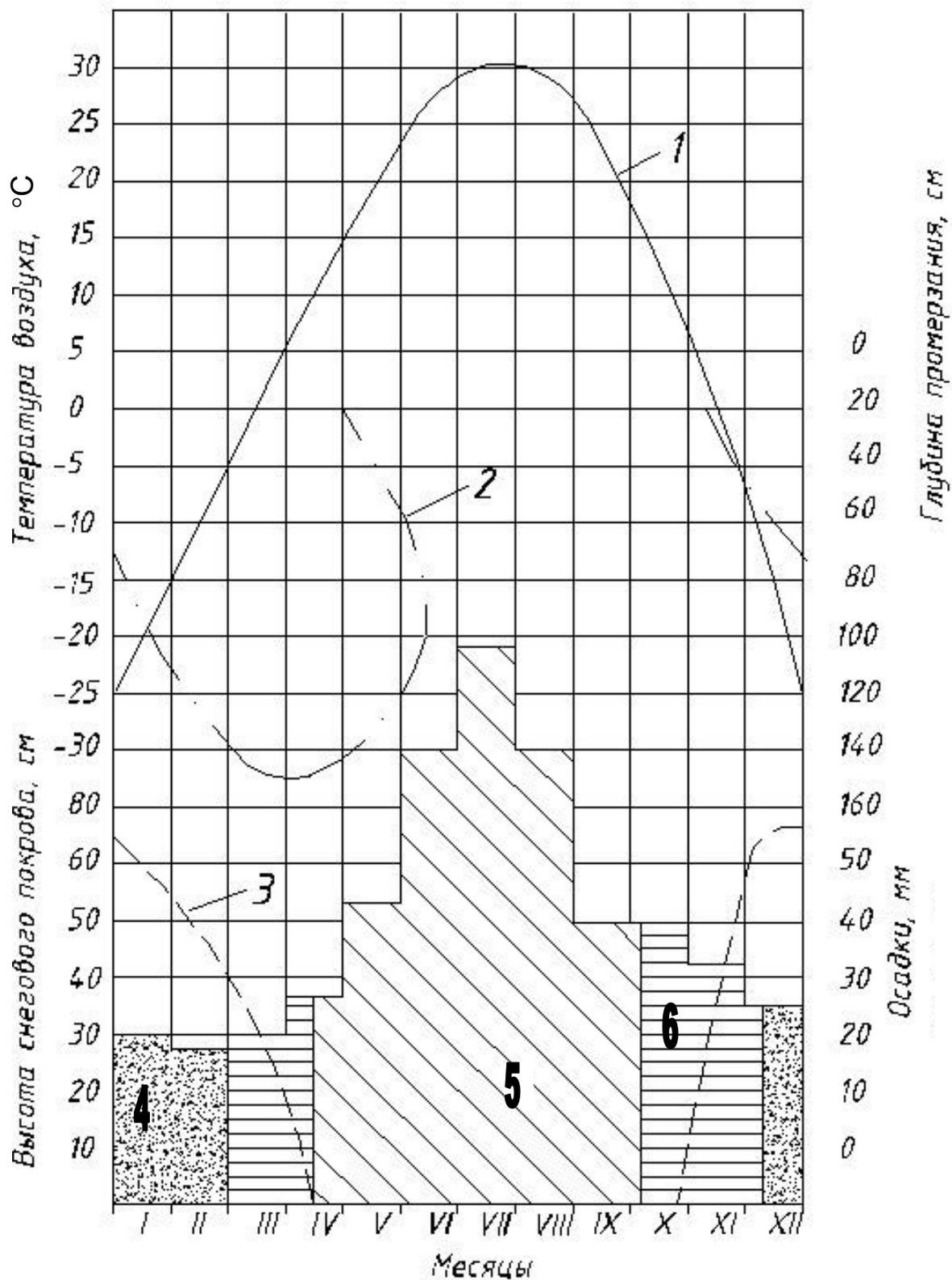


Рис. 1.2. График характеристик климата района проложения дороги:
 1 – температура; 2 – глубина промерзания; 3 – высота снежного покрова;
 4 – дождевые осадки; 5 – снеговые осадки; 6 – смешанные осадки

Неудовлетворительное состояние покрытия (32%) приводит к снижению коэффициента сцепления и увеличению длины тормозного пути автомобилей (ТС), а в ряде случаев создается опасность заноса.

Участки дороги в плане и продольном профиле, геометрические элементы которых были рассчитаны исходя из высоких коэффициентов сцепления (сухое покрытие – 68%), уже не могут обеспечить безопасного проезда с расчетной скоростью. Поскольку водители не могут точно оценить состояние покрытия во время дождя или снегопада, они часто превышают безопасную скорость, и на дороге возрастает количество дорожно-транспортных происшествий.

Немаловажный (однако в большинстве случаев недостаточно учитываемый) фактор – значительное изменение в течение года продолжительности светлого и темного периода суток. В северных районах страны зимой в часы утренних и вечерних суточных пиков движения автомобили движутся при свете фар, которые не обеспечивают необходимой дальности видимости покрытия при высокой скорости.

Устранение влияния погодных факторов, снижающих транспортно-эксплуатационные качества дороги и безопасность движения, является задачей службы ремонта и содержания дороги.

В зимний период около дороги накапливаются валы снега, которые уменьшают эффективную ширину проезжей части. Особенно затрудняется удаление снега из выемок, где из-за поперечного профиля дороги, способствующего снижению скорости снеговетрового потока, происходит интенсивное отложение снега (рис. 1.3).

Отложения снега на обочинах сужают проезжую часть, затрудняя обгоны и разъезды, что вызывает снижение скоростей транспортного потока. В переходные периоды весны и осени условия движения ухудшают частые туманы, ограничивающие видимость пути на расстоянии, необходимом для уверенного ведения автомобиля. Степень опасности туманов зависит от их густоты – объема взвешенных в воздухе мельчайших капелек воды. При водности тумана, превышающей $0,8 \text{ г/м}^3$ (сильный туман), видимость не превышает 50 м. Только при водности $0,4 \text{ г/м}^3$ видимость достигает 500 м, что можно считать соответствующим расстоянию видимости, необходимому для безопасного осуществления обгона на дорогах высших категорий.

Изменение состояния поверхности дороги и эффективности использования ширины проезжей части, а также сезонные колебания интенсивности движения и состава транспортных потоков меняют характер возникающих на дороге происшествий. Наиболее распростра-

ненными из них являются столкновения и опрокидывания автомобилей, составляющие в сумме более 65% общего числа происшествий.

Изменение соотношения числа лобовых столкновений и опрокидываний по сезонам года характеризует роль сужений проезжей части и скользкости покрытий в возникновении дорожно-транспортных происшествий. Это соотношение, составляющее 4,14 зимой, 2,37 и 2,08 весной и осенью, снижается до 1,57 летом. Роль опрокидывания при съездах с дороги на кривых возрастает летом при увеличении в транспортном потоке легковых автомобилей и мотоциклов [2].

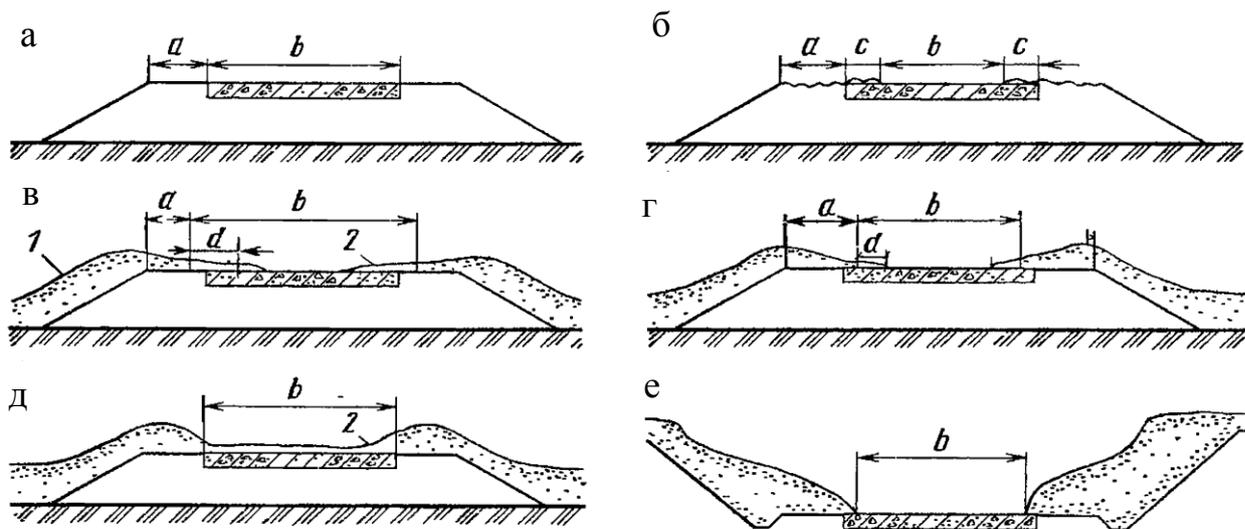


Рис. 1.3. Использование проезжей части в разные периоды года:

- а – летом; б – весной и осенью при неукрепленных обочинах; в – зимой на регулярно очищаемых от снега участках при отсутствии помех на обочинах; г – то же при наличии ограждений на обочинах; д – то же при неполной очистке дороги от снега без удаления снежных валов на обочинах; е – в выемках; а – фактическая ширина обочин; б – используемая ширина проезжей части; с – полосы покрытия, загрязняемые весной и осенью; d – уплотненные полосы снега или льда; 1 – рыхлый снег; 2 – уплотненный снег или лед

Сильные порывы ветра, опасные для движения по открытой местности, могут привести к сносу и даже опрокидыванию ТС. Известны случаи, когда шквальные порывы ветра в степных и приморских районах опрокидывали автобусы и грузовые автомобили с высокими фургонами. В России на значительной части территории средние годовые скорости ветра превышают 6 – 9 м/с. Немало районов, где скорость ветра превышает 30 – 40 м/с.

В таких местах особую опасность представляет момент выезда автомобиля из зон затишья (выемок, тоннелей, лесных просек, участков с густыми плотными насаждениями) на открытое место, где неожиданно для водителя на автомобиль воздействует боковой порыв

ветра. На кривых малого радиуса боковое давление, складываясь с центробежной силой, может снижать устойчивость автомобиля. Опасность, возникающая на высоких насыпях и характерных для современных автомобильных магистралей высоких виадукх через глубокие долины, где скорости ветра выше, тем значительнее, чем меньше коэффициент поперечного сцепления шин с покрытием и выше скорость движения.

Боковое давление вызывает боковой увод шин, которые, распрямляясь при въезде в зону затишья, создают толчок. Опасность дорожно-транспортного происшествия от сноса автомобиля ветром с дороги или на полосу встречного движения зависит от скорости движения ТС и скорости ветра [4]:

скорость легкового автомобиля, км/ч	60 – 80	100	120
опасная скорость бокового ветра, м/с	15	10	5

Для предупреждения об опасности происшествий от бокового ветра устанавливают дорожные знаки «Боковой ветер» и ветровые конусы на придорожной полосе. Зоны перехода от участков затишья к открытым местам ограждают высокими решетчатыми ограждениями на протяжении 40 – 50 м с просветами между вертикальными планками шириной 20 см, постепенно возрастающими от начала к концу с 10 до 80 см. Этим обеспечивается плавность нарастания бокового давления ветра.

В целом подавляющее большинство водителей проезжает сложные участки дорог с повышенной внимательностью. Как правило, эти участки требуют для безопасности проезда снижения скорости по сравнению со скоростью на предшествующем участке с более благоприятными дорожными условиями. Неосмотрительные и неопытные водители, мало считаясь с особенностями расположенных впереди участков дороги, могут въехать на опасный участок с высокой скоростью, превышающей безопасную скорость для этого участка. Сталкиваясь неожиданно для себя с необходимостью резкого снижения скорости, они попадают в аварийную ситуацию. В аналогичное положение могут попасть и усталые водители, скорость реакции которых замедленная. Опасным является и период выезда с опасных участков, когда возможны столкновения с встречными автомобилями при попытках обгона в сложных дорожных условиях медленно едущих автомобилей быстрыми.

Опасность возникновения происшествия может быть охарактеризована коэффициентом безопасности. Коэффициентом безопасно-

сти называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобиля на этот участок (начальная скорость движения).

Обследования большого числа опасных участков дорог и анализ первичных актов о дорожно-транспортных происшествиях показали, что участки с отношением скоростей движения одиночных свободно движущихся автомобилей (ТС) от 0,8 до 1,0 можно считать безопасными для движения, с отношениями от 0,6 до 0,8 – малоопасными, от 0,4 до 0,6 – опасными и менее 0,4 – очень опасными [4].

В большинстве случаев при въезде на сложные участки дорог водители интуитивно притормаживают, тем более сильно, чем ниже коэффициент безопасности. Для большинства водителей характерны следующие реализуемые при этом отрицательные ускорения:

коэффициент безопасности	0,2	0,4	0,8	0,9	1,0
отрицательное ускорение, м/с ² ...	1,1	1,0	0,8	0,5	0,2

Именно непрерывностью и плавностью изменения кривизны трассы объясняются высокие транспортные качества и большая безопасность движения дорог, запроектированных с соблюдением принципов пространственной плавности и ландшафтного проектирования с введением длинных переходных кривых и обеспечением значительного расстояния видимости, исключающих резкие изменения скорости движения автомобилей.

Изменение пропускной способности на сложном участке дороги связано с его коэффициентом безопасности. При разработке строительных норм и правил на автомобильные дороги принимают, что типичная пропускная способность дороги определяется точкой N_i пересечения на графике (рис. 1.4) линий экспериментальной зависимости средней скорости транспортного потока от интенсивности движения и теоретической зависимости между скоростью и пропускной способностью по предпосылкам простейшей динамической модели [4].

Первая из линий выражается уравнением

$$v_n = v_1 - \alpha N, \quad (1.4)$$

где v_1 – скорость свободного движения одиночного автомобиля на рассматриваемом участке дороги, км/ч;

N – интенсивность движения, авт./ч;

α – коэффициент, зависящий от состава потока движения.

Вторая кривая выражает уравнение интенсивности колонного движения в зависимости от постоянной скорости потока однотипных автомобилей (ТС):

$$N = \frac{1000v_N}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{1000v_N}{\frac{v_N}{3,6} + \frac{K_{\text{Э}}v_T^2}{254(\varphi \pm i + f)} + l_3 + l_4}, \quad (1.5)$$

где v_N – скорость, км/ч;

l_1 – путь, проходимый автомобилем за время реакции водителя;

l_2 – тормозной путь, м;

l_3 – длина автомобиля, м;

l_4 – расстояние между автомобилями в случае остановки колонны, м;

$K_{\text{Э}}$ – коэффициент эксплуатационного состояния тормозов;

φ – коэффициент сцепления;

i – продольный уклон дороги, принимаемый при движении на подъем со знаком плюс, а на спуск – со знаком минус.

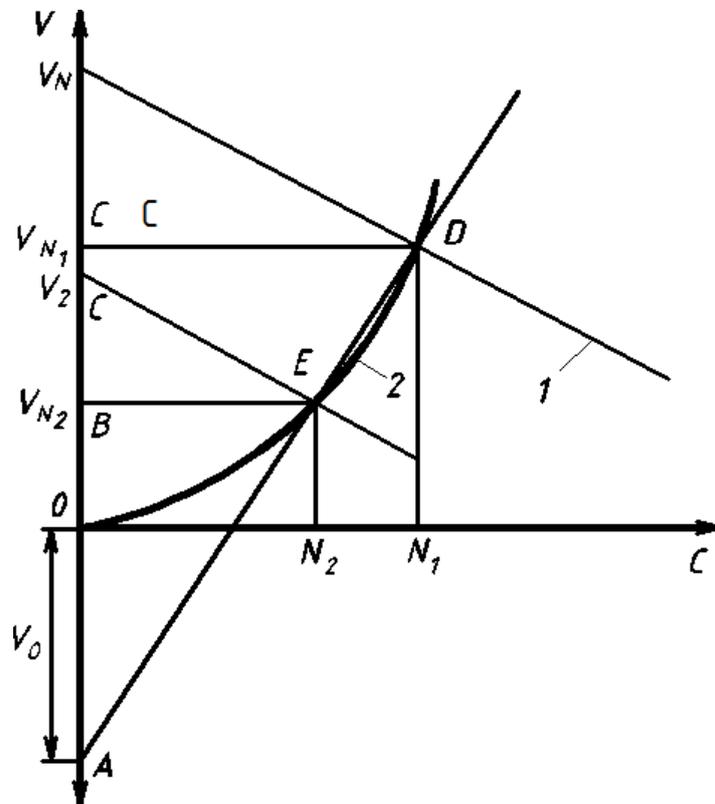


Рис. 1.4. Схема для определения связи пропускной способности дороги и безопасности движения:

1 – зависимость скорости транспортного потока от его интенсивности;

2 – пропускная способность по формуле упрощенной динамической теории транспортного потока; v_{N1} – скорость при типичной пропускной способности

Структура формулы (1.4) показывает, что средняя скорость транспортного потока при изменении дорожных условий меняется на такое же значение, как и скорость свободного движения одиночного

автомобиля v_1 , т. е. при снижении его скорости из-за ухудшения дорожных условий с v_1 до v_2 скорость потока будет характеризоваться на графике линией DE. В пределах ограниченного интервала скоростей v – кривую 2 на рис. 1.4 можно с малой погрешностью заменить прямой AD.

Из подобия треугольников ABE и ACD следует:

$$BE = \frac{CD \cdot AB}{AC}, \text{ или } N_2 = \frac{N_1(v_0 + v_{N2})}{v_0 + v_{N1}}, \quad (1.6)$$

где v_0 – отрезок, отсекаемый на оси ординат спрямляющей линией;
 vN_1 и vN_2 – скорости, соответствующие интенсивности движения N_1 и N_2 .

Подставив в формулу (1.5) с учетом зависимости (1.4) значения скоростей, соответствующих пропускной способности предшествующего и опасного участков (N_1 и N_2), получим после преобразования

$$N_2v_1 = N_1v_2 + v_0(N_1 - N_2). \quad (1.7)$$

Разделив обе части выражения (1.5) на N_2v_1 и учитывая, что отношение v_2/v_1 – коэффициент безопасности при переходе с одного участка дороги на другой (K_6), получаем отношение пропускных способностей, которое можно назвать коэффициентом снижения пропускной способности:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{K_6v_2 + v_0}{v_2 + v_0}. \quad (1.8)$$

Выражение (1.8) доказывает, что чем меньше коэффициент безопасности (K_6), тем значительно снижается пропускная способность дороги.

На многих дорогах России интенсивность движения превышает типичную пропускную способность. Условия движения при этом существенно ухудшаются. Расстояния между автомобилями в транспортном потоке вначале сокращаются за счет запаса l_4 , а затем тормозного пути l_2 . Напряженность работы водителей и риск наезда на впереди идущий автомобиль повышаются. В результате кривая теоретической пропускной способности как бы смещается на графике вправо в тем большей степени, чем сильнее превышает фактическая интенсивность движения пропускную способность. Скорость движения при этом становится заметно меньшей ($v_{N2} < v_{N1}$), а при существенном превышении теоретической пропускной способности могут возникать заторы.

Из-за уменьшения средней скорости транспортного потока на опасных участках дороги снижается эффективность использования автомобильного транспорта. Считая приближенно, что участок, на котором сказывается влияние опасного места (рис. 1.4), автомобили проходят не со входной скоростью ($v_{вх}$), а со средней скоростью $(v_{вх} + v_2 / 2)$ (v_2 – скорость проезда опасного участка), можно рассчитать, что суммарные потери автомобильного транспорта в результате снижения скорости связаны с коэффициентом безопасности зависимостью

$$T = \frac{(1 + K_{\sigma})NLr}{(1 - K_{\sigma})}, \quad (1.9)$$

где L – протяженность участка, на котором ощущается снижение скорости, км;

N – интенсивность движения, авт./ч;

r – стоимость эксплуатации автомобиля, руб/ч.

При высокой интенсивности движения суммарные потери автомобильного транспорта весьма ощутимы. Их учет существенно способствует обоснованию эффективности мероприятий по повышению безопасности движения при перестройке опасных участков.

Таким образом, мероприятия по повышению безопасности движения одновременно увеличивают пропускную способность дороги и повышают производительность автомобильного транспорта. Затраты на осуществление мероприятий по повышению безопасности движения не являются чисто расходной статьей сметы на содержание дорог, а быстро окупаются улучшением условий перевозок.

В то же время решение проблемы безопасности дорожного движения требует проведения комплексных мероприятий и включает:

- уточнение требований к здоровью и физическому состоянию водителей, совершенствование их первоначальной подготовки и систематическое повышение квалификации;

- повышение требований к конструктивной безопасности автомобилей и техническому состоянию их в условиях эксплуатации;

- совершенствование требований к пользованию дорогами и соблюдению правил движения водителями;

- организацию и оперативное управление движением – активное и пассивное регулирование;

- своевременную информацию водителей о постоянных и меняющихся условиях движения по дороге (туман, гололед, ремонтируемые участки) установкой знаков, оповещением в печати, по радио и телевидению, изданием маршрутных карт с указанием опасных мест;

- совершенствование медицинской и технической помощи при дорожно-транспортных происшествиях и создание притрассовой системы телефонной связи;

- учет особенностей восприятия водителями дорожных условий в проектировании дорог и организации дорожного движения;

- обучение населения вопросам безопасности движения;

- совершенствование методов расследования дорожно-транспортных происшествий и разработку объективных методов оценки причин возникновения происшествий;

- поддержание службой ремонта и содержания дорог транспортно-эксплуатационных качеств дороги;

- разработку экономичных методов перестройки опасных мест;

- решение задач социологического характера – создание благоприятных условий труда и быта водителей.

Несмотря на эффективность мероприятий по повышению безопасности движения на дорогах остаются опасные места.

Для безопасного проезда опасных мест необходимо существенно снизить скорость потока автомобилей из-за неожиданного ухудшения дорожных условий или необходимости перестроений транспортного потока, связанных с изменением ранее сложившегося режима движения. Для снижения скорости водители используют торможение.

Существуют два основных режима торможения.

- служебное; задача – остановить автомобиль, не нарушая удобство езды пассажира и безопасность движения;

- аварийное (торможение, грозящее опасным, внезапным, полным отказом автомобиля и системы водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС) в целом); задача – остановиться, сохраняя требуемую траекторию движения.

Эффективность торможения оценивается величиной тормозного пути, или отрицательного ускорения (замедления). В зависимости от того, какие колеса тормозные – передние, задние или все, какой автомобиль – легковой или грузовой, эффективность торможения будет различной [8], что объясняется перераспределением вертикальных реакций на колесах при торможении.

Для определения замедления при торможении воспользуемся расчетной схемой (рис. 1.5). При условии, что все колеса тормозные, определим сумму моментов относительно точек контакта задних и передних колес [8]:

$$Z_1L - G_a b - F_j h_g = 0, \quad (1.10)$$

$$Z_2L - G_a a + F_j h_g = 0. \quad (1.11)$$

Проектируя силы на ось X, получаем:

$$F_T = F_{T1} + F_{T2} = F_j. \quad (1.12)$$

Далее воспользуемся понятием удельной тормозной силы (γ):

$$\gamma = \frac{F_{Ti}}{G_a}. \quad (1.13)$$

Удельная тормозная сила лежит в пределах: $0 < \gamma \leq \varphi$, где φ – коэффициент сцепления шины с дорогой при торможении.

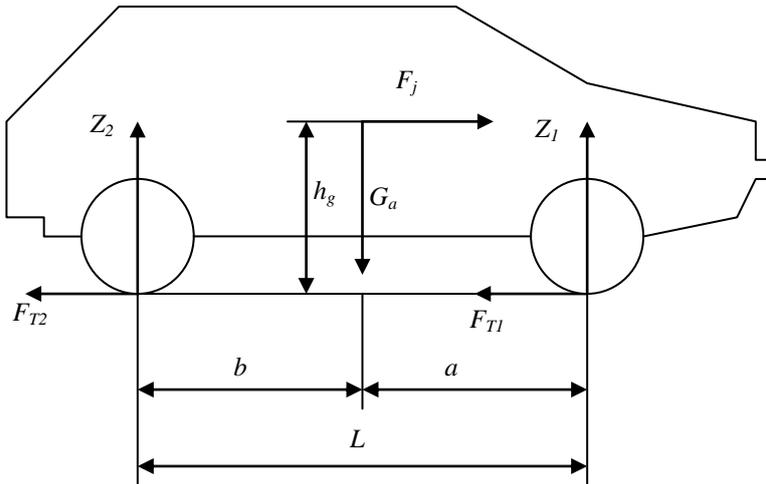


Рис. 1.5. Силы, действующие на автомобиль при торможении:
 G_a – сила тяжести; Z_1, Z_2 – вертикальные реакции, F_{T1}, F_{T2} – тормозные силы;
 F_j – сила инерции; J_T – замедление при торможении на горизонтальном участке без учета сопротивления ветра; h_g – высота центра тяжести; a – расстояние от передней оси до центра тяжести; b – расстояние от задней оси до центра тяжести; L – база автомобиля

Учитывая удельную тормозную силу, получим следующие уравнения:

$$F_T = \gamma G_a \text{ и } F_j = j_T \frac{G_a}{g}. \quad (1.14)$$

В результате, замедление при торможении будет определяется следующей зависимостью:

$$j_T = \gamma g. \quad (1.15)$$

При условии, что тормозные колеса передние, уравнения (1.10) и (1.11) остаются без изменений, а вместо зависимости (1.15) получим следующие уравнения:

$$F_{T1} = Z_1 \gamma ; F_{j1} = j_{T1} \frac{G_a}{g} ; F_{T1} = F_j. \quad (1.16)$$

Замедление при торможении передних колес можно выразить уравнением

$$j_{T1} = \gamma g \frac{Z_1}{G_a}. \quad (1.17)$$

Из уравнения (1.10) с учетом формулы (1.17) найдем реакцию Z_1 :

$$Z_1 = \frac{G_a b}{(L - \gamma h_g)}. \quad (1.18)$$

Замедление при торможении передних колес получим, подставив уравнение (1.18) в формулу (1.17):

$$j_{T1} = \frac{g \gamma b}{(L - \gamma h_g)}. \quad (1.19)$$

При тормозных колесах задних применяем методику расчета замедления при торможении передних колес, в результате получим следующие уравнения:

$$F_{T2} = Z_2 \gamma; F_{j2} = j_{T2} \frac{G_a}{g}; F_{T2} = F_j; j_{T2} = \gamma g \frac{Z_2}{G_a}; Z_2 = \frac{G_a a}{(L + \gamma h_g)}. \quad (1.20)$$

Замедление при торможении задних колес получим, подставив уравнение (1.18) в формулу (1.17):

$$j_{T2} = \frac{g \gamma a}{(L + \gamma h_g)}. \quad (1.21)$$

Пример расчета замедления ТС при торможении

Задание

Определить замедление при различных условиях торможения (тормозные колеса все, передние, задние) и режимах торможения (служебное и аварийное) для легковых автомобилей и автомобилей повышенной проходимости (джип).

Решение

Исходные данные принять согласно Приложению 1.

Дополнительные исходные данные.

Удельная тормозная сила: служебное торможение $0 < \gamma \leq 0,25$; аварийное торможение $0,25 < \gamma \leq 0,75$. Замедление при торможении: служебное торможение $0 < j_T \leq 2,5 \text{ м/с}^2$; аварийное торможение $2,5 < j_T \leq 7,5 \text{ м/с}^2$.

Положение центра тяжести относительно базы автомобиля: легковые автомобили – $a = b = 0,5L$, $h_g = 0,27L$; автомобили повышенной проходимости (джип) – $a = 0,7L$; $b = 0,3L$; $h_g = 0,38L$.

Служебное торможение. *Легковой автомобиль Audi.*

$L = 2,650 \text{ м}$; $a = b = 1,325 \text{ м}$; $h_g = 0,7155 \text{ м}$; $\gamma = 0,25$.

1. Определяем замедление при торможении передних колес:

$$j_{T1} = \frac{0,25 \cdot 9,81 \cdot 1,325}{2,650 - 0,25 \cdot 0,7155} = 1,315 \text{ м/с}^2.$$

2. Определяем замедление при торможении задних колес:

$$j_{T2} = \frac{0,25 \cdot 9,81 \cdot 1,325}{2,650 + 0,25 \cdot 0,7155} = 1,149 \text{ м/с}^2.$$

3. Определяем замедление при торможении всех колес:

$$j_T = 0,25 \cdot 9,81 = 2,453 \text{ м/с}^2.$$

Аварийное торможение. *Легковой автомобиль Audi*, $\gamma = 0,75$.

1. Определяем замедление при торможении передних колес:

$$j_{T1} = \frac{0,75 \cdot 9,81 \cdot 1,325}{2,650 - 0,75 \cdot 0,7155} = 4,614 \text{ м/с}^2.$$

2. Определяем замедление при торможении задних колес:

$$j_{T2} = \frac{0,75 \cdot 9,81 \cdot 1,325}{2,650 + 0,75 \cdot 0,7155} = 3,059 \text{ м/с}^2.$$

3. Определяем замедление при торможении всех колес:

$$j_T = 0,75 \cdot 9,81 = 7,360 \text{ м/с}^2.$$

Служебное торможение. *Автомобиль повышенной проходимости Nissan*.

$L = 2,450$ м; $a = 1,715$; $b = 0,735$ м; $h_g = 0,931$ м; $\gamma = 0,25$.

1. Определяем замедление при торможении передних колес:

$$j_{T1} = \frac{0,25 \cdot 9,81 \cdot 0,735}{2,450 - 0,25 \cdot 0,931} = 0,813 \text{ м/с}^2.$$

2. Определяем замедление при торможении задних колес:

$$j_{T2} = \frac{0,25 \cdot 9,81 \cdot 1,715}{2,650 + 0,25 \cdot 0,931} = 1,568 \text{ м/с}^2.$$

3. Определяем замедление при торможении всех колес:

$$j_T = 0,25 \cdot 9,81 = 2,453 \text{ м/с}^2.$$

Аварийное торможение. *Автомобиль повышенной проходимости Nissan*, $\gamma = 0,75$.

1. Определяем замедление при торможении передних колес:

$$j_{T1} = \frac{0,75 \cdot 9,81 \cdot 0,735}{2,450 - 0,75 \cdot 0,931} = 3,087 \text{ м/с}^2.$$

2. Определяем замедление при торможении задних колес:

$$j_{T2} = \frac{0,75 \cdot 9,81 \cdot 1,715}{2,450 + 0,75 \cdot 0,931} = 4,008 \text{ м/с}^2.$$

3. Определяем замедление при торможении всех колес:

$$j_T = 0,75 \cdot 9,81 = 7,360 \text{ м/с}^2.$$

Результаты расчета сводим в таблицу (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Сводная таблица расчета параметров замедления при торможении

Схема торможения	Режимы торможения			
	Служебное		Аварийное	
	<i>Audi</i>	<i>Nissan</i>	<i>Audi</i>	<i>Nissan</i>
Тормозные колеса – передние	1,315 Менее комфортно	0,813 Более комфортно	4,614 Более безопасно	3,087 Менее безопасно
Тормозные колеса – задние	1,149 Более комфортно	1,568 Менее комфортно	3,059 Менее безопасно	4,008 Более безопасно
Тормозные колеса – все	2,453 Одинаково не комфортно		7,360 Одинаково безопасно	

1.2. Водитель и безопасность движения

Водитель оценивает условия движения преимущественно визуально. Дополнительными источниками информации являются передающиеся на организм водителя ускорения, возникающие при проезде по кривым и неровным участкам дороги.

Факторами, влияющими на избираемые водителями режимы движения, являются:

- элементы дороги, непосредственно влияющие на управление автомобилем (изменения направления дороги, дорожные знаки, неровности проезжей части, примыкания, разветвления и перекрестки, обеспеченная видимость). Мысленно оценивая их влияние на условия движения, увязывая эту оценку с требованиями Правил движения [6], водитель подсознательно изменяет скорость движения;

- обстановка движения — встречные и попутные автомобили, мотоциклисты и велосипедисты, пешеходы на обочинах, погодные условия;

- отвлекающие внимание водителя объекты, не связанные непосредственно с движением, — здания, сооружения и деревья на придорожной полосе, пролетающие над дорогой самолеты, горные вершины на горизонте и др.

1.2.1. Восприятие водителем дорожных условий и безопасность движения по дорогам

Особенность восприятия водителем информации о дорожных условиях заключается в том, что в процессе движения взгляд водителя постоянно скачкообразно перебрасывается с одного объекта на дороге и придорожной полосе на другой, как бы выделяя опорные точки, вырисовывающие пространственный коридор, по которому он ведет автомобиль (рис. 1.6). Такими точками являются края проезжей части и земляного полотна, линии разметки и осевой шов бетонных дорожных покрытий, ряды придорожных насаждений, нависающие над дорогой скалы, дорожные знаки, встречные автомобили и др.

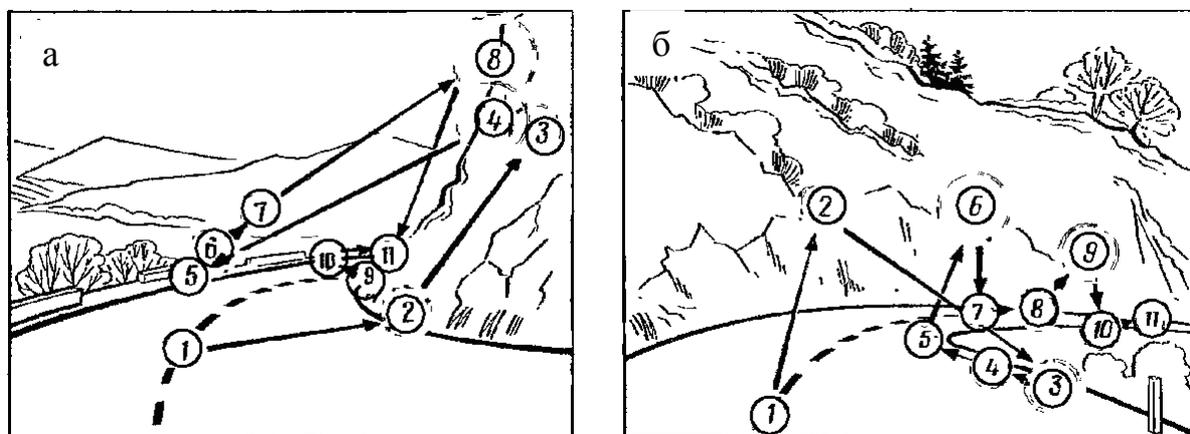


Рис. 1.6. Перемещение взгляда водителя при проезде кривых в плане на горных дорогах:

а – выпуклая кривая; б – вогнутая кривая (номера точек соответствуют последовательности сосредоточения взгляда водителя, диаметры кружков – его относительной продолжительности)

При выборе объекта в первую очередь взгляд водителя останавливается на предметах более ярких и расположенных на пути следования автомобиля, особенно на проезжей части и обочинах дороги. Количество объектов, которые водитель может различить и зафиксировать в своем сознании, ограничено продолжительностью времени, необходимого для восприятия отдельных раздражителей его органами чувств.

Для каждого из них существует пороговая величина, зависящая от эмоционального напряжения человека. В среднем для зрения она равна 1/10 с, для слуха – 1/20 с, для мускульной реакции на толчки и тряску – 1/5 с. Более частые воздействия, сливаясь, воспринимаются органами чувств как непрерывные процессы – мелькание в глазах,

гул, вибрация. Обычно водитель в каждый момент времени сосредоточивает свое внимание только на одном конкретном явлении, получая о других, одновременно происходящих, только самое общее представление [7].

При возрастании скорости взгляд водителя охватывает все меньшую ширину дорожной полосы и сосредоточивается на большем удалении автомобиля (рис. 1.7). Сужение зоны сосредоточения внимания водителей повышает опасность наезда на неожиданно появляющихся на дороге с придорожной полосы пешеходов или животных.

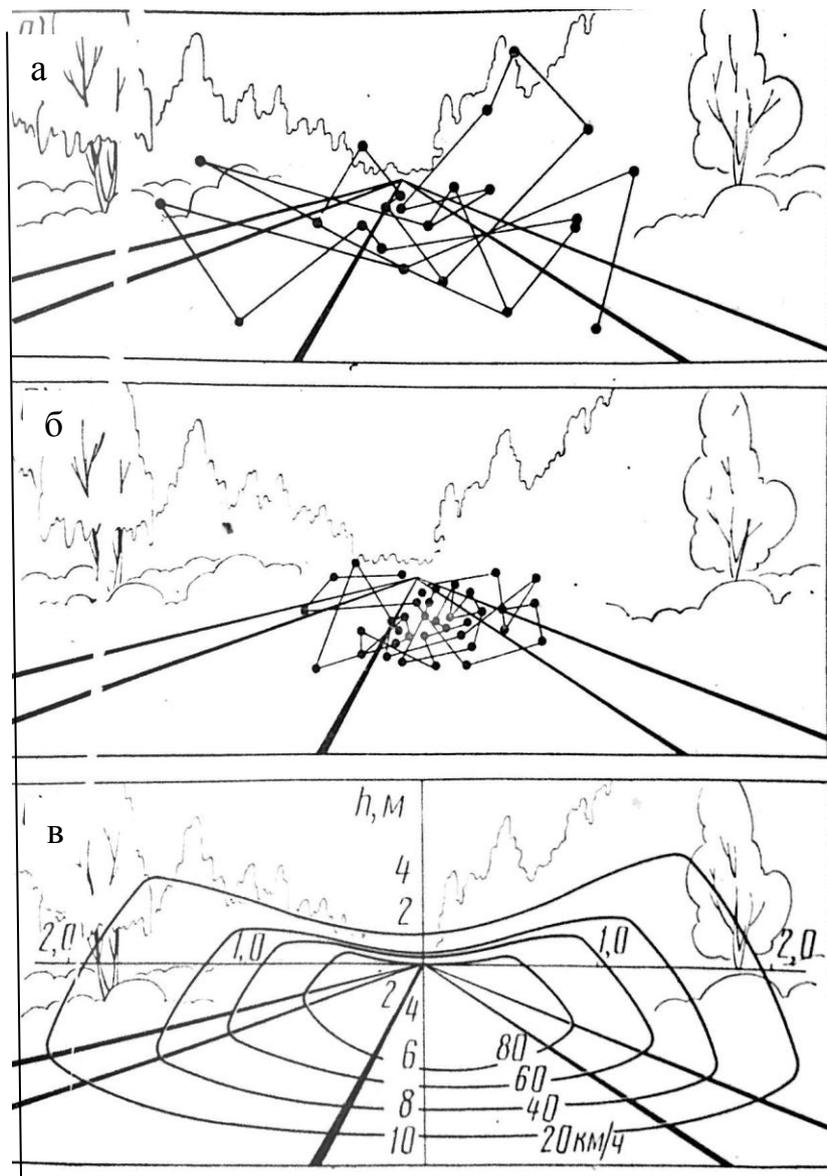


Рис. 1.7. Точки сосредоточения взгляда водителя за период в 3 мин при проезде по дороге с разными скоростями:
 а – 20 км/ч; б – 80 км/ч, в – зоны, охватываемые взглядом (цифры в градусах на сетке координат характеризуют отклонения точек от взгляда водителя, направленного вдоль дороги)

При свободном движении одиночных автомобилей, характерном для малой интенсивности, водители движутся со скоростью, при которой плотность объектов близка к оптимальной для их восприятия. При монотонности дорожных условий (малой плотности или однообразии объектов, привлекающих внимание, например при движении по длинному прямому участку в открытой степной местности или по однородной лесной просеке) поступающее к водителю количество информации меньше, чем необходимо для поддержания его активности. Наступает «сенсорный голод», по терминологии инженерной психологии. Острота восприятия водителем окружающей обстановки снижается, мысли рассеиваются или переключаются на события, не имеющие отношения к движению по дороге и отвлекающие водителя. Продолжительность реакции водителя увеличивается, а надежность работы снижается. Самое незначительное осложнение условий движения может явиться причиной дорожно-транспортного происшествия.

В сознании водителя при движении происходит непрерывная смена картин. В зависимости от дорожной обстановки, частоты встреч и обгонов, ландшафта местности количество объектов сосредоточения внимания (раздражителей) меняется. Распознавание объектов в поле зрения происходит как бы в два этапа, начинаясь с беглого их осмотра. Выполняя предварительную их оценку, водитель начинает более детальное распознавание объектов, сосредоточиваясь затем на более важных из них, пока не опознает их на 70 – 80%.

Считается, что в открытой местности водители фиксируют явления, происходящие перед ними, в зоне до 600 м, на городской улице – от 50 до 100 м [9]. Для каждого водителя существует оптимальная плотность объектов внимания, характеризуемая продолжительностью времени, которое ему необходимо для их распознавания и оценки значимости. При оптимальной плотности и разнообразии объектов внимание водителей активизируется. При перегрузке информацией внимание рассеивается, и водитель не замечает существующих элементов, например знаков.

Трудные условия создаются при движении автомобиля в составе плотного транспортного потока. Наблюдения показали, что, следуя по одной и той же дороге при одиночном движении в течение 1 мин, водитель в 1,5 раза чаще бросал взгляд на знаки и в 2,7 раза на кромку проезжей части, чем при колонном движении.

В то же время, если придорожные ландшафты и проложение трассы в плане однотипны на большом протяжении, у водителей вырабатывается определенная последовательность движения, с которой они

свыкаются, а их внимание притупляется. Однообразный ритм движения вызывает автоматизм операций управления автомобилем.

Таким образом, признаком опасных мест является не столько значительное осложнение дорожных условий, сколько необходимость частого неожиданного для водителя изменения режимов движения транспортных потоков по сравнению с предшествующими участками.

1.2.2. Эмоциональная напряженность водителя и пути предотвращения происшествий, связанных с дорожными условиями

Изменение условий проезда на разных участках дороги или их осложнение в связи с увеличением интенсивности движения и тем более при неправильных действиях других водителей или пешеходов немедленно отражается на нервно-психическом состоянии водителя и степени его эмоциональной напряженности. Это вызывается усложнением ведения автомобиля, необходимостью преодоления «психологической инерции» при изменении стереотипа ритма движения, выработавшегося на предыдущих участках, воздействием неожиданных маневров других автомобилей, уменьшением расстояния видимости.

Особенно опасен переходный период, когда водитель изменяет скорость своего автомобиля, приспособляясь к условиям движения на новом участке дороги. В табл. 1.3 приведены средние относительные значения разных показателей при различной степени напряженности, выраженные в долях оптимальной напряженности, соответствующей максимальной надежности работы водителя [4].

Таблица 1.3

Показатели напряженности

Показатель	Относительные характеристики напряженности					
	Сенсорный голод	Недогрузка	Оптимальная нагрузка	Повышенная нагрузка	Перегрузка	Запредельная напряженность
1. Надежность работы, %	60	85	100	85	60	–
2. Частота пульса	0,85	0,9	1	1,15	1,25	>1,3
3. Кожно-гальваническая реакция	0,16	0,40	1	1,9	2,9	>3,3
4. Частота фиксации	0,4	0,7	1	1,2	1,4	>1,7
5. Частота дыхания	0,8	0,9	1	1,35	1,35	>1,4

Возрастание эмоциональной нагрузки водителей при проезде трудных для проезда и опасных мест соответствует местам резкого снижения средней скорости транспортных потоков и, следовательно, уменьшения коэффициента безопасности (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Эмоциональная напряженность водителя в зависимости от коэффициента безопасности

Характеристика участка	Коэффициент безопасности	Эмоциональная напряженность
1. Безопасный	0,90	Оптимальная
2. Малоопасный	0,65 – 0,90	Повышенная
3. Опасный	0,50 – 0,65	Перегрузка
4. Очень опасный	0,46	Запредельно напряженная

При плавном логическом сочетании элементов трассы дороги и постепенной, нерезкой смене ландшафта придорожной полосы скорость движения по дороге изменяется в малых пределах, а нервно-эмоциональная нагрузка водителей существенно снижается, оставаясь оптимальной в отношении внимательности и активности водителей и продолжительности их реакции, следовательно, движение безопаснее, а управление автомобилем менее утомительно. Характерна связь между нервно-эмоциональной напряженностью водителей и коэффициентом безопасности при смене дорожных условий (см. табл. 1.4).

Дальнейшее совершенствование методов проектирования дорог и их оборудования должно быть направлено на обеспечение безопасности движения не только с позиций механической устойчивости автомобилей, как было до сих пор, но и на соблюдение требований оптимальной нервно-эмоциональной нагрузки водителей.

Изменение скоростей транспортных потоков в местах сосредоточения происшествий, связанных с дорожными условиями, показывает, что для их предотвращения необходимы мероприятия, обеспечивающие плавное изменение скорости и устранение причин возникновения в этих местах внутренних помех.

Ряд мероприятий показаны на рис. 1.8, к ним можно отнести:

- выравнивание скоростей по протяжению дороги (повышение скоростей путем реконструкции мест, где скорости существенно снижаются, и ограничение скоростей на опасных участках);
- обеспечение пространства, необходимого для маневров автомобилей и уверенного ведения автомобиля по дороге (видимость в плане, продольном профиле и на придорожной полосе, уширение проезжей части в кривых малого радиуса и в конце спусков, устройство обгонных прямых участков при извилистой трассе);

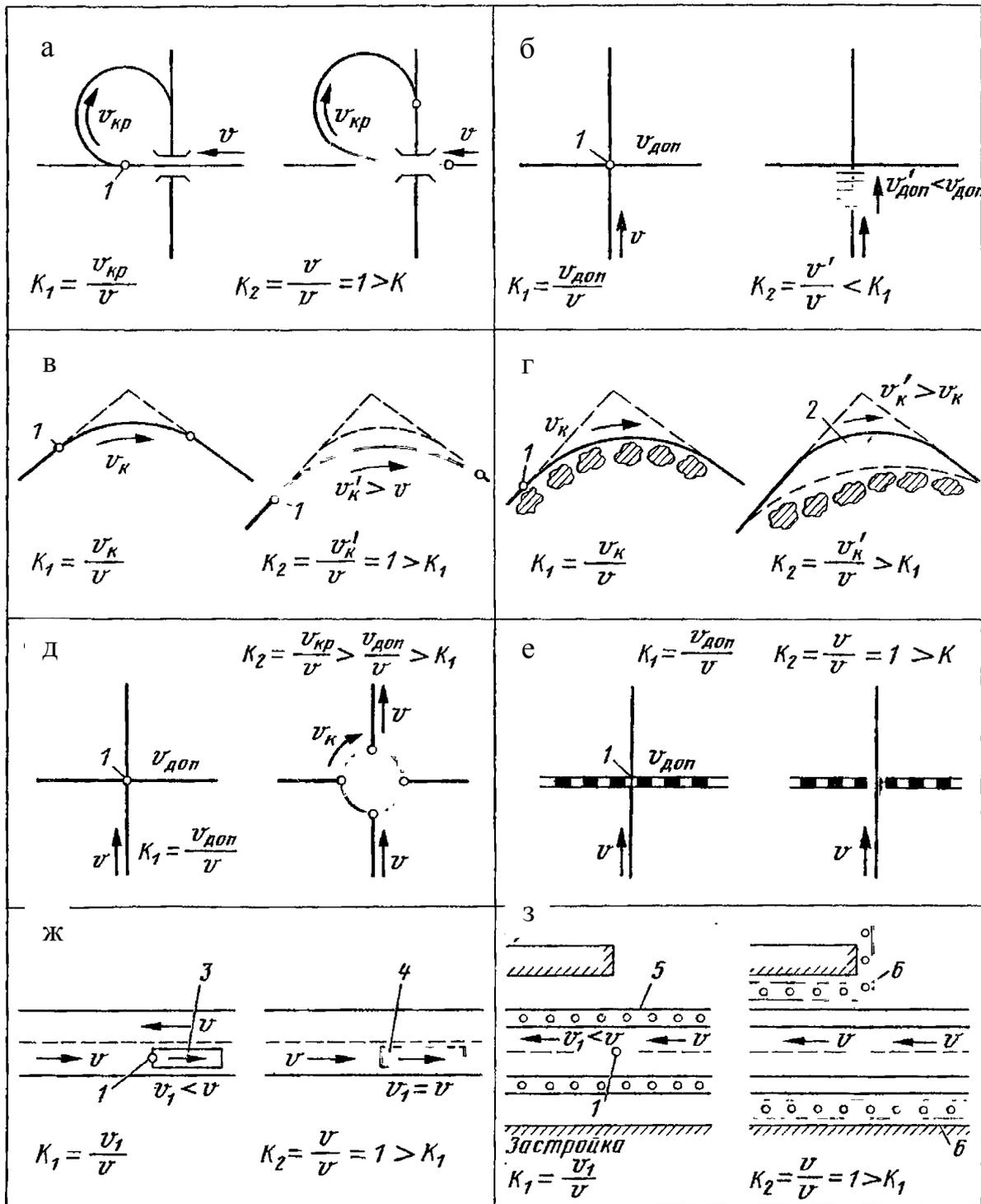


Рис. 1.8. Изменение коэффициента безопасности при проведении мероприятий по регулированию скорости движения:
 а – устройство переходно-скоростных полос; б – устройство трясущих полос перед переездом; в – увеличение радиуса кривой; г – увеличение видимости на кривой вырубкой деревьев; д – устройство кольцевой развязки на пересечении; е – постройка путепровода через железную дорогу; ж – устранение неровного или скользкого участка покрытия; з – устройство тротуара в населенном пункте; 1 – место снижения скорости; 2 – срезка видимости; 3 – неровное или скользкое покрытие; 4 – отремонтированное покрытие; 5 – пешеходы на обочинах; 6 – тротуары

– обозначение трассы дороги для водителей (общего ее направления за пределами непосредственной видимости и разметка на проезжей части полос движения).

– использование мер пассивного регулирования движения (разметка проезжей части, устройство пересечений в одном уровне с направляющими островками).

В зависимости от местных условий для достижения этих целей могут предусматриваться следующие мероприятия:

– перестройка опасных участков дороги – изменение элементов плана, продольного и поперечного профилей, вызывающих снижение скоростей и создающих помехи для движения (увеличение радиусов кривых, расчистка придорожной полосы для увеличения видимости, смягчение продольных уклонов, уширение проезжей части, перестройка узких мостов, постройка объездов населенных пунктов);

– разделение транспортного потока на группы, следующие по самостоятельным полосам движения с разными скоростями (местное и транзитное движение в населенных пунктах), когда часть потока в определенном месте дороги изменяет скорость движения (переходно-скоростные полосы на подходах к пересечениям дорог), а также в местах, где резко проявляется различие в динамических качествах автомобилей разных типов (затяжные подъемы в сильно пересеченной и горной местности).

Контрольные вопросы

1. Каковы характерные особенности дорог в районах с разными природно-климатическими условиями в связи с задачами обеспечения безопасности дорожного движения?

2. Перечислите наиболее распространенные ДТП.

3. Какие используются характеристики количества дорожно-транспортных происшествий, их тяжести и степени обеспеченности безопасности движения?

4. Какова роль дорожных условий в обеспечении безопасности движения?

5. Как влияют природно-климатические факторы на безопасность движения?

6. Перечислите основные причины ДТП.

7. Назовите основные режимы и задачи торможения.

8. Каковы причины повышенного количества дорожных происшествий на длинных прямых участках дорог в однообразном ландшафте?

9. Как отражается на величине нервно-эмоциональной напряженности водителей движение по дороге с резко меняющимися характеристиками трассы?

10. Охарактеризуйте возможные пути улучшения условий движения на опасных участках дороги.

Глава 2

СИСТЕМА ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

2.1. Требование к безопасности движения в системе ВАДС

Автомобиль, водитель и дорога представляют собой части объективно существующего единого целого – системы *водитель – автомобиль – дорога – среда* (ВАДС). Наиболее удобно исследовать один из элементов этой системы, вне его связи с другими элементами. Для получения объективных данных в практических целях (повышение надежности) необходимо рассмотреть единое целое – систему ВАДС.

Надежность системы ВАДС – это сохранение качества функционирования объекта во времени, которое может быть отнесено к каждому из элементов системы ВАДС (рис. 2.1) с учетом присущих им особенностей [10].

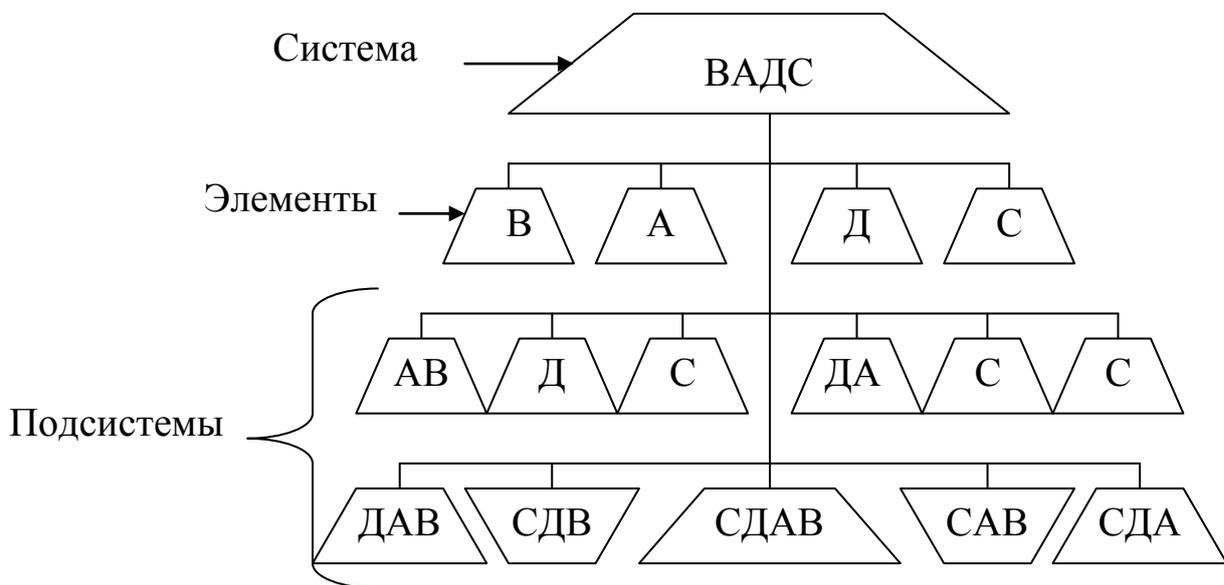


Рис. 2.1. Система ВАДС и иерархия ее элементов и подсистем

При строительстве новых дорог в проектах предусматривают обеспечение безопасности при движении с расчетной скоростью, зависящей от категории дороги, т. е. фактически от расчетной интенсивности движения.

2.1.1. Роль составляющих комплекса дорога – автомобиль – водитель в безопасности движения

При разработке Строительных норм и правил на проектирование дорог учитывают три фактора – условия строительства, транспортные средства и особенности водителя.

Считается, что влияние оптимальных условий для обеспечения безопасности движения отражается слагающими данного комплекса. Четвертый, иногда выделяемый фактор – окружающая среда, пока еще учитывается не в полной мере, так как нормативы на элементы трассы обосновывают для благоприятного состояния проезжей части и хорошей погоды.

Влияние дороги на безопасность движения имеет две составные части – постоянную, определяемую геометрией трассы и земляного полотна, и переменную, зависящую от непрерывно изменяющихся природных факторов, климатических условий, времени года и суток. Дорога влияет на условия движения через элементы ее трассы, качество покрытия и создаваемое у водителей представление о необходимом режиме движения. В то же время в связи с большой консервативностью дороги ее роль в комплексе автомобиль – дорога – водитель пассивна.

В настоящее время по мере роста интенсивности движения и появления транспортных средств нового поколения (более грузоподъемных, с более мощными двигателями и, как следствие, скоростями) постепенно возрастает разрыв между транспортно-эксплуатационными качествами дороги, составом и интенсивностью движения ТС. Правильное назначение нормативов на элементы трассы как бы резервирует длительность срока нормальной службы дороги.

Влияние автомобиля на безопасность движения определяется совершенством его тяговых и тормозных качеств, способностью быстрого торможения без заноса, а также особенно важной для современных автобусов и большегрузных автомобилей возможностью вписываться в кривые малых радиусов на горных дорогах, а для автопоездов – следовать в пределах своей полосы движения на проезжей части. Отдельные конструктивные особенности автомобилей, например недостаточная управляемость и большой увод шин, могут повысить опасность дорожно-транспортных происшествий.

Надежность автомобиля как элемента системы ВАДС определяется единичными и комплексными показателями.

Единичные показатели – безотказность, долговечность, ремонтно-пригодность, сохраняемость. Комплексные показатели безотказности (для восстанавливаемых объектов) – вероятность безотказной работы, среднее число отказов, наработка на отказ, характеристика и параметр потока отказов.

Основные показатели безопасности для невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий – вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов.

Опасные для удобства людей и сохранности автомобиля отказы автомобиля в большинстве случаев связаны с нарушениями безопасности движения. Такие отказы можно классифицировать:

- катастрофы (ДТП, заканчивающиеся гибелью людей и уничтожением автомобиля);
- аварии (ДТП с тяжелыми травмами людей и серьезными повреждениями автомобиля);
- крупные ДТП (люди получают средние и легкие травмы, требующие амбулаторной помощи);
- мелкие ДТП (травмы людей отсутствуют или ограничиваются мелкими царапинами или ушибами).

В случае крупных и мелких ДТП автомобиль получает помятые части кузова или появляются мелкие повреждения, устраняемые путем текущего ремонта.

Наиболее активен в системе ВАДС водитель, осуществляющий управление автомобилем и обеспечивающий его эксплуатационную надежность. Правильной оценкой дорожных условий и своевременным изменением режима движения он может как бы корректировать проектные решения. Снижая скорость движения, он повышает устойчивость автомобиля на кривых малых радиусов. Наоборот, попытка изменить дорожные условия, например заезд на полосу встречного движения на кривых в целях увеличения радиуса поворота на горных дорогах повышает при ограниченной видимости риск дорожно-транспортного происшествия. Однако характеристики принимаемых водителями режимов движения для учета в теории проектирования дорог весьма усреднены – миллионы водителей отличаются друг от друга квалификацией и индивидуальными психологическими особенностями, которые оказывают значительное влияние на безопасность движения. В то же время разработана общая психологическая характеристика деятельности водителя (рис. 2.2), позволяющая в целом определить программу деятельности при управлении автомобилем [10].

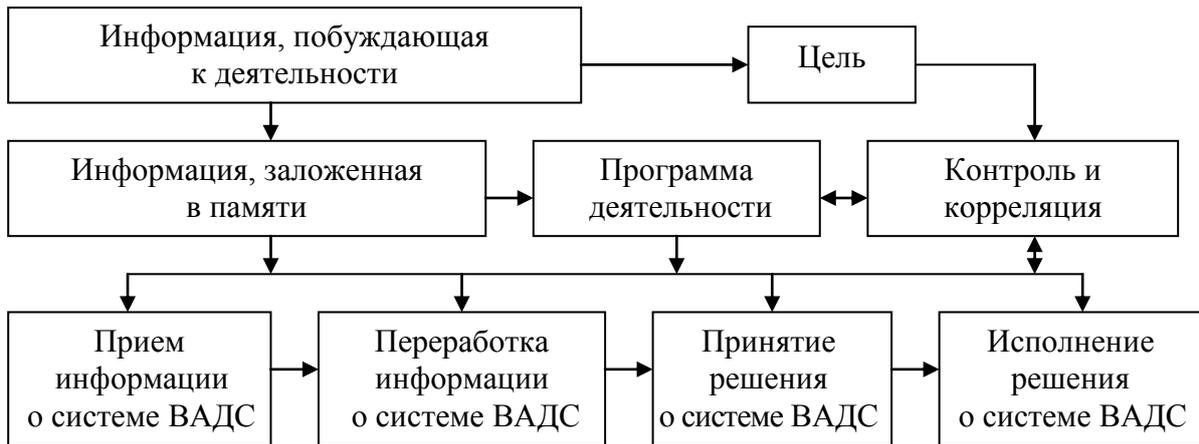


Рис. 2.2. Информационная структура деятельности водителя автомобиля (ТС)

Рассматривая комплекс дорога – автомобиль – водитель, необходимо учитывать психологические особенности управления подсистемой А – С – Д (рис. 2.3).

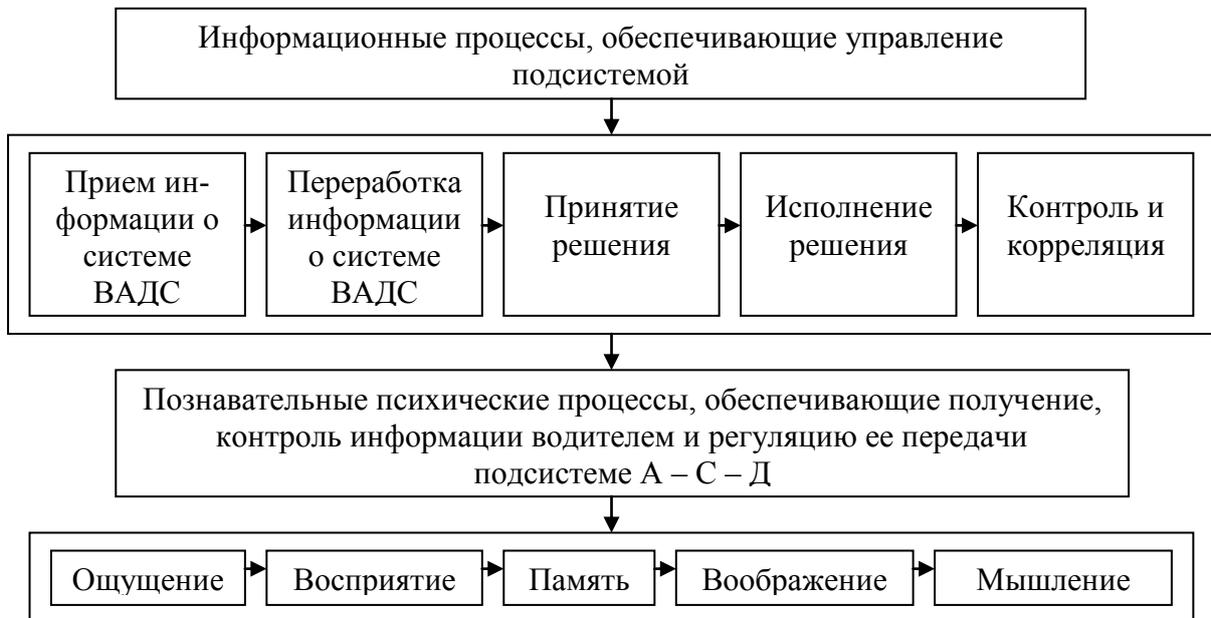


Рис. 2.3. Схема информационных и познавательных психологических процессов

Рассмотрим пути передачи информации водителем подсистеме А – С – Д:

1) рефлексорная – реализация воздействий на органы управления автомобилем с помощью движений рук и ног (человек – машина). Самый низший способ воздействия, как результат действия центральной нервной системы. Исключает действие разума человека. Пример: препятствие – тормоз;

2) рассудочная – способ воздействия головного мозга в результате мышления для управления "механической частью" человека. Пример:

экстренное торможение не всегда целесообразно, особенно на скользком покрытии (лед, накат) при высокой скорости движения; такое торможение может привести к более серьезной, экстремальной ситуации и как следствие к более серьезным ДТП;

3) сознательная (волевая) – способ воздействия сознания человека посредством воли для снятия психологического шока, сна, усталости, опьянения, для приведения в пригодное для управления автомобилем состояние.

Одним из основных показателей, влияющих на безопасность движения, является надежность водителя.

Надежность водителя – свойство сохранять параметры функционирования в пределах, обеспечивающих безопасность движения при соответствующих режимах движения и условиях использования автомобиля [10], определяется четырьмя характеристиками.

1. Безотказность водителя – свойство сохранять работоспособность в пределах установленных норм рабочего времени (рабочего дня), исчисляемого в часах. По психофизиологической оценке состояния водителей различают:

- первые 2,5 – 4,0 часа – период наивысшей работоспособности;
- 4,0 – 5,0 часов – первые признаки снижения работоспособности;
- 6,0 – 8,0 часов – значительные признаки снижения работоспособности;
- 9,0 – 10,0 часов – уровень работоспособности поддерживается за счет компенсаторных механизмов;
- более 10,0 часов – быстрое снижение работоспособности до уровня, недопустимого с точки зрения безопасности движения, сонливость.

Схема зависит от возраста и состояния здоровья водителя, чередования работы и отдыха, вида ТС, фактического времени пребывания за рулем. При управлении автомобилем в течение 7,0 – 12,0 часов водители совершают ДТП (засыпают) примерно в 2 раза чаще, чем при длительности работы до 7,0 часов. При пребывании за рулем свыше 12,0 часов число ДТП увеличивается в 9 раз.

2. Восстанавливаемость водителя – свойство водителя восстанавливать свою работоспособность после установленных перерывов в деятельности. Отрицательно влияют на восстанавливаемость неполноценный отдых перед сменой (менее 7,0 часов), неполноценные обед или обеденный перерыв, похмельное состояние.

3. Профессиональная долговечность – свойство водителя сохранять свою работоспособность до наступления предельного состояния

(выход на пенсию, переход на другую работу) с необходимыми перерывами, обусловленными условиями отдыха в трудовой деятельности. Момент наступления предельного состояния, то есть величину профессиональной долговечности, часто устанавливает сам водитель.

4. Сохраняемость – свойство водителя сохранять параметры функционирования после длительных перерывов в трудовой деятельности. Отмечена хорошая сохраняемость водительских качеств у владельцев легковых автомобилей, имеющих в среднем малые среднегодовые пробеги (до 10 – 12 тыс. км) и значительные перерывы в вождении.

Значительное влияние на надежность водителя оказывают такие факторы, как возраст, утомление, болезни, нетрезвое состояние, отношение к профессии.

1. Возраст (рис. 2.4).

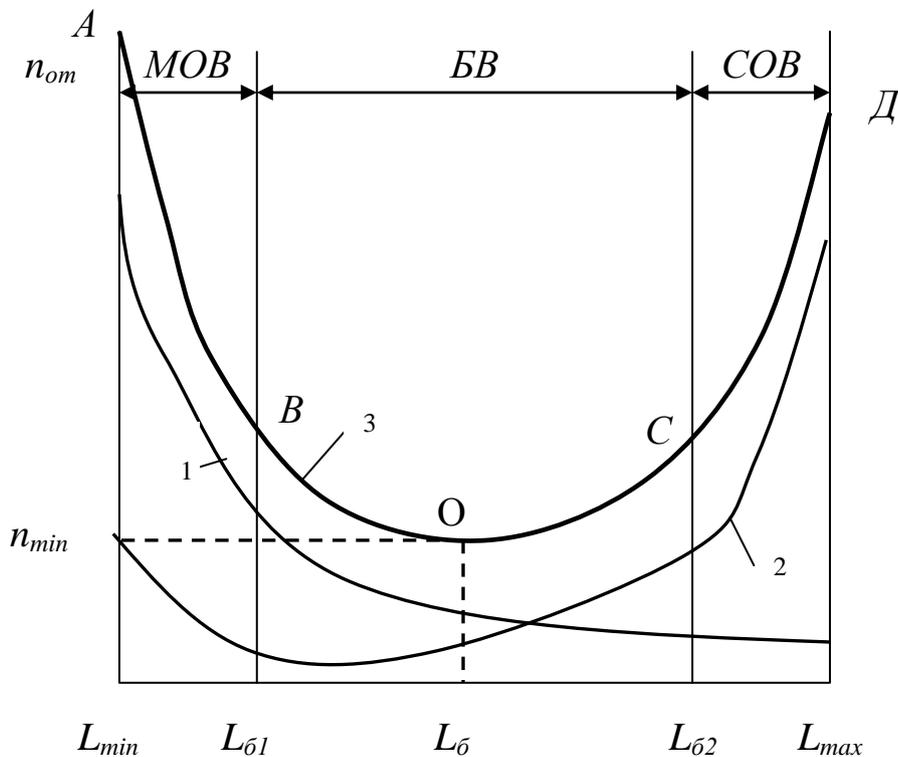


Рис. 2.4. Влияние возраста на надежность водителя:

- 1 – кривая неопытности и азарта молодого водителя, приводящих к росту ДТП;
- 2 – кривая опыта и быстроты действия водителя; 3 – итоговая кривая;
- MOB и COB – соответственно младший и старший опасные возрасты ($L_{min} - L_{б1}$; $L_{max} - L_{б2}$); BB – безопасный возраст ($L_{б1} - L_{б2}$); n_{om} – относительное число ДТП (число ДТП, отнесенное к суммарному пробегу автомобилей за определенный срок);
- точки A и D – максимум ДТП; точка O – минимум ДТП; точки B и C – границы приемлемого повышения уровня ДТП по сравнению с минимальным

2. Утомление, невнимание. Снижение слуховой, зрительной чувствительности, увеличение скрытых периодов двигательных реакций – увеличение времени реакции.

3. Болезни, лекарства. Различают острые заболевания как источник опасности для самих водителей и других участников дорожного движения, хронические болезни, повышающие вероятность возникновения ДТП, особенно в тех случаях, когда возможны внезапные потери сознания, снижение собранности, внимания, его концентрации и распределения, а также зрительно-моторной координации и быстроты реакции на изменение дорожно-транспортной ситуации (ДТС).

Прямое влияние болезней на безопасность и восстанавливаемость профессиональных качеств проявляется в том, что их показатели падают до окончания рабочего дня и могут недостаточно восстанавливаться в межсменный период (острые и хронические заболевания). Болезни, главным образом хронические, влияют на профессиональную долговечность: известно достаточно случаев, когда водители переходят на другую работу за 10 – 15 лет до наступления пенсионного возраста.

Косвенные влияния вызывают чаще всего простои закрепленных за водителями ТС, отражаясь на надежности парка автомобилей автотранспортных предприятий.

Водители склонны к переоценке своих возможностей, а зачастую и к заведомому скрытию имеющихся отклонений в состоянии здоровья. Число водителей, испытывающих воздействие лекарств во время управления автомобилем, лежит в пределах от 9 – 20%. При этом 11 – 16% ДТП связано с самочувствием водителей или с необоснованным приемом различных лекарств.

4. Нетрезвое состояние (наркотическое опьянение) находится среди основных причин ДТП. Более 30% всех ДТП совершается в состоянии алкогольного опьянения. Одна из особенностей алкоголя состоит в том, что даже при небольших его дозах резко снижается безотказность работы водителя: парализуются тормозные функции коры головного мозга, возникает состояние возбуждения, падает способность контролировать свои поступки и правильно оценивать ДТС, нарушается двигательная функция.

Различают состояние опьянения и состояние похмелья, которое может длиться от нескольких часов до 2 – 3 суток. Особенность похмелья состоит в том, что реакции водителя заторможены, риск быть вовлеченным в ДТП остается высоким, а сам водитель убежден в том, что он трезв. По исследованиям, в состоянии слабого опьянения веро-

ятность ДТП возрастает в 7 раз по сравнению с состоянием трезвости, при опьянении средней степени – в **30 раз**. Алкоголь снижает восстанавливаемость работоспособности водителя, ночной сон не снимает усталости, и человек не чувствует себя отдохнувшим перед следующим рабочим днем.

5. Отношение к своей профессии также влияет на количество ДТП.

По анализу, выполненному ГИБДД (ГАИ), существует более 140 причин ДТП [11], из которых 60 – 80% непосредственно связаны с дорожными условиями (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Число ДТП в зависимости от категории дороги

Причина ДТП	Число ДТП (с человеческими жертвами), %	
	Скоростная магистраль	Прочие автомобильные дороги
1. Невнимание	47,4	29,8
2. Ошибки управления	22,7	6,2
3. Ошибки торможения	10,7	0,9
4. Превышение скорости	6,4, в том числе 1,1% превышение максимально допустимой скорости	33,7
5. Переутомление	5,6	10,2
6. Несоблюдение дистанции	4,1	0,3
7. Отказы автомобилей	1,4	0,2
8. Неправильный обгон	1,3	5,6
9. Нетрезвое состояние	0,4	13,1

Примечание. Повышенная аварийность на скоростных магистралях объясняется:
 а – возросшей сложностью управления, более серьезными последствиями ошибок (управления, торможения, несоблюдения дистанции); б – водители на скоростной магистрали плохо чувствуют необходимую дистанцию между автомобилями;
 в – адаптацией к опасности, чувством вседозволенности.

2.1.2. Скорость, расчетные схемы и характеристика движения автомобилей в системе ВАДС

Рассматривая автомобильные дороги общего пользования, необходимо отметить, что по всем дорогам происходит движение разнотипных автомобилей. Технические качества дорог (типы дорожных одежд и покрытий, размеры элементов плана, продольного и поперечного профилей) у них также различны. При постройке новых дорог расчетные скорости движения по ним, следовательно, и размеры геометрических элементов их трассы принимают в зависимости от

перспективной интенсивности движения. Подавляющая масса водителей даже не знает о существовании категорий дорог и развивает те скорости, которые, по их мнению, можно реализовать на дороге. Как следствие, чем ниже техническая категория дороги, тем больший процент водителей движется с повышенным риском происшествия.

В целях повышения безопасности движения и транспортно-эксплуатационных качеств дорог п. 4.20 СНиП 2.05.02-85 [12] рекомендует на дорогах всех категорий применять нормативы элементов трассы, даже превышающие требования к нормативам на дороги I категории. Но на практике это выполняется крайне редко, так как ведет к удорожанию строительства. Чем выше расчетная скорость движения по дороге, тем меньше должны быть на ней продольные уклоны, больше радиусы кривых в плане и продольном профиле и ровнее покрытие. Это всегда связано с возрастанием объема работ, следовательно, и с увеличением стоимости строительства. Из графика (рис. 2.5) следует, что минимум суммарных расходов при каждой интенсивности соответствует определенной, наиболее эффективной скорости.

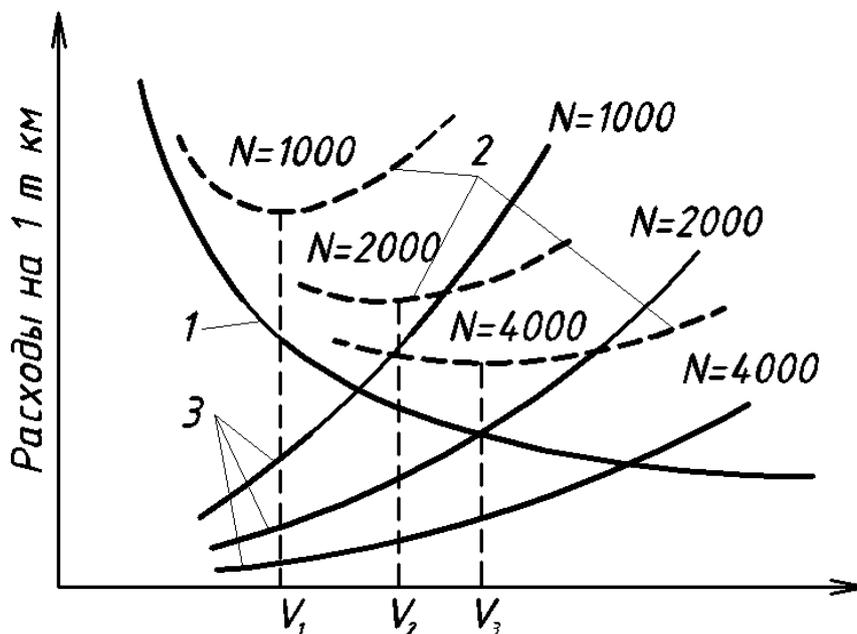


Рис. 2.5. Схема для обоснования значений предельных продольных уклонов:
 1 — строительные расходы на один прошедший автомобиль за срок окупаемости;
 2 — суммарные расходы; 3 — эксплуатационные расходы на один автомобиль

Нормы проектирования автомобильных дорог обосновываются расчетами на основе закономерностей теории движения автомобиля исходя из схематизированных соображений о маневрах, выполняемых водителями. При этом нормативные требования к элементам трассы исходят из напряженных режимов ведения автомобиля. Они, как пра-

вило, обеспечивают устойчивость автомобиля, а не удобство управления им и комфортабельность поездок.

Расчеты необходимой видимости дороги предусматривают резкое торможение перед препятствием на дороге с блокировкой колес и последующим скольжением колес автомобилей юзом, опасным при высокой начальной скорости из-за возможного заноса. Схема обгона предусматривает возвращение на полосу движения в непосредственной близости от обгоняемого автомобиля. При этом принимают минимальную продолжительность реакции водителя.

Особенно большое значение имеет принимаемое время реакции водителя. Оно индивидуально для каждого водителя и меняется в зависимости от его возраста, психического состояния и степени его напряженности, связанной с осознанием опасности обстановки, в которой осуществляется движение. В зависимости от степени утомления время реакции меняется более чем в 1,5 раза. Реальные условия движения, его режим и окружающая обстановка влияют на внимательность водителей. Они подсознательно ведут автомобиль по дороге в открытой степи менее напряженно, чем по улице большого города с интенсивным движением пешеходов, часто недисциплинированных. При движении в плотном потоке или колонне время реакции зависит от расстояния до идущего впереди автомобиля – лидера [4]:

расстояние между автомобилями, м	5	10	15	20	25	30	35	40
время реакции, с	0,6	0,8	1,0	1,4	1,7	2,1	2,3	2,4

Рост загрузки дорог движением вызывает необходимость уточнения расчетных схем определения видимости и расстояния обгона. От ранее принятого метода рассмотрения движения одиночных автомобилей становится все более и более необходимым переходить к учету особенностей движения автомобилей в плотном транспортном потоке.

Говоря о расчетных схемах видимости дороги, следует учитывать, что они относятся только к светлым часам суток. В ночное время на дорогах без искусственного освещения зона видимости водителя ограничивается освещенностью, создаваемой пучком света фар, направленного с некоторой асимметрией к оси автомобиля. На криволинейных участках дороги освещенный участок выходит за пределы дороги (рис. 2.6). Светотехнические качества современных фар дают необходимую освещенность только на расстоянии, значительно меньшем расчетного расстояния видимости. Увеличение светосилы фар невозможно из-за опасности ослепления водителей встречных ав-

томобилей. Поэтому безопасные скорости движения автомобилей в ночное время на дорогах без искусственного освещения существенно ниже расчетных [4].

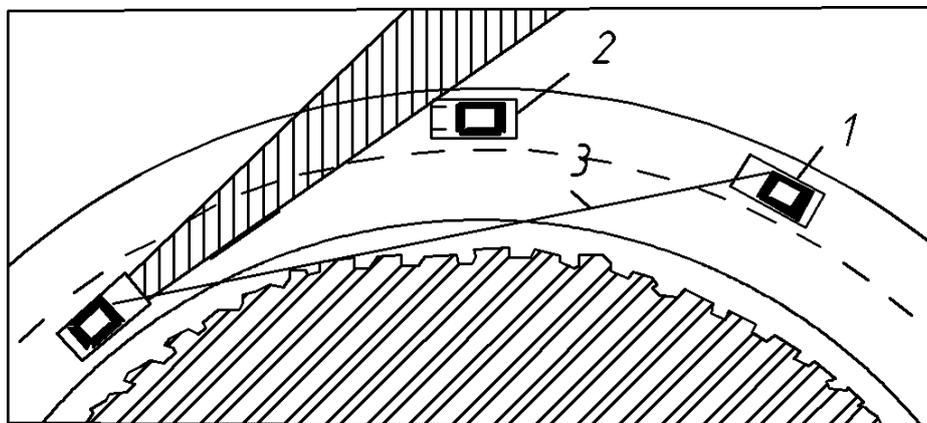


Рис. 2.6. Схема освещения дороги светом фар:
1 – условия видимости днем; 2 – то же ночью при свете фар;
3 – расстояние видимости днем

Обеспечиваемая степень безопасности движения по одному и тому же участку дороги во многом зависит от интенсивности транспортных потоков, которая определяет складывающиеся на ней режимы движения. Чем выше плотность транспортного потока, тем значительнее взаимное влияние его участников. Из-за осложнения обгонов медленные транспортные средства надолго лишают более быстрые возможности реализовать свои динамические качества. Противоречия в транспортном потоке особенно резко проявляются при ухудшении дорожных условий. Попытки отдельных водителей осуществить обгон в сложных условиях всегда связаны с повышенным риском и нередко приводят к авариям.

Учитывая неизбежное возрастание интенсивности движения в процессе службы дороги, при проектировании предусматривают, что расчетная (типичная) пропускная способность будет достигнута только в конце расчетного срока службы дороги, принимаемого равным 20 годам. В последующие годы службы дороги условия движения по ней неизбежно ухудшаются. Это соответствует современным условиям работы очень многих дорог.

Чем больше интенсивность движения, тем реже встречаются приемлемые для обгона интервалы во встречном потоке автомобилей. Ошибочные маневры, выполняемые при обгоне, увеличивают число происшествий по мере возрастания интенсивности движения. Наступает период, когда обгоны становятся возможными только при по-

вышенном риске, по схеме прерванного обгона, с включением при появлении встречного автомобиля в группу обгоняемых автомобилей. При этом встречным автомобилям иногда приходится снижать скорость, а в особо опасных условиях даже съезжать на обочину. Главным видом происшествий становится встречное столкновение. Такой режим движения (табл. 2.2) называют связанным (уровень удобства В). При переходе транспортного потока в этот режим движения становится целесообразной реконструкция дороги [11].

Дальнейший рост интенсивности движения связан с увеличением плотности транспортного потока с движением без обгонов. Интервалы между автомобилями уменьшаются, и они образуют плотный транспортный поток. Все автомобили едут с практически одинаковой скоростью. Малые кратковременные отклонения от средней скорости возможны лишь в результате изменения интервалов между автомобилями и устраняются водителями, как только возникает опасность наезда. Режим движения транспортного потока называют плотным, или насыщенным (уровень удобства Г).

Таблица 2.2

Характеристики разных уровней удобства движения на дорогах с двумя полосами движения

Уровень удобства движения	Интенсивность движения, авт./ч	Режим движения транспортного потока, условия движения и работы водителя	Отношение скорости потока и скорости одиночного автомобиля	Коэффициент использования пропускной способности	Относительная тяжесть аварий
А	360	Свободный. Легкие условия для водителя. Взаимные помехи автомобилей отсутствуют.	1,0	0,2	–
Б	900	Частично связанный. Возникают группы автомобилей. Условия работы легкие.	0,7 – 0,9	0,2 – 0,5	1,2
В	1200	Связанный. Группы автомобилей увеличиваются, частые обгоны. Обгоны осложняются. Условия работы водителей нормальные.	0,35 – 0,90	0,5 – 0,7	0,75
Г	1600 и более	Насыщенный. Образуется сплошной поток автомобилей. Скорость значительно снижается. На сложных участках дорог возникают заторы. Условия работы напряженные.	0,55	0,7 – 0,9	0,2

Различие в режимах движения автомобилей при разных уровнях удобства четко отражается на относительном количестве происшествий разных видов (табл. 2.3) [11].

Таблица 2.3

Относительное количество происшествий
при различном уровне удобства

Уровень удобства	Относительное количество происшествий					
	Опрокидывание	Наезд на препятствие	Съезд с дороги	Боковой наезд при обгоне	Столкновение с встречным автомобилем	Наезд на впереди идущий автомобиль
А	79,5	5,0	8,0	2,0	5,3	0,2
Б	20,1	10,9	7,0	8,1	48,8	5,0
В	5,2	6,0	3,0	7,5	18,2	60,1
Г	–	1,6	0,3	3,1	0,5	94,5

Повышение безопасности движения и увеличение пропускной способности дорог методами их реконструкции и организации движения основываются на обеспечении возможности каждой категории транспортных средств следовать по своему направлению с возможной для них скоростью, не создавая помех для других автомобилей. Это достигается путем выделения или дополнительного устройства на проезжей части дороги специальных полос в местах наибольшего стеснения потоков движения.

2.2. Влияние элементов плана и профиля в системе ВАДС на безопасность движения

При проектировании автомобильных дорог, в результате приспособления трассы к рельефу местности с минимальными объемами необходимых для этого земляных работ, смежные участки дорог часто имеют значительно различающиеся радиусы кривых, продольных уклонов, расстояний видимости. Чем сильнее эти характеристики отличаются от характеристик наиболее удобного для движения прямого горизонтального участка, тем чаще на них возникают дорожно-транспортные происшествия. Хотя каждое дорожно-транспортное происшествие является результатом совокупного влияния многочисленных факторов, обычно среди них имеется какой-то один, оказывающий в данном месте наибольшее влияние и определяющий причину дорожно-транспортных происшествий. Поэтому материалы статистики до-

рожно-транспортных происшествий дают принципиальную возможность сравнительной оценки степени безопасности движения при разном значении каждого из элементов трассы и интенсивности движения по дороге.

2.2.1. Влияние элементов плана и поперечного профиля на безопасность движения

Для оценки влияния элементов плана и поперечного профиля на безопасность движения приходится прибегать к широкому использованию статистических данных, потому что в исследованиях в области безопасности движения исключается возможность постановки для накопления данных о происшествиях в разных условиях специальных натуральных опытов по созданию опасных участков на дорогах. Поэтому наиболее целесообразно проводить обобщение и анализ материалов происшествий по единой методике статистических данных разных стран. Эти данные неизбежно отражают влияние многих факторов – состояния дорожной сети, степени автомобилизации, природно-климатических условий, типов покрытий, специфики правил движения и даже национальных особенностей и темперамента водителей и то, что в разных странах погибшими при дорожно-транспортных происшествиях считаются умершие через разное количество дней после происшествия.

Однако влияние этих факторов сглаживается, если пользоваться относительными характеристиками изменения количества дорожно-транспортных происшествий при изменении одного элемента дороги и приблизительно постоянных значениях остальных влияющих факторов. Поэтому, изучая влияние того или иного элемента плана или профиля, например ширины проезжей части или обочин, следует ввести эталонный участок и выражать количество дорожно-транспортных происшествий на 1 млн. авт.-км в долях количества происшествий на этом участке. За эталон принимаем горизонтальный прямой участок с шероховатым усовершенствованным покрытием шириной 7 – 7,5 м, укрепленными обочинами шириной до 2,5 – 3,0 м в открытой местности. Этот показатель назван далее «частным коэффициентом аварийности» для данного элемента трассы.

Уверенность водителя в безопасном осуществлении маневров встречи и обгона автомобилей зависит от скорости их движения и, как следствие, от расстояния между автомобилями и от колеса до края полосы движения. При узкой проезжей части зазор λ между автомо-

биями и расстояния от колес до края обочины y_1 и y_2 (особенно неукрепленной) оказываются недостаточными и вызывают необходимость значительного снижения скорости (рис. 2.7). Так как не все водители его осуществляют, относительное количество происшествий возрастает по мере уменьшения ширины проезжей части. Использование водителями ширины проезжей части на дорогах с двумя полосами движения во многом зависит от состояния и ширины обочин.

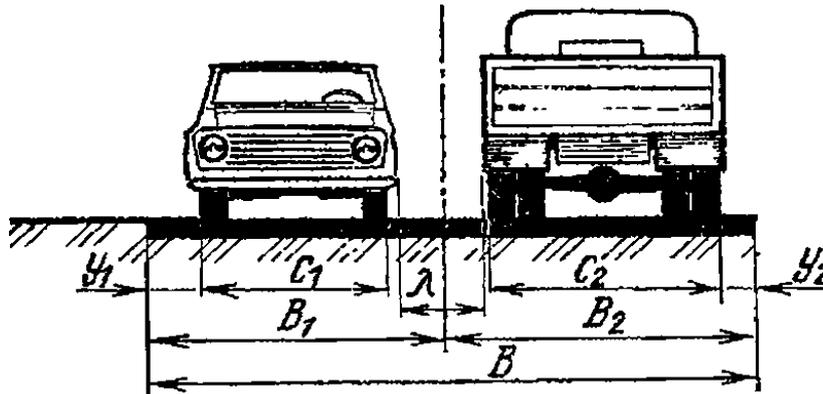


Рис. 2.7. Использование ширины проезжей части встречающимися автомобилями

Значительное влияние на безопасность движения оказывают грунтовые обочины во влажные периоды года. В большинстве случаев неукрепленные грунтовые обочины покрыты слоем грязи, изрезаны глубокими колеями или их поверхность расположена ниже уровня покрытия, образуя уступ, они имеют поверхность, значительно отличающуюся по сопротивлению движению и сцеплению колеса от покрытия проезжей части.

Правила эксплуатации дорог требуют, чтобы разница в коэффициентах сцепления дорожного покрытия и обочины не превышала 0,15, так как заезд на грязную обочину с высокой скоростью грозит опасностью заноса [11]. Кроме того, осенью при грязных неукрепленных обочинах края проезжей части бывают покрыты грязью, нанесенной колесами автомобилей, которые останавливались или заезжали на обочину. Поэтому водители избегают приближаться к краю покрытия и эффективная ширина проезжей части уменьшается. Средние расстояния от заднего колеса автомобилей до кромки покрытия при разных типах обочин в среднем составляют: укрепленная 30 см, песчаная, разъезженная 86 см, грязная грунтовая 92 см.

Значительное влияние на коэффициент аварийности (табл. 2.4) и, как следствие, на безопасность движения оказывают эффективная ширина проезжей части и состояние обочины.

Таблица 2.4

Средние значения коэффициентов аварийности

Показатели	Значения показателей							
	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,5
1. Ширина проезжей части, м								
2. Коэффициенты аварийности: при укрепленных обочинах	2,2	1,6	1,35	1,1	1,0	0,85	0,8	0,7
при неукрепленных, грязных или изрытых колеями обочинах	–	–	2,5	–	1,75	–	1,0	0,9

Влияние ширины проезжей части проявляется тем сильнее, чем больше в составе потока автомобилей имеется грузовых автомобилей, ширина которых больше, чем легковых. В среднем, процент происшествий с грузовыми автомобилями превышает их процент в общем составе движения [4] на следующие значения:

ширина дороги, м	6,0	7,0	7,5	8,0
превышение, %	13,0	5,0	1,5	0,1

Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает высокую эффективность укрепления обочин, допускающего в случае необходимости съезд колеса. С точки зрения обеспечения безопасности движения следует отнести отрицательно к появившейся в последние годы тенденции уменьшения ширины обочин в целях уменьшения ширины полосы земли, изымаемой при строительстве дороги из сельскохозяйственных угодий. Усредняющие данные отдельных исследователей [11] дают возможность предложить следующие значения частных коэффициентов аварийности для разной ширины обочин:

ширина обочин, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
коэффициент аварийности..	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Анализ коэффициентов аварийности с учетом значительного процента грузовых автомобилей в составе транспортных потоков в России и все расширяющегося использования автопоездов показывает, что можно считать оптимальной ширину обочин, равной 3 м.

2.2.2. Влияние интенсивности и скорости движения на безопасность движения

Значительный рост интенсивности движения, приводящий к изменению процесса взаимодействия автомобилей в транспортном потоке при увеличении его плотности (количества автомобилей на 1 км

дороги) отражается на количестве дорожно-транспортных происшествий и их тяжести (табл. 2.5) [4].

Таблица 2.5

Частные коэффициенты аварийности

Показатели	Значения								
	0,5	3,0	5,0	7,0	10,0	11,0	15,0	20,0	25,0
1. Интенсивность, тыс. авт./сут.									
2. Коэффициент аварийности для дорог:									
двухполосных	0,4	0,75	1,0	1,4	1,75	1,8	1,0	0,6	–
четыреполосных	–	3,0	1,6	–	1,0	–	1,0	1,4	2,0

Количество дорожно-транспортных происшествий зависит не только от общего числа автомобилей в потоке движения, но и от соотношения в нем автомобилей различных типов и других транспортных средств, различия в их скоростях, динамике, габаритах, грузоподъемности и степени загрузки. Чем более разнотипен транспортный поток, чем значительнее в нем диапазон скоростей, тем чаще возникают в нем потребности обгонов и тем более вероятна опасность дорожно-транспортных происшествий.

Особое значение в общем количестве происшествий, связанных с изменением скорости движения, имеет превышение скорости на влажном (во время дождя) покрытии, так как при определенных условиях может возникнуть явление глиссирования (аквапланирования), когда передние колеса автомобиля скользят по водной прослойке, не касаясь дорожной поверхности. И данный фактор практически не учтен.

Появляющийся на покрытии во время дождя тонкий слой воды оказывает при скорости движения автомобиля более 80 км/час гидродинамическое подъемное действие на колеса, уменьшая площадь непосредственного контакта шин с покрытием, появляется опасность потери управления и высокая вероятность ДТП. Явление глиссирования особенно опасно при шинах с отсутствием рисунка протектора, так как гидродинамическая подъемная сила воды увеличивается в 2 – 2,5 раза, а критическая скорость снижается в 1,5 раза [13].

Основным условием увеличения коэффициента сцепления шины с мокрым покрытием является создание шероховатой поверхности. Шероховатость создается за счет выступов и впадин, образуемых минеральными материалами, а также за счет собственной шероховатости зерен минерального материала. Шероховатость, создаваемую минеральным материалом, называют макрошероховатостью. Собственную шероховатость зерен материала называют микрошероховатостью.

По макрошероховатости поверхности дорожные покрытия разделяют на следующие типы: гладкие (средняя высота выступов не более 0,3 мм), мелкошероховатые (средняя высота выступов от 0,3 до 1,0 мм), среднешероховатые (средняя высота выступов 1 – 2 мм), крупношероховатые (средняя высота выступов 2 мм) [13].

В процессе эксплуатации дороги макрошероховатость и микрошероховатость поверхности постепенно уменьшаются. Уменьшение шероховатости идет тем быстрее, чем выше интенсивность движения по дороге и больше в транспортном потоке грузовых автомобилей и автобусов. В результате снижается коэффициент сцепления мокрых покрытий. С целью обеспечения надлежащего сопротивления скольжению в течение всего срока службы следует назначать такую макрошероховатость, чтобы она обеспечивала допускаемые значения коэффициента сцепления и в последний год службы (табл. 2.6) [12].

Наибольшая макрошероховатость покрытия не должна превышать 7 мм. При создании шероховатой поверхности путем поверхностной обработки на асфальтобетонных и усовершенствованных облегченных покрытиях начальная макрошероховатость покрытия должна быть: на дорогах I и II категории – 5 – 6 мм, на дорогах III и IV категории – 3,5 – 4 мм.

Таблица 2.6

Начальная макрошероховатость покрытия при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от условий движения по степени опасности, категории дороги и климатического района

Условия движения	Начальная макрошероховатость покрытия, мм, не менее	
	Для дорог I и II категории для II дорожно-климатической зоны	Для дорог III и IV категории для II дорожно-климатической зоны
Легкие	1,5	1,0
Затрудненные	2,0	1,5
Опасные	3,5	2,5

В зависимости от скорости движения и характеристик участков требуются различные минимально допустимые значения коэффициентов сцепления (табл. 2.7) и минимально допустимые значения коэффициента сцепления на мокром покрытии (табл. 2.8, 2.9).

Коэффициент сцепления при скорости 80 км/час относится к дорогам I и II категорий (за исключением участков в пределах населенных пунктов, а также мест ограничения скорости до 60 км/час); при скорости 60 км/час – к дорогам III категории и IV категории с усовершенствованным облегченным покрытием, а также участкам

дорог II категории в пределах населенных пунктов и мест ограничения скорости до 60 км/час.

Для обеспечения безопасности движения на влажном покрытии необходимым условием является информация о безопасной скорости движения в сложных условиях. В зависимости от состояния покрытия (макросероховатости, Δ) безопасная скорость движения будет разной. Для ее определения необходимым условием будет определение коэффициента гидравлической шероховатости (рис. 2.8), интенсивности расчетного дождя, толщины водной пленки, длины участка стока воды и уклона стока воды по покрытию [13].

Таблица 2.7

Значение коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от характеристики участков дорог, условий движения по степени опасности, скорости движения

Условия движения	Характеристика участков дорог	Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию при скорости	
		60 км/час	80 км/час
Легкие (группа 1)	Прямые участки или закругления радиусом 1000 м и более, горизонтальные или с продольными уклонами более 30‰, с элементами поперечного профиля для соответствующей категории и с укрепленными обочинами. Без пересечений в одном уровне.	$\geq 0,45$	$\geq 0,36$
Опасные (группа 3)	Участки с видимостью менее расчетной (для соответствующей категории дорог). Участки на спусках и подъемах с уклонами более 30‰ при длине более 100 м. Участки в зонах пересечений в одном уровне или слияния потоков, остановки автобусов, разделения пешеходных переходов, прорывов бокового ветра, местного увлажнения покрытия, в местах образования тумана. Участки 1-й и 2-й групп при уровнях загрузки более 0,5	$\geq 0,60$	$\geq 0,40$

Таблица 2.8

Минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности в зависимости от скорости движения и коэффициента сцепления

Минимально допускаемые значения	Скорость движения				
	60 км/час		80 км/час		
1. Коэффициент сцепления на мокром покрытии.	0,35 – 0,40	0,45	0,26	0,28	0,30
2. Макрошероховатость дорожной поверхности, мм.	0,4	0,8	1,0	1,5	2,0

Таблица 2.9

Минимально допустимые значения коэффициента сцепления покрытий для различных скоростей и условий движения

Условия движения	Минимально допускаемые значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при скорости движения, км/час, не менее	
	60	80
Легкие	0,35	0,26
Затрудненные	0,40	0,28
Опасные	0,45	0,30

Интенсивность расчетного дождя (a , мм/мин) определяется по формуле

$$a = \frac{A + B \lg N}{8,09}, \quad (2.1)$$

где A и B – климатические параметры района проложения дороги;
 N – вероятность появления расчетного дождя.

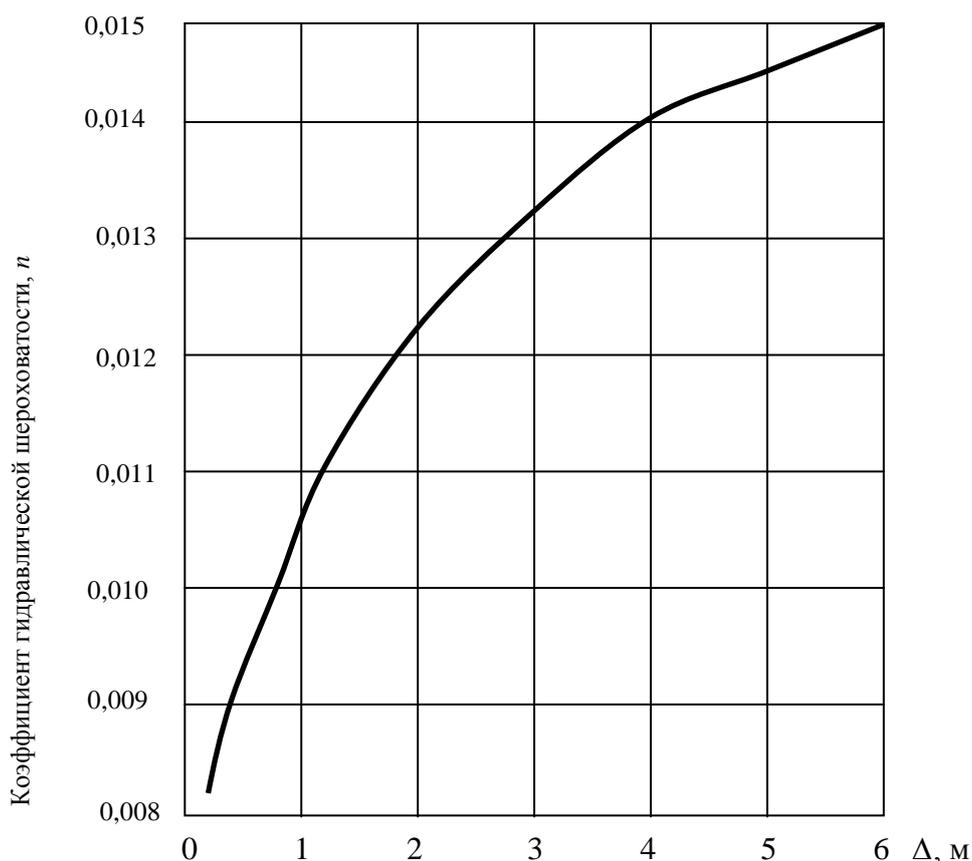


Рис. 2.8. График для определения коэффициента гидравлической шероховатости

Толщина водной пленки на покрытии (h , мм) определяется по формуле

$$h = \left(\frac{aLn}{30\sqrt{i}} \right)^{0,6}, \quad (2.2)$$

где n – коэффициент гидравлической шероховатости поверхности покрытия;

L – длина участка стока воды по покрытию, мм;

i – уклон стока воды по покрытию, доли единиц.

$$L = b_1 \sqrt{1 + (i_{\text{прод}}/i_{\text{поп}})^2}, \quad (2.3)$$

где b_1 – ширина проезжей части для одного направления движения, м;

$i_{\text{прод}}$ и $i_{\text{поп}}$ – продольный и поперечный уклоны проезжей части, доли единиц;

$$i = \sqrt{i_{\text{прод}}^2 + i_{\text{поп}}^2}. \quad (2.4)$$

Толщина активного слоя жидкости, оказывающего гидродинамическое подъемное действие на автомобильные шины ($h_{\text{акт}}$, мм), определяется по формуле

$$h_{\text{акт}} = h - \Delta + 2, \quad (2.5)$$

где Δ – минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности, мм, при $\Delta \leq 2$ мм $h_{\text{акт}} = h$.

Скорость начала глиссирования автомобильных шин определяется по зависимости

$$v_{\text{зл}} = \sqrt{\frac{G_{\text{к}}}{K\rho h_{\text{акт}} b}}, \quad (2.6)$$

где $G_{\text{к}}$ – вертикальная нагрузка на колесо, Н;

ρ – плотность жидкости, находящейся на покрытии, кг·см²/м⁴ (для воды – 102, слякоти – 80);

b – ширина беговой дорожки шины, м;

K – коэффициент, определяемый по графику (рис. 2.9) в зависимости от показателя Ψ , определяемого по формуле

$$\Psi = \frac{V_{\text{зл}} h_{\text{акт}}}{b}, \quad (2.7)$$

где $V_{\text{зл}}$ – заданная (принимаемая) скорость начала глиссирования шин, м/с.

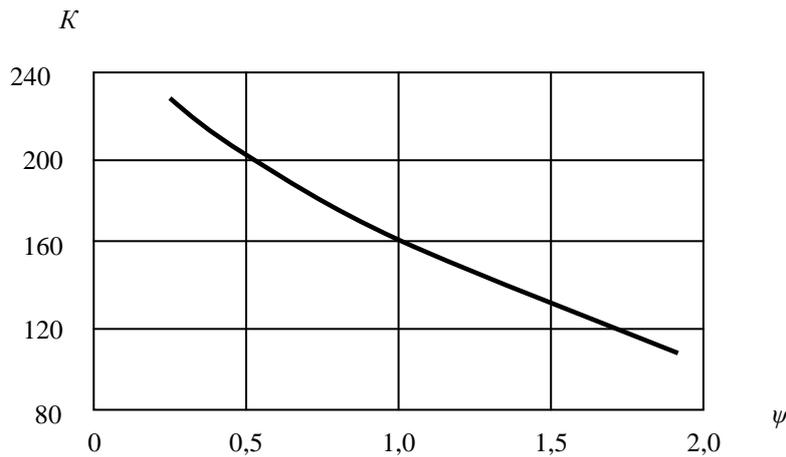


Рис. 2.9. График для определения коэффициента K в зависимости от показателя ψ

Уравнение скорости начала скольжения решается подбором: задается скорость ($V_{2л}$), определяется показатель ψ , коэффициент K и подсчитывается скорость начала скольжения по формуле (2.6). Заданная скорость не должна отличаться от расчетной скорости ($v_{2л}$) более чем на $\pm 5\%$.

Если условие выполняется, необходимо сравнить расчетную скорость начала глиссирования ($v_{2л}$) с расчетной скоростью в зависимости от категории дороги (V_p).

Если расчетная скорость начала глиссирования ($v_{2л}$) меньше расчетной скорости в зависимости от категории дороги (V_p), проверяют условие 85 %-ной обеспеченности расчетной скорости.

Если $v_{2л} \geq V_p$ 85 %-ной обеспеченности, то назначенная минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности удовлетворяет требованиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием на данный сезон. При $v_{2л} < v$ 85 %-ной обеспеченности это условие не выполнено. В этом случае назначают новую бóльшую минимально допускаемую макрошероховатость дорожной поверхности и расчет повторяют, пока $v_{2л}$ не станет равной скорости движения автомобилей 85 %-ной обеспеченности (допускается превышение этой скорости не более чем на 5-10 %) [13].

В случае если соотношение $v_{ск} \geq v$ 85 %-ной обеспеченности не достигается при макрошероховатости до 2,5 – 3 мм, необходимо провести поверхностную обработку или ограничить скорость движения при мокром покрытии на рассматриваемом участке дороги.

Пример расчета скорости начала глиссирования

Задание

Рассчитать скорость начала глиссирования в зависимости от заданной макрошероховатости дорожного покрытия.

Решение

Исходные данные принять согласно Приложению 2.

Дополнительные исходные данные.

Район расположения дороги – Свердловская область. Дорожно-климатическая зона – II. Категория дороги – Ia. Условия движения – легкие. Тип покрытия – усовершенствованное облегченное. Продольный уклон участка – 5 ‰. Вертикальная нагрузка на покрытие $G_k = 1,55 \cdot 10^4$ Н. Ширина беговой дорожки $b = 28,5$ см.

1. Назначаем минимально допустимую макрошероховатость дорожного покрытия. Минимально допустимая макрошероховатость дорожного покрытия назначается в зависимости от скорости движения автомобилей и минимально допустимого коэффициента сцепления на мокром покрытии (см. табл. 2.8, 2.9).

2. Определяем коэффициент гидравлической шероховатости.

По графику (см. рис. 2.8) коэффициент гидравлической шероховатости (n) равен 0,0115, так как высота выступа макрошероховатости (Δ) равна 1,5 мм.

3. Определяем интенсивность расчетного дождя (a , мм/мин):

$$a = \frac{2 - 3 \cdot \lg 1,5}{8,09} = 0,182.$$

Климатические параметры района положения дороги (A , B), вероятность появления расчетного дождя (N) для Свердловской области приведены в Приложении 2.

4. Определяем толщину водной пленки на покрытии (h) по формуле (2.2). Для этого необходимо определить длину участка стока воды по покрытию (L , мм) по формуле (2.3) и уклон стекания воды по покрытию (i , доли ед.) по формуле (2.4):

$$i = \sqrt{20^2 + 5^2} = 20,62 \text{ ‰} \approx 0,021,$$

$$L = 7,5 \sqrt{1 + (5/20)^2} = 7,73,$$

$$h = \left(\frac{0,182 \cdot 7730 \cdot 0,0115}{30 \sqrt{0,021}} \right)^{0,6} = 2,2.$$

5. Определяем толщину активного слоя жидкости ($h_{акт}$, мм) по формуле (2.5):

$$h_{акт} = 2,2 - 2,5 + 2,0 = 1,7.$$

6. Определяем показатель ψ в зависимости от принятой скорости начала глссирования ($V_{2л}$, м/с) по формуле (2.7):

$$\psi = \frac{35 \cdot 0,0017}{0,285} = 0,21.$$

7. Определяем коэффициент K (см. рис. 2.9) в зависимости от показателя Ψ и рассчитываем скорость начала глссирования ($v_{2л}$, м/с) по формуле (2.6):

$$v_{2л} = \sqrt{\frac{15500}{240 \cdot 102 \cdot 0,0017 \cdot 0,285}} = 36,2.$$

8. Сравниваем принятую скорость начала глссирования ($V_{2л}$) с расчетной ($v_{2л}$):

$$\frac{36,2 - 35,0}{36,2} 100 = 3,3\% .$$

Так как принятая скорость начала глссирования ($V_{2л}$) отличается от расчетной ($v_{2л}$) не более чем на 5%, проверяем условие удаления воды из зоны контакта шины с покрытием при заданных шероховатости покрытия и категории дороги.

Расчетная скорость (V_p) для категории Ia – 140,0 км/ч (38,9 м/с). Расчетная скорость начала глссирования ($v_{2л}$) – 130,1 км/ч (36,2 м/с).

Так как $V_p > v_{2л}$ (140,0 км/ч > 130,1 км/ч), проверяем условие 85%-ной обеспеченности расчетной скорости:

$$V_{85\%} = 140,0 \cdot 0,85 = 119,0 .$$

Расчетная скорость начала глссирования $v_{2л} > V_{85\%}$ (130,1 км/ч > 119,0 км/ч), следовательно, минимально допустимая макрошероховатость дорожного покрытия удовлетворяет требованиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием.

2.2.3. Влияние расстояния видимости, продольных уклонов и радиуса кривых в плане на безопасность движения

Пространственное ориентирование, выбор траектории движения и расположения автомобиля (ТС) на проезжей части связаны с восприятием информации, поступающей к водителю из окружающей среды по зрительному каналу. Видимость дороги перед автомобилем на расстоянии, необходимом для остановки перед препятствием на полосе движения или для постепенного снижения скорости и его последующего объезда, является одним из важнейших показателей безопасности движения и устанавливаемой на дороге средней скоро-

сти движения. При этом имеется в виду не нормативная видимость для дорог разных категорий, предусматривающая экстренные действия водителя в возникшей сложной ситуации, а видимость, необходимая для спокойного выполнения маневра без повышенной напряженности, соответствующей сложившемуся режиму движения на предшествующем участке дороги.

С недостаточной видимостью обычно бывают связаны столкновения при обгонах на кривых в плане и продольном профиле. Особенно опасны отдельные участки с недостаточной видимостью на дорогах, обеспечивающих на большей части протяжения высокие скорости движения.

Многолетние данные зарубежных и отечественных исследований, учтенные в коэффициенте аварийности [2], показывают, что недостаточная видимость в плане менее отражается на количестве дорожно-транспортных происшествий, чем недостаточная видимость в продольном профиле (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Коэффициенты аварийности, учитывающие фактическое расстояние видимости

Показатель	Значения								
	30	50	100	150	200	250	350	400	500
1. Видимость, м	30	50	100	150	200	250	350	400	500
2. Коэффициент аварийности ($K_{ав}$):									
в плане	4,5	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
в продольном профиле	6,0	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4	1,0

Строительные нормы и правила проектирования дорог требуют для современного движения обеспечения на дорогах следующей видимости (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Расчетная видимость автомобилей (ТС) в зависимости от скорости движения

Показатель	Значения								
	30	40	50	60	80	100	120	140	
1. Расчетная скорость, км/ч	30	40	50	60	80	100	120	140	
2. Расчетная видимость, м, не менее:									
встречного автомобиля	90	110	130	170	250	350	450	–	
препятствия на дороге	45	55	75	85	150	200	250	300	

Обязательным элементом при оценке транспортно-эксплуатационных характеристик дороги стал график изменения видимости по протяженности дороги (рис. 2.10). При его построении на продольном профиле, представляющем волнистую линию, последовательно откладывают из точек расположения глаз водителя на каждом пикете

или характерном переломе придорожного профиля касательные к возвышающимся элементам рельефа. Большие расстояния видимости, соблюдаемые при проектировании новых дорог, не входят в противоречия с физической возможностью увидеть автомобиль на таких расстояниях. Днем в ясную погоду человек с нормальным зрением видит грузовые автомобили на расстоянии до 1600 м, автобусы – до 1800 м и легковые автомобили – до 1300 м [4].

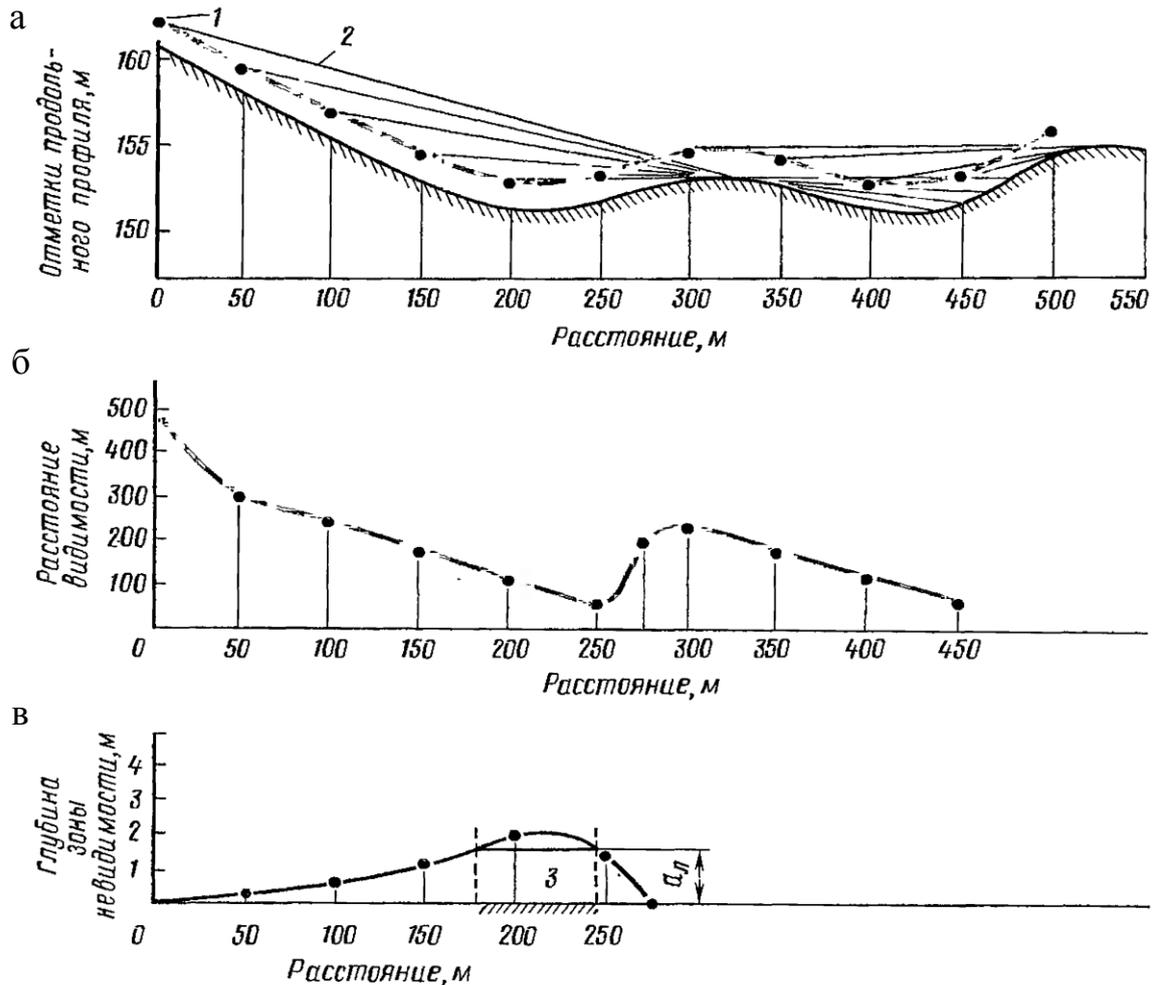


Рис. 2.10. Построение графика видимости на дороге:

- а – лучи зрения водителя при движении по дороге; б – изменение расстояния видимости при движении; в – глубина зоны, не видимой водителем;
- 1 – положение глаза водителя; 2 – луч зрения

Несмотря на большие значения видимости для обеспечения безопасности движения, в практике проектирования и эксплуатации дорожные организации не уделяют этому вопросу должного внимания, о чем свидетельствует ряд характерных примеров, показанных на рис. 2.11:

– не устраивают срезки видимости на внутренних откосах выемок и у кривых малых радиусов, располагают у них декоративные аллеи-насаждения (рис. 2.11, а);

– на пересечениях и примыканиях дорог размещают павильоны автобусных остановок, будки автоинспекции, декоративные посадки и статуи так, что они закрывают видимость (рис. 2.11, б);

– продольный профиль проектируют параллельным естественной поверхности земли, нарушая требования к вписыванию вертикальных кривых (рис. 2.11, в);

– на больших по протяженности прямых участках дороги допускают местные (на коротких участках) понижения продольного профиля, зрительно сливающиеся издали с продолжением дороги. Остановившийся в них автомобиль или ведущиеся дорожные работы можно увидеть лишь в момент, когда уже трудно осуществить торможение.

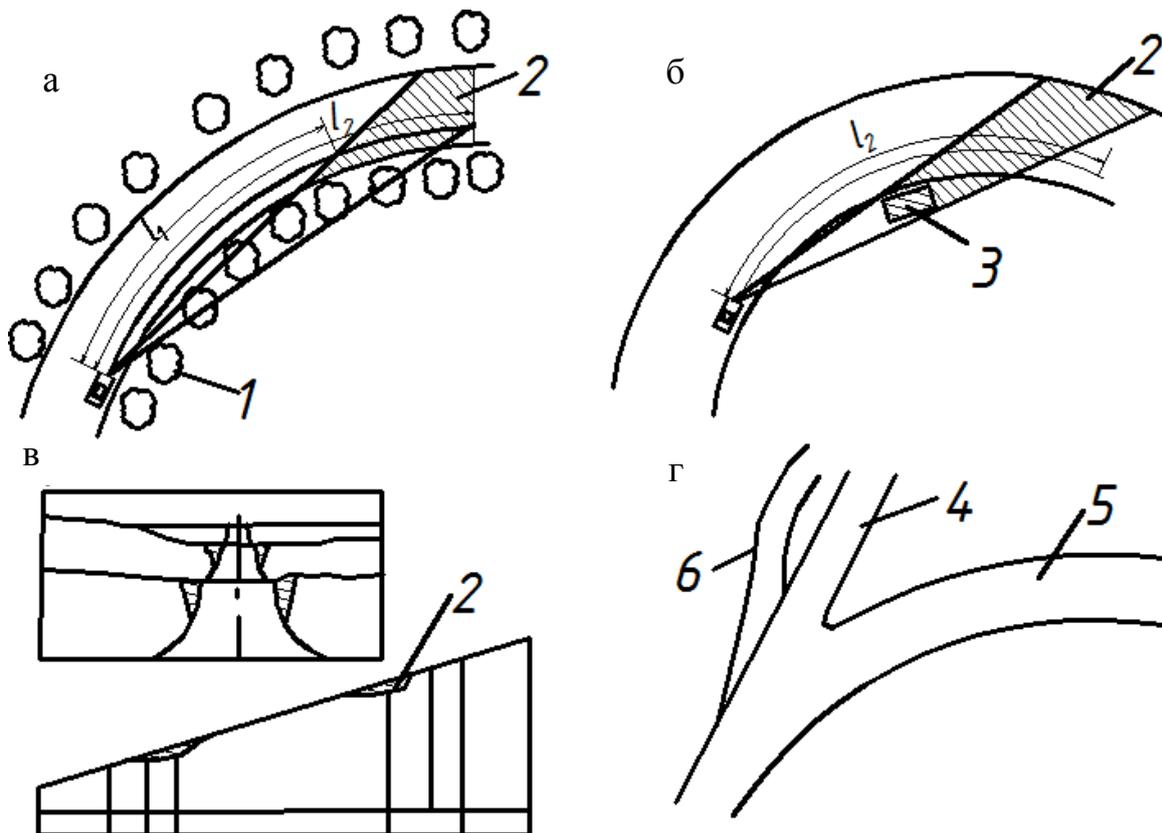


Рис. 2.11. Типичные примеры нарушения требований к обеспечению видимости, способствующие возникновению дорожно-транспортных происшествий:

- а – ограничение видимости посадками; б – ограничение видимости неправильным размещением автобусных остановок; в – нарушение требований вписывания вертикальных кривых; г – невидимый издали поворот основной дороги; 1 – неправильное расположение посадок; 2 – зона отсутствия видимости; 3 – павильон автобусной остановки; 4 – существующая дорога; 5 – поворачивающаяся основная дорога; б – изменение места примыкания подъезда

Правильное решение примыкания (рис. 2.11, г) требует перестройки участка старой дороги, маскировки ее растительными посадками или установки на проезжей части видимых издали знаков направления поворота.

Большое значение имеет контрастность окраски автомобиля и фона, на который он проецируется при взгляде водителя. Летом снижается видимость зеленоватых, серых и просто запыленных автомобилей, зимой – светло-серого и бежевого цветов. В дожди и снегопады видимость дороги для водителя ухудшается из-за помутнения ветрового стекла в зоне, не очищаемой щетками.

В большинстве перечисленных случаев обеспечение видимости не представляет никакой трудности и может быть осуществлено силами дорожно-эксплуатационных организаций.

Увеличение дорожно-транспортных происшествий на участках дорог, имеющих большие продольные уклоны, связано с особенностями складывающихся на них режимов движения. На участках дорог с крутыми подъемами и спусками ДТП, как правило, имеют тяжелые последствия. Для таких участков характерны следующие виды происшествий [4]:

- столкновения спускающихся автомобилей с автомобилями, вышедшими на обгон на подъеме (24% общего числа происшествий на участках дорог, имеющих большие продольные уклоны);

- съезд с дороги из-за порчи тормозов или чрезмерной скорости на спуске (40%);

- столкновение идущего на подъем автомобиля с встречным при обгоне грузовых автомобилей, значительно снижающих скорость на подъеме, или объезде остановившихся (18%).

Общее количество происшествий, связанных с автомобилями, движущимися на спуск, в 1,5 – 3 раза больше, чем при движении на подъем. Особенность дорожно-транспортных происшествий на участках с большими продольными уклонами в том, что они происходят в верхней части подъемов и сразу за вершинами выпуклых вертикальных кривых, а также в нижней части спусков, на вогнутых переломах продольного профиля, на которые автомобили въезжают, развив высокие скорости (рис. 2.12).

Происшествиям способствует повышенная скорость автомобилей в нижней части вогнутых вертикальных кривых, которая требует более широкой проезжей части. Однако предусматриваемое СНиП [12] уширение проезжей части на 1 – 0,5 м на существующих дорогах отсутствует, что осложняет условия разъезда встречающихся автомобилей.

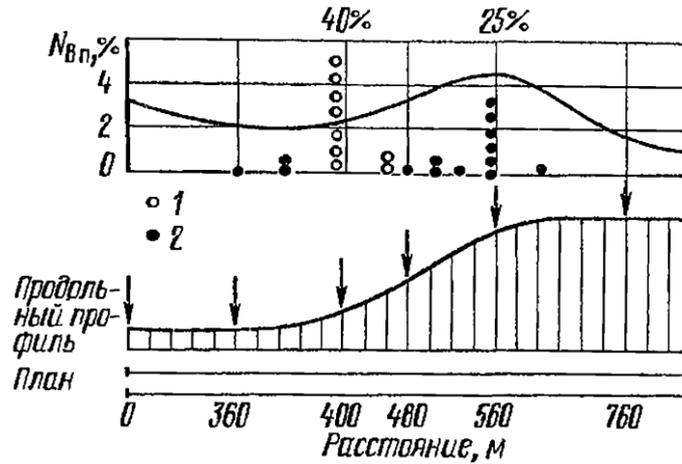


Рис. 2.12. Места сосредоточения происшествий на спуске и на подъеме;
 $N_{вп}$ – количество автомобилей, выезжающих на встречную полосу движения

Статистические данные о влиянии продольных уклонов на количество происшествий наглядно показывают рост числа дорожно-транспортных происшествий с увеличением крутизны продольных уклонов. Используя средние значения статистических данных разных исследователей, можно рекомендовать следующие значения коэффициентов [8], учитывающих влияние уклонов на безопасность движения:

продольный уклон, ‰	20	30	40	50	70	80
коэффициент влияния уклона..	1,0	1,3	1,75	2,5	3,0	4,0

Местами сосредоточения дорожно-транспортных происшествий являются участки кривых в плане при малых радиусах. На них возникает 10 – 12% общего их количества. Вероятность возникновения происшествий тем выше, чем меньше их радиус (табл. 2.12).

Таблица 2.12

Опасность возникновения происшествий в зависимости от радиуса круговых кривых

Показатели	Значения					
1. Радиусы кривых в плане	≤ 50	100 – 150	200 – 300	400 – 600	1000 – 2000	≥ 2000
2. $K_{без}$	5,4	4,6	2,25	1,6	1,25	1,0

Анализ роста происшествий показывает быстрый рост количества дорожно-транспортных происшествий при радиусах менее 600 м, что чаще всего является следствием несоответствия обеспечиваемых ими скоростей скоростям въезда на них с предшествующих участков. Для снижения опасности дорожно-транспортных происшествий не-

обходимо вводить кривые в плане возможно больших радиусов [4], желательно не менее показанных в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Минимальный радиус кривой в зависимости от уклона спуска

Показатели	Значения				
1. Уклон спуска, %	10	20	30	40	50
2. Минимальный радиус кривой, м	400	1000	2000	3000	4000

Наибольший интерес с точки зрения безопасности представляют дороги с трехполосным движением. На дорогах с тремя полосами движения на кривых с радиусами менее 600 м начинает проявляться тенденция водителей «срезать кривые» при проезде, что иногда приводит при недостаточной видимости к встречным столкновениям.

Количество происшествий на дорогах с тремя полосами движения больше, чем на дорогах с двумя полосами движения, в тем большей степени, чем меньше радиус кривой (см. табл. 2.13).

2.3. Влияние взаимного сочетания элементов дороги в системе ВАДС на безопасность движения

Опасные места сосредоточения дорожно-транспортных происшествий на дорогах обычно возникают на участках изменения режимов движения, так как фактические режимы движения транспортных потоков по дорогам определяются не только характеристиками отдельных элементов плана и продольного профиля, но и их взаимными сочетаниями. Основные причины возникновения происшествий следующие:

1) изменения скорости, вызываемые требованиями безопасности движения (малый радиус кривой в плане, сужение проезжей части, ограниченная видимость, скользкое или неровное покрытие и т. п.);

2) обгоны легковыми автомобилями с недостаточной мощностью двигателя грузовых автомобилей на больших продольных уклонах;

3) психологическое воздействие на водителя окружающего ландшафта или неожиданного резкого изменения дорожных условий (въезд после движения по открытой местности в тоннель, в узкое ущелье с извилистой трассой, установленные знаки «Падение камней», отсутствие ограждений на крутом склоне и т. п.).

Необходимо учитывать то, что абсолютное значение любого элемента трассы не всегда определяет режим движения и степень его

безопасности. Вызываемое изменением обстановки движения чувство повышенной опасности, на которое водитель реагирует изменением скорости, можно назвать психологическим сопротивлением движению.

2.3.1. Сочетание элементов трассы в плане и безопасность движения

Условия движения транспортных средств по автомобильным дорогам имеют свои особенности. Так, на равнине при проезде одиночной кривой опасная скорость будет определяться соображениями устойчивости автомобиля против заноса. В горной местности скорость зависит от видимости на извилистых участках, поскольку значительный процент водителей, опасаясь неожиданного появления из-за поворота встречного автомобиля, преодолевающего кривую с заездом на полосу встречного движения, проезжает такие участки с пониженной скоростью, существенно меньшей допускаемой радиусом кривой. На затяжном крутом спуске можно опасаться чрезмерной скорости при въезде на расположенную в конце его кривую.

Большое влияние имеет длина прямого участка вследствие увеличения времени реакции при монотонном ландшафте. Относительное количество происшествий на автомобильных дорогах на 1 км в год тем выше, чем длиннее прямой участок дороги. Строительные нормы и правила [12] требуют ограничивать прямые участки в равнинной местности до 3,5 – 5,0 км на дорогах I категории и до 2,0 – 3,5 км на дорогах II и III категорий (длиной, проезжаемой приблизительно за 1 – 1,5 мин). При неизбежности длинных прямых участков одновременно следует предусматривать меры по устранению их однообразия. Хорошие результаты получаются при возможности ориентирования дорог на возвышающиеся на горизонте горные вершины, высокие строения или заводские сооружения (рис. 2.13).

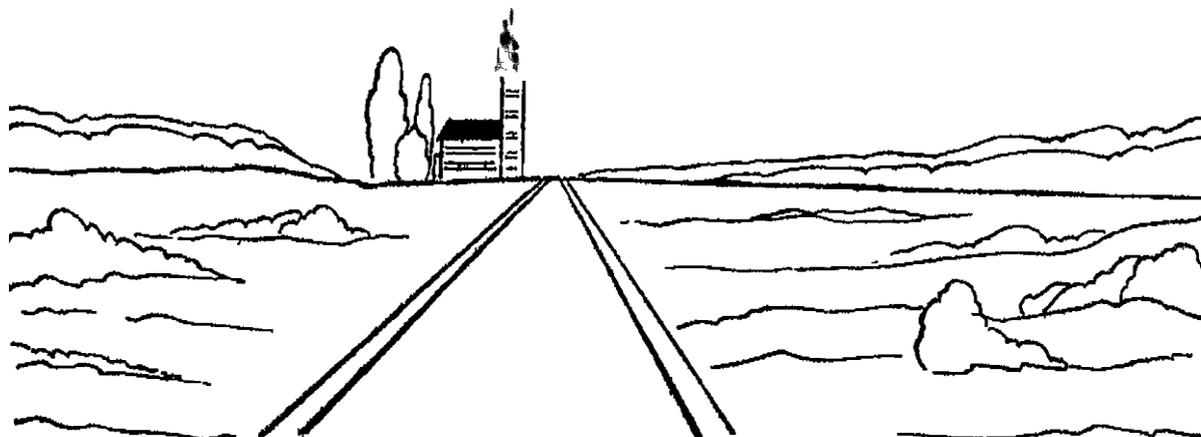


Рис. 2.13. Ориентирование длинных прямых участков дороги на возвышающиеся предметы

Так как в условиях открытого степного ландшафта такие возможности ограничены, ориентиры создают искусственно в виде групп высоких деревьев или установки на придорожной полосе абстрактных скульптурных металлических или железобетонных конструкций, которые привлекают внимание водителей своей необычностью.

Акцентировать внимание водителей и в то же время декорировать некрасивые виды и формы можно посадкой на придорожной полосе групповых декоративных насаждений (рис. 2.14), что встречается трудности, связанные в большинстве районов с отводом земли.

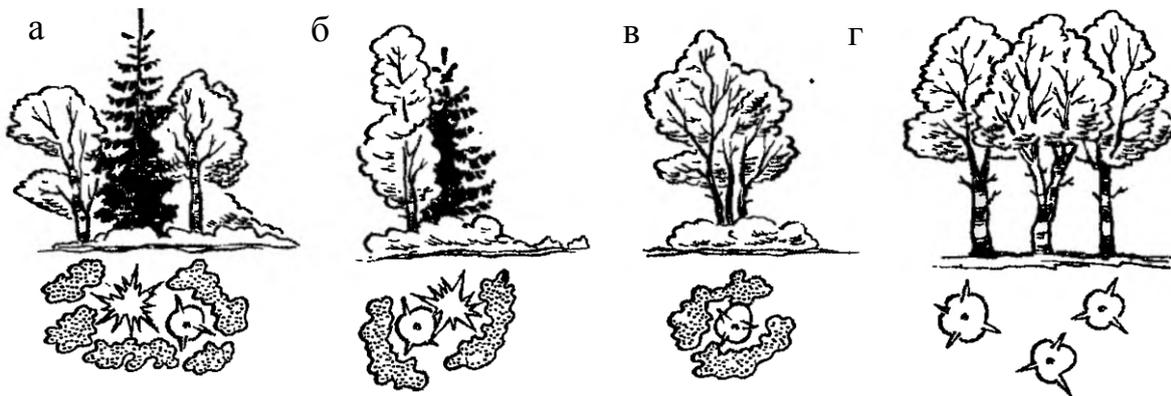


Рис. 2.14. Пример групповых придорожных насаждений:
а – из двух деревьев и высокого кустарника; б – из двух деревьев и низкого кустарника;
в – то же из одного дерева; г – из деревьев без опушки

Движение по криволинейным участкам с определенными радиусами кривых в плане определяет опасность и трудность движения по каждой отдельной кривой. Избираемую при ее проезде скорость водители оценивают по соотношению своей скорости к скорости, допустимой, по их мнению, в кривой и на последующем участке. Для уверенного ведения автомобиля водителю необходимо видеть дорогу и прилегающую к ней полосу на расстоянии, необходимом для своевременного торможения перед возникшим препятствием или осуществления маневра объезда. Увеличение извилистости трассы, обычно сопровождающееся увеличением углов поворота и соответственно уменьшением расстояний видимости, приводит к росту тяжести происшествий.

В ряде случаев дорога обманывает водителя неожиданным, обнаруживаемым только при непосредственном приближении изменением своего направления. Такие места очень опасны, особенно ночью, при освещении дороги узким пучком света фар (рис. 2.15).

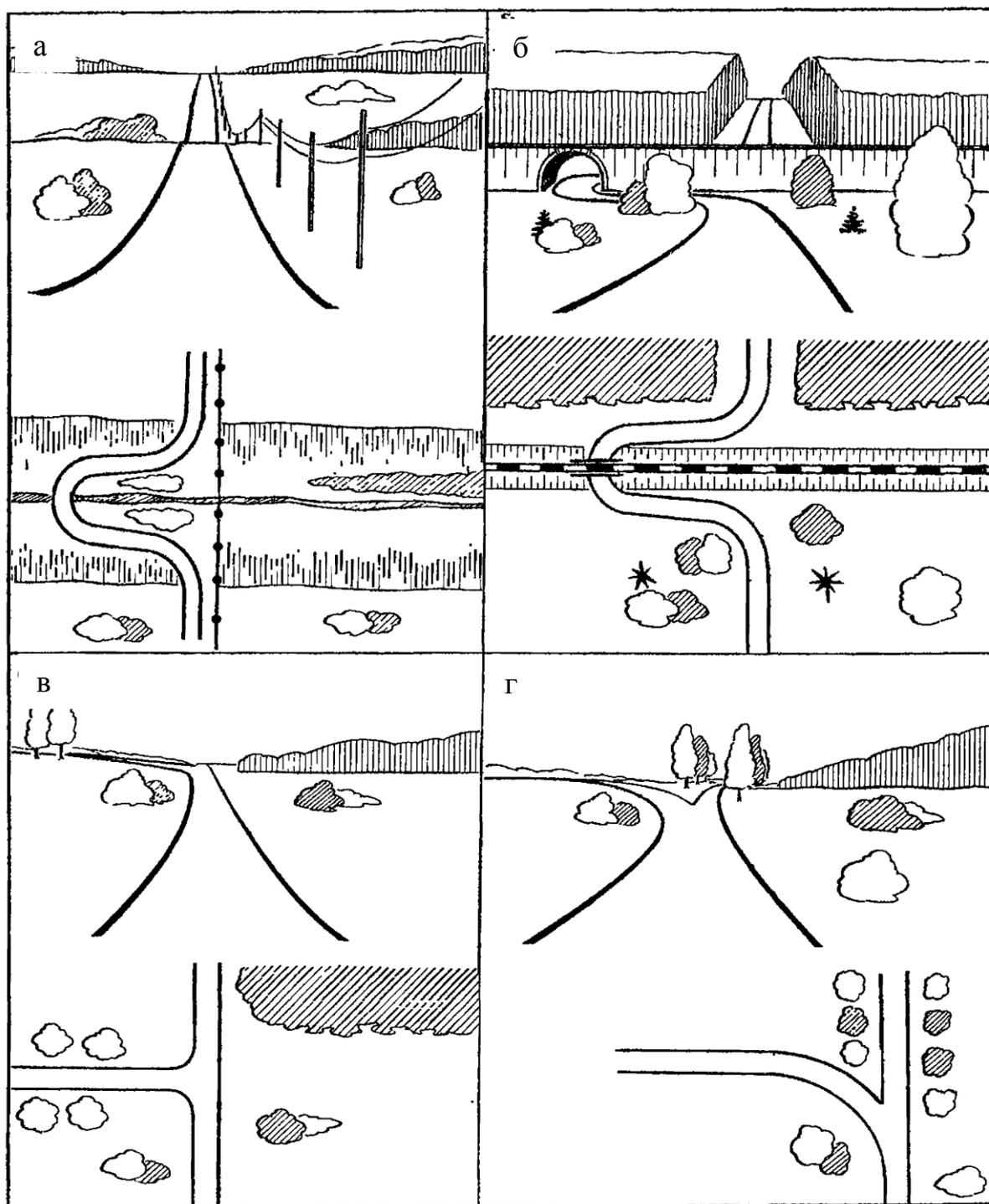


Рис. 2.15. Примеры неудачного расположения примыканий и неожиданных поворотов, создающих у водителей ошибочное представление о направлении дороги:
 а – поворот дороги для спуска на склоне с малым продольным уклоном;
 б – скрытый поворот для прохода под железной дорогой, особенно опасный в ночное время;
 в – примыкание второстепенной дороги на водоразделе, создающее впечатление крутого поворота дороги;
 г – поворот основной дороги, создающий впечатление, что она продолжается по прямому направлению

Безопасная дорога должна «вести водителя», не вызывая у него сомнений в дальнейшем направлении движения. Влияние вида при-

дорожной ситуации на режимы движения делает более безопасными дороги, построенные в соответствии с современными принципами ландшафтного проектирования, проложение которых согласовывается с формами рельефа и ситуацией придорожной полосы. Эти дороги не пересекают отроги холмов глубокими выемками и высокими насыпями, а, следуя основным формам рельефа, вписываются в них по возможности без нарушения закономерностей придорожного ландшафта. Откосы их земляного полотна плавно переходят в окружающую местность.

Трасса дорог, согласованных с ландшафтом, обычно состоит из отрезков окружности, соединенных между собой длинными переходными кривыми – клотоидами, кривизна которых изменяется постепенно. На таких дорогах прямолинейных участков мало и основными элементами трассы становятся криволинейные участки. Резкие изменения элементов трассы и зрительные искажения ее вида практически отсутствуют. Земляное полотно дорог плавно сочетается с прилегающей местностью и имеет обычно пологие откосы. Следует, однако, отметить, что опережающее развитие автомобильного транспорта по сравнению с дорожным строительством и работа дорог в условиях связанного режима движения групп автомобилей вынуждают для предотвращения попыток опасных обгонов специально вводить в криволинейную трассу «обгонные» участки длиной 1 – 1,5 км [14].

Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что на дорогах, запроектированных и построенных в соответствии с принципами ландшафтного проектирования, бывает меньше дорожно-транспортных происшествий, чем на дорогах, построенных традиционным способом с прямыми участками, сопрягающимися круговыми кривыми без тщательного согласования с ландшафтом.

2.3.2. Экологическая безопасность в комплексе автомобиль – дорога – среда

Автомобильный транспорт является одним из крупнейших загрязнителей окружающей среды, губительно действующих на здоровье людей, растения и животных. Доля автомобилей в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу составляет в крупных городах до 80 – 90%, кроме того, автомобильный транспорт является одним из главных потребителей невозполнимых топливно-энергетических ресурсов, потребляя до 50% добываемой нефти [15].

Строительство дороги и открытие по ней движения вносят изменения в сложившееся за длительный период времени экологическое равновесие в прилегающей местности. Для растительности оно связано с нарушением условий поверхностного стока на склонах, для условий жизни населения и обитания животного мира – с изменением водно-теплового режима придорожной полосы.

Наиболее опасными вследствие неожиданности и тяжести последствий становятся происшествия на дорогах, проходящих через лесные массивы и заповедники. В них дорога часто перерезает традиционные пути движения животных к местам питания и водопоя, а также их сезонных миграций. Обычно места перехода бывают привязаны к участкам, где дорога мало отличается от окружающей местности (невысокие насыпи или мелкие выемки, места перехода из выемки в насыпь). Переходы сосредоточиваются на полосе шириной от 600 до 800 м. Неожиданно выбегающие на дорогу животные создают опасность наездов с тяжелыми последствиями, часто сопровождающимися смертельными исходами для водителей и пассажиров. Большинство таких происшествий случается в сумерки и темное время суток. В это время животные становятся активнее и плохо видны на фоне леса. Опасность наездов повышается неожиданностью и непредсказуемостью поведения животных, которые, добежав до середины дороги, могут броситься назад или, спокойно стоя на придорожной полосе, в последний момент попытаться перебежать дорогу непосредственно перед автомобилем. Опасность наездов на диких животных характерна не только для заповедников, но и для густонаселенных местностей. Наиболее опасны столкновения с лосями, которые во многих местностях стали наиболее распространенными дикими животными. При столкновениях с лосями один случай гибели водителя или пассажира приходится на 35 – 40 наездов, ранения случались в одном из каждых 2,5 – 4,0 случаев. Каждый второй лось при наезде погибал [15].

Для предупреждения происшествий наиболее эффективным средством является установка вдоль дороги сетчатых ограждений. Эти заборы должны быть прочными и высокими, чтобы животные не могли их повалить или перепрыгнуть. Против лосей и оленей необходимы прочные заборы не ниже 2,5 м, против косуль и ланей от 1,5 до 2 м, кабанов – 1,2 м. Длинные заборы не удовлетворяют требованиям экологии, отражаясь на условиях передвижения животных, которые в заповедниках не должны нарушаться. Поэтому участки ограждений должны быть небольшой длины и сочетаться со специальными со-

оружениями для прохода животных. Заборы, ограждающие дорогу, должны плавно направлять животных к месту перехода (рис. 2.16, а). Так как животные боятся узких темных проходов вроде длинных труб большого диаметра, ширина проходов под высокими насыпями должна не менее чем в 10 раз превышать их высоту. Целесообразно участки высоких насыпей и трубы заменять более длинными мостами, а через выемки перекидывать уширенные путепроводы. Поскольку для перехода дороги животные стремятся возможно ближе подойти к дороге, скрываясь в лесу, полезно для сосредоточения переходов в одном месте уширять расчищаемую при постройке полосу леса, подсаживая отдельные, приближающиеся к дороге выступы деревьев и кустарников, направленные к местам безопасного перехода через дорогу (рис.2.16, б). У этих мест должны быть поставлены дорожные знаки, требующие от водителей повышенного внимания.

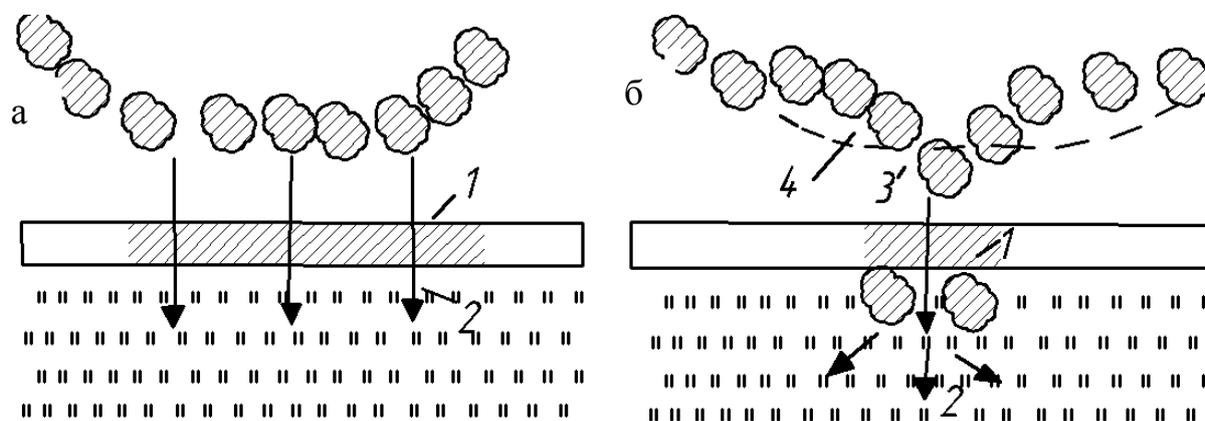


Рис. 2.16. Места переходов животных через дорогу:

а – при постоянной ширине полосы отвода;

б – при посадке леса, приближающейся к дороге;

1 – опасный участок дороги; 2 – путь животных; 3 – посадки деревьев; 4 – вырубка

Помимо крупных животных, наезд на которых сопряжен с серьезной опасностью для едущих, на дорогах гибнет много мелких животных. В местах сосредоточенного многолетнего обитания мелких животных дороги ограждают расположенными под углом к ним невысокими изгородями, направляющими животных к уложенным под дорогой круглым или прямоугольным трубам. Отверстие в свету у таких труб принимают в зависимости от длины от 1 до 1,5 м так, чтобы их низ возвышался на 8 – 10 см над поверхностью земли и в них не возникали застои воды.

Особое значение в обеспечении экологической безопасности имеет борьба с шумом. Шум, образующийся при движении потока автомобилей, отрицательно влияет на здоровье населения придорожной

полосы и водителей автомобилей. В последние годы проблема снижения уровня транспортного шума на дорогах становится все более актуальной в связи с возрастающей интенсивностью движения транспорта. Считается, что в городах 60 – 80% шума создает движение транспортных средств [15]. Для уменьшения воздействия транспортного шума следует магистральные автомобильные дороги прокладывать в стороне от жилых застроек. Если избежать строительства через жилые массивы не удастся, то в проектах разрабатывается устройство шумозащитных сооружений, которые снижают уровень шума до предельно допустимого уровня, а также предусматривается регулирование интенсивности транспортных потоков в течение суток.

Только осознанная природоохранная деятельность в транспортном комплексе, основанная на экологических знаниях, может предотвратить негативное его влияние на природу. Задача заключается в том, чтобы максимально использовать возможности, которые дает автомобиль обществу и экономике, и при этом предельно снизить негативные факторы, сопутствующие процессу автомобилизации.

Контрольные вопросы

1. Какова роль составляющих системы водитель – автомобиль – дорога – среда в обеспечении безопасности движения?
2. Исходя из каких соображений обосновывают расчетные скорости?
3. От чего зависит время реакции водителя, и какие его значения принимают при определении элементов трассы дорог?
4. Что такое «уровни удобства движения», и каковы для них характерные режимы движения?
5. Что такое «явление глиссирования» и в чем его опасность?
6. От чего зависит коэффициент сцепления на влажном покрытии?
7. Как влияют на обеспечение безопасности движения по дороге ширина обочин, их укрепление и наличие краевых полос?
8. Почему при недостаточной видимости дорог в плане и продольном профиле возрастает количество дорожно-транспортных происшествий?
9. Почему на дорогах, построенных в соответствии с принципами ландшафтного проектирования, бывает меньше дорожно-транспортных происшествий?
10. Как защищаются от животных на дороге и обеспечивают их безопасный переход через нее?

Глава 3

ОЦЕНКА И ПЛАНИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

3.1. Методы оценки безопасности движения на автомобильных дорогах

Безопасность и оценка степени безопасности движения по дороге имеют основное значение для служб эксплуатации дорог и организации движения при выявлении опасных участков и разработке мероприятий по их реконструкции или улучшению условий движения. На недавно построенных дорогах, запроектированных по современным строительным нормам и правилам, опасные участки могут возникнуть только при нарушении проектировщиками или строителями нормативных требований к элементам трассы или могут становиться опасными в результате превышения водителями расчетных скоростей или скоростей, соответствующих коэффициентам сцепления шин с покрытием при ухудшившейся погоде.

3.1.1. Общие положения

Одной из важнейших задач дорожного хозяйства является обеспечение безопасности движения и высоких транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог. При эксплуатации автомобильных дорог, а также при разработке проектов реконструкции существующих или проектов строительства новых дорог необходимо выявлять участки, не соответствующие требованиям обеспечения безопасности движения, и предусматривать мероприятия по повышению безопасности движения.

Повышенным количеством происшествий и высокой вероятностью появления заторов чаще всего характеризуются участки, на которых резко уменьшается скорость движения преимущественно в связи с недостаточной видимостью и устойчивостью движения. В этом случае при высокой интенсивности и большой скорости движения возможны наезды на впереди идущие транспортные средства и съезды с дороги. Такие участки, как правило, имеют пониженную про-

пускную способность, какой-либо элемент дороги не соответствует скоростям движения, обеспечиваемым другими элементами (скользкое покрытие на кривой большого радиуса, узкий мост на длинном прямом горизонтальном участке, кривая малого радиуса в конце затяжного спуска, сужение дороги, скользкие обочины и т.д.). Здесь чаще всего происходит опрокидывание транспортных средств или их съезд с дороги.

Опасны для движения участки, на которых из-за погодных условий создается несоответствие между скоростями движения на них и на остальной дороге (заниженное земляное полотно там, где часты туманы, гололед на дорогах и т.д.), скорость движения превышает безопасные пределы (длинные затяжные спуски, прямолинейные участки в открытой степной местности). Опасны участки, на которых возможно исчезновение у водителя ориентировки в направлении дороги или возникновение неправильного представления о нем (поворот в плане непосредственно за выпуклой кривой, неожиданный поворот в сторону с примыканием второстепенной дороги по прямому направлению), а также слияние или перекрещивание транспортных потоков на пересечениях дорог, съездах, примыканиях, переходно-скоростных полосах. Особое внимание необходимо уделять участкам, проходящим через малые населенные пункты или расположенным напротив пунктов обслуживания, автобусных остановок, площадок отдыха и т.д., где имеется возможность неожиданного появления пешеходов на проезжей части и транспортных средств с прилегающей территории.

Для выявления опасных участков, в пределах которых необходимо в первую очередь предусматривать мероприятия по обеспечению безопасности движения, могут быть использованы следующие методы, основанные на анализе данных о ДТП: метод коэффициентов безопасности, метод коэффициентов аварийности, метод конфликтных ситуаций.

Возможность применения того или иного метода зависит от стадии разработки мероприятий (обоснование мероприятий для существующей дороги, проектирование реконструкции или нового строительства), а также от наличия и полноты данных о ДТП на существующей дороге.

Метод выявления опасных участков на основе данных о ДТП следует применять для оценки безопасности движения на существующих дорогах при наличии достаточно полной и достоверной информации о ДТП за период не менее 3 – 5 лет. При отсутствии таких

данных, а также для оценки проектных решений при проектировании новых и реконструкции существующих дорог должны использоваться метод коэффициентов аварийности, основанный на анализе и обобщении данных статистики ДТП, методы коэффициентов безопасности и конфликтных ситуаций, основанные на анализе графиков изменения скоростей движения по дороге [16].

Метод коэффициентов безопасности. Коэффициентами безопасности называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобилей на этот участок (начальная скорость движения).

Участки по опасности для движения оценивают исходя из значений коэффициента безопасности. В проектах новых дорог недопустимы участки с коэффициентами безопасности, меньшими 0,8 [16]. В проектах реконструкции и капитального ремонта допустимые значения коэффициента безопасности принимаются по табл. 3.1.

Таблица 3.1

Значение коэффициента безопасности при отрицательных ускорениях в зависимости от степени опасности участка

Степень опасности участка дороги	Коэффициент безопасности при отрицательных ускорениях, м/с ²	
	0,5 – 1,5	1,5 – 2,5
Начальная скорость движения 60 – 80 км/ч		
Неопасный	более 0,6	более 0,65
Опасный	0,45 – 0,6	0,55 – 0,65
Очень опасный	менее 0,45	менее 0,5
Начальная скорость движения 85 – 100 км/ч		
Неопасный	более 0,7	более 0,75
Опасный	0,45 – 0,7	0,6 – 0,75
Очень опасный	менее 0,55	менее 0,6
Начальная скорость движения 105 – 120 км/ч		
Неопасный	более 0,8	более 0,85
Опасный	0,65 – 0,8	0,7 – 0,85
Очень опасный	менее 0,65	менее 0,7

Метод коэффициентов аварийности. Безопасность движения по автомобильной дороге в целом оценивается исходя из опасности движения на различных участках, оцениваемых по коэффициенту аварийности. Каждый частный коэффициент аварийности характеризуется относительной вероятностью возникновения на рассматриваемом участке происшествий из-за влияния ухудшения дорожных условий по одной, не зависящей от других факторов причине, а их сов-

местное влияние можно оценить произведением частных коэффициентов (итоговым коэффициентом аварийности):

$$K_{ав} = \sum_{i=1}^n K_i, \quad (3.1)$$

где K_i – частные коэффициенты аварийности, основанные на результатах анализа статистических данных о ДТП и характеризующие влияние на безопасность движения параметров дорог и улиц в плане, поперечном и продольном профилях, элементов обустройства, интенсивности движения, состояния покрытия (Приложение 3, табл. 1);

n – число частных коэффициентов аварийности, учитываемых при оценке безопасности движения на дорогах или городских улицах различной категории.

Дорожные организации, осуществляя учет и анализ ДТП, могут устанавливать дополнительные коэффициенты, учитывающие местные условия, например, частоту расположения кривых, наличие вблизи дороги аллейных насаждений, ирригационных каналов, неогражденных крутых склонов и т.д.

Итоговые коэффициенты аварийности устанавливают на основе анализа плана и профиля или линейного графика исследуемого участка дороги путем перемножения частных коэффициентов. По значениям итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график (Приложение 3, рис. 1). На него наносят план и профиль дороги, выделив все элементы, от которых зависит безопасность движения (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населенные пункты, пересекающиеся дороги и др.). На графике фиксируют по отдельным участкам среднюю интенсивность движения по данным учета дорожных организаций или специальных изыскательских партий, а для проектируемых дорог – перспективную интенсивность движения. Условными знаками обозначают места зарегистрированных в последние годы ДТП. Дорожно-эксплуатационные организации должны пополнять графики данными о ДТП. Под планом и профилем выделяют графы для каждого из учитываемых показателей, для которых определены коэффициенты аварийности, и делают вывод о степени опасности участка:

$K_{ав}$	0 – 10	10 – 20	20 – 40	> 40
характеристика участка.....	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный

Разница между значениями итогового коэффициента аварийности ($K_{ав}$) для горной местности, а также для дорог с протяженными участками с уклоном $> 50 \%$ и кривыми в плане < 300 м составляет:

разница между $K_{ав}$ на смежных участках, %	до 20	20 – 40	40 – 100	> 100
характеристика участка.....	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный

В проектах реконструкции дорог и нового строительства рекомендуется перепроектировать участки, для которых итоговый коэффициент аварийности более 15 – 20, при капитальном ремонте в условиях холмистого рельефа следует предусматривать перестройку участков с коэффициентами аварийности более 25 – 40. На горных дорогах с позиции безопасности движения допустимыми можно считать участки со значениями итогового коэффициента аварийности менее 35, с числом конфликтных ситуаций на 1 млн. авт.–км более 350. Однако следует иметь в виду, что при значении числа конфликтных ситуаций на 1 млн. авт.–км более 350 скорость движения и пропускная способность дороги значительно снижаются.

Допустимые значения итоговых коэффициентов аварийности ($K_{ав}$) для вновь строящихся автомагистралей не более 10,0, для эксплуатирующихся не более 12,0. В городских условиях при реконструкции улиц и новом строительстве не допускаются участки, итоговый коэффициент аварийности которых превышает 25.

Если возможность быстрого улучшения всей дороги ограничена, особенно при стадийной реконструкции, то при установлении очередности перестройки опасных участков необходимо дополнительно учитывать тяжесть ДТП. При построении графиков итоговые коэффициенты аварийности следует умножить на дополнительные коэффициенты тяжести (стоимостные коэффициенты, учитывающие возможные потери народного хозяйства от ДТП, $K_{умог}^{cm}$):

$$K_{умог}^{cm} = K_{ав} \sum_{i=1}^n m_i, \quad (3.2)$$

где m_i – средние значения коэффициента тяжести ДТП (дополнительные стоимостные коэффициенты, табл. 3.2).

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов приняты средние потери народного хозяйства от одного ДТП на эталон-

ном участке дороги или улицы. Остальные коэффициенты вычислены на основании данных о средних потерях от одного ДТП при различных дорожных условиях. Поправку к итоговым коэффициентам аварийности вводят только при значениях $K_{ав} > 15$.

Таблица 3.2

Средние значения коэффициента тяжести ДТП в зависимости от условий движения

№ п/п (<i>i</i>)	Учитываемые факторы	Средние значения коэффициента тяжести, m_i	
		для дорог в равнинной местности	для горных дорог
1	Ширина проезжей части дорог, м: 4,5	0,7	0,7
	6,0	1,2	1,2
	7,0 – 7,5	1,0	1,0
	9,0	1,4	1,4
	10,5	1,2	1,2
	14,0	1,0	–
	15, 0 и более	0,9	–
	для дорог с разделительной полосой		
2	Ширина обочин, м: менее 2,5	0,85	0,85
	более 2,5	1,0	1,0
3	Продольный уклон дорог, %: менее 30	1,0	1,0
	более 30	1,25	1,4
4	Радиусы кривых в плане, м: менее 350	0,9	0,8
	более 350	1,0	1,0
5	Сочетание кривых в плане и профиле	–	1,05
6	Видимость в плане и профиле, м: менее 250	0,7	0,7
	более 250	1,0	1,0
7	Мосты и путепроводы	2,1	1,3
8	Нерегулируемые пересечения в одном уровне	0,8	0,6
9	Пересечения на разных уровнях	0,95	–
10	Населенные пункты	1,6	1,0
11	Число полос движения: 1	0,9	0,9
	2	1,0	1,0
	3	1,3	1,3
	4 и более	1,0	1,0
12	Наличие деревьев, опор путепроводов и т.д. на обочинах и разделительной полосе	1,5	0,9
13	Отсутствие ограждений в необходимых местах	1,4	1,8
14	Железнодорожные переезды	0,6	0,6

Значения дополнительных коэффициентов тяжести в ряде случаев увеличиваются при улучшении дорожных условий, так как возрастание скоростей движения приводит к авариям с более тяжелыми последствиями.

**Пример оценки безопасности движения
по коэффициенту аварийности**

Задание

Определить уточненный коэффициент аварийности, построить график коэффициентов аварийности и сделать вывод о необходимости проведения мероприятий по реконструкции различных участков дороги в зависимости от опасности участка.

Решение

1. Определяем итоговый коэффициент аварийности ($K_{ав}$) на различных участках дороги по формуле (3.1).

Для каждого рассматриваемого участка дороги назначаются частные коэффициенты аварийности. Итоговые коэффициенты аварийности для однородных участков по вертикали находят перемножением частных коэффициентов аварийности. Значения частных коэффициентов аварийности принимаем по Приложение 3, табл. 1.

Пример 1. Участок дороги III категории с ПК 30 + 90 по ПК 41 + 50, интенсивность движения 3000 авт./сут. $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,05$; $K_3 = 1,0$; K_4 (продольный уклон – 40‰) = 1,875; K_5 (радиус кривой в плане – $R = 600$ м) = 0,75; K_6 (при видимости в плане – 320 м) = 1,35; K_6 (при видимости в профиле – 210 м) = 2,34; $K_7 = 1,0$; $K_8 = 1,0$; $K_9 = 3,0$; $K_{10} = 2,0$; K_{11} (при видимости пересечения в одном уровне с примыкающей дорогой 60 м) = 1,0; $K_{12} = 1,0$; $K_{13} = 1,0$; $K_{14} = 1,0$; $K_{15} = 1,0$; K_{16} (покрытие шероховатое новое) = 0,75; $K_{17} = 1,0$; $K_{18} = 1,0$; $K_{19} = 1,0$.

Итоговый коэффициент аварийности

$$K_{ав} = 0,75 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,875 \cdot 1,6 \cdot 1,35 \cdot 2,34 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 3,0 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 33,58.$$

2. По значению итоговых коэффициентов аварийности определяем итоговый коэффициент аварийности с учетом средних значений коэффициентов тяжести ($K_{умоз}^{cm}$) по формуле (3.2). Средние значения коэффициента тяжести (дополнительные стоимостные коэффициенты, m_i) см. в табл. 3.1.

Пример 2. Участок тот же. $m_1 = 1,0$; $m_2 = 1,0$; $m_3 = 1,25$; $m_4 = 1,0$; m_5 (видимость в плане – 320 м) = 1,0; m_6 (видимость в профиле – 210 м) = 0,7; $m_8 = 0,8$; $m_{11} = 1,0$. $\sum_{i=1}^n m_i = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,7$.

$$K_{умоз}^{cm} = 33,58 \cdot 0,7 = 23,51.$$

3. Строим график итоговых коэффициентов аварийности (Приложение 3, рис. 1) с учетом зоны влияния опасного места на прилегающие участки (Приложение 3, табл. 2, 3) и делаем вывод об опасности участков (табл. 3.3).

При построении графика коэффициентов аварийности трассу дороги (продольный профиль) 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.

Зоны влияния необходимо учитывать при назначении коэффициентов $K_5, K_8, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{19}$.

В нижней части графика помещают эпюру итоговых коэффициентов аварийности и по ней определяют участки, наиболее опасные для возникновения ДТП (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Результаты расчета итогового коэффициента аварийности

$K_{ав} (K_{умог}^{см})$	Участок дороги	Характеристика участка
2,46 (2,46)	ПК 0 + 00 – ПК 7 + 00	Неопасный участок
3,7 (3,7)	ПК 7 + 00 – ПК 9 + 00	
2,46 (2,46)	ПК 9 + 00 – ПК 14 + 50	
1,97 (1,97)	ПК 19 + 20 – ПК 25 + 70	
1,97 (1,97)	ПК 41 + 50 – ПК 50 + 40	
13,46 (16,83)	ПК 14 + 50 – ПК 15 + 40	Малоопасный участок
11,81 (14,76)	ПК 25 + 70 – ПК 30 + 90	
33,58 (23,51)	ПК 30 + 90 – ПК 41 + 50	
53,16 (79,72)	ПК 15 + 40 – ПК 19 + 20	Опасный участок

После построения и анализа графика аварийности и графика аварийности с учетом коэффициента тяжести, делаем вывод, что самым сложным и опасным участком является участок с ПК 15 + 40 по ПК 19 + 20. В этом месте находится населенный пункт и происходит уменьшение видимости из-за круговой кривой.

Уточненная эпюра свидетельствует, что первоочередными задачами дорожной службы должны быть мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения. К ним относятся обустройство тротуаров, пешеходных переходов, островков безопасности, ограждение проезжей части и ее разметка, ограничение скорости, запрет обгона с выездом на полосу встречного движения, а также увеличение радиуса кривой для улучшения видимости в плане и профиле. Проведение перечисленных мероприятий приведет к снижению коэффициента аварийности. Кроме перечисленных мероприятий, требуется

улучшение дорожными службами тех участков, где коэффициент понизился в связи с введением поправочного коэффициента тяжести (ПК 14 + 50 – ПК 15 + 40 и ПК 25 + 70 – ПК 30 + 90), так как ситуация на этих участках остается сложной и требует повышенного внимания.

Метод конфликтных ситуаций. В последние годы для выявления и оценки опасных мест на дорогах получает распространение метод конфликтных ситуаций. Данный метод исходит из предпосылки, что случающемуся дорожно-транспортному происшествию 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. Под конфликтной понимается дорожно-транспортная ситуация, возникающая между участниками дорожного движения или движущимся автомобилем и обстановкой дороги, т. е. ситуация, при которой существует опасность ДТП, но в действиях участников движения не происходит изменений и они могут продолжать движение. Для использования метода конфликтных ситуаций необходимы данные о режимах движения, получаемые с помощью автомобилей-лабораторий.

Показателем наличия конфликтной ситуации является изменение скорости или траектории движения автомобиля. Степень серьезности назревающей ситуации отражается на продольных и поперечных отрицательных ускорениях, реализуемых водителями при маневрах по предотвращению дорожно-транспортного происшествия.

Различают конфликтные ситуации трех видов (табл. 3.4):

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

Фактическое количество происшествий значительно меньше числа конфликтных ситуаций, но между этими характеристиками существует достаточно устойчивая корреляционная связь [16].

Таблица 3.4

Классификация участков по степени опасности

Критерии конфликтных ситуаций	Начальная скорость движения, км/ч	Ускорения, м/с ² , для конфликтной ситуации		
		легкой K_1	средней K_2	критической K_3
1. Отрицательные продольные ускорения	более 100	менее 0,9	менее 1,1	1,5
	80 – 100	$1,5 \pm 0,5$	$2,3 \pm 0,3$	2,7
	менее 80	$2,9 \pm 0,8$	$3,0 \pm 0,7$	3,8
2. Поперечные ускорения	более 100	менее 0,3	менее 0,7	0,8
	80 – 100	$0,5 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,3$	1,2
	менее 80	$1,0 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$	1,7

Метод конфликтных ситуаций может быть использован как для исследования существующих дорог при разработке мероприятий по их реконструкции и в целях организации движения, так и при проектировании пересечений на новых дорогах.

Количество конфликтных ситуаций каждого типа определяется при реконструкции дорог с использованием метода наблюдений (степень оценки серьезности конфликтных ситуаций наблюдателями зависит от вида угрожающего конфликта), а при новом строительстве – метода математического моделирования. Количество конфликтных ситуаций на 1 млн. авт.-км разной опасности приводят к критическим:

$$K = \frac{K'10^6}{NL}, \quad (3.3)$$

где K' – количество конфликтных ситуаций, приведенных к критической;
 N – интенсивность движения авт./ч;
 L – длина участка дороги, км.

$$K' = 0,44K_1 + 0,83K_2 + K_3, \quad (3.4)$$

где K_1 – количество легких конфликтных ситуаций за время t ;
 K_2 – количество средних конфликтных ситуаций;
 K_3 – количество критических конфликтных ситуаций.

По степени опасности для движения участки оцениваются:

K , на 1 млн. авт.-км.....	< 210	210 – 310	310 – 460	> 460
характеристика участка.....	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный

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.

Относительная аварийность на 1 млн. авт.–км на участках дорог с возможными конфликтными ситуациями рассчитывается по формуле

$$q = 10^6 \frac{(0,1 + 0,001 \cdot K')}{U \cdot L}, \quad (3.5)$$

где U – длина участка, где возникают конфликтные ситуации, км;

L – длина рассматриваемого участка, км.

Коэффициент относительной аварийности можно рассчитать по формуле

$$Y = 0,1 + K'NL/10^6. \quad (3.6)$$

Пример оценки безопасности движения по коэффициенту аварийности

Задание

Определить степень опасности участка (участок дороги III категории с ПК 30 + 90 по ПК 41 + 50, интенсивность движения 3000 авт./сут.).

Решение

1. Определяем количество конфликтных ситуаций, приведенных к критической, по формуле (3.4) в зависимости от степени опасности конфликтных ситуаций (см. табл. 3.3).

$$K' = (0,44 \cdot 1,5 + 0,83 \cdot 2,3 + 2,7) + (0,44 \cdot 0,5 + 0,83 \cdot 0,8 + 1,2) = 7,353.$$

2. Определяем коэффициент относительной аварийности по формуле (3.6).

$$Y = 0,1 + 7,353 \cdot 3000 \cdot 1060 / 10^6 = 23,48.$$

3. Делаем вывод о степени опасности участка: $Y = 23,48$ (находится в пределах от 20 до 40), следовательно, участок малоопасный.

3.1.2. Оценка безопасности движения в неблагоприятных погодных-климатических условиях

В неблагоприятных погодных-климатических условиях, которые наиболее часто наблюдаются в осенне-весенний и зимний перио-

ды года, заметно проявляются любые недостатки дорог, влияющие на безопасность движения. Кроме того что участки дорог, опасные для движения в благоприятных условиях погоды, становятся более опасными, появляются новые опасные участки.

Для разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность в любое время года, необходимо выполнять оценку безопасности движения на дорогах в неблагоприятные периоды года. Указанная оценка должна выполняться на стадии разработки проектов строительства новых дорог, реконструкции и ремонта существующих дорог, а также при оценке транспортно-эксплуатационного состояния эксплуатируемых дорог.

Соответствие проектных решений и состояния существующих дорог требованиям обеспечения безопасного и удобного движения в неблагоприятных климатических условиях оценивают путем определения сезонных коэффициентов безопасности и аварийности для летнего, осенне-весеннего (переходных) и зимнего периодов года. Кроме того, для оценки безопасности движения на существующих дорогах используют линейный график относительных коэффициентов аварийности (коэффициентов происшествий), определяемых для каждого характерного периода года.

Степень соответствия запроектированной или существующей дороги требованиям безопасности движения автомобилей в неблагоприятные периоды года может быть оценена по величине сезонного коэффициента безопасности. Он характеризует плавность изменения максимальной скорости движения при переходе автомобиля с одного участка на другой в характерных для данного периода года погодных условиях и состоянии дороги.

Значения максимально возможных скоростей движения (V_{max}) на каждом участке дороги для любого периода года вычисляются с помощью методов, которые использовали и при определении коэффициента безопасности для обычных условий. Однако в формулы расчета максимальной скорости вводят значения параметров и характеристик состояния дороги и погодных условий, соответствующих каждому периоду года.

Для существующих дорог максимальная скорость может быть определена на основе наблюдений за режимами движения как скорость свободного движения легковых автомобилей 85 %-ной обеспеченности или как скорость транспортного потока 95 %-ной обеспеченности в характерных условиях движения.

Каждому периоду года соответствует характерное состояние поверхности дороги, принимаемое за расчетное.

Зимний период

1) слой рыхлого снега на поверхности покрытия и обочин имеется только во время снегопада и метелей, в перерывах между проходами снегоочистительных машин;

2) проезжая часть чистая от снега, уплотненный снег и лед на прикромочных полосах, рыхлый снег на обочинах;

3) слой плотного снежного наката на проезжей части, слой рыхлого снега на обочинах;

4) гололед на покрытии;

5) покрытие влажное, тонкий слой рыхлого мокрого снега или слой снега и льда, растворенного хлоридами.

Состояния 1, 2, 4 и 5 принимают расчетными для дорог I, II, III категорий, состояния 2 и 3 – для дорог III и IV категорий.

Расчетная толщина слоя рыхлого снега на покрытии принимается по многолетним данным дорожно-эксплуатационной службы в зависимости от защищенности дороги от снежных заносов и оснащенности дорожной службы машинами для зимнего содержания, но не менее 10 мм.

Осенне-весенний переходные периоды:

1) вся поверхность дороги мокрая, чистая;

2) проезжая часть мокрая, чистая, прикромочные полосы загрязнены;

3) проезжая часть мокрая, загрязненная.

Состояние 1 – расчетное для дорог I и II категорий с обочинами, укрепленными на всю ширину каменными материалами с применением минеральных или органических вяжущих. Состояние 2 – дороги, имеющие укрепленные краевые полосы или обочины, укрепленные щебеночными и гравийными материалами без вяжущих веществ. Состояние 3 – дороги без укрепленных краевых полос и обочин.

Летний период – покрытие сухое чистое, обочины сухие твердые.

Каждому расчетному состоянию покрытия соответствует определенный коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления (Приложение 3, табл. 4 и 5), изменяющиеся в зависимости от скорости по формулам

$$f_v = f_{20} + K_f(V - 20), \quad (3.7)$$

$$\varphi_v = \varphi_{20} - \beta_\varphi(V - 20), \quad (3.8)$$

где f_{20} и φ_{20} – коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления при скорости 20 км/ч;

K_f и β_ϕ – коэффициенты изменения сопротивления качению и сцепления в зависимости от скорости. При скорости до 60 км/ч значение $K_f = 0$, при больших скоростях $K_f = 0,00025$;

V – скорость, для которой определяются значения f_v и ϕ_v , км/ч.

Максимальная скорость на прямых участках дороги определяется по динамическим характеристикам расчетного легкового автомобиля и проверяется возможность ее достижения по соотношению сил сцепления и сопротивления качению при расчетном состоянии покрытия по формуле

$$V_{\phi \max} = \frac{m\phi_{20} - f - i}{m\beta_\phi + K_f}, \quad (3.9)$$

где m – коэффициент сцепного веса для легкового автомобиля, принимаемый равным 0,5;

i – продольный уклон, доли единицы.

Максимально допустимую скорость на спуске и участках с ограниченной видимостью в плане и профиле определяют из условия торможения перед внезапно возникшим препятствием на поверхности дороги исходя из расстояния видимости и коэффициента сцепления, соответствующего расчетному состоянию покрытия.

Максимальную скорость при различной ширине проезжей части, краевых укрепительных полос и укрепленных обочин в зависимости от их состояния можно определить из схемы расчета требуемой ширины укрепленной поверхности дороги. При этом на дорогах, не имеющих укрепленных обочин, ширина укрепленной поверхности в неблагоприятные периоды года определяется с учетом ее уменьшения за счет загрязнения прикромочных полос, образования на них снежного наката, льда и т.д. по формуле

$$B_{1\phi} = (B + 2y_0)K_y, \quad (3.10)$$

где B и y_0 – проектная ширина проезжей части и краевых укрепительных полос;

K_y – коэффициент, учитывающий влияние вида укрепления на уменьшение ширины основной укрепленной поверхности, принимается в зависимости от типа укрепления обочин по табл. 3.5.

Таблица 3.5

Значения коэффициента, учитывающего влияние вида укрепления на уменьшение ширины основной укрепленной поверхности

Вид укрепления обочин	Значения K_y	
	на прямых участках и на кривых в плане радиусом более 200 м	на кривых в плане радиусом менее 200 м, на участках с ограждениями, направляющими столбиками, тумбами, парапетами
1. Покрытие из асфальтобетона, цементобетона или из материалов, обработанных вяжущими	1,0	1,0
2. Слой щебня или гравия	0,98/0,96	0,97/0,95
3. Засев трав	0,96/0,94	0,95/0,93
4. Обочины не укреплены	0,95/0,93	0,93/0,90

Примечания. 1. В числителе – для дорог I и II категорий, в знаменателе – для дорог III и IV категорий. 2. Значения K_y даны для ширины полосы укрепления обочины 1,0 м и более. При меньшей ширине полосы укрепления значения K_y принимают для укрепления асфальтобетоном или другими обработанными вяжущими материалами, как для укрепления щебнем или гравием; для укрепления щебнем или гравием, как для укрепления засевом трав, а для укрепления засевом трав, как для неукрепленной обочины.

Ширина укрепленной поверхности ($B_{1\phi}$, м) в неблагоприятные периоды года при отсутствии краевых полос определяется по формуле

$$B_{1\phi} = BK_y. \quad (3.11)$$

На мостах, путепроводах, эстакадах $B_{1\phi}$ определяется по формуле

$$B_{1\phi} = \Gamma - 3h_{\phi}, \quad (3.12)$$

где Γ – габариты моста, м;

h_{ϕ} – высота бордюра, м.

За характерные по ширине укрепленной поверхности принимают участки с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос – участки дороги с одинаковой шириной проезжей части. При этом не учитывают колебания ширины в пределах до 0,25 м. При уменьшении или увеличении на смежном участке ширины основной укрепленной поверхности более чем на 0,25 м такой участок выделяют в характерный. Если разница в ширине B на смежных участках превышает 0,5 м, то участок с меньшей шириной относят к местным сужениям, в длину которого включают длину зоны влияния, по 75 м от начала и конца сужения.

Значение максимальной скорости движения в зависимости от фактически используемой ширины проезжей части и интенсивности движения в различные периоды года определяется по формулам, приведенным в Приложение 3, табл. 6.

На участках дорог, подверженных действию сезонных сильных ветров, определяют величину сезонного коэффициента безопасности исходя из максимально безопасной скорости движения автомобиля при боковом воздействии ветра с расчетной скоростью. К таким участкам относятся не защищенные лесом насыпи в нулевых отметках, полунасыпи–полувыемки и выемки глубиной до 1,5 м, участки, проходящие по водоразделам и открытым возвышенностям, высокие насыпи и подходы к мостам. Воздействие ветра не учитывается на участках дороги, расположенных в лесу и в выемках глубиной более 1,5 м.

Расчетную скорость ветра определяют по данным ближайшей метеостанции с учетом положения дороги на местности и ее защищенности, а также порывистости ветра.

Максимально допустимую скорость на кривых в плане (в км/ч) определяют по условиям устойчивости автомобиля при движении по покрытию, находящемуся в состоянии, характерном для расчетного периода, и в случае необходимости учитывают воздействия бокового ветра:

$$V_{\phi \max} = \sqrt{127R(\phi_2 \pm i - q)}, \quad (3.13)$$

где ϕ_2 – коэффициент поперечного сцепления;

i – поперечный уклон виража, тысячные доли единиц;

q – коэффициент бокового давления, назначаемый в зависимости от скорости ветра (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Значения коэффициента бокового давления

Показатели	Значения			
	20	30	40	50
1. Скорость ветра, м/с				
2. Коэффициент q для автомобилей:				
легковые автомобили	0,010	0,022	0,040	0,063
микроавтобусы	0,013	0,029	0,053	0,081

Вычисленные значения максимальной скорости для каждого сезона года в прямом и обратном направлениях движения наносят на линейный график. При этом на участках, где на ограничение скорости влияет несколько параметров дорог, принимают меньшее ее значение.

Сезонный коэффициент безопасности определяют как отношение значений максимальной скорости на смежных участках по линейному графику скорости. Расстояния между смежными точками на ли-

нейном графике скорости для вычисления коэффициента безопасности принимают равными 100 м. Степень опасных участков дорог устанавливают в зависимости от величины коэффициента безопасности (см. табл. 3.1).

Для проектируемых дорог частные коэффициенты аварийности принимают исходя из ожидаемого изменения параметров геометрических элементов дорог в разные сезоны года. Для этого проектные значения параметров умножают на поправочные коэффициенты (Приложение 3, табл. 7). По полученным значениям геометрических параметров дорог в разные периоды года определяют частные коэффициенты аварийности.

Для существующих дорог следует исходить из установленных наблюдениями параметров дорог в различных погодно-климатических условиях.

Графики коэффициентов аварийности для разных сезонов следует совмещать на одном бланке, что дает возможность выявить опасные участки и оценить изменения степени их опасности по сезонам года. На графиках должны отмечаться места ДТП в разные сезоны года с указанием их вида. При построении сезонных графиков коэффициентов аварийности необходимо учитывать зоны влияния дорожных элементов (Приложение 3, табл. 8).

График сезонных коэффициентов аварийности является основным рабочим документом для оценки условий безопасности движения по дороге в различные периоды года, на основании которого разрабатываются конкретные мероприятия по повышению безопасности движения и сроки их проведения на разных участках.

3.2. Планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения

Устранение участков концентрации ДТП на автомобильных дорогах является составной частью федеральных, региональных и местных программ повышения безопасности дорожного движения, разрабатываемых на основе Федерального закона «О безопасности дорожного движения» [17] и направленных на комплексное решение проблемы сокращения количества дорожно-транспортных происшествий. Указанные программы имеют, как правило, межведомственный характер.

3.2.1. Планирование мероприятий по повышению безопасности движения на существующих дорогах

Федеральные государственные программы безопасности дорожного движения, содержащие проекты по снижению уровня аварийности на участках концентрации ДТП, разрабатывают в соответствии с «Порядком разработки и реализации федеральных целевых программ и межгосударственных целевых программ», в осуществлении которых участвует Российская Федерация.

В системе дорожного хозяйства планирование мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП осуществляется в порядке, предусмотренном действующими нормативно-техническими и нормативно-правовыми документами, регламентирующими разработку, согласование и утверждение:

- программами дорожных работ по совершенствованию и развитию дорожной сети;
- программой инвестиций в автомобильные дороги;
- проектной документацией;
- планами работ по реконструкции, ремонту и содержанию автомобильных дорог.

В зависимости от капитальности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП и соответственно возможных сроков их реализации, а также исходя из установленного порядка разработки, согласования и утверждения программ дорожных работ, следует различать следующие виды их планирования: краткосрочное (оперативное), годовое, долгосрочное и среднесрочное (программное).

Краткосрочное (оперативное) планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП осуществляется при назначении работ по содержанию дорожной сети на участках, элементах дорог и дорожных сооружений, транспортно-эксплуатационные показатели которых не соответствуют требованиям ГОСТ Р 50597-93 [18] и ОДМ 218.0.2003 [19]. Планирование работ и ликвидация таких дефектов транспортно-эксплуатационного состояния дорог должны выполняться по мере их обнаружения в установленные сроки в соответствии с технологиями дорожных работ, принятыми в ВСН 24 – 88 [20]. На период выполнения работ по ликвидации выявленных дефектов на соответствующих участках дорог в предусмотренном порядке должны быть введены временные ограничения

движения транспортных средств, обеспечивающие безопасность дорожного движения. Приоритетность реализации мероприятий по повышению безопасности движения при краткосрочном (оперативном) планировании дорожных работ, направленных на доведение транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети до допустимого уровня содержания, должна определяться степенью опасности участков концентрации ДТП, на которых выявлены дефекты, влияющие на условия безопасности движения, а также степенью опасности самих этих дефектов.

Годовое планирование мероприятий по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП осуществляется при составлении годовых программ дорожных работ на федеральных и территориальных дорогах.

Обосновывающие материалы к указанным программам должны содержать сведения об участках концентрации ДТП (местоположение, степень опасности, перечень дорожных факторов, способствующих их возникновению), сведения о запланированных мероприятиях по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП (наименование, адрес и срок проведения, стоимость).

Дополнительно должен быть составлен план мероприятий по организации системы диагностики состояния дорог по органам дорожного управления, включающий обследование опасных участков дорожной сети в целях установления причин и условий их возникновения, а также выработки соответствующих контрмер по повышению безопасности дорожного движения.

Долгосрочное и среднесрочное (программное) планирования мероприятий по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП и их предупреждению осуществляются при разработке программ совершенствования и развития дорожной сети, программ развития дорог, обоснования инвестиций, разработки инженерных проектов. Основные задачи долгосрочного и среднесрочного планирования мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП реализуются на основе:

- учета социально-экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий при определении экономической целесообразности и очередности проведения работ по ремонту, реконструкции и строительству дорог и дорожных сооружений;

- обоснования сокращения количества и тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий при реализации выбранного варианта развития дорог;

– оценки технических решений в инженерных проектах дорог по критериям обеспечения безопасности дорожного движения.

Разработка указанных программ и инженерных проектов должна соответствовать требованиям ОДН [21].

При планировании дорожных работ по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП требуется для каждого такого участка на основе технико-экономической оценки вариантов улучшения дорожных условий выбрать наиболее эффективный комплекс мероприятий.

Для выбора наиболее эффективного комплекса мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП следует:

– провести диагностику участков концентрации ДТП для установления элементов и характеристик дороги, не отвечающих нормативным требованиям;

– составить на основе анализа данных о дорожных условиях и состоянии аварийности перечень возможных мероприятий, которые позволят устранить неблагоприятные дорожные факторы, способствующие возникновению ДТП на рассматриваемых участках их концентрации;

– выполнить на каждом участке концентрации ДТП технико-экономическое сравнение комплексов мероприятий по повышению безопасности дорожного движения;

– определить, в рамках какого вида планирования учитывать выбранные комплексы мероприятий по повышению безопасности дорожного движения при подготовке в установленном порядке необходимой технической документации для их реализации и обоснования инвестиций.

Расчеты по выявлению участков концентрации ДТП и их диагностике должны ежегодно выполняться до начала формирования специализированными органами дорожного управления планов и программ работ по реконструкции, ремонту и содержанию обслуживаемой сети дорог.

На основе анализа результатов диагностики участков концентрации ДТП устанавливаются показатели и характеристики состояния дороги, способствующие формированию таких участков, и назначают соответствующие мероприятия по их ликвидации.

При планировании мероприятий по повышению безопасности движения на выявленных участках концентрации ДТП следует учитывать как стабильность уровня аварийности, так и степень опасности.

При установлении очередности проведения работ по повышению безопасности дорожного движения наиболее высокой приоритетностью обладают прогрессирующие и стабильные участки концентрации ДТП, характеризующиеся одновременно высокой степенью опасности.

Для вариантной проработки выбора мероприятий по повышению безопасности дорожного движения в число рассматриваемых следует включать мероприятия различной капитальности, в том числе ранее реализованные на участках дорог с аналогичными условиями движения и показавшие свою эффективность. Фактически наблюдаемый уровень аварийности на таких участках дорог можно принять в качестве ожидаемого в результате реализации планируемых комплексов мероприятий по повышению безопасности движения.

В целях предотвращения роста аварийности на смежных участках и создания однородности условий движения, помимо мер по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП, следует предусматривать проведение работ по общему улучшению транспортно-эксплуатационных показателей на всем протяжении дороги.

Вид планирования мероприятий по обеспечению безопасности движения на участках концентрации ДТП определяется с учетом:

- приоритетного обеспечения требований к эксплуатационному состоянию дорог, допускаемому ГОСТом по условиям безопасности [18];
- номенклатуры дорожных работ, необходимых для повышения безопасности движения на участках концентрации ДТП, установленных в результате технико-экономических расчетов;
- утвержденных объемов финансирования мероприятий по повышению безопасности дорожного движения и сроков, необходимых для их реализации;
- очередности проведения работ по ремонту, реконструкции и строительству дорог, вошедших в программы совершенствования и развития дорожной сети на федеральном и региональном уровнях.

Детальная разработка технических решений и проектирование запланированных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения, а также определение их сметной стоимости выполняются в установленном порядке при подготовке проектов строительства, реконструкции и ремонта на участках автомобильных дорог и дорожных сооружений. Порядок подготовки и принятия решений по объемам инвестиций на реализацию мероприятий по повышению безопасности дорожного движения на участках концентрации ДТП должен соответствовать положениям нормативных документов в части,

касающейся планируемых работ по строительству, реконструкции и ремонту дорог.

3.2.2. Планирование мероприятий по повышению безопасности движения при реконструкции дорог

При планировании мероприятий по повышению безопасности движения при реконструкции дорог следует учитывать основные цели реконструкции и задачи реконструкции. К ним относятся протяженность существующей дороги, ее технические параметры и транспортно-эксплуатационные качества, меняющиеся по длине дороги, количество и распределение по длине дороги опасных участков, требования к техническим параметрам дороги после ее реконструкции, сроки реконструкции, обеспеченность финансированием, возможности строительных организаций.

В подходе к планированию мероприятий необходимо учитывать существенные различия между полной реконструкцией дороги, при которой решается целый комплекс задач (повышение пропускной способности дороги, увеличение скоростей движения, ликвидация опасных участков, охрана окружающей среды), и выборочной реконструкцией отдельных участков и мест на дороге для повышения безопасности движения и выравнивания скоростей движения автомобилей.

Полная реконструкция. При полной реконструкции автомобильных дорог в качестве основных мероприятий, направленных на повышение безопасности движения и транспортно-эксплуатационных качеств, применяют:

- уширение проезжей части и земляного полотна;
- исправление трассы дороги в плане и продольном профиле;
- строительство обходов населенных пунктов, изменение планировки пересечений в одном уровне;
- строительство пересечений в разных уровнях, оборудование дороги автобусными остановками, стоянками автомобилей, площадками отдыха и др.

Конкретный набор мероприятий определяют в процессе проектирования путем технико-экономического сравнения вариантов проектных решений и выбора оптимального из них, рекомендуемого к реализации.

Полная реконструкция дороги производится путем одновременного выполнения всех предусмотренных в проекте мероприятий на участках значительного протяжения. Протяженность таких участков, очередность и стадийность их реконструкции должны назначаться с

учетом требований обеспечения безопасности движения и создания минимальных помех движению автомобильного транспорта в процессе выполнения строительных работ.

В целях уменьшения помех дорожному движению реконструкция должна проводиться не сразу на всей дороге, а отдельными участками. Следует стремиться к максимально возможному сокращению продолжительности проведения работ на каждом из участков, что может быть достигнуто путем ограничения протяженности участка и максимальной концентрации на нем сил и средств строительной организации. Протяженность участка, на котором проводятся работы по его реконструкции, должна назначаться с учетом объемов строительных работ, их технологии, возможностей строительной организации, а также особенностей организации движения в местах производства строительных работ.

При назначении очередности реконструкции в первую очередь следует отдавать приоритет участкам с наибольшими значениями показателей аварийности и загрузки дороги движением. При этом также необходимо учитывать особенности технологии строительных работ и размещения производственных предприятий строительных организаций. При реконструкции дорог с доведением их до норм дорог I технической категории целесообразно рассмотреть возможность стадийной реконструкции.

На первой стадии строятся искусственные сооружения, земляное полотно, дорожная одежда и проводится инженерное обустройство для одной проезжей части. После завершения этих работ движение автотранспорта переключается с существующей дороги на новую проезжую часть.

На второй стадии выполняется реконструкция существующей дороги, которая после этого будет выполнять функцию второй проезжей части. Такое решение может оказаться эффективным с точки зрения уменьшения помех автотранспорту и снижения аварийности в период производства работ по реконструкции дороги.

Выборочная реконструкция. Такая реконструкция автомобильных дорог выполняется в условиях недостаточного финансирования, когда отсутствует возможность исправления или перестройки всех участков, отличающихся повышенной аварийностью и низкими транспортно-эксплуатационными качествами. При этом мероприятия выполняются не на всем протяжении дороги, а на отдельных участках.

Основными критериями для выбора участков, подлежащих выборочной реконструкции, являются: уровень фактической аварийности, значения итогового коэффициента аварийности, значения коэф-

фициента безопасности, значения коэффициента загрузки дороги движением.

Выборочной реконструкции подлежат участки, характеризующиеся как опасные по методике выявления опасных участков дороги на основе анализа данных ДТП [16].

При невозможности использования этой методики вследствие отсутствия достоверной информации о ДТП в качестве участков выборочной реконструкции следует принимать участки, у которых значения итогового коэффициента аварийности превышают допустимые величины или значения коэффициента безопасности больше значений, приведенных в табл. 3.1. В целях улучшения режимов движения выборочной реконструкции подлежат также участки, для которых коэффициент загрузки дороги движением превышает 0,65.

При этапном выполнении выборочной реконструкции в течение нескольких лет очередность реконструкции определяется уровнем аварийности на отдельных участках, объемами и стоимостью работ, обеспеченностью финансированием, производственными возможностями строительных организаций.

В первую очередь реконструкции подлежат наиболее опасные участки (с максимальными значениями коэффициента относительной аварийности или итогового коэффициента аварийности, наименьшими значениями коэффициента безопасности). При одинаковых значениях итогового коэффициента аварийности для разных участков приоритет следует отдавать тем, у которых коэффициенты тяжести ДТП имеют большие значения. Очередность реконструкции должна назначаться также с учетом необходимости улучшения ровности и сцепных качеств покрытия и повышения прочности дорожной одежды.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы выявления опасных участков?
2. Охарактеризуйте степень надежности методов выявления опасных участков.
3. В чем заключается идея метода коэффициентов аварийности?
4. Как использовать график коэффициентов аварийности для выявления опасных участков?
5. В чем заключается различие методов коэффициентов аварийности и безопасности?
6. Как используют метод конфликтных ситуаций при проектировании и реконструкции дорог?
7. Что следует учитывать при планировании мероприятий по повышению безопасности движения при реконструкции дорог.

Глава 4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПРИ ПЕРЕСЕЧЕНИИ И РАЗДЕЛЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

4.1. Пересечения и примыкания в одном уровне

Безопасность движения при разделении транспортных потоков имеет ряд особенностей. Помимо суммирования количества проходящих по дороге автомобилей, происходит нарушение сложившихся ранее режимов движения автомобилей, вызываемое маневрами части их, выполняющих повороты, что затрудняет при этом проезд транспортных средств, следующих в прямом направлении. Статистика дорожно-транспортных происшествий показывает, что в разных странах на пересечениях в одном уровне возникает от 10 до 40% общего числа происшествий [4].

4.1.1. Общие принципы планировки пересечений и примыканий в одном уровне и оценка безопасности движения

Следует отметить, что относительно более опасными являются пересечения, на которых на одной из дорог интенсивность движения очень мала. К их числу относятся пересечения и съезды на магистральные дороги с полевых дорог, интенсивность движения по которым иногда не превышает 10 – 30 авт./сут. Они часто возникают стихийно в местах недостаточной видимости, в вогнутых вертикальных кривых, у концов спусков, где автомобили развивают повышенную скорость, а также в разрывах придорожных насаждений. Часто они не бывают обозначены дорожными знаками. Выезд с них автомобиля и трактора оказывается совершенно неожиданным для водителей автомобилей, следующих по основной дороге. На многих из таких пересечений ежегодно возникают дорожные происшествия.

Возможные траектории движения автомобилей на пересечении в одном уровне (рис. 4.1) образуют 16 точек пересечений, 8 точек разветвлений и 8 точек слияния потоков. В этих точках, называемых конфликтными, возможны столкновения автомобилей [3].

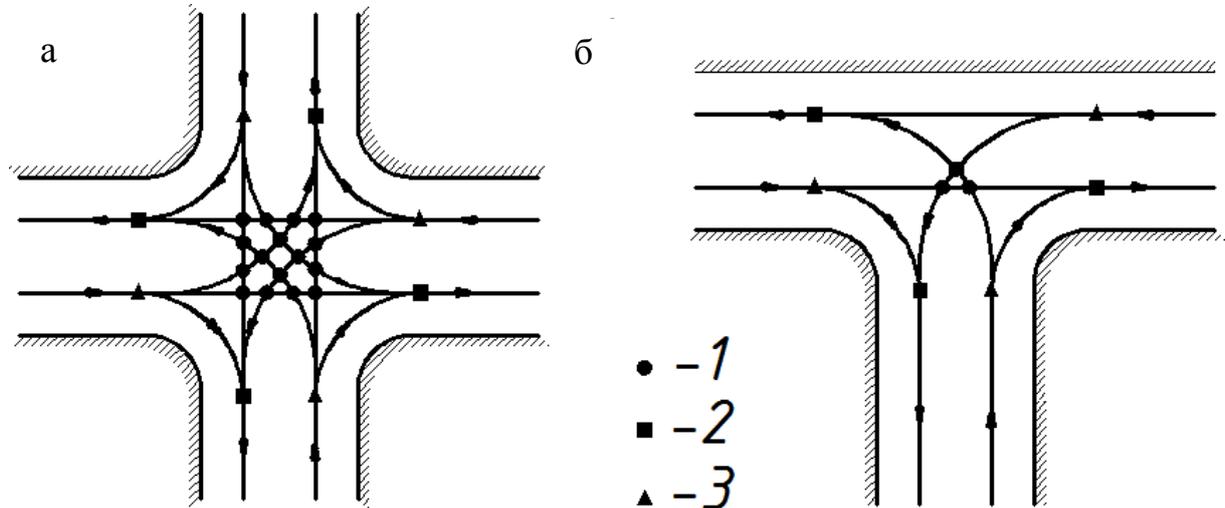


Рис. 4.1. Конфликтные точки на пересечении и примыкании в одном уровне:
 а – пересечение; б – примыкание; 1 – точки пересечения потоков движения;
 2 – точки слияния потоков; 3 – точки разделения потоков

Планировка пересечений автомобильных дорог в одном уровне должна быть зрительно ясной и простой, направления движения в зоне пересечения должны быть видимы водителями заблаговременно. Планировка пересечения и средства организации движения должны подчеркивать преимущественные условия проезда по главной дороге (дороге с наиболее высокой интенсивностью движения), допуская некоторое усложнение выполнения маневров с второстепенной дороги.

Наиболее безопасны пересечения дорог под углом от 50° до 75° , при которых отсутствуют непросматриваемые зоны и водитель имеет наиболее удобные условия оценки дорожно-транспортной ситуации (угол отсчитывается от оси второстепенной дороги до оси главной по часовой стрелке).

Все дороги, примыкающие к дорогам I – IV категорий, должны иметь твердые покрытия на расстоянии до пересечения не менее 50 м. Для предотвращения загрязнения проезжей части главной дороги автомобилями, выезжающими со второстепенной дороги, длину участка с обязательным усовершенствованным покрытием следует принимать [16]:

– не менее 100 м при песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах;

– не менее 400 м при черноземах, глинах, легких и пылеватых суглинках;

– не менее 500 м при засоленных грунтах.

В последних двух случаях в пределах длины 200 м съезды должны иметь усовершенствованное покрытие, а на остальном протяжении покрытие может быть и гравийным.

На пересечениях в одном уровне должна быть обеспечена боковая видимость, рассчитываемая из условия видимости с главной дороги автомобиля, ожидающего на второстепенной дороге момента безопасного выезда на главную дорогу. При расчете принимается: ожидающий автомобиль расположен в 1,5 м от кромки проезжей части, уровень глаза водителя находится на высоте 1,2 м [16]. Значения расстояний для обеспечения боковой видимости приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Необходимые расстояния для обеспечения боковой видимости

Интенсивность движения по главной дороге, авт./сут.	Минимальное расстояние видимости автомобиля по главной дороге L_{21} , м	Минимальное расстояние видимости поверхности дороги, м	
		главной l_{21}	второстепенной l_{2mp}
1000	250	140	75
2000	250	140	75
3000	300	150	75
4000	400	175	100
5000	600	175	100

В большей степени безопасность движения на пересечениях дорог зависит от направления пересекающихся потоков движения и относительной интенсивности, числа точек пересечений, разветвлений и слияний потоков, а также от расстояний между этими точками (см. рис. 4.1). Более строго следует говорить о наличии на каждом пересечении опасных зон, образуемых пересечениями полос движения автомобилей, следующих в разных направлениях. Ошибки водителей при проезде опасной зоны являются причинами дорожно-транспортных происшествий. Вероятность происшествий тем выше, чем больше автомобилей проходит через ту или иную конфликтную точку.

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможному в ней количеству происшествий за год [16] по формуле

$$q_i = K_i M_i N_i \frac{25}{K_2} 10^{-7}, \quad (4.1)$$

где K_i – относительная аварийность конфликтной точки (Приложение 4, табл. 1, 2);

M_i и N_i – интенсивности движения пересекающихся в них потоков, авт./сут.;

K_2 – коэффициент годовой неравномерности движения (Приложение 4, табл. 3).

Коэффициент годовой неравномерности движения 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 дорог резко превышает загрузку в нерабочие дни. Для вновь проектируемых дорог отношение $(25/K_2)$ принимают равным 365 [16].

Степень опасности существующего пересечения или каждого варианта его планировки характеризуют показателем безопасности движения – количеством дорожно-транспортных происшествий на 10 млн. прошедших через пересечение автомобилей по формуле

$$K_a = \frac{10^7 G K_2}{(M + N) \cdot 25}, \quad (4.2)$$

где G – вероятностное количество происшествий на пересечении за год;

$(M + N)$ – сумма интенсивностей движения на пересекающихся дорогах, авт./сут.

$$G = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (4.3)$$

где n – число конфликтных точек на пересечении (см.рис. 4.1).

Чем выше показатель безопасности движения K_a , тем менее удачно запроектировано пересечение и тем выше вероятность на нем дорожно-транспортных происшествий.

В зависимости от значения K_a пересечения по степени опасности делят на следующие категории [4]:

пересечения:	неопасные	малоопасные	опасные	очень опасные
K_a	≤ 3	3,1 – 8,0	8,1 – 12,0	$\geq 12,0$

Варианты планировочных решений пересечения следует выбирать по номограмме, представленной на рис. 4.2. 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 [16].

Схемы планировочных решений представлены на рис. 4.3.

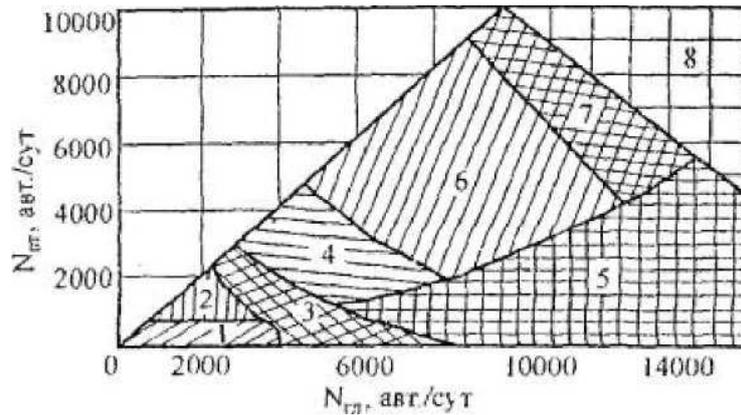


Рис. 4.2. Номограмма для выбора типа планировочных решений пересечений:
 $N_{вт}$ – перспективная интенсивность движения по второстепенной (менее загруженной) дороге, авт./сут; $N_{гл}$ – перспективная интенсивность движения по главной (более загруженной) дороге, авт./сут; 1 – простое необорудованное пересечение; 2 – частично канализированные пересечения с направляющими островками на второстепенной дороге; 3 – полностью канализированные пересечения и примыкания с направляющими островками на обеих дорогах, переходно-скоростными полосами, разметкой проезжей части; 4 – конкурирующие варианты кольцевых пересечений; 5, 6 – конкурирующие варианты пересечений; 7 – конкурирующие планировочные кольцевые пересечения; 8 – пересечения в разных уровнях

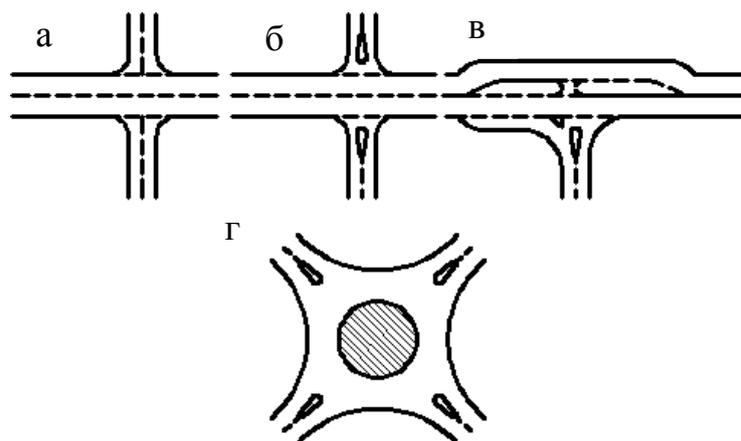


Рис. 4.3. Схемы планировочных решений пересечений:
 а – простое необорудованное пересечение; б – частично канализированное пересечение с направляющими островками на второстепенной дороге;
 в – полностью канализированное примыкание и пересечение с направляющими островками на обеих дорогах, с переходно-скоростными полосами;
 г – кольцевые саморегулируемые пересечения

Пример оценки безопасности движения на пересечении

Задание

Определить безопасность движения на пересечении (примыкании):

- назначить тип пересечения (примыкания) по суммарной интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах;
- распределить транспортные потоки по направлениям: левоповоротных – 15 – 20 %; правоповоротных – 25 – 30 %;
- обозначить местоположение конфликтных точек;
- определить вероятное количество конфликтных ситуаций на проектируемом пересечении (примыкании) и установить степень опасности пересечения по количеству ДТП на 10 млн. прошедших через пересечение автомобилей (K_a) и сделать выводы;

. – вычертить выбранное пересечение, используя "Типовой проект 503-0-51.89. Пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне. Альбом I. Пояснительная записка. Чертежи общего вида".

Исходные данные:

- 1) интенсивность движения на второстепенной дороге принять $N_{вт} = (0,2 - 0,3)N_{гл}$;
- 2) местоположение пересечения (примыкания) определить по продольному профилю.

Решение

1. Назначаем тип пересечения (примыкания) по суммарной интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах по номограмме (см. рис. 4.2). Интенсивность движения по главной дороге $N_{гл} = 3000$ авт./сут, по второстепенной $N_{вт} = 0,3 \cdot 3000 = 900$ авт./сут .

Принимаем тип пересечения – простое необорудованное.

2. Распределяем транспортные потоки по направлениям. Принимаем число левоповоротных автомобилей – 20 %, правоповоротных – 25 %. В результате, транспортный поток распределится следующим образом: едущих по главной дороге прямо – 1650 авт./сут., поворачивающих налево – 600 авт./сут., поворачивающих направо – 750 авт./сут., едущих по второстепенной дороге прямо – 495 авт./сут., поворачивающих налево – 180 авт./сут., поворачивающих направо – 225 авт./сут.

3. Обозначаем местоположение конфликтных точек на выбранном пересечении. Возможные траектории движения автомобилей на пересечении в одном уровне образуют 16 точек пересечений, 8 точек разветвлений и 8 точек слияния потоков (рис. 4.4). В этих точках, называемых конфликтными, возможны столкновения автомобилей.

4. Выбираем вариант планировки пересечения в одном уровне (Приложение 4, табл. 1), определяем условия и направления движения

автомобилей, характеристику пересечения и относительную аварийность конфликтных точек (табл. 4.2).

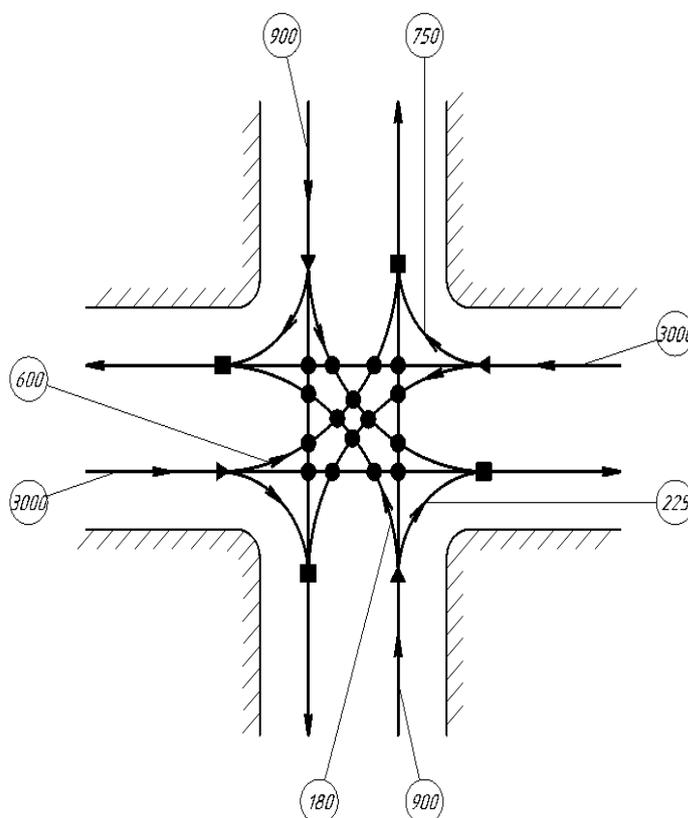


Рис. 4.4. Конфликтные точки на пересечении в одном уровне:

- – точки пересечения потоков движения;
- – точки слияния потоков движения;
- ▲ – точки разделения потоков движения

Таблица 4.2

Характеристика пересечения

Условия движения	Направление движения автомобиля	Характеристика пересечения	Значение K_i для выбранного типа пересечения
Слияние потоков	Правый поворот	$R = 15$ м	0,0040
	Левый поворот при угле пересечения дорог 90°	$10 < R < 25$ м	$0,0025 \cdot 1,2 = 0,0030$
Пересечение потоков	Пересечение при угле α , град	$75 < \alpha < 90$	0,0056
Разделение потоков	Правый поворот	$R > 15$ м*	0,0005
	Левый поворот	$10 < R < 15$ м**	0,0010
Два поворачивающих потока	Пересечение двух левоповоротных потоков	–	0,0020
	Слияние поворачивающих потоков	–	0,0025

Примечания. * Имеются переходные кривые; ** Имеются переходно-скоростные полосы

5. Определяем опасность конфликтной точки по возможному в ней количеству происшествий за год (формула 4.1) и степень опасности пересечения (формула 4.2). Результаты расчета представлены в табл. 4.3.

Пример определения опасности конфликтной точки номер 5:

$$q_5 = 0,0056 \cdot 1650 \cdot 495 \cdot 365 \cdot 10^{-7} = 0,1669 .$$

Таблица 4.3

Результаты расчета вероятного количества происшествий на пересечении за год

Порядковый номер конфликтной точки	Значение K_i	Интенсивность движения по главной дороге, M_i , авт./сут.	Интенсивность движения по второстепенной дороге, N_i , авт./сут.	$\frac{25}{K_2} 10^{-7}$	Опасность конфликтной точки, q_i		
1	2	3	4	5	6		
Слияние потоков Правый поворот							
1	0,0040	750	495	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0542		
2		1650	225		0,0542		
Левый поворот							
3	0,0030	600	495	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0325		
4		1650	225		0,0407		
Пересечение потоков							
5	0,0056	1650	495	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,1669		
6		1650	600		0,2024		
7		1650	180		0,0607		
8		1650	495		0,1669		
9		600	495		0,0607		
10		495	180		0,0182		
11		1650	495		0,1669		
12		1650	600		0,2024		
13		1650	180		0,0607		
1		2	3		4	5	6
14			1650		495	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,1669
15			600		495		0,0607
16			495		180		0,0182
Разделение потоков Правый поворот							
17	0,0005	750	225	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0031		
18		750	225		0,0031		
19		1650	225		0,0068		
20		1650	225		0,0068		

Окончание табл. 4.3

1	2	3	4	5	6
Левый поворот					
21	0,0010	600	225	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0049
22		600	225		0,0049
23		1650	225		0,0136
24		1650	225		0,0136
Два поворачивающих потока Слияние поворачивающих потоков					
25	0,0025	750	600	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0411
26		225	180		0,0037
27		225	180		0,0037
28		750	600		0,0411
Пересечение двух левоповоротных потоков					
29	0,0020	600	180	$3,65 \cdot 10^{-5}$	0,0079
30		600	180		0,0079
31		600	180		0,0079
32		600	180		0,0079
$G = \sum_{i=1}^n q_i = 1,7112$					

При проектировании новых дорог или реконструкции существующих для каждого варианта пересечения определяется показатель K_a (формула 4.2). Чем он меньше, тем удачнее схема пересечения. На вновь проектируемых дорогах показатель безопасности на пересечениях в одном уровне **не должен превышать 8**, в противном случае должны быть разработаны более безопасные схемы пересечения.

$$K_a = \frac{10^7 \cdot 1,7112 \cdot 0,0685}{(3000 + 900) \cdot 25} = 12,02 .$$

Здесь $K_a \geq 12$, следовательно, пересечение очень опасное и необходимо выполнить его перепланировку.

Одним из простейших способов реконструкции (перепланировки) пересечений в одном уровне является их «канализирование» – четкое выделение на них полос движения для следующих в разных направлениях автомобилей и рассредоточение конфликтных точек пересечения траекторий движения автомобилей. На канализированных пересечениях полосы движения выделяют устройством разделительных островков. Островки лучше организуют движение, если они возвышаются над уровнем проезжей части, препятствуя движению в неправильном направлении.

Опыт эксплуатации канализированных пересечений позволяет сформулировать следующие принципы их планировки.

1. Планировка должна четко выделять пути движения автомобилей, обеспечивая преимущество движения и возможно меньшее снижение скорости для транзитного движения по дороге с большей интенсивностью движения или большей народнохозяйственной значимостью.

2. Количество островков должно быть минимально необходимым, так как пересечения с большим числом островков становятся неясными для водителей.

3. Планировка пересечения должна, по возможности, обеспечить удаление друг от друга конфликтных точек, хотя это и увеличивает площадь пересечения, в то же время при этом возрастают радиусы траекторий движения автомобилей, повышая транспортные качества пересечения.

4. Островки должны прикрывать поворачивающие автомобили от автомобилей, движущихся по другим направлениям. Островки и разграничительные линии разметки должны разделять при движении по пересечению транзитные и поворачивающие потоки, выделяя для них полосы движения через пересечение и их слияние (канализирование движения).

5. Желательно, чтобы полосы движения для перехода с главной на второстепенную дорогу и наоборот обеспечивали плавное изменение скорости, поэтому их следует описывать по кривым переменного радиуса, желательно по тормозной кривой с соответствующим сужением или расширением. Расположение островков должно зрительно прикрывать возможность их объезда слева по неправильному направлению.

Если показатель безопасности на пересечениях в одном уровне (K_a) меньше 8, то данное пересечение является малоопасным и все мероприятия по обеспечению безопасности движения сводятся к своевременному ремонту покрытия пересечения, восстановлению и повышению его транспортно-эксплуатационных качеств, а также к организации движения путем рациональной расстановки предупреждающих и воспрещающих знаков, разметки проезжей части, устройства шероховатых поверхностных обработок на скользких участках перед пересечением.

4.1.2. Элементы пересечений в одном уровне

Все элементы пересечений в одном уровне должны обеспечивать возможность плавного выполнения маневров поворота без помех

и чрезмерного снижения скорости, в особенности при движении по главному направлению [16].

Ширину полосы движения для пересечений типа 3 (см. рис. 4.2) на главной дороге II и III категорий рекомендуется принимать равной 3,5 м в обе стороны от пересечения на всей длине участка дороги, где расположены разделительные островки. Ширину полосы движения на главной дороге IV категории в пределах пересечения принимают 3,5 м. Ширину проезжей части второстепенных дорог в пределах пересечения для всех категорий при двухполосном движении назначают не менее 7 м на длине не менее 50 м. Ширину полосы движения на съездах канализированных пересечений, считая от места примыкания к проезжей части основной дороги, принимают по табл. 4.4 [16].

Таблица 4.4

Ширина полосы движения на съездах канализированных пересечений

Радиус съезда, м	Ширина проезжей части съезда, м, при окаймлении ее скошенным бордюром высотой 15 – 20 см		Ширина съезда, м, без окаймления бордюром или с бордюром высотой 6 – 8 см
	с двух сторон	с одной стороны	
10	5,8	5,5	5,0
15	5,4	5,0	4,75
20	5,2	4,8	4,3
25	5,2	4,8	4,3
30	5,2	4,7	4,2
40	5,0	4,5	4,0
50	5,0	4,5	4,0
60	4,7	4,2	4,0

Съезды пересечений в одном уровне на автомобильных дорогах вне населенных пунктов следует проектировать с переходными кривыми, рассчитанными на переменную скорость движения. Длина их должна быть не менее величин, приведенных в табл. 4.5.

Таблица 4.5

Длина съездов пересечений в одном уровне

Радиус круговой кривой, м	Наименьшая длина переходной кривой, м	
	входной	выходной
30	17,0	15,0
25	17,5	16,5
20	18,5	17,0
15	20,0	18,5

На дорогах категории II и ниже из условия удобства разбивки съездов очертание кромок проезжей части можно проектировать в виде коробовых кривых. Для загородных участков автомобильных до-

рог применяют трехзвеньевые и двухзвеньевые коробовые кривые, для городских участков автомобильных дорог в населенных пунктах и на городских улицах – двухзвеньевую коробовую кривую. На канализированных пересечениях независимо от их расположения следует применять трехзвеньевые коробовые кривые [16].

Параметры трехзвеньевой коробовой кривой указаны на рис. 4.5 и в табл. 4.6.



Рис. 4.5. Схема для расчета коробовой кривой

Таблица 4.6

Параметры трехзвеньевой коробовой кривой

Угол поворота, град	Входная кривая		Круговая вставка R_2 , м	Выходная кривая	
	R_1 , м	α_1 , град.		R_3 , м	α_2 , град.
до 44	–	–	50	–	–
45 – 74	60	16	30	90	10
75 – 112	50	20	25	75	12
113 – 149	40	27	20	60	16
150 – 180	35	34	15	50	21

Начало и конец трехзвеньевой коробовой кривой:

$$AO = (R_1 - R_2)\sin \alpha_1 + \frac{R_2 + \Delta R}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R)\operatorname{tg}(\varphi - 90), \quad (4.4)$$

$$OB = (R_3 - R_2)\sin \alpha_3 + \frac{R_2 + \Delta R}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R)\operatorname{tg}(\varphi - 90), \quad (4.5)$$

$$\Delta R = (R_1 - R_2)(1 - \cos \alpha_1). \quad (4.6)$$

4.1.3. Улучшение расположения и планировки пересечений

Следует устранять примыкания дорог под очень острыми углами. Пересечения или сопряжения дорог под углом менее 45° характеризуются, как правило, повышенной аварийностью, а под углом ме-

нее 10° – очень опасны. При проектировании следует избегать пересечений дорог под углами менее 45° . Исправление таких пересечений возможно двумя путями: перестройкой места сопряжения дорог, чтобы оси пересекались под оптимальными углами $50 - 75^\circ$, или устройством дополнительной полосы движения для автомобилей, осуществляющих поворот (рис. 4.6) [16].

В виде исключения на примыкании обходов населенных пунктов допускается уменьшение угла пересечения дорог до 30° при обязательном полном канализировании движения (рис. 4.7).

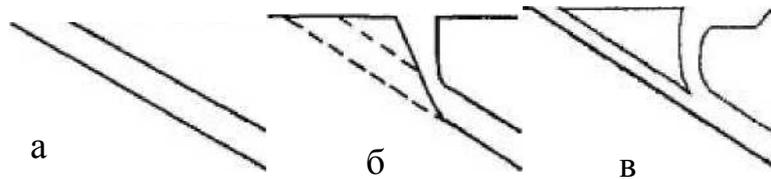


Рис. 4.6. Способы реконструкции примыканий дорог:
а – неправильная планировка примыкания; б – улучшение условий движения путем смещения места примыкания; в – устройство дополнительной полосы

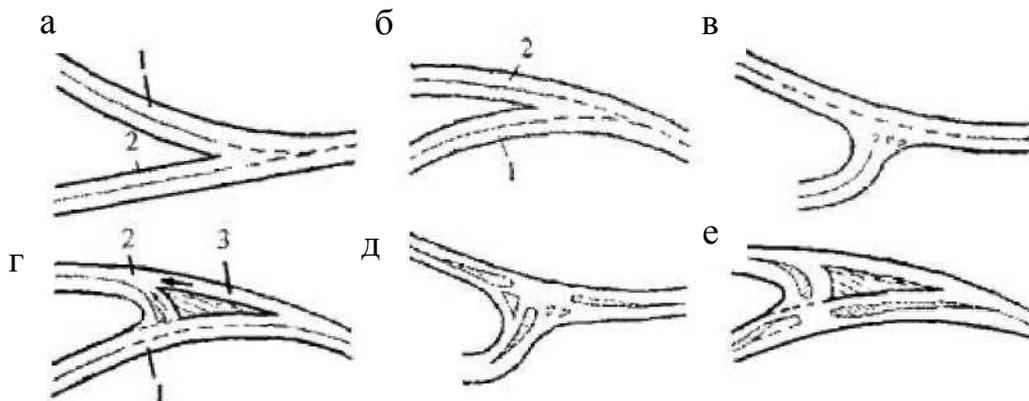


Рис. 4.7. Рекомендуемые схемы планировки пересечений в одном уровне на обходе населенных пунктов:
а, б – неправильная схема без разделения дорог на главную и второстепенную;
в, г – рекомендуемые схемы при невысокой интенсивности движения на второстепенной дороге; д, е – то же, при высокой интенсивности; 1 – главная дорога; 2 – второстепенная дорога; 3 – распределительная полоса

При пересечениях под острым углом, а также на обычных пересечениях при большой доле автомобилей, поворачивающих на основную дорогу, безопасность движения может быть повышена путем разделения пересечения на два примыкания, смещенных по отношению друг к другу (рис. 4.8). Такая планировка пересечения уменьшает опасность конфликтных точек. Размер смещения должен назначаться из расчета беспрепятственного осуществления переплетения потоков

с наименьшими помехами для автомобилей, следующих в прямом направлении.

Наименьшие допустимые расстояния между двумя примыканиями на ступенчатых пересечениях приведены в табл. 4.7 [16].

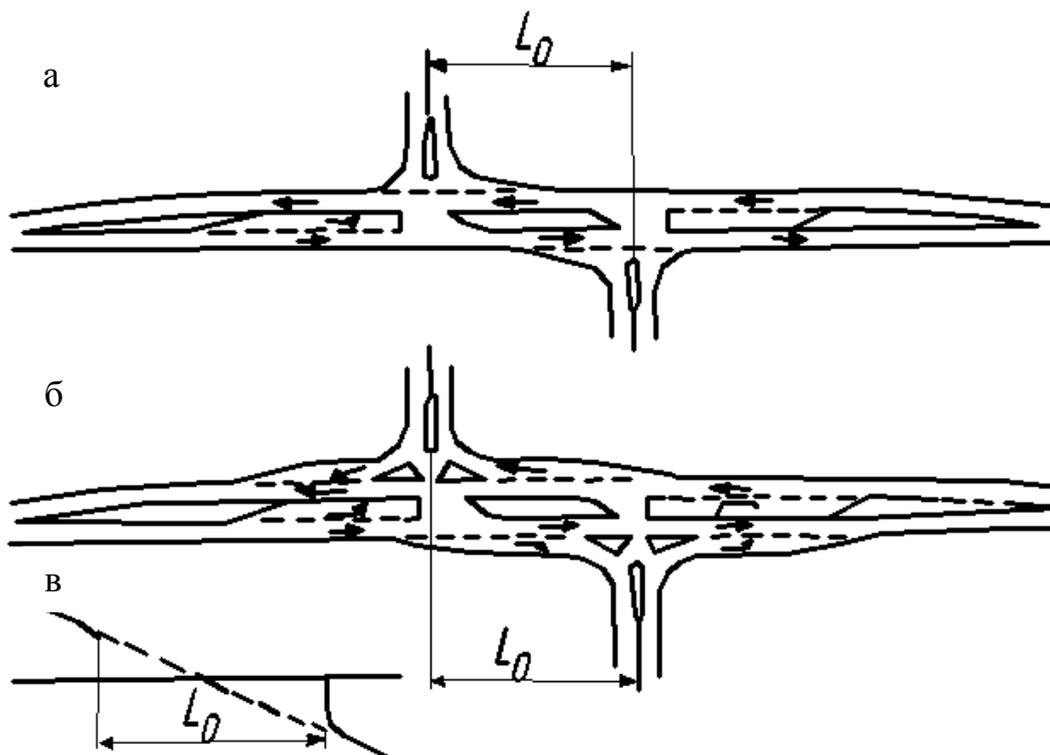


Рис. 4.8. Перестройка пересечения на два смешанных примыкания:
 а – без переходно-скоростных полос; б – с переходно-скоростными полосами;
 в – схема изменения пересечения

Таблица 4.7

Наименьшие допустимые расстояния между двумя примыканиями на ступенчатых пересечениях

Продольный уклон главной дороги, ‰	Наименьшее расстояние между двумя примыканиями, м	
	двух- и трехполосных	четыреполосных
0 – 10	400	500
10 – 20	500	650
20 – 30	600	750
30 – 40	750	900

4.1.4. Канализированные пересечения

В случае высокой интенсивности движения на пересечениях в одном уровне, особенно при значительном количестве поворачивающих автомобилей, большое значение приобретают меры пассивной организации движения с помощью устройства на пересечении

направляющих островков, которые часто выделяют полосы движения для автомобилей, следующих в разных направлениях. Происходящее при этом упорядочение движения всегда имеет в своей основе ограничение свободы выбора водителем возможного направления движения и ясное обозначение на проезжей части правильной полосы движения.

Планировка канализированных пересечений должна удовлетворять следующим требованиям [16]:

1) быть простой и понятной, четко выделять пути движения автомобилей и обеспечивать преимущественные условия движения по дороге более высокой категории или большей народнохозяйственной значимости. На примыкающей или пересекающей дороге планировка должна предупреждать водителей о предстоящем маневре и способствовать снижению скоростей поворачивающих автомобилей;

2) точки пересечения траекторий движения автомобилей по возможности должны быть удалены друг от друга;

3) в каждый момент времени водитель должен иметь возможность выбора одного из двух направлений движения. В соответствии с принципами зрительного ориентирования нужное направление должно подсказываться расположением разделительных островков и линий разметки на покрытии;

4) островки и разграничительные линии на пересечениях канализированного типа должны разделять скоростные, транзитные и поворачивающие транспортные потоки, выделяя для каждого из них самостоятельные полосы движения, обеспечивающие их плавное разделение и слияние. Расположение островков в плане должно как бы перекрывать возможность объезда островка слева (рис. 4.9);

5) ширина полос движения должна обеспечивать беспрепятственный поворот автомобилей с прицепом. Для этого на прямых участках ширина проезжей части съезда без возвышающихся бортов должна быть не уже 3,5 м, у начала островков ширина съезда должна быть не уже 4,5 – 5,0 м, у выезда на главную дорогу – 6,0 м;

6) очертания островков должны обеспечивать пересечение потоков под оптимальными для следующего маневра углами. Слияние и разделение потоков должно происходить под острыми углами, что ускоряет процесс включения автомобиля в поток или выхода его из потока. Пересечения потоков целесообразны под углами, близкими к 90° . Это требование лучше всего выполняется при каплеобразной обтекаемой форме направляющих островков.

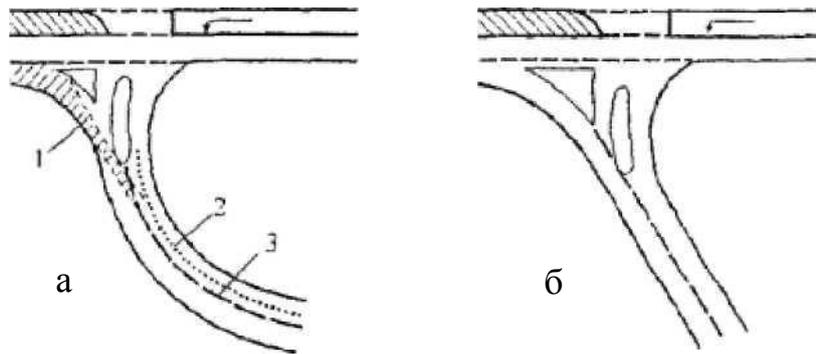


Рис. 4.9. Зрительное перекрытие островками неправильного направления движения:
 а – водитель видит просвет между островками и может поехать по неправильному пути; б – возможное неверное направление движения перекрыто островком; 1 – зона видимости полосы движения; 2 – траектория движения; 3 – осевая линия

Параметры расчетных траекторий движения на канализированных пересечениях и меры по организации движения должны выбираться с учетом скоростей движения на пересекающихся дорогах. Для транзитного движения по главной дороге это расчетная скорость для данной категории дороги. Для второстепенной дороги: правые повороты не менее 30 км/ч, для левых поворотов 15 – 20 км/ч.

Для улучшения условий движения на канализированных пересечениях (рис. 4.10) применяют следующие виды островков [16]:

- центральные каплеобразные островки на второстепенной дороге;
- направляющие островки на оси главной дороги для обеспечения левых поворотов с основной дороги на второстепенные;
- треугольные вспомогательные островки на второстепенной дороге для разделения транзитного и поворачивающего направо потоков движения. Количество островков должно быть минимальным. Размер сторон треугольных островков принимают не менее 5 м, длину каплеобразных – не менее 20 м.

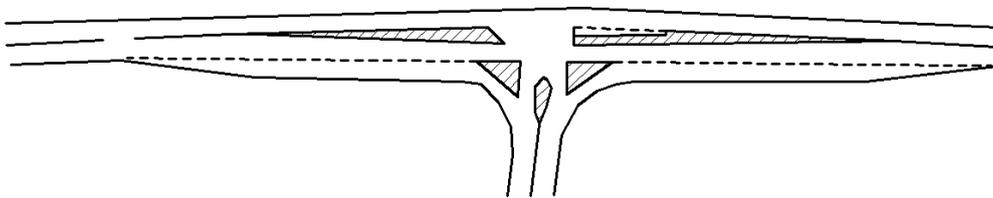


Рис. 4.10. Направляющие островки на примыкании в одном уровне

Наиболее эффективными в отношении организации движения являются островки, возвышающиеся над проезжей частью и огражденные скошенным бордюром. Некоторое осложнение зимнего со-

держания таких пересечений вполне окупается повышением четкости и организованности движения. В районах с особенно тяжелыми зимними условиями островки можно обозначать краской на покрытиях, а в бесснежный период с помощью сборно-разборных элементов.

При реконструкции дорог рациональному размещению островков и разработке улучшенной схемы движения может помочь анализ дорожно-транспортных происшествий. Для этого наносят на план пересечения в масштабе 1:500 – 1:250 места дорожно-транспортных происшествий и пути следования столкнувшихся автомобилей и пострадавших пешеходов, устанавливают наиболее опасные конфликтные точки и выявляют преимущественные причины, вызывающие систематические ошибки водителей. На план наносят все элементы ситуации, которые могут влиять на условия движения пешеходов и автомобилей (рис. 4.11).

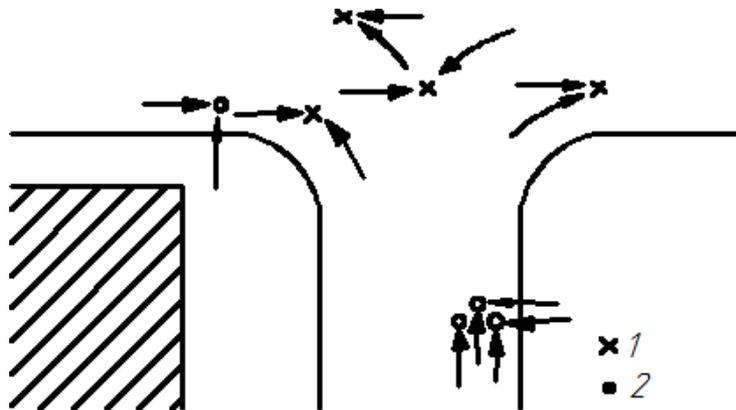


Рис. 4.11. План пересечения с нанесенными на него схемами дорожно-транспортных происшествий:
1 – столкновение транспортных средств; 2 – наезд на пешеходов

Для большего удобства поворота с главной дороги островки смещают в плане влево относительно оси второстепенной дороги (рис. 4.12).

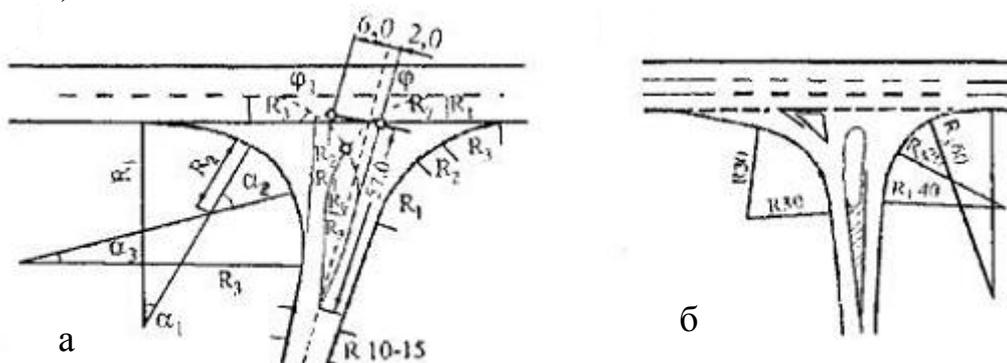


Рис. 4.12. Расположение островков на второстепенной дороге:
а – схема размещения островка; б – выделение островка разметкой

Зона, в которой на второстепенной дороге размещается островок, ограничена двумя линиями, составляющими угол 8° . Вершина этого угла удалена от кромки проезжей части главной дороги на расстояние не менее 60 м.

Параметры правоповоротных съездов назначают в соответствии с табл. 4.6. Левоповоротные съезды описывают по коробовым кривым с радиусами $R_1 = 10$, $R_2 = 20$ и $R_3 = 60$ м для скоростей поворота в свободных условиях 20 – 25 км/ч и с радиусами $R_1 = 15$, $R_2 = 30$, $R_3 = 45$ м в стесненных условиях для скоростей движения 15 км/ч.

Начало и конец переходно-скоростных полос разгона и торможения сопрягают соответственно с началом и концом правоповоротных съездов на второстепенную дорогу.

Очертания направляющих островков, расположенных на второстепенной дороге, назначают с учетом следующих правил [16]:

- неиспользуемая поверхность пересечения закрывается островками, форма островков определяется пересечением право- и левоповоротных съездов;

- для предотвращения заездов на островки и для большей четкости организации движения треугольные островки рекомендуется окаймлять бортом высотой не более 6 – 8 см или обозначать разметкой, небольшие треугольные островки со сторонами менее 5 м и площадью менее 10 м целесообразнее выделять на общей поверхности пересечения лишь разметкой;

- углы островков, направленные навстречу движению, округляются кривыми радиусом 1 м. В вершину центрального островка, расположенного на второстепенной дороге, вписывается кривая радиусом 1,5 – 2 м.

Для безопасности выполнения левых поворотов с главной дороги на проезжей части при высокой интенсивности движения устраивают дополнительные полосы, отделяемые от полосы транзитного движения направляющими островками или разметкой.

Планировка островков на дорогах с двумя полосами движения показана на рис. 4.13. Направляющий островок (рис. 4.13, а) с зоной торможения и ожидания отделяет поворачивающие автомобили от транзитного движения. Направляющий островок (рис. 4.13, б) разделяет встречные потоки движения и защищает автомобили, выполняющие левый поворот с главной дороги.

Интенсивность отгона ширины островка не должна превышать 1:10. Наиболее оптимальные условия движения достигаются при ин-

тенсивности отгона 1:30 и более. Островки рекомендуется окаймлять скошенным бортом, возвышающимся на 5 см с наклоном 1:3.

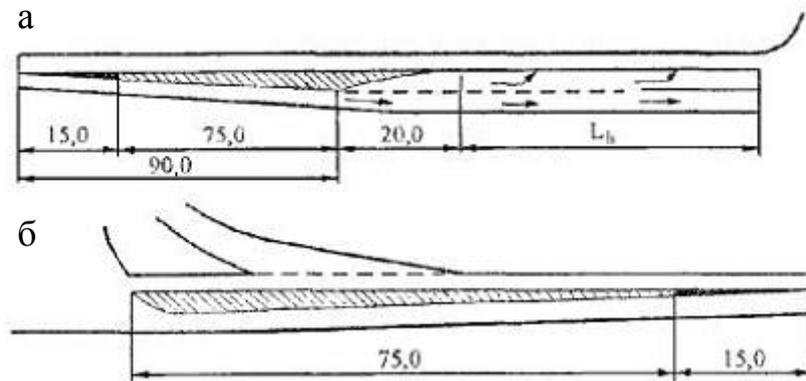


Рис. 4.13. Расположение островков на главной дороге:
а – левоповоротный островок; б – направляющий островок

Длина участка L_h (см. рис. 4.13), предназначенная для накопления поворачивающих автомобилей, определяется по табл. 4.8 [16].

Таблица 4.8

Длина участка предназначенная для накопления поворачивающих автомобилей

Интенсивность движения по главной дороге, авт./сут.	Длина участка, м, в зависимости от доли левоповоротного движения с главной дороги, %			
	10	20	30	40
2000	40	40	60	90
3000	40	50	70	ПО
4000	50	70	90	130
5000	70	90	120	160
6000	100	120	160	210

При интенсивности левоповоротного движения с второстепенной дороги более $0,2N_{вт}$ ($N_{вт}$ – интенсивность движения на второстепенной дороге) направляющий островок не устраивают, а вместо него с помощью разметки выделяют полосу шириной 3,5 м, которая выполняет роль переходно-скоростной полосы.

На эксплуатирующихся многополосных дорогах дополнительные полосы для левых поворотов могут устраиваться в пределах центральной разделительной полосы при ее ширине не менее 4,5 м. Длина дополнительной полосы складывается из длины участка отгона ширины протяженностью 60 – 80 м, длины участка торможения и участка накопления. При определении длины участка торможения следует исходить из условия полной остановки автомобиля, движу-

щегося с начальной скоростью, равной разрешенной максимальной, и с замедлением $1,5 \text{ м/с}^2$. Длина участка накопления назначается по табл. 4.9 [16].

Таблица 4.9

Длина участка накопления

Интенсивность движения по главной дороге в одном направлении, авт./сут.	Длина участка накопления, м, при интенсивности левоповоротного движения на второстепенную дорогу, авт./сут.	
	500 – 1000	1000 – 2000
4000	20	50
6000	20	50
8000	30	70
10000	55	130

Планировка полностью канализированного пересечения предусматривает островки на второстепенной и основной дорогах.

В зависимости от соотношения интенсивностей и скоростей движения по разным направлениям отдельные островки или переходно-скоростные полосы могут не устраиваться. Оптимальное количество островков на второстепенной дороге – 3. При изменении угла пересечения дорог меняется лишь очертание этих островков (рис. 4.14), поэтому можно:

- не устраивать правый островок со стороны второстепенной дороги при углах пересечения дорог менее 45° и радиусе правоповоротного съезда менее 16 м, а левый островок – при углах более 120° и радиусе менее 16 м, поскольку их размеры малы (сторона треугольника менее 5 м) и они будут восприниматься водителем как препятствия, а не как направляющие сооружения;

- устраивать только центральный островок при радиусах съездов 10 м и менее;

- при интенсивности движения по съезду менее 20 авт./ч островок, отделяющий этот съезд от других направлений движения, выделять на покрытии проезжей части лишь разметкой (рис. 4.15).

На главной дороге устраивают не более двух направляющих островков, которые выполняют задачу разделительной полосы в пределах пересечения и защитного сооружения для поворачивающих потоков.

Направляющие островки должны возвышаться над проезжей частью в следующих случаях:

- при интенсивности движения по главной дороге более 2000 авт./сут. и доле поворачивающих автомобилей более 15 %;

- при интенсивности движения по главной дороге более 5000 авт./сут. и доле всех автомобилей левоповоротного движения более 10 %.

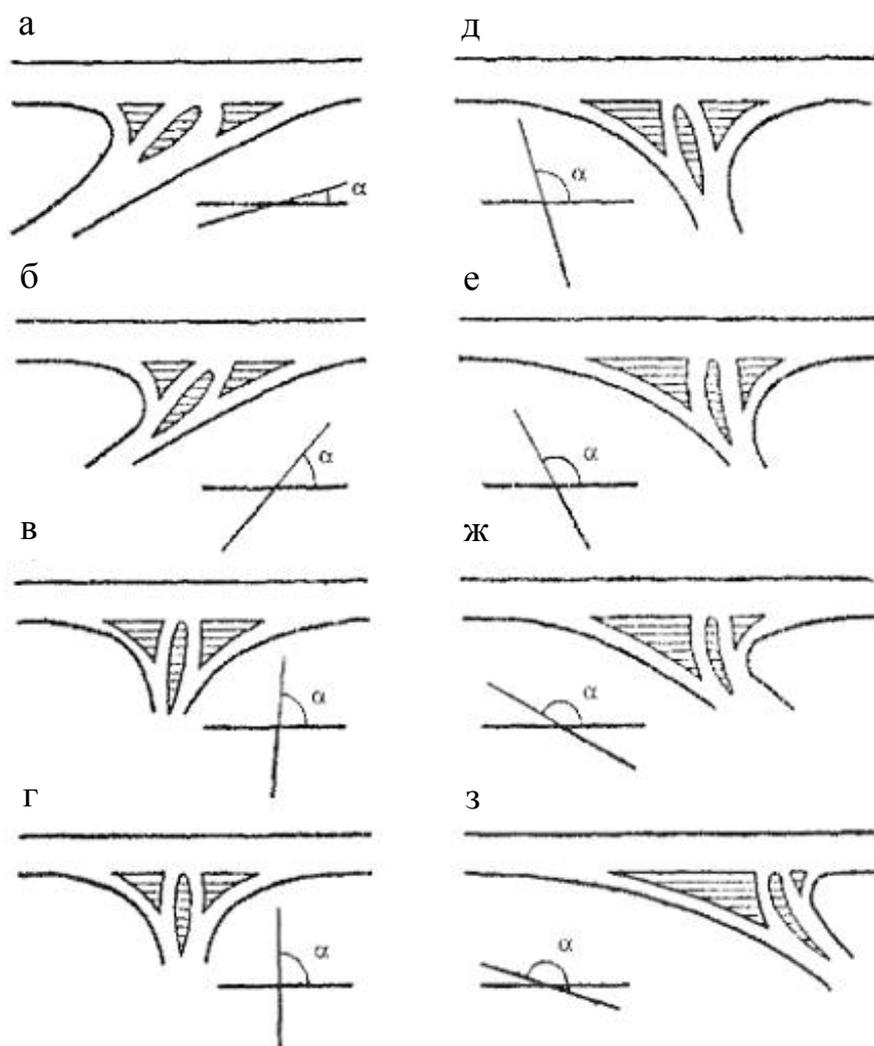


Рис. 4.14. Изменение планировки в зависимости от угла пересечения дорог:
 а – $\alpha = 30^\circ$; б – $\alpha = 30 - 45^\circ$; в – $\alpha = 50 - 75^\circ$; г – $\alpha = 90^\circ$;
 д – $\alpha = 115^\circ$; е – $\alpha = 135^\circ$; ж – $\alpha = 150^\circ$; з – $\alpha > 150^\circ$

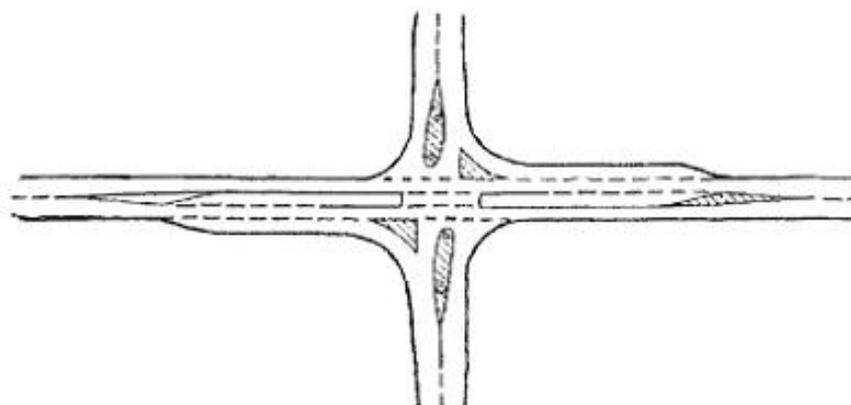


Рис. 4.15. Выделение островков на проезжей части разметкой

При меньшей интенсивности движения эти островки рекомендуется обозначать на покрытии разметкой.

4.1.5. Кольцевые пересечения

Условия движения на кольцевых пересечениях определяются диаметром центрального островка [16]. Различают четыре типа пересечений с центральными островками: с малым, $D < 25$ м (рис. 4.16, а), средним, $D = 30 - 60$ м, большим, $D > 60$ м (рис. 4.16, б) и с эллиптическим центральным островком, вытянутым по направлению более загруженной дороги (рис. 4.16, в). Рекомендуемые области применимости таких пересечений приведены в табл. 4.10.

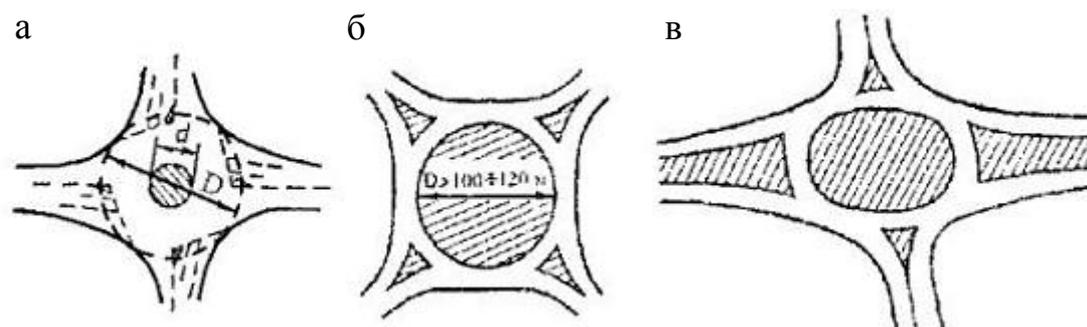


Рис. 4.16. Планировочные схемы кольцевых пересечений:
а – с малым островком; б – с большим островком; в – с эллиптическим

Пропускная способность кольцевых пересечений определяется пропускной способностью зон переплетения, которая зависит от их длины. Зоны переплетения имеют меньшую пропускную способность, чем полоса движения на перегоне. Пропускная способность зон переплетения приведена в табл. 4.11 [16].

Таблица 4.10

Рекомендуемые области применимости кольцевых пересечений

Виды планировок кольцевых пересечений	Категории пересекающихся дорог	Условия применимости
1	2	3
1. Кольцевые пересечения с малыми центральными островками и увеличенным числом полос движения	I, I I, II I, III	1. При реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог
		2. При новом строительстве: а) в пригородной зоне; б) в пределах малых населенных пунктов; в) в районах с высокой стоимостью сельскохозяйственных угодий и в других стесненных условиях на основе технико-экономического сравнения с вариантами пересечений в разных условиях

Окончание табл. 4.10

1	2	3
2. Кольцевые пересечения с малыми центральными островками и увеличенным числом полос движения	II, III	При $\Sigma N > 5000$ авт./сут. на основе технико-экономического сравнения с вариантом кольцевого пересечения со средним диаметром центрального островка
3. Кольцевые пересечения со средним диаметром центральных островков	I, II II, II II, III III, III	При $5000 < \Sigma N < 9000$ авт./сут. на основе технико-экономического сравнения с кольцевыми пересечениями с малыми центральными островками
Кольцевые пересечения с большими центральными островками	II, II II, III III, III	При $5000 < \Sigma N < 9000 - 10000$ авт./сут. и числе пересекающихся дорог $n > 5$
4. Кольцевые пересечения, обеспечивающие лучшие условия движения по более загруженному направлению (с эллиптическими центральными островками)	I, II I, III I, IV I, III II, IV	При $N_{эл} \geq 3N_{вт}$ на основе технико-экономического сравнения с вариантом пересечения в разных уровнях
Примечание. ΣN – суммарная интенсивность движения на пересечении; $N_{эл}$ – то же, на главной дороге; $N_{вт}$ – то же, на второстепенной дороге.		

Пропускную способность кольцевых пересечений можно повысить за счет разгрузки зон переплетения, устраивая полосы для правого поворота, отделяемые от кольцевой проезжей части.

Таблица 4.11

Пропускная способность зон переплетения

Состав транспортного потока (% автомобилей)	Пропускная способность кольцевой проезжей части, авт./ч				
	Диаметр центрального островка, м				
	20	40	60	80	100
100 % легковых	500	550	600	700	1100
100 % грузовых	350	400	450	500	650
15 % легковых 85 % грузовых	450	500	580	700	780

На кольцевых пересечениях в стесненных условиях наиболее целесообразны островки диаметром, не превышающим 1/3 окружности, которую можно вписать в контуры пересечения. Размер островка должен быть таким, чтобы проезд пересечения по прямой линии оказался невозможным и было бы необходимо искривление траектории движения (рис. 4.17). Островки малого диаметра допустимы лишь в местах с небольшой высотой снежного покрова. Они должны быть хорошо видимы издали водителем.

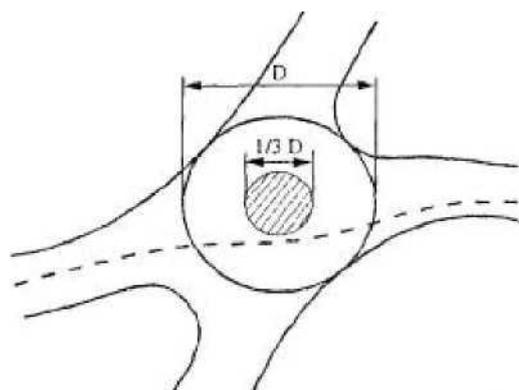


Рис.4.17. Улучшение условий движения на пересечении путем устройства островков небольшого диаметра

Кольцевые пересечения со средним диаметром островков характеризуются прерывистым движением транспортных потоков, так как примыкания к кольцу расположены настолько близко, что маневры переплетения въезжающих на пересечение и выезжающих с него автомобилей не успевают осуществляться. Поэтому автомобили, едущие по кольцу, останавливаются, имея помеху справа от въезжающего автомобиля.

Фактические скорости движения по кольцевым пересечениям зависят от размеров островков:

диаметр островков, м	15	30	60
скорость, км/ч	18 – 20	25	30

Для кольцевых пересечений с островками диаметром 15 – 50 м рекомендуются следующие размеры геометрических элементов:

1) ширина проезжей части при двух полосах движения на кольце:

диаметр центрального островка, м	15	30	50
ширина проезжей части, м	8,0	9,0	11,0

2) радиусы кривых на примыканиях дорог и кольцевой проезжей части:

диаметр центрального островка, м	15	30	50
радиус примыкания , м:			
в нормальных условиях	20	30	50
в стесненных условиях	15	20	35

Кольцевые пересечения с большими центральными островками, необходимые на дорогах I и II категорий с высокой интенсивностью движения, обеспечивают непрерывное движение транспортных потоков. Размеры центрального островка определяются длиной участка,

необходимой для маневра переплетения въезжающих и выезжающих автомобилей (рис. 4.18).

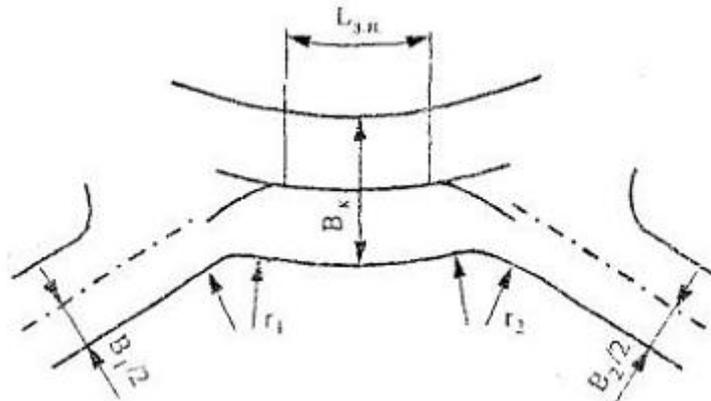


Рис. 4.18. Схема к расчету диаметра центрального островка на кольцевом пересечении:

B_k – ширина проезжей части кольца;
 L – ширина проезжей части примыкающей дороги;
 r_n – радиусы сопряжения кромок проезжих частей

Расчетная скорость движения на кольцевом пересечении должна быть не ниже 30 км/ч, составляя не менее 0,75 от средней скорости на подходе к пересечению по дороге наиболее высокой категории.

Диаметр центрального кольца, обеспечивающий оптимальные углы слияния транспортных потоков, не более 7° (см. рис. 4.18) [16]:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^k L}{\pi} - 2B_k, \quad (4.7)$$

где k – число пересекающихся дорог;

L – расстояние между осями двух соседних дорог (измеряется по внешней кромке кольцевой проезжей части);

B_k – ширина проезжей части кольца.

При этом

$$L = (r_1 + r_2) + (b_1 + b_2)/2 + (n - 1)L_{з.п.}, \quad (4.8)$$

где r_1 и r_2 – радиусы входа и выхода на кольцо, которые следует принимать не менее 15 м;

b_1 и b_2 – ширина проезжей части вливающих дорог, м;

$L_{з.п.}$ – длина зоны слияния или переплетения (табл. 4.12);

n – число полос движения на кольце.

Кольцевая проезжая часть должна иметь не менее двух полос движения. При коэффициенте загрузки кольцевой проезжей части более 0,5 следует выделять дополнительную полосу для правоповоротного потока.

Ширину полосы движения на кольцевой части пересечения назначают в зависимости от диаметра центрального островка:

длина островка, м	60	80	100 и более
ширина одной полосы движения, м	5,5	5,0	4,5

При пересечениях двух дорог разных категорий в случае преобладания на дороге высшей категории транзитного движения целесообразно устраивать центральный островок овальной формы, вытянутый вдоль направления главной дороги. Перерезание центрального островка для беспрепятственного прямого пропуска транзитного движения или проложения трамвайных путей допустимо только при введении светофорного регулирования [16].

Таблица 4.12

Длина зоны слияния или переплетения

Категория дороги	Длина зоны переплетения		Категория дороги	Длина зоны переплетения	
	рекомендуемая	минимальная		рекомендуемая	минимальная
I	65	50	III	55	30
II	60	47	IV	45	20

Круговые островки рекомендуются на пересечениях равноценных по нагрузке дорог с высокой интенсивностью левоповоротного движения. Количество полос на въезде и съезде с кольца должно быть не менее 2, но съезд автомобилей и выезд их с кольца следует организовывать только в одну полосу. Допускается выделять специальную полосу для правых поворотов высокой интенсивности, но ее необходимо отделять от кольцевой проезжей части разделительной полосой не уже 1 м.

Размеры кольцевых пересечений с малым диаметром центрального островка определяются схемой организации движения на пересечении (табл. 4.13).

При организации движения с приоритетом по кольцу размер островка и планировка пересечения должны вынуждать водителей проезжать его по искривленной траектории. Радиус кривизны траектории при прямом (транзитном) движении должен быть не более 100 м. С учетом этих условий диаметр центрального островка составляет не менее 15 – 20 м.

Если на кольцевом пересечении предполагается организовать движение с преимущественным правом проезда по одной из пересекающихся дорог (главная дорога проходит в прямом направлении), диаметр центрального островка $D_{ц.о.}$ должен быть не менее длины расчетного крупногабаритного грузового автомобиля l_a (обычно

24 м), чтобы он мог находиться в зоне ожидания на кольцевой проезжей части, не создавая помехи для транзитного движения (рис. 4.19), т.е. $D_{ц.о.} \geq i \cdot l_a$.

Таблица 4.13

Размеры кольцевых пересечений с малым диаметром центрального островка в зависимости от схемы организации движения на пересечении

Схема организации движения	Диаметр центрального островка, м	
	минимальный (стесненные условия)	рекомендуемый
Приоритет на кольце	10	15 – 20
Приоритет на въезде или одна из дорог главная	25	30

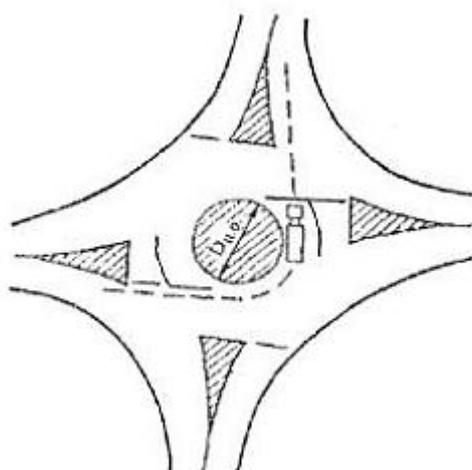


Рис. 4.19. Схема расположения автопоезда в зоне ожидания на кольцевой проезжей части

4.2. Транспортные развязки в разных уровнях

4.2.1. Схемы пересечений транспортных потоков

Безопасность движения существенно увеличивается при устройстве пересечений в разных уровнях, так как уменьшается количество возможных конфликтов между совершающими маневры автомобилями. Наиболее распространенным типом пересечений является полный «клеверный лист». На нем отсутствуют конфликтные точки пересечения транспортных потоков (рис. 4.20). Однако в связи с высокой стоимостью организации этих пересечений их устраивают только на дорогах с высокой интенсивностью движения. Для удешевления при

малой интенсивности транспортных потоков по отдельным второстепенным дорогам устраивают пересечения неполного типа, обеспечивая возможность беспрепятственного лево- и правоповоротного съезда с дороги более высокой категории. Допускают для въезда с второстепенных дорог на магистраль предварительный поворот на второстепенной дороге (рис. 4.21). На автомобильных магистралях с высокой интенсивностью движения устраивают очень сложные пересечения в трех и четырех уровнях, которые обеспечивают беспрепятственное, без снижения скорости, движение потоков, совершающих левый поворот [4].

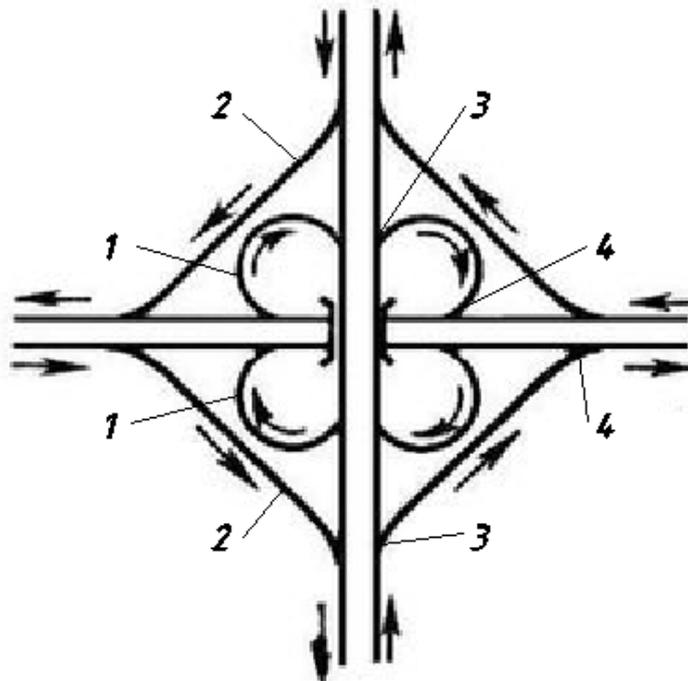


Рис. 4.20. Схема пересечения по типу полный «клеверный лист»:

1 – траектория движения при левом повороте; 2 – траектория движения при правом повороте; 3 – точка разделения потоков движения; 4 – точка слияния потоков движения

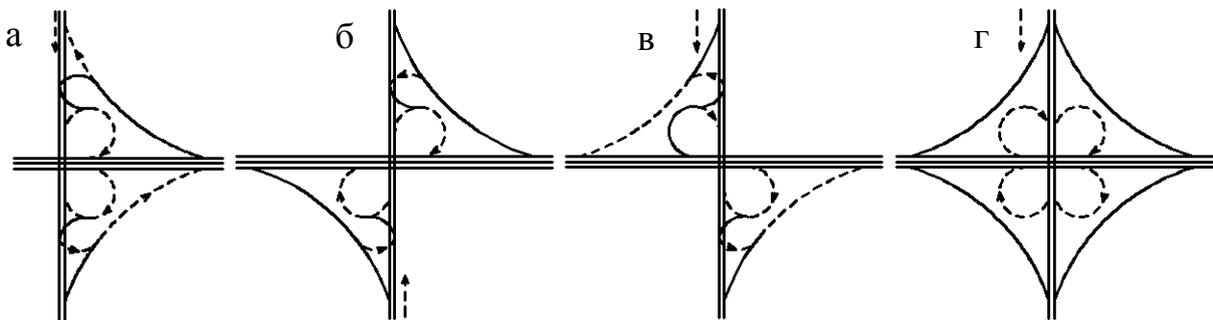


Рис. 4.21. Схемы организации движения на пересечениях по типу неполный «клеверный лист»:

- а – одностороннее расположение левоповоротных петель на второстепенной дороге;
- б – диагональное расположение левоповоротных петель на второстепенной дороге;
- в – диагональное расположение левоповоротных петель на главной дороге;
- г – пересечение без левоповоротных петель («ромб»); сплошными линиями со стрелками показано движения по главной дороге

Большим недостатком является неправильное движение водителей по пересечениям в разных уровнях, что может быть вызвано как непонятностью для них схемы пересечения, так и сознательными действиями недисциплинированных водителей для сокращения пути или исправления допущенной ошибки в связи с проездом места поворота. Поэтому планировка пересечений на каком-либо маршруте должна быть однотипной, сводящей к минимуму возможность неправильных действий водителей и как бы предотвращающей возможности движения по неправильному пути. При этом водители будут знать, что во всех случаях прямому направлению будет соответствовать определенная полоса дороги, а левый поворот на всех пересечениях начинается в одном месте, например, после проезда путепровода (рис. 4.22).

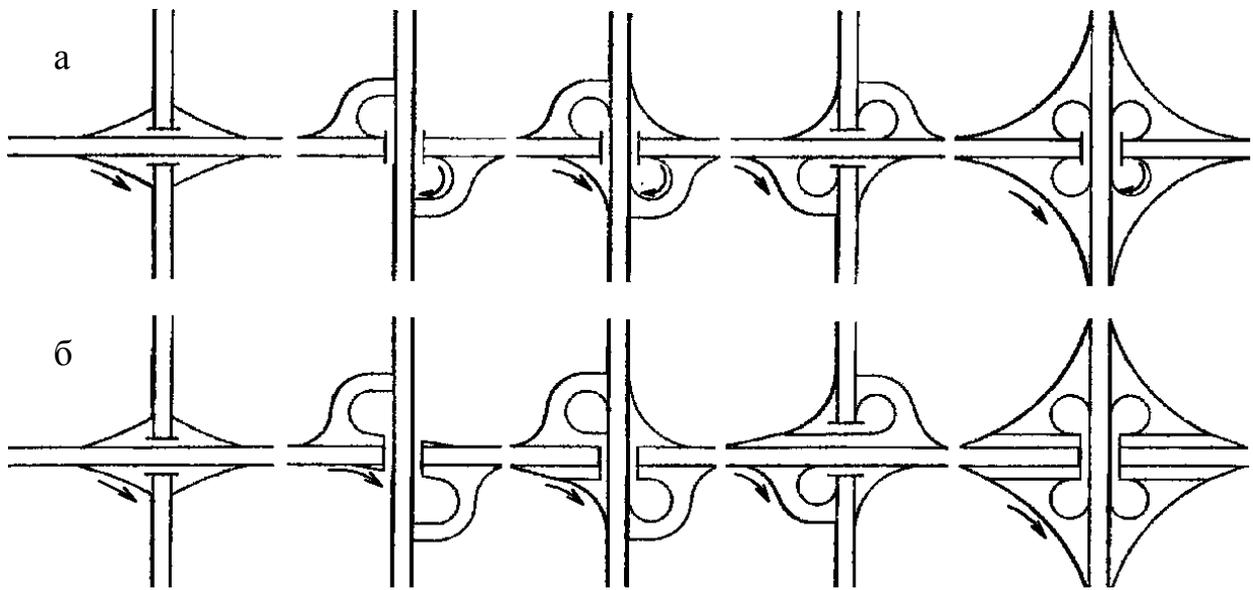


Рис. 4.22. Расположение пересечений в разных уровнях на маршруте:
а – бессистемное расположение съездов; б – однотипное расположение съездов

Наиболее опасными являются участки въезда на пересечения в разных уровнях и выезда с них, так как на этих участках скорость движения по маршруту должна измениться до безопасной скорости, обеспечиваемой радиусом кривых съезда. Для таких участков характерны следующие группы происшествий: наезды автомобилей на внезапно снизивший скорость перед въездом на кривую съезда автомобиль, опрокидывание автомобилей, не вписавшихся из-за высокой скорости в кривую при въезде или в ее среднюю часть, столкновение выезжающих автомобилей с автомобилями, ехавшими прямо по основной дороге. Происшествия такого типа устраняют введением переходно-скоростных полос – полос разгона и ускорения, устройством которых при строительстве дорог часто пренебрегают в целях сниже-

ния стоимости строительства. Полосы разгона и торможения должны иметь достаточную длину, чтобы, въехав на полосу со скоростью движения на прямом участке, водители могли без интенсивного торможения снизить скорость до допустимой на петле съезда. Наоборот, на полосе разгона водитель должен иметь возможность набрать скорость, большую скорости транзитного потока, и некоторое время двигаться с ней в ожидании возможности включиться в поток.

4.2.2. Оценка безопасности движения

Безопасность движения на развязках зависит от интенсивности потоков автомобилей в конфликтных точках, количество и степень опасности которых определяются типом развязки. На полных развязках наиболее опасные конфликтные точки пересечения потоков движения отсутствуют, на неполных – имеются.

Показатель безопасности движения по транспортной развязке (K_a) определяется по формуле (4.2). Общее число происшествий определяется как сумма происшествий в каждой конфликтной точке развилки, число которых составляет n :

$$G = \sum_{i=1}^n q_i = \sum_{i=1}^n 365 K_i M_i N_i 10^7, \quad (4.9)$$

где M_i – интенсивность движения по основной полосе, (авт./сут.), где происходит слияние или разделение потоков автомобилей, зависит от общей интенсивности движения и принимается по табл. 4.14;

N_i – интенсивность движения по второстепенному направлению, авт./сут.;

K_i – относительная аварийность конфликтной точки (табл. 4.15).

Интенсивность движения по крайней левой полосе шестиполосной магистрали составляет 150, 400, 700, 1100 авт./ч при интенсивности движения в одном направлении 1000, 1500, 2000 и 3000 авт./ч соответственно [16].

Таблица 4.14

Интенсивность движения по основной полосе магистрали

Интенсивность движения в одном направлении, авт./ч	Интенсивность движения по правой основной полосе магистрали, авт./ч, при числе полос движения	
	4	6
1	2	3
500	300	–
1000	600	450
1500	850	600

Окончание табл. 4.14

1	2	3
2000	400	700
2500	1350	800
3000	–	900

Таблица 4.15

Относительная аварийность конфликтных точек
на развязках полного типа

Тип съезда	Взаимодействие потоков автомобилей	Параметры съездов и характер движения	Относительная аварийность	
			переходно-скоростные полосы отсутствуют	переходно-скоростные полосы имеются
1. Петлевые левоповоротные съезды	Слияние	$R < 50$ м	0,00065	0,00035
		$R > 50$ м	0,00030	0,00020
	Разделение	$R < 50$ м	0,00190	0,00100
		$R > 50$ м	0,00090	0,00070
2. Правоповоротные и полупрямые левоповоротные съезды	Слияние	$R < 60$ м	0,00025	0,00015
		$R > 60$ м	0,00020	0,00010
	Разделение	$R < 60$ м	0,00050	0,00030
		$R > 60$ м	0,00035	0,00020
3. Полупрямые левоповоротные съезды	Разделение	Разделение двух потоков при движении по съезду	0,00020	0,00015
		Слияние двух потоков при движении по съезду	0,00015	0,00010
4. Прямые левоповоротные съезды*	Слияние	$R > 60$ м	0,00040	0,00020
		Разделение	$R > 60$ м	0,00070

Примечание. * При отсутствии переходной кривой относительная аварийность принимается в 1,5 раза больше.

Показатель безопасности движения для развязок полного типа должен быть не более 5.

При оценке безопасности движения на пересечениях неполного типа (неполный «клеверный лист», «ромб» и др.), а также полных развязках кольцевого типа коэффициент относительной аварийности принимают для конфликтных точек в местах пересечения или переплетения потоков автомобилей по данным Приложения 4, а для точек слияния и разделения потоков на съездах развязок – по табл. 4.15.

4.2.3. Переходно-скоростные полосы

Переходно-скоростные полосы (рис. 4.23) как обязательный элемент планировочного решения должны предусматриваться [16]:

- на съездах пересечений в разных уровнях, примыкающих к дорогам I – III категорий;
- на полностью канализированных пересечениях в одном уровне;
- на частично канализированных пересечениях в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге более 1000 авт./сут., а поворачивающих автомобилей – более 100 авт./сут.;
- на автобусных остановках на дорогах I – III категорий;
- на съездах к площадкам отдыха, стоянкам, объектам сервиса.

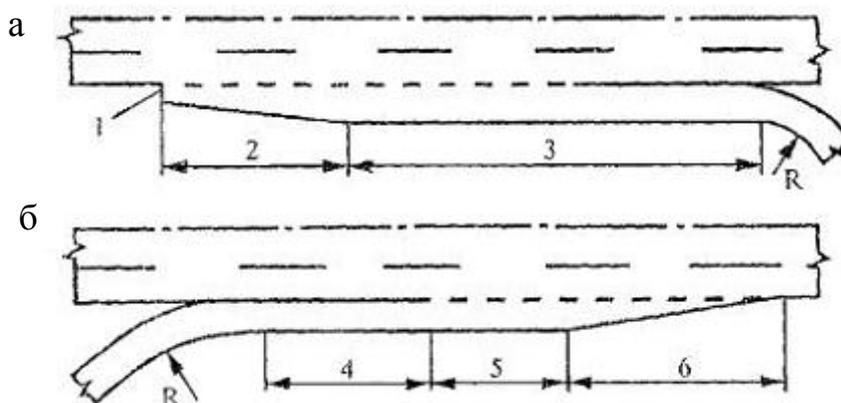


Рис. 4.23. Элементы полос торможения (а) и разгона (б):

- 1 – уступ шириной 0,5м; 2, 6 – участок смены полосы движения (отгон ширины полосы);
3 – участок снижения скорости; 4 – участок ускорения; 5 – участок маневрирования

Применяют следующие типы тормозных переходно-скоростных полос [16]:

- клиновидные (рис. 4.24, а) – на необорудованных и частично канализированных пересечениях в одном уровне, а также на автобусных остановках дорог III – IV категорий;
- параллельные (рис. 4.24, б) – на канализированных пересечениях в одном уровне и пересечениях в разных уровнях;
- параллельные с разделительной полосой (рис. 4.24, в) – на пересечениях в разных уровнях;
- непараллельные, или криволинейные (рис. 4.24, г), – на съездах пересечений в разных уровнях, рассчитанных на скорость движения 60 км/ч и более.

При въезде на дорогу применяют следующие типы переходно-скоростных полос для разгона [16]:

– клинообразные – на необорудованных и частично канализированных пересечениях в одном уровне и на автобусных остановках дорог III – IV категорий;

– параллельные – на канализированных пересечениях в одном уровне, автобусных остановках и транспортных развязках всех типов;

– параллельные с разделительной полосой – на транспортных развязках.

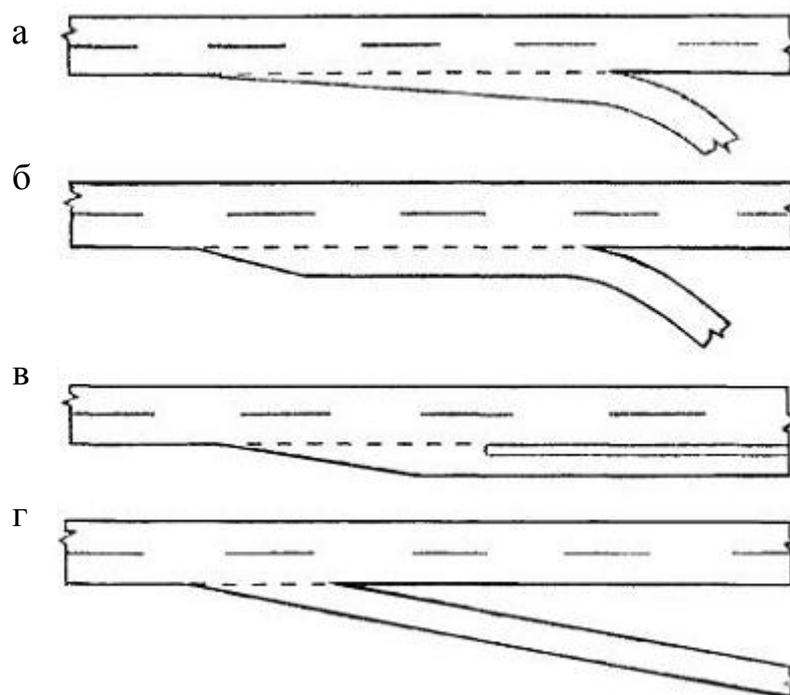


Рис. 4.24. Типы переходно-скоростных полос

Ширину переходно-скоростных полос назначают равной ширине основных полос проезжей части, но не менее 3,5 м.

Длину переходно-скоростных полос следует принимать по СНиП 2.05.02 – 85 [12] или при технико-экономическом обосновании устанавливать в зависимости от скорости организации движения на примыкающих дорогах и расчетной скорости движения на съезде, интенсивностей движения на переходно-скоростной полосе и основной дороге по формулам [16]:

– длина переходно-скоростных полос для торможения

$$L_{\text{тор}} = L_{\text{отг}} + L_{\text{изм}}, \quad (4.10)$$

– длина переходно-скоростных полос для разгона

$$L_{\text{раз}} = L_{\text{отг}} + L_{\text{изм}} + L_{\text{м}}, \quad (4.11)$$

где $L_{\text{отг}}$ – длина отгона переходно-скоростной полосы, м, назначаемая в соответствии с данными табл. 4.16;

$L_{изм}$ – длина участка изменения скорости, м, определяется по формуле (4.12);

L_m – длина участка маневрирования при входе на основную полосу, м, (табл. 4.17).

$$L_{изм} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26a}, \quad (4.12)$$

где V_1 – скорость организации движения для дороги, км/ч;

V_2 – расчетная скорость движения на съезде, км/ч;

a – расчетное линейное ускорение, принимаемое в зависимости от величины продольного уклона на переходно-скоростной полосе:

продольный уклон, ‰	– 40	– 20	0	20	40
ускорение торможения, м/с	0,5	1,0	1,5	2,2	3,0
ускорение разгона, м/с	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3

Для промежуточных величин продольного уклона на переходно-скоростных полосах значение расчетного линейного ускорения следует принимать по интерполяции.

Таблица 4.16

Длина отгона переходно-скоростной полосы

Расчетная скорость дороги, км/ч	Длина отгона переходно-скоростных полос $L_{отг}$, м	
	торможения	разгона
140	80	90
120	80	80
100	40*	60
80	40*	40

Примечание. Отгон полос торможения следует начинать с уступа величиной 0,5 м.

Скорость организации движения принимается равной 0,7 от расчетной скорости дорог I и II категорий и 0,6 от расчетной скорости дорог других категорий.

Таблица 4.17

Длина участка маневрирования при входе на основную полосу

Тип расчетного автомобиля	Интенсивность движения по основной полосе *, авт./ч				
	200	400	600	800	1000
	Длина участка маневрирования (L_m), м				
Легковой	75	100	120	130	150
Грузовой	80	110	130	150	170

Примечание. * К основной относится полоса проезжей части дороги, на которую выезжает автомобиль.

При выходе со съезда должна быть обеспечена видимость большей части переходно-скоростной полосы.

4.2.4. Требования к выбору типа и размещению транспортных развязок

Целесообразность устройства того или иного типа развязок устанавливается на основе технико-экономических расчетов. В проектах реконструкции особое внимание следует уделять оценке степени безопасности движения и пропускной способности развязок, которая определяется пропускной способностью участков съездов, примыкающих к основной полосе движения. Количество сравниваемых вариантов зависит от размеров движения, сложности рельефа, характера и плотности застройки места расположения развязки. При расчете автотранспортных и других затрат фактические скорости движения по съездам развязки следует принимать в зависимости от расчетных скоростей [16], приведенных в табл. 4.18.

Таблица 4.18

Расчетные и фактические скорости движения на съезде

Показатели	Значения							
1. Расчетная скорость движения на съезде, км/ч	30	40	50	55	60	70	80	90
2. Фактическая скорость движения по съезду, км/ч	40	47	54	55	58	63	65	70

Рекомендуется принимать следующие типы развязок [16]:

- при пересечении дорог I категории между собой – полный «клеверный лист», развязки кольцевого и левоповоротного типов;
- при пересечении дорог I категории с дорогами II категории – полный «клеверный лист», развязки кольцевого типа, развязки с 1 – 3 прямыми или полупрямыми левоповоротными съездами;
- при пересечении дорог I категории с дорогами III, IV категорий и дорог II, III категорий между собой – развязка типов «ромб», неполный и полный «клеверный лист», развязки кольцевого типа. В случае устройства развязок неполного типа на дороге с большей интенсивностью движения не должно быть конфликтных точек пересечений траекторий движения. Следует избегать планировки развязок, сложных для ориентации водителей, без разработки детальных схем организации движения.

При выборе типа сравниваемых вариантов или оценке целесообразности реконструкции развязки следует учитывать, что пропускная способность пересечения полный «клеверный лист» ограничивается пропускной способностью межпетлевого участка дороги – участка между левоповоротными съездами (рис. 4.25).

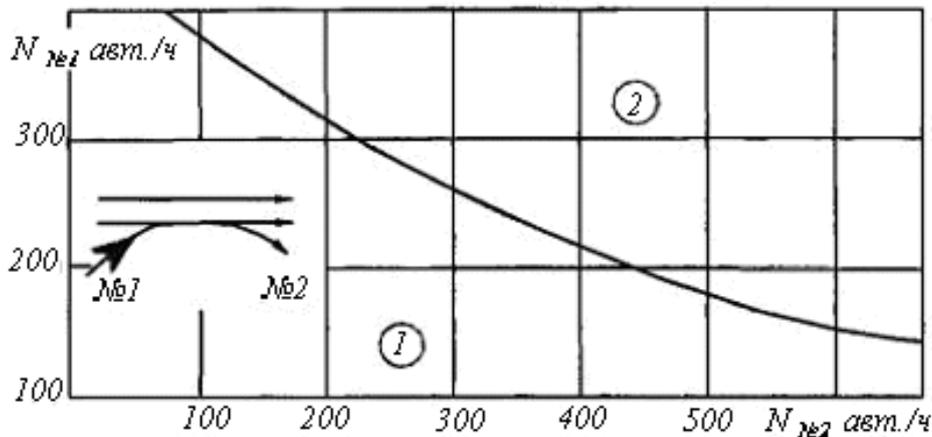


Рис. 4. 25. Диаграмма применимости различных типов левоповоротных съездов: 1 – левоповоротный съезд пересечения «клеверный лист»; 2 – полупрямой левоповоротный съезд; $N_{№1}$, $N_{№2}$ – интенсивности движения по съездам № 1 и № 2

При ограниченных площадях земли (например, в зонах плотной пригородной застройки) допускается устройство развязок обжатого типа. Обжатые съезды размещают вдоль направлений с большей интенсивностью движения, что позволяет отнести более короткий участок переплетения левоповоротных потоков на второстепенное направление.

На пересечениях дорог I, II категорий с дорогами V категории систему съездов не устраивают. В этом случае поворачивающие потоки с дороги низкой категории выводятся на ближайшую дорогу более высокой категории, пересекающуюся с данной дорогой I или II категории.

Реконструкция развязки (особенно неполного типа и пересечений полный «клеверный лист»), а также самих пересекающихся дорог значительно упрощается, если при их строительстве были зарезервированы свободные площади земли для размещения дополнительных съездов, а также предусмотрены размеры поперечника путепроводов и земляного полотна под путепроводами, позволяющие размещать дополнительные полосы движения.

Пересечения в разных уровнях по возможности располагают на прямолинейных горизонтальных участках дорог, а в исключительных случаях – на кривых в плане не менее радиусов, указанных

в табл. 4.19. Продольный уклон дорог на пересечениях в разных уровнях не должен превышать 20 ‰. На развязках неполного типа и полный «клеверный лист» допускаются большие уклоны (до 30 – 40 ‰) при условии устройства между основной проезжей частью и переходно-скоростными полосами боковой разделительной полосы шириной 3 – 3,5 м, надежно отделяющей транзитные быстродвижущиеся потоки автомобилей от второстепенных, скорости движения которых значительно ниже [16].

Таблица 4.19

Значения минимальных радиусов кривых

Показатели	Значения			
1. Расчетная скорость, км	80	100	120	140 – 150
2. Минимальные радиусы кривых, м	2000	3000	4000	5000

Расстояние между развязками в разных уровнях существенно влияет на безопасность движения и пропускную способность дорог, оно назначается в зависимости от категории дороги согласно СНиП 2.05.02 – 85 [12]. В целях лучшей ориентации водителя в направлении движения при выезде с дороги совмещают выходные участки лево- и правоповоротного съездов. При этом достигается единообразие планировки выезда с основных полос движения вдоль всей дороги. На пересечениях полный «клеверный лист» это требование выполнимо при устройстве на всем протяжении развязки боковой разделительной полосы.

Планировка съездов на участках примыкания к основной проезжей части может иметь два решения: съезды с переходно-скоростными полосами, съезды, имеющие своим продолжением самостоятельную дополнительную полосу дороги, которая устраивается при высокой интенсивности движения на основных полосах и съездах. Выезды с дороги и въезды на нее рекомендуется располагать справа по движению, так как при расположении слева слияние и разделение потоков значительно опаснее. Поэтому левостороннее расположение съездов рекомендуется допускать при высокой интенсивности движения поворачивающих потоков, требующей устройства дополнительной полосы на основной проезжей части на всем протяжении до следующей развязки.

В зоне пересечений в разных уровнях не должны изменяться условия движения по дороге с наибольшей интенсивностью. На другой уровень следует переводить движение по второстепенной дороге.

Минимальное расстояние видимости пересечения представлено в табл. 4.20 [16].

Таблица 4.20

Минимальное расстояние видимости пересечения

Показатели	Значения			
1. Расчетная скорость, км	80	100	120	140 – 150
2. Расстояние видимости, м	400	500	600	750

4.2.5. Требования к элементам развязок и методы улучшения их планировки

В целях снижения потерь времени автомобилями и уменьшения площади земли, необходимой для размещения сооружений, элементы транспортных развязок рассчитываются на скорости меньшие, чем расчетные для пересекающихся дорог. Круговые участки петель левоповоротных съездов пересечений типа «клеверный лист» целесообразно рассчитывать на скорости не выше 40 – 50 км/ч, которые в наибольшей степени соответствуют режимам движения автомобилей в зоне пересечения этого типа. Правоповоротные, а также прямые или полупрямые левоповоротные съезды рассчитывают на скорости 60 – 90 км/ч, но не ниже 40 – 50 км/ч, кольцевые – 50 – 70 км/ч [16].

В сложных условиях гористого или горного рельефа, в природных зонах с плотной застройкой допускается проектирование съездов на расчетные скорости 30 – 35 км/ч на развязках обжатый «клеверный лист».

При расчете радиусов закруглений петель левоповоротных съездов пересечений типа «клеверный лист» исходят из значений коэффициента поперечной силы 0,16 для съездов, расположенных на подъеме, и 0,12 – на спуске. В стесненных условиях значения коэффициентов поперечной силы могут быть повышены соответственно до 0,23 и 0,18. Радиусы круговых кривых на правоповоротных, кольцевых, прямых и полупрямых левоповоротных съездах рассчитывают на коэффициент поперечной силы, равный 0,15 [16].

Максимальные значения поперечного уклона виражей на съездах принимают равными для петель левоповоротных съездов пересечений «клеверный лист» 60 ‰, для правоповоротных съездов, рассчитанных на скорости 60 – 90 км/ч – 30 ‰, на скорости 40 – 50 км/ч – 60 ‰; для прямых, полупрямых и кольцевых левоповоротных съездов – 30 ‰, для других видов съездов, рассчитанных на скорости 40 – 50 км/ч, – 60 ‰. Поперечный уклон на обочинах съездов, укрепленных камен-

ными материалами, принимают 50 – 60 %, при асфальтобетонных обочинах 30 – 40 % [16].

Ширина проезжей части на однополосных съездах транспортных развязок составляет: на левоповоротных съездах развязки типа «клеверный лист» 5,5 м, на других съездах – 5 м без дополнительного уширения на кривых. При устройстве съездов с несколькими полосами движения ширину проезжей части назначают исходя из рекомендаций по определению ширины полос движения на закруглениях автомобильных дорог. Для более уверенного управления автомобилем и лучшего зрительного восприятия водителем кромок полосы движения на проезжей части съездов целесообразно устраивать краевые полосы шириной 0,5 м [16].

При свободных условиях трассирования съездов в плане следует по возможности избегать прямых вставок и обратных кривых. Смежные кривые постоянного радиуса сопрягают посредством переходных кривых или устраивают съезды из сплошных переходных кривых (клотоид). Переходные кривые на участках съездов, примыкающих к основным полосам движения, рассчитываются на постоянную скорость при радиусах круговой части съезда 90 м и более и на переменную скорость при меньших радиусах. Необходимость реконструкции развязок возникает в следующих случаях [16]:

- уширения земляного полотна пересекающихся дорог для увеличения числа полос движения с целью пропуска возрастающего транзитного потока;

- уширения земляного полотна или проезжей части пересекающихся дорог для устройства переходно-скоростных полос, полос накопления или других элементов канализирования движения в целях увеличения пропускной способности развязки и снижения аварийности;

- улучшения планировки съездов и конструкции путепроводов, переставших соответствовать возросшим интенсивностям движения и составу транзитных и поворачивающих потоков автомобилей.

При уширении проезжей части пересекающихся дорог в целях минимизации строительных расходов изменение параметров съездов следует предусматривать в пределах переходных кривых, не затрагивая круговую часть съезда и не изменяя его радиус, если его величина соответствует требованиям безопасности движения. В случаях уширения проезжей части дороги на одну полосу в качестве переходной кривой, обеспечивающей безопасные условия движения на входном и выходном участках съезда, можно использовать кривые с

применением сплайн-функций или кривые, описываемые уравнением параболы 3-й степени

$$A = \sqrt[3]{RL^2}, \quad (4.13)$$

где A - параметр кривой;

R – конечный радиус, м;

L – длина кривой, м.

При уширении дороги на 2 полосы движения и более в одном направлении требуется перепланировка всего съезда на участке переходных кривых и кривой постоянного радиуса в соответствии с расчетными скоростями.

4.3. Обеспечение безопасности движения на железнодорожных переездах

Железнодорожные переезды в одном уровне – одни из опаснейших мест на автомобильных дорогах, в связи с тяжестью дорожно-транспортных происшествий и опасностью крушения поезда. Единственным путем эффективного обеспечения безопасности движения на переездах является постройка пересечений в разных уровнях. Тем не менее высокая стоимость таких пересечений, сложность их постройки в условиях интенсивного движения по железным дорогам еще на долгие годы обусловят существование переездов через железные дороги в одном уровне, даже на дорогах II – III категорий.

Требования к безопасности железнодорожных переездов сводятся к соблюдению следующих условий:

- хорошая взаимная видимость приближающихся к переезду поезда и автомобиля, не меньшая, чем требуемая СНиП 2.05.02-85 [12] (рис. 4.26);
- пересечение под углом, близким к прямому. Недопустимы кривые малого радиуса в непосредственной видимости от переезда;
- ширина проезжей части на переезде на 0,5 м с каждой стороны большая, чем на дороге, но не меньшая 7 м во избежание съезда колес с покрытия в междурельсовое пространство;
- продольный уклон дороги у переезда, не превышающий 30 ‰.

Для оповещения водителей о приближении к переезду через железную дорогу используют ряд способов – установку знаков, световых мигающих сигналов, звуковой сигнализации, ручных и автоматических барьеров. Опыт показывает, что после проведения этих меро-

приятный число происшествий на неохраняемых переездах уменьшается почти в 2,5 раза [4].

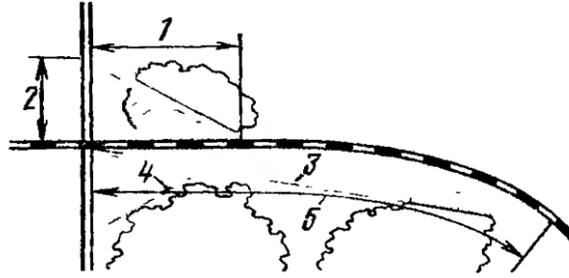


Рис. 4.26. Схема обеспечения видимости на железнодорожных переездах:

1 – расстояние, на котором водитель автомобиля должен видеть приближающийся поезд; 2 – расчетное расстояние видимости для водителя автомобиля; 3 – линия, ограничивающая зону видимости переезда машинистом локомотива; 4 – то же водителем автомобиля; 5 – срезка для обеспечения видимости

4.3.1. Методы оценки безопасности движения на железнодорожных переездах

Безопасность движения локомотивов железных дорог и автотранспортных средств в зоне железнодорожных переездов оценивают по методам коэффициентов аварийности и коэффициентов опасности. Метод коэффициентов аварийности используют для сопоставления уровней безопасности движения на железнодорожных переездах и других прилегающих к ним участках автомобильных дорог с целью установления приоритетов для их реконструкции или инженерного оборудования. Метод коэффициентов опасности используют для детальной оценки показателей относительной аварийности на железнодорожных переездах с целью установления очередности закрытия, перестройки и инженерного оборудования переездов, а также строительства вместо них пересечений в разных уровнях. Оба эти метода могут быть использованы для железнодорожных переездов, эксплуатируемых работниками Министерства путей сообщения (МПС) Российской Федерации и других ведомств.

При оценке безопасности движения на железнодорожных переездах по методу коэффициентов аварийности частные коэффициенты аварийности, характеризующие состояние и размеры автомобильных дорог, не используют. Величину итогового коэффициента аварийности (K_{um}^n) для железнодорожного переезда (Приложение 4, табл. 4) [16] определяют по формуле:

$$K_{um}^n = K_1^n K_2^n + K_3^n + K_4^n + K_5^n + K_6^n + K_7^n. \quad (4.14)$$

Значения частных коэффициентов аварийности K_i^n определяются по формуле

$$K_i^n = \frac{N_n}{3,0 + 0,1 \cdot N_n}, \quad (4.15)$$

где N_n – интенсивность движения поездов через переезд, поездов/сут.

При построении графиков коэффициентов аварийности зону влияния железнодорожного переезда и элементов дорог на подходе к нему следует принимать по табл. 4.21.

Таблица 4.21

Зоны влияния железнодорожного переезда

Элементы дороги	Зона влияния, м
1. Железнодорожный переезд на прямом горизонтальном участке	75
2. Железнодорожный переезд в конце спуска с уклона более 30 ‰ при длине спуска, м:	
100	100
200	200
300	200
400	250
3. Кривые в плане менее 200 м на подходе к переездам	150

По величине итогового коэффициента аварийности оценивают степень опасности движения на железнодорожном переезде:

K_{um}^n	40 и более	41 – 60	61 – 80	более 81
опасность переезда	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный

При оценке безопасности движения на железнодорожных переездах по методу коэффициентов опасности определяют возможное количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), которые возникают на самом переезде и в зоне его влияния, за 1 год при различных дорожно-транспортных условиях. Это количество ДТП является показателем опасности железнодорожного переезда и его определяют по формуле

$$K_{on} = 2,74 + 0,00038N_a + 0,0068N_n - 0,034K_{об} - 0,0045S, \quad (4.16)$$

где K_{on} – показатель опасности железнодорожного переезда, ДТП/год;

N_a – интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут.;

N_n – интенсивность движения по железной дороге, поездов/сут.;

$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий оборудование поезда;

S – расстояние видимости приближающегося к переезду поезда, м.

Интервалы значений переменных, допустимые для использования в формуле, приведены в табл. 4.22.

Таблица 4.22

Интервалы значений переменных при оценке безопасности движения на железнодорожных переездах по методу коэффициентов опасности

Наименование переменной	Допустимый интервал значения переменной
1. Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут.	0 – 10000
2. Интенсивность движения по железной дороге, поездов/сут.	0 – 250
3. Коэффициент оборудования переезда	по данным табл. 4.23
4. Расстояние видимости приближающегося поезда	0 – 400

Если фактическое расстояние видимости на железнодорожном переезде превышает 400 м, не следует подставлять его значение в формулу, надо ограничиться предельной цифрой 400 м.

Таблица 4.23

Значения коэффициента ($K_{об}$), учитывающего оборудование железнодорожного переезда

Оборудование переезда	Коэффициент $K_{об}$
1. Дорожные знаки	4,0
2. Механизированный шлагбаум без сигнализации	11,0
3. То же, с оповестительной сигнализацией	18,0
4. То же, с оповестительной и световой сигнализацией	25,0
5. Автоматическая световая сигнализация	45,0
6. Автоматический шлагбаум с автоматической световой сигнализацией	61,0

Показатель опасности $K_{об}$ используют для определения ущерба от дорожно-транспортных происшествий, возникающих на железнодорожных переездах, и для обоснования инвестиций в оборудование и реконструкцию этих объектов.

По показателям опасности железнодорожные переезды характеризуют следующим образом:

$K_{об}$	менее 1,0	1,0 – 2,0	2,0 – 3,0	более 3,0
опасность переезда	неопасный	малоопасный	опасный	очень опасный

В проектах новых автомобильных и железных дорог следует перепроектировать автомобильную дорогу на подходах к переезду, изменить место пересечения, систему ограждения переезда или рассмотреть возможность строительства пересечений в разных уровнях, если по двум методам оценки безопасности переезд характеризуется как малоопасный, опасный или очень опасный. В проектах ремонта дорог такие мероприятия являются рекомендуемыми, но обязательное их применение относится только к опасным и очень опасным переездам.

Если по двум методам оценки безопасности движения железнодорожный переезд относится к разным группам по степени опасности, требуется сопоставить причины различной оценки, выявить причины расхождений и отнести переезд к одной из двух групп.

К дополнительным факторам, определяющим необходимость отнесения переезда к более опасным переездам, относится количество маршрутов движения общественного транспорта и школьных автобусов, проложенных через переезд.

Решение о переводе переезда в другую категорию следует принимать по соглашению местной администрации с органами управления железной дорогой.

4.3.2. Организация движения по железнодорожным переездам

Организация движения по железнодорожным переездам должна обеспечивать максимальную защиту участников движения от вовлечения в ДТП, минимальные задержки транспортных средств и максимальное удобство передвижения водителей, машинистов и пассажиров транспортных средств через переезд.

Основными направлениями повышения безопасности движения на переездах являются [16]:

- ликвидация малодеятельных переездов;
- соблюдение действующих норм проектирования и эксплуатации железных и автомобильных дорог в зонах устройства переездов;
- совершенствование технического оснащения переездов;
- строительство пересечений в разных уровнях вместо переездов.

Ликвидацию малодеятельных переездов следует выполнять [16]:

1) путем укорачивания или полной разборки веток железных дорог, проложенных к предприятиям, прекратившим свое существование, резко сократившим проектные мощности или изменившим характер производства, а также к предприятиям, доставку грузов на ко-

торые и вывоз от них готовой продукции можно переложить на автомобильный транспорт;

2) путем прекращения движения по автомобильной дороге, проложенной к малодеятельному переезду, с переводом его на соседние переезды, имеющие резервы пропускной способности, а также с переводом движения на пересечения в разных уровнях.

Действующие нормы по проектированию и эксплуатации пересечений железной и автомобильных дорог сформулированы в СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги. Нормы проектирования» [12], в «Инструкции по эксплуатации железнодорожных переездов МПС РФ» [16], ГОСТ Р 50597 – 93 «Автомобильные дороги и улицы» [18], а также в нормативных документах ведомств, эксплуатирующих железные дороги, требованиях к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения», ГОСТ 23457 – 86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» [22].

К числу наиболее важных положений этих нормативных документов относятся следующие требования:

– переезды должны располагаться преимущественно на прямых участках железных и автомобильных дорог вне пределов выемок, мест, где не обеспечиваются удовлетворительные условия видимости, станций и путей маневрирования подвижного состава железных дорог;

– пересечение железных дорог автомобильными дорогами должно осуществляться преимущественно под прямым углом, но допускается минимальный угол пересечения 60° ;

– ширина настила на переезде должна быть равна ширине проезжей части автомобильной дороги, но не менее 6,0 м;

– на железнодорожных переездах без дежурных водителей автотранспортных средств, находящихся на удалении более 50 м от ближнего рельса, должно быть обеспечено расстояние видимости приближающегося с любой стороны поезда, приведенное в табл. 4.24;

– при проектировании вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог общего пользования и подъездных дорог к промышленным предприятиям на переездах должна быть обеспечена видимость, при которой водитель автомобиля, находящегося от переезда на расстоянии не менее расстояния видимости для остановки автомобиля (согласно СНиП 2.05.02-85), мог видеть приближающийся к переезду поезд не менее чем за 400 м, а машинист приближающегося поезда мог видеть середину переезда на расстоянии не менее 1000 м.

При интенсивностях движения по автомобильной и железной дорогам соответственно до 7500 авт./сут. и 130 поездов/сут рекомендуется устраивать дополнительные полосы на автомобильной дороге (до и после переезда) для движения через переезд по двум полосам движения в каждом направлении. Длину дополнительных полос рекомендуется назначать не менее значений, приведенных в табл. 4.25.

Таблица 4.24

Требуемые расстояния видимости приближающегося поезда

Показатели	Значения				
	1. Скорость движения поезда, км/ч	121 – 140	81 – 120	41 – 80	26 – 40
2. Расстояние видимости поезда, м, не менее	500	400	250	150	100

Ширину дополнительных полос проезжей части принимают 3,75 м на дорогах I – II технических категорий и 3,5 м – на дорогах III – V категорий.

Таблица 4.25

Минимальная длина дополнительных полос

Интенсивность движения по железной дороге, поездов/сут.	Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут.			
	100	100 – 200	200 – 300	300 – 400
	Длина дополнительной полосы перед железнодорожным переездом (в числителе) и после переезда (в знаменателе)			
10	–	–	$\frac{50 - 70}{100 - 200}$	$\frac{100 - 120}{200 - 250}$
	–	$\frac{60 - 80}{150 - 180}$	$\frac{100 - 120}{220 - 250}$	$\frac{150 - 170}{270 - 300}$
25	$\frac{60 - 80}{120 - 150}$	$\frac{80 - 100}{180 - 200}$	$\frac{120 - 150}{250 - 300}$	$\frac{170 - 200}{300 - 350}$
	–	$\frac{90 - 110}{220 - 230}$	$\frac{150 - 180}{280 - 300}$	–
100	$\frac{50 - 70}{100 - 200}$	$\frac{120 - 150}{250 - 300}$	–	–
	–	–	–	–

Подходы автомобильных дорог IV и V категорий к переезду, расположенному в конце спусков, на протяжении 50 м следует проектировать с продольным уклоном не более 30 %. У дорог других категорий длину этих подходов следует назначать по табл. 4.26.

Кривые в плане радиусом менее 200 м должны располагаться на расстоянии не менее 100 м от переезда (при угле поворота от 15 до 45°). При невозможности обеспечения требования видимости на пе-

реходах к переездам следует вводить ограничение скорости движения автомобилей или поездов. Значения допустимой скорости движения автомобилей в зоне переезда следует устанавливать в зависимости от расстояния видимости приближающегося к переезду поезда (табл. 4.27).

Таблица 4.26

Длина подходов автомобильных дорог к переезду

Интенсивность движения по железной дороге, поездов/сут.	Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут.					
	до 2000	3000	4000	5000	6000	7000
	Длина участка подхода с уклоном не более 30 ‰, м					
10	50	75	100	125	150	175
25	75	125	150	175	220	250
50	75	150	175	200	225	250
75	75	175	220	250	270	300

Таблица 4.27

Значения допустимой скорости движения автомобилей в зоне переезда в зависимости от расстояния видимости приближающегося к переезду поезда

Показатели	Значения			
1. Расстояние видимости, м	Менее 50	50 – 100	100 – 200	200 – 400
2. Допустимая скорость движения, км/ч	30	40	50	60

Техническое оснащение железнодорожных переездов всех категорий должно обеспечивать:

- безопасный поочередный пропуск автомобилей и поездов через переезд с предоставлением преимущества в движении подвижному составу железных дорог;

- своевременное предупреждение водителей автомобилей о закрытии переезда, а машинистов – о сигналах автоматической светофорной сигнализации на переезде;

- минимальные задержки автомобилей в пути;

- удобство проезда через переезд для водителей автомобилей и машинистов поездов.

Эти требования следует выполнять, используя технические средства, предусмотренные «Инструкцией по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России» [23], ГОСТ 23457-86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» [22] и нормативными документами ведомств, эксплуатирующих железные дороги.

К железнодорожным переездам I – II категорий должны быть предъявлены следующие дополнительные требования по их техническому оснащению [22]:

- обеспечение надежности защиты переезда от несанкционированных въездов на него автомобилей в объезд шлагбаумов;
- сведение к минимуму продолжительности закрытого состояния переезда;
- снижение опасности столкновения поезда с возникшим на переезде препятствием;
- улучшение условий видимости на переезде обстановки дороги и транспортных средств в темное время суток.

Устранение опасности столкновения поезда с возникшим на переезде препятствием следует обеспечивать автоматическим переключением ближайших к переезду железнодорожных светофоров на запрещающие показания с помощью детекторов препятствий или по сигналам дежурных. Такие устройства должны использоваться на переездах, обслуживаемых дежурными и расположенных на участках с автоблокировкой.

Улучшение условий видимости на переездах в темное время суток следует обеспечивать установкой вблизи от железнодорожных путей мачт освещения со светильниками в соответствии с нормами, регламентируемыми «Инструкцией по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России» [23].

Строительство пересечений железных и автомобильных дорог в разных уровнях следует предусматривать на основе технико-экономических обоснований, учитывающих кроме основных затрат потери от ДТП на переездах и задержки автомобилей в пути.

При проектировании вновь строящихся и реконструируемых дорог пересечения автомобильных дорог I – III категорий с железными дорогами следует предусматривать в разных уровнях [16]. Пересечения автомобильных дорог IV и V категорий с железными дорогами следует проектировать в разных уровнях:

- при проложении пересекаемых железных дорог в выемках, а также в случаях, когда не обеспечено необходимое расстояние видимости;
- при движении на автомобильных дорогах троллейбусов или устройстве на них совмещенных трамвайных путей.

Защиту переезда от несанкционированных проникновений транспортных средств следует обеспечивать размещением в толще дорожной одежды автомобильной дороги, у шлагбаумов устройств

заграждения переезда, крышки которых автоматически поднимаются или опускаются при его закрытии или открытии, или установкой двух автоматических шлагбаумов (входного или выходного) с каждой стороны переезда для перекрытия всей ширины проезжей части, с задержкой опускания выходных шлагбаумов по отношению к опусканию входных [22]. Эти устройства следует применять на участках со скоростным движением поездов, а также на участках с интенсивным движением пассажирских и пригородных поездов, где имеют место продолжительное закрытие переездов и значительные задержки автотранспортных средств.

Перечень мероприятий по повышению безопасности движения на железнодорожных переездах включает следующие виды работ [16].

1. Вырубка кустарника и деревьев, разборка заборов и строений, срезка откосов выемок для улучшения видимости на переезде, а также устранение возможностей объезда шлагбаума по придорожной территории.

2. Установка отсутствующих дорожных знаков, габаритных ворот, сигнальных столбиков, ограждений, светосигнальных и звуковых устройств, шлагбаумов и нанесение разметки.

3. Приведение в удовлетворительное состояние настила, проезжей части автомобильной дороги и обочин, улучшение отвода воды от переезда, замена поврежденных элементов светосигнального оборудования переезда, шлагбаумов, габаритных ворот, дорожных знаков.

4. Ограничение максимальной скорости движения автотранспортных средств или поездов при невозможности устранения объектов, ограничивающих видимость.

5. Облегчение прохода пешеходов через железнодорожные линии (строительство надземных или подземных пешеходных переходов или изолированных от проезжей части пешеходных дорожек).

6. Установка автоматической световой сигнализации на переездах без дежурных.

7. Организация дежурства на переезде.

8. Установка на переездах с дежурными автоматической световой сигнализации и автоматических шлагбаумов со стороны автомобильной дороги, а также проходных светофоров автоблокировки или специальных заградительных светофоров со стороны железной дороги.

9. Устройство на переездах с дежурными, которые располагаются на станциях, оповестительной сигнализации и автоматических шлагбаумов со стороны автомобильной дороги, а также станционных

светофоров или заградительных светофоров со стороны железной дороги.

10. Устройство светофорной сигнализации на переездах без дежурных или светофорной сигнализации с электрическими (механическими) шлагбаумами на переездах с дежурными со стороны автомобильной дороги при пересечении железнодорожных подъездных или иных путей, где участки приближения не могут быть оборудованы рельсовыми цепями, а также установка специальных светофоров со стороны железной дороги.

11. Увеличение радиуса кривой в плане на автомобильной дороге перед переездом.

12. Устройство дополнительных полос на переезде.

13. Установка на переезде четырех шлагбаумов, полностью перекрывающих проезжую часть автомобильной дороги, с обеспечением необходимой задержки при опускании выходных шлагбаумов.

14. Установка переездного автоматического комплекса устройств (ПАКУ) на переезде.

15. Установка детекторов обнаружения препятствий на переезде.

16. Установка устройств заграждения переезда (УЗП).

17. Изменение продольного уклона автомобильной дороги на подходе к переезду.

18. Закрытие малодеятельных переездов.

19. Ограничение времени работы переезда.

20. Устройство пересечений в разных уровнях.

Выбор основных мероприятий на конкретном железнодорожном переезде должен быть выполнен с учетом обязательного выполнения требований «Инструкции по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России» [23], ГОСТ 23457-86 «Технические средства организации движения. Правила применения» [22], а также инструктивных документов других министерств и ведомств, в ведении которых находится данная железная дорога.

Дополнительные мероприятия следует назначать с учетом выявленной степени опасности переезда и финансовых возможностей организации, планирующей проведение подобных работ.

Первостепенными мероприятиями, проводимыми на переездах III – IV категорий, являются работы по поддержанию в удовлетворительном состоянии проезжей части автомобильной дороги, настила, дорожных знаков, шлагбаумов и светосигнальных устройств. Эти работы требуется проводить и на малоопасных переездах. На малоопасных переездах дополнительно следует стремиться к устранению при-

чин, осложняющих условия движения. Среди таких причин могут быть неудовлетворительное оборудование переездов заграждающими устройствами, недостаточное расстояние видимости, характерные дорожные условия, которые способствуют несанкционированным проездам автомобилей через переезд. Если устранить причины невозможно, следует ограничить максимальную скорость движения автомобилей или поездов [16].

На опасных переездах первостепенной задачей становится установка надежного заграждения переезда. Должны быть рассмотрены вопросы об организации дежурства на переезде, устройстве электрического освещения, использовании автоматической светофорной сигнализации, установке четырех шлагбаумов, изменении радиусов кривых в плане и продольных уклонов на автомобильной дороге.

Все эти мероприятия также следует проводить в качестве дополнительных действий.

На очень опасных переездах меры пресечения несанкционированных выездов автомобилей в обход шлагбаумов должны быть очень строгими. Целесообразно рассмотреть возможность установки устройств заграждения переезда или четырех шлагбаумов, оценить потребность устройства дополнительных полос на переезде, принять меры по изменению неудовлетворительных параметров элементов плана и профиля автомобильной дороги, оценить потребности и возможности строительства пересечения в разных уровнях [16].

Контрольные вопросы

1. В чем причина появления конфликтных точек на пересечениях в одном уровне?
2. Перечислите конфликтные точки на пересечениях в одном уровне и их количество.
3. В чем заключается положительный эффект устройства пересечений в одном уровне канализированного типа?
4. В каких случаях устраивают транспортные развязки в разных уровнях?
5. Какие основные требования предъявляют к элементам развязок?
6. Перечислите методы улучшения планировки транспортных развязок.
7. Чем обеспечивается безопасность движения на железнодорожных переездах?

Глава 5

СУДЕБНАЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ОБУСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

5.1. Теоретические основы судебной дорожно-транспортной экспертизы

5.1.1. Виды экспертиз

Рассматривая систему водитель – автомобиль – дорога – среда (ВАДС) с «физической» точки зрения, необходимо отметить, что это функционирование представляет собой процесс непрерывного изменения различных дорожно-транспортных ситуаций (ДТС), характеризующихся определенными пространственными и временными параметрами. С юридической же точки зрения, т.е. с позиций доказывания, тот же процесс функционирования системы ВАДС представляется как последовательная смена обстоятельств, подлежащих выяснению. Трудность заключается в том, что эти обстоятельства характеризуют не все стороны указанных выше ситуаций, а только те, которые образуют единую цепь причин и следствий, знание которых необходимо для решения судебных вопросов, определяемых предметом доказывания по делу. Теория дорожно-транспортной судебной диагностики, являющаяся научной базой как экспертизы, так и методик расследования дорожно-транспортных происшествий (ДТП), по существу предопределяет и последовательность обстоятельств, подлежащих доказыванию по соответствующей категории дел.

Некоторые роды экспертиз имеют пограничные виды экспертизы, так, судебная дорожно-транспортная экспертиза (СДТЭ) имеет пограничный вид транспортно-трассологической экспертизы.

Современная СДТЭ – это экспертное исследование в целях установления механизма и обстоятельств ДТП, технического состояния транспортных средств (ТС) и дороги, психофизиологических параметров его участников по материалам дела и результатам исследования места происшествия, ТС и водителя [24].

Предметом судебной дорожно-транспортной экспертизы являются фактические данные о техническом состоянии ТС, месте происшествия, участниках происшествия и их возможностях, обстоятельствах и причинах происшествия.

Объектом судебной дорожно-транспортной экспертизы являются ТС (детали, узлы, механизмы и системы), дорога, место ДТП, оставшиеся на них следы, водитель и материалы дела, не требующие правовой оценки.

Различают пять видов судебной дорожно-транспортной экспертизы [24].

1. *Ситуалогическая экспертиза*, или исследование обстоятельств ДТП. Проведение данного вида экспертизы предполагает:

- установление действий водителя с позиций обеспечения безопасности движения и нормативных актов;
- установление места расположения ТС в заданные моменты времени;
- определение скорости движения ТС;
- определение тормозного и остановочного пути, возможности предотвратить столкновение путем торможения;
- определение времени преодоления ТС заданных участков пути.

2. *Транспортно-трассологическая экспертиза*, или исследование следов и повреждений на ТС и месте ДТП. При производстве транспортно-трассологических экспертиз, связанных со столкновениями ТС, наряду с общими сведениями о ДТП эксперту необходимы данные о повреждениях ТС. В материалах уголовных дел (протоколах осмотра ТС и др.), как правило, таких сведений в достаточном объеме не содержится, что затрудняет, а иногда делает невозможным проведение экспертных исследований, поэтому необходимые сведения эксперт получает, как правило, при непосредственном осмотре ТС. Ввиду многообразия и многочисленности получаемые результаты целесообразно представлять в систематизированном виде. С этой целью разработана карта регистрации данных о столкновениях транспортных средств, которая может служить эксперту рабочим документом для последующего экспертного анализа, а также для обобщения систематизированных данных в целях их дальнейшего использования в научной работе.

Данный вид экспертизы предполагает проведение следующих видов работы:

- определение траектории и характера движения ТС до удара;

- определение относительного расположения ТС в момент удара;
- установление места столкновения или удара;
- определение траектории движения ТС и пешехода до наезда на него;
- установление места наезда ТС на пешехода;
- установление лица, управлявшего ТС.

3. *Технико-диагностическая экспертиза*, или исследование технического состояния ТС.

4. *Инженерно-психофизиологическая экспертиза*, или исследование водителя ТС и других участников ДТП.

5. *Автодорожная экспертиза*, или исследование дороги и дорожных условий на месте ДТП. Данный вид экспертизы предполагает наличие и соответствие проводимых работ следующим требованиям:

- какой нормативно-технической документацией (НТД) регламентированы те или иные эксплуатационные свойства автомобильной дороги (АД) на участке ДТП;

- находятся ли в допустимых НТД пределах выявленные дефекты АД на участке ДТП;

- соответствуют ли сцепные качества покрытия в месте ДТП требованиям НТД; если они не соответствуют, то находится ли в причинно-следственной связи с фактом ДТП такое несоответствие;

- находится ли в технической причинной связи отклонение от нормы выявленного дорожно-технического фактора с заносом автомобиля;

- усматриваются ли недостатки в организации движения на участке ДТП;

- какими требованиями НТД должны были руководствоваться должностные лица (организации), ответственные за эксплуатацию дороги для обеспечения безопасности движения.

Через экспертное исследование следов как отображения процессов взаимодействий частных объектов этот вид экспертиз связан с традиционными видами класса судебных криминалистических экспертиз.

Данное деление на виды носит условный характер. В его основу положено различие главных объектов исследования в рамках каждого вида. Исследование ДТП в целом, безусловно, носит интеграционный характер и может считаться полным и всесторонним, если выполнено только по видовым категориям.

5.1.2. Вопросы расследования дорожно-транспортных происшествий

Каждое ДТП и предшествовавшая ему ДТС имеют свои особенности, и для их дальнейшего расследования требуется четко установить конкретные первичные исходные данные, большая часть которых собирается бригадой ГИБДД, выезжающей на место ДТП непосредственно по факту и времени совершения событий, и фиксируется в соответствующих документах. Лица, проводящие расследование, используют эти данные из протоколов проверки и осмотра технического состояния транспорта, протокола осмотра и схемы места ДТП, справки о ДТП.

Любое дорожно-транспортное происшествие может быть рассмотрено с различных точек зрения. *С правовой точки зрения* это событие при движении по автомобильной дороге транспортных средств и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены ТС, сооружения, груз либо причинен иной материальный ущерб. *С позиций эксплуатационной надежности* это отказ от нормального функционирования системы ВАДС, *с позиций ситуационного анализа* – неблагоприятный исход в замкнутой цепи дорожно-транспортных ситуаций (ДТС).

Дорожно-транспортная ситуация – это совокупности развивающихся событий на дороге, обусловленных взаимодействием водителя и других участников движения в определенных пространственно-временных границах. Данная ситуация может быть простая (водитель не имеет помех для движения и сам не создает их другим участникам) и сложная (повышенный объем информации заставляет водителя чаще обычного прибегать к торможению или маневрированию).

При возникновении происшествия первым из официальных лиц на место ДТП прибывает сотрудник дорожно-патрульной службы (ДПС) государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД) в целях:

- оказания доврачебной помощи пострадавшим;
- вызова скорой медицинской помощи;
- обеспечения сохранности обстановки;
- установления личности участников движения, причастных к ДТП;
- составления административного протокола и наложения взысканий в соответствии со своей компетенцией.

Сотрудник ГИБДД вправе не составлять протокол и налагать взыскания на месте, если таковые не оспариваются нарушителем.

Протокол составляется только в присутствии нарушителя(ей) на месте ДТП или в отделении ГИБДД. Участник(и) ДТП вправе его не подписывать, указав причину неподписания.

В случае нанесения ущерба участникам в результате ДТП оформляются дополнения к протоколу административных правонарушений по специальной форме. Протокол включает сведения о водителях ТС, их объяснения, схему и описание повреждений ТС (в этом документе сотрудник ГИБДД обязан указывать только явные повреждения ТС, которые могут быть обнаружены при внешнем визуальном осмотре), при этом водителю выдаются соответствующие справки.

В случае телесных повреждений участников, требующих обращения в медицинское учреждение, оформляются также следующие первичные материалы по ДТП:

- справка о ДТП (данные о дороге, дорожных условиях, участниках ДТП, скоростях движения);

- протокол осмотра места ДТП со схемой к нему. Протокол включает данные о вещной обстановке на месте ДТП, следах, положениях участников, повреждениях ТС. Схема составляется на миллиметровой бумаге в масштабе с фиксацией указанных на ней объектов по методу "базовой линии";

- протокол осмотра ТС (фиксируются данные о техническом состоянии основных систем автомобиля, влияющих на безопасность движения).

Для определения наличия либо отсутствия состава административных правонарушений (признаков уголовного преступления) делается запрос сведений о характере телесных повреждений и связанной с ними продолжительности лечения (медицинское учреждение, судебно-медицинское учреждение). Уголовное дело возбуждается при наличии заключения о получении пострадавшим телесных повреждений средней и тяжелой степени тяжести либо наличии сведений из лечебного учреждения о совокупной продолжительности лечения более 21 дня (статья № 112 УК РФ) [25]. Основанием для возбуждения уголовного дела является также смерть потерпевшего или причинение ему крупного материального ущерба (сумма, превышающая 500 минимальных размеров оплаты труда).

Статьей 29.6 Кодекса административных правонарушений (КоАП) срок административного производства регламентирован в 15 дней [26]. В течение 10 дней после предъявления нарушителю постановления о наложении административного взыскания оно может быть обжаловано в вышестоящую инстанцию ГИБДД (постановление на

месте ДТП) или в вышестоящую организацию или народный суд по территориальности (по другим постановлениям).

Для расследования дорожно-транспортной ситуации при ДТП необходимы следующие первичные исходные данные:

- 1) фабула происшествия (что, где, когда произошло);
- 2) сведения об участниках ДТП и их ТС (водители – возраст, общий водительский стаж, стаж вождения данного автомобиля, указание, на каком часу работы произошло ДТП, краткое содержание показаний по поводу происшествия; пешеход – пол, возраст, одежда, вещи, особенности поведения);
- 3) тип, марка, состояние и загрузка ТС, место контакта ТС с препятствием, его удаление от передней части ТС и от правого габарита автомобиля;
- 4) характеристика места ДТП, включающая в себя следующие данные:
 - характеристика проезжей части: тип, состояние покрытия, план и профиль дороги на участке ДТП, ширина проезжей части, характеристика видимости дороги и объекта, создавшего опасность;
 - расстояние видимости дороги;
 - расстояние видимости препятствия (особое место среди характеристик автомобильной дороги занимают расстояния видимости дороги в направлении движения и видимости препятствия при расследовании ДТП, происшедших в темное время суток);
- 5) характеристика дорожной обстановки (выясняется наличие разметки проезжей части, дорожных знаков, других средств регулирования дорожного движения);
- 6) измерения на месте ДТП (координаты места происшествия – из схемы ДТП) начала и конца следов торможения (при наличии таковых) до передних или задних колес автомобиля, расположение места ДТП относительно начала и конца следов (или расстояние, преодоленное транспортным средством, совершившим наезд, после наезда до остановки), координаты транспортных средств, остановившихся после ДТП;
- 7) характеристика элементов ДТС, предшествовавшей ДТП.

Для уяснения механизма происшествия также полезна информация о расположении отдельных частей от транспортных средств, деталей одежды пешехода после удара и т.п.

5.1.3. Определение параметров движения участников

При расследовании любого дорожно-транспортного происшествия необходимым условием является определение параметров движения участников происшествия. Основными параметрами являются следующие [24].

1. Замедление автотранспортных средств (АТС) при экстренном торможении, м/с^2 :

$$j_{ay} = j_a \cdot \cos \alpha \pm g \cdot \sin \alpha, \quad (5.1)$$

где j_{ay} – замедление АТС на уклоне, м/с^2 ;

j_a – замедление АТС на горизонтальном участке, м/с^2 , (2 – 3 м/с^2);

α – угол между направлением движения на горизонтальном участке и на уклоне, град.;

"+" – движение на подъем;

"–" – движение на спуск.

2. Скорость движения АТС, км/ч.

а) Перед началом торможения АТС:

$$V_a = 1,8 \cdot j_a \cdot t_3 + \sqrt{26 \cdot S_{ю} \cdot j_a}, \quad (5.2)$$

где t_3 – время нарастания замедления, с;

$S_{ю}$ – длина следов торможения колес одной оси до полной остановки АТС, м.

$$S_{ю} = \frac{V^2}{26 \cdot j_a}, \quad (5.3)$$

где V – скорость движения АТС, км/ч.

При расчете необходимо иметь в виду, что в данную формулу подставляется длина тормозного следа (максимального) от колес одной оси АТС. Поэтому, если дана длина следа, оставленного всеми колесами АТС ($S > L$), то в расчет следует вводить величину:

$$S_{ю} = S - L, \quad (5.4)$$

где S – длина следа, оставленного всеми колесами АТС, м;

L – база АТС, м.

Если $S \geq L$, то S принимают равной $S_{ю}$.

При наличии на месте происшествия прерывистых следов торможения, величина разрывов между ними должна исключаться из общей длины тормозного следа. В том случае, когда оставленные передними и задними колесами автомобиля следы торможения имеют разрыв, величина которого не превышает величины базы данного автомобиля,

при расчетах необходимо принимать длину следов торможения только задних или передних колес.

Если известна длина тормозного следа от его начала до места наезда, скорость перед началом торможения определяется по формуле

$$V_a = 1,8 \cdot j_a \cdot t_3 + \sqrt{26 \cdot j_a \cdot S'_{ю} + V_n^2}, \quad (5.5)$$

где $S'_{ю}$ – длина следов торможения АТС до места наезда, м;

V_n – скорость АТС в момент наезда, км/ч.

Ориентировочное значение скорости движения ТС перед началом торможения при движении его с заносом и разворотом можно определить по формуле

$$V_a = 1,8 \cdot j_a \cdot t_3 + \sqrt{26 \cdot \left(j_{\delta} \cdot S_{ю} + g \cdot L \cdot \varphi_{\delta} \cdot \frac{\alpha \cdot \pi}{360} \right)}, \quad (5.6)$$

где φ_{δ} – коэффициент сцепления шин автомобиля с дорогой в поперечном направлении;

α – угол разворота ТС, град.;

j_{δ} – замедление ТС при торможении с заносом, м/с².

$$j_{\delta} = 0,8 \cdot j_a. \quad (5.7)$$

б) При анализе ДТП, особенно в условиях ограниченной видимости (туман, пыль, темное время суток), возникает необходимость в определении максимально допустимой скорости, двигаясь с которой водитель имел бы возможность остановить управляемый им автомобиль на участке пути, не превышающем расстояние видимости дороги. Указанную скорость, км/ч, определяют по формуле

$$V_{\delta} = 3,6 \cdot j_a \cdot T \cdot \left[\sqrt{\frac{2 \cdot S_p}{j_a \cdot T^2} + 1} - 1 \right], \quad (5.8)$$

где T – время приведения тормозов АТС в действие, с;

S_p – расстояние видимости дороги в условиях ограниченной видимости, м.

$$T = t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3, \quad (5.9)$$

где t_1 – время реакции водителя, с;

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода, с.

3. Время торможения АТС, (T_T , с) определяется по формуле

$$T_T = t_2 + 0,5 \cdot t_3 + \frac{V_a^2}{3,6 \cdot j_a}, \quad (5.10)$$

4. Путь торможения АТС, (S_T , м), определяется по формуле

$$S_T = (t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3,6} + S_{ю}. \quad (5.11)$$

Перемещение АТС за время движения в стадии непосредственного затормаживания рассчитывается по формуле

$$S_4 = \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a}. \quad (5.12)$$

Расстояние, преодолеваемое АТС в заторможенном состоянии до наезда, составляет:

$$S'_4 = \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a}. \quad (5.13)$$

5. Внезапное появление опасности (препятствия) для движения перед каким-либо автомобилем вызывает необходимость в экстренном торможении не только этого АТС, но и следующего за ним. При этом безопасность движения зависит от дистанции между АТС и от их тормозных качеств. Минимально допустимая дистанция (D , м) при следовании АТС друг за другом с одинаковыми скоростями определяется по формуле

$$D = T_\partial \cdot \frac{V_a}{3,6} + \frac{j_{a1} - j_{a2}}{26 \cdot j_{a1} \cdot j_{a2}} \cdot V_a^2, \quad (5.14)$$

где T_∂ – время приведения тормозов в действие;

j_{a1}, j_{a2} – замедление при экстренном торможении впереди и сзади следующих АТС при попутном столкновении.

$$T_\partial = t_1 + t_{21} + 0,5 \cdot t_{32}, \quad (5.15)$$

где t_{21} – время запаздывания срабатывания тормозного привода переднего АТС, с;

t_{32} – время нарастания замедления заднего АТС, с.

Применять данную формулу следует дифференцированно, в зависимости от конструкции и места установки включателя привода стоп-сигнала переднего АТС.

5.2. Методические принципы анализа дорожно-транспортных происшествий

Одним из ключевых технических вопросов, который ставится перед экспертом при расследовании ДТП, является вопрос о наличии

у водителя технической возможности предотвратить ДТП торможением. Результат решения этого вопроса прямым образом связан с оценкой действий водителя в процессе управления ТС на соответствие требованиям п. 10.1 Правил дорожного движения [6].

В соответствии с этими требованиями дорожное движение организовано таким образом, что, если водитель ТС обнаруживает в своем поле зрения какой-нибудь объект (или иные факторы), который может создать опасность для движения его автомобиля, водитель должен принимать меры к предотвращению происшествия с объектом в момент возникновения опасности.

Если расчет покажет, что в этот момент у водителя имелась возможность остановить свой автомобиль до места ДТП, то встанет вопрос, почему этот водитель в данной ситуации такой возможностью не воспользовался и не предотвратил ДТП.

При отсутствии факторов объективного и субъективного порядка, которые могли бы помешать водителю своевременно затормозить в данной ситуации, наличие технической возможности предотвратить ДТП становится доказательством нарушения этим водителем требования п. 10.1 (абзац 2) ПДД [6] во многих происходящих в реальности случаях.

Своевременное принятие водителем мер к торможению наряду с отсутствием технической возможности предотвратить ДТП может свидетельствовать о том, что этот водитель принял все необходимые меры, однако в исходный момент уже не мог предотвратить происшествие.

Выбор методики решения этого вопроса зависит от обстоятельств происшествия, а также от исходных материалов дела. Наиболее часто приходится исследовать ДТП в приводимых ниже случаях [24].

1. Наезд на неподвижное препятствие.

Неподвижным препятствием может быть стоящий, лежащий пешеход, неподвижный автомобиль, прицеп, мачта освещения, бетонное ограждение, ящик, яма на дороге и прочее.

Решение вопроса о технической возможности предотвращения наезда на неподвижное препятствие торможением заключается в сравнении расстояния от автомобиля до препятствия (S_o) в момент его возникновения в поле зрения водителя как объекта, препятствующего дальнейшему движению автомобиля по выбранному направлению, и расстояния, необходимого автомобилю для остановки, т.е. его остановочного пути (S_a).

Если $S_o > S_a$, то это говорит об отсутствии технической возможности предотвратить наезд, при $S_o < S_a$ делаем обратный вывод – о наличии такой возможности.

Величина S_a , как правило, определяется либо путем экспериментального воспроизведения обстановки, либо по показаниям участников (очевидцев) происшествия.

Данный метод исследования наиболее общий, применяемый для исследования наезда в светлое время суток. Исследование наездов, происшедших в темное время суток, имеет свои отличительные особенности.

2. Наезд на пешехода, пересекающего проезжую часть, или столкновение автомобилей, следовавших в пересекающихся направлениях.

Для исследования механизма ДТП следует рассчитать удаление автотранспортного средства (АТС), которым совершен наезд, от места наезда в момент возникновения опасности для движения. Этот момент может соответствовать началу движений пешехода (другого объекта) по проезжей части, от ее середины, от места остановки на проезжей части и т.д. Удаление определяют для различных расчетных случаев в зависимости от условий движения и ДТП.

Если $S_o > S_a$, то это говорит об отсутствии технической возможности предотвратить наезд, при $S_o < S_a$ делаем обратный вывод – о наличии такой возможности. Величина S_a в данном случае – расстояние от линии капота ТС до линии движения ТС в перекрестном направлении или до препятствия (пешехода).

3. Происшествия с попутными препятствиями.

3а. Техническая возможность у водителя ТС предотвратить наезд на удаляющееся от него препятствие определяется тем, мог ли водитель применением экстренного торможения к моменту контактирования с препятствием снизить скорость ТС до скорости движения препятствия. Условие наличия технической возможности у водителя ТС применением торможения предотвратить наезд на препятствие, движущееся в попутном направлении, выражается неравенством

$$S_a - S_n > T \cdot \frac{V_a - V_n}{3,6} + \frac{(V_a - V_n)^2}{26 \cdot j}, \quad (5.16)$$

где S_a – расстояние от ТС до линии движения в перекрестном направлении или до препятствия, м;

S_n – путь до препятствия с заданного момента до момента наезда, м;

V_n – скорость движения потерпевшего, км/ч;

j – среднее замедление автотранспортных средств, м/с².

3б. Условие отсутствия технической возможности у водителя ТС применением торможения предотвратить наезд на препятствие,

движущееся в попутном направлении, выражается следующим неравенством:

$$S_a - S_n \leq T \cdot \frac{V_a - V_n}{3,6} + \frac{(V_a - V_n)^2}{26 \cdot j}. \quad (5.17)$$

Если препятствие удаляется от ТС под углом к продольной оси дороги, то в формулу вводится соответствующая поправка на $\cos \alpha$, где α – угол разворота ТС, град, тогда имеем:

$$S_a - S_n \cdot \cos \alpha \geq (\leq) T \cdot \frac{V_a - V_n \cdot \cos \alpha}{3,6} + \frac{(V_a - V_n \cdot \cos \alpha)^2}{26 \cdot j_a}. \quad (5.18)$$

4. Наезды на встречное препятствие.

4а. Техническая возможность у водителя ТС предотвратить наезд на приближающееся к нему препятствие определяется тем, могли ли водитель применением экстренного торможения остановиться раньше, чем место наезда будет достигнуто двигающимся во встречном направлении препятствием. Условие наличия технической возможности у водителя ТС применением торможения предотвратить наезд на препятствие, движущееся во встречном направлении, выражается формулой

$$S_a + S_n + \frac{V_n^2}{26 \cdot j} > T \cdot \frac{V_a + V_n}{3,6} + \frac{(V_a + V_n)^2}{26 \cdot j}. \quad (5.19)$$

4б. Условие отсутствия технической возможности у водителя ТС применением торможения предотвратить наезд на препятствие, движущееся во встречном направлении, может быть представлено следующим образом:

$$S_a + S_n + \frac{V_n^2}{26 \cdot j} \leq T \cdot \frac{V_a + V_n}{3,6} + \frac{(V_a + V_n)^2}{26 \cdot j}. \quad (5.20)$$

Если препятствие приближается к ТС под углом к продольной оси дороги, то в приведенные выше формулы вводится соответствующая поправка на $\cos \alpha$, и тогда мы имеем:

$$S_a - S_n \cdot \cos \alpha + \frac{(V_n \cdot \cos \alpha)^2}{26 \cdot j_a} \geq (\leq) T \cdot \frac{V_a - V_n \cdot \cos \alpha}{3,6} + \frac{(V_a - V_n \cdot \cos \alpha)^2}{26 \cdot j_a}. \quad (5.21)$$

5. Особенности зрительного восприятия разметки в темное время суток [7].

5а. Предельное расстояние видимости дорожной разметки определяют по схеме 1 (рис. 5.1).

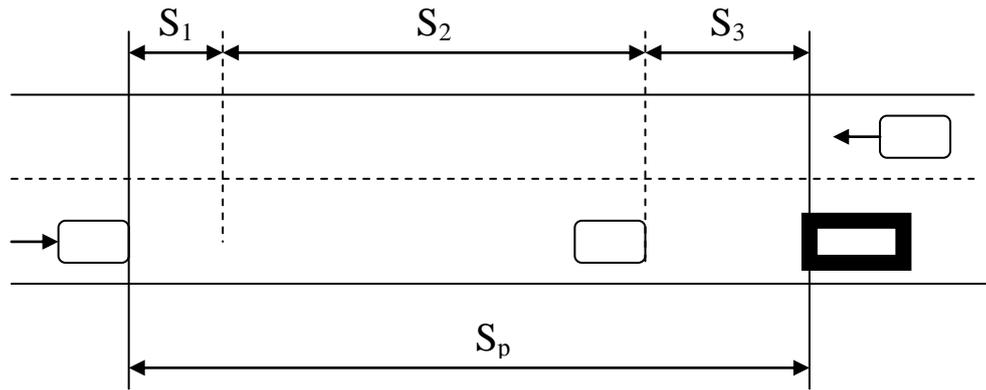


Рис. 5.1. Схема 1

Расчетное расстояние (S_p , м) видимости разметки равно полному остановочному пути автомобиля при экстренном торможении:

$$S_p = S_1 + S_2 + S_3, \quad (5.22)$$

где S_1 – путь, пройденный за время реакции водителя, м;

S_2 – тормозной путь, м;

S_3 – зазор безопасности, м (5 – 10 м).

$$S_1 = V_p \cdot t, \quad (5.23)$$

$$S_2 = \frac{v_p^2}{254 \cdot (\varphi + f \pm i)} + S_3, \quad (5.24)$$

где v_p – скорость движения, км/ч: для вновь сооружаемых улиц и дорог соответствующая 0,7 от расчетной; для находящихся в эксплуатации – скорость, которую на данном участке не превышают 85% ТС, км/ч;

t – время реакции водителя и принятия решения для темного времени суток ($t = 1,2 \div 1,7$), с;

φ – коэффициент продольного сцепления колеса с покрытием;

f – коэффициент сопротивления качению;

i – продольный уклон, доли единиц.

5б. Объезд препятствия возможен без снижения скорости с выездом на соседнюю полосу движения (схема 2 на рис. 5.2).

Расчетное расстояние видимости

$$S_p = S_1 + 2 \cdot v_p \cdot \sqrt{\frac{b}{127(\varphi_n - i_n)}} + S_3, \quad (5.25)$$

где b – ширина проезжей части, м;

φ_n – коэффициент поперечного сцепления ($\varphi_n = 0,6 - 0,7 \varphi$);

i_n – поперечный уклон проезжей части, доли единиц.

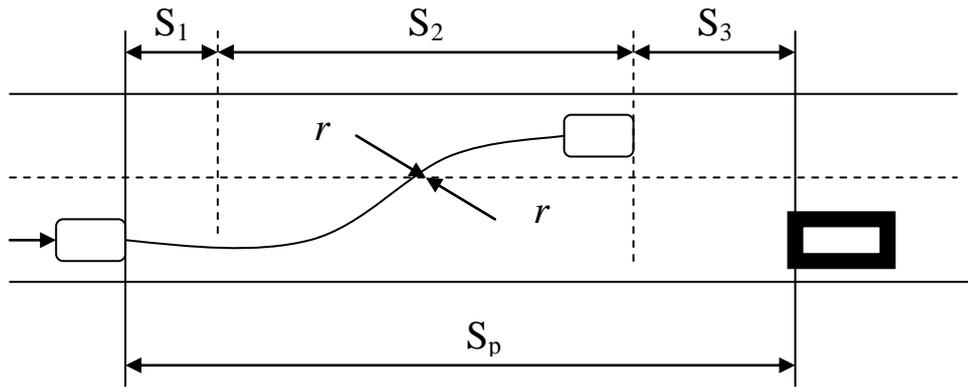


Рис. 5.2. Схема 2

5в. Выезд на кривую со снижением скорости для безопасного проезда по кривой (схема 3 на рис. 5.3).

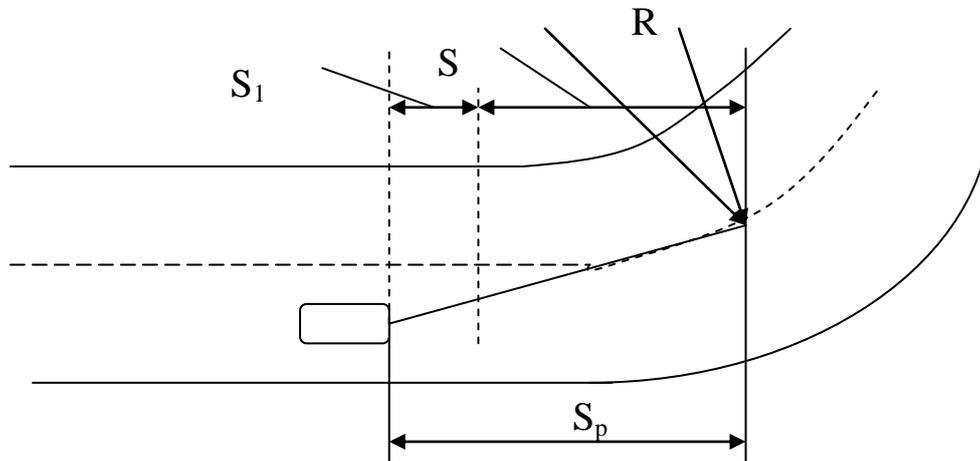


Рис. 5.3. Схема 3

Расчетное расстояние видимости

$$S_p = S_1 + \frac{v_p^2 - v_2^2}{31,2 - 0,322 \cdot v_p} \quad (5.26)$$

Расчетное расстояние видимости дорожной разметки при движении в темное время суток по участкам дороги с различными условиями движения представлено в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Расчетное расстояние видимости дорожной разметки

Категория дороги	Расчетное расстояние видимости дорожной разметки, м		
	схема 1	схема 2	схема 3
I	110	100	155
II	80	80	115
III	60	65	90
IV	45	55	65

б. Особенности обеспечения пассивной безопасности автомобильной дороги.

ба. Устойчивость автомобиля против опрокидывания определяется по значению коэффициента поперечной силы:

$$\mu = \frac{1}{2 \cdot h} \cdot (c - 2 \cdot \Delta) = 0,6 \cdot K_{ny}, \quad (5.27)$$

где h – высота центра тяжести автомобиля (центра масс), м;

c – колея автомобиля, м;

Δ – смещение центра тяжести автомобиля из-за деформации рессор, пружин и шин ($\Delta = 0,2 \cdot c$);

K_{ny} – коэффициент поперечной устойчивости автомобиля:

(0,9 – 1,2) – для легковых автомобилей;

(0,55 – 0,80) – для грузовых автомобилей;

(0,50 – 0,65) – для автобусов.

бб. Минимальный радиус поворота автомобиля (R , м), при котором определяется устойчивость против опрокидывания:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot \mu}, \quad (5.28)$$

где V – скорость движения автомобилей, км/ч.

бв. Угол съезда автомобиля с дороги при поперечном перемещении центра автомобиля:

$$\cos \alpha = \frac{1 - b}{R}, \quad (5.29)$$

где b – перемещение центра тяжести автомобиля при проезде по кривой, м.

При движениях по кривым малого радиуса высока вероятность съезда автомобиля с дороги, что зависит от элементов дороги и основных причин ДТП (табл. 5.2).

бг. К методам обеспечения пассивной безопасности автомобильной дороги можно отнести планировочные решения и конструктивные мероприятия, применение которых позволяет существенно снизить количество конфликтных ситуаций и повысить безопасность движения.

К планировочным решениям можно отнести:

– раздельное трассирование земляного полотна автомагистралей на косогорах;

– сокращение длины участков с высокими насыпями за счет устройства выемок;

- проектирование пологих откосов выемок на внешней стороне кривых в плане;
- устройство пологих откосов (крутизна 1:4 и более) в районах с низкой ценностью земельных угодий;
- снижение высоты насыпей путем устройства ограждений, капилляропрерывающих и дренирующих прослоек, возведение насыпи из дренирующих грунтов;
- плановая вырубка старых деревьев с большим диаметром стволов в пределах ширины полосы, определяемой безопасным расстоянием (табл. 5.3);

Таблица 5.2

Вероятность съезда автомобиля с дороги

Основные причины ДТП	Распределение ДТП по элементам дорог, %			
	43,3/26,5	59,6/27,0	59,3/8,3	47,2/17,0
1. Превышение скорости, выезд на правую или левую сторону дороги	43,3/26,5	59,6/27,0	59,3/8,3	47,2/17,0
2. Нарушение правил обгона	13,5/3,8	10,0/2,8	8,3/5,5	10,3/5,7
3. Заезд на неукрепленную или скользкую обочину	9,4/5,9	2,9/1,3	1,7/1,0	1,9/1,2
4. Объезд препятствия или удар о препятствие	9,6/3,3	5,6/2,8	5,6/2,1	8,3/1,9
5. Неровное покрытие	2,2/0,3	1,8/0,4	4,2/2,2	3,8/1,8
6. Невнимательность, утомление, ослепление. Сон за рулем	11,4/8,1	7,1/1,2	9,5/5,3	19,0/5,7
7. Техническая неисправность	8,1/1,6	7,2/2,2	5,8/0,8	5,7/0,9
8. Прочие	2,5/ –	5,8/ –	5,6/ –	3,8/ –
Итого	100/49,5	100/37,7	100/25,2	100/34,2
Примечание. В числителе – причины всех ДТП, в знаменателе – ДТП на скользкой проезжей части.				

- установка опор освещения на расстоянии 9 м от края проезжей части;
- установка опор высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) на расстоянии от бровки земляного полотна, равном высоте опор [+5].

Таблица 5.3

Безопасное расстояние от края проезжей части до препятствия, в зависимости от диаметра ствола и категории дороги

Скорость движения, км	Безопасное расстояние (м) от края проезжей части до деревьев с диаметром стволов, см			
	до 10	10 – 20	20 – 30	30 и более
60	3	5	6	7
90	5	7	9	11
120	7	10	12	15

К конструктивным мероприятиям относятся:

- ударобезопасные опоры освещения;
- ослабление стоек дорожных знаков для минимального сопротивления сдвигу при наезде автомобиля;
- дорожные ограждения двух групп:

1-й группы (направляющие) – рассчитаны на силовое воздействие ТС за пределы проезжей части, обочин, разделительной полосы. Устанавливают вдоль оси дороги на обочине, разделительной полосе или у края проезжей части моста (путепровода) и рассчитывают на противодействие скользящим ударам автомобилей (угол наезда до 25°). Подразделяются на барьерные, парапетные, бордюрные и комбинированные;

2-й группы (останавливающие) – рассчитаны на фронтальный удар (угол наезда от 75° – до 90°), устанавливают на участках дорог, где направляющие ограждения не могут удержать автомобиль от падений с обрыва или высокой насыпи при резком изменении направления движения в плане (серпантин) и т.д.

бд. Определение угла съезда транспортных средств с проезжей части. В соответствии с рис. 5.4 угол между линией, параллельной первоначальной траектории движения, и касательной к траектории движения центра тяжести автомобиля при съезде с дороги (угол съезда) (α'_{fi} , град) определяется [10]:

- при направлении съезда с дороги во внешнюю сторону закругления

$$\alpha'_{fi} = \alpha' + \alpha_0 - \gamma, \quad (5.30)$$

- при направлении съезда с дороги в направлении внутренней стороны закругления

$$\alpha''_{fi} = \alpha' - \alpha_0 - \gamma, \quad (5.31)$$

где α' – угол, образующийся при движении ТС по кривой съезда, град;

α_0 – угол, образующийся при движении ТС по кривой в плане, отсчитываемый от центра кривой, град;

γ – угол между линией центра тяжести и передним бампером, отсчитываемый от центра кривой съезда, град.

Углы α' , α_0 , γ находим из следующих зависимостей:

$$\cos \alpha' = 1 - \frac{(f_1 - 0,5 \cdot b_{\text{кюз}})(2R_k - f_1 + 0,5 \cdot b_{\text{кюз}})}{2(R - 0,5 \cdot b_{\text{кюз}})(R_k + R - f_1)}, \quad (5.32)$$

$$\cos \alpha_0 = 1 + \frac{R' - f_1}{R_k} - \frac{R'}{R_k} \cos \alpha', \quad (5.33)$$

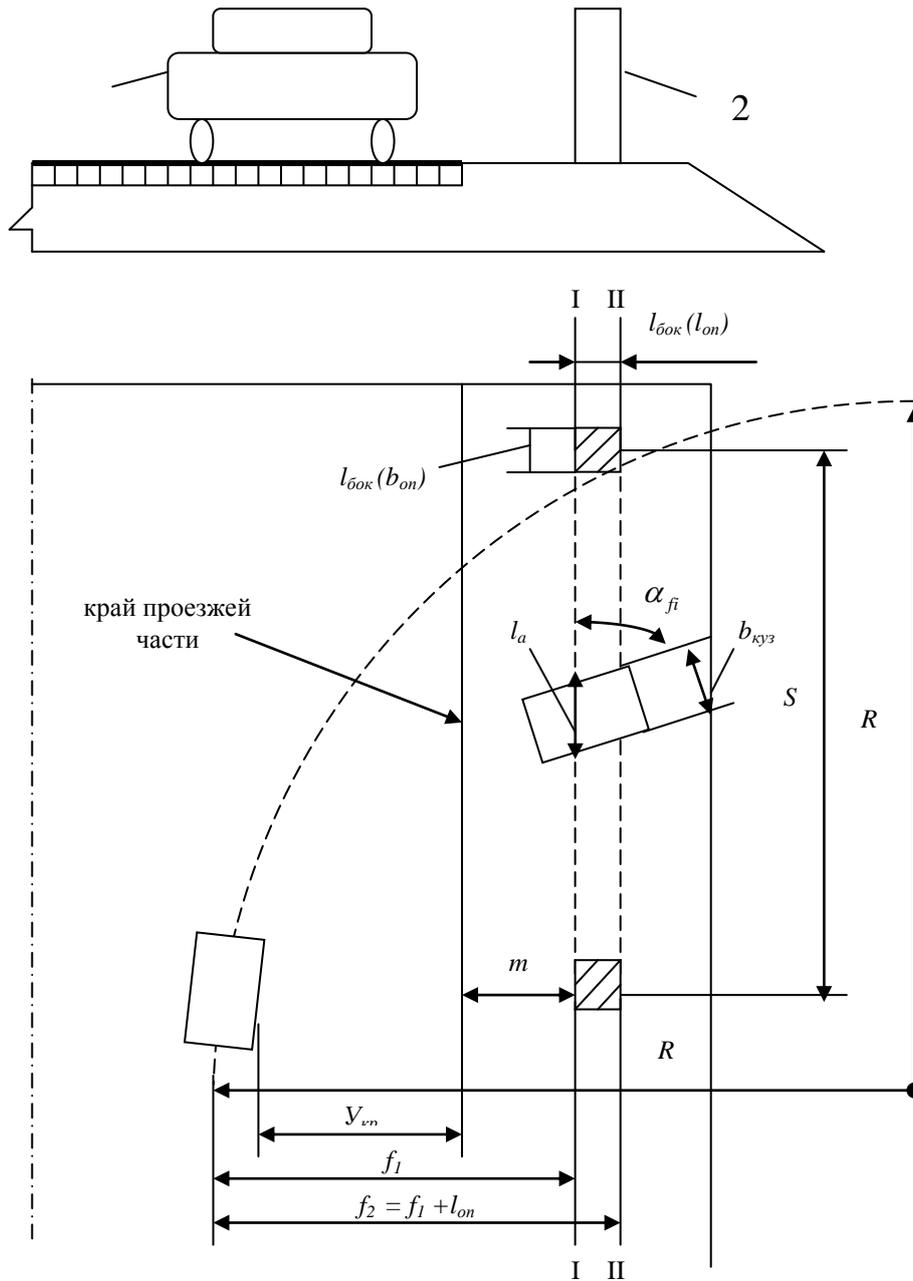


Рис. 5.4. Расчетная схема для определения угла съезда ТС с дороги и вероятности наезда на препятствие:

α_{fi} – угол съезда автомобиля с дороги, град; f_1 – расстояние от центра тяжести автомобиля (ц.т.) до линии съезда с откоса насыпи, м; $b_{куз}$ – ширина кузова автомобиля, м; R – радиус поворота автомобиля, м, по линии действия центра тяжести; Y_{np} – величина правого зазора безопасности, м; m – расстояние от края проезжей части до препятствия, м; S – расстояние между центрами опор; l_a – проекция ширины кузова автомобиля на линию I – I по траектории движения, м; $l_{оок}$ – проекция боковой стороны опоры ($l_{он}$) на линию I – I по траектории движения автомобиля

$$\sin \gamma = \frac{l_{ц.т.}}{R'}, \quad (5.34)$$

где f_1 – расстояние от центра тяжести автомобиля до линии съезда с откоса насыпи, м (см. рис. 5.4);

$b_{\text{куз}}$ – ширина кузова автомобиля, м;
 R_k – радиус кривой в плане, м;
 R – радиус поворота автомобиля, м, по линии действия центра тяжести (см. рис. 5.4);
 R' – радиус поворота автомобиля, м, по линии капота ТС;
 f_1' – расстояние от линии капота до линии съезда с откоса насыпи, м;
 $l_{\text{цм}}$ – расстояние от переднего бампера до центра тяжести автомобиля, м (для легковых автомобилей: 1,70 – 2,71 в зависимости от класса автомобиля, для грузовых < 1т: 1,98 – 2,73; 1 – 6 т: 3,05 – 4,43; > 6 т: 3,17 – 4,48, для автобусов: 3,11 – 4,84).

$$f_1 = \frac{c}{2} + Y_{np} + m, \quad (5.35)$$

где c – колея автомобиля, м;

Y_{np} – величина правого зазора безопасности, м (см. рис. 5.4);
 m – расстояние от края проезжей части до препятствия, м (см. рис. 5.4);

$$Y_{np} = A_1 + A_2 \cdot V + A_3 \cdot V^2, \quad (5.36)$$

где V – скорость свободного движения ТС, км/ч;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты регрессии (Приложение 5, табл. 1, 2).

$$R = q \cdot V^2, \quad (5.37)$$

где q – коэффициент, учитывающий поперечную устойчивость автомобиля при диапазоне скоростей 50 ÷ 100 км/ч.

$$q = 0,0084 + 0,00003 \cdot V + 0,0001 \cdot (0,1 \cdot V - 4)^{1,9}. \quad (5.38)$$

При более низкой скорости движения значение коэффициента, учитывающего поперечную устойчивость автомобиля (q), принимается равным 0,01.

$$R' = R - 0,5 \cdot b_{\text{куз}}, \quad (5.39)$$

$$f_1' = f_1 - 0,5 \cdot b_{\text{куз}}. \quad (5.40)$$

7. Определение числа отчетных съездов с дороги с определением степени опасности участков [10].

Число отчетных съездов с дороги (n) определяется по формуле

$$n_D = 0,365 \cdot n_{\sigma} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_{\phi} \cdot N_c, \quad (5.41)$$

где n_{σ} – число ДТП для базового участка дороги, ДТП/1 млн. авт.-км;

K_1 – коэффициент, учитывающий ширину проезжей части и обочин (Приложение 5, табл. 3);

K_2 – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока и характеристики проезжей части;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий высоту насыпи и крутизну откоса (Приложение 5, табл. 4);

N_c – суммарная интенсивность движения, тыс. авт./сут.

$$n_{\phi} = q_{\phi} \cdot (1,16 - 0,04 \cdot N_c), \quad (5.42)$$

где q_{ϕ} – число ДТП для базовой интенсивности движения, ДТП/1 млн. авт.-км (Приложение 5, табл. 5).

$$K_2 = K^m \cdot n^m + K^l \cdot n^l + K^{l2} \cdot n^{l2} + K^{c2} \cdot n^{c2} + K^{m2} \cdot n^{m2} + K^a \cdot n^a, \quad (5.43)$$

где K^i – коэффициенты, учитывающие вероятность вовлечения в ДТП соответствующей группы ТС (Приложение 5, табл. 6);

n^i – доля каждой группы транспортных средств в составе транспортного потока.

По полученным значениям отчетных съездов с дороги (n_D) характеризуется выбранный участок по степени опасности для движения:

n_D , характеристика участка	< 0,4 неопасный	0,41 – 0,8 малоопасный	0,81 – 1,2 опасный	> 1,2 очень опасный
--------------------------------------	--------------------	---------------------------	-----------------------	---------------------------

8. Определение вероятности наезда на препятствие ТС в результате съезда с проезжей части.

Вероятность наезда на препятствие (P_n^f) определяется по формуле

$$P_n^f = e^{-0,0145m}, \quad (5.44)$$

где e – основание натурального логарифма, $e \approx 2,718$;

m – расстояние от края проезжей части до ограждения (препятствия) (см. рис. 5.4).

9. Определение числа наездов на препятствие.

Число наездов на препятствия (n_n), отдельно для каждого вида ТС с последующим суммированием, определяется по формуле [10]

$$\sum n_n = n_D P_H P_n^f, \quad (5.45)$$

где P_n – вероятность съезда автомобиля с проезжей части, принимается для выбранной траектории съезда с учетом дорожных условий (Приложение 5, табл. 7, 8).

По полученным значениям $\sum n_n$ характеризуется выбранный участок по степени опасности для движения (5.41).

10. Определение минимально допустимого расстояния между препятствиями.

Расстояние между центрами опор (направляющие столбики, опоры освещения и т.д.), имеющих некруглую форму поперечного сечения, определяется по формуле [10]

$$S = \frac{l_a + b_{on} + l_{бок}}{P_n^f}, \quad (5.46)$$

где l_a – проекция ширины кузова автомобиля на линию I – I по траектории движения, м (см. рис. 5.4);

b_{on} – ширина опор, м, имеющих некруглую форму поперечного сечения (см. рис. 5.4);

$l_{бок}$ – проекция боковой стороны опоры (l_{on}) на линию I – I по траектории движения автомобиля (см. рис. 5.4).

$$l_a = \frac{b_{куз}}{\sin \alpha_{fi}}, \quad (5.47)$$

где $b_{куз}$ – ширина кузова автомобиля, м (см. рис. 5.4);

α_{fi} – угол съезда автомобиля с дороги (см. рис. 5.4), м.

$$l_{бок} = \sqrt{2R \cdot (f_1 + l_{on}) - (f_1 + l_{on})^2} - \sqrt{2R \cdot f_1 - f_1^2}, \quad (5.48)$$

где f_1 – расстояние от центра тяжести автомобиля (ц.т.) до линии съезда с откоса насыпи, м (см. рис. 5.4);

R – радиус поворота автомобиля, м, по линии действия центра тяжести (см. рис. 5.4);

l_{on} – проекция боковой стороны опоры, м (см. рис. 5.4).

Если поперечное сечение препятствий имеет форму круга, расстояние между центрами опор (направляющие столбики, опоры освещения и т.д.) определяется по формуле

$$S = \frac{d_{on} + l_a}{P_n^f}, \quad (5.49)$$

где d_{on} – проекция ширины опоры ($l_{бок}$) на линию I – I, м.

$$d_{on} = \sqrt{2(R + 0,5d) \cdot (f_1 + d) - (f_1 + d)^2} - \sqrt{2(R - 0,5d) \cdot f_1 - f_1^2}. \quad (5.50)$$

В зависимости от S , b_{on} , $l_{бок}$, d_{on} и f_1 принимается число препятствий, с которыми может столкнуться автомобиль ($b = l_a$), исходя из следующих условий:

– удар только в одно препятствие возможен при выполнении неравенства: $0 \leq b \leq S - b_{on} - l_{бок}(d_{on})$;

– удар не более чем в 2 препятствия при выполнении неравенства:

$$S - b_{on} - l_{\text{бок}}(d_{on}) < b \leq 2 \cdot S - b_{on} - l_{\text{бок}}(d_{on});$$

– удар не более чем в n препятствий при выполнении неравенства:

$$(n - 1) \cdot S - b_{on} - l_{\text{бок}}(d_{on}) < b \leq n \cdot S - b_{on} - l_{\text{бок}}(d_{on}).$$

Пример определения съездов автомобилей с дороги и наездов на препятствие

Задание

1. Определить угол съезда транспортных средств (ТС) с проезжей части.

2. Определить число отчетных съездов с дороги и сделать вывод о степени опасности участков.

3. Определить вероятность наезда на препятствие ТС в результате съезда с проезжей части и сделать вывод о степени опасности участков.

4. Определить число наездов на препятствие и сделать вывод о степени опасности участков.

5. Определить минимально допустимое расстояние между препятствиями (сигнальные столбики, опоры дорожных знаков и т.д.) и сделать вывод о возможном числе ударов о препятствие.

Решение

Исходные данные принять согласно анализу продольного профиля и плану трассы. В качестве исходных данных используются: радиусы кривых в плане, геометрические параметры автомобильной дороги (ширина проезжей части, ширина обочин, заложение откоса, средняя высота насыпи), транспортно-эксплуатационные характеристики (категория дороги, интенсивность движения, состав транспортного потока, расчетная скорость, допустимая скорость в сложных условиях, количество полос движения), параметры расчетного автомобиля (ширина кузова, колея, расстояние от переднего бампера до центра тяжести автомобиля).

Дополнительные исходные данные надо принять по Приложению 1. При отсутствии данных о составе транспортного потока можно принять следующее распределение ТС: 20 – 30% легковые автомобили; 2 – 5% мотоциклы и другие 2–колесные ТС; 15 – 25% грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т; 20 – 30% грузовые автомобили грузоподъемностью 1 – 6 т; 10 – 20% грузовые автомобили грузоподъемностью > 6 т; 5 – 10% автобусы.

Анализируя продольный профиль автомобильной дороги, отмечаем характерные участки, на которых возможна серьезная опасность возникновения ДТП средней и тяжелой тяжести (участки совмещения вертикальных кривых и кривых в плане, затяжные спуски с кривыми в плане, участки с необеспеченной видимостью, участки с кривыми малого радиуса, участки с резкими переломами продольного профиля, участки с высокой насыпью, участки в зоне действия искусственных сооружений, тоннелей, путепроводов и т.д.).

В реальных условиях данные участки назначают при выполнении комплексной оценки обеспеченности расчетной скорости, оценки шероховатости, коэффициентов сцепления, безопасности и аварийности по следующим методикам.

1. Угол съезда транспортных средств с проезжей части определяется по формулам (5.30) и (5.31), для этого необходимо определить углы α' , α_0 , γ из зависимостей (5.32), (5.33), (5.34).

Для автомобиля ГАЗ 3102 "Волга" правый зазор безопасности определяем по зависимости (5.36):

$$Y_{np} = 0,99 + 0,537 \cdot 10^{-2} \cdot 80 + 0,232 \cdot 10^{-4} \cdot 80^2 = 1,57 \text{ м.}$$

Расстояние от центра тяжести автомобиля до линии съезда с откоса насыпи (f_1) – по формуле (5.35):

$$f_1 = \frac{1,484}{2} + 1,57 + 1,5 = 3,812 \text{ м.}$$

Коэффициент, учитывающий поперечную устойчивость автомобиля при диапазоне скоростей $50 \div 100$ км/ч (q) определяется по формуле (5.38):

$$q = 0,0084 + 0,00003 \cdot 80 + 0,0001 \cdot (0,1 \cdot 80 - 4)^{1,9} = 0,0109 .$$

Радиус поворота автомобиля по линии действия центра тяжести определяется по формуле (5.37):

$$R = 0,0109 \cdot 80^2 = 69,76 \text{ м.}$$

Радиус поворота автомобиля по линии капота ТС (R') и расстояние от линии капота до линии съезда с откоса насыпи (f_1'), определяется по зависимостям (5.39) и (5.40):

$$R' = 69,76 - 0,5 \cdot 1,846 = 68,84 \text{ м.}$$

Углы α' , α_0 , γ находим из зависимостей (5.32)–(5.34):

$$\cos \alpha' = 1 - \frac{(3,812 - 0,5 \cdot 1,846) \cdot (2 \cdot 2100 - 3,812 + 0,5 \cdot 1,846)}{2 \cdot (68,84 - 0,5 \cdot 1,846) \cdot (2100 + 68,84 - 3,812)} = 0,9857345,$$

$$\alpha' = 9^\circ 41' 22'',$$

$$\cos \alpha_0 = 1 + \frac{68,84 - 3,812}{2100} - \frac{68,84}{2100} \cdot 0,9857345 = 0,9986524,$$

$$\alpha_0 = 2^\circ 58' 30'',$$

$$\sin \gamma = \frac{2,30}{68,84} = 0,033411,$$

$$\gamma = 1^\circ 54' 53''.$$

Угол съезда транспортных средств с проезжей части:

– при направлении съезда с дороги во внешнюю сторону закругления

$$\alpha'_{fi} = 9^\circ 41' 22'' + 2^\circ 58' 30'' - 1^\circ 54' 53'' = 10^\circ 44' 59'',$$

– при направлении съезда с дороги в направлении внутренней стороны закругления

$$\alpha''_{fi} = 9^\circ 41' 22'' - 2^\circ 58' 30'' - 1^\circ 54' 53'' = 4^\circ 47' 59,7''.$$

2. Для определения числа отчетных съездов с дороги (определения степени опасности участков) необходимо найти число ДТП для базового участка дороги, ДТП/1 млн. авт.- км (n_0) по формуле (5.42) и коэффициент, учитывающий состав транспортного потока и характеристики проезжей части (K_2), по формуле (5.43):

$$n_0 = 0,42 \cdot (1,16 - 0,04 \cdot 1,00) = 0,47 \text{ ДТП/1 млн. авт.-км.}$$

$$K_2 = 2,9 \cdot 0,05 + 2,4 \cdot 0,3 + 1,4 \cdot 0,15 + 1,15 \cdot 0,2 + 0,55 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,1 = 1,485,$$

$$n_D = 0,365 \cdot 0,47 \cdot 1,52 \cdot 1,485 \cdot 2,23 \cdot 1,0 = 0,86.$$

Так как число отчетных съездов $n_D = 0,86$ входит в участок по степени опасности 0,81 – 1,2, следовательно, выбранный участок опасен с точки зрения числа отчетных съездов, и на данном участке необходимо предусмотреть соответствующие технические средства организации дорожного движения.

3. Вероятность наезда на препятствие (P_n^f) определяется по формуле (5.44):

$$P_n^f = 2,718^{-0,01451,5} = 0,979.$$

Вероятность наезда на препятствие в результате съезда с проезжей части равна 97,9 %.

4. Число наездов на препятствия (n_n) отдельно для каждого вида ТС с последующим суммированием определяется по формуле (5.45).

Спуск

МОТОЦИКЛЫ

$$n_{n1}^M = 0,41 \cdot 0,36 \cdot 0,978 = 0,144$$

$$n_{n2}^M = 0,41 \cdot 0,23 \cdot 0,978 = 0,092$$

$$n_{n3}^M = 0,41 \cdot 0,11 \cdot 0,978 = 0,044$$

$$n_{n4}^M = 0,41 \cdot 0,3 \cdot 0,978 = 0,12$$

грузовые авт. (до 1 т)

$$n_{n1}^{ep} = 0,41 \cdot 0,61 \cdot 0,978 = 0,245$$

$$n_{n2}^{ep} = 0,41 \cdot 0,12 \cdot 0,978 = 0,048$$

$$n_{n3}^{ep} = 0,41 \cdot 0,08 \cdot 0,978 = 0,032$$

$$n_{n4}^{ep} = 0,41 \cdot 0,19 \cdot 0,978 = 0,076$$

грузовые авт. (6 – 8 т)

$$n_{n1}^{ep} = 0,41 \cdot 0,9 \cdot 0,978 = 0,36$$

$$n_{n3}^{ep} = 0,41 \cdot 0,1 \cdot 0,978 = 0,04$$

легковые автомобили

$$n_{n1}^{la} = 0,41 \cdot 0,61 \cdot 0,978 = 0,244$$

$$n_{n2}^{la} = 0,41 \cdot 0,18 \cdot 0,978 = 0,072$$

$$n_{n3}^{la} = 0,41 \cdot 0,11 \cdot 0,978 = 0,044$$

$$n_{n4}^{la} = 0,41 \cdot 0,19 \cdot 0,978 = 0,076$$

грузовые авт. (1 – 6 т)

$$n_{n1}^{ep} = 0,41 \cdot 0,55 \cdot 0,978 = 0,22$$

$$n_{n2}^{ep} = 0,41 \cdot 0,22 \cdot 0,978 = 0,088$$

$$n_{n3}^{ep} = 0,41 \cdot 0,05 \cdot 0,978 = 0,02$$

$$n_{n4}^{ep} = 0,41 \cdot 0,18 \cdot 0,978 = 0,072$$

автобусы

$$n_{n1}^a = 0,41 \cdot 0,6 \cdot 0,978 = 0,24$$

$$n_{n2}^a = 0,41 \cdot 0,1 \cdot 0,978 = 0,004$$

$$n_{n3}^a = 0,41 \cdot 0,08 \cdot 0,978 = 0,032$$

$$n_{n4}^a = 0,41 \cdot 0,22 \cdot 0,978 = 0,088$$

$\sum P_{H1} = 0,144 + 0,245 + 0,244 + 0,22 + 0,36 + 0,24 = 1,452$ – очень опасный участок.

$\sum P_{H2} = 0,092 + 0,072 + 0,048 + 0,088 + 0 + 0,04 = 0,34$ – неопасный участок.

$\sum P_{H3} = 0,044 + 0,044 + 0,032 + 0,02 + 0,04 + 0,032 = 0,212$ – неопасный участок.

$\sum P_{H4} = 0,12 + 0,076 + 0,076 + 0,072 + 0 + 0,088 = 0,432$ – малоопасный участок.

P_{H1} – выезд транспортных средств с правой полосы движения на правую сторону дороги; P_{H2} – то же на правую сторону дороги с левой полосы движения; P_{H3} – то же с правой полосы движения на левую сторону дороги; P_{H4} – то же на левую сторону дороги с левой полосы движения.

Подъем

МОТОЦИКЛЫ

$$n_{n1}^M = 0,41 \cdot 0,49 \cdot 0,978 = 0,196$$

$$n_{n2}^M = 0,41 \cdot 0,6 \cdot 0,978 = 0,24$$

$$n_{n3}^M = 0,41 \cdot 0,38 \cdot 0,978 = 0,152$$

$$n_{n4}^M = 0,41 \cdot 0,11 \cdot 0,978 = 0,044$$

грузовые авт. (до 1т)

$$n_{n1}^{zp} = 0,41 \cdot 0,59 \cdot 0,978 = 0,236$$

$$n_{n2}^{zp} = 0,41 \cdot 0,09 \cdot 0,978 = 0,036$$

$$n_{n3}^{zp} = 0,41 \cdot 0,22 \cdot 0,978 = 0,088$$

$$n_{n4}^{zp} = 0,41 \cdot 0,1 \cdot 0,978 = 0,04$$

грузовые авт. (6 – 8 т)

$$n_{n1}^{zp} = 0,41 \cdot 0,84 \cdot 0,978 = 0,337$$

$$n_{n3}^{zp} = 0,41 \cdot 0,16 \cdot 0,978 = 0,064$$

легковые автомобили

$$n_{n1}^{ла} = 0,41 \cdot 0,7 \cdot 0,978 = 0,281$$

$$n_{n2}^{ла} = 0,41 \cdot 0,04 \cdot 0,978 = 0,016$$

$$n_{n3}^{ла} = 0,41 \cdot 0,22 \cdot 0,978 = 0,088$$

$$n_{n4}^{ла} = 0,41 \cdot 0,04 \cdot 0,978 = 0,016$$

грузовые авт. (1 – 6 т)

$$n_{n1}^{zp} = 0,41 \cdot 0,66 \cdot 0,978 = 0,265$$

$$n_{n2}^{zp} = 0,41 \cdot 0,07 \cdot 0,978 = 0,028$$

$$n_{n3}^{zp} = 0,41 \cdot 0,16 \cdot 0,978 = 0,064$$

$$n_{n4}^{zp} = 0,41 \cdot 0,11 \cdot 0,978 = 0,044$$

автобусы

$$n_{n1}^a = 0,41 \cdot 0,6 \cdot 0,978 = 0,24$$

$$n_{n2}^a = 0,41 \cdot 0,08 \cdot 0,978 = 0,032$$

$$n_{n3}^a = 0,41 \cdot 0,21 \cdot 0,978 = 0,084$$

$$n_{n4}^a = 0,41 \cdot 0,11 \cdot 0,978 = 0,044$$

$\sum P_{H1} = 0,196 + 0,281 + 0,236 + 0,265 + 0,337 + 0,24 = 1,555$ – очень опасный участок.

$\sum P_{H2} = 0,008 + 0,016 + 0,036 + 0,028 + 0 + 0,032 = 0,12$ – неопасный участок.

$\sum P_{H3} = 0,152 + 0,088 + 0,088 + 0,064 + 0,064 + 0,084 = 0,54$ – малоопасный участок.

$\sum P_{H4} = 0,044 + 0,016 + 0,04 + 0,044 + 0 + 0,044 = 0,188$ – неопасный участок.

5. Определение минимально допустимого расстояния между препятствиями (сигнальные столбики, опоры дорожных знаков и т.д.).

Для определения расстояния между центрами опор (направляющие столбики, опоры освещения и т.д.), имеющих некруглую форму поперечного сечения, необходимо определить проекцию ширины кузова автомобиля на линию I – I по траектории движения (l_a), м (см. рис. 5.4) по формуле (5.47) и проекцию боковой стороны опоры (l_{on}) на линию I – I по траектории движения автомобиля ($l_{бок}$), м (см. рис. 5.4) по формуле (5.48).

Для автомобиля ГАЗ 3102 "Волга" при некруглой форме поперечного сечения препятствия имеем следующие значения:

$$l_a = \frac{1,846}{\sin 10^\circ 44' 59''} = 9,897 \text{ м},$$

$$l_{бок} = \sqrt{2 \cdot 69,76 \cdot (3,812 + 0,12) - (3,812 - 0,12)^2} - \sqrt{2 \cdot 69,76 \cdot 3,812 - 3,812^2} = 0,345 \text{ м},$$

$$S = \frac{9,897 + 0,12 + 0,345}{0,978} = 10,595 \text{ м}.$$

Так как $0 \leq 9,897 \leq 10,13$, то число препятствий, с которым может столкнуться автомобиль, равно одному ($10,13 = 10,595 - 0,12 - 0,345$).

Если поперечное сечение имеет форму круга, то

$$d_{он} = \sqrt{2 \cdot (69,76 + 0,5 \cdot 0,12) \cdot (3,812 + 0,12) - (3,812 + 0,12)^2} -$$

$$- \sqrt{2 \cdot (69,76 - 0,5 \cdot 0,12) \cdot 3,812 - 3,812^2} = 0,365 \text{ м},$$

$$S = \frac{0,365 + 9,897}{0,978} = 10,493 \text{ м}.$$

Так как $0 \leq 9,897 \leq 10,008$, то число препятствий, с которыми может столкнуться автомобиль, равно одному ($10,008 = 10,493 - 0,12 - 0,365$).

5.3. Определение дислокации дорожных знаков на автомобильной дороге при составлении схемы ее обустройства

Безопасность движения по автомобильной дороге не может быть обеспечена только принимаемыми проектными решениями и мерами текущего содержания. Изменения погодных условий, сезонные и суточные колебания интенсивности движения, а также проводимые на дороге ремонтные работы требуют вмешательства дорожных организаций в избираемые водителями режимы движения с помощью средств пассивной организации движения.

Участие дорожников в организации движения может быть эффективным в отношении:

- разделения транспортных потоков по скоростям и назначению, регулирования скоростей движения в соответствии с дорожными условиями при помощи установки дорожных знаков с постоянной или меняющейся информацией;

- обеспечения правильного использования автомобилями проезжей части;
- своевременной информации водителей и пассажиров о дорожных условиях, расположении населенных пунктов, маршрутов проезда транзитных автомобилей через крупные населенные пункты.

Организация движения позволяет во многих случаях повысить его безопасность и пропускную способность дорог без капитальной перестройки только путем приведения скоростей движения по ним автомобилей в соответствие с их транспортно-эксплуатационными качествами. Эффективность мероприятий по организации движения, как и все инженерные решения, может быть достигнута несколькими способами. Эффективность мероприятий пассивной организации движения во многом зависит от точности соблюдения их рекомендаций водителями, часто с ними не считающимися, поэтому методы регулирования дорожными средствами должны сочетаться с контролем органами ГИБДД соблюдения их водителями, особенно в части ограничения скоростей.

К обустройству дорог относятся технические средства организации дорожного движения (ограждения, знаки, разметка, направляющие устройства, сети освещения, светофоры, системы автоматизированного управления движением), озеленение, малые архитектурные формы [12].

Назначение дислокации дорожных знаков осуществляется на основе нормативных требований ГОСТ Р 52289 [27] и ГОСТ Р 52290 [28]. Знаки (Приложение 5, рис. 1) должны быть установлены с видимостью в светлое время суток не менее 150 м. В одном поперечном сечении дороги допускается устанавливать не более трех знаков без учета дублирующих и знаков дополнительной информации (табличек). Проектирование дислокации дорожных знаков начинают со знаков, обеспечивающих водителя общей информацией о маршруте движения, пройденном пути, направлении движения, расстояниях до узловых пунктов, названиях населенных пунктов, природных объектов, о размещении пунктов обслуживания (указательные знаки).

Знаки устанавливают в следующей последовательности:

- 5.1, 5.3, 5.2, 5.4 или 6.14.1, 6.14.2, 2.1 и 2.2. Для информирования других водителей, выезжающих с боковых съездов на эти дороги, знаки 5.1 и 5.3 устанавливают на этих съездах с табличкой 8.1.1;
- намечают места установки знаков первой группы (предупреждающие), третьей группы (запрещающие) и других групп;
- устанавливают знаки сервиса 7.1÷7.20;

– ориентировочно намечают содержание изображений предварительных указателей направлений (6.9.2, 6.10.1 и 6.10.2) и расстояний (6.12), учитывая необходимость информирования в первую очередь водителей, не знакомых с дорогой.

При определении дислокации дорожных знаков выделяют участки с характерными условиями движения и проверяют их транспортно-эксплуатационные характеристики согласно требованиям безопасности и удобства движения в различное время суток и в различных погодных условиях. Неблагоприятные места, о которых водителей информируют посредством предупреждающих знаков и знаков приоритета, разделяют дороги на две группы участков – вне населенных пунктов и в населенных пунктах. На каждом из участков выделяют зоны, обладающие потенциальной или реальной опасностью возникновения ДТП. К таким зонам относятся:

- железнодорожные переезды;
- пересечения с трамвайными линиями;
- пересечения дорог;
- места светофорного регулирования;
- разводные мосты;
- выезд на набережную;
- повороты с малыми радиусами кривизны;
- крутые подъемы и спуски;
- участки дорог со скользким или неровным покрытием;
- участки дорог с выбросом щебня или гравия из-под колес в направлении, обратном движению;
- сужение дороги;
- переход от одностороннего к двухстороннему движению;
- пешеходные переходы;
- участки дорог с близостью детских учреждений;
- пересечения с велосипедными дорожками;
- места проведения ремонтных работ;
- места перегона скота;
- возможные места появления диких животных;
- падения камней;
- возможные места внезапных сильных порывов ветра (особенно бокового ветра);
- места внезапного появления низколетящих самолетов;
- места с ограниченной видимостью в плане и профиле;
- скрытые за препятствиями тоннели;
- места выезда на главную дорогу;

– узкие места с преимущественным правом проезда в одном из направлений.

Информирование водителей в перечисленных зонах осуществляется установкой предупреждающих знаков 1.1÷1.31 или знаков приоритета 2.1÷2.7 на необходимом расстоянии от опасной зоны. Зоны и границы определяют по плану и продольному профилю дороги (при возможности, по графику коэффициентов аварийности, графику уровней загрузки, графику скоростей движения и коэффициентов безопасности, а также по статистическим данным о ДТП).

В неблагоприятных по условиям движения местах знаки проектируют с целью упорядочения направлений и скорости движения, повышения средней скорости движения транспортного потока, пропускной способности дороги и безопасности движения. На таких участках проектируют предписывающие знаки, а также знаки, информирующие водителя о направлении движения по полосам. Уточняют места расстановки других информационно-указательных знаков (рассмотренные знаки характерны для улично-дорожной сети городов, поэтому для загородных дорог разработка дислокации знаков имеет небольшое значение).

Особое значение имеют места, где необходимо направить движение по строго определенным направлениям. На данных участках устанавливаются знаки 4.1.1÷4.1.6. На многополосных дорогах устанавливают знаки 5.7 и 5.8. В условиях недостаточной метеорологической видимости или в темное время суток увеличивается вероятность наезда на препятствие. Для своевременного информирования водителей устанавливают знаки 4.2.1÷4.2.3. В местах с высоким уровнем загрузки условия движения можно улучшить путем введения знака ограничения скорости. Обязательным является выделение и обозначение полос для транспортных средств общего пользования, мест и зон для разворота, мест для стоянки и пешеходных переходов.

Детально рассматривают места, не удовлетворяющие требованиям безопасности движения, несущей способности искусственных сооружений, санитарным нормам и т.д. В этих местах проектируют запрещающие знаки. К участкам ограничения скорости относятся следующие зоны:

- оживленного пешеходного и велосипедного движения вдоль или поперек проезжей части, зоны возможного скопления людей;
- автобусные остановки, места кратковременной и длительной стоянки автомобилей;
- участки с частой сменой полос движения;

- зоны пересечения, слияния и разветвления транспортных потоков и изменения траектории движения (коэффициент безопасности менее 0,6);

- зоны с резким снижением скорости движения транспортных потоков из-за наличия в потоке медленно движущихся транспортных средств;

- места, в которых ширина проезжей части, число полос, габариты высоты или допустимые нагрузки меньше, чем на смежных участках;

- места с ограниченной видимостью в плане и профиле;

- места с густым туманом, гололедом, сильным боковым ветром, неровностью покрытия, опасностью появления камнепада, выходом животных на дорогу;

- места со светофорным регулированием, односторонним движением, с организацией приоритетного движения общественного пассажирского транспорта, реверсивным движением.

Данные конфликтные участки следует как можно быстрее перепроектировать, а на период до устранения выставить знаки, вводящие те или иные ограничения.

Минимальный предел ограничения скорости на дороге общего пользования – 40 км/час, кроме случаев, когда ограничение вводится на участках со скользким покрытием, имеющим коэффициент сцепления менее 0,2 (гололед, снежно-ледяной накат, наличие на проезжей части раскисших глинистых грунтов).

Корректировка дислокации знаков производится в целях изыскания возможности уменьшения числа дорожных знаков без ущерба для безопасности движения.

Уточняется необходимость введения ступенчатого ограничения скоростей движения и окончательно уточняются размеры дорожных знаков и их конструкция. Проводится устранение знаков, противоречащих друг другу, а также решаются вопросы о необходимости установки предварительных повторных и дублирующих знаков.

Расстояние от края проезжей части до ближайшего знака (при наличии обочины – от бровки земляного полотна), установленного сбоку от проезжей части, должно быть от 0,5 до 2,0 м, до края знаков особых предписаний 5.23.1, 5.24.1, 5.25, 5.26 и информационных знаков 6.9.1, 6.9.2, 6.10. ÷ 16.12, 6.17 от 0,5 до 5,0 м.

Расстояние от нижнего края знака (без учета знаков 1.4.1 – 1.4.6 и табличек) до поверхности дорожного покрытия (высота установки), кроме случаев, оговоренных ГОСТ Р 52289 [27], должно быть:

– от 1,5 до 3,0 м – при установке сбоку от проезжей части вне населенных пунктов, от 2,0 до 4,0 м – в населенных пунктах;

– от 0,6 до 1,5 м – при установке на приподнятых направляющих островках, приподнятых островках безопасности и на проезжей части (на переносных опорах);

– от 5,0 до 6,0 м – при размещении над проезжей частью.

Знаки, размещенные на пролетных строениях искусственных сооружений, расположенных на высоте менее 5,0 м от поверхности дорожного покрытия, не должны выступать за их нижний край.

Высоту установки знаков, расположенных сбоку от проезжей части, определяют от поверхности дорожного покрытия на краю проезжей части.

Очередность размещения знаков разных групп на одной опоре (сверху вниз, слева направо), кроме случаев, специально оговоренных ГОСТ Р 52289 [27], должна быть следующей:

- знаки приоритета;
- предупреждающие знаки;
- предписывающие знаки;
- знаки особых предписаний;
- запрещающие знаки;
- информационные знаки;
- знаки сервиса.

На протяжении одной дороги высота установки знаков должна быть по возможности одинаковой.

Знаки устанавливаются непосредственно перед перекрестком, местом разворота, объектом сервиса и т.д., а при необходимости – на расстоянии не более 25 м в населенных пунктах и 50 м – вне населенных пунктов перед ними, кроме случаев, оговоренных ГОСТ Р 52289 [27].

Знаки, вводящие ограничения и режимы, устанавливаются в начале участков, где это необходимо, а отменяющие ограничения и режимы – в конце, кроме случаев, оговоренных ГОСТ Р 52289 [27].

Установка знаков на обочинах допустима в стесненных условиях (у обрывов, выступов скал, парапетов и т.п.). Расстояние между кромкой проезжей части и ближайшим к ней краем знака должно быть не менее 1 м, а высота установки от 2 до 3 м.

Знаки, устанавливаемые на разделительной полосе, приподнятых островках безопасности и направляющих островках или обочине в случае отсутствия дорожных ограждений, размещают на ударобезопасных опорах. Верхний обрез фундамента опоры знака выполняют заподлицо с поверхностью разделительной полосы, приподнятого

островка безопасности и направляющего островка, обочины или присыпной бермы.

В местах проведения работ на дороге и при временных оперативных изменениях организации движения знаки на переносных опорах допускается устанавливать на проезжей части, обочинах и разделительной полосе.

Расстояние между ближайшими краями соседних знаков, размещенных на одной опоре и распространяющих свое действие на одну и ту же проезжую часть, должно быть 50 – 200 мм. Знаки на одной опоре, распространяющие свое действие на разные проезжие части одного направления движения, располагают над соответствующими проезжими частями или максимально приближают к ним с учетом технических возможностей и требований ГОСТ Р 52289 [27].

Знаки, кроме установленных на перекрестках и на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств, располагают вне населенных пунктов на расстоянии не менее 50 м, в населенных пунктах – не менее 25 м друг от друга.

От проводов электросети высокого напряжения знаки устанавливают на расстоянии не менее 1 м. В пределах охранной зоны высоковольтных линий размещение знаков на тросах-растяжках запрещается.

Типоразмеры знаков (ГОСТ Р 52290 [28]) принимают по таблице 5.4, кроме случаев, оговоренных ГОСТ Р 52289 [27]. При необходимости допускается применять знаки большего типоразмера.

Таблица 5.4

Типоразмеры знаков

Типоразмер знака по ГОСТ Р 52290	Применение знаков	
	в населенных пунктах	вне населенных пунктов
I	Дороги с одной полосой	Дороги и улицы местного значения, проезды, улицы и дороги в сельских поселениях
II	Дороги с двумя и тремя полосами	Магистральные дороги, кроме скоростных, магистральные улицы
III	Дороги с четырьмя и более полосами и автомагистрали	Магистральные дороги скоростного движения
IV	Места производства ремонтных работ на автомагистралях, опасные участки на других дорогах при обосновании целесообразности применения	
Примечание. Классификация дорог вне населенных пунктов – по СНиП 2.05.02 [12]. Классификация улиц и дорог в населенных пунктах – по СНиП 2.07.01 [29].		

5.4. Нанесение дорожной разметки, установка ограждений и направляющих устройств при составлении схемы обустройства автомобильной дороги

Дорожная разметка, установка ограждений и направляющих устройств при составлении схемы обустройства автомобильной дороги выполняются в соответствии с нормативными требованиями ГОСТ Р 51256 [30] и ГОСТ Р 52289 [27].

Разметка автомобильных дорог является эффективным средством улучшения организации и повышения безопасности движения транспорта и пешеходов. Она помогает водителю выбирать правильное положение автомобиля на проезжей части дороги, особенно в случаях сложных пересечений и примыкания, скорость движения, а также служит для обозначения на дороге опасных участков. При этом очень важно обеспечить строгое соответствие разметки и устанавливаемых на дороге знаков, светофоров и других средств организации движения. Для улучшения видимости разметки в темное время суток она дополняется светоотражающими элементами.

Разметка делится на две группы: горизонтальную и вертикальную (Приложение 5, рис. 2, 3). Каждому виду разметки присвоен номер, состоящий из цифр. Первое число – номер группы, к которой принадлежит разметка (1 – горизонтальная, 2 – вертикальная), второе – порядковый номер разметки в группе, третье – разновидность разметки. Числа в номере разделены точками.

В горизонтальную разметку входят продольная, поперечная и другие виды разметки (островки, надписи, обозначающие названия населенных пунктов, маршрутов следования, светоотражающие элементы и т. п.), наносимые на поверхность проезжей части дорог. В вертикальную разметку входят линии, наносимые на элементы дорожных сооружений, обстановки дорог и бордюры, а также светоотражающие элементы.

При разметке дорог ширину полосы движения принимают с учетом категорий дорог согласно требованиям действующих строительных норм и правил. На дорогах, элементы поперечного профиля которых не соответствуют требованиям действующих строительных норм и правил, ширина размечаемой полосы движения должна быть не менее 3,00 м. Допускается уменьшать ширину полосы, предназна-

ченной для движения легковых автомобилей, до 2,75 м при условии введения необходимых ограничений режима движения.

Ширину полосы движения определяют по расстоянию между осями линий разметки, обозначающих ее границы.

На двухполосных дорогах расстояние от края проезжей части до краевой линии 1.1 должно быть не более 0,2 м.

Целесообразность нанесения линии 1.5 или 1.1 для разделения транспортных потоков противоположных направлений определяется исходя из режима движения транспорта, который, в свою очередь, зависит от интенсивности и состава транспортного потока, а также ширины проезжей части.

Выбор того или иного вида разметки проводится по табл. 5.5.

Таблица 5.5

Нормативные данные для выбора типа дорожной разметки

Количество легковых автомобилей в транспортном потоке, %	Интенсивность движения в двух направлениях, при которой необходимо нанесение осевой разметки	
	с помощью разметки 1.5	с помощью разметки 1.1
0 – 20	100 – 1100	1100 – 1800
20 – 50	50 – 900	900 – 1700
>50	0 – 700	700 – 1500

Примечание. Если интенсивность движения превышает величины, указанные в таблице, необходимо увеличить число полос движения.

Дополнительно разметку 1.1 применяют для разделения потоков транспортных средств, движущихся в противоположных направлениях (осевая линия) на дорогах, имеющих две или три полосы для движения в обоих направлениях в следующих случаях:

- на участках дорог, где зоны с видимостью встречного автомобиля менее допустимой (таблица 10, СНиП 2.05.02 – 85) перекрывают друг друга;

- на всем протяжении кривых в плане, радиус которых не превышает 50 м, а также на примыкающих к ним участках с переменным радиусом. На дорогах, имеющих две полосы, разметку наносят так, чтобы было выдержано отношение ширины внутренней полосы к внешней в соответствии с табл. 5.6. На дорогах, имеющих три полосы, данное отношение принимают для крайних полос, а средняя полоса в этом случае может использоваться как разделительная или для движения в направлении, для которого предназначена внешняя полоса;

- перед перекрестками при интенсивности движения по пересекающей дороге не менее 50 авт./сут. Разметку наносят на протяжении не

менее чем за 20 м (40 м – при скорости более 60 км/ч) от края пересекающей проезжей части;

- перед железнодорожными переездами – на протяжении 100 м от ближнего рельса;

- на участках дорог, где не обеспечено расстояние видимости встречного автомобиля (таблица 10, СНиП 2.05.02 – 85);

- на участках дорог с полосой для маршрутных транспортных средств, движущихся навстречу общему потоку транспортных средств.

Таблица 5.6

Отношение ширины полос на кривых в плане

Показатели	Значения				
	2	3	4	5	6
1. Радиус по внутренней кромке проезжей части, м	10 – 15	15 – 20	20 – 30	30 – 50	Св. 50
2. Отношение ширины внутренней полосы проезжей части к ширине внешней полосы	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

Основные виды разметки на различных участках дорог (при различном числе полос движения) приведены на рисунках в [27], [30].

Разметка должна быть дополнена необходимыми дорожными знаками. В процессе эксплуатации разметка должна отвечать требованиям ГОСТ Р 50597-93 [18].

Дорожные ограждения по условиям применения разделяются на две группы:

- к ограждениям первой группы относятся барьерные конструкции (высотой не менее 0,75 м) и парапеты (высотой не менее 0,6 м), предназначенные для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках дороги, с мостов, путепроводов, а также столкновений со встречными транспортными средствами и наездов на массивные препятствия и сооружения;

- к ограждениям второй группы относятся сетки, конструкции перильного типа и т. п. (высотой 0,8 – 1,5 м), предназначенные для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть.

Ограждения первой группы должны устанавливаться в местах:

- на обочинах участков автомобильных дорог I – IV категорий, проходящих по насыпям с крутизной откоса 1:3 и более, в соответствии с требованиями, приведенными в табл. 5.7;

Таблица 5.7

Требования к установке ограждений первой группы

Участки автомобильных дорог	Продольный уклон дороги, ‰	Минимальная высота насыпи, м, при перспективной* интенсивности движения, авт./сут., не менее	
		100**	2000
1. Прямолинейные и с кривыми в плане радиусом более 600 м.	***	***	***
2. С внутренней стороны кривой в плане радиусом менее 600 м на спуске и после него на участке длиной 100 м	до 40	4,0	3,0
3. Прямолинейные и с кривыми в плане радиусом более 600 м.	***	***	***
4. С внутренней стороны кривой в плане радиусом менее 600 м на спуске и после него на участке длиной 100 м	40 и более	3,5	2,5
5. С внешней стороны кривой в плане радиусом менее 600 м на спуске и после него на участке длиной 100 м	до 40	***	***
6. На вогнутой кривой в продольном профиле, сопрягающей участки с абсолютным значением алгебраической разности встречных уклонов не менее 50‰	***	***	***
7. С внешней стороны кривой в плане радиусом менее 600 м на спуске и после него на участке 100 м	40 и более	3,0	2,0

Примечание: * На пятилетний период. ** При организации на дороге регулярного автобусного движения ограждения устанавливаются аналогично условиям, соответствующим интенсивности движения 2000 авт./сут. и более. *** При любых значениях.

– расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам и водным потокам глубиной 2 м и более, оврагам и горным ущельям, на расстоянии до 25 м от кромки проезжей части при перспективной интенсивности движения не менее 4000 авт./сут. и до 15 м при перспективной интенсивности менее 4000 авт./сут.;

– пролегающих на склонах местности крутизной более 1:3 (со стороны склона) при перспективной интенсивности движения не менее 4000 авт./сут.;

– со сложными пересечениями и примыканиями в разных уровнях;

– с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане.

Следует предусматривать ограждение опор путепроводов, консольных и рамных опор информационно-указательных дорожных знаков, опор освещения и связи, расположенных на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части.

На обочинах дорог ограждения первой группы должны быть расположены на расстоянии не менее 0,5 м и не более 0,85 м от бровки земляного полотна в зависимости от жесткости конструкции дорожных ограждений. Рекомендуется устанавливать следующие ограждения:

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 1 м – с внешней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 2 м – на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 3 м – на дорогах I и II категорий, кроме кривых в плане радиусом менее 600 м;

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 4 м – с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий;

- барьерные односторонние металлические жесткие – на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м, и на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600 м дорог III категории;

- барьерные односторонние с металлической планкой на железобетонных стойках – с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий и на дорогах III категории;

- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 1,25 м – с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог IV категории;

- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 2,5 м – на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600 м дорог III категории и на дорогах IV категории;

- барьерные односторонние тросовые – с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог III категории и на дорогах IV категории;

- парапетного типа – в горной местности на участках дорог I – IV категорий, а при технико-экономическом обосновании – и на участках дорог V категории.

При сопряжении дорожных барьерных металлических энергопоглощающих ограждений с мостовыми ограждениями следует предусматривать постепенное доведение шага стоек дорожных ограждений до 1 м. При этом протяженность участков с одинаковым шагом стоек должна быть равна 8 м.

Прогиб ограждения на мостовом сооружении с тротуарами или служебными проходами принимают по табл. 5.8.

Таблица 5.8

Прогиб ограждения на мостовом сооружении

Место расположения мостового сооружения	Служебный проход	Ширина тротуара, м		
		1,00	1,50	2,25 и более
Прогиб ограждения, м				
1. Автомобильная дорога	0,75	0,75	1,25	1,50
2. Городская дорога или улица		–	1,00	1,25

Сопряжение двух односторонних металлических ограждений барьерного типа, расположенных параллельно на разделительной полосе дороги или на обочине в местах пересечений и примыканий, следует выполнять радиусом не менее 1 м. При необходимости отклонения линии ограждения в плане его следует выполнять с отгоном не менее 10:1.

Ограждения второй группы должны устанавливаться:

– на разделительной полосе дорог I категории напротив автобусных остановок с пешеходными переходами (в том числе подземными и надземными) в пределах всей длины остановки и на протяжении не менее 20 м в каждую сторону за пределы ее границ;

– по оси разделительной полосы, а при наличии опор путепроводов, освещения, консольных и рамных опор информационно-указательных дорожных знаков – вдоль оси разделительной полосы на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части для сеток и не менее 0,5 м для ограждений перильного типа.

Автомобильные дороги I категории, а также опасные участки дорог II – V категорий, когда не требуется искусственное освещение и установка ограждений первой группы, должны быть оборудованы направляющими устройствами в виде отдельно стоящих сигнальных столбиков высотой 0,75 – 0,8 м.

Сигнальные столбики на обочинах дорог II – V категорий следует устанавливать:

– в пределах кривых в продольном профиле и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 1000 авт./сут. на расстояниях, указанных в табл. 5.9;

Таблица 5.9

Расстояние между сигнальными столбиками в зависимости от радиуса кривой в профиле

Радиус кривой в продольном профиле, м	Расстояние между столбиками, м			
	в пределах кривой	на подходах к кривой		
		от начала до первого	от первого до второго	от второго до третьего
200	7	12	23	47
300	9	15	30	50
400	11	17	33	50
500	12	19	37	50
1000	17	27	50	50
2000	25	40	50	50
3000	31	47	50	50
4000	35	50	50	50
5000	40	50	50	50
6000	45	50	50	50
8000	50	50	50	50

– в пределах кривых в плане и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 1 м на расстояниях, указанных в табл. 5.10;

– на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 авт./сут. через 50 м;

– в пределах кривых на пересечениях и примыканиях дорог в одном уровне на расстояниях, указанных в табл. 5.10 для внешней стороны кривой;

– на дорогах, расположенных на расстоянии менее 15 м от болот и водотоков глубиной от 1 до 2 м, через 10 м;

– у мостов и путепроводов по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги через 10 м;

– у водопропускных труб – по три столбика с каждой стороны дороги через каждые 10 м до и после трубы.

Таблица 5.10

Расстояние между сигнальными столбиками в зависимости от радиуса кривой в плане

Радиус кривой в плане, м	Расстояние между столбиками, м				
	в пределах кривой		на подходах к кривой		
	на внешней стороне	на внутренней стороне	от начала до первого	от первого до второго	от второго до третьего
20	3	6	6	10	20
30	3	6	7	11	21
40	4	8	9	15	31
50	5	10	12	20	40
100	10	20	25	42	50
200	15	30	30	45	50
300	20	40	36	50	50
400	30	50	50	50	50
500	40	50	50	50	50
600	50	50	50	50	50

Сигнальные столбики устанавливают на обочине на расстоянии 0,35 м от бровки земляного полотна, при этом расстояние от края проезжей части до столбика должно составлять не менее 1,00 м.

Пример обустройства автомобильной дороги

Задание

Определить дислокацию дорожных знаков на автомобильной дороге, нанести дорожную разметку, установить ограждения и направляющие устройства при составлении схемы обустройства автомобильной дороги.

Решение

Исходные данные. Продольный профиль автомобильной дороги (проектные и фактические данные продольного профиля и плана трассы, характеристика придорожной полосы, наличие съездов и пересечений). Основные транспортно-эксплуатационные характеристики (скорость движения, состав транспортного потока, видимость в плане и профиле и т.д.).

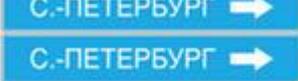
Дополнительные исходные данные принимаем по Приложению 5, рис. 1, 2, 3, 4.

Анализируя продольный профиль автомобильной дороги, отмечаем характерные участки для определения дислокации дорожных знаков, нанесения дорожной разметки, установки ограждений и направляющих устройств.

Результаты работы определяем в виде таблиц (табл. 5.11, 5.12, 5.13) и схемы обустройства автомобильной дороги (рис. 5.5). Боковик схемы обустройства автомобильной дороги приведен в Приложении 5, рис. 4).

Таблица 5.11

Ведомость дорожных знаков

Название и пикетажное положение знака	Изображение и номера знаков по ГОСТ Р 52289	Количество, шт.
1. Главная дорога ПК 0 + 00.00; ПК 50 + 70.00	 2.1	2
2. Конец главной дороги ПК 50 + 70.00; ПК 00 + 00.00	 2.2	2
3. Начало полосы ПК 17 + 35.00	 5.15.3	1
4. Примыкание второстепенной дороги	 2.3.2	1
5. Указатель направлений: ПК 18 + 70.00		
ПК 19 + 20.00		
ПК 0 + 30.00		
6. Уступите дорогу ПК 0 + 18.00	 2.4	1

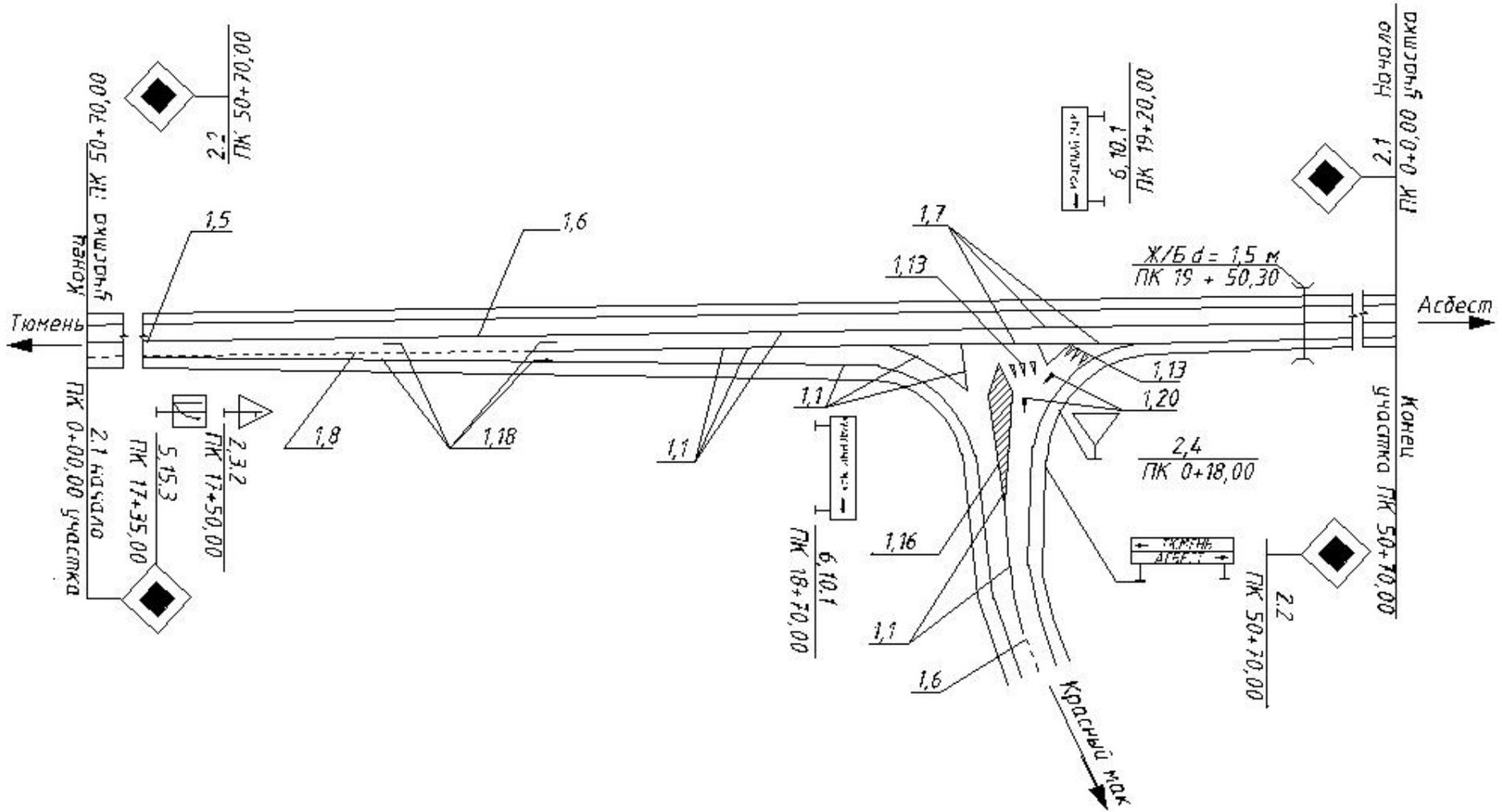


Рис. 5.5. Пример схемы обустройства участка автомобильной дороги Тюмень – Асбест с ПК 0 + 00.00 по ПК 50 + 70.00

Таблица 5.12

Ведомость сигнальных столбиков

Наименование элемента	Пикетажное положение столбиков		Длина участка, м	Количество сигнальных столбиков, шт.
	начало ПК +	конец ПК +		
1. Примыкание второстепенной дороги	19 + 00.00	19 + 85.00	85	15
2. Примыкание к главной дороге	0 + 85.00	0 + 0.00	85	15
3. Водопропускная труба			–	6
				Итого: 36

Таблица 5.13

Ведомость дорожных ограждений

Пикетажное положение		Длина участка, м	Шаг стоек, м	Количество стоек, шт.
начало ПК +	конец ПК +			
По чертежу слева				
3 + 75,00	4 + 25,00	50	2,5	20
19 + 75,00	20 + 25,00	50	2,5	20
22 + 35,00	36 + 50,00	1415	2,5	566
				Всего стоек: 606
По чертежу справа				
3 + 75,00	4 + 25,00	50	2,5	20
19 + 75,00	20 + 25,00	50	2,5	20
22 + 35,00	36 + 50,00	1415	2,5	566
				Всего стоек: 606
				Итого: 1212

Ведомости дорожных знаков (табл. 5.11), сигнальных столбиков (табл. 5.12) и ограждений (табл. 5.13) являются обязательными и в дальнейшем используются при выполнении курсового проекта "Технология и организация строительства автомобильных дорог» для расчета необходимых трудозатрат на обустройство автомобильной дороги.

Контрольные вопросы

1. Что такое современная судебная дорожно-транспортная экспертиза?
2. Перечислите виды судебной дорожно-транспортной экспертизы.
3. Какие первичные исходные данные необходимы для расследования дорожно-транспортной ситуации при ДТП?

4. В какие моменты развития разных ситуаций возникает, как правило, опасность для движения ТС?

5. Как определить скорость движения ТС перед началом его торможения?

6. Как определить скорости движения АТС перед их столкновением и после него, зная характер их перемещения и местоположение после столкновения?

7. Что относится к обустройству дорог?

8. Перечислите технические средства организации дорожного движения.

9. Для чего необходимы дорожные знаки?

10. Для чего необходима дорожная разметка и на какие группы она делится?

11. Для чего необходимы дорожные ограждения и на какие группы по условиям применения они разделяются?

12. Перечислите основные условия применения ограждений различных групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Говорить о безопасности дорожного движения и решении вопросов по ее обеспечению при возможности осуществления автомобильных перевозок с экономически эффективными скоростями и минимальном количестве дорожно-транспортных происшествий можно только при четком определении зависимости дорожно-транспортных происшествий от дорожных условий.

Решение поставленной задачи позволяет сформулировать следующие требования к безопасным дорогам:

- обеспечение психологической ясности направления дороги, в том числе и на участках, расположенных за пределами непосредственной видимости;

- зрительное ориентирование водителя в направлении дороги на расстояниях, превышающих нормативные значения видимости;

- возможность движения транспортных потоков и одиночных автомобилей на участках всех дорог (кроме автомобильных магистралей), расположенных в стесненных условиях рельефа и ситуации (независимо от их категории), со скоростями, которые по опыту эксплуатации соответствуют минимальному количеству происшествий при современном составе и квалификации водителей. В сколько-нибудь сложных условиях рельефа нецелесообразно ориентироваться при проектировании дорог на конструктивные скорости наиболее совершенных автомобилей, выпускаемых в небольшом количестве. Нельзя требовать, чтобы дороги гарантировали безопасность проведения гонок скоростных автомобилей;

- взаимное сочетание элементов плана и продольного профиля, обеспечивающее в стесненных условиях рельефа и ситуации возможность проезда смежных участков дороги с изменением скорости не более чем на 20%, не прибегая к переключению скоростей и торможению, только путем изменения числа оборотов двигателя. Обеспечение скорости не ниже средних скоростей современных грузовых автомобилей на дорогах в аналогичных условиях движения;

- сочетания элементов дороги и окружающего ландшафта, обеспечивающие оптимальную эмоциональную нагрузку водителей. Активным способом воздействия на нее являются декоративное озеленение и средства архитектуры, дающие возможность регулировать нервно-психическую напряженность водителей, проявляющуюся в изменении скорости движения;

– видимость из условия обгона на всем протяжении дороги, а на 60–70% ее протяженности видимость, превышающая необходимую из условий обгона. Расстояния видимости должны соответствовать скорости на каждом из участков;

– разделение встречных транспортных потоков широкой полосой, поверхность которой должна создавать сопротивление движению, вызывающее остановку автомобиля, заехавшего на полосу;

– наличие дополнительных полос движения в местах, где часть транспортного потока едет с малой скоростью, снижает скорость или вливается в поток на главной дороге. Устройство специальных дорожек для пешеходов и велосипедистов;

– соответствие ширины полос движения на проезжей части скоростям движения, обеспечиваемым элементами плана и продольного профиля дороги;

– отсутствие на земляном полотне и вблизи от него на придорожной полосе элементов искусственных сооружений и дорожной обстановки, опасных при наезде или влияющих на скорость и траекторию движения автомобилей;

– прочная ровная и шероховатая поверхность покрытий и обочин. Разница в сопротивлении движению и коэффициентах сцепления покрытия и обочин должна быть малой при контрастном различии внешнего вида или разделении линиями разметки;

– соответствие плана участков, на которых происходит поворот с разгоном или замедлением, закономерностям изменения ускорения движения автомобилей и оптимальным режимам поворота рулевого колеса;

– планировка въездов на автобусные остановки и стояночные площадки, а также очертание островков на пересечениях канализированного типа в одном уровне, обеспечивающие плавность изменения траектории движения, описываемой автомобилями, при оптимальных для работы водителей и комфортабельных для пассажиров скоростях движения;

– ненавязчивая, но подробная информация о направлении дороги и оптимальных режимах движения по ней автомобилей. Дорожные знаки и другие средства информации должны ориентировать водителей, но не преследовать цель назначения режимов движения, компенсирующих дефекты плана и профиля;

– возможность безопасного съезда с дороги автомобиля, потерявшего управляемость или с испорченными тормозами, по пологим откосам невысоких насыпей. Там где это невозможно, наличие ограждений,

удерживающих автомобили с минимальными повреждениями и без отбрасывания назад на проезжую часть;

– постоянство характеристик дороги в течение целого года, несмотря на меняющиеся условия погоды.

Стабильные значения коэффициента сцепления шины с покрытием должны достигаться благодаря устройству шероховатой поверхности покрытия, активной и своевременной борьбе с гололедицей и снежными заносами.

Для дорог с высокой интенсивностью ночного движения необходимо предусматривать искусственное освещение.

Дорожные организации должны быть активными участниками сложной работы по повышению безопасности движения по дорогам. Она должна основываться на тщательном учете особенностей влияния на безопасность движения всех факторов – водителей, дороги, автомобилей и окружающей среды, требующих повседневного внимания к особенностям их взаимодействия как в условиях эксплуатации, так и в процессе проектирования дорог, конструирования автомобилей, подготовки и обеспечения профессионального соответствия водителей.

Проблема безопасности движения по дорогам еще далека от решения и требует дальнейших исследований. В части, связанной с дорожными условиями, может быть отмечена необходимость ускорения разработок следующих вопросов:

– развитие теории транспортных потоков с учетом влияния психологических особенностей восприятия водителями специфики движения в сложных дорожных условиях (кривые малых радиусов, извилистые участки, места с ограниченной видимостью, отдельные скользкие участки и др.);

– поиск оптимальных сочетаний элементов трассы с точки зрения их влияния на избираемые водителями режимы движения;

– учет влияния на возникновение дорожно-транспортных происшествий региональных природных особенностей северных районов с продолжительными зимами и коротким световым днем, жарких пустынь, однообразных степных ландшафтов, высокогорных районов;

– совершенствование методов борьбы с зимней скользкостью дорожных покрытий путем разработки антикоррозионных и экологически безопасных противогололедных средств;

– разработка новых и усовершенствование имеющихся автоматизированных средств информирования водителей об изменении дорожных условий и обстановки движения на пути следования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пугачев И.Н. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие. – М.: Академия, 2009. – 272 с.
2. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебник для вузов. – М.: Академия, 2010 г. – 320 с.
3. Илларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989 г. – 135 с.
4. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1993 г. – 271 с.
5. ВСН 3 – 81. Инструкция по учету потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий при проектировании автомобильных дорог / Минавтодор, РСФСР. – М.: Транспорт, 1982.
6. Правила дорожного движения Российской Федерации (с изменениями от 20 ноября 2010 г.). – М.: ООО «ИДТР», 2010. – 64 с.
7. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2007. – 383 с.
8. Залуга В.П. Пассивная безопасность автомобильных дорог: Основные понятия и характеристики: учеб. пособие. – М.: МАДИ, 1981. – 181 с.
9. ВСН 18 – 84. Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог / Минавтодор. – М.: Транспорт, 1985.
10. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с.
11. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. Учебник для вузов. – М.: Академия, 2009. – 352 с.
12. СНиП 2.05.02 – 85. Автомобильные дороги. – М., 1986.
13. ОДМ. Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. М.: Минтранс России, М., 2002.
14. Орнатский Н.П. Благоустройство автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
15. Силуков Ю.Д. Экологическая безопасность на автомобильных дорогах: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 173 с.
16. ОДМ. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. М.: Минтранс России, М., 2002.

17. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения». Москва. Кремль. От 19 июля 2011 года № 248-ФЗ.

18. ГОСТ Р 50597 – 93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности движения. – М., 1994. – 86 с.

19. ОДМ 218.0.000. Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог. М.: Минтранс России, 2003.

20. ВСН 24 – 88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог / Минавтодор. – М.: Транспорт, 1988.

21. ОДН "Порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации для дорожных работ, финансируемых из Федерального дорожного фонда Российской Федерации" / Утвержден приказом Федеральной дорожной службы России от 13 июля 1999 г № 237. Дата введения – 1 июля 1999 г.

22. ГОСТ 23457 – 86. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – М., 1987. – 163 с.

23. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России. – М., 1997. – 85 с.

24. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. – М: Экзамен, Право и Закон, 2004. – 208 с.

25. Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ) от 13.06.1996 № 63-ФЗ (принят ГД ФС РФ 24.05.1996) (действующая редакция).

26. Кодекс РФ об административных правонарушениях (КоАП РФ) от 30.12.2001 № 195-ФЗ.

27. ГОСТ Р 52289 – 2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – М., 2005. – 167 с.

28. ГОСТ Р 52290 – 2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические условия. – М, 2006. – 125 с.

29. СНиП 2.07.01 – 89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 1990.

30. ГОСТ Р 51256 – 99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования. – М., 2000. – 120 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Исходные данные для расчета замедления при торможении, съезда автомобилей с дороги и наездов на препятствия

Номер варианта	Марка машины	Длина, Д, мм	База, L, м	Ширина кузова, $b_{куз}$, мм	Коля, K' (передних колес), K'' (задних), мм
1	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	Nissan Terrano	4,342	2,674	1822	1500/1505
2	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	Land Rover Def	4,639	2,794	1790	1486/1486
3	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	Grand Cherokee	4,822	2,915	1943	1628/1634
4	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	Mercedes Benz G	4,679	2,850	1760	1475/1475
5	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	УАЗ Патриот	4,647	2,760	2080	1600/1600
6	Audi A4	4,701	2,808	1826	1564/1551
	Honda Pilot	4,875	2,775	1995	1720/1715
7	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Nissan Terrano	4,342	2,674	1822	1500/1505
8	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Land Rover Def	4,639	2,794	1790	1486/1486
9	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Mercedes Benz G	4,679	2,850	1760	1475/1475
10	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Grand Cherokee	4,822	2,915	1943	1628/1634
11	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Mitsubishi PS	4,695	2,800	1815	1520/1515
12	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	УАЗ Патриот	4,647	2,760	2080	1600/1600
13	BA3-2170	4,350	2,492	1680	1410/1380
	Honda Pilot	4,875	2,775	1995	1720/1715
14	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Nissan Terrano	4,342	2,674	1822	1500/1505
15	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Land Rover Def	4,639	2,794	1790	1486/1486
16	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Mercedes Benz G	4,679	2,850	1760	1475/1475
17	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Mitsubishi	4,695	2,800	1815	1520/1515
18	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Grand Cherokee	4,822	2,915	1943	1628/1634
19	Fiat Punto 5D	4,064	2,510	1687	1473/1466
	Honda Pilot	4,875	2,775	1995	1720/1715
20	Mercedes Benz C	4,686	2,840	1810	1588/1570
	Nissan Terrano	4,342	2,674	1822	1500/1505
21	Mercedes Benz C	4,686	2,840	1810	1588/1570
	Land Rover Def	4,639	2,794	1790	1486/1486

Примечание. Числитель – легковой автомобиль, знаменатель – повышенной проходимости (джип).

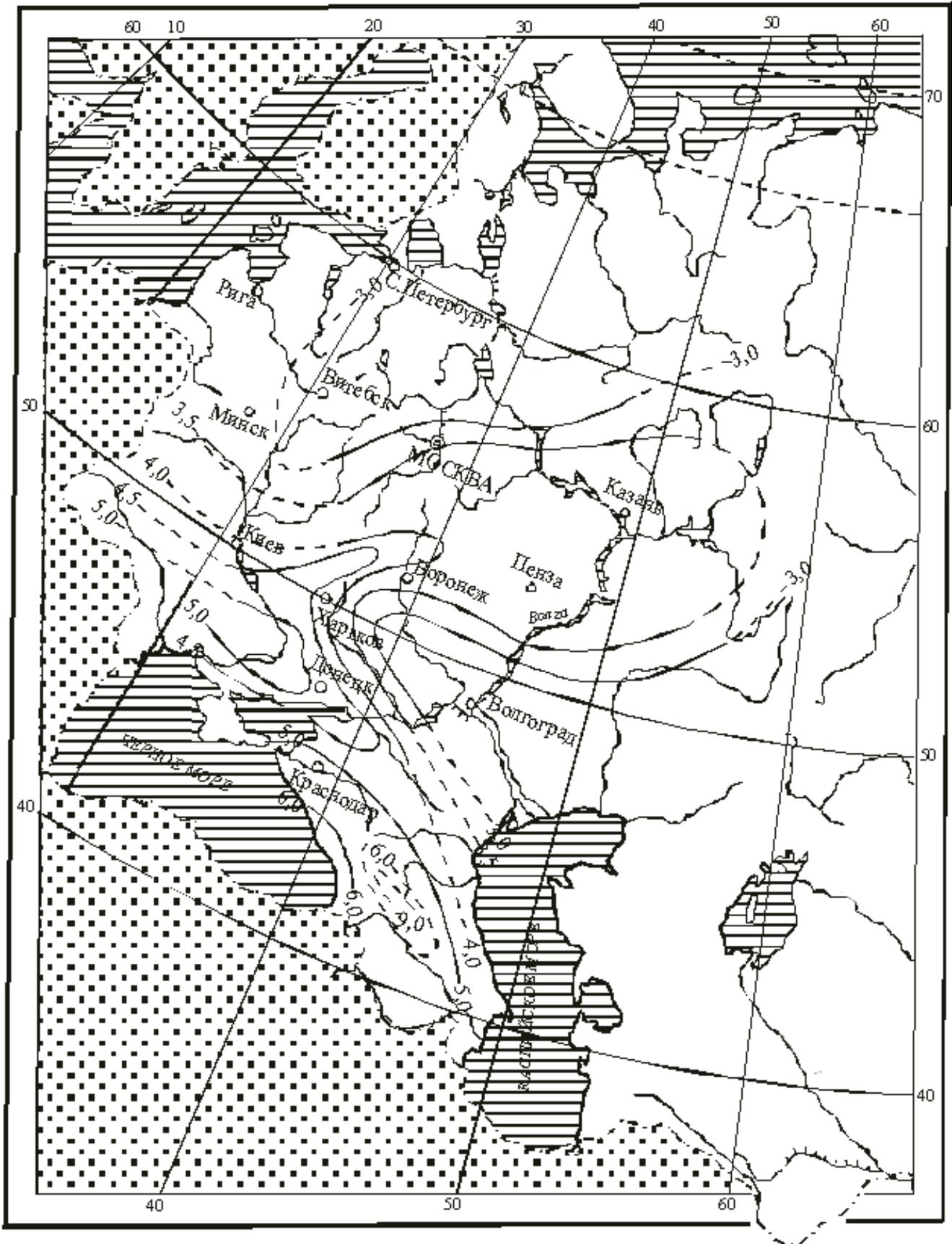


Рис. 1. Картограмма параметров A

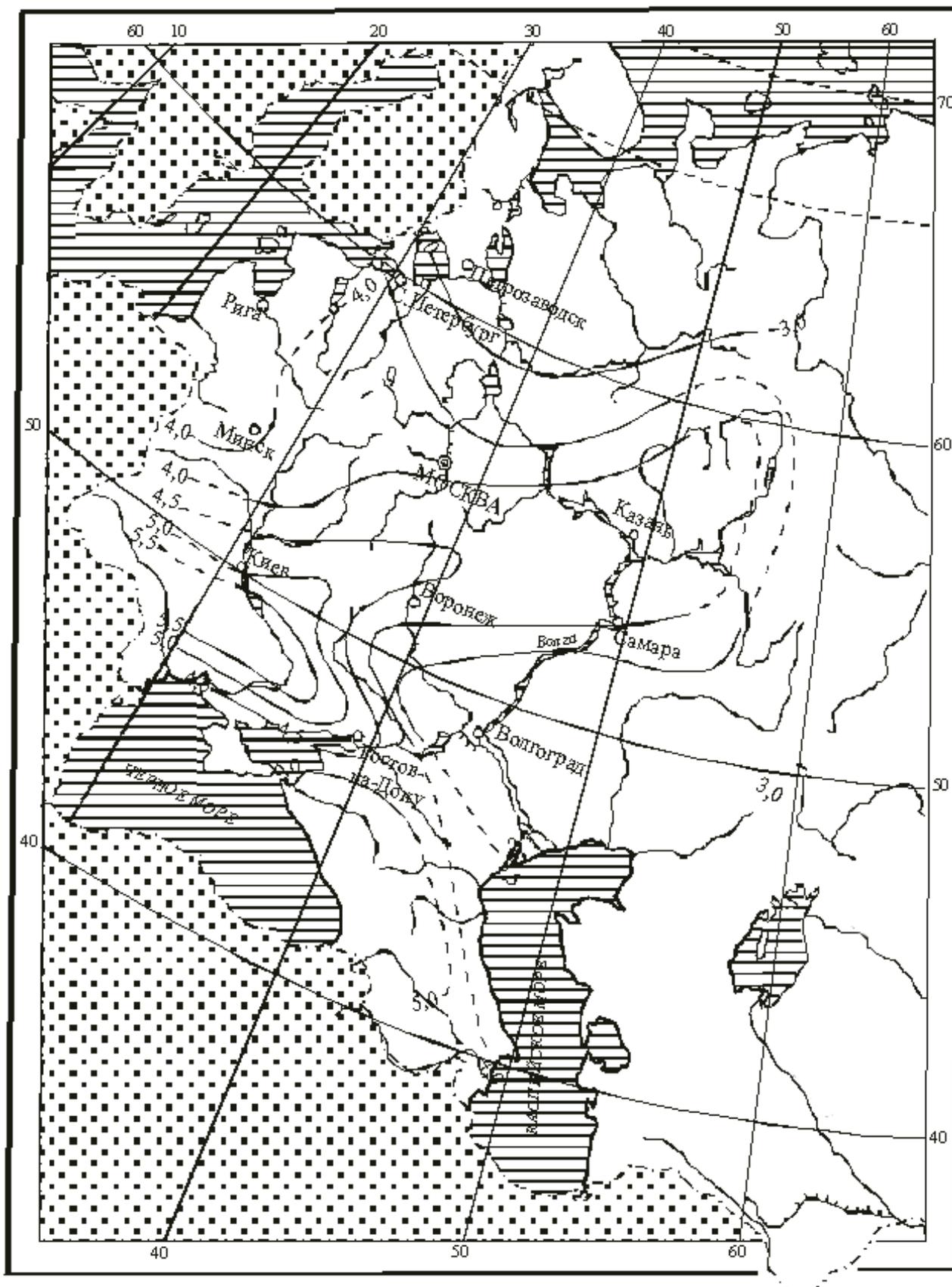


Рис. 2. Картограмма параметров B

Таблица 1

Определение вероятности появления расчетного дождя

Примерные географические границы	Зона относительной аварийности	Вероятность появления расчетного дождя (N)
Севернее линии, соединяющей Витебск – Вышний Волочек – Череповец	I	4,00
От границы I зоны до линии, соединяющей Киев – Курск – Воронеж – Кузнецк	II	2,84
От границы II зоны до границы III зоны	III	1,75
Южнее границы III зоны	IV	0,70
Район Северного Кавказа и Кавказское побережье в пределах России	V	
Ростовская обл. (южнее г. Ростов-на-Дону) и Краснодарский край (включая Черноморское побережье)	V – 1	2,10
Южная часть Ставропольского края (южнее линии Изобильный – Светлоград)	V – 2	2,70
Республики Дагестан, Ингушетия и Чечня	V – 3	0,80

Справочные данные для выполнения расчета скорости начала глиссирования

Ширина проезжей части для одного направления движения b_l . Для дорог I категории: 7,5 м для 4 полос движения; 11,25 м для 6 полос движения; 15 м для 8 полос движения. Для дорог II категории 3,75 м, III категории 3,5 м, IV категории 3,0 м. Поперечный уклон проезжей части для дорог I – IV категории (i_{non}) в расчетах можно принять 20%. Для переходных покрытий уклон увеличивается до 25 – 30%.

Таблица 2

Расчетные скорости движения в зависимости от категории дороги

Категория дороги	Расчетные скорости движения, км/час		
	основные	допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
I ^a	140	120	80
I ^b	120	100	60
I ^b	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40

Таблица 3

Исходные данные для расчета скорости начала глиссирования и назначения макрошероховатости дорожной поверхности

Показатели	Значение показателя для варианта (в знаменателе для вариантов 16 ÷ 30)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Район расположения дороги	Свердловская область. II дорожно-климатическая зона														
2. Категория дороги	I ^a	I ^b	II	III	IV	I ^a	I ^b	II	III	IV	I ^a	I ^b	II	III	IV
3. Условия движения	Легкие					Затрудненные					Опасные				
	Затрудненные					Опасные					Легкие				
4. Продольный уклон участка	$\frac{5}{32}$	$\frac{10}{35}$	$\frac{15}{40}$	$\frac{20}{45}$	$\frac{25}{50}$	$\frac{31}{34}$	$\frac{38}{39}$	$\frac{43}{46}$	$\frac{49}{57}$	$\frac{60}{65}$	$\frac{33}{7}$	$\frac{37}{12}$	$\frac{41}{17}$	$\frac{46}{21}$	$\frac{62}{28}$
5. Вертикальная нагрузка на покрытие, G_k , 10^4 Н	$\frac{1,55}{4,13}$	$\frac{2,12}{2,51}$	$\frac{2,78}{2,47}$	$\frac{2,73}{1,89}$	$\frac{2,74}{3,50}$	$\frac{2,56}{2,19}$	$\frac{3,91}{3,78}$	$\frac{4,23}{4,03}$	$\frac{4,26}{4,74}$	$\frac{3,03}{4,24}$	$\frac{5,46}{2,13}$	$\frac{2,83}{2,68}$	$\frac{3,48}{3,37}$	$\frac{2,77}{4,38}$	$\frac{2,62}{4,01}$
6. Ширина беговой дорожки, b , см	$\frac{28,5}{33,5}$	$\frac{28,0}{27,0}$	$\frac{34,0}{32,0}$	$\frac{33,5}{27,5}$	$\frac{29,0}{37,5}$	$\frac{32,0}{31,5}$	$\frac{36,5}{35,5}$	$\frac{34,5}{34,0}$	$\frac{31,0}{40,5}$	$\frac{39,5}{36,5}$	$\frac{35,0}{28,0}$	$\frac{30,0}{28,0}$	$\frac{38,5}{34,5}$	$\frac{30,0}{33,5}$	$\frac{33,0}{37,5}$

Приложение 3

Таблица 1

Значения частных коэффициентов аварийности
для дорог II – V категорий

Показатели	Значения								
Дороги в негорной местности									
Интенсивность движения, тыс. авт./сут. K_1 (двухполосные дороги)	3	5	7	9	11	13	15	20	
K_1 (трехполосные дороги) ¹	0,75	1,0	1,3	1,7	1,8	1,5	1,0	0,6	
K_1 (трехполосные дороги) ²	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0	
	0,94	1,18	1,28	1,3	1,51	1,63	1,45	1,25	
Интенсивность движения, тыс. авт./сут. K_1 (четыре полосы движения и более)	10	15	18	20	25	28	30		
	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4		
Ширина проезжей части, м K_2 при укрепленных обочинах	6,0	7,0	7,5	9,0	10,5	(14,0 – 15, 0) ³			
K_2 при неукрепленных обочинах	1,35	1,05	1,00	0,8	0,7	0,6			
	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8			
Ширина обочин, м K_2 (двухполосные дороги)	0,5		1,5	2,0		3,0	4,0		
K_3 (трехполосные дороги)	2,2		1,4	1,2		1,0	0,8		
	1,37		0,73	0,65		0,49	0,35		
Продольный уклон, ‰ K_4	20		30	50		70	80		
	1,0		1,25	2,5		2,8	3,0		
Радиус кривых в плане, м K_5	100	150	200 – 300	400 – 600		1000 – 2000	более 2000		
	5,4	4,0	2,25	1,6		1,25	1,0		
Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400	500	
Интенсивность движения, тыс. авт./сут. K_6 в плане	3	5	7	9	11	13	15	20	
K_6 в профиле	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0	
	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 K_7	меньше на 1 м		равна проезжей части	шире на 1 м		шире на 2 м		равна ширине земляного плотна	
	6,0		3,0	2,0		1,5		1,0	
Длина прямых участков, км K_8	3	5	10	15	20	25			
	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0			
Тип пересечения K_9	В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах:								
	10		10 – 20			больше 20			
	1,5		3,0			4,0			

Продолжение табл. 1

Показатели	Значения							
Пересечения в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут. K_{10}	1600 – 3500		3500 – 5000			5000 – 7000 и более		
	2,0		3,0					
Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дрогой, м K_{11}	60	60 – 40	40 – 30	30 – 20	20			
	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0			
Число основных полос на проезжей части для прямых направлений движения K_{12}	2	3 без разметки		3 с разметкой полос движения		4 без разделительной полосы		
	1,0	1,5		0,9		0,8		
Расстояние проезжей части от застройки, м, и ее характеристика $(K_{13})^5$	$(50)^4$	$(50 – 20)^5$	$(50 – 20)^6$	$(20 – 10)^7$	$(10)^8$	$(10)^9$		
	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0		
Длина населенного пункта, км K_{14}	0,5	1,0	3,0	3,0	5,0	6,0		
	1,0	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0		
Длина участков на подходах к населенным пунктам, м K_{15}	0 – 100		100 – 200			200 – 400		
	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 K_{16}	0,2 – 0,3	0,4	0,6	0,7	0,75			
	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75			
Расстояние от кромки проезжей части до обрыва глубиной более $(5 м)^{10}$, м	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0		
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		
Дороги в горной местности								
Интенсивность движения, тыс.авт./сут. K_1	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	9,0	10,0
	0,12	0,3	0,6	0,75	1,0	1,4	1,8	1,9
Радиусы кривых в плане, м K_5	20 и менее		40	50	100	150		
	2,7		2,2	2,0	1,3	1,0		
Видимость, м K_6	30 и менее		50	100	150			
	2,0		1,5	1,2	1,0			

Окончание табл. 1

Показатели	Значения								
Пересечения в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут. K_{10}	20 и менее	200 – 1000	1000 – 3000	3000 – 7000	7000				
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5				
Расстояние между кромкой проезжей части и боковым препятствием, м K_{18}	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5				
	2,0	1,75	1,4	1,2	1,0				
Извилистость (количество кривых в плане на 1 км дороги)	нет	1	2 – 3	4	5	6	7 – 8	9 – 10	
K_{19} для радиусов кривых 20 – 80 м	0,5	2,5	2,0	3,0	3,5	3,0	2,0	1,0	
K_{19} для радиусов кривых более 80 м	0,5	1,0	1,2	2,0	3,5	4,4	—	—	
<p>Примечания. Для дорог в негорной местности учитываются следующие показатели:</p> <p>¹ При разметке проезжей части на три полосы движения.</p> <p>² При разметке осевой линией.</p> <p>³ Без разделительной полосы.</p> <p>⁴ Населенный пункт с одной стороны дороги.</p> <p>⁵ То же, имеются тротуары или пешеходные дорожки.</p> <p>⁶ Населенный пункт с двух сторон дороги, имеются тротуары и полосы местного движения.</p> <p>⁷ Для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары.</p> <p>⁸ Полосы для местного движения и тротуары отсутствуют.</p> <p>⁹ Если при характеристиках застройки, указанных в сносках, населенный пункт находится с одной стороны дороги, значение K_{13} берут вдвое меньше.</p> <p>¹⁰ При глубине оврага 5 м и менее коэффициент K_{17} принимают равным 1,0.</p>									

Таблица 2

Влияние опасного места на прилегающие участки для дорог
II – IV категорий

Элементы дороги	Зона влияния
Подъемы и спуски	100 м за вершиной подъема, 150 м после подошвы спуска
Пересечения в одном уровне	в каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с обеспечением видимости при $R > 400$ м	То же по 50 м
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при $R < 400$ м	– // – по 100 м
Мосты и путепроводы	– // – по 75 м
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги	– // – по 50 м
Участки подходов к тоннелям	– // – по 150 м

Таблица 3

Влияние опасного места на прилегающие участки улиц

Элементы улиц	Зона влияния
Остановочные пункты пассажирских транспортных средств: одностороннее движение	40 м до остановочного пункта и 20 м за остановочным пунктом
двухстороннее движение	50 м в каждую сторону от остановочного пункта
Обозначенные пешеходные переходы: переход вне зоны пересечений и примыканий переход в зоне пересечения или примыкания	50 м в каждую сторону от перехода отсутствует в зоне перекрестка
Пересечения и примыкания магистральных улиц	40 м в каждую сторону от пересечения, 25 м в каждую сторону от примыкания
Кривые участки в плане с радиусом, м:	
50	50 м в каждую сторону
100	25 м в каждую сторону
150	
Участки подъемов и спусков	20 м за вершиной подъема
Участки подъемов и спусков	50 м после подошвы спуска



Рис. 1. Пример графика итогового коэффициента аварийности.
 $K_{ав}$ для участков: 3 – 20,8; 4 – 32,1; 7 – 21,2; 8 – 16,9;

Таблица 4

Значение коэффициента сопротивления качению для различных типов покрытий

Тип покрытия	Значения коэффициента сопротивления качению f_{20} при различных состояниях покрытия								
	Эталонное (сухое)	Чистое	Загрязненное	На покрытии ровный слой плотного снега	Гололед	Рыхлый снег толщиной, мм			
						до 10	10 – 20	20 – 40	40 – 60
Цементно- и асфальтобетонное	0,01– 0,02	0,02– 0,03	0,03– 0,035	0,04– 0,10	0,015– 0,03	0,03– 0,04	0,04– 0,09	0,08– 0,12	0,09– 0,15
То же с поверхностной обработкой	0,02	0,02– 0,03	0,03– 0,035	0,04– 0,10	0,02– 0,04	0,03– 0,04	0,04– 0,09	0,08– 0,12	0,09– 0,15
Из холодного асфальтобетона, черное щебенчатое (гравийное)	0,02– 0,025	0,025– 0,035	0,03– 0,045	0,04– 0,10	0,02– 0,04	0,03– 0,05	0,04– 0,09	0,08– 0,12	0,09– 0,15
Гравийное и щебенчатое	0,035	0,035– 0,05	0,03– 0,035	0,04– 0,06	0,04– 0,10	0,04– 0,06	0,04– 0,10	0,08– 0,12	0,09– 0,15
Грунтовая дорога	0,03	0,04– 0,05	0,05– 0,15	0,06– 0,10	0,03– 0,05	0,06– 0,08	0,06– 0,12	0,08– 0,12	0,09– 0,15
Примечание. Меньшие значения принимают для ровных гладких покрытий, большие – для покрытий, имеющих неровности.									

Таблица 5

Значение коэффициента сцепления и изменения коэффициента сцепления
в зависимости от типа покрытия и его состояния

Тип покрытия	Значение коэффициента сцепления φ_{20} и коэффициента снижения сцепления β_{φ} в зависимости от типа покрытия и его состояния											
	Цементобетонное	0,80– 0,85	0,0020	0,65– 0,70	0,0035	0,40– 0,45	0,0025	0,15– 0,35	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15
Асфальтобетонное с шероховатой обработкой	0,80– 0,85	0,0035	0,6– 0,65	0,0035	0,45– 0,55	0,0035	0,15– 0,35	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,01– 0,20	0,0020
То же, без шероховатой обработки	0,80– 0,85	0,0020	0,50– 0,60	0,0035	0,35– 0,40	0,0025	0,15– 0,35	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15	0,0020
Их холодного асфальтобетона	0,60– 0,70	0,0050	0,40– 0,50	0,0040	0,30– 0,35	0,0025	0,12– 0,30	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15	0,0020
Черное щебеночное (гравийное) с шероховатой обработкой	0,60– 0,70	0,0040	0,50– 0,60	0,0040	0,30– 0,35	0,0025	0,15– 0,35	0,0015– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15	0,0020
То же, без обработки	0,50– 0,60	0,0040	0,40– 0,50	0,0050	0,25– 0,30	0,0030	0,12– 0,30	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15	0,0020
Щебеночное и гравийное	0,60– 0,70	0,0050	0,55– 0,60	0,0045	0,25– 0,30	0,0030	0,15– 0,35	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,10– 0,15	0,0020
Грунтовое улучшенное	0,40– 0,50	0,0050	0,25– 0,40	0,0050	0,20	0,0030	0,12– 0,30	0,001– 0,004	0,20– 0,50	0,0025	0,08– 0,15	0,0020

Примечания: 1. Для сухого и мокрого состояний покрытия большие значения коэффициента сцепления принимают для ровных покрытий, меньшие – для покрытий, имеющих неровности.
2. Для гололеда, снежного наката и рыхлого снега большие значения коэффициента сцепления принимают при температуре воздуха – 20 °С и ниже, меньшие – при температуре выше –10 °С.
3. Значения коэффициента сцепления приведены для шин с протектором.

Таблица 6

Значение максимальной скорости движения в зависимости от фактически используемой ширины проезжей части и интенсивности движения в различные периоды года

Расчетная схема	Расчетные формулы	Границы применения по интенсивности движения, авт./сут.		
		Летом	В переходные периоды	Зимой
Свободное движение одиночного автомобиля на двухполосной дороге	$V_{\phi \max} = 50(B_{1\phi} - 3,1)$	Менее 700	Менее 600	Менее 500
Движение в частично связанном потоке на двухполосной проезжей части при интенсивности движения, авт./сут. а) 500 – 1000 б) 1500 – 4200	$V_{\phi \max} = 40(B_{1\phi} - 4,0)$ $V_{\phi \max} = 33,3(B_{1\phi} - 4,0)$	700 – 1500 1500 – 4200	600 – 1200 1200 – 3600	500 – 1000 1000 – 3000
Движение при интенсивном встречном потоке на двухполосной проезжей части	$V_{\phi \max} = 23,3(B_{1\phi} - 8,5)$	Более 7000	Более 6000	Более 6000
Движение на трехполосной проезжей части:				
а) при полной разметке	$V_{\phi \max} = 25(B_{1\phi} - 7,3)$	Более 6000	Более 6000	Более 5000
б) при отсутствии разметки	$V_{\phi \max} = 23,3(B_{1\phi} - 8,5)$	Более 7000	Более 6000	Более 6000
Движение на проезжей части одного направления четырехполосной автомобильной магистрали с разделительной полосой шириной, м:				
а) более 5	$V_{\phi \max} = 29,4(B_{1\phi} - 4,1)$	Менее 15000	Менее 12000	Менее 12000
б) до 5	$V_{\phi \max} = 24,4(B_{1\phi} - 4,1)$	Менее 12000	Менее 10000	Менее 10000

Таблица 7

Значения поправочных коэффициентов для различных сезонов года

Учитываемый фактор	Значения поправочных коэффициентов для различных сезонов года			
	Лето	Осень	Зима	Весна
1	2	3	4	5
Сезонные колебания интенсивности и состава движения	1,0	1,2 – 1,41 ¹	0,7 – 1,0 ²	0,8
Эффективная используемая ширина проезжей части в связи с образованием снежных отложений или наличием грязных обочин: при неукрепленных обочинах	1,0	1,96 – 1,0	0,8 – 0,98 ³	0,95 – 1,0
	1,0	1,0	0,95 – 1,0	1,0
Уменьшение ширины обочин за счет образования снежных отложений на обочинах:				
	неукрепленных	1,0	0,5 – 1,03 ³	0,5 – 1,0 ³
укрепленных	1,0	1,0	0,5 – 1,0 ³	1,0
Ограничение видимости на кривых в плане снежными валами, образующимися при очистке дороги от снега	1,0	1,0	0,7 – 1,0	1,0
Ограничение видимости на прямых участках из-за снегопадов, туманов и метелей	1,0 ⁴	0,8 – 0,9	0,7 – 0,9	0,9 – 1,0
Уменьшение ширины проезжей части мостов по сравнению с проезжей частью дороги из-за снежных отложений и наносов грязи у бордюра или тротуара	1,0	0,9 – 1,0	0,8 – 1,0	1,0
Изменение соотношения интенсивности движения по дорогам, пересекающимся в одном уровне:				
	в связи с использованием съездов на полевые дороги	1,0	1,0 – 1,4	0,9 – 1,0
в связи с колебаниями интенсивности движения по основной дороге	1,0	1,2 – 1,4	0,7 – 1,0	0,8 – 0,9
Изменение видимости на пересечениях на одном уровне из-за снеговых валов на обочинах и снегозащитных насаждений	1,0	1,0	0,2 – 1,0 ⁵	1,0
Изменение используемого числа полос движения на проезжей части из-за снежных отложений и грязных обочин на дорогах:				
	с двумя и четырьмя полосами движения	1,0	1,0	1,0

1	2	3	4	5
с тремя полосами движения	1,0	0,67	0,67	1,0
Расстояние от застройки до проезжей части	Учитываются фактические условия движения пешеходов в населенном пункте в разные периоды года			
Скользкость покрытия	1,0	0,7 – 1,0	0,5 – 0,8	0,8 – 1,0
Примечания: 1. Верхний предел принимается для дорог I и II категорий, нижний - для III и IV категорий. 2. Верхний предел - для дорог III и IV категорий, нижний - для I и II категорий. 3. Большие значения принимают при очистке обочин на всю ширину. 4. Расстояние видимости летом по метеорологическим условиям принимают равным 500 м. 5. Меньшее значение относится к пересечениям, на которых снежные валы из пределов треугольника видимости не убираются.				

Таблица 8

Зона влияния дорожных элементов

Элемент дороги	Зона влияния	
	зимой – осенью	весной – летом
Подъемы и спуски	За вершиной подъема 100 м, у подошвы спуска 150 м	
Пересечения в одном уровне: при наличии твердого покрытия на пересекаемой дороге при отсутствии твердого покрытия на пересекаемой дороге	По 100 м в сторону То же	По 50 м в каждую сторону По 100-150 м в каждую сторону в зависимости от типа грунта
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при радиусах менее 400 м	По 50 м от начала и конца кривой	
Кривые с необеспеченной видимостью при любом радиусе	По 100 м от начала и конца кривой	
Мосты, трубы и другие сооружения	По 100 м в каждую сторону от начала и конца сужения	По 75 м в каждую сторону от начала и конца сужения
Пересечения на разных уровнях	В пределах между примыканиями к основной дороге переходно-скоростных полос или правоповоротных съездов	
Автобусные остановки и населенные пункты	По 100 м от границ	

Приложение 4

Таблица 1

Относительная аварийность конфликтных точек

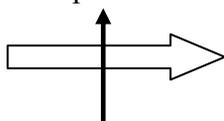
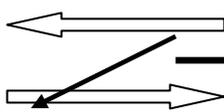
Условия движения	Направления движения автомобилей	Характеристика пересечения	Значения K_i для пересечений				
			необорудованных	канализированных			
Слияние потоков	Правый поворот 	$R < 15$ м $R = 15$ м $R = 15$ м* $R < 15$ м**	0,0250 0,0040 0,0008 0,0003	0,0200 0,0020 0,0008 0,0003			
	Левый поворот 	$R = 10$ м $10 < R < 25$ м $10 < R < 25$ м***	0,0320 ¹ 0,0025 ¹ 0,0005	0,0022 0,0017 ¹ 0,0005			
Пересечение потоков	Пересечение 	$0 < \alpha < 30$ $30 < \alpha < 50$ $50 < \alpha < 75$ $75 < \alpha < 90$ $90 < \alpha < 120$ $120 < \alpha < 150$ $150 < \alpha < 180$	0,0080 0,0050 0,0036 0,0056 0,0120 0,0210 0,0350	0,0040 0,0025 0,0018 0,0018 0,0060 0,0105 0,0175			
Разделение потоков	Правый поворот 	$R < 15$ м $R = 15$ м $R > 15$ м* $R > 15$ м**	0,0200 0,0060 0,0005 0,0001	0,0200 0,0060 0,0005 0,0001			
	Левый поворот 	$R < 10$ м $10 < R < 25$ м $10 < R < 15$ м***	0,0300 0,0040 0,0010	0,0300 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			
Примечания:	* Имеются переходные кривые ** Имеются переходно-скоростные полосы и переходные кривые *** Имеются переходно-скоростные полосы 1 Для определения K_i в этом случае табличные данные необходимо умножить на коэффициент K_α						
Угол пересечения дорог, град.	до 30	40	50 – 75	90	120	150	180
K_α	1,8	1,2	1,0	1,2	1,9	2,1	3,4

Таблица 2

Относительная аварийность конфликтных точек
на кольцевых пересечениях

Характеристика маневра	Радиус внутренней кромки кольца, м						
	15	20	25	30	40	50	60
	Значения коэффициента аварийности K_i						
Слияние потоков: на многополосном кольце при радиусе съезда более 15 м	0,0040	0,0030	0,0022	0,0018	0,0013	0,0010	0,0008
на однополосном коль- це при радиусе съезда менее 15 м	0,0040	0,0030	0,0022	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005
то же, более 15 м	0,0040	0,0025	0,0013	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004
Разделение потоков: на многополосном кольце при радиусе съезда более 15 м	0,0028	0,0020	0,0014	0,0012	0,0009	0,0007	0,0005
на однополосном коль- це при радиусе съезда менее 15 м	0,0028	0,0020	0,0014	0,0010	0,0007	0,0006	0,0005
то же, более 15 м	0,0016	0,0012	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003
Переплетение потоков на многополосном кольце	—	—	—	0,0016	0,0013	0,0010	0,0008

Таблица 3

Значения коэффициента годовой неравномерности движения

Месяцы	Коэффициент K_2 при среднегодовой суточной интенсивности движения, авт./сут.			
	до 1000	1000 – 2000	2000 – 6000	больше 6000
I	0,0885	0,0800	0,0510	0,0510
II	0,0860	0,0660	0,0550	0,0585
III	0,0860	0,0714	0,0550	0,0670
IV	0,0800	0,0750	0,0690	0,0790
V	0,0800	0,0850	0,0750	0,0850
VI	0,0860	0,0714	0,0860	0,0855
VII	0,0816	0,0784	0,1160	0,1000
VIII	0,0875	0,0850	0,1230	0,1320
IX	0,0900	0,1100	0,1130	0,1080
X	0,0840	0,0960	0,0870	0,0890
XI	0,0715	0,0850	0,0834	0,0800
XII	0,0775	0,0790	0,0760	0,0780

Таблица 4

Значения частных коэффициентов аварийности

Показатель	Значение					
1. Интенсивность движения по автомобильной дороге, авт./сут. K_2^n	меньше 500 0,42	501 – 1000 0,55	1001 – 3000 0,80	3001 – 5000 1,14	5001 – 7000 1,50	больше 7000 2,05
2. Расстояние видимости переезда и поезда, м	больше 50	51 – 100	101 – 200	201 – 300	301 – 400	меньше 400
K_3^n : на переездах с дежурным, оборудованных шлагбаумами, и на переездах, оборудованных автоматической светофорной сигнализацией, с автоматическими шлагбаумами; на переездах без дежурного, оборудованных дорожными знаками и автоматической светофорной сигнализацией, без шлагбаумов	0,9 1,0	1,3 1,42	1,6 2,5	2,0 4,0	2,8 5,1	3,2 6,5
3. Оборудование переезда	Коэффициент K_4^n на переездах:					
	с дежурным			без дежурного		
Автоматический шлагбаум с автоматической светофорной сигнализацией	1,6			4,0		
Автоматическая светофорная сигнализация	2,2			4,4		
Механизированные шлагбаумы с оповестительной сигнализацией	4,8			–		
Механизированные шлагбаумы без сигнализации	9,1			–		
Дорожные знаки	–			7,45		
4. Значение K_5^n для переездов:	Искусственное освещение переезда					
	имеется			отсутствует		
с дежурными	1,0			–		
без дежурных	1,4			1,5		
5. Радиус кривой в плане на подходах к переезду, м K_6^n	меньше 50 8,9	51 – 75 5,80	76 – 100 4,40	101 – 150 3,21	151 – 200 1,45	больше 200 1,0
Продольный уклон автомобильной дороги на подходах к переезду, ‰ K_7^n	меньше 20 1,0	30 1,38	40 2,45	50 2,72	60 2,81	больше 60 3,64

Приложение 5

Таблица 1

Значения коэффициентов регрессии в зависимости от высоты ограждения

Высота ограждения, м	Расстояние от края проезжей части до ограждения, <i>t</i> , м	Тип автомобиля	Значение коэффициентов регрессии		
			A_1	A_2	A_3
0,8	3,0	Легковой	0,68	$0,120 \cdot 10^{-2}$	$0,630 \cdot 10^{-4}$
	2,5		0,80	$0,300 \cdot 10^{-2}$	$0,460 \cdot 10^{-4}$
	1,5		0,99	$0,537 \cdot 10^{-2}$	$0,232 \cdot 10^{-4}$
	1,0		1,07	$0,582 \cdot 10^{-2}$	$0,170 \cdot 10^{-4}$
	0,7		1,12	$0,600 \cdot 10^{-2}$	$0,150 \cdot 10^{-4}$
	0,0		1,20	$0,620 \cdot 10^{-2}$	$0,120 \cdot 10^{-4}$
	3,0	Грузовой	0,52	$0,790 \cdot 10^{-2}$	$-0,270 \cdot 10^{-4}$
	2,5		0,59	$0,743 \cdot 10^{-2}$	$-0,245 \cdot 10^{-4}$
	1,5		0,80	$0,600 \cdot 10^{-2}$	$-0,200 \cdot 10^{-4}$
	1,0		0,95	$0,525 \cdot 10^{-2}$	$-0,185 \cdot 10^{-4}$
	0,7		1,11	$0,467 \cdot 10^{-2}$	$-0,177 \cdot 10^{-4}$
	0,0		1,35	$0,350 \cdot 10^{-2}$	$-0,170 \cdot 10^{-4}$
0,4	1,5	Легковой	0,75	$0,590 \cdot 10^{-2}$	$0,240 \cdot 10^{-4}$
0,6			0,88	$0,570 \cdot 10^{-2}$	$0,220 \cdot 10^{-4}$
1,0			1,04	$0,500 \cdot 10^{-2}$	$0,212 \cdot 10^{-4}$
0,4	1,5	Грузовой	0,74	$0,550 \cdot 10^{-2}$	$-0,215 \cdot 10^{-4}$
0,6			0,77	$0,578 \cdot 10^{-2}$	$-0,210 \cdot 10^{-4}$
1,0			0,88	$0,620 \cdot 10^{-2}$	$-0,190 \cdot 10^{-4}$

Примечание. 1. Высота сигнальных столбиков $h = 0,75 \div 0,8$ м.

2. Расстояние от бровки земляного полотна до ограждений I-й группы не менее 0,5 м и не более 0,85 м, до сигнальных столбиков не менее 0,35 м.

Таблица 2

Значения коэффициентов регрессии в зависимости от дорожных условий

Характеристика участка	Тип автомобиля	Значение коэффициентов регрессии		
		A_1	A_2	A_3
1	2	3	4	5
Внешняя полоса проезжей части на горизонтальной кривой, $R = 1000$ м	Легковой	0,870	$1,402 \cdot 10^{-2}$	$-0,177 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,901	$0,539 \cdot 10^{-2}$	$-0,170 \cdot 10^{-4}$
То же $R = 400$ м	Легковой	0,808	$1,170 \cdot 10^{-2}$	$-0,640 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,952	$0,530 \cdot 10^{-2}$	$0,675 \cdot 10^{-4}$

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Внутренняя полоса проезжей части на горизонтальной кривой, R = 400 м	Легковой	1,542	$-0,291 \cdot 10^{-2}$	$0,197 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,847	$0,577 \cdot 10^{-2}$	$-0,124 \cdot 10^{-4}$
Спуск с продольным уклоном 40 ‰	Легковой	1,058	$0,645 \cdot 10^{-2}$	$0,189 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,685	$0,782 \cdot 10^{-2}$	$-0,221 \cdot 10^{-4}$
То же 60 ‰	Легковой	1,160	$0,771 \cdot 10^{-2}$	$0,127 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,578	$0,960 \cdot 10^{-2}$	$-0,230 \cdot 10^{-4}$
Подъем с продольным уклоном 60 ‰	Легковой	1,100	$0,185 \cdot 10^{-2}$	$0,375 \cdot 10^{-4}$
	Грузовой	0,685	$0,770 \cdot 10^{-2}$	$-0,145 \cdot 10^{-4}$

Таблица 3

Значения коэффициентов K_l

Ширина неукрепленной части обочины, м	Значения коэффициентов K_l , при суммарной ширине проезжей части и краевых укрепительных полос, м							
	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	10,5	11,25	14,0
4,50	0,95	0,84	0,80	0,75	0,69	0,61	0,58	0,55
4,00	1,04	0,91	0,86	0,82	0,75	0,66	0,64	0,58
3,75	1,08	0,96	0,90	0,86	0,79	0,0	0,66	0,60
3,50	1,16	1,04	0,97	0,92	0,84	0,74	0,71	0,64
3,00	1,28	1,13	1,07	1,02	0,93	0,82	0,78	0,70
2,50	1,52	1,34	1,27	1,21	1,12	1,00	0,93	0,80
2,00	1,67	1,48	1,41	1,35	1,25	1,08	1,02	0,84
1,50	1,71	1,52	1,46	1,39	1,28	1,12	1,05	0,86
1,00	1,76	1,56	1,50	1,43	1,32	1,15	1,08	0,88

Таблица 4

Значения коэффициентов K_ϕ

Высота насыпи, м	Коэффициент K_ϕ , при крутизне откоса насыпи, м						
	1:1	1:1,5	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6
До 0,5	1,23	0,80	0,60	0,30	0,14	0,08	0,06
1,0	1,30	0,83	0,62	0,32	0,17	0,10	0,08
1,5	1,35	0,92	0,64	0,34	0,19	0,13	0,10
2,0	1,41	1,00	0,68	0,36	0,24	0,17	0,14
2,5	1,58	1,22	0,78	0,40	0,30	0,22	0,18
3,0	1,98	1,52	0,88	0,44	0,33	0,27	0,23
3,5	2,18	1,78	1,22	0,51	0,39	0,32	0,25
4,0	2,38	1,94	1,42	0,62	0,44	0,34	0,28
5,0	2,0	2,10	1,58	0,86	0,56	0,42	0,36
6,0	2,70	2,23	1,70	1,15	0,63	0,48	0,42

Таблица 5

Зависимость числа ДТП от радиуса закругления дороги в плане

Продольный уклон, ‰	Число ДТП q_b на 1 млн. авт. – км. при радиусе закругления дороги в плане, R_k , м						
	2000 и более	1000	750	600	500	400	250
До 20	0,14	0,21	0,28	0,35	0,43	0,53	0,85
30	0,17	0,28	0,31	0,38	0,50	0,69	0,96
40	0,23	0,35	0,34	0,42	0,64	0,84	1,06
50	0,32	0,46	0,50	0,62	0,82	0,98	1,16
60	0,42	0,65	0,75	0,85	0,94	1,09	1,25

Таблица 6

Коэффициенты (K^i), учитывающие вероятность вовлечения в ДТП

Группы транспортных средств	Коэффициент продольного сцепления	Коэффициенты, учитывающие вероятность вовлечения в ДТП, при показателе ровности проезжей части, см / км				Обозначение
		до 80	80 – 140	140 – 300	более 300	
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	0,3	2,90	2,80	2,40	2,20	K^m
	0,4	2,70	2,60	2,30	2,10	
	0,5	2,50	2,40	2,20	2,05	
Легковые автомобили	0,3	2,40	2,15	1,90	1,75	K^l
	0,4	2,20	1,95	1,80	1,70	
	0,5	1,95	1,90	1,75	1,70	
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,3	1,40	1,20	1,00	0,90	K^{m2}
	0,4	1,30	1,05	0,95	0,85	
	0,5	1,10	0,95	0,90	0,82	
То же 1 – 6 т.	0,3	1,15	1,10	1,00	0,90	K^{c2}
	0,4	1,10	1,05	0,95	0,82	
	0,5	1,05	1,02	0,87	0,78	
То же 6 – 8 т.	0,3	0,55	0,42	0,38	0,33	K^{m2}
	0,4	0,47	0,40	0,35	0,31	
	0,5	0,43	0,35	0,34	0,30	
Автобусы	0,3	0,70	0,65	0,58	0,55	K^a
	0,4	0,63	0,60	0,56	0,52	
	0,5	0,58	0,55	0,51	0,47	

Таблица 7

Вероятность съезда транспортного средства в правую сторону при кривых в плане

Участок дороги	Направление поворота трассы	Радиус закругления дороги в плане, м	Вероятность съезда транспортных средств на правую сторону дороги (P_{H1}, P_{H2})				
			Мотоциклы, мотоллеры, мопеды	Легковые автомобили	Грузовые автомобили грузоподъемностью, т.		
					до 1	1 – 6	6 – 8
Горизонтальный	направо	до 100	0,22	0,19	0,33	0,21	0,30
		100 – 250	0,42	0,46	0,43	0,44	0,46
		250 – 600	0,59	0,62	0,48	0,52	0,50
	налево	до 100	0,94	0,90	0,92	0,92	1,00
		100 – 250	0,88	0,88	0,83	0,88	0,91
		250 – 600	0,71	0,69	0,72	0,74	0,70
<u>Спуск</u> Подъем	направо	до 100	<u>0,18</u> 0,53	<u>0,11</u> 0,47	<u>0,21</u> 0,55	<u>0,17</u> 0,49	<u>0,24</u> 0,51
		100 – 250	<u>0,33</u> 0,35	<u>0,36</u> 0,52	<u>0,38</u> 0,61	<u>0,38</u> 0,57	<u>0,35</u> 0,62
		250 – 600	<u>0,43</u> 0,60	<u>0,41</u> 0,55	<u>0,43</u> 0,70	<u>0,43</u> 0,66	<u>0,39</u> 0,70
	налево	до 100	<u>0,96</u> 1,00	<u>0,92</u> 0,86	<u>0,92</u> 0,91	<u>0,96</u> 0,94	<u>1,00</u> 0,91
		100 – 250	<u>0,96</u> 0,80	<u>0,95</u> 0,82	<u>0,88</u> 0,83	<u>0,94</u> 0,85	<u>1,00</u> 0,83
		250 – 600	<u>0,82</u> 0,62	<u>0,84</u> 0,68	<u>0,76</u> 0,74	<u>0,82</u> 0,76	<u>0,82</u> 0,75

Таблица 8

Вероятность съезда транспортных средств на прямолинейных участках

Группы транспортных средств	Горизонтальная прямая				Спуск Подъем			
	P_{H1}	P_{H2}	P_{H3}	P_{H4}	P_{H1}	P_{H2}	P_{H3}	P_{H4}
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	Прямолинейные участки 2-полосных дорог							
	0,59	0,05	0,31	0,05	$\frac{0,49}{0,36}$	$\frac{0,02}{0,23}$	$\frac{0,38}{0,11}$	$\frac{0,11}{0,30}$
Легковые автомобили	0,67	0,04	0,18	0,11	$\frac{0,70}{0,61}$	$\frac{0,04}{0,18}$	$\frac{0,22}{0,11}$	$\frac{0,04}{0,19}$
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,61	0,09	0,19	0,11	$\frac{0,59}{0,61}$	$\frac{0,09}{0,12}$	$\frac{0,22}{0,08}$	$\frac{0,10}{0,19}$
То же 1 – 6 т.	0,63	0,04	0,30	0,03	$\frac{0,66}{0,55}$	$\frac{0,07}{0,22}$	$\frac{0,16}{0,05}$	$\frac{0,11}{0,18}$
То же 6 – 8 т.	0,77	0,01	0,20	0,02	$\frac{0,84}{0,90}$	–	$\frac{0,16}{0,10}$	–
Автобусы	0,64	0,07	0,13	0,16	$\frac{0,60}{0,60}$	$\frac{0,08}{0,10}$	$\frac{0,21}{0,08}$	$\frac{0,11}{0,22}$
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	Прямолинейные участки 4-полосных дорог с разделительной полосой							
	0,55	0,08	0,11	0,26	$\frac{0,61}{0,52}$	$\frac{0,07}{0,11}$	$\frac{0,14}{0,08}$	$\frac{0,18}{0,29}$
Легковые автомобили	0,56	0,07	0,22	0,15	$\frac{0,69}{0,65}$	$\frac{0,05}{0,19}$	$\frac{0,17}{0,06}$	$\frac{0,09}{0,10}$
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,52	0,11	0,30	0,07	$\frac{0,52}{0,57}$	$\frac{0,11}{0,13}$	$\frac{0,24}{0,19}$	$\frac{0,13}{0,11}$
То же 1 – 6 т.	0,42	0,05	0,34	0,19	$\frac{0,49}{0,63}$	$\frac{0,12}{0,03}$	$\frac{0,23}{0,26}$	$\frac{0,16}{0,08}$
То же 6 – 8 т.	0,74	0,01	0,23	0,02	$\frac{0,85}{0,89}$	–	$\frac{0,15}{0,11}$	–
Автобусы	0,65	0,08	0,15	0,12	$\frac{0,44}{0,65}$	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,29}{0,13}$	$\frac{0,17}{0,14}$

Примечание. P_{H1} – выезд транспортных средств с правой полосы движения на правую сторону дороги; P_{H2} – выезд транспортных средств на правую сторону дороги с левой полосы движения; P_{H3} – выезд транспортных средств с правой полосы движения на левую сторону дороги; P_{H4} – выезд транспортных средств на левую сторону дороги с левой полосы движения

Рис. 1. Изображения, номера и наименования знаков

1. Предупреждающие знаки



1.1
Железнодорожный
переезд со
шлагбаумом



1.2
Железнодорожный
переезд
без шлагбаума



1.3.1
Однопутная железная
дорога



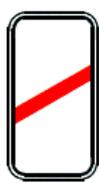
1.3.2
Многопутная
железная
дорога



1.4.1



1.4.2



1.4.3



1.4.4



1.4.5.



1.4.6

Приближение к железнодорожному переезду



1.5
Пересечение
с трамвайной
линией



1.6
Пересечение равно-
значных дорог



1.7
Пересечение с круговым
движением



1.8
Светофорное
регулирование



1.9
Разводной мост



1.10
Выезд на набережную



1.11.1



1.11.2

Опасный поворот



1.12.1



1.12.2

Опасные повороты



1.13
Крутой спуск



1.14
Крутой подъем



1.15
Скользкая дорога



1.16
Неровная дорога



1.17
Искусственная
неровность



1.18
Выброс гравия



1.19

Опасная обочина



1.20.1



1.20.2

Сужение дороги



1.20.3



1.21

Двустороннее движение



1.22

Пешеходный переход



1.23

Дети



1.24

Пересечение с велосипедной дорожкой



1.25

Дорожные работы



1.26

Перегон скота



1.27

Дикие животные



1.28

Падение камней



1.29

Боковой ветер



1.30

Низколетающие самолеты



1.31

Тоннель



1.32

Затор



1.33

Прочие опасности



1.34.1



1.34.2



1.34.3

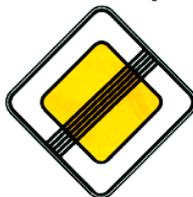
Направление поворота

Рис. 1 (продолжение)

2. Знаки приоритета



2.1
Главная дорога



2.2
Конец главной дороги



2.3.1
Пересечение с второстепенной
дорогой



2.3.2



2.3.3



2.3.4



2.3.5

Примыкание второстепенной дороги



2.3.6



2.3.7

Примыкание второстепенной дороги



2.4

Уступите дорогу



2.5

Движение без оста-
новки запрещено



2.6

Преимущество встречного движения



2.7

Преимущество перед встречным движением

3. Запрещающие знаки



3.1

Въезд запрещен



3.2

Движение
запрещено



3.3

Движение механиче-
ских транспортных
средств запрещено



3.4

Движение грузовых
автомобилей
запрещено



3.5

Движение
мотоциклов
запрещено



3.6

Движение
тракторов
запрещено



3.7

Движение с прицепом
запрещено



3.8

Движение гужевых
повозок запрещено

Рис. 1 (продолжение)



3.9

Движение на велосипедах запрещено



3.10

Движение пешеходов запрещено



3.11

Ограничение массы



3.12

Ограничение массы, приходящейся на ось транспортного средства



3.13

Ограничение высоты



3.14

Ограничение ширины



3.15

Ограничение длины



3.16

Ограничение минимальной дистанции



3.17.1

Таможня



3.17.2

Опасность



3.17.3

Контроль



3.18.1

Поворот направо запрещен



3.18.2

Поворот налево запрещен



3.19

Разворот запрещен



3.20

Обгон запрещен



3.21

Конец запрещения обгона



3.22

Обгон грузовым автомобилям запрещен



3.23

Конец запрещения обгона грузовым автомобилям



3.24

Ограничение максимальной скорости



3.25

Конец ограничения максимальной скорости

Рис. 1 (продолжение)



3.26

Подача звукового сигнала запрещена



3.27

Остановка запрещена



3.28

Стоянка запрещена



3.29

Стоянка запрещена по нечетным числам месяца



3.30

Стоянка запрещена по четным числам месяца



3.31

Конец всех ограничений



3.32

Движение транспортных средств с опасными грузами запрещено



3.33

Движение транспортных средств с взрывчатыми и легковоспламеняющимися грузами запрещено

4. Предписывающие знаки



4.1.1

Движение прямо



4.1.2

Движение направо



4.1.3

Движение налево



4.1.4

Движение прямо или направо



4.1.5

Движение прямо или налево



4.1.6

Движение направо или налево



4.2.1

Объезд препятствия справа



4.2.2

Объезд препятствия слева



4.2.3

Объезд препятствия справа или слева



4.3

Круговое движение



4.4

Велосипедная дорожка



4.5

Пешеходная дорожка

Рис. 1 (продолжение)



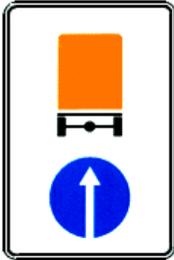
4.6

Ограничение минимальной скорости

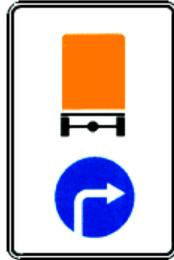


4.7

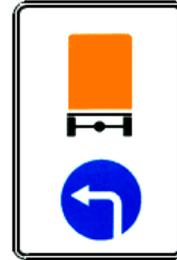
Конец ограничения минимальной скорости



4.8.1



4.8.2



4.8.3

Направление движения транспортных средств с опасными грузами

5. Знаки особых предписаний



5.1

Автомагистраль



5.2

Конец
автомагистрали



5.3

Дорога для
автомобилей



5.4

Конец дороги для
автомобилей



5.5

Дорога с односто-
ронним движением



5.6

Конец дороги
с односторонним
движением



5.7.1



5.7.2

Выезд на дорогу с односторонним
движением



5.8

Реверсивное
движение



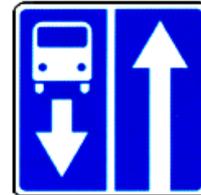
5.9

Конец
реверсивного
движения



5.10

Выезд на дорогу
с реверсивным
движением



5.11

Дорога с полосой
для маршрутных
транспортных
средств

Рис. 1 (продолжение)



5.12

Конец дороги с полосой для маршрутных транспортных средств



5.13.1

Выезд на дорогу с полосой для маршрутных транспортных средств



5.13.2



5.14

Полоса для маршрутных транспортных средств



5.15.1

Направления движения по полосам



5.15.2

Направления движения по полосе



5.15.3

Начало полосы



5.15.4



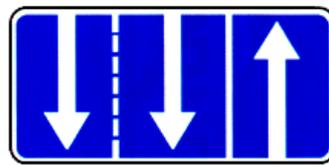
5.15.5

Конец полосы



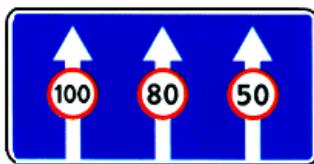
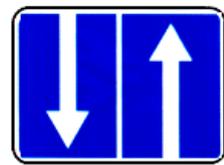
5.15.6

Конец полосы



5.15.7

Направление движения по полосам



5.15.8

Число полос



5.16

Место остановки автобуса и (или) троллейбуса



5.17

Место остановки трамвая



5.18

Место стоянки легковых такси



5.19.1

Пешеходный переход



5.19.2



5.21

Искусственная неровность



5.21

Жилая зона

Рис. 1 (продолжение)



5.22

Конец жилой зоны



5.23.1*

Начало населенного пункта



5.23.2*



5.24.1*

Конец населенного пункта



5.24.2*

Конец населенного пункта



5.25*

Начало населенного пункта



5.26*

Конец населенного пункта



5.27

Зона с ограничениями стоянки



5.28

Конец зоны с ограничениями стоянки



5.29

Зона регулируемой стоянки



5.30

Конец зоны регулируемой стоянки



5.31

Зона с ограничением максимальной скорости



5.32

Конец зоны с ограничением максимальной скорости



5.33

Пешеходная зона



5.34

Конец пешеходной зоны

6. Информационные знаки



6.1

Общие ограничения максимальной скорости



6.2

Рекомендуемая скорость



6.3.1

Место для разворота



6.3.2

Зона для разворота

Рис. 1 (продолжение)



6.4

Место стоянки



6.5

Полоса для аварийной остановки



6.6

Подземный пешеходный переход



6.7

Надземный пешеходный переход



6.8.1

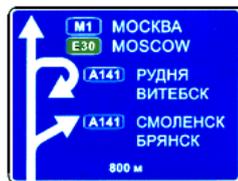


6.8.2

Тупик

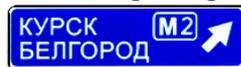


6.8.3



6.9.1*

Предварительный указатель направлений



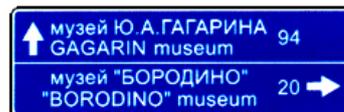
6.9.2*



6.9.3

Предварительный указатель направления

Схема движения



6.10.1*

Указатель направлений

Рис. 1 (продолжение)

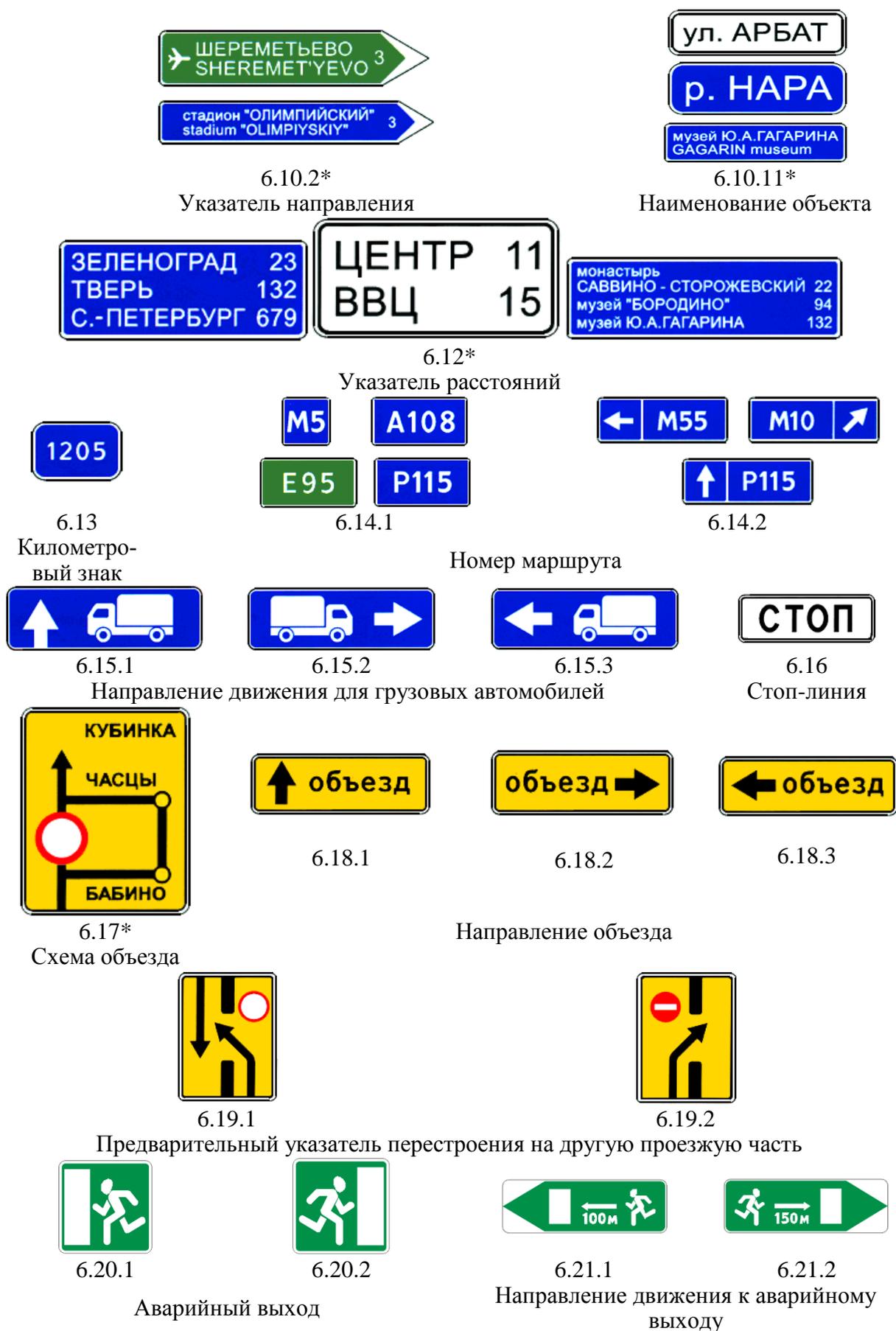


Рис. 1 (продолжение)

7. Знаки сервиса



7.1

Пункт первой медицинской помощи



7.2

Больница



7.3

Автозаправочная станция



7.4

Техническое обслуживание автомобилей



7.5

Мойка автомобилей



7.6

Телефон



7.7

Пункт питания



7.8

Питьевая вода



7.9

Гостиница или мотель



7.10

Кемпинг



7.11

Место отдыха



7.12

Пост дорожно-патрульной службы



7.13

Милиция



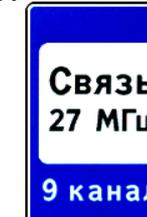
7.14

Пункт контроля международных автомобильных перевозок



7.15

Зона приема радиостанции, передающей информацию о дорожном движении



7.16

Зона радиосвязи с аварийными службами



7.17

Бассейн или пляж



7.18

Туалет



7.19

Телефон экстренной связи

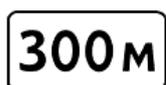


7.20

Огнетушитель

Рис. 1 (продолжение)

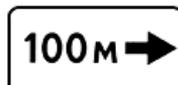
8. Знаки дополнительной информации (таблички)



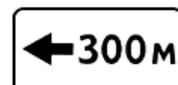
8.1.1



8.1.2

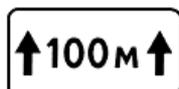


8.1.3



8.1.4

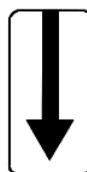
Расстояние до объекта



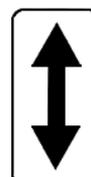
8.2.1



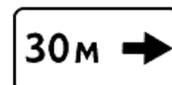
8.2.2



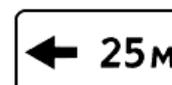
8.2.3



8.2.4



8.2.5



8.2.6

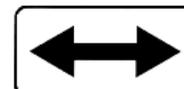
Зона действия



8.3.1



8.3.2



8.3.3

Направление действия



8.4.1



8.4.2



8.4.3



8.4.4



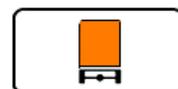
8.4.5



8.4.6



8.4.7



8.4.8

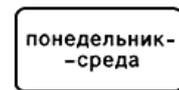
Вид транспортного средства



8.5.1



8.5.2

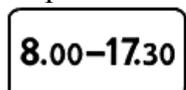


8.5.3

Субботние, воскресные и праздничные дни

Рабочие дни

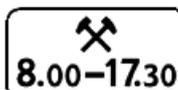
Дни недели



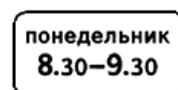
8.5.4



8.5.5



8.5.6



8.5.7

Время действия



8.6.1



8.6.2



8.6.3



8.6.4

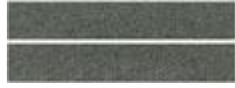
Рис. 1 (продолжение)



Примечание. * Знаки индивидуального проектирования

Рис. 1. (окончание)

Рис. 2. Изображения, номера и характеристика горизонтальной разметки



1.1 (ширина линии 0,1 м)

Разделяет транспортные потоки противоположных направлений и обозначает границы полос движения в опасных местах на дорогах; обозначает границы проезжей части, на которые въезд запрещен; обозначает границы стояночных мест ТС



1.2.1 (ширина линии 0,2 м)

Обозначает край проезжей части на дорогах, отнесенных по условиям движения к скоростным



$v \leq 60$ км/ч, $l_1 = 1 - 3$ м, $l_2 = 3 - 9$ м;
 $v > 60$ км/ч, $l_1 = 3 - 4$ м, $l_2 = 9 - 12$ м.
 $l_1 : l_2 = 1 : 3$, где l_1 – длина штриха,
 l_2 – длина промежутка между штрихами

1.2.2

Обозначает край проезжей части на двухполосных дорогах



1.3

Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих четыре полосы движения и более



1.4 (желтая сплошная линия)

Обозначает места, где запрещена остановка. Применяется самостоятельно или в сочетании со знаком 3.27 и наносится у края проезжей части или по верху бордюра



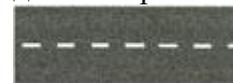
1.5

Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих две или три полосы; обозначает границы полос движения при наличии двух и более полос, предназначенных для движения в одном направлении



1.6 (линия приближения, длина штрихов в 3 раза превышает промежутки)

Предупреждает о приближении к разметке 1.1 или 1.11, которая разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений



1.7 (прерывистая линия с короткими штрихами и равными им промежутками)
 Обозначает полосы движения в пределах перекрестка



1.8 (широкая прерывистая линия)

Обозначает границу между полосой разгона или торможения и основной полосой проезжей части (на перекрестках, пересечениях дорог на разных уровнях, в зоне автобусных остановок и тому подобное)



1.9

Обозначает границы полос движения, на которых осуществляется реверсивное регулирование; разделяет транспортные потоки противоположных направлений (при выключенных реверсивных светофорах) на дорогах, где осуществляется реверсивное регулирование



1.10 (желтая прерывистая линия)
Обозначает места, где запрещена стоянка. Применяется самостоятельно или в сочетании со знаком 3.28 и наносится у края проезжей части или по верху бордюра



1.11
Разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений на участках дорог, где перестроение разрешено только из одной полосы; обозначает места, предназначенные для разворота, въезда и выезда со стояночных площадок и тому подобного, где движение разрешено только в одну сторону



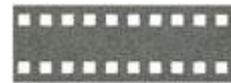
1.12 (стоп-линия)
Указывает место, где водитель должен остановиться при наличии знака 2.5 или при запрещающем сигнале светофора (регулирущика)



1.13
Указывает место, где водитель должен при необходимости остановиться, уступая дорогу транспортным средствам, движущимся по пересекаемой дороге



1.14.1, 1.14.2 ("зебра")
Обозначает пешеходный переход; стрелы разметки 1.14.2 указывают направление движения пешеходов



1.15
Обозначает место, где велосипедная дорожка пересекает проезжую часть



1.16.1 – 1.16.3
Обозначает направляющие островки в местах разделения или слияния транспортных потоков



1.17 (желтая зигзагообразная линия)
Места остановок маршрутных транспортных средств и стоянки такси



1.18
Указывает разрешенные на перекрестке направления движения по полосам. Применяется самостоятельно или в сочетании со знаками 5.15.1, 5.15.2; разметка с изображением тупика наносится для указания того, что поворот на ближайшую проезжую часть запрещен; разметка, разрешающая поворот налево из крайней левой полосы, разрешает и разворот



1.19
Предупреждает о приближении к сужению проезжей части (участку, где уменьшается количество полос движения в данном направлении) или к линиям разметки 1.1 или 1.11, разделяющим транспортные потоки противоположных направлений. В первом случае разметка 1.19 может применяться в сочетании со знаками 1.20.1 – 1.20.3

Рис. 2 (продолжение)



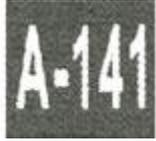
1.20

Предупреждает о приближении к разметке 1.13



1.21 (надпись "СТОП")

Предупреждает о приближении к разметке 1.12, когда она применяется в сочетании со знаком 2.5



1.22

Указывает номер дороги (маршрута)

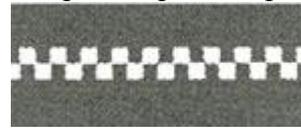
1.23

Обозначает специальную полосу для маршрутных транспортных средств



1.24.1 – 1.24.3

Дублирует соответствующие дорожные знаки и применяется совместно с ними



1.25

Обозначает искусственную неровность на проезжей части

Примечания. 1. Линии 1.1, 1.2.1 и 1.3 пересекать запрещается. Линию 1.2.1 допускается пересекать для остановки транспортного средства на обочине и при выезде с нее в местах, где разрешена остановка или стоянка. Линии 1.2.2, 1.5 – 1.8 пересекать разрешается с любой стороны. Линию 1.9 при отсутствии реверсивных светофоров или когда они отключены разрешается пересекать, если она расположена справа от водителя; при включенных реверсивных светофорах – с любой стороны, если она разделяет полосы, по которым движение разрешено в одном направлении. При отключении реверсивных светофоров водитель должен немедленно перестроиться вправо за линию разметки 1.9. Линию 1.9, разделяющую транспортные потоки противоположных направлений, при выключенных реверсивных светофорах пересекать запрещается. Линию 1.11 разрешается пересекать со стороны прерывистой, а также и со стороны сплошной, но только при завершении обгона или объезда.

2. В случаях, когда значения дорожных знаков, в том числе временных (размещаемых на переносной опоре), и линий горизонтальной разметки противоречат друг другу либо разметка недостаточно различима, водители должны руководствоваться дорожными знаками. В случаях, когда линии временной разметки и линии постоянной разметки противоречат друг другу, водители должны руководствоваться линиями временной разметки.

Рис. 2 (окончание)

Рис. 3. Изображения, номера и характеристика вертикальной разметки



2.1.1 – 2.1.3

Обозначает элементы дорожных сооружений (опор мостов, путепроводов, торцовых частей парапетов и тому подобного), когда эти элементы представляют опасность для движущихся транспортных средств



2.2

Обозначает нижний край пролетного строения тоннелей, мостов и путепроводов



2.3

Обозначает круглые тумбы, установленные на разделительных полосах или островках безопасности



2.4

Обозначает направляющие столбики, надолбы, опоры ограждений и тому подобное



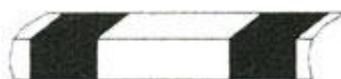
2.5

Обозначает боковые поверхности ограждений дорог на закруглениях малого радиуса, крутых спусках, других опасных участках



2.6

Обозначает боковые поверхности ограждений дорог на других участках



2.7

Обозначает бордюры на опасных участках и возвышающиеся островки безопасности

Рис. 4. Боковик схемы обустройства автомобильной дороги
(размеры даны в миллиметрах)

Граница обслуживания (ЛЭУ, ЛРСУ)	5
Тип ограждения	10
Начало. Длина. Конец барьерного ограждения, м	5
Расстояние между направляющими столбиками, м	10
количество направляющих столбиков, шт.	10
Номер маркировочной линии по оси дороги по ГОСТ Р 51256 – 99, протяжение, м	10
Номер краевой маркировочной линии по ГОСТ Р 51256 – 99, протяжение, м	10
Номер прочей разметки по ГОСТ Р 51256 – 99, м	5
Тротуары и пешеходные дорожки	5
Велосипедные дорожки	5
Пикетаж, разметка проезжей части, ограждения, искусственные сооружения, номера знаков по ГОСТ Р 51256-99, ГОСТ Р 52290–2006, ГОСТ Р – 52289-2004 и их местоположение	100
Велосипедные дорожки	5
Тротуары и пешеходные дорожки	5
Номер краевой маркировочной линии по ГОСТ Р 51256 – 99, протяжение, м	10
Расстояние между направляющими столбиками, м	10
количество направляющих столбиков, шт.	10
Начало. Длина. Конец барьерного ограждения, м	5
Тип ограждения	10
Пикеты и километры	10
← 100 →	

Учебное издание

Алексей Юрьевич Шаров
Антон Александрович Чижов

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор А.Л. Ленская
Компьютерная верстка О.А. Казанцевой

Подписано в печать 22.08.2014	Печать офсетная	Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 13,95	Тираж 100 экз.	Уч.-изд. л. 13,07
		Заказ №

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2