УДК 625.7



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Проект свода правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог и транспортных пересечений (проект 1 редакция).

Пояснительная записка

Москва
2013 г.

gost.e-ecolog.ru

Содержание

1.Состояние проблемы	**2**
2.Анализ состава и содержания норм	**11**
3.Интенсивность движения	**15**
4.Пропускная способность. Уровни обслуживания	**25**
5.Классификация автомобильных дорог	**31**
7.Расчетная скорость	**39**
8.Расстояние видимости	**52**
8.План и продольный профиль	**66**
10.Поперечный профиль	**69**
11.Пересечения и примыкания	**89**
12.Расчетные транспортные средства	**98**
13.Особенности проектирования двухполосных дорог	**99**
14.Автомобильные дороги с низкой интенсивностью движения	**104**
15.Свободная придорожная зона	**111**
16.Особенности проектирования автомобильных дорог на подходах к крупным городам	**113**
17.Критерии оценки проектных решений	**120**
Библиография	**127**

1. Состояние проблемы

Как показало сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования автодорог, наши нормы существенно уступают зарубежным, как в части общих подходов, так и в части учета количества факторов, влияющих на безопасность дорожного движения.

Принятые в прошлом году нормы проектирования автомобильных дорог - Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» основываются на концепции расчетной скорости, предложенной американцем Барнеттом ещё в 1936 году.

В ещё 1954 году в США пересмотрели основные положения этой концепции и определение понятия расчетная скорость, которое до сих пор используется в отечественных нормах.

Как показали результаты многочисленных исследований, проведенных за рубежом, положенные в основу концепции расчетной скорости предположения о том, что геометрические элементы внегородских дорог позволяют водителю управлять автомобилем с постоянной заданной в проекте скоростью, не оправдались. На участках дорог с изменяющимися параметрами плана и продольного профиля, фактические скорости движения автомобиля начинают существенно отличаться от значений расчетной скорости, что приводит к существенному возрастанию риска совершения ДТП.

Рост аварийности на горизонтальных кривых внегородских дорог стал причиной проведения целого ряда исследований. В результате было установлено, что фактическая скорость движения особенно на кривых малого радиуса в первую очередь на 2-х полосных внегородских дорогах, оказывается выше принятой расчетной скорости сто и во многих случаях является причиной возникновения ДТП.

Анализ состава и содержания Свода правил СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги” показывает, что этот документ на содержит принципиальных отличий от ранее действующего СНиП 2.05.02-85*, в основу которого был положен СНиП II-Д.5-72, ориентированный на уровень автомобилизации 10 авт./1000 жителей и отражают условия движения и технический уровень полувековой давности.

Однако к настоящему времени эти нормы устарели и уже отстают от произошедших изменений в количественном и качественном развитии автомобильного транспорта, от требований социально-экономического развития страны и возросших требований к автомобильным дорогам.

Наметился и заметный разрыв между нормами и методами проектирования автомобильных дорог в России и в наиболее развитых зарубежных странах.

Начавшийся в 70-х годах за рубежом бурный рост автомобилизации, сопровождавшийся ростом транспортных потоков, привел к резкому росту дорожно-транспортных происшествий. Это инициировало проведение

масштабных исследований, результаты которых полностью изменили существовавшие ранее подходы к нормированию автомобильных дорог и позволили выработать новые критерии оценки соответствия дороги требованиям безопасности дорожного движения.

Эти исследования основывались на тщательном анализе причин возникновения ДТП с использованием большого количества статистических данных.

Как показали исследования, установить причину ДТП, как правило, достаточно сложно. Чаще всего причиной аварии является сочетание целого ряда обстоятельств, в которых человек, дорога и транспортное средство являются наиболее существенными.

На основании анализа причин аварийности на дорогах и изучения отчетов целого ряда стран было установлено, что 95% несчастных случаев происходит в результате человеческой ошибки, 30% в результате ошибки в конструкции дорог и 10% являются результатом механических дефектов транспортных средств.

Эти данные были получены не на основании отчетов полиции, в которых рассматривается вопрос только о виновнике ДТП. Они содержали детальный анализ причин, которые привели к аварии.

Человеческие ошибки на дорогах не всегда приводят к авариям. Хотя ошибка участника дорожного движения и может повлечь за собой ДТП, но она не обязательно является основной его причиной. Кроме того, человеческое поведение объясняется не только индивидуальными знаниями и навыками, но также окружением, в котором разворачиваются действия человека. Косвенные воздействия, такие, как проектирование и обустройство дороги, характер транспортного средства, правила дорожного движения и их соблюдение или не соблюдение значительным образом влияют на поведение.

Более детальное изучение особенностей и условий движения по автомобильной дороге показало, что основной фигурой, влияющей на безопасность движения, является водитель, и проектировать дорогу необходимо с учетом восприятия ее водителем.

Именно поэтому, научные исследования, проведенные зарубежом в последние десятилетия, были сконцентрированы на изучении поведения водителя и восприятия им проектируемой дороги.

Исследование нервно-эмоциональной напряженности и надежности работы водителей в различных дорожных условиях развивалось и в нашей стране, хотя и медленными темпами из-за меньшей актуальности этой проблемы и из-за существенно меньших транспортных потоков на российских дорогах. Это направление возглавил профессор МАДИ Е.М. Лобанов, защитивший в 1980 г. докторскую диссертацию на тему «Совершенствование норм и методов проектирования дорог и организации движения на основе восприятия водителями дорожной обстановки». Результаты этих исследований концептуально изменили подход к

нормированию проектирования дорог, заменив концепцию расчетной скорости концепцией определения основных геометрических параметров дорог, исходя из восприятия дороги водителем.

Результаты исследований показали, что правильное проектирование дорог имеет решающее значение для предотвращения человеческих ошибок при движении по дороге и приведет к снижению аварийности.

Накопленные за последние десятилетия новые знания об эффективных мерах по повышению безопасности на дорогах и способах их реализации послужили основой для создания современных норм проектирования дорог, которые обеспечивают создание дорожной инфраструктуры, адаптированной к ограничениям и возможностям человеческого потенциала, за счет надлежащего проектирования дороги.

Усовершенствование автодорожной инфраструктуры может способствовать ощутимому снижению количества и тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Придав дороге доступную для понимания участниками дорожного движения конфигурацию, проектировщики могут влиять на их поведение.

Результаты исследований послужили основой для пересмотра норм проектирования автомобильных дорог во всех ведущих западных странах. Результат не заставил себя ждать. По данным статистики переход на новые нормы позволил сократить количество ДТП, в среднем на 20%.

Анализ, проведенный показывает, что с двадцатилетним отставанием у нас в стране произошли глубинные изменения в количественном и качественном развитии автомобильного транспорта, которые должны найти отражение в нормах проектирования автомобильных дорог.

Численность автомобилей в России в последние двадцать лет увеличилась в несколько раз. По показателю уровня автомобилизации наша страна постепенно приближается к уровню автомобилизации ряда европейских стран.

Актуальность коренного пересмотра норм проектирования обоснована в Концепции совершенствования норм проектирования автомобильных дорог одобренной в 2001 году Государственной службой дорожного хозяйства Минтранса России, которая в связи со стагнацией развития нормативной базы не утратила свою актуальность.

Одним из основных показателей потребительских свойств проектируемой автомобильной дороги и главным фактором, влияющим на безопасность дорожного движения и определение значений геометрических элементов дороги, является скорость движения по автомобильной дороге.

Поэтому за рубежом особое внимание уделялось исследованию закономерностей скоростного режима движения транспортных потоков, как одного из основных факторов, определяющего безопасность дорожного движения.

Принятый ООН Глобальный план действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011-2020 гг., на основании имеющегося опыта из 5 наиболее эффективных мер, направленных на предупреждения ДТП, связаны с проектированием дорог и предусматривают «включение элементов дорожной безопасности в землепользование, городское и транспортное планирование» и «проектирование более безопасных дорог». Причем здесь уже идет речь о создании норм проектирования третьего поколения.

Как уже отмечалось, более 30% ДТП являются следствием несовершенства конструкции дороги, т.е. несовершенства норм, по которым она запроектирована.

Удельные показатели аварийности у нас в стране самые высокие среди Европейских стран. За последнее десятилетие Российская Федерация переместилась с третьего места сзади на последнее место по показателям ДТП и смертности на дорогах. Причем в последние годы, разрыв между показателями ДТП в России по сравнению с аутсайдерами постоянно увеличивается. Содравшаяся ситуация во многом связана с несовершенством устаревших норм проектирования.

На 100 тыс. человек населения в России ежегодно погибает в ДТП 25.2 человек, в Голландии - 4.8, в Норвегии - 5, в Германии - 6,0, в Финляндии - 7,2 человек.

Несмотря на наблюдающиеся в последнее время улучшения, дорожно-транспортные происшествия по-прежнему представляют серьезную угрозу для развития общества, принося ежегодно социально-экономические издержки, оцениваемые приблизительно в 29 млрд. долларов США, что составляет более 2% ВВП страны. Огромные издержки, связанные с несовершенством норм связаны с завышенными требованиями к автомобильным дорогам с низкой интенсивностью движения, которые по протяженности составляют более 50% дорожной сети.

С другой стороны нормы проектирования магистральных дорог по целому ряду позиций не соответствуют международным нормам.

Проведенный анализ соответствия действующих норм проектирования требованиям международных норм показал, что целый ряд требований этих норм не нашли отражения в Своде правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги».

Таблица 1

Не соответствия действующих норм проектирования требованиям международных норм

№№ п./п.	Статья, пункт международного акта	Нормативные требования, не учтенные международными нормами	Раздел проекта Свода правил, в котором учтены требования
	Европейского соглашения о международных автомагистралях (СМА) от 15 ноября 1975 года Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА)		

	Сводный вариант от 14 марта 2008 г. Приложение II Условия, которым должны отвечать международные автомагистрали.		
1	2	3	4
1.	III.1 Общие положения	Расчетные параметры и размеры проезжей части зависят от выбора категории дороги, который, в свою очередь, зависит от ее назначения, условий местности (рельефа, застройки окрестностей и т.д.) и общих технико-экономических аспектов. Выбор категории предполагает: -внутреннее соответствие (однородность) характеристик придорожных объектов; -соответствие дороги ее восприятию участниками дорожного движения.	Ч.2 Раздел 6.1.Общие требования к пересечениям и примыканиям Ч.1 Раздел 14.1 Общие требования к элементам плана и продольного профиля
2.	III.1 Общие положения	Концепция "расчетной скорости" может не применяться в случае некоторых маршрутов, проходящих в условиях сложного рельефа.	Ч.1 Раздел 13. Скорость движения
3.	III.2 План и продольный профиль III.2.1 Основные параметры	План и продольный профиль дороги должны сочетаться таким образом, чтобы водитель мог видеть трассу без особых разрывов, предвидеть изменения дорожной ситуации и ясно различать характерные места, в частности перекрестки, въезды и съезды в местах развязок.	Ч.1 Раздел 14.1 Общие требования к элементам плана и продольного профиля
4.	III.2 План и продольный профиль III.2.2 Условия видимости	На дорогах с двусторонним движением минимальное расстояние видимости, необходимое для осуществления обгона, должно обеспечиваться на возможно большем протяжении дороги и как можно равномернее распределяться по ее длине. В случае недостаточной видимости на дорогах с одной проезжей частью для движения в двух направлениях, рекомендуется создавать участки для обгона или временные расширения дороги достаточной протяженности.	Ч.1 Раздел 15.5 Минимальное расстояние видим ости при обгоне на двуполосных дорогах
5.	III.3 Поперечный профиль дороги	В узких туннелях с интенсивным двусторонним движением транспорта, по меньшей мере,	Ч.1 Раздел 16.8 Площадки для аварийной остановки

		через каждые 1 000 м следует оборудовать площадки для аварийной остановки транспорта. В новых туннелях, не имеющих аварийной полосы, следует по мере возможности предусматривать либо возвышающиеся, либо не возвышающиеся над проезжей частью тротуары, предназначенные для использования участниками дорожного движения в случае дорожно-транспортного происшествия. В тех существующих туннелях, где не имеется ни аварийной полосы, ни тротуара, следует принять дополнительные и/или усиленные меры для обеспечения безопасности".	
6.	III.5.1 Выбор типа пересечения	Система развязок на всем протяжении маршрута должна рассматриваться как единое целое как с точки зрения их расположения и расстояния между ними, так и с точки зрения выбора конфигурации пересечений, которая должна быть понятной всем участникам дорожного движения и иметь целью свести до минимума опасность возникновения аварийных ситуаций (в особенности при перекрещивании транспортных потоков).	Ч.2 Раздел 6.1. Общие требования к пересечениям и примыканиям
7.	111.6 Переходно-скоростные полосы	Длина переходно-скоростных полос определяется исходя из расчетной скорости или соответствующей интенсивности движения.	Ч.2 Раздел 10. Проектирование переходно-скоростных полос
8.	IV.6.2 Обеспечение безопасности инвалидов	Водители и пассажиры транспортных средств, испытывающие трудности при передвижении или нуждающиеся в посторонней помощи, также должны иметь возможность беспрепятственно передвигаться по дороге. Поэтому необходимо, чтобы дорога и ее обустройство	Ч.1 Раздел 18.Тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки Ч.2 Раздел 12.Пешеходные переходы

		планировались таким образом, чтобы свести до минимума трудности, с которыми могут сталкиваться такие лица. Во всех случаях необходимо следить, чтобы участники дорожного движения могли самостоятельно выйти из любого затруднения, особенно в районе площадок для отдыха и пунктов обслуживания.	
	Рекомендации Сводной резолюции о дорожном движении ЕЭК ООН (документ ECE/TRANS/WP.1/123 14 августа 2009)		
9.	1.1.2.2 a)	На уровне проектирования инфраструктуры a) установить иерархию дорожной сети с учетом функций, выполняемых каждой дорогой (транзитные перевозки, местные перевозки и т.д.);	Ч.1. Раздел 11.2 Функциональная классификация
10	1.1.2.2 c)	c) следить за тем, чтобы обустройство и планировка дороги не создавали у водителей никаких сомнений, т.е. позволяли бы им легко определять тип дороги, по которой они движутся, и категорию пользователей, которые могут на ней находиться;	Ч.1. Раздел 14.6 Обеспечение зрительной ясности
11	1.1.2.2 d)	d) реализовать комплекс мер по обеспечению движения с низкой скоростью. Например, в городах чаще всего применяются следующие меры: i) создание жилых зон, а также зон с разрешенной скоростью не более 30 км/час; ii) создание перекрестков с круговым движением; iii) использование искусственных неровностей и т.д.	Ч.1 Раздел 13.Скорость движения Ч.2 Раздел 8.Кольцевые пересечения

Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» не содержит норм, обеспечивающих выполнение пунктов 6а, 11.4в, 11.4д, 11.4ж и 11.6 Технического регламента таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».

Сегодня серьезной проблемой является заторы на дорогах. В результате исследований закономерностей движения транспортных потоков родилась теория транспортных потоков, которая стала инструментом для расчетов

пропускной способности дорог и транспортных пересечений. Однако СП 34.13330.2012 не содержит требований к обеспечению пропускной способности проектируемых дорог.

Результаты исследований показали, что остро возникла необходимость введения классификации дорожной сети, которая бы предусматривала формирования целостной «иерархии дорог», каждая из которых выполняет свою транспортную функцию и обладает своими потребительскими свойствами.

Такой подход получил название «функциональная классификация автомобильных дорог». Функциональная классификация автомобильных дорог предусматривает формирование целостной «иерархии дорог», каждая из которых выполняет свою транспортную функцию и обладает своими потребительскими свойствами.

Весьма существенным отличием отечественных и зарубежных норм проектирования автомобильных дорог являются различие в базовом понятии - расчетная скорость. В СП 34.13330.2012 в качестве расчетной скорости, на основании которой определяются основные геометрические элементы дороги, принята «наибольшая возможная (по условиям устойчивости и безопасности) скорость движения одиночного автомобиля при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобилей с поверхностью проезжей части, которой на наиболее неблагоприятных участках трассы соответствуют предельно допустимые значения элементов дороги».

За рубежом за расчетную скорость движения принимают фактическую скорость движения транспортного потока 85% обеспеченности, т.е. скорость, с которой движутся 85% автомобилей в потоке по проектируемой дороге. Характерно отметить, что значение расчетной скорости в нормах зарубежных стран, в отличие от наших норм, определяется расчетом с учетом геометрических параметров проектируемой автомобильной дороги.

Как показал проведенный анализ, при подготовке проекта Свода правил, с целью обеспечения безопасности движения по проектируемой дороге, следует учесть используемые за рубежом подходы к назначению проектной скорости, приняв за расчетную скорость - скорость движения транспортного потока 85% обеспеченности.

Как показали результаты исследований, во многих случаях фактическая скорость движения транспортного потока оказывается больше значений расчетной скорости движения одиночного автомобиля, на основании которой определяются параметры основных геометрических элементов по СП 34.13330.2012.

Отечественные нормы проектирования СП 34.13330.2012 имеют целый ряд серьёзных недостатков. При проектировании плана и продольного профиля они не учитывают современных критериев обеспечения безопасности автомобильных дорог. В них отсутствуют требования к

конфигурации проектной линии в плане и в продольном профиле дороги, которая не должна нарушать ожидаемого восприятия водителями условий движения или возможность большинства водителей безопасно управлять автомобилем с выбранной скоростью на всем протяжении проектируемой дороги.

Отсутствуют нормы, регламентирующие требования к обеспечению зрительной плавности и зрительной ясности дороги, требования к зонам переплетения потоков и к потребительским свойствам проектируемых дорог, основанным на установлении уровней обслуживания, требования к обустройству свободной придорожной зоны, а так же требования к планированию и формированию дорожной сети при проектировании автомобильных дорог, и еще целый ряд положений современных норм геометрического проектирования.

Поэтому одной из задач проекта Свода правил является ликвидация указанных выше пробелов в нормировании и создание норм геометрического проектирования отвечающих современному техническому уровню и требованиям безопасности дорожного движения, которые должны соответствовать требованиям международных норм и Технического регламента таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».

2.Анализ состава и содержания норм

Проект свода правил основывается на основных принципах нового (глобального) подхода к стандартизации и принципах параметрического нормирования, которые предусматривают нормирование в необходимом объеме только технических требований и положений, направленных на достижение конечных целей – обеспечения безопасности и экономичности проектируемых сооружений, без регламентации путей и методов достижения этих целей.

Нормативные характеристики геометрических элементов весьма многочисленны и подробны во всех странах. Например, в США нормируется 57 основных характеристик, в Италии - 56. Российский Федерации Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» нормирует 83 параметра.

Вместе с тем, количество жестко нормируемых параметров и характеристик дорог 0.

елесообразно уменьшить, передав право проектным организациям самостоятельно принимать решения по остальным параметрам и характеристикам и возложить на них всю полноту ответственности за обоснованность принятых решений.

О целесообразности уменьшения количества жестко нормируемых параметров, указывалось в разработанной с привлечением ведущих специалистов научных и проектных организаций и одобренная

Государственной службой дорожного хозяйства Минтранса России Концепции совершенствования норм проектирования автомобильных дорог.

Это должно повысить сбалансированность норм, их логичность, приведет к необходимости для проектировщика анализировать и обосновывать принимаемые проектные решения, а также соответствует тенденции расширения применения автоматизированных систем проектирования, когда большая часть расчетных параметров вводится в программы на основе формул.

Большое количество нормируемых параметров не всегда приводит к повышению качества и надежности принимаемых на их основе решений.

Анализ нормативных документов различных стран показывает, что обилие нормирующих показателей в российском СП 34.13330.2012 зачастую вызывается одновременным нормированием ряда сходных или даже дублирующих показателей. Например, для проектирования продольного профиля одновременно нормируются расстояние видимости, радиусы вертикальных кривых, длины вертикальных кривых, алгебраическая разница уклонов, подлежащая сопряжению с кривыми.

Эта ситуация приводит к тому, что проектировщики вместо творческого выбора лучших характеристик, начинают механически перебирать возможности сыграть на противоречиях, которые могут возникнуть при проверке по всем этим параметрам. В частности, при проектировании реконструкции дорог вместо проектирования продольного профиля плавными кривыми, зачастую разбивают "черный" профиль на мелкие отрезки, которые на пределе норм можно не сопрягать кривыми.

Представляется, что обилие нормируемых в прямом виде геометрических характеристик в Российских нормах связано с имевшей место, в течение долгого времени, отсталостью вычислительных средств и ориентацией на большое количество проектировщиков, имевших недостаточную профессиональную подготовку. Эта особенность имеет ещё один недостаток. Старая система жесткого нормирования вызывает ощущение простоты задачи проектирования автомобильной дороги и привлекает множество непрофессиональных исполнителей, а также снижает чувство ответственности проектировщиков, освобождая их от необходимости критически анализировать свои решения. В конечном счете, это приводит и к снижению качества проектов, безопасности и надежности, автомобильных дорог.

В ряде случаев такая практика нормирования даже вводит в заблуждение и сдерживает развитие технологии проектирования.

Например, в СП 34.13330.2012 приводятся нормы по минимальным радиусам вертикальных и горизонтальных кривых. В российской практике последних десятилетий принято проектировать продольный профиль в виде почти непрерывной кривой, представляющей собой параболу. При этом нормируемый радиус характерен только для одной точки и сам по себе не

отражает ни состояния безопасности движения при его соблюдении, ни связи с динамическими качествами автомобиля.

Прямое нормирование в СП 34.13330.2012 величин радиусов кривых в плане, а также подробное описание переходных кривых, провоцирует проектировщиков на применение только этих типов кривых. Применение клотоид, сплайнов относительно редко, что в принципе неоправданно - проектирование с применением кривых переменного радиуса или сплайнами позволяет достичь лучших результатов при минимальных радиусах в одной точке, является резервом экономии капитальных вложений.

Подобные противоречия учитывались в практике нормотворчества зарубежных стран и устранялись путем замены прямого нормирования величин на применение формульных зависимостей от других параметров и потребительских свойств объекта. Например, в нормах США и Канады отсутствует прямое нормирование радиусов вертикальных кривых. Жесткому нормированию там подлежит расстояние видимости, а длины вертикальных кривых и их минимальные радиусы вычисляются, как функция расстояния видимости.

Радиусы кривых в плане в этих нормах также не являются жесткими. Их параметры определяются расчетом в зависимости от скорости движения и возможностей устройства виража.

Вызывает сомнение необходимость жесткого прямого нормирования длин переходно-скоростных полос в зависимости от категории дороги без учета расчетной скорости и скорости транспортного потока.

Многие параметры, принятые в СП 34.13330.2012 представляются недостаточно обоснованными. В том числе единая ширина полосы движения и обочин для дорог, рассчитанных на интенсивность движения от 3000 до максимально вероятных; перспективный период, равный 20 годам для проектирования пересечений и примыканий и т.д.

В отличие от наших стандартов, зарубежные нормы более гибкие и дают инженеру больше творческих возможностей. Многие параметры в них задаются в форме аналитических зависимостей в отличие от жестких табличных значений, задаваемых отечественными нормами. Они, как правило, содержат не только нормативные требования, но и объяснения на чем они основываются, включая, при необходимости, рисунки, схемы и даже фотографии. Высокая степень детализации освещаемых вопросов, несомненно, положительно влияет на качество проектирования.

Зарубежные нормы во всех случаях, когда это возможно, используют не жесткие нормы, изложенные в табличной форме, а определяют закономерности, по которым они могут изменяться в зависимости от различных параметров и выражаются в форме функциональных зависимостей. В отдельных случаях нормируется диапазон возможных значений нормируемого параметра, в рамках которого проектировщик может принимать значения на основе обоснования методами проектного анализа с

учетом условий строительства, технических, экономических, экологических, юридических и других факторов.

Это позволяет применять более гибкие подходы при проектировании, исходя из конкретных условий проложения трассы дороги и других факторов, повышает творческую активность и ответственность проектировщика в поиске рациональных решений.

Сокращение количества жестко нормируемых параметров и характеристик дорог позволяет проектировщику самостоятельно принимать решения по целому ряду параметров с учетом конкретных условий проектирования и строительства.

Несмотря на отсутствие гибкости и наличия большого количества жестких норм, СП 34.13330.2012 допускает возможность снижения минимальных нормируемых параметров на основе технико-экономического обоснования без проведения дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения.

Наверное, при проектировании нельзя в исключительных случаях обойтись без отступления от норм. Процесс проектирования должен быть гибким, но не в ущерб безопасности жизни людей.

В этом плане опять следует обратиться к зарубежному опыту, где в нормах предусматривается возможность так называемого смягчения параметров, но только на отдельных участках дорог при соответствующих дополнительных мерах, компенсирующих снижение безопасности дорожного движения.

В проекте свода правил изложены принципы, методы, а также допустимые и рекомендуемые значения элементов в плане, продольном профиле при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог. Основные характеристики геометрических элементов автомобильной дороги, которые должны быть приняты при проектировании, изложены в приведенных ниже положениях, которые разработаны, с учетом современных тенденций в области проектирования автомобильных дорог.

В тексте свода правил (в таблицах и на рисунках) приводятся допустимые значения (минимальные и максимальные) для геометрического проектирования автомобильных дорог, полученные на основе динамических характеристик современных автомобилей, визуальной оценки геометрии и оценки критериев безопасного движения автомобиля по дорожному покрытию с обеспеченным водоотводом.

При этом предусматривается сокращение числа обязательных требований и предоставлении проектировщику большей самостоятельности и развитие инициативы при решении экономических и технических задач.

При применении свода правил нельзя руководствоваться только жесткими требованиями и критериями. При проектировании дороги следует принимать во внимание многообразие взаимосвязей между геометрическими

элементами автомобильной дороги, требованиями безопасности дорожного движения и обеспечения пропускной способности, особенностями градостроительной планировки и оценки экономической эффективности строительства и эксплуатации, защитой природы и окружающей среды.

Приведенные в Своде правил нормы и рекомендации по геометрическому проектированию не всегда содержат готовые проектные решения. Во многих случаях они устанавливают пределы, в рамках которых проектировщик имеет определенную свободу при принятии решений для проработки вариантов и выбора оптимальных решений, с учетом конкретных условий проектирования и строительства.

При окончательном выборе проектного решения не допускается снижение капитальных затрат, за счет инженерных решений и изменения значений расчетных параметров, ухудшающих условия безопасности дорожного движения.

3. Интенсивность движения.

Согласно результатам предшествующих отечественных и зарубежных исследований, интенсивность движения транспортных потоков относится к числу факторов дорожных условий, оказывающих весомое влияние на абсолютные и относительные показатели аварийности. Следует ожидать, что в условиях роста численности парка транспортных средств в Российской Федерации, опережающего развитие дорожной сети, роль интенсивности движения с позиции влияния на безопасность движения, в обозримой перспективе, будет только возрастать. В связи с этим, получение статистически надежных закономерностей влияния интенсивности движения автомобилей на показатели риска ДТП, обладает существенной практической значимостью при решении задач прогнозирования аварийности, обоснования норм проектирования нового строительства, реконструкции и капитального ремонта существующих дорог.

В исследованиях ФГУП РосдорНИИ, в качестве исходных данных для оценки влияния интенсивности движения современных транспортных потоков на риск ДТП, была использована обширная информация об интенсивности движения автомобилей (в т.ч. по результатам автоматизированного учета) и аварийности, имеющаяся в отраслевом автоматизированном банке дорожных данных.

С целью обеспечения сопоставимости результатов исследований и исключения влияния побочных факторов, были отобраны участки дорог общего пользования федерального значения общей протяженностью 16,4 тыс. км, расположенные вне населенных пунктов, имеющие удовлетворительное эксплуатационное состояние, ширину проезжей части и обочин, близкую к нормативной. Сведения по аварийности включали данные официальной статистики о ДТП с пострадавшими.

Результаты статистического анализа средних значений показателя плотности ДТП в различных диапазонах интенсивности движения, представленные на рис. 1 и рис. 2, позволяют сделать вывод о наличии монотонного роста плотности ДТП по мере увеличения интенсивности движения. Общий характер установленных зависимостей в целом соответствует кривой «эластичности ДТП» в отношении интенсивности ДТП, полученной в зарубежных исследованиях.

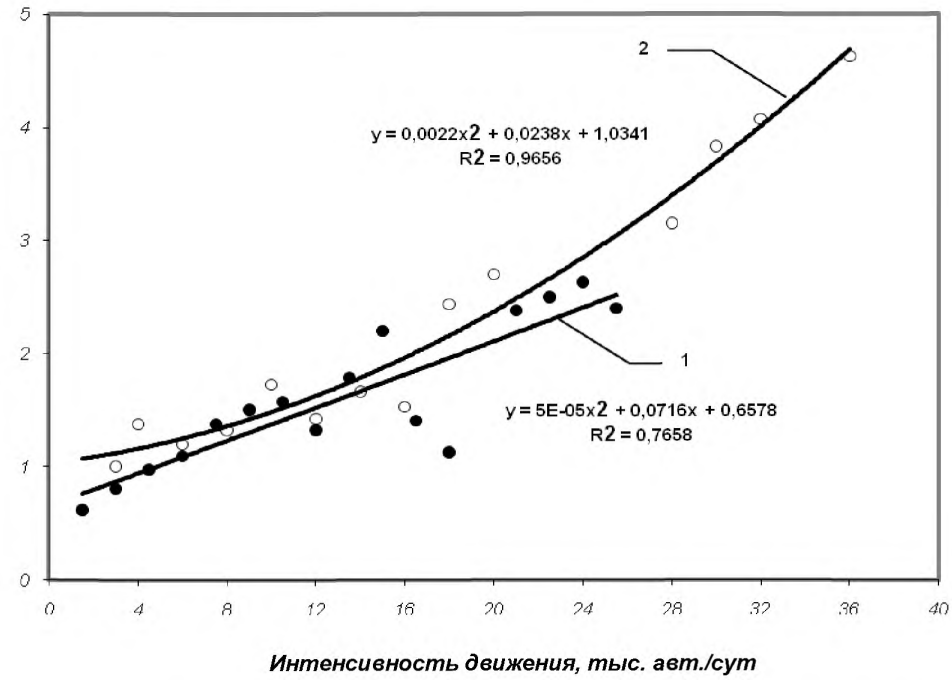


Рис. 1 Зависимость плотности ДТП от интенсивности движения автомобилей на двухполосных (1) и трехполосных (2) дорогах

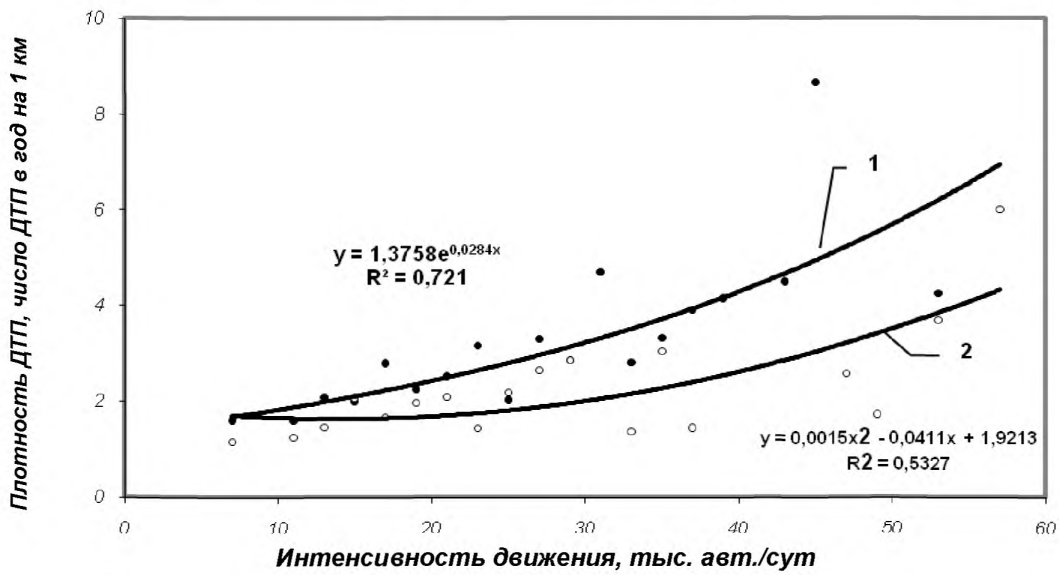
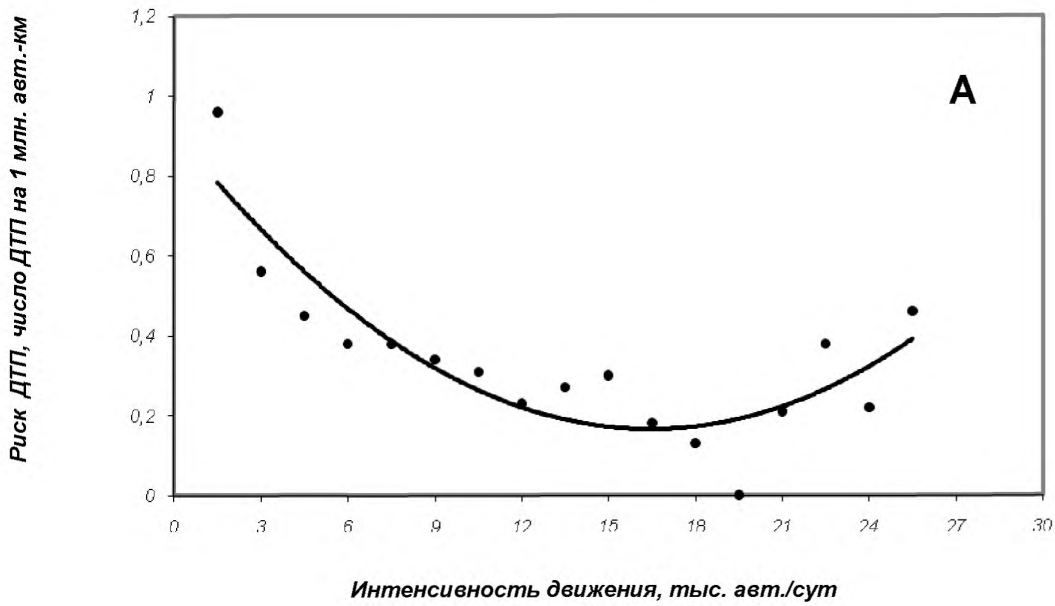
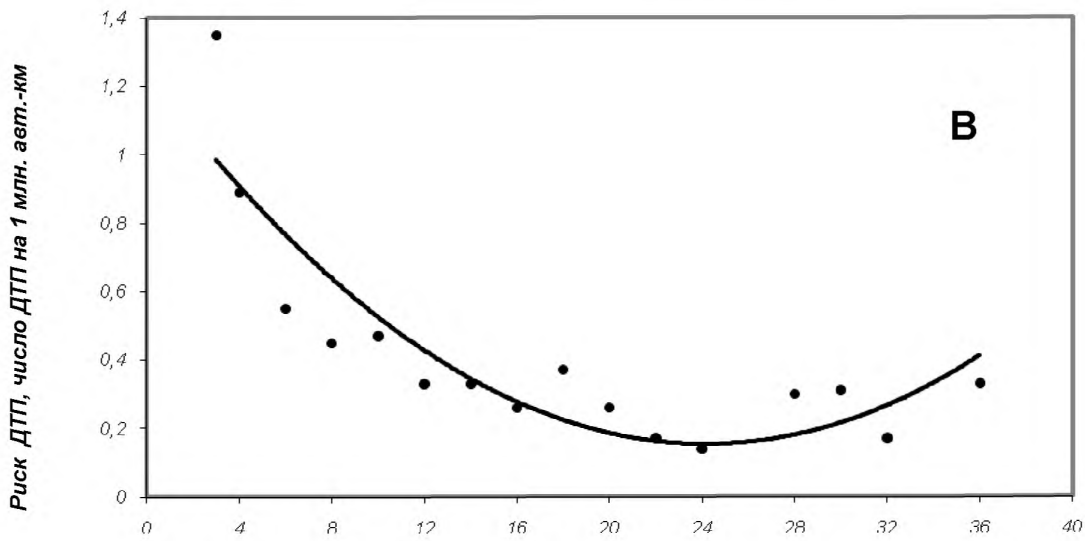


Рис. 2 Зависимость плотности ДТП от интенсивности движения автомобилей на многополосных дорогах (при числе полос движения – 6):
1 – без разделительной полосы;
2 – с разделительной полосой

Вместе с тем, темпы роста плотности ДТП, в зависимости от увеличения интенсивности движения транспортных потоков, различаются для дорог отдельных типов. Так, если для двухполосных дорог в расчете на 1 тыс. автомобилей прироста интенсивности движения в исследуемом диапазоне её изменения, плотность ДТП увеличивается в среднем на 7%, то на трехполосных и многополосных дорогах без разделительной полосы, такая же величина прироста интенсивности движения приводит к увеличению плотности ДТП в среднем, соответственно, на 10 и 11%. Менее чувствительный в отношении роста интенсивности движения показатель плотности ДТП оказался на многополосных дорогах с разделительной полосой – всего 5% на каждую тыс. автомобилей увеличения интенсивности движения.

Существенно иной характер имеет зависимость другого показателя аварийности – риска ДТП от интенсивности движения (рис. 3).





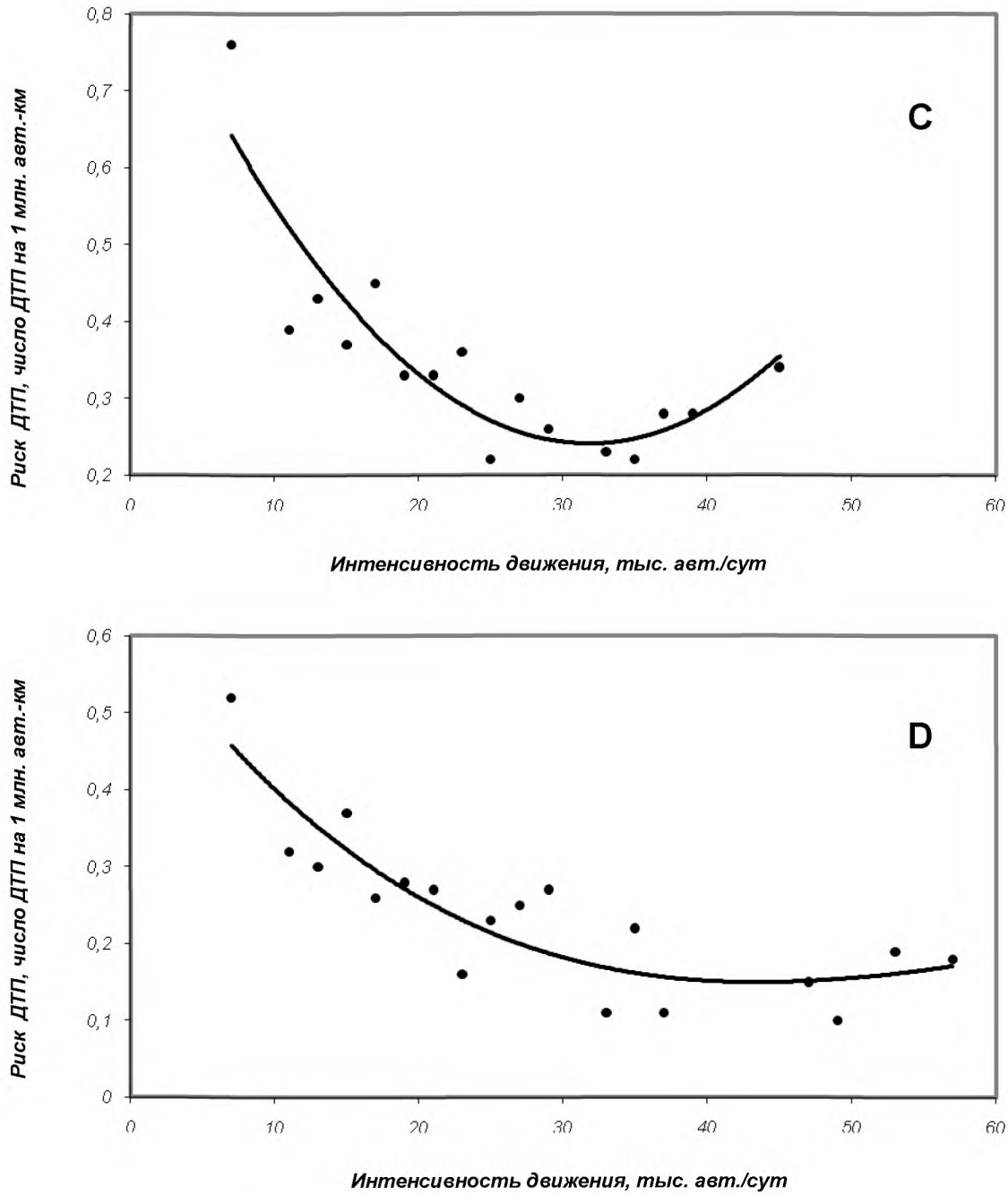


Рис. 3 Зависимость показателя риска ДТП от интенсивности движения автомобилей на дорогах различного типа:
A – двухполосных;
B – трехполосных;
C – многополосных без разделительной полосы;
D – многополосных с разделительной полосой

Характер кривых зависимостей, изображенных на рис. 3, указывает на наличие области изменения интенсивности движения, при которой наблюдаются минимальные значения показателя риска ДТП. Указанное положение можно объяснить достижением оптимального баланса основных мотивов деятельности водителей – скорейшего достижения цели поездки и

безопасности движения. С дальнейшим ростом интенсивности движения, ввиду увеличения потерь времени в пути и дискомфорта при управлении автомобилем мотив скорости начинает играть все более важное значение, что способствует формированию у части водителей модели поведения с повышенным риском ДТП.

Одновременно, при анализе полученных зависимостей следует учитывать, что по мере роста интенсивности движения сокращается доля ДТП с одиночными автомобилями и возрастает число происшествий, в которые оказались вовлечены два и более автомобилей. Последнее обстоятельство способствует увеличению числа пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях.

Результаты исследований позволяют установить величину интенсивности движения автомобилей, соответствующую минимальному наблюдаемому риску ДТП для дорог различного типа (табл. 2).

Таблица 2

Величина интенсивности движения автомобилей, соответствующую минимальному риску ДТП

№ п./п.	Тип автомобильной дороги	Интенсивность движения, соответствующая минимальному риску ДТП, тыс. авт./сут
1	Двухполосная	16.0
2	Трехполосная	24.0
3	Многополосная без разделительной полосы	34.0
4	Многополосная с разделительной полосой	43.0

Таким образом, требования к интенсивности движения на автомобильных дорогах с учетом значительного влияния на риск ДТП, должны найти отражения в техническом регламенте.

Влияние интенсивности движения на риск ДТП может быть оценено и с помощью другого, широко используемого в теории транспортных потоков показателя - коэффициента загрузки дорог. В результате статистической обработки результатов расчета значений показателей риска ДТП на участках дорог с различным коэффициентом (уровнем) загрузки движением, установлены зависимости, представленные на рис. 4.

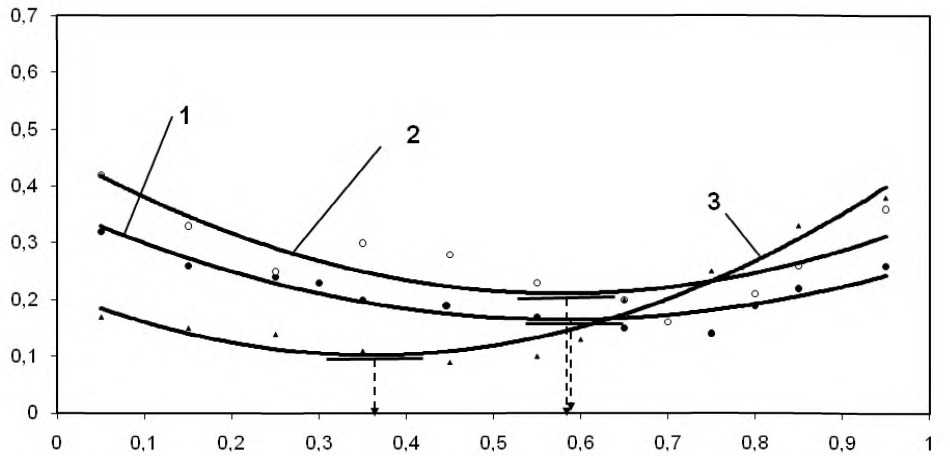


Рис. 3.4 Зависимость показателя риска ДТП от коэффициента загрузки движением на участках дорог вне населенных пунктов:
1 – на двухполосных дорогах;
2 – на многополосных дорогах без разделительной полосы;
3 – на многополосных дорогах с разделительной полосой.

Наиболее важным результатом этих исследований является установление области значений коэффициента загрузки дорог, соответствующей минимальному риску ДТП. Такие, оптимальные по условиям безопасности движения, значения уровня загрузки дорог специфичны для дорог различного типа. Для дорог более высокого класса характерны меньшие значения оптимального уровня загрузки дорог. В обобщенном виде, оптимальные по критерию минимального риска ДТП значения коэффициента загрузки дорог представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения коэффициента загрузки дорог движением, соответствующие минимальному риску ДТП

№ п./п.	Тип дорог	Значения коэффициента загрузки дорог движением, соответствующие минимальному риску ДТП
1.	Двухполосные дороги	0,59
2.	Многополосные дороги без разделительной полосы	0,57
3.	Многополосные дороги с разделительной полосой	0,36

Расчетные интенсивности движения для категорий дорог, приведенные в СП 34.13330.2012 *, отвечают условиям движения 60-х годов, для которых

характерным уровнем автомобилизации было в Москве 60 авт./1000 жит., в России в среднем 12 авт./1000 жит.

На подавляющем большинстве автомобильных дорог, интенсивность движения в тот период не превышала расчетные значения и только в пригородах крупнейших городов реальная интенсивность движения приближалась к расчетной. Для периода 60-80-х годов проблемы пропускной способности дорог и движения плотных транспортных потоков практически не существовало. Кроме этого, распределение интенсивности движения в течение суток имело резко выраженную двугорбую кривую с пиками в утренние и вечерние часы. Состав движения в этот период был: грузовые автомобили 80-90%, легковые - менее 20%.

В настоящее время при уровне автомобилизации в среднем для России более 150 авт./1000 жит., изменился состав движения (легковые автомобили 60-90%), интенсивность движения и распределение суточного объема движения по часам суток. Кривая распределения потеряла пики и остается практически неизменной в течение 15-18 часов. Опыт США и Западной Европы при их уровне автомобилизации соответственно 800-1000 авт./1000 жит. и 500±50 авт./1000 жит. показывает еще более равномерное распределение объема движения в течение суток: на их дорогах, особенно вблизи мегаполисов, пиковая нагрузка сохраняется 18-20 часов, а в таких мегаполисах, как Лос-Анджелес, Нью-Йорк, Париж, Рим - 22-24 часа.

Если в период 60-х годов на час пик приходилось в среднем 12% суточного объема движения, то в настоящее время на час пик приходится 6-8%, а для Европы 4,5-5%. При этом пиковая нагрузка по сравнению с 60-ми годами не только увеличилась, но стала и более продолжительной. Если раньше пиковая нагрузка наблюдалась в течение 1-2 часов, в настоящее время, она сохраняется на протяжении 10-18 часов, т.е. в течение 60-70% времени суток.

Существенно изменилась и интенсивность движения и в период спада движения в вечернее, ночное и утреннее время. Если ранее часовая интенсивность движения в этот период составляла 0,3-1% от суточного объема и была до 30-50 авт./час, то в настоящее время ее величина 100-150 авт./час, что для двухполосных дорог практически равно расчетной часовой интенсивности по СНиП 2.05.02–85*. Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги».

Интенсивность движения в период спада движения ~ 30% времени суток составляет 2-5% от суточного объема. Это означает, что в течение всего времени суток по дороге движется не одиночный автомобиль, как это предполагается по СНиП 2.05.02-85, а транспортный поток и скорость его определяется не расчетной величиной по СНиП 2.05.02-85, а плотностью реального потока.

Изменение распределения интенсивности движения в течение суток, в наибольшей степени коснулось многополосных дорог. Максимальная интенсивность движения на них сохраняется в течение большей части суток.

Продолжительность сохранения близкой к максимальной интенсивности движения на дорогах зависит от их удаленности от города. Эта зависимость наблюдается для городов с населением более 100 тыс. чел. и особенно ярко выражена в пригородах.

Указанные выше закономерности распространяются и на проектируемую автомобильную дорогу.

В СНиП 2.05.02-85* в п.1.5 имеется норма принятия в качестве расчетной часовой интенсивности движения интенсивность 50-го часа.

В Своде правил СП 34.13330.2012 предложена другая, не поддающаяся логике и научному объяснению методика, согласно которой «в случаях, когда среднемесячная суточная интенсивность наиболее напряженного в году месяца более чем в 2 раза превышает установленную на основе экономических изысканий или расчетов среднегодовую суточную, последнюю, для назначения категории дороги, следует увеличивать в 1,5 раза».

Вместе с тем современные условия движения по автомобильным дорогам в условиях движения плотных потоков, имеющих ярко выраженные пиковые нагрузки (часы пик), такой подход не приемлем.

Для обеспечения проектной пропускной способности необходимо в качестве расчетной интенсивности принимать интенсивность расчетного часа.

Работами МАДИ, на основании исследований закономерностей движения транспортных потоков, разработана методика определения интенсивности расчетного часа.

При расчете ширины проезжей части, выборе и разработке мероприятий по организации движения, при проектировании пересечений с дорогами и улицами, в расчетах, связанных с определением уровня загрузки дороги и безопасностью движения, следует использовать расчетную часовую интенсивность движения, расчетное превышение которой должно определяться с учетом последствий в части безопасности, режима, удобства движения и изменения экономических показателей работы автомобильного транспорта. Каждое превышение расчетной интенсивности движения означает, что уровень обеспеченности безопасности и удобства движения транспортного потока снижается относительно расчетного и тем значительнее, чем больше и чаще это превышение.

Высокая интенсивность движения, загрузка движением практически в течение 24 часов в сутки, при ошибке в прогнозе загрузки движением неминуемо приведет к резкому росту аварийности, а учитывая высокую скорость движения на магистрали - к увеличению тяжести происшествий.

Количество дней, в течение которых реальная часовая интенсивность движения превышает рассчитанную через среднегодовую суточную интенсивность (определяется по ранжированному ряду максимальных за сутки часовых интенсивностей) в течение года составляет не менее 180.

Допустимое количество превышений расчетной максимальной часовой интенсивности движения в течение года должно определяться технико-экономическим расчетом, в котором сопоставляются экономия от расчета на меньшую интенсивность движения и потери от дорожно-транспортных происшествий, а так же увеличение автотранспортных затрат.

На основании зарубежного опыта эксплуатации можно рекомендовать для проектируемой автомобильной дороги количество превышений расчетной часовой интенсивности движения не более 30 в течение года. Такая расчетная интенсивность движения будет соответствовать интенсивности 30-го часа. С учетом того, что пиковая нагрузка наблюдается в течение 8-10 часов в сутки, можно ожидать превышения расчетной интенсивности движения в течение 10-15 дней в течение года. Если ориентироваться только на часовую интенсивность, рассчитанную через суточную среднегодовую, то количество дней, в течение которых будет превышена расчетная интенсивность движения, будет составлять не менее 150 дней.

Эта методика положена в основу определения расчетной интенсивности движения в проекте свода правил

Не выдерживают критики, принятые в отечественных нормах проектирования, коэффициенты приведения интенсивности движения различных транспортных средств к легковому автомобилю, которые определялись более 40 лет назад, когда движение по автомобильным дорогам осуществлялось в условиях свободного потока.

В транспортном потоке 60–х годов преобладали грузовые автомобили. Расчетный состав транспортного потока предполагал 70-80% грузовых автомобилей и до 20% легковых. Средний коэффициент приведения грузовых автомобилей к легковому составлял 2,3. В современных условиях, на автомобильных дорогах состав потока существенно изменился и составляет: легковых автомобилей 70-80%, грузовых - до 30%. При установленных в Своде правил СП 34.13330.2012 расчетных интенсивностях движения в приведенных единицах, уровнях загрузки движением и среднего коэффициента приведения к легковому автомобилю, для современных условий расчетная интенсивность движения будет различаться в несколько раз.

При современных плотных транспортных потоках коэффициенты приведения интенсивности движения к легковому автомобилю зависят от состава движения, рельефа местности и условий движения. Значения этих коэффициентов будут различны для двухполосных и многополосных дорог. Эти закономерности подтверждены результатами натурных наблюдений и теоретически, теорией транспортных потоков.

В проекте Свода правил, коэффициенты приведения к легковому автомобилю приняты на основании разработок, выполненных в США (Highway Capacity Manual 2010), которые применяются в большинстве Европейских стран и нормах проектирования трансъевропейской сети.

Для многополосных дорог коэффициент приведения грузовых автомобилей и автобусов к легковому автомобилю $K_{пр}$ определяются по формуле:

$$K_{пр} = 1/1 + P_m(E_m - 1), \quad (1)$$

где:

P_m - доля тяжелых грузовиков и автобусов в потоке;

E_m – коэффициент учитывающий влияние грузового автомобиля и автобуса по таблице 4.

Таблица 4

Коэффициенты, учитывающие влияние грузового автомобиля и автобуса в потоке для многополосных дорог

Тип транспортного средства	Тип рельефа местности		
	Равнинный	Пересеченный	Горный
Тяжелые грузовики и автобусы	1,5	3,0	6,0

Для двухполосных по формуле:

$$K_{пр} = 1/[1 + P_г(E_г - 1) + P_{ап}(E_{ап} - 1) + P_а(E_а - 1)], \quad (2)$$

где:

$P_г$ - доля тяжелых грузовиков в потоке;

$P_{ап}$ - доля автопоездов в потоке;

$P_а$ - доля автобусов в потоке;

$E_г$, $E_{ап}$ и $E_а$–коэффициенты, учитывающие влияние грузового автомобиля и автобуса, по таблице 5.

Таблица 5

Коэффициенты приведения грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов к легковому автомобилю при различных уровнях обслуживания и различном рельефе местности

Тип транспортного средства	Уровень обслуживания	Тип рельефа местности		
		Равнинный	Пересеченный	Горный
1	2	3	4	5
$E_г$ - грузовой автомобиль	А	2,00	4,00	7,00
	Б и В	2,20	5,00	10,00
	Г и Д	2,00	5,00	12,00
$E_{АП}$ - автопоезд с полуприцепом	А	2,20	3,20	5,00
	Б и В	2,50	3,90	5,20
	Г и Д	1,60	3,30	5,20
$E_а$ - автобус	А	1,80	3,00	5,70
	Б и В	2,00	3,40	6,00
	Г и Д	1,60	2,90	6,50

Не трудно увидеть, что расхождения в значениях коэффициентов приведения в зависимости от условий и состава движения могут различаться более чем в пять раз.

Отсутствуют в отечественных нормах требования к учету маятникового движения, которое формируется в окрестностях больших городов за счет трудовых поездок населения утром и возвращение домой в конце дня.

4. Пропускная способность. Уровни обслуживания.

В Своде правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» характеристики транспортного потока не нормируются и какие-либо нормативные требования к ним отсутствуют.

Вместе с тем, в нормах зарубежных стран эти характеристики являются основными для определения основных параметров проектирования автомобильной дороги.

В нормах зарубежных стран состояние транспортного потока характеризуется рядом показателей, часть из которых используется при проектировании дорог.

Наиболее часто используются характеристики: скорость движения, плотность потока, интервалы между автомобилями.

Состояние транспортного потока является одной из характеристик уровня обслуживания.

Из других характеристик потока в практике проектирования используют интервалы между автомобилями.

Интервалы между автомобилями необходимы для расчета пропускной способности пересечений автомобильных дорог. Расчетные значения таких интервалов (граничный интервал, интервал разъезда из очереди) представлены в нормах проектирования в табличной форме, как функция от интенсивности движения по главной дороге (направлению). Величины этих интервалов практически одинаковы в нормах стран ЕС, США и России.

Удобство, безопасность и экономичность движения по автомобильным дорогам в значительной мере определяются степенью загрузки дороги движением. Чрезмерное увеличение интенсивности движения приводит к нарушению равномерности движения потока автомобилей, снижению скорости, увеличению числа дорожно-транспортных происшествий и снижению экономической эффективности автомобильных перевозок.

Для характеристики условий движения используют показатель уровня обслуживания. В США и ЕС приняты шесть уровней обслуживания, которым в порядке убывания от лучшего к худшему присвоены литеры A,B,C,D,E,F.

Уровень обслуживания А характеризует движение свободного потока автомобилей, где отсутствуют взаимные помехи и обгоны, нет группового

движения автомобилей. Для одной полосы движения плотность транспортного потока составляет примерно 6 авт./км.

Поскольку при данном уровне обслуживания скорость движения высока, а плотность потока автомобилей мала, то частота дорожно-транспортных происшествий некоторых видов может быть выше, чем при других уровнях обслуживания, а суммарные затраты на поддержание данного уровня обслуживания могут быть чрезмерными.

Уровень удобства **А** характеризуется коэффициентами загрузки $z<0,2$, коэффициентами скорости $C>0,9$ и коэффициентами насыщения $P<0,1$.

Водители выдерживают желаемую скорость движения. При этом обгоны практически отсутствуют. Эмоциональная напряженность водителей низкая. Водители и пассажиры не испытывают неудобств при движении по дороге. Транспортный поток при уровне удобства **А** называют свободным.

Уровень обслуживания В характеризует движение стабильного потока автомобилей. Однако, движущиеся по дороге автомобили при уровне обслуживания **В**, по сравнению с уровнем **А,** в некоторой мере ограничивают свою эксплуатационную скорость, наблюдается большое количество обгонов, образуются «пачки» автомобилей, плотность движения по одной полосе дороги увеличивается до 12 авт./км, ограничения по маневрированию пока еще незначительны. Данный уровень обслуживания можно считать типичным для загородных дорог высокого класса. Он характеризуется уровнем загрузки в пределах $0,2<z\leq0,45$.

В потоке возрастает число быстро движущихся автомобилей, которые совершают обгоны, либо движутся в пачках за лидером (медленно движущиеся автомобили) до появления безопасного момента для совершения маневра обгона. Происходит резкое падение скоростей движения. Обгоны при коэффициенте загрузки $z=0,45$ затруднены и связаны с высоким эмоциональным напряжением. Эмоциональная напряженность водителей растет, а комфортабельность движения падает. Транспортный поток при уровне удобства **В** называют устойчивым.

Уровень обслуживания С все еще характеризуется стабильным потоком. Но интенсивность движения и плотность транспортного потока уже таковы, что практически все водители вынуждены ограничивать скорость движения, обгоны или переходы с одной полосы проезжей части на другую. Эксплуатационная скорость составляет от 2/3 до 3/4 от максимальной, плотность движения – 19-22 авт./км на полосу. Данный уровень обслуживания часто считают удовлетворительным критерием при проектировании дорог, особенно городских магистралей, для которых обеспечение более высокого уровня обслуживания в период часов пик, может оказаться неприемлемым по экономическим соображениям.

Уровень обслуживания С характеризуется уровнем загрузки в пределах $0,45<z\leq0,7$. При этом наблюдается дальнейшее снижение скоростей движения. Эмоциональная напряженность водителей достигает наивысшего

уровня. Водители и пассажиры испытывают неудобства вследствие невозможности обгона. Поток состоит из больших групп и пачек, которые быстро распадаются при появлении редкой возможности совершения маневра обгона. Транспортный поток при уровне удобства **С** называют неустойчивым.

Уровень обслуживания D характеризуется потоком автомобилей, который приближается к нестабильному. Скорость движения сохраняется в среднем на приемлемом уровне, но иногда внезапно и резко изменяется. Свобода маневрирования и возможности нормальной езды находятся на низком уровне, поскольку плотность движения на полосу достигает 28-31 авт./км, а вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий возрастает. Почти все водители автомобилей считают этот уровень обслуживания неудовлетворительным.

Уровень обслуживания **D** характеризуется уровнем загрузки $0,7<z<\leq 1,0$.

Состояние потока, близкое к затору, движение происходит с остановками. Обгоны исключены. Эмоциональная напряженность водителей снижается вследствие низких скоростей движения. Водители и пассажиры испытывают наибольшие неудобства, движение происходит с неэкономичными скоростями в колонном режиме. В местах ухудшения дорожных условий, возможно возникновение заторов. Транспортный поток при уровне удобства **D** называют плотным (насыщенным).

Верхний предел уровня обслуживания E - это пропускная способность дороги. Движение нестабильно: скорость и интенсивность движения постоянно изменяются, независимый выбор скорости движения и маневра водителем практически невозможен. Из-за малой величины интервала между автомобилями и резкого изменения эксплуатационной скорости, водители испытывают серьезные трудности в управлении автомобилем, а вероятность дорожно-транспортных происшествий высока.

Уровень обслуживания F характеризует движение по магистрали, когда транспортный поток перестает быть свободным: плотность движения превышает 43-47 авт./км. Скорость и интенсивность движения ниже, чем при уровне обслуживания **E**, а в короткие промежутки времени они могут падать до нуля. Заторы постоянны.

Таблица 6

Характеристики потока при разных уровнях обслуживания

Уровень обслуживания	Характеристика потока	Скорость 85%, км/ч	Уровень загрузки при суммарном количестве полос проезжей части			Интенсивность движения на полосу*, авт./ч
			две	три	четыре	
A	Свободный	96	0,35	0,40	0,43	420-600
B	Стабильный	88	0,50	0,58	0,63	600-750
C	Стабильный	80	0,75	0,8	0,83	900-1500
D	Приближающийся к	64	0,9	0,9	0,9	1000-1800

	нестабильному					
E	Нестабильный	48	1,0	1,0	1,0	1200-2000
F	Заторы	10-15	-	-	-	

* - первая цифра – для двухполосных дорог, вторая – для многополосных дорог

Водитель автомобиля субъективно оценивает уровень обслуживания - возможностью выбора режима и скорости движения, простотой или сложностью маневрирования, чувством опасности движения (как правило, неосознанным), комфортом и другими характеристиками. Некоторые из них (например, комфорт водителя) не измеряют, но оценивают по субъективным характеристикам, а некоторые вообще не поддаются измерению.

Под уровнем обслуживания понимается качественное состояние потока автомобилей, при котором устанавливаются, характерные условия труда водителей. Максимальная интенсивность движения, соответствующая определенному уровню обслуживания, называется расчетной интенсивностью движения при данном уровне обслуживания, она и используется при проектировании дороги. По сути, эта интенсивность заменяет принятую у нас расчетную интенсивность движения.

Основные факторы, характеризующие уровень обслуживания:

1.Уровень загрузки дороги движением.

2.Скорость и продолжительность движения.

3.Наличие участков, ограничивающих свободу движения, т.е. число остановок на 1,0 км пути, продолжительность задержек, величина и частота изменения скоростей движения для поддержания желаемого интервала между движущимися автомобилями.

4.Свобода маневрирования, т.е. количество свободных маневров, выполняемых для поддержания желаемой скорости движения.

5.Безопасность движения.

6.Удобство вождения автомобиля, т.е. степень влияния дорожных условий и характеристик движения транспортного потока на удобство управления транспортным средством.

7.Экономичность, т.е. стоимость проезда на автомобиле по данной дороге.

При определении уровня обслуживания целесообразно учитывать все перечисленные семь факторов, хотя в настоящее время недостаточно данных, характеризующих количественное влияние каждого их них на уровень обслуживания. Поэтому, для характеристики того или иного уровня обслуживания, используют скорость движения и уровень загрузки дороги движением, который определяется, как отношение интенсивности движения на данном участке дороги, к пропускной способности этого участка, выраженное в тех же единицах, что и интенсивность движения.

Характеристики уровней обслуживания, принятые в США и странах ЕС мало различаются и в настоящее время могут рассматриваться, как мировая норма.

Отсутствие в отечественных нормах самого понятия «уровень обслуживания», который является характеристикой потребительских свойств дороги, следует считать большим недостатком. Без него не ясно, на кого и на какие характеристики работы ориентирована дорога. В зарубежных нормах это главный показатель, который определяет нормы проектирования дороги, поэтому в наши национальные нормы необходимо вводить этот показатель наряду с другими характеристиками транспортного потока. Это потребует некоторых изменений в технологии разработки проекта, поскольку необходимо будет знать интенсивность движения для каждого участка дороги, которая меняется после каждого примыкания, съезда, пересечения. Знать пропускную способность, которая определяется параметрами геометрических характеристик дороги, скоростного режима транспортного потока, который зависит не только от параметров дороги, но и состава транспортного потока.

Однако эта новация позволит повысить безопасность дорожного движения и пропускную способность автомобильных дорог.

Одним из важнейших показателей работы дороги является уровень загрузки дороги движением, который определяется, как отношение интенсивности движения к пропускной способности дороги на данном участке. Экономически эффективный уровень загрузки для скоростных дорог может составлять до 0,7. При превышении этого уровня скорость движения начинает снижаться, вначале незначительно, затем более заметно, но всегда сразу начинает расти аварийность.

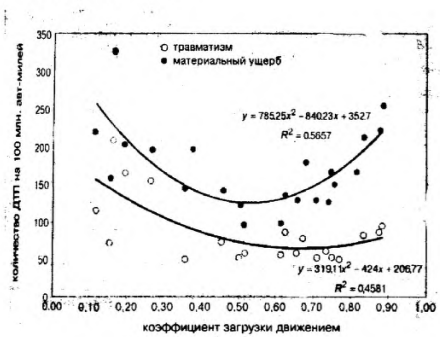


Рис. 5 Изменение аварийности на автомагистрали
с ростом уровня загрузки движением

Основой для расчета уровня загрузки движением является расчетная часовая интенсивность движения и пропускная способность участка дороги.

Очень часто путают скорость потока, движущегося в режиме пропускной способности (максимальная интенсивность движения) с допустимой скоростью движения. Режим пропускной способности достигается, если участники движения имеют возможность заполнять разрывы в потоке, а это может быть только в том случае, если разрешенная скорость выше той, которая устанавливается в потоке в режиме пропускной способности. Так, если для смешанного потока на двухполосных дорогах, для которого при максимальной пропускной способности устанавливается скорость 45-55 км/ч, ввести ограничение 60 км/ч, пропускная способность снизится на 25-30%. Для того, чтобы в течение длительного времени обеспечить максимальную пропускную способность дороги, разрешенная скорость движения должна быть не менее чем на 20-25% выше средней скорости потока.

В транспортном потоке, и особенно в плотном потоке, скорость движения является вторичной. Первичной является интенсивность движения, вернее уровень загрузки дороги, который определяется, как отношение интенсивности движения к пропускной способности дороги (рис. 3.6). При этом расчетная скорость не сказывается на изменении пропускной способности дороги.

Для обеспечения максимальной пропускной способности автомобильной дороги разрешенная скорость должна быть не ниже 80 км/ч. Таким образом, если к ограничению скорости движения подходить с позиций обеспечения высокой пропускной способности, то эту скорость следует рассматривать как нижний предел ограничения, в отличие от допустимой скорости по условиям безопасности движения, которая является верхним пределом ограничения.

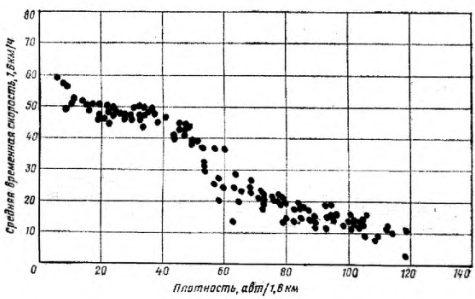


Рис. 6 Зависимость скорости движения от плотности транспортного потока

Пропускная способность полосы движения и всей проезжей части, как норма в нормативных документах на проектирование дорог в странах ЕС и США отсутствует. Пропускную способность, которая необходима для расчета уровня загрузки дороги движением, за рубежом предлагается рассчитывать для каждого участка дороги с учетом дорожных условий и

состава транспортного потока. В СП 34.13330.2012 такие положения отсутствуют, хотя такая же рекомендация имеется и в отечественных методических документах для определения пропускной способности. При этом приводится пропускная способность полосы движения для «идеальных» условий при отсутствии каких-либо помех для движения.

В ФРГ и США дороги на 100% использование пропускной способности не проектируются. Нормой они считают уровень обслуживания и для него определяют допустимую интенсивность движения.

При подготовке проекта Свода учен зарубежный и отечественный опыт определения пропускной способности автомобильных дорог, в том числе обязательного включения в нормы оценки пропускной способности транспортных развязок, которые являются наиболее узким местом и источником образования транспортных заторов.

5. Классификация автомобильных дорог.

Классификация автомобильных дорог необходима для решения задач планирования развития дорожной сети, оценки структуры и состояния дорожной сети, выбора класса и категории при проектировании дорог. Таких классификаций четыре: административная, по видам собственности, функциональная и техническая. Каждая из классификаций решает определенные задачи. Для целей проектирования дорог необходимы функциональная и техническая классификации.

В отличие от зарубежных норм, в отечественных нормах проектирования Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» - понятие функциональной классификации дорог отсутствует.

Функциональная классификация дорог группирует дороги по характеру предоставляемого обслуживания транспортных связей. В соответствии с функциональной классификацией, стандарты и уровни обслуживания варьируются в зависимости от функции дорог, а интенсивность и состав движения служат для уточнения стандартов для каждого класса. Процесс проектирования, при наличии функциональной классификации строится по следующей схеме:

-определяется функция дороги и соответствующий ей уровень обслуживания;

-затем, для ожидаемой интенсивности движения и состава транспортного потока, выбирается наиболее рациональная категория дороги, экономически выгодная расчетная скорость и геометрические параметры, обеспечивающие заданный уровень обслуживания.

При этом решаются две задачи – формируется структура дорожной сети и обеспечивается требуемая транспортная связь. Такая схема планирования развития сети и проектирования дорог принята в странах ЕС,

США, Канады. Необходимость функциональной классификации признали практически все страны ЕС и Америки, кроме России.

В России нормах проектирования нет понятия функциональная классификация. Поэтому дороги, выполняющие разную функцию, и имеющие различный состав и условия движения, проектируются по одинаковым нормам без обеспечения необходимых уровней обслуживания, для которых также отсутствуют национальные нормы.

Рекомендации по установлению функциональной классификации дорог содержатся в документах ЕЭК ООН и докладе рабочей группы президиума Государственного совета Российской Федерации.

О необходимости введения у нас в стране функциональной, административной и технической классификации автомобильных дорог, каждая из которых имеет определенное назначение и свои классификационные признаки, указано в Концепции совершенствования норм проектирования автомобильных дорог, одобренная Государственной службой дорожного хозяйства Минтранса России.

Однако недавно утвержденный СП 34.13330.2012 не учитывает этих рекомендаций.

Сравнивать технические категории, принятые в разных странах, не всегда возможно, поскольку технические параметры дорог больше ориентированы на функциональное назначение дороги, чем на ее категорию. Более того, в США, например, технические параметры, устанавливаются исключительно по функции, выполняемой дорогами в составе национальной дорожной сети. Для этих дорог установлены стандарты на уровни обслуживания, расчетные скорости, поперечный профиль. Решающим фактором, определяющим требования к техническим характеристикам дороги, является уровень обслуживания.

В странах Западной Европы, техническая классификация имеется, но существует не сама по себе, а является частью функциональной классификации. Например, в ФРГ, Италии, Франции одна и та же категория дороги может иметь разные технические параметры в зависимости от ее функции в национальной дорожной сети.

Принятая в России техническая классификация очень жестко разделяет дороги по категориям, не затрагивая расчетные скорости и интенсивность движения, поскольку эти характеристики не являются постоянными, т.е. не могут считаться классификационными признаками. Такая техническая классификация пригодна для оценки дорог существующих физически или в законченном проекте, но оторвана от проектирования дорог, которое использует нормы, а не классификационные признаки. Этот недостаток можно устранить введением функциональной классификации, разукрупнением категорий дорог с дифференциацией норм проектирования - прежде всего по расчетной скорости и поперечному профилю.

Интенсивность движения может быть нормой для выбора категории дороги, но не напрямую, как это сегодня у нас в СП 34.13330.2012, а через уровень обслуживания, который является более объективной характеристикой условий движения, чем интенсивность потока.

Проведенный анализ зарубежного опыта подтверждает целесообразность введения функциональной классификации автомобильных дорог в отечественных нормах. Что, как показала практика, приводит к существенному снижению аварийности на дорогах.

Рекомендации по установлению функциональной классификации дорог содержатся в рекомендациях Правительствам стран участниц ЕЭК ООН и докладе рабочей группы президиума Государственного совета Российской Федерации.

По данным Всемирной организации здравоохранения, введение функциональной классификации автомобильных дорог позволяет снизить количество ДТП в среднем на 20%.

Введение функциональной классификации автомобильных дорог в нашей в стране будет способствовать снижению аварийности на дорогах, сокращению заторов и повышению пропускной способности основных магистралей, а введение функционального класса дорог с низкой интенсивностью движения позволит снизить затраты на ремонт и содержание дорог низких технических категорий.

Максимальная скорость движения.

Начавшийся в 70-е годы, за рубежом, бурный рост автомобилизации, сопровождавшийся ростом плотности транспортных потоков, привел к резкому росту ДТП.

Как было установлено проведенными исследованиями в условиях плотных транспортных потоков, при высоких скоростях движения причинами ДТП стали расстояния между транспортными средствами в потоке, которые стали недостаточным при совершении экстренного торможения в условиях плотных транспортных потоков. Это потребовало введения ограничения максимальных скоростей движения.

Мировая практика имеет тенденцию снижения расчетных скоростей для дорог высших категорий, поскольку реальность сегодняшнего дня – движение на этих дорогах не одиночных автомобилей и даже не разреженных потоков, а плотных потоков, загружающих дороги до уровня пропускной способности. В таких условиях реализовать расчетную скорость движения невозможно. Кроме этого, для снижения количества и тяжести ДТП в большинстве стран Западной Европы и в России введены ограничения скоростей, эти ограничения значительно ниже расчетных скоростей и очень жестко отслеживаются службами надзора за движением.

Аналогичная картина наблюдается и на нашей дорожной сети, особенно в зоне влияния мегаполисов. На дорогах, работающих в режиме ограниченной пропускной способности, скорости движения автомобилей составляют 30-35% от расчетной, но в период спада интенсивности движения, когда уровень загрузки снижается до 0,3-0,1, скорость движения 85% обеспеченности транспортного потока в определенных условиях может быть больше расчетной скорости.

Мировая норма в части ограничения скоростей движения требует устанавливать верхний предел разрешенной скорости на 10-15 км/ч меньше расчетной скорости для конкретной категории дороги.

Недопустима ситуация, когда разрешенная скорость движения выше расчетной. В России общее ограничение скорости для дорог I категорий составляет 110 км/ч, а для двухполосных дорог 90 км/ч.

Характерным для сегодняшней ситуации на наших дорогах является то, что фактическая скорость транспортного потока 85% обеспеченности и максимальные скорости на автомобильных дорогах могут быть выше расчетной скорости, по которой назначаются основные геометрические элементы проектируемой дороги.

В Западной Европе и США для оценки достаточности величины расчетной скорости для обеспечения скорости движения основной массы автомобилей используют уровень 85% обеспеченности.

В европейских нормах расчетная скорость принята для многополосных дорог, соответствующих нашим категории IA не более 120 км/ч, для скоростных дорог (аналог нашей категория IБ) – 120-100 км/ч, для двуполосных дорог 100-60 км/ч.

С учетом мирового опыта, тенденций в установлении расчетных и разрешенных скоростей движения и отечественных исследований, в проекте Свода правил предложено изменить величины расчетных скоростей движения. С ориентацией на существующие скорости 85% обеспеченности для дорог категорий IA, IБ, IВ предложено понизить расчетные скорости до 120 км/ч (мировая норма), а для двухполосных дорог снизить – для III категории до 100-70 к/ч, для IV категории до 50-80 км/ч, а для дорог V категории от 30-50 км/ч.

Технико-экономические расчеты при таких изменениях в величинах расчетных скоростей показывают для дорог I категорий снижение суммарных приведенных затрат за счет сокращения единовременных затрат при неизменном уровне обеспеченности безопасности движения, а для двухполосных дорог – снижение единовременных из-за снижения требований норм для минимальных радиусов кривых в плане и продольном профиле, и позволит существенно уменьшить потери от ДТП.

Сравнение максимальных расчетных скоростей движения, применяемых в нормах проектирования различных стран приведено ниже в таблице 8.

Таблица 8

Максимальная расчетная скорость согласно нормам проектирования различных стран

№ п/п	Страна	Максимальная расчетная скорость согласно нормам проектирования км/час
1	*2*	*3*
1	Китай	100
2	Чешская республика	120
3	Дания	120
4	Венгрия	120
5	Япония	120
6	Голландия	120
7	Великобритания	120
8	Германия	130
9	США	112
10	Россия:	
11	СП 34.13330.2012	150
12	ГОСТ Р 52399-2005	140
13	Проект Свода правил	120

Как видно из представленной выше таблицы, предложенная в проекте Свода правил, максимальная расчетная скорость будет соответствовать мировой практике.

Требования Правил дорожного движения к максимальным скоростям движения в Российской Федерации в ряде случаев не согласуются с нормами проектирования автомобильных дорог. Так, согласно Правил дорожного движения, максимальная скорость дорожного движения вне населенных пунктов должна составлять не более 110 км/час на автомагистралях и не более 90 км/час для остальных дорог. В соответствии с таблицей 5.1 СП 34.13330.2012 расчетная скорость для дорог IV-V технических категорий, а так же дорог III категории в пересеченной местности ниже 90 км/час, причем, как показывает практика, знаки, ограничивающие скорость движения на этих дорогах, в ряде случаев отсутствуют.

Среди развитых стран Россия является, пожалуй, единственной страной в которой лимит максимальной скорости для всех дорог кроме автомагистралей принят одинаковым для всех дорог кроме и составляет 90 км/час. При таком значении максимальной скорости она существенно превосходит расчетные скорости для проектирования автомобильных дорог IV и V категорий, т.е. геометрические параметры на этих дорогах не обеспечивают безопасность дорожного движения.

Отечественные и зарубежные исследования показывают, что ограничение скоростей движения практически всегда приводит к уменьшению количества ДТП. При этом эффект больший, чем больше величина снижения 85% скорости потока. При снижении этой скорости до 5% количество ДТП практически не изменяется, но уменьшается количество

тяжелых ДТП, при изменении до 10% - снижается, как общее количество ДТП (на 18-20%), так и их тяжесть (на 15-18%).

Снижение разрешенной скорости на 10 км/ч имеет неодинаковый эффект при разных начальных скоростях. Наибольший эффект, естественно, при высоких (свыше 100 км/ч) скоростях движения и практически отсутствует при начальных скоростях 60 км/ч и ниже.

Не смотря на это, в настоящее время в Правительство внесены поправки в правила дорожного движения, предусматривающие увеличение минимальных скоростей движения на автомагистралях со 110 км/час до 130 км/ч.

Бытующее у нас в стране мнение о существенном преимуществе, получаемом пользователем при увеличении скорости, ничем не обосновано и не подтверждается теорией и практикой. В этой связи имеет смысл привести отдельные выдержки из доклада Пятьдесят первой сессии ЕЭК ООН (Женева, 20-22 марта 2007 года).

Выигрыш времени при увеличении скорости незначителен и зачастую у нас в стране переоценивается. Например, на 100-км дистанции увеличение скорости со 130 до 150 км/ч позволяет сэкономить всего 6 минут. При этом степень риска побывать в ДТП возрастает в 1,7 раза.

В докладе отмечается, что с ростом скорости увеличивается расстояние до полной остановки, которое эквивалентно расстоянию реакции плюс тормозной путь. Время реакции водителя на неожиданное событие на внегородских дорогах варьируется в пределах 1-2 сек.

В приведенной ниже таблице в качестве примера указан тормозной путь при времени реакции 1 сек.

Таблица 9

Тормозной путь при незагруженном транспортном средстве, в котором находится только водитель

Скорость, км/ч	Расстояние, необходимое для полной остановки на сухом дорожном покрытии (м) при показателе сцепления шины 0,7	Расстояние, необходимое для остановки на влажном дорожном покрытии (м) при показателе сцепления шины 0,4
30	17	18
50	34	38
90	82	95
100	106	118
130	147	179

Таблица 10

Тормозной путь для транспортного средства с полной загрузкой

Скорость, км/ч	Расстояние, необходимое для полной остановки на сухом дорожном покрытии (м) при показателе сцепления шины 0,7	Расстояние, необходимое для остановки на влажном дорожном покрытии (м) при показателе сцепления шины 0,4
30	18	20
50	38	44
90	95	122
100	113	145
130	176	215

При отсутствии явных преимуществ увеличение значения допустимой разрешенной скорости движения будет иметь целый ряд негативных последствий:

а) движение на повышенной скорости ведет к увеличению уровня загрязнения и шума, а также к росту эксплуатационных расходов (возрастает потребление горючего и масла, быстрее изнашиваются шины).

б) с увеличением скорости повышается риск ошибки и быстрее наступает усталость.

в) скоростное движение требует особой квалификации водителя в ночное время: фары ближнего света освещают участок протяженностью всего 30 м, и на скорости свыше 70 км/ч столкновение с внезапно возникшим в освещенной зоне препятствием становится неизбежным.

г) с увеличением скорости ухудшается зрительное восприятие: поле зрения водителя на скорости 40 км/ч составляет 100°, на скорости 130 км/ч снижается до 30°.

д) с увеличением скорости ухудшается сцепление дорожного покрытия с шинами.

От скорости движения зависит качество жизни, особенно в городских зонах. Поэтому в большинстве стран мира учитывают приведенные выше факты при установлении ограничений скоростного режима и расчетной скорости.

Уровни ограничения скоростей, принятые в разных странах, очень близки. Это объясняется объективным характером закономерностей движения транспортных потоков на автомобильных дорогах и городских улицах.

Вместе с тем, ныне действующие у нас в стране автомагистрали и скоростные дороги не соответствуют по своим показателям автомобильным дорогам этого класса, т.к. на них имеются примыкания и пешеходные переходы в одном уровне. Это дает основание полагать, что для этих классов

дорог максимальная разрешенная скорость движения у нас в стране на 10-15% выше, чем в зарубежных странах.

В России, где плотность транспортных потоков на дорожной сети приближается к среднеевропейской, необходимо пересмотреть не только установленные более 25 лет назад пределы общего и местного ограничения скоростей на автомобильных дорогах и городских улицах, сколько сам подход к определению уровня таких ограничений. Главными критериями, при этом, должны стать безопасность движения, пропускная способность дороги и экология.

Общая тенденция назначения расчетной скорости движения при проектировании дорог – чем выше уровень автомобилизации страны, а, следовательно, и плотность транспортных потоков на дорожной сети, тем меньшую расчетную скорость движения принимают в нормах проектирования.

Причина этого заключается в том, что в современных условиях по дорогам движутся не одиночные автомобили, а транспортные потоки. А при высокой плотности транспортного потока влияние размеров геометрических элементов на скорость и безопасность движения снижается, и главным фактором становится организация движения и мероприятия по обеспечению высокой пропускной способности дороги. Скорость всего транспортного потока менее 120 км/час при уровне загрузки менее 0,6-0,7 соответствует уровню обеспеченности не ниже 85%. При более высоком уровне загрузки (более 0,7) скорость транспортного потока 85% обеспеченности снижается до 100 км/час. Скорость движения транспортного потока может быть повышена только при уменьшении уровня загрузки дороги движением. Увеличение, в этом случае, расчетной скорости никакого положительного эффекта не дает.

В больших городах, в частности в Москве, затрачиваются огромные средства для создания магистралей непрерывного движения с допускаемой скоростью 80 км/ч, ошибочно полагая, что этим повышается пропускная способность магистрали и удобство движения. Эффект от такого решения только отрицательный. Необходимо учитывать, что пропускная способность автомобильной дороги зависит от скорости движения и формирующихся в зависимости от неё минимальных расстояний между транспортными средствами в потоке. При этом зависимость между пропускной способностью и скорость движения выражается в виде выпуклой кривой с максимальным значение пропускной способности при скорости около 60 км/час.

Пропускная способность улицы определяется не высокой разрешенной скоростью движения, а пропускной способностью ее «узких» мест (пересечений, примыканий, участков с изменением количества полос движения), из-за которых на улицах создаются заторы движения и быстрота их роста навстречу движению определяется скоростью транспортного потока. Излишне высокая скорость движения, учитывая небольшие

расстояния поездок, не дает ощутимого выигрыша во времени, поскольку в условиях высокой загрузки улично-дорожной сети города общая продолжительность поездки определяется не максимальной скоростью движения, а продолжительностью нахождения в заторах.

Учитывая опыт европейских стран, дорожная сеть которых по плотности и состоянию никак не хуже нашей отечественной, нужно по их примеру ориентироваться на транспортно-эксплуатационные характеристики дорог. Общее ограничение скоростей движения (разрешенная скорость) не должно быть выше расчетной скорости дороги, более того, опыт показывает, что такое ограничение должно быть ниже расчетной скорости на 10-15%. Местное ограничение скоростей, как показывает опыт исследований психофизиологии водителей, не должен быть ниже 40-45 км/ч.

6. Расчетная скорость.

Как показали результаты исследований, расчетная скорость имеет минимальное влияние на фактическую скорость движения до тех пор, пока трасса не имеет кривых в плане небольшого радиуса.

Соотношение между расчетной скоростью и фактической скоростью движения автомобиля или максимальной скоростью, установленной правилами движения, не могут быть постоянными, и зависят от геометрических параметров дороги и, в первую очередь, значений радиусов кривых в плане.

Все последующие исследования подтвердили, что именно отклонение от средней скорости свободного потока, а не абсолютное значение скорости является основной причиной ДТП.

Эти выводы послужили основой для проведения дальнейших исследований и выявления зависимостей аварийности от распределения скорости движения, в результате которых было установлено, что для приемлемой степени риска разница между скоростью одиночного автомобиля и скоростью транспортного потока должна находиться в пределах 20%. При большем расхождении, с целью повышения безопасности дорожного движения, эту разницу необходимо регулировать путем изменения геометрических параметров проектируемой автомобильной дороги. Это положение стало одним из критериев обеспечения безопасности движения в современных нормах проектирования за рубежом.

Новая концепция проектирования дорог, в отличие от концепции расчетной скорости, строится на создании инфраструктуры, адаптированной к ограничениям и возможностям человеческого потенциала. Эта концепция изменила подход к нормированию проектирования дорог, поставив в основу проектирования основных геометрических параметров дорог восприятие дороги водителем.

Проведенные МАДИ исследования расчетной скорости показали, что назначение расчетной скорости движения при проектировании

автомобильных дорог зависит, в первую очередь, от плотности транспортных потоков на дорожной сети. Чем выше плотность транспортных потоков, тем ниже принимается расчетная скорость движения. Большое значение имеет степень застроенности территории, т.е. при реконструкции, когда дорога обстраивается населенными пунктами, зарубежными нормами допускается меньшая расчетная скорость, чем для нового строительства.

Проведенные в ходе исследований измерения скоростей движения с помощью радиолокационного измерителя скорости «Искра-1» и видеосъемки (ошибка измерений не превышала 5%) на МКАД (автомагистраль, категория 1А) и Третьем транспортном кольце г. Москвы, Малом Московском кольце, Носовихинском шоссе (категории II и III), дороги Московской области (IV категория) показали следующее.

На скорость транспортного потока значительное влияние оказывает грузовое движение. Это влияние значительно большее, чем предполагалось при использовании ранее определенных коэффициентов приведения. Даже при близком уровне загрузки скорость движения потока при большей доле грузового движения снижается, хотя теоретически влияние грузового движения должно быть учтено коэффициентом приведения. То есть, независимо от того, как определена приведенная интенсивность движения и уровень загрузки, скорость при одинаковом уровне загрузки должна быть одинаковой. Для уточнения этой закономерности и определения ее количественных характеристик нужен значительно больший массив данных.

Впервые понятие "расчетная скорость" было предложено Барнеттом в 1936 году вскоре после возрастания аварий на горизонтальных кривых (см. таблицу 6.1 с полным списком эволюции определения "расчетная скорость"). Главной проблемой, в то время был рост аварийности на горизонтальных кривых, которые были запроектированы для движения немоторизованных транспортных средств и появление в то время на дорогах автомобилей, способных передвигаться с более высокими скоростями, при которых не обеспечивалась устойчивость расчетного автомобиля на повороте. Поэтому моторизованные транспортные средства стали основными участниками аварий на участках горизонтальных кривых. Проектировщики в то время проектировали проектную линию, соизмеримую с условиями рельефа местности. Некоторое выравнивание кривых в плане делалось только на очень крутых поворотах.

Сделанное Барнеттом определение расчетной скорости сопровождалось рекомендациями о том, что поперечный уклон должен быть рассчитан на три четверти расчетной скорости при коэффициенте поперечного трения равным 0,16.

Барнетт представлял себе о возможных заблуждениях его рекомендаций. Он считал, что неожиданное всегда опасно, так что если водитель увеличил скорость на последовательно следующий на одной за другой кривой, то наиболее опасной точкой будет находиться перед началом следующей кривой с малым радиусом.

В 1938 году Американская ассоциация территориальных органов управления дорогами (AASHO) приняла предложенную концепцию Барнетта с измененным определением расчетной скорости. Измененное определение делало особый акцент на движении с одинаковой скоростью на протяжении определенного участка дороги, приемлемого для большинства водителей.

Даже с учетом этого изменения определение расчетной скорости - проблема, связанная с тем, что расчетная скорость должна приниматься для определенного набора условий, оставалась.

В 1954 году, AASHO пересмотрела определение «расчетной скорости», которое просуществовало в нормах проектирования дорог США на протяжении 40 лет до принятия в 1994 году новой редакции норм. Одновременно с пересмотром понятия расчетной скорости AASHO также предоставляется дополнительная информация, относящаяся к расчетной скорости.

В это время серьезно встал вопрос о взаимосвязи определения расчетной скорости с мерами по скорости управления автомобилем. Термин «максимальная безопасная скорость», использованный в определении, делал очевидным, что скорость управления автомобилем и даже ограничения скорости могут быть выше, чем расчетные скорости без неизбежной согласованности геометрии дороги с условиями безопасности движения.

Проведенными исследованиями было установлено, расчетная скорость должна быть увязана с рельефом местности, прилегающими землевладениями и функциональной классификацией дорог. При этом все принимаемые геометрические элементы дороги должны быть связаны с расчетной скоростью для получения сбалансированных проектных решений, которые заключаются в том, что расчетная скорость должна приниматься с учетом скорости, которая должна быть благоприятной для водителя.

Этот подход, впоследствии получивший дальнейшее развитие, коренным образом изменял концептуальные основы проектирования дорог.

В 1997 году Фамбро (Fambro) предложил пересмотреть определение расчетной скорости с учетом приведенных выше положений. Новая редакция определения расчетной скорости была следующей: «расчетная скорость – скорость, принятая для определения геометрических элементов дороги». Термин "безопасная" был удален, чтобы избежать восприятия, что скорость, превышающая расчетную скорость, была «небезопасной».

Рабочая группа AASHTO по геометрическому проектированию проголосовала в ноябре 1998 года за принятие этого определения и включения его в нормы проектирования. При этом предусматривалось, что расчетная скорость должна быть увязана с рельефом местности, прилегающими землевладениями и функциональной классификацией дорог, и при проектировании необходимо обеспечивать согласованность принимаемых геометрических элементов проектируемой дороги с расчетной

скоростью и фактической скоростью движения транспортного потока на данном участке дороги.

Ниже в таблице 11 показана эволюция понятия «расчетная скорость», которая по существу определяет принятую концепцию норм проектирования.

Таблица 11

Эволюция понятия расчетная скорость

Источник	Год	Определение понятия расчетная скорость
Barnett (1)	1936	Предполагаемая расчетная (Assumed Design Speed) – максимальная постоянная скорость, с которую принимает группа быстро двигающихся водителей, соответствует скорости быстро движущихся водителей на участках с незастроенной территории.
AASHO, in Cron (2)	1938	Проектная (Design Speed) – максимальная допускаемая постоянная скорость, принимаемая быстро движущейся группой водителей с малым процентом водителей двигающихся с не допустимым риском.
A Policy on Highway Types (Geometric). AASHO (3)	1940	Предполагаемая расчетная скорость (Assumed Design Speed of a highway) – максимальная допускаемая постоянная скорость, принимаемая быстро движущейся группой водителей с малым процентом водителей двигающихся с не допустимым риском. Предполагаемая расчетная скорость, принимаемая с учетом рельефа местности, экономических соображений, с учетом объемов движения, стоимости земель отводимых под дорогу и других факторов, включая эстетические соображения.
A Policy on Criteria for Marking and Signing No-Passing Zones on Two and Three Lane Roads. AASHO (4)	1940	Расчетная скорость (The Design Speed) - скорость, с которой могут передвигаться безопасно транспортные средства при нормальных условиях с разумным запасом безопасности. Расчетная скорость движения по существующей дороги или участке дороги определяется при условии отсутствия заторов и кривых в плане относящихся к определенному проценту автомобилей выбирающих скорость на кривых большую, чем скорость, с которой движутся большинство водителей.
A Policy on Design Standards. AASHO (5)	1941	Предполагаемая расчетная скорость (Assumed Design Speed) – максимальная равномерная средняя скорость, которую принимают группа быстро двигающихся водителей с малым процентом водителей двигающихся с не допустимым риском.
A Policy on Geometric Design of Rural Highways.	1954 & 1965	Расчетная скорость (Design Speed) - это скорость определяется для проектирования и корреляция особенностей дороги, которые влияют на управление автомобилей. Это максимальная безопасная скорость, которая может быть принята на указанном участке дороги, когда дорожные условия настолько благоприятны, что позволяют регулировать скорость проектными параметрами дороги.
AASHO (7, 8)	1973	Расчетная скорость(Design Speed) максимальной безопасной

A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets. AASHO (9)		скорости, которая может быть сохранена на указанном участке шоссе, когда условия настолько благоприятны, что позволяют регулировать скорость проектными параметрами дороги.
Leisch & Leisch (10)	1977	Расчетная скорость (Design Speed) представляет потенциальную скорость управления автомобилем, которая определена на основе корреляции геометрических элементов дороги. Она соответствует максимальной или близкой к максимальной скорости, с которой водитель может безопасно управлять автомобилем в идеальных погодных условиях низкой интенсивности движения в условиях свободного потока и служит показателем или мерой качества геометрического проектирования дороги.
Вления AASHTO Green Book (11, 12, 13) 1994	1984, 1990, & 1994	Расчетная скорость (Design Speed) - максимальная безопасная скорость, которая может поддерживаться на указанном участке дороги, когда условия настолько благоприятны, что позволяют регулировать скорость проектными параметрами дороги.
ые MUTCD, 1988 (14)	1988	Расчетная скорость (Design Speed) - это скорость, определенная при проектировании и корреляции физических особенностей автомобильной дороги, которые влияют на управление автомобилем.
Fambro et al. (15); MUTCD, 2000 (16); AASHTO Green Book, 2001 (17)	1997, 2000, 2001	Расчетная скорость (Design Speed) - скорость, принятая для определения различных геометрических элементов автомобильной дороги.
HCM		Расчетная скорость(Design Speed) - скорость, используемая для определения горизонтальных и вертикальных элементов дороги.
Германия (RAS L)	1998	Проектная (расчетная) скорость V_e определяет допустимые и рекомендуемые значения для большинства геометрических элементов. К ним относятся: -минимальные радиусы кривых в плане; -минимальные параметры клотоид; -максимальные продольные уклоны; -минимальные радиусы выпуклых и вогнутых кривых.
CMA	1991	Расчетная скорость представляет собой скорость, которая выбирается при модернизации или строительстве дороги с целью определения геометрических характеристик, допускающих безопасное движение на этой скорости отдельных транспортных средств.
СНиП II-Д.5-72 СНиП 2.05.85* СП 34.13330.2012	1972 1985 2012	Расчетной скоростью считается наибольшая возможная (по условиям устойчивости и безопасности) скорость движения одиночных автомобилей при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобилей с поверхностью проезжей части, которой на наиболее неблагоприятных участках трассы соответствуют предельно допустимые значения элементов дороги.

Как видно из приведенной выше таблицы, наши нормы проектирования отражает подходы, существовавшие в конце 30-х годов, что свидетельствует о существенном отставании в отечественной практике нормирования геометрических параметров дороги.

Начавшийся в 70-е годы за рубежом бурный рост автомобилизации, сопровождавшийся ростом плотности транспортных потоков, сопровождался ростом ДТП. Как было установлено проведенными исследованиями в условиях плотных транспортных потоков, при высоких скоростях движения причинами ДТП расстояния между транспортными средствами в потоке оказывается недостаточным при совершении экстренного торможения. Это потребовало ограничения максимальных скоростей движения.

Мировая практика приняла тенденцию снижения расчетных скоростей для дорог высших категорий, поскольку реальность сегодняшнего дня – движение на этих дорогах не одиночных автомобилей и даже не разреженных потоков, а плотных потоков, загружающих дороги до уровня пропускной способности. В таких условиях реализовать расчетную скорость движения невозможно. Кроме этого, для снижения количества и тяжести ДТП в большинстве стран Западной Европы и в России введены ограничения скоростей, эти ограничения значительно ниже расчетных скоростей и очень жестко отслеживаются службами надзора за движением.

Аналогичная картина наблюдается и на нашей дорожной сети, особенно в зоне влияния мегаполисов. На дорогах, работающих в режиме пропускной способности, скорости движения автомобилей составляют 30-35% от расчетной, но на дорогах III-IV категории в период спада интенсивности движения, когда уровень загрузки снижается до 0,3-0,1, скорость движения 95% обеспеченности для потока достигает величины расчетной скорости, а максимальная для отдельных автомобилей превышает расчетную скорость.

Мировая норма в части ограничения скоростей движения требует устанавливать верхний предел разрешенной скорости на 10-15 км/ч ниже расчетной скорости для конкретной категории дороги. Недопустима ситуация, когда разрешенная скорость движения выше расчетной.

В России общее ограничение скорости для дорог I категорий составляет 110 км/ч, а для двухполосных дорог - 90 км/ч. Реальные скорости 95% обеспеченности на дорогах III-V категорий превышают расчетные скорости на 15-20 км/ч. Характерным для сегодняшней ситуации на дорогах является и то, что 95% обеспеченности и максимальные скорости на дорогах I категорий ниже расчетной скорости на 20-30 км/ч, а на двухполосных дорогах превышают расчетные скорости на 15-20 км/ч.

В Западной Европе и США для оценки достаточности величины расчетной скорости для обеспечения скорости движения основной массы автомобилей используют уровень 85% обеспеченности. Для России, учитывая поголовное негативное отношение населения к нормам и правилам поведения на дорогах, принят более высокий уровень обеспеченности – 95%.

В европейских нормах расчетная скорость принята для многополосных дорог, соответствующих нашим категории IA не более 120 км/ч, для скоростных дорог (аналог нашей категория IБ) – 120-100 км/ч, для двуполосных дорог 100-60 км/ч.

С учетом мирового опыта, тенденций в установлении расчетных и разрешенных скоростей движения и отечественных исследований, в проекте свода правил предложено изменить величины расчетных скоростей движения.

Сравнение максимальных расчетных скоростей движения, применяемых в нормах проектирования различных стран, приведенно ниже в таблице 12.

Таблица 12

Максимальная расчетная скорость согласно нормам проектирования различных стран

№ п/п	Страна	Максимальная расчетная скорость согласно нормам проектирования км/час
1	Китай	100
2	Чешская республика	120
3	Дания	120
4	Венгрия	120
5	Япония	120
6	Голландия	120
7	Великобритания	120
8	Германия	130
9	США	112
10	Россия:	
	СП 34.13330.2012	150
	ГОСТ Р 52399-2005	140
	Проект Свода правил	120

Как видно из представленной выше таблицы, предложенная в проекте свода правил, расчетная скорость будет соответствовать мировой практике.

Требования «Правил дорожного движения» к максимальным скоростям движения в Российской Федерации в ряде случаев не согласуются с нормами проектирования автомобильных дорог. Так, согласно этих правил, максимальная скорость дорожного движения вне населенных пунктов должна составлять не более 110 км/час на автомагистралях и не более 90 км/час для остальных дорог. В соответствии с таблицей 3.3 СНиП 2.05.02-85* расчетная скорость для дорог IV-V технических категорий, а так же дорог III категории в пересеченной местности ниже 90 км/час, причем как показывает практика, знаки ограничивающие скорость движения на этих дорогах в ряде случаев отсутствуют. Среди развитых стран Россия является, пожалуй, единственной страной в которой лимит максимальной скорости для всех дорог кроме автомагистралей принят одинаковым для всех дорог кроме и

составляет 90 км/час. При таком значении максимальной скорости она существенно превосходит расчетные скорости для проектирования автомобильных дорог IV и V категорий, т. е геометрические параметры на этих дорогах не обеспечивают безопасность дорожного движения.

За последнее десятилетие по показателям аварийности на дорогах переместилась с третьего места на последнее, причем отставание нашей страны от бывших аутсайдеров увеличивается. Сегодня риск погибнуть в ДТП на российских дорогах в 4,2 раза больше чем в Германии, в 4,6 раза больше чем в Голландии, в 5,8 раза больше чем в Швеции.

Отечественные и зарубежные исследования показывают, что ограничение скоростей движения практически всегда приводит к уменьшению количества ДТП. При этом эффект больший, чем больше величина снижения 85% скорости потока. При снижении этой скорости до 5% количество ДТП практически не изменяется, но уменьшается количество тяжелых ДТП, при изменении до 10% - снижается как общее количество ДТП (на 18-20%), так и их тяжесть (на 15-18%).

Снижение разрешенной скорости на 10 км/ч имеет неодинаковый эффект при разных начальных скоростях. Наибольший эффект, естественно, при высоких (свыше 100 км/ч) скоростях движения и практически отсутствует при начальных скоростях 60 км/ч и ниже.

Общая тенденция назначения расчетной скорости движения при проектировании дороги – чем выше уровень автомобилизации страны, а, следовательно, и плотность транспортных потоков на дорожной сети, тем меньшую расчетную скорость движения принимают при проектировании дорог.

Причина этого в том, что в современных условиях, по дорогам движутся не одиночные автомобили, а транспортные потоки, а при высокой плотности транспортного потока влияние размеров геометрических элементов на скорость и безопасность движения снижается и главным фактором становится организация движения и мероприятия по обеспечению высокой пропускной способности дороги.

В современных нормах проектирования, скорость движения по автомобильной дороге является одним из основных показателей потребительских свойств проектируемой автомобильной дороги и главным фактором, влияющим на безопасность дорожного движения и выбор значений параметров геометрических элементов проектируемой дороги. Расчетная скорость является основным руководящим показателем, оказывающим определяющее влияние на безопасность движения и экономичность транспортной работы проектируемой автомобильной дороги.

Исследования закономерностей скоростного режима движения транспортных потоков, как одного их основных факторов определяющего безопасность дорожного движения стало одним из основных направлений научных исследований за рубежом.

К сожалению, у нас в стране проблеме связанной с исследованиями скоростей движения и особенно закономерностей движения транспортных потоков уделялось значительно меньше внимания.

Единственным исследованием за последние годы в этой области следует считать исследования, проведенные МАДГТУ при подготовке ГОСТ «Расчетные скорости», а также исследования влияния скорости на безопасность дорожного движения, выполненные В.В.Чвановым.

Исследования закономерностей, связанных со скоростью движения, за рубежом проводились, как правило, на основе анализа огромного количества данных о фактических скоростных режимах движения и данных об аварийности.

Важной вехой в изучении скоростного режима на автомобильной дороге стали результаты исследований, выполненные американцем Соломоном (Solomon), который на основе изучения скоростей движения и аварий с участием 10000 водителей на 970 км внегородских дорог установил, что связь между скоростью транспортного средства и риском возникновения ДТП, которая имеет форму У-образной кривой (рис. 7).

Полученные Соломоном зависимости показали, что минимальные риски ДТП соответствуют поездкам со средней скоростью. При увеличении отклонения от средней скорости соответственно возрастает риск ДТП. Наименьший коэффициент аварийности был для скоростей движения, близких к среднему значению скорости и возрастал при увеличении отклонения в сторону увеличения и в сторону уменьшения скорости. Эти результаты стали новой вехой в изучении влияния скорости на аварийность.

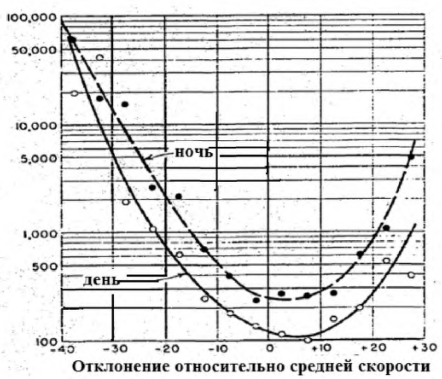


Рис. 7 Результаты Соломона.

Зависимость риска ДТП от отклонения от средней скорости

Скорость, при которой происходило ДТП, принималась на основании данных, зафиксированных в протоколах и сопоставлялась со скоростями,

измеренными на представленных участках в пределах каждой исследуемой секции. Сравнение показало, что водителей участников ДТП было больше в обоих случаях при высокой и низкой категорий кривой распределения скорости. При увеличении скорости до 105 км/час коэффициент аварийности уменьшался и затем возрастал и при более высоких скоростях превышает безопасные пределы их риска и как следствие возрастает риск аварий.

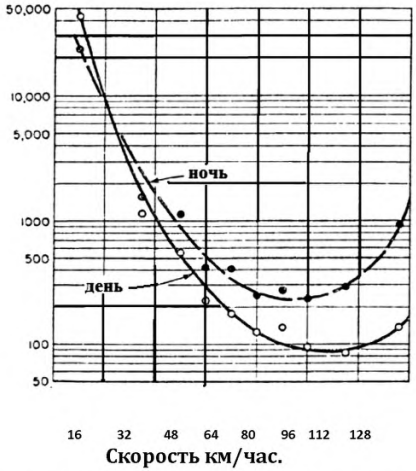


Рис. 8 Результаты Соломона. Зависимость риска ДТП от средней скорости

Результаты исследований, проведенные Соломоном, показали, что водители, двигающиеся с низкой скоростью, имеют больше шансов попасть в ДТП относительно водителей двигающихся с высокими скоростями. Причиной увеличения степени риска аварии при скоростях ниже скорости 30 процентной обеспеченности является использование этого диапазона скоростей менее квалифицированными водителями. При этом, "средний" водитель, двигающийся со скоростью 50 процентной обеспеченности, имеет больший риск попасть в ДТП, чем водитель, двигающийся с более высокой 85 процентной скоростью.

Проведенный в 1971 году теоретический анализ маневра обгонов показал, что число взаимодействия транспортных средств, совершающих обгон с обгоняемыми транспортными средствами, будет минимальное при средней скорости, имеющей вид У-образной кривой.

Количество транспортных средств, которые водитель догоняет и обгоняет, увеличивается с увеличением скорости обгоняющего автомобиля и числа обгоняемых автомобилей, двигающихся с другими меньшими скоростями. Таким образом, повышенный риск аварии является результатом потенциальных конфликтов движения быстро обгоняющих и медленно двигающихся обгоняемых транспортных средств. Чем медленнее автомобиль двигается по отношению к средней скорости потока, тем больше будет

происходить обгонов его, и больше будет возникать потенциальных конфликтов. Результаты этих исследований показали, что начатая во всех странах борьба со скоростью должна быть заменена сбалансированным подходом к опасности, как быстрой, так и медленной езды.

В 1985 году Лаве (Lave) вновь заострил внимание в своих исследованиях на влиянии дисперсии скорости на аварийность, показав, что повышение скорости приведет к уменьшению аварийности в случаях, когда такое увеличение сокращает разницу скоростей в потоке. По мнению Лаве для сокращения смертности и аварийности на дорогах необходимо, в первую очередь, сосредоточиться на снижении дисперсии скорости, а это означает принятие мер против, как быстро, так и медленно движущихся водителей.

Серрилли (Cerrilli) в 1997 году установил, что менее одной трети всех аварий и 5 процентов всех аварий со смертельным исходом в 1996 году были связаны с ДТП с участием двух или более транспортных средств, двигающееся в том же направлении. Большинство из них произошло в результате резкого замедления движения или остановки транспортного средства (например, при совершении маневра или остановки впереди идущего автомобиля при возникновении неординарной ситуации на дороге) с последующим ударом сзади впереди идущего автомобиля при недостаточной дистанции и при скорости, не позволяющей водителю вовремя остановиться. До получения этих результатов считалось, что преобладающий тип ДТП на внегородских дорогах связан с участием в аварии одного транспортного средства.

По современной дороге в обычных условиях движется не одиночный автомобиль, а поток автомобилей, имеющий свои закономерности. Причем этот поток неоднородный и состоит из транспортных средств с различными динамическими характеристиками и двигающихся с различными скоростями.



Рис. 9 Кривые распределения скорости и риск ДТП

Многочисленными наблюдениями было установлено, что скорости движения отдельных транспортных средств могут отличаться от средней скорости движения транспортного потока при любых дорожных условиях и

иметь разброс в определенных пределах. Характерная кривая распределения скорости в условиях нестесненного потока показана на диаграмме фиг. 3.

Кривая средней скорости транспортного потока показывает количество транспортных средств, не превышающих эту скорость в указанной точке.

Особый интерес представляют полученные зависимости риска ДТП при изменении отклонения скорости от средней скорости потока.

При скоростях движения более 90% обеспеченности водители превышают безопасные пределы их риска, и, как следствие, возрастает риск аварий.

При скоростях ниже 50 процентной скорости, риск аварии также значительно увеличивается, так как и эти скорости, как правило, используются менее квалифицированные водители.

На основании проведенной обработки большого количества данных, замеренных скорости движения отдельных транспортных средств и данных об аварийности было установлено, что наименьший риск ДТП находится в интервале 85-90%. Именно в этих пределах находится наиболее безопасная скорость транспортного потока, которую в современных нормах начали применять в качестве расчетной скорости для определения значений геометрических элементов дороги.

Для приемлемой степени риска разница между скоростью одиночного автомобиля и скоростью транспортного потока должна находиться в пределах 20% . При большем расхождении с целью повышения безопасности дорожного движения эту разницу необходимо регулировать путем изменения геометрических параметров проектируемой автомобильной дороги. Это положение стало одним из критериев обеспечения безопасности движения в современных нормах проектирования за рубежом.

Исследования, связанные с измерением скоростей движения по дорогам, проведенные у нас в стране и за рубежом, показали несоответствие между расчетной и фактической скоростью движения на двухполосных дорогах. Для большинства двухполосных дорог на горизонтальных кривых фактическая скорость движения превышает расчетную скорость.

Аналогичные результаты были получены и за рубежом. Эти результаты показали, что концепция расчетной скорости не обеспечивает в полной мере безопасность дорожного движения, т.к. геометрические элементы дороги и минимальное расстояние видимости на ней определяются при значениях скорости меньших, чем фактические (реальные) скорости движения, которые выбирает водитель на данном участке дороги.

Поэтому для более обоснованного назначения геометрических параметров дороги нужно знать фактическую скорость, с которой будет двигаться автомобиль по проектируемой дороге с учетом её индивидуальных особенностей.

Соотношение между расчетной скоростью и фактической скоростью

движения автомобиля или максимальной скоростью, установленной правилами движения не могут быть постоянными и зависят от геометрических параметров дороги и, в первую очередь, значений радиусов кривых в плане.

Как показали результаты исследований, расчетная скорость имеет минимальное влияние на фактическую скорость движения до тех пор, пока трасса не имеет кривых в плане небольшого радиуса.

На основе изучения распределения фактической скорости на прямых участках большой длины или кривых большого радиуса на участках дорог при низкой интенсивности движения, в современных нормах проектирования внегородских дорог в большинстве Европейских стран в качестве расчетной скорости в настоящее время принимают скорость 85 процентной обеспеченности - скорость, в пределах которой двигаются 85% автомобилей из состава транспортного потока.

Эта скорость является по существу фактической скоростью движения по конкретному участку проектируемой дороги в условиях свободного потока, которую выбирает водитель, двигаясь по конкретному участку проектируемой дороги. Причем значения этой скорости по длине трассы для двухполосных дорог является переменной величиной и её определение в современной технологии проектирования осуществляется методом итерраций.

Для многополосных дорог эти закономерности носят иной более сложный характер, учитывая, что на этих дорогах на каждой из полос движения наблюдался свой состав потока и своя скорость движения.

По данным исследований проведенных МАДГТУ разница между характеристиками распределения скоростей движения внутренних и внешних полос проезжей части могла достигать 50 км/ч. Поэтому для многополосных дорог средняя скорость движения является условной величиной, не совпадающей со средними скоростями на каждой из полос проезжей части.

Изменившийся концептуальный подход к определению расчетной скорости в корне изменил сам процесс и технологию проектирования. Теперь главной задачей для проектировщика стало обеспечения согласованности параметров проектной линии (geometric design consistency) с фактической и расчетной скоростью движения, которые должны отличаться в пределах, обеспечивающих безопасность дорожного движения.

Как правило, геометрические меры согласованности проектных решений делятся на четыре категории: скорость движения, устойчивость транспортного средства, нагрузка на водителя и значения параметров трассы дороги.

Фактическая скорость определяется, как скорость, выбранная водителем, когда его движение не ограничивают другие пользователи, т.е. в условиях свободного потока, за которую, как правило, принимают скорость 85 процентной обеспеченности.

Теперь фактическая скорость движения (V_{85}) стала величиной для контроля проектных элементов в плане и для расчета, относящихся к надежности геометрических элементов плана, продольного и поперечного профилей.

На западе именно фактическая скорость движения автомобиля считается критерием измерения согласованности проектных решений, а её изменение является видимым признаком несогласованности проектных решений. Оценка согласованности проектных решений осуществляется путем сравнения расчетной скорости и скорости 85 процентной обеспеченности на конкретном участке автомобильной дороги или путем сравнения разницы между скоростью 85 процентной обеспеченности смежных участках дороги.

Указанные выше закономерности относятся, прежде всего, к дорогам с двумя полосами движения.

Результаты проведенных исследований позволили сформулировать новые критерии оценки проектных решений по условиям безопасности движения на основе анализа соотношений расчетной и фактической скорости.

Эти критерии, сформулированные немцем Ламмом (Lamm) в 1988 году легли в основу норм проектирования всех ведущих стран мира.

Первый критерий безопасности основан на ограничении разницы между фактической скоростью V_{85} и расчетной скоростью V_p.

Второй критерий основан на ограничении разницы фактической скорости V_{85} движения на смежных участках дороги.

При проектных решениях с оценкой «хорошо» разница между фактической и расчетной скоростью $V_{85} - V_p$ и разность между фактической скоростью движения на смежных участках ΔV_{85} не должна превышать 10 км/час.

Приведенные выше теоретические основы, базирующиеся в основном на результатах исследований, выполненных за рубежом, положены в основу проекта Свода правил.

7. Расстояние видимости.

Расстояние видимости на дороге является одним из важнейших параметров, определяющих безопасность движения на автодороге. Гарантированное безопасное расстояние видимости на всем протяжении дороги дает возможность водителю при возникновении неординарной ситуации, совершить безопасный маневр и уйти от аварии.

Минимальные расстояния видимости служат основой для нормирования основных параметров плана и продольного профиля дороги.

Отечественные нормы проектирования автомобильных дорог СП

34.13330.2012 «Автомобильные дороги» не содержат понятия «расстояния видимости», а содержащихся в них требований, регламентирующих этот параметр, явно недостаточно, чтобы запроектировать безопасную автомобильную дорогу.

По существу, расстояние видимости составляет путь, пройденный автомобилем с момента возникновения на дороге неожиданного препятствия или опасности до времени остановки транспортного средства. Это расстояние можно разделить на расстояние, которое пройдет автомобиль за время, которое потребуется водителю для того, чтобы распознать объект, принять решение и начать торможение, а также расстояние, равное тормозному пути автомобиля при заданной скорости движения.

Для безопасного вождения и возможности остановки автомобиля особенно важен учет его размеров, массы и ходовых качеств, при этом в последние годы в развитых странах особое внимание уделяется учету человеческого фактора, связанного с поведением водителя, его физическими возможностями и физиологией.

Действующие у нас нормы проектирования автомобильных дорог, разработанные около полувека назад, давно устарели и не соответствуют современному состоянию и условиям движения транспортных потоков. Как показали результаты проведенных исследований у нас в стране и за рубежом, несовершенство норм проектирования является одной из причин высоких удельных показателей аварийности на наших дорогах.

Безопасность движения и качество обслуживания транспортного потока во многом связаны с обеспечением минимально необходимого расстояния видимости, с которым непосредственно связаны проектируемые геометрические элементы дороги.

Требуемое расстояние видимости по условию остановки служит не только созданию возможности своевременной остановки автомобиля, но и является, подобно расчетной скорости, регулирующим элементом в проектных решениях, роль которых не ограничивается непосредственно действующим динамическим расчетом, а проявляется в предоставлении надежной своевременной информации водителю, которая является решающим звеном для оценки условий видимости дорог с одной и двумя проезжими частями всех категорий.

Величина минимального (безопасного) расстояния видимости зависит от скорости движения, высоты глаза водителя от поверхности дороги, высоты возвышения препятствия над поверхностью дороги, времени реакции водителя, коэффициента сцепления дороги покрытием, продольного уклона дороги, климатических условий и технических параметров автомобиля.

Сопоставляя подходы, используемые для учета всех вышеперечисленных факторов, влияющих на расстояние видимости, в отечественных и зарубежных нормах в контексте их влияния на безопасность дорожного движения можно отметить следующее.

В настоящее время, в соответствии с действующим СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги», у нас в стране имеются и нормируются только два расстояния видимости – расстояние видимости остановки и расстояния видимости до встречного автомобиля. За рубежом этих понятий больше.

Расстояние видимости остановки является наиболее фундаментальным понятием в практике геометрического проектирования, поскольку адекватное расстояние видимости остановки требуется в каждой точке дороги. Расстояние видимости остановки может ограничиваться горизонтальными и вертикальными кривыми, которые должны проектироваться с учетом расстояния видимости.

Расстояние видимости остановки является суммой двух компонентов, расстояния пройденного за время, необходимое водителю для восприятия неожиданно возникшего препятствия и начала торможения (далее расчетное время реакции водителя), а также тормозного пути или расстояния, необходимого от начала торможения до полной остановки автомобиля. Оно обратно пропорционально коэффициенту сцепления и зависит от продольного уклона.

$$S = \frac{t_p V}{3{,}6} + \frac{V^2}{127(\varphi \pm i)}, \quad (3)$$

где:

S - Расчетное расстояние видимости поверхности дороги

V - Скорость движения, км/ч;

φ - коэффициент продольного сцепления;

i - продольный уклон в %;

t_p - расчетное время реакции водителя, сек.

Минимальное расстояние видимости, необходимое для остановки, зависит от высоты глаз водителя, сидящего в автомобиле.

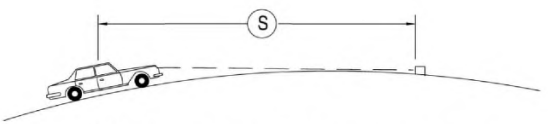


Рис. 10 Минимальное расстояние видимости

Согласно СП 34.13330.2012 наименьшее расстояние видимости для остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части. Аналогичные параметры используются и в Указаниях по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах ВСН 25-86.

СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» в целом повторяющие СНиП 2.05.02-85*, которые составлялись для условий свободного движения

потока с расчетными автомобилями ЗИЛ-150 и ГАЗ-21. Современный состав транспортного потока на автомобильных дорогах и характеристики современных автомобилей существенно отличаются от базовых условий, учитываемых при разработке действующих норм. Современные транспортные средства отличаются от указанных выше расчетных автомобилей, учитываемых при составлении СП 34.13330.2012 не только по своим динамическим характеристикам, но и по геометрическим параметрам, включая высоту расположения глаз водителя относительно поверхности дороги, которая у современных легковых автомобилей ниже, чем у "Волги" ГАЗ-21 и ГАЗ-24 (120 см) и выше, чем у грузового автомобиля ЗИЛ-150 и ЗИЛ-130.

Несмотря на произошедшие в последние годы изменения в конструкции автотранспортных средств, наши нормы по-прежнему принимают значение высоты глаз водителя, равным 1,2 метра. В других странах, например в нормах США, с 1965 года расчетная высота глаз водителя уменьшилась с 115 см до 107 см для легковых автомобилей, а для грузовых автомобилей, наоборот, за этот период эта величина возросла с 182 см до 240 см. Если последнее обстоятельство для условий проектируемой автомобильной дороги не оказывает существенного влияния на безопасность дорожного движения, то уменьшение расстояния от поверхности автомобильной дороги до уровня глаз водителя у современных легковых автомобилей в среднем на 10 см, существенно сокращает водителю расстояние видимости на автодороге и снижает безопасность дорожного движения, что требует соответствующих изменений норм расстояний видимости.

В ходе проведенного исследования высоты положения глаз водителя, которое на основе различных литературных источников охватывало анализом более 1500 различных сочетаний положений глаз водителя, различной высоты автомобиля и различного положения фар, было установлено, что у современных легковых автомобилей при 90% обеспеченности расчетная высота глаз водителя составляет 108 см.

Эта величина находится в пределах норм различных стран мира, приведенных ниже в таблице 13.

Таблица 13

Расчетная высота глаз водителя и высота препятствия, принимаемые при проектировании продольного профиля в различных странах

Страна	Высота глаз водителя (м)		Высота предмета для определения расстояния видимости (м)
	Легковой автомобиль	Грузовой автомобиль	
Греция	1.00	-	0.00-0.45
Австрия	1.00	-	0.00-0.19
Великобритания	1.05	-	0.26
Канада	1.05	-	0.38
Франция	1.00	-	0.35

Германия	1.00	2.5	0.00-0.45
Швеция	1.10	-	0.20
Швейцария	1.00	2.5	0.15
США	1.07	-	0.15
Россия СП 34.13330.2012	1.20	-	0.20
Проект свода правил	1.00		0.20

Как видно из приведенной выше таблицы, меньшее значение расчетной высоты глаз водителя (100 см) используется в странах, где высота препятствия принимается больше чем 0,2 м, учитываемых в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги».

Наиболее детальные исследования по вопросу нормирования расчетной высоты препятствия, с учетом исследований визуальных возможностей водителя для стран с аналогичным для нашей страны климатом, были проведены в Швеции, где в отличие от норм США, используется чисто геометрический подход к определению расстояния видимости, с учетом других визуальных факторов, влияющих на процесс обнаружения и распознания объекта, находящегося на поверхности автодороги. К этим факторам относятся освещенность предмета, цвет препятствия и его контрастность, освещенность и цвет фона, на котором находится препятствие, а также возможность их визуального изменения в зависимости от угла зрения и скорости движения.

В прилагаемой ниже таблице приведены примеры различного восприятия водителем препятствий на автодороге, которые в итоге влияют на расстояние их обнаружения и распознания.

Таблица 14

Расстояние обнаружения (м) различных объектов

в дневное время различной обеспеченности

Наименование объекта	Обеспеченность			
	15%		50%	
	обнаружение	распознавание	обнаружение	распознавание
Выступ 100 cm	0	0	113	44
Черная собака	180	5	277	39
Белая собака	70	1	213	30
Автопокрышка	272	40	333	155
Колесный диск	153	22	218	81
Тюк сена	254	41	371	169

Из этой таблицы, составленной на основе обработки материалов наблюдений, видно, как различаются расстояния обнаружения и распознавания объекта, например, в зависимости от его цвета и размеров.

Анализ результатов исследований влияния изменения, в зависимости от скорости и угла видимости расстояния обнаружения препятствия, показал,

что визуально воспринимаемая водителем высота препятствия (эффективная высота объекта) оказывается меньше его истинного размера, причем она уменьшается с увеличением скорости движения.

Таблица 15

Эффективная высота объекта при 200 мм высоте предмета, согласно исследованиям Швеции

Показатели	Скорость, км/час			
	50	70	90	110
Расстояние видимости, м	70	120	165	195
Видимая часть, мм	20	35	50	55
Эффективная высота, мм	180	165	150	145

В результате этих исследований, в качестве расчетной высоты препятствия 90% обеспеченности для определения расстояния видимости остановки рекомендовано принимать 200 мм, что соответствует значению, принятому в действующих у нас нормах и проекте Свода правил.

Однако принимаемая в отечественных нормах высота положения глаз водителя, равная 120 см, уже не удовлетворяет требованиям для определения безопасного расстояния видимости для большей части легковых автомобилей на наших дорогах.

Еще одним параметром, влияющим на минимально допустимое расстояние видимости водителя, является время реакции водителя. В СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» расчетное время реакции водителя принято равным в сложных условиях -1,0 с, в нормальных условиях -2,0 с. Что такое нормальные и сложные условия не поясняется, хотя по инженерной логике в сложных условиях время реакции водителя должна быть больше.

Уже в 80-е годы, в «Указаниях по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» ВСН 25-84 было рекомендовано при проектировании новых дорог обеспечивать расстояние видимости поверхности дороги из условия времени реакции водителя: для дорог I категории - 2,5 сек., для дорог II и III категории - 2,0 сек. и для дорог IV и V категории - 1,5 сек.

Многочисленные исследования, проведенные в других странах, привели к таким же результатам.

Наиболее фундаментальными и масштабными исследованиями этих вопросов следует считать исследования, проведенные в США и опубликованные в докладе Национального исследовательского транспортного совета (Transportation Research Board National Research Council) в 1997 году.

Согласно проведенным исследованиям, базирующимся на данных

обследования реакции 321 водителя, собирающегося применять тормоза, а также исследований 45 водителей, совершавших торможение при появлении на дороге неожиданных препятствий, в 3000 случаев при различных условиях геометрии дороги, погодных условиях и различных факторах внезапности получен результат, что при 95% обеспеченности, расчетное время реакции водителя будет составлять 2,5 сек.

Если сопоставить разницу в расчетном расстоянии видимости остановки, то при расчетном времени реакции водителя 1 сек., используемого в СП 34.13330.2012, и скорости движения 100 км/час минимально необходимое расстояние видимости остановки будет на 42 метра меньше по сравнению с зарубежными нормами.

Ещё одним параметром, определяющим минимальное расстояние видимости, является сцепление колеса автомобиля с покрытием.

В СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» коэффициенты сцепления для расчета минимального расстояния остановки автомобиля принимаются, исходя из значений, полученных для влажного покрытия, причем для всей громадной территории России с её многообразием климатических условий применяется единый коэффициент сцепления равный 0,35.

В странах с большой территорией и различным климатом, например в США, этот показатель принимается дифференцированно для сухого покрытия, влажного покрытия и покрытия со льдом и снегом в различных климатических условиях района строительства.

Такой подход наиболее приемлем и для нашей страны с аналогичными существенными климатическими различиями, поскольку принятые в действующих нормах расстояния видимости, исходя из единого на всей территории коэффициента сцепления, вряд ли будут удовлетворять требованиям безопасности дорожного движения в регионах, в том числе и тех, где больше половины года наблюдается снежный покров.

Кроме этого, как показали результаты исследований, значение коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием зависит от скорости, при которой происходит торможение, причем при увеличении скорости коэффициент сцепления снижается. В большинстве стран мира учитывается и это обстоятельство.

Таблица 16

Сравнение нормативных коэффициентов сцепления

в различных странах

Страна	Проектная (расчетная) скорость (км/час)									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	Коэффициент сцепления колеса с покрытием									
США	0.40	0.38	0.35	0.33	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28
Австралия	-	-	0.52	0.48	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.35

Австрия	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
Франция	--	0.37	-	0.37	-	0.33	-	0.30	-	0.27
Германия	0.51	0.46	0.41	0.36	0.32	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19
Греция	0.46	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23

Таблица 17

Сравнение расстояния видимости остановки по нормам различных стран

Страна	Проектная (расчетная) скорость (км/час)													
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Расстояние видимости остановки (м)													
США	20	30	44	63	85	111	139	169	205	246	286			
Австралия	-	--	--	45 40	65 55	85 70	115 105	140 130	170	210	250	300	-	
Австрия	-	-	35	50	70	90	120	--	185	-	275	-	380	
Канада	-	--	45	65	85	110	140	170	200	220	240	-	-	
Франция	15	25	35	50	65	85	105	130	160	-	-	-	-	
Германия	--	--	--	-	65	85	110	140	170	210	255	-	-	
Великобритания	--	--	-	70	90	120	-	--	215	--	295	-	-	
Греция	-	-	-	-	65	85	110	140	170	205	245	--	-	
Южная Африка	--	-	50	65	80	95	115	135	155	180	210	-	-	
Швеция	--	35	--	70	-	165	--	--	-	195	-	-	-	
Швейцария	-	--	35	50	70	95	120	150	195	230	280	-	-	
Россия СП 34.13330.2012 СП 34.13330.2012	25	45	55	75	85		150		200		250			300

Как следует из приведенной ниже таблицы, значения отечественных норм расстояний видимости остановки корреспондируются с нормами других стран, что достигается, за счет учета в зарубежных нормах лучших динамических характеристик современных автомобилей.

Однако проводить полную аналогию при сравнении приведенных выше табличных данных не совсем корректно.

Во-первых, в отечественных и зарубежных нормах используются различные понятия расчетной (проектной) скорости. В СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» в качестве расчетной скорости для определения минимального расстояния видимости остановки, принимается наибольшая возможная (по условиям устойчивости и безопасности) скорость движения одиночных автомобилей на наиболее неблагоприятных участках трассы.

В нормах зарубежных стран в качестве расчетной скорости для определения расстояния видимости принимается скорость транспортного потока 85% обеспеченности. Для многополосных дорог эти величины будут практически одинаковыми. Для дорог с двумя полосами движения, особенно с наличием большого количества участков с кривыми в плане и профиле

сравнительно малого радиуса скорость транспортного потока может быть больше на 20 и более %. Соответственно при адекватных значениях расчетных скоростей расстояние видимости остановки в отечественных нормах может быть на 20 и более % меньше.

Во-вторых, СП 34.13330.2012 при определении расстояния видимости остановки в отличие от норм других стран, не предусматривает учет влияния продольного уклона.

Вместе с тем влияние этого фактора может быть весьма существенным, особенно для проектируемой автомобильной дороги, проходящей в резко пересеченной местности, где на участках с затяжными продольными уклонами его влияние может быть более ощутимым. Безопасное расстояние видимости для остановки автомобиля на подъемах будет короче, на спусках - длиннее.

Для вычисления поправок на продольный уклон на спуске обычно используется расчетная скорость движения одиночного автомобиля, а на подъеме - средняя скорость потока. Различие критериев для нисходящих и восходящих уклонов основано на влиянии, которое оказывает уклон на скорость отдельных автомобилей, особенно грузовых, а также на влиянии, которое эти автомобили оказывают на общую скорость потока движения.

Как следует из приведенной ниже таблицы, при скорости 100 км/час и продольных уклонах 3% и 6% отклонения от значения расстояния на горизонтальном участке будут составлять соответственно 10 и 23 метра или 5,5% и 12,5%.

Таблица 18

Расстояния видимости остановки при различных продольных уклонах дороги

Проектная скорость, км/час	На спуске			На подъёме		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
100	194	207	223	174	167	160
120	263	281	304	234	223	214

Игнорирование учета продольного уклона при определении расстояния видимости делает наши дороги также небезопасными по сравнению с зарубежными.

В отечественных нормах, расстояние видимости остановки является основным нормируемым параметром практически для всех случаев. В современных зарубежных нормах во многих случаях в качестве нормируемого параметра используется не расстояние видимости остановки, а так называемые расчетные расстояния видимости, которые учитывают поведение водителя в конкретной дорожной ситуации и которые, как правило, являются суммой расстояния видимости остановки и расстояния

пройденного автомобилем за время реакции водителя или совершения им требуемого маневра.

Кроме этого, различие в нормах минимального расстояния видимости становится ещё более существенным, если учесть, что зарубежные нормы в большинстве случаев, особенно в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий (на пересечениях, в местах разрешенного обгона на 2-х полосных дорогах и т.д.), в качестве нормируемого параметра используют не расстояние видимости остановки, а, так называемые, расчетные расстояния видимости, которые учитывают поведение водителя в конкретной дорожной ситуации и которые, как правило, являются суммой расстояния видимости остановки и расстояния пройденного автомобилем за время реакции водителя или совершения, им требуемого маневра.

В СП 34.13330.2012 значения минимальных расстояний видимости при обгоне заданы в таблице. Такая практика применялась ранее, однако в настоящее время минимальное расстояние видимости при обгоне определяется при помощи моделирования. Это дает возможность учитывать различные расчетные скорости на дорогах различных категорий и параметры расчетного автомобиля (грузовой или легковой).

Эти модели в различных странах могут иметь определенные отличия, хотя в целом по своему смыслу их можно считать вполне адекватными.

Схема для расчета расстояния видимости до встречного автомобиля при обгоне на 2-х полосной дороге приведена на рис. 11.

На этой схеме автомобиль, совершающий обгон обозначен цифрой «1», обгоняемый автомобиль цифрой «2», двигающийся навстречу автомобиль цифрой «3».

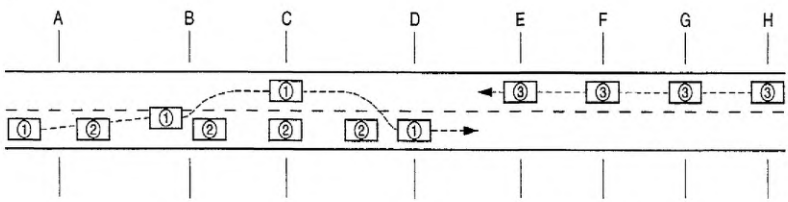


Рис. 11 Схема для расчета расстояния видимости до встречного автомобиля при обгоне на 2-х полосной дороге

A. Водитель, совершающий обгон, принимает решение начать ускорение и обгон.

B. Обгоняющий автомобиль пересекает разделительную линию.

C. Автомобиль, совершающий обгон, находится на встречной полосе.

D. Обгоняющий автомобиль возвращается на свою полосу.

F. Положение автомобиля, движущегося во встречном направлении, когда автомобиль, совершающий обгон находится в точке C.

H. Положение автомобиля, движущегося во встречном направлении, когда автомобиль, совершающий обгон, находится в точке A.

G. Положение автомобиля, движущегося во встречном направлении, когда автомобиль, совершающий обгон, находится в точке B.

На приведенной выше схеме маневр обгона условно разделен на четыре фазы, причем безопасное расстояние видимости, которое включается в нормы, является расстоянием между движущимися навстречу друг другу автомобилями на момент начала маневра обгона (расстояние между точками Аи Н).

Кроме этого, при определении минимального расстояния видимости при обгоне учитывается влияние продольного уклона, который может, как увеличивать, так и сокращать это расстояние. Определение этого расстояния должно строиться с учетом возможности автомобиля, совершающего обгон, увеличить или уменьшить скорость движения соответственно под уклон или на подъем.

В первом случае время, требуемое на совершение маневра обгона, сокращается. Однако при движении под уклон и обгоняемый автомобиль может также увеличить скорость движения, что может способствовать возникновению аварийной ситуации и требует учета при определении минимально безопасного расстояния видимости в этом случае.

Путем создания гипотетических моделей, описываемых выше ситуаций, за рубежом разработаны методы определения расстояния видимости при обгоне на участках дорог с продольным уклоном, причем учет влияния этого фактора является обязательным.

Обеспечить требуемое расстояние видимости при обгоне в большинстве случаев затруднительно из-за необходимости существенного увеличения стоимости строительства автомобильной дороги. Поэтому за рубежом для каждой дороги соответствующей функциональной классификации, нормируются минимальная протяженность участков дороги, на которых должно быть обеспечено расстояние видимости при обгоне. Так, например, по нормам США длины этих участков на внегородских дорогах должны составлять:

Условия рельефа	Минимальный процент протяженности дороги с обеспеченным расстоянием видимости при обгоне	
	Соединительные дороги	Местные дороги
Равнинный	50%	40%
Холмистый	30%	20%

В нормах Германии расстояние видимости для обгона должно быть обеспечено не менее чем на 20% протяженности проектируемой автомобильной дороги.

Этот показатель учитывается при определении средней скорости движения по автодороге и производстве экономических расчетов. При этом в проектах обязательно присутствует специальный раздел «Определение участков автомобильной дороги с запрещенным обгоном», в котором достаточно детально прорабатываются эти вопросы.

Если сопоставлять отечественные нормы с зарубежными, то наш СП 34.13330.2012 допускает массу возможностей отступать от них и снижать и

без того менее жесткие нормируемые параметры на основании, так называемого, технико-экономического обоснования.

Гибкость в проектировании, дающая возможность варьировать нормативными значениями, предусмотрена нормами многих стран. Но при этом снижение норм допускается только в строго оговоренных случаях и только на оговоренных участках дороги. Например, нормы большинства стран не допускают снижения минимального расстояния видимости на подходах к мостам, путепроводам, эстакадам и тоннелям, у транспортных пересечений, остановок общественного транспорта и других мест, где обычно концентрируются ДТП.

При этом, снижение норм допускается только при условии выполнения дополнительных мероприятий, компенсирующих снижение безопасности дорожного движения, например, устройства уширений дороги, канализированного движения, установки знаков ограничивающих скорость и т.п.

Если сопоставить значения норм по СП 34.13330.2012, которые применяются для всех случаев с расчетными расстояниями видимости, регламентирующими безопасные расстояния видимости в конкретных случаях моделирования реальных дорожных ситуаций, то сразу можно ощутить существенную разницу, причем явно не в пользу безопасности наших дорог.

СП 34.13330.2012 не устанавливает требования к нормированию фактического расстояния видимости минимального расстояния видимости на участках горизонтальных кривых

Фактическое расстояние видимости представляет собой оценки видимости положения трассы в плане, продольном профиле и поперечном профиле, а так же препятствий в зоне видимости и дорожном окружении. Оно описывается лучом видимости между точкой взгляда и точкой цели. При этом высота точек взгляда и цели составляет 1,0 м. Высота точки цели направлена на видимость автомобиля в конце затора.

Точки взгляда и цели находятся на оси одной и той же полосы движения.

Для многополосных дорог при этом следует руководствоваться следующими положениями:

а) на левой кривой точки взгляда и цели находятся на наиболее удалённой слева полосе движения односторонней проезжей части.

б) на правой кривой и на прямой точки взгляда и цели находятся на наиболее удалённой справа полосе движения односторонней проезжей части.

При этом следует учитывать, что основное влияние на ограничение расстояния видимости оказывают радиус кривой и расстояние препятствия видимости от определяющей оси полосы движения. На это расстояние оказывает влияние конструктивные элементы поперечного профиля (ширина

полосы движения, ширина центральной разделительной полосы, ширина препятствия).

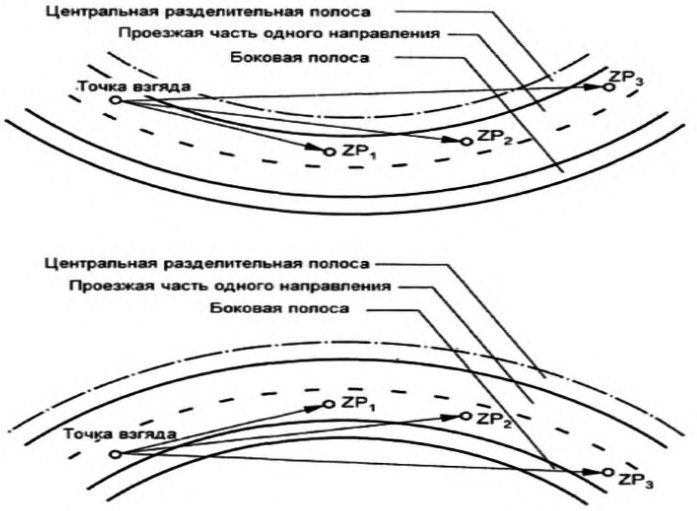


Рис. 12 Возможное положение луча видимости от точки взгляда до точки цели при расстоянии видимости для остановки на левой и правой кривых

Для оперативной проверки расстояния видимости для остановки на левой кривой необходимо учитывать зависимости между радиусом кривой в плане и фактическим расстоянием видимости (рис. 9). При этом для упрощения можно принимать расстояние взгляда от левой кромки левой полосы движения 1,80 м с учетом различной ширины полос движения на многополосных дорогах.

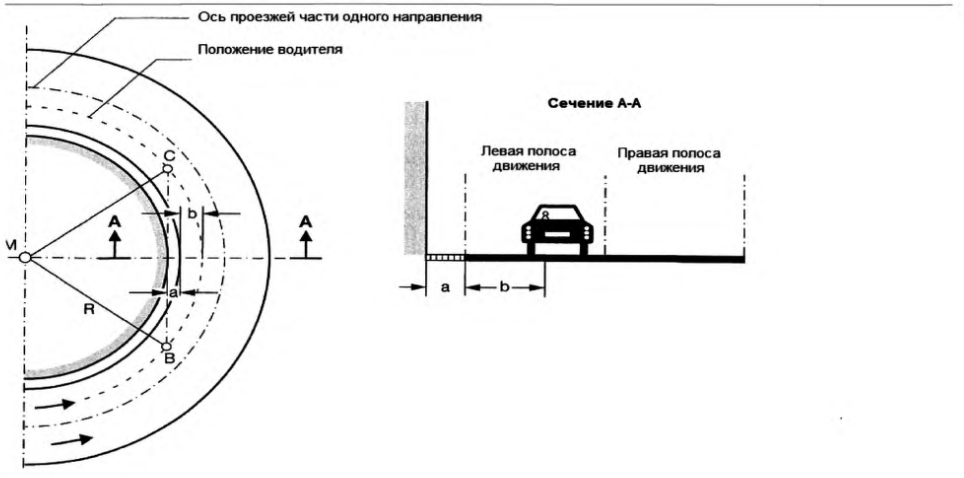


Рис. 13 Геометрическая модель для определения расстояний видимости на отдельных проезжих частях и левых кривых

B: Взгляд водителя

C: Предполагаемый конец очереди затора

R: Радиус круговой кривой

a: Требуемое расстояние полосы движения по отношению к препятствию (включая краевую полосу)

b: Расстояние от взгляда водителя (В) или от предполагаемого конца очереди затора (С) до левой кромки левой полосы движения (упрощённое положение Ь = 1,80 м)

На рис. 13 представлены зависимости между радиусом кривой в плане и фактическим расстоянием видимости.

Фактические расстояния видимости следует попикетно сравнивать с требуемым минимальным расстоянием видимости для остановки путем построения графика минимального расстояния видимости, которые должны определяться раздельно для обоих направлений движения.

При этом необходимо проводить проверку, чтобы в каждой пикетной точке для каждой полосы движения выполнялось условие:

$$\text{факт } S \geq \text{тр } S_h \quad (4)$$

Если это условие не выполняется в свободном поле видимости, рядом с проезжей частью должны быть устранены все препятствия, нарушающие видимость до высоты луча видимости (например, посадки кустарника или заросли травы и на откосах, шумозащитные устройства, защитные ограждения особенно в пределах рамп).

При радиусах в пределах допустимых значений необходимо обеспечить требуемое расстояние видимости на левой полосе движения каждой проезжей части и при необходимости отказаться от ограждающих устройств высотой более чем 0,90 м и посадок кустарника на центральной разделительной полосе.

В необходимых случаях на участках перестройки и реконструкции может потребоваться перепроектировка или ограничение допустимой максимальной скорости.

Оценку влияния на видимость ограждающих устройств на центральной разделительной полосе следует проводить с учетом пространственного трассирования.

На горизонтальных кривых необходимо обеспечивать требуемое расстояние видимости для остановки в крайней левой полосе движения. В случае, если не предоставляется возможным обеспечить требуемое расстояние видимости с внутренней полосы раздельной проезжей части на левосторонней кривой в плане из-за наличия растительности, противоослепляющих устройств, шумозащитных экранов или из-за размещения защитных ограждений на участках выпуклых кривых, и нельзя перейти на больший радиус, может потребоваться увеличение ширины разделительной полосы, в том числе путем раздельного размещения проезжих частей.

Указанные выше принципы нормирования расстояния видимости включены с состав проекта Свода правил.

8. План и продольный профиль.

В Своде правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» при проектировании плана и продольного профиля используются только два критерия, ограничивающие геометрические параметры проектируемой дороги:

а) Минимальное расстояние видимости, которое определяется без учета продольного уклона и ограничения видимости на кривых в плане.

$$R = \frac{S^2}{2h} \quad (5)$$

Где:

S - расстояние видимости, определяемое либо как видимость на поверхности дороги предмета высотой 0,2 м, либо поверхности дороги;

h - расчетная высота глаз водителя над проезжей частью.

При этом минимальное расстояния видимости определяется без учета продольного уклона и ограничения видимости на кривых в плане при положении высоты глаз водителя над проезжей частью равного 1,2 м, что соответствует параметрам автомобиля ГАЗ-24 “ВОЛГА”.

б) Минимальные значения радиусов кривых в плане определяются только на основании одного критерия - обеспечения устойчивости автомобиля. Такой подход соответствует подходам, применяемым за рубежом в 60-70-е годы прошлого столетия, и не обеспечивает безопасность дорожного движения по проектируемой дороге.

$$R = \frac{V_{расч}^{\ 2}}{127(\mu \pm i_n)} \quad (6)$$

где:

R_{min} – минимальный радиус кривой в плане,

$V_{расч}$ – расчетная скорость движения,

μ - коэффициент поперечной силы,

$i_п$ – поперечный уклон.

Нормы минимальных радиусов кривых в плане в Своде правил СП 34.13330.2012 по сравнению с западноевропейскими странами меньше в основном на 6%, а по сравнению с ФРГ на 8-25% и Великобританией на 28-50%.

Разница в величинах R_{min} в разных странах вызвана различными величинами расчетного коэффициента поперечной силы и поперечного уклона, а также не учетом всех факторов, оказывающих влияние на безопасность дорожного движения при проектировании плана и продольного профиля.

При этом указанные выше цифры могут быть ещё больше, если принять во внимание, что в отечественных нормах значения радиусов кривых в плане принимаются на основании расчетной скорости, принятой, согласно концепции расчетной скорости, а за рубежом они определяются на основе скорости движения транспортного потока V_{85} процентной обеспеченности.

Наши нормы не учитывают, что уровень безопасности дорожного движения в значительной степени зависит от совокупности параметров продольного профиля дорог. Исследования показывают, что на участки дорог федерального значения с продольными уклонами, превышающими нормативные значения, приходится от 12 до 16% мест концентрации ДТП. Протяженность продольных уклонов, превышающих предельные значения, допустимые нормами проектирования, довольно значительна, причем, главным образом, на дорогах высоких категорий (рис. 14).

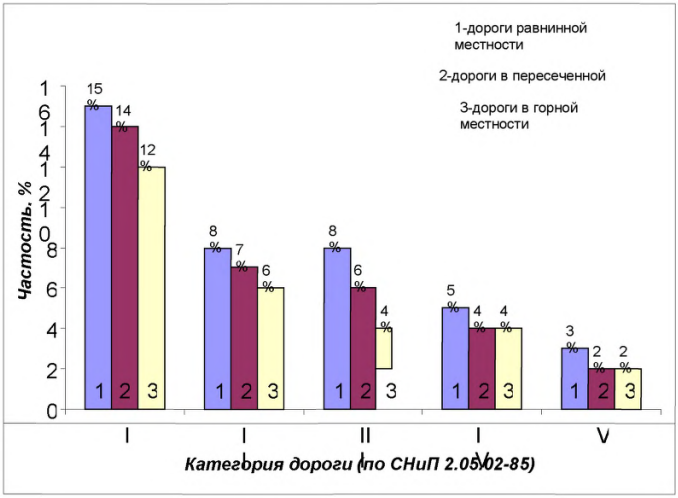


Рис. 14 Относительная протяженность участков федеральных дорог, имеющих продольные уклоны, превышающие нормативные значения

Общее улучшение параметров плана трассы автомобильных дорог, способствующее обеспечению однородности дорожных условий, оказывает существенное влияние на повышение безопасности движения. Для комплексной оценки качества трассы при вариантном проектировании, определении очередности реконструкции участков дорог, поиске оптимальных сочетаний геометрических элементов плана трассы в отечественной и зарубежной практике используют показатели, позволяющие в обобщенном виде оценить кривизну (извилистость) плана трассы.

Исследованиями, проведенными МАДГТУ, было обнаружено, что существует определенная зона оптимальных значений показателя

извилистости трассы, которая характеризуется минимальными значениями плотности ДТП (рис. 15).

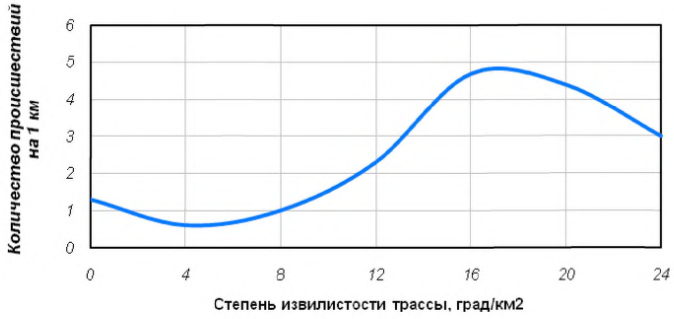


Рис. 15 Зависимость аварийности от степени извилистости трассы

Исследования показывают, что кривизна плана трассы автомобильных дорог играет существенную роль в формировании наблюдаемого уровня безопасности движения.

Продольные уклоны менее 10-20% практически не оказывают влияние на выбираемые скорости движения и зрительно мало отличаются от горизонтальных участков.

Как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях отмечалось, что устойчивый рост аварийности наблюдается на участках с продольными уклонами в широком диапазоне их изменений: от 20‰ до 80‰ и более.

Средние значения показателя риска на многополосных дорогах оказались в 1,5-2,0 раза ниже, чем на двухполосных, в связи с менее стесненными условиями маневрирования автомобилей в транспортном потоке при сопоставимых продольных уклонах.

В связи с этим, следует отметить, что устройство дополнительной полосы для медленно движущихся автомобилей на затяжных подъемах, сохраняет свою эффективность с позиции сокращения риска ДТП. Исследования РосдорНИИ показывают, что за счет устройства дополнительных полос в среднем достигается 30% снижение риска ДТП (табл. 19).

Таблица 19

Относительное снижение показателя риска ДТП при устройстве дополнительной полосы

Величина продольного уклона, %	Относительное снижение показателя риска ДТП (в % к исходному уровню) при устройстве дополнительной полосы на подъемах	
	По данным ФГУП РосдорНИИ [66]	По данным К.Хедмана [52]
1	*2*	*3*
30 – 40	8 – 27	10 – 20
40 – 60	27 – 34	20 – 40
Более 60	34 – 40	Ї

Среднее значение	30	25

Примечание

Прочерк в таблице означает отсутствие данных.

В целом на основе совместного анализа зависимостей, представленных на рис. 3.27 и данных табл. 3.9 можно сделать следующие выводы.

На двухполосных и многополосных дорогах без разделительной полосы минимальному риску ДТП соответствуют продольные уклоны в диапазоне 10 – 15‰, а на многополосных дорогах с разделительной полосой близкие к 20 – 25‰.

К сожалению, в отечественных нормах указанные выше закономерности не нашли отражения.

Проводя сопоставительный анализ с нашими нормами проектирования можно констатировать, что по сравнению с современными зарубежными нормами проектирования у нас имеется существенное отставание. Принципы и технология проектирования, применяемая на западе, существенно отличается от технологии, применяемой в нашей стране.

Кроме этого, за рубежом, в нормах проектирования используется гораздо больше ограничений при проектировании продольного уклона.

Приведенные выше теоретические основы, базирующиеся в основном на результатах исследований, выполненных у нас в стране и за рубежом, положенных в основу проекта Свода правил.

9. Поперечный профиль.

Вопросу, связанному с параметрами поперечного профиля автомобильной дороги, посвящено много отечественных и зарубежных исследований, результаты которых послужили основой для нормирования элементов поперечного профиля в проекте Свода правил.

Согласно результатам исследований, проведенным у нас в стране и за рубежом, увеличение количества полос движения на дороге (в виде расширения проезжей части дороги, а не в виде дорожной разметки более узких полос на данной ширине дороги) должно, в первую очередь, восприниматься, как мера по увеличению пропускной способности дороги и возможности участия в дорожном движении. Эта мера, как видно, может привести к увеличению количества ДТП.

Увеличение ширины проезжей части двухполосных дорог на 1-3 м дает снижение количества ДТП на 5-10% в районах редкой застройки по обоим типам ДТП - с травматизмом и материальным ущербом. В районах плотной застройки, соответствующее увеличение ширины проезжей части приводит к увеличению количества ДТП с травматизмом на 5-10%.

Увеличение ширины полосы движения имеет практически аналогичное влияние на ДТП, как и увеличение ширины проезжей части.

Устройство краевых полос безопасности снижает количество ДТП на 5-10% вне зависимости от последствий ДТП.

Увеличение ширины краевой полосы также может снизить количество ДТП с травматизмом, но цифры не отличаются надежностью. Поскольку увеличение ширины полосы безопасности достигается за счет уменьшения ширины полосы движения на 0,5 м по обеим полосам, то количество ДТП с травматизмом может быть снижено на 5-10%. Большее сужение ширины полосы движения имеет менее ненадежное влияние.

Разделительная полоса на 4-х полосной дороге снижает количество ДТП с травматизмом на 10%. Показатели влияния на ДТП с материальным ущербом не отличаются надежностью. Разделительная полоса на 2-х полосной дороге в районе редкой застройки увеличивает количество ДТП. Применение бордюрного камня для разделительной полосы на городских улицах вместо прежней дорожной разметки снижает количество ДТП на 20%. Увеличение ширины разделительной полосы на автомагистралях на 5-7 м снижает количество ДТП с травматизмом на 2%, количество ДТП с материальным ущербом - на 10%.

Ширина проезжей части.

Тип поперечного профиля дороги имеет большое значение для пропускной способности дороги, ощущения "чувства скорости" у водителя и величины скорости. Узкая проезжая часть усиливает боязнь быстрой езды, тогда как широкая дорога ослабляет эту боязнь, поэтому скорость обычно выше на широких дорогах, а не на узких. В шведском исследовании (Nilsson, Rigefalk og Koronna-Vilhelmsson, 1992) показаны следующие средние показатели скорости на дорогах с различной шириной проезжей части.

Таблица 20

Средние показатели скорости на дорогах

с различной шириной проезжей части

Общее ограничение скорости, км/ч	Тип дороги и ширина проезжей части	Средняя скорость легкового автомобиля, км/ч*
70	Двухполосная дорога, 4,7-6,5 м	81
90	Двухполосная дорога 6,5-7,0 м	86
90	Двухполосная дорога 8,0-9,5 м	94
90	Четырехполосная дорога, 11,0-13,0 м	93
90	Автомагистраль с разделительной полосой 12,0-13,0 м	101
110	Автомагистраль с разделительной полосой 11,0-13,0 м	107

*Значения средних скоростей при уровне загрузки дорог движением менее 0,5

В норвежском исследовании (Sakshaug, 1986) факторов, влияющих на среднюю скорость движения при установленном пределе скорости, показано, что скорость увеличивается на 1,4 км/ч на 1 м увеличения ширины проезжей части при ограничении скорости до 50 км/ч и на 0,6 км/ч на 1 м увеличения ширины при ограничении скорости до 80 км/ч.

В наших исследованиях такая зависимость не обнаружена: скорость движения 95% обеспеченности превышает допустимую скорость независимо от установленного предела на автомагистралях на 20-25 км/ч, на автомобильных дорогах II–IV категорий на 20-30 км/ч.

Влияние ширины проезжей части дороги на аварийность изучалось МАДИ на опыте эксплуатации МКАД, Третьего кольца в Москве и зарубежного опыта. Исследования показали принципиальную возможность корректировки норм ширины полосы движения и ширины обочин.

Опыт эксплуатации МКАД показал, что ширина полосы движения 3,75 м для движения плотных транспортных потоков является излишне широкой. При уровне загрузки движением более 0,7 нарушается рядность движения и на 4-х полосной проезжей части транспортный поток движется в пять рядов. Кроме этого, правая обочина при уровне загрузки менее 0,5 используется для обгона справа периодически, а при уровне загрузки более 0,7 для постоянного движения и при 4-х полосной проезжей части движение идет в 6 рядов. Снижение дисциплины движения, обгоны и движение по обочине, спровоцированные излишней шириной полосы движения и обочины, стали причиной высокой аварийности на МКАД. После отказа от ширины полосы движения 3,75 м, разметки проезжей части на 5 полос по 3,5 м и сокращения правой обочины помимо увеличения пропускной способности дороги повысилась дисциплина движения. Все это привело к снижению аварийности на МКАД более чем на 20%. При этом скорость транспортного потока практически не изменилась.

В странах Западной Европы, уже давно, начиная с конца 60-х годов, в нормы проектирования в качестве предельной ширины полосы движения для скоростного движения вводится норма 3,5 м. Норма 3,75 м, принятая в ряде стран в начале 60-х годов, гипотетическая, и не являлась следствием экспериментов или опыта, поскольку таких дорог еще не было. Это был период начала строительства автомагистралей, и считалось, что чем выше расчетная скорость и шире полоса движения, тем выше удобство и безопасность движения. Однако по мере роста уровня автомобилизации и увеличения уровня загрузки дороги оказалось, что ширина полосы движения 3,75 м и широкая обочина 3,5-3,75 м не только не повышают транспортно-эксплуатационные показатели автомагистралей, но приводят к повышению аварийности.

Проведенные за рубежом исследования увеличения ширины проезжей части для участков автомобильных дорог, проходящих по застроенным территориям, показали различное влияние на результаты плотности застройки.

Таблица 21

Влияние уширения проезжей части дороги на количество ДТП

Тяжесть ДТП	Изменение количества ДТП в процентах		
	Влияние на типы ДТП	Наилучший результат	Пределы колебания результатов
Увеличение ширины, которая меньше нормативной, до ширины, указанной в дорожных нормах, в районах редкой застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	-5	(-7; -3)
Материальный ущерб	Все типы ДТП	-13	(-22; -3)
Увеличение ширины, которая меньше нормативной, до ширины, указанной в дорожных нормах, в районах плотной застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	+11	(+7; +15)
Материальный ущерб	Все типы ДТП	-21	(-38; +0)
Увеличение в рамках ширины дороги, которая устанавливается дорожными нормами, в районах редкой застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	-8	(-10; -6)
Материальный ущерб	Все типы ДТП	-10	(-14; -6)
Увеличение ширины, которая меньше нормативной, до ширины, указанной в дорожных нормах, в районах плотной застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	+4	(+0; +8)
Материальный ущерб	Все типы ДТП	+10	(+3; +18)

Увеличение ширины проезжей части до нормативных значений уменьшает количество ДТП на дорогах в районах редкой застройки, но вызывает их увеличение в районах плотной застройки, где увеличивается количество пешеходов.

Объяснением того, что большая ширина проезжей части дороги не может быть рассмотрена, как фактор повышения безопасности дорожного движения в густонаселенных местах, является то, что большая ширина дорог в населенных пунктах делает переход дороги пешеходами более длинным.

Расширение дороги приводит к повышению скорости, что вызывает увеличение количества и, главное, тяжести ДТП. В местах менее застроенных меньше перекрестков, пешеходов тоже меньше, и поэтому расширение дороги имеет большее значение для безопасности, чем в плотно застроенных районах, но отрицательное влияние на тяжесть ДТП увеличения скорости движения транспортных потоков сохраняется.

Исследованное рядом зарубежных ученых (Thorson, Zegeer, Deen, Mayes, Rosbach) влияние ширины полосы движения на количество ДТП и их последствия показало, что увеличение ширины полосы движения от ширины, которая меньше установленных дорожных норм, до нормативной ширины, приводит к увеличению ДТП с травматизмом, но снижает общее количество ДТП.

Таблица 22

Влияние увеличения ширины полосы движения на количество ДТП

Тяжесть ДТП	Процентное изменение количества ДТП		
	Типы ДТП	Наилучший результат	Пределы колебания результатов
Увеличение ширины, которая меньше нормативной, до ширины, указанной в дорожных нормах, в районах редкой застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы	+9	(+4, +14)
Неустановленная степень повреждений	Все типы	-5	(-8; -1)
Увеличение ширины, которая меньше нормативной, до ширины, указанной в дорожных нормах, в районах плотной застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы	+14	(+7; +20)
Увеличение в рамках ширины дороги, которая устанавливается дорожными нормами, в районах редкой застройки			
ДТП с травматизмом	Все типы	-8	(-14; -1)
Неустановленная степень повреждений	Все типы	-19	(-24; -15)

Результаты, которые касаются ДТП с неустановленной степенью повреждений, относятся к американскому исследованию (Zegeer, Deen og Mayes, 1981), при этом ДТП с материальным ущербом также включены в эти данные. Увеличение ширины полосы движения в пределах диапазона, установленного дорожными нормами (т.е. от минимально до максимально допустимой в дорожных нормах), также снижает количество ДТП, но повышает их тяжесть. В исследованиях изучалось увеличение ширины полосы движения в пределах 0,3-0,5 м.

В нормах европейских стран, ширина полосы автомагистрали принимается, как правило, менее 3,75 м. Это объясняется преобладанием в транспортном потоке, на дорогах большинства стран, легковых автомобилей. В ряде стран, в том числе в Германии, учитывают, что по правым полосам движется большая часть грузового потока, поэтому на шестиполосных автомагистралях ширина этих полос принимается равной 3,75 м. В стесненных условиях строительства, нормы Германии допускают уменьшение ширины полосы движения на четырехполосных магистралях до 3,25 м.

Таблица 23

Ширина полосы движения по нормам различных стран

Страна	Автомагистраль	Скоростная дорога
Канада		3.0 -3.7 м внегородская
Китай	3.5 - 3.75 м	3.75 м
Чехия	3.5 - 3.75 м	3.0 - 3.5 м
Дания	3.5 м	3.0 м
Франция	3.5 м	3.5 м
Германия	3.5 -3.75 м	3.25 м 3.5 м
Греция	3.5 м 3.75 м	3.25-3.75 м внегородская

Венгрия	3.75 м	3.5 м
Израиль	3.75 м	3.6 м
Япония	3.5 - 3.75 м	3.25 м 3.5 м
Нидерланды	3.50 м	2.75 - 3.25 м
Польша	3.5 -3.75 м	3.0 -3.5 м
Португалия	3.75 м	3.75 м
Испания	3.5 - 3.75 м	3.0 - 3.5 м
Швеция		3.75 м внегородская без разделительного барьера
Швейцария	3.75-4.0 м	3.45 -3.75 м
Великобритания	3.65 м	3.65 м
США	3.6 м	3.3 -3.6 м
Югославия	3.5 - 3.75 м	3.0 -3.25 м
Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА) ЕЭК ООН	3,5 м	3,5 м
Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог ЭСКАТО	3,5 м	3,5 м
Номы проектирования трансъевропейской автомагистрали (TEM Standards and Recommended Practice)	3,5-3,75 м	3,5-3,75 м
Россия ГОСТ Р 52399-2005	3,75 м	3,75 м
СП 34.13330.2012	3.75	3.75
Проект Свода правил	3.75/3.50	3.75/3.50

Примечание: наименьшие значения для полос движения легковых автомобилей, наибольшие - для грузового транспорта.

В своих исследованиях влияния ширины полос движения и обочин на аварийность В.В.Чванов установил связь количества ДТП с размерами элементов поперечного профиля. Эти исследования показали, что очень узкие и излишне широкие полосы движения и обочин увеличивают аварийность на дороге. Для уровней загрузки дорог движением менее 0,3, для которых собиралась статистика аварийности, что соответствует относительно свободному движению транспортных потоков, определены оптимальные размеры полос движения и обочин. Исследования, выполненные МАДГТУ, показали, что при более высоком уровне загрузки оптимум смещается больше влево, чем по данным В.В.Чванова. В целом, выводы по исследованиям, проведенным МАДГТУ и В.В.Чвановым совпадают, разница лишь в количественной характеристике аварийности. В исследованиях МАДГТУ рассматривались все ДТП, а у В.В.Чванова только отчетные.

Оптимальная ширина полосы движения с позиций безопасности движения, согласно данным В.В.Чванова, для многополосных дорог с разделительной полосой 3,5 м, без разделительной полосы – менее 3,5 м (рис. 16).

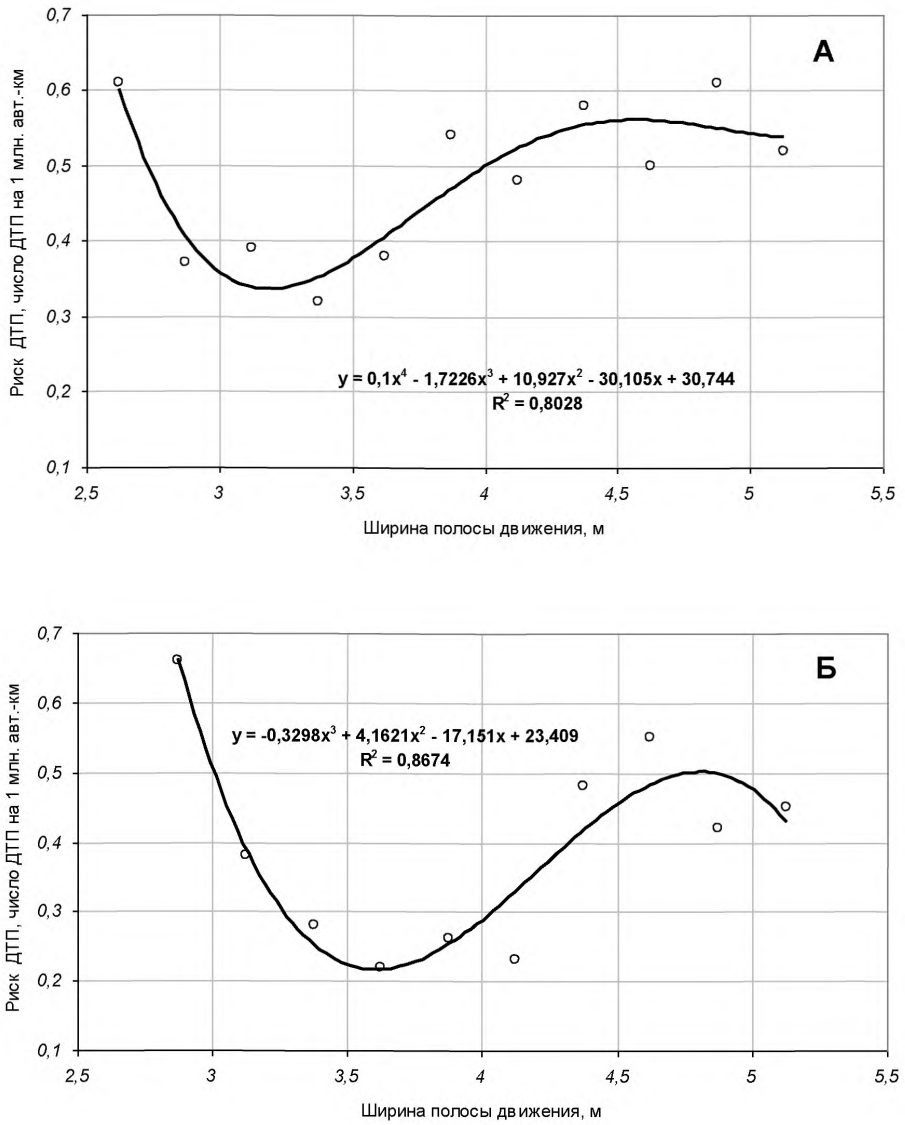


Рис. 16 Зависимость риска ДТП от ширины полосы движения на многополосных дорогах без разделительной полосы (А) и многополосных дорогах с разделительной полосой (Б)

При уровне загрузки дороги до 0,3, ширина полосы движения 3,75 м, как показали исследования МАДГТУ 70-х годов, действительно повышает комфортабельность движения, но при большем уровне загрузки приводит к снижению дисциплины движения. При этом уменьшение ширины полосы движения при таком уровне загрузки не вызывает снижения скорости движения.

Зарубежный опыт и опыт, накопленный после строительства МКАД и ТТК, дает основание предложить для проектируемой автомобильной дороги

в качестве нормы, ширину полосы движения для легкового движения 3,5 м, а для движения, в составе которого имеются тяжеловесные транспортные средства (такие транспортные средства предполагаются для обслуживания морского порта) – 3,75 м.

В нормах стран ЕС и США параметры поперечного профиля устанавливают через функциональную классификацию и техническую категорию дороги. Этими нормами устанавливается минимальное количество полос движения и, если интенсивность движения превышает допустимую для установленного уровня обслуживания, количество полос движения и их ширина могут быть увеличены.

Мировая тенденция в части ширины полосы движения – в уменьшении этой ширины. Это распространяется даже на существующие дороги с шириной полосы движения 3,75 м. На этих дорогах, разметкой обозначается полоса движения 3,5 м, а «лишние» 0,25 м относят к краевым полосам. Ранее, в середине 80-х годов, рекомендовалось на многополосных дорогах, крайнюю полосу устраивать шириной 3,75 м, поскольку по ней движутся грузовые автомобили. В настоящее время такая рекомендация сохранилась только для Франции и Германии. Однако имеется ссылка на то, что при наличии краевой полосы шириной не менее 0,5 м, «психологическая» ширина правой полосы 4,0 м, что обеспечивает безопасность и комфорт движения широких грузовых автомобилей в большей степени, чем при полосе 3,75 м без краевой полосы.

В проекте Свода правил, для расчетных скоростей и поперечных профилей для автомобильных дорог принята европейская норма ширины полосы движения: на двухполосных дорогах ширина 3,5 м и только для IV категории 3,0 м, а для многополосных дорог – внутренние полосы по 3,5 м, внешние – 3,75 м.

Обобщенные данные по ширине полосы движения, обочин и разделительной полосы приведены в таблице 24.

Таблица 24

Ширина полосы движения

Наименование категорий по ГОСТ Р 52398-2005	ФРГ[1]	США	Франция	Россия СП 34.13330.2012	Проект Свода правил
IA	3,75/3,5	3,6	3,5	3,75	3,75[1], 3,5
IБ	3,75/3,5	3,6/3,0	3,5	3,75	3,75[1], 3,5
IB	3,5/3,0	3,6/3,0	3,3	3,75	3,75[1], 3,5
II четырех-полосная	3,5/3,0	3,3/3,0	3,5/3,3	3,5	3,5
II двух-полосная	3,5/3,0	3,3/3,0	3,5/3,3	3,75	3,75
III	3,5/2,75	3,0	3,3	3,5	3,5
IV	3,0	3,0/2,75	3,0	3,0	3,0
V	2,75	3,0/2,75	2,75	2,25x2	4,5

1) Ширина полосы движения ля расчетного автомобиля грузового

Примечание:

Ширина полосы назначается в зависимости от класса дороги, определяемого исходя из степени застройки территории прохождения трассы.

В нормах практически всех зарубежных стран еще одним элементом поперечного профиля автомобильной дороги является свободная придорожная зона, которая представляет собой примыкающий к автомобильной дороге земельный участок, свободный от посторонних предметов и имеющий ограниченные уклоны, предназначенные для смягчения последствий потерявшего управление и съехавшего с автомобильной дороги автомобиля. Ширина этой зоны варьируется в зависимости от расчетной скорости от 4 до 12 метров.

Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования элементов поперечного профиля показывает, что за рубежом минимальная ширина полосы движения и минимальная ширина обочины меньше, чем в действующих отечественных нормах проектирования, за исключением случаев, когда обочина проектируется для пешеходного или велосипедного движения. В проекте национального стандарта для расчетных скоростей и поперечных профилей автомобильных дорог, значения ширины полосы движения и обочины корреспондируются с зарубежными нормами и должны быть приняты в качестве основы для подготовки проекта Свода правил.

Ширина обочин.

Обочины на автомобильных дорогах являются обязательным элементом. В отечественных и зарубежных исследованиях отмечается, что излишне широкая обочина является источником аварийности. Современная тенденция в отношении обочин – назначение минимальной, исходя из практики эксплуатации дорог ширины обочины, но с обязательным укреплением ее материалом, обработанным вяжущим на всю ширину. При этом следует подчеркнуть, что только в России на обочине разрешено останавливаться, стоять и даже ездить по ней. В странах ЕС остановка на обочине запрещена. Этот запрет следует ввести и в отечественные правила дорожного движения.

Как следует из приведенной ниже таблицы, ширина обочины в нормах развитых зарубежных стран, меньше, чем в отечественных нормах.

Таблица 25

Ширина обочины

Наименование	ФРГ[1]	США[2]	Франция[2]	Россия[3]	Проект ГОСТ Р
Обочина, м	1,5-1,0	2,4-1,8	2,0-1,0	3,75-1,5	1,5-1,0
Краевая полоса, м	0,75-0,25	0,5-0,0	0,75-0,25	0,75-0,5	0,75/0,5

1. Ширина краевой полосы и обочины назначается в зависимости от класса дороги, определяемого исходя из степени застройки территории прохождения трассы и доли грузового движения.

2. Ширина краевой полосы и обочины назначается в зависимости от интенсивности и состава движения.
3. Ширина обочины и краевой полосы согласно СНиП 2.05.02-85* назначается в зависимости от категории дороги.

При сопоставлении ширины обочины следует учитывать, что в ряде зарубежных стран понятие обочина и правила измерения её ширины, отличаются от понятия обочины используемое в отечественных нормах. Для исключения в дальнейшем путаницы в этих понятиях и истинных размерах ширины обочины в проекте свода правил понятие обочины и порядок измерения её ширины для многополосных дорог, приняты аналогичными принятым в нормах Германии и ряда других Европейских стран (рис. 17).



Рис. 17 Ширина обочин для многополосных дорог

В нормах целого ряда стран на обычных автомобильных дорогах допускается использовать обочину для организации пешеходного и велосипедного движения по ней, с обязательным отделением этих мест от проезжей части дорожной разметкой, и при соответствующем увеличении ширины обочины для снижения недопустимого риска дорожно-транспортного происшествия. В этих случаях ширина обочины назначается с учетом её планируемого использования.

Влияние ширины обочины на аварийность нашло отражение в проведенных в свое время, за рубежом исследованиях. В Дании было исследовано уменьшение всей проезжей части на 0,25 м; в США уменьшение всей проезжей части на 0,30 м;, в Швеции уширение всей проезжей части от 3,75 до 5,5 м и уменьшение ширины обочины от 3,25 до 1,00 м. и от 2,75 до 1,00 м. Было изучено также влияние разметки узкой полосы движения при уширенной обочине на количество ДТП. Результаты исследований, влияния

изменения ширины полосы движения и полосы безопасности на количество ДТП, приводятся ниже в таблице 26.

Таблица 26

Влияние изменения ширины полосы движения и полосы безопасности на количество ДТП

Тяжесть ДТП	Процентное изменение количества ДТП		
	Влияние на типы ДТП	Наилучший результат	Пределы колебания результатов
Сужение полосы движения и соответствующее расширение обочины			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	-7	(-10; -2)
Сужение обочины и уширение полосы движения			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	-5	(-16; +7)
ДТП с материальным ущербом	Все типы ДТП	-8	(-17; +3)

Небольшое сужение ширины проезжей части снижает, как видно, количество ДТП с травматизмом, тогда как большое сужение увеличивает количество ДТП (все степени повреждений, включая материальный ущерб). Более эффективным является уширение проезжей части и сокращение обочин. Исследования, при которых ширина полосы движения была уменьшена более чем на 1 м, проводились на автомагистралях.

Исследования влияния ширины обочины на аварийность, выполненные МАДИ на многополосных дорогах (МКАД и Каширское шоссе) с шириной полосы движения 3,5 м и 3,75 м. показали, что чем выше уровень загрузки, тем чаще наблюдаются нарушения рядности движения, особенно при ширине полосы движения 3,75 м. На таких дорогах, при уровне загрузки более 0,4, обочина повсеместно, даже вблизи постов ГИБДД, используется как полоса проезжей части с нарушениями ПДД - обгон справа. Следует признать, что одними нормами проектирования дорог обеспечить безопасность движения в нашей стране невозможно. Необходимы меры, гарантирующие соблюдение водителями Правил дорожного движения. К числу таких мер, помимо повышения эффективности работы ГИБДД и ужесточения строгости наказания за нарушение ПДД, относится создание условий, делающих невозможным, в крайнем случае, очень трудным, нарушение рядности движения и езду по обочине.

Результаты проведенных наблюдений показали, что излишне широкая полоса движения провоцирует водителей в плотных транспортных потоках двигаться по одной полосе в 2 ряда. При этом зазоры, безопасности между попутными автомобилями уменьшаются до 0,4–0,7 м, что приводит к возрастанию аварийности из-за увеличения числа боковых столкновений.

Показатель тяжести наездов на стоящей автомобиль на обочине является одним из наиболее высоких. В исследуемый период 1993-2008 г.г. количество погибших в 100 ДТП составило 22 чел. Это обстоятельство связано в первую очередь с тем, что на реконструированных участках МКАД

повысилась интенсивность движения, вырос уровень загрузки с одновременным увеличением скорости движения и понизилась дисциплина движения.

Наиболее опасные ситуации возникают, когда на обочину для обгона выезжает автомобиль, а часть обочины занята стоящим автомобилем. С позиций ПДД такое поведение водителей правомерно: разрешена, как стоянка на обочине, так и движение по ней.

Для устранения недостатков поперечного профиля МКАД в середине 2002 г. с помощью разметки были изменены его параметры: выделены две внутренние полосы движения шириной по 3,5 м каждая, вместо принятых ранее 3,75 м, дополнительная полоса была преобразована в основную и остановочную полосы.

Анализ статистки ДТП за время эксплуатации МКАД с измененными размерами поперечника показывает, что, несмотря на уменьшение ширины двух полос движения, показатель общей относительной аварийности практически не уменьшился, но главное, снизился показатель относительного числа погибших в ДТП . Можно заключить, что уменьшение ширины обочин до 2,25 м и полос для наиболее скоростного движения до 3,5 м повысили дисциплину и безопасность движения.

В странах Западной Европы и США обочина рассматривается как дополнительная ширина поверхности дороги, обеспечивающая психологическую уверенность водителя. Естественно, этот элемент поперечного профиля может использоваться в аварийной ситуации, но не вынужденная остановка автомобиля запрещается. В нормах зарубежных стран ширина обочин на автомагистралях назначается в пределах 2,5 – 3,6 м, включая ширину краевых полос.

Таблица 27

Ширина обочин на автомагистралях ряда стран

Страна	Ширина остановочной полосы, включая краевую полосу, м	Ширина краевой полосы, м
ФРГ	3,0 3,25	0,5 0,75
Великобритания	3,0	0,5
Италия	2,55 *; 2,8	0,2
Франция	3,0	0,6
США	3,0; 3,6 **	0,6

Примечания:
* - для расчетной скорости 100, 120 км/ч;
** - при интенсивности движения грузовых автомобилей равной или более 250 авт/ч.

Значение наличия краевой полосы у кромки проезжей части исследовано в Дании и США. Влияние устройства полос безопасности на количество ДТП показано ниже в таблице.

Таблица 28

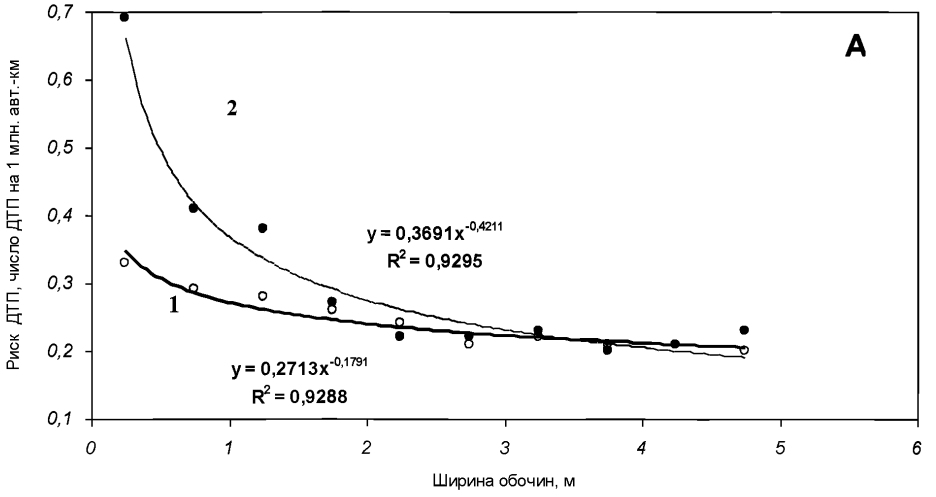
Влияние устройства полос безопасности на количество ДТП

Тяжесть ДТП	Процентное изменение количества ДТП		
	Влияние на типы ДТП	Наилучший результат	Предел колебания результатов
Устройство полосы безопасности			
ДТП с травматизмом	Все типы ДТП	-8	(-16; +1)
ДТП с неустановленной степенью повреждений	Все виды ДТП	-6	(-9; -3)

Дороги с полосами безопасности (которые чаще всего имеют ширину 0,3-1,0 м) имеют, согласно этим исследованиям, уровень риска на 5-10% ниже, чем на дорогах без полосы безопасности.

Исследования влияния ширины обочин на аварийность, проведенные В.В.Чвановым, показаны на рис. 18.

Для двухполосных дорог, характерным, является практически неизменный риск ДТП при ширине обочин более 2,2 м. В исследованиях, выполненных МАДГТУ, было отмечено, что при уровне загрузки более 0,8 уменьшение ширины обочины до 1,5 м снижает аварийность на дороге по сравнению с более широкими обочинами.



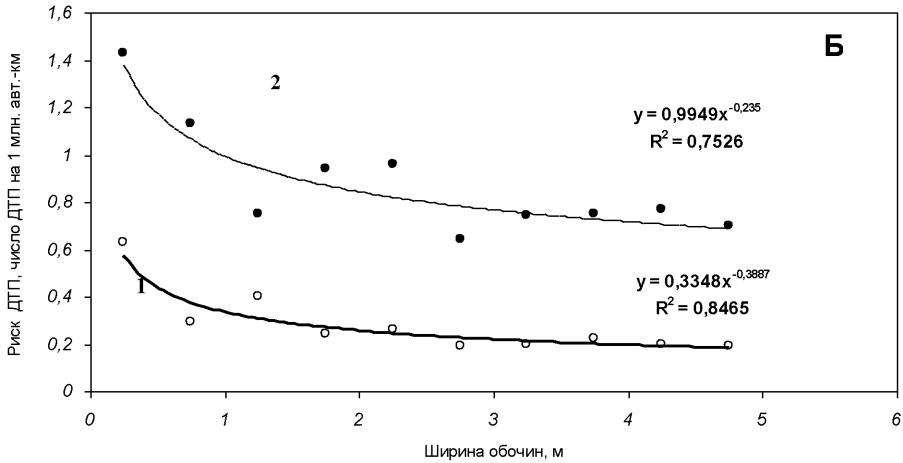
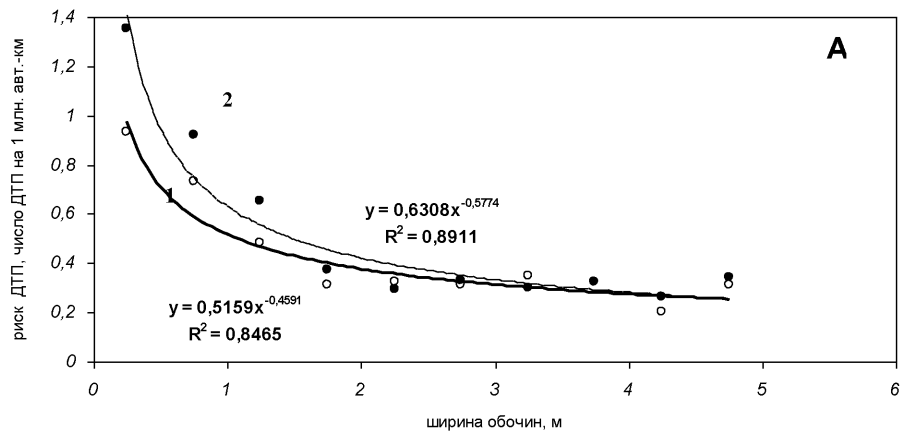


Рис. 18 Зависимость риска ДТП от ширины и наличия укрепления обочин на двухполосных (А) и трехполосных (Б) дорогах.
Обозначения на графике: 1 – укрепленные обочины, 2 – неукрепленные обочины

На многополосных дорогах риск ДТП ощутимо возрастает только при ширине укрепленной обочины менее 1,5 м, а неукрепленной – менее 1,0 м (рис. 19).



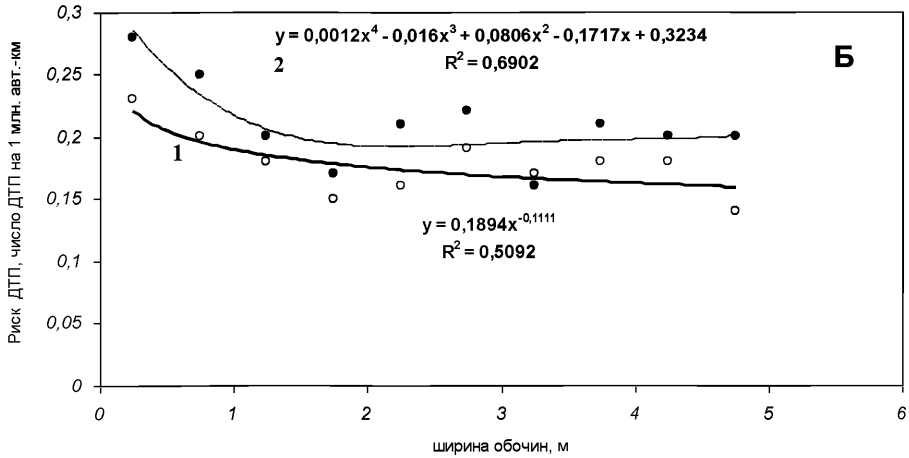


Рис. 19 Зависимость риска ДТП от ширины и наличия укрепления обочин на многополосных дорогах без разделительной полосы (А) и с разделительной полосой (Б).

Обозначения на графике: 1 – укрепленные обочины, 2 – неукрепленные обочины

Таблица 29

Ширина обочины по нормам различных стран

Страна	Автомагистраль	Скоростная дорога
Канада		1.5 -3.0 м, внегородская
Китай	2.0 - 3.25 м	0.75 -2.5 м
Чехия	1.5 - 2.5 м	0.25 - 1.5 м
Дания	3.5 м	2.5 м
Франция	3.0 м + 0.75 м (без покрытия)	3.0 м + 0.75 м (без покрытия)
Германия	1.5 - +до 2.5 м (гравийная)	1.5 м (+до2.5 м гравийная)
Греция	1.5 м	1.5 - 2.0 м, для внегородской
Венгрия	4.0 м	2.0 - 2.5 м
Израиль	3.0 м	3.0 м
Япония	>2.5м	> 1.75 м
Нидерланды	1.25 м	0.20 -0.45 м
Польша	2.5 -3.0 м	2.0 - 2.75 м
Португалия	3.0 м левая 1.0 м правая	2.5 м
Испания	0.5 -1.0 м левая 2.5 - 3.0 м правая	1.5 -2.5 м
Швеция	н/д	0.75м, для внегородской ,без разделительного барьера
Швейцария	1.0 - 2.5 м	0.5- 1.5 м
Великобритания	3.3 м левая 1.0 м правая	1.0 м левая 1.0 м правая

США	3.0 -3.6 м правая 1.2 -3.6 м левая	1.2 - 2.4 м
Югославия	1.5 м	1.35 - 1.5 м
Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА) ЕЭК ООН	3,25 м	2,5 м
Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог ЭСКАТО ООН	3,0-2,5 м	3,0-2,5 м
Нормы проектирования трансъевропейской автомагистрали (TEM Standards and Recommended Practice)	3.00 -3.75 м	3.00 -3.75 м
ГОСТ Р 52399-2005	3,75 м	3,75 м
СП 34.13330.2012	3,75 м	3,75 м
Проект свода правил	1,5*	1.5*

*по аналогии с нормами Германии.

Сопоставление результатов в таблице 9.10 необходимо делать, принимая во внимание само понятие «обочина» и правила измерения её ширины, которое показано на рисунке 9.2.

В проекте свода правил понятие «обочина» для многополосных дорог принято по аналогии с нормами Германии.

Разделительная полоса.

Разделительная полоса для многополосных дорог является обязательным элементом. Опыт эксплуатации дорог с разделительной полосой, особенно с высоким уровнем загрузки, показывает необходимость снижения вероятности переезда автомобилей на встречную проезжую часть.

Ширина разделительной полосы в период 60-х годов назначалась довольно больших размеров 6,0 м и более. Мотивировкой этого было – помимо разделения встречных потоков такая ширина обеспечивает резервную полосу для расширения проезжей части дороги. Однако в настоящее время от таких разделительных полос отказываются и применяют узкие полосы с центральным ограждением, которые дешевле и более надежны в отношении непереезжаемости.

Широкая разделительная полоса эту проблему не снимает, но добавляет еще одну проблему – водоотвод с разделительной полосы, особенно при вогнутом поперечном профиле. Наиболее эффективным решением является устройство не переезжаемого ограждения по оси разделительной полосы. При этом отпадает необходимость в широкой разделительной полосе, и ее размеры уменьшаются до минимума, обеспечивающего размещение ограждения, а при необходимости и опор освещения и полос безопасности. Ширина разделительной полосы при этом сокращается до 3,0 м.

Важной является возможность содержания разделительной полосы. Ограждение исключает возможность переезда на встречную проезжую часть, поэтому возвышение разделительной полосы над проезжей частью является излишним. Необходимо создать удобные условия для очистки разделительной полосы от снега зимой и грязи в теплое время суток. Оптимальным решением является ориентация на механизированный способ уборки – зимой снегоочистительной техникой, в теплое время года – очистка струей воды. При этом следует иметь в виду, что все эти методы очистки требуют ровного и прочного покрытия разделительной полосы. Плиточные покрытия не годятся, поскольку они повреждаются при проходах плужного снегоочистителя. Наиболее приемлемым является асфальтобетонное покрытие.

Таблица 30

Разделительная полоса, м

Наименование	ФРГ	США	Франция	Россия
Переезжаемая, без центральных ограждений	6,0 и более	5,4 и более	6,0 и более	6,0-5,0
Не переезжаемая, с центральными ограждениями	3,5/2,0	3,0/2,1	3,0/2,0	3,0

Таблица 31

Ширина разделительной полосы по нормам различных стран

Страна	Автомагистраль	Скоростная дорога
Китай	1.5 -3.0 м	1.5 -3.0 м
Дания	3.0 м	2.0 м
Франция	12 м; 3 м –при наличии ограждения	12 м; 3 м –при наличии ограждения
Германия	3.0 - 3.5 м	3.0 -3.5 м
Грецция	3.0 - 3.5 м	3.0 - 3.5 м
Венгрия	3.0 м	1.5 - 3.0 м; 2.5 м–при наличии ограждения
Израиль	3.0 м	2.5 м для 4 –полосной дороги
Япония	>4.5м	> 1.75 м
Нидерланды	12.0 м	3.0 -4.5 м
Польша	3.5 -5.0 м	3.0 -5.0 м
Испания	10 -12 м; 3 м – при наличии ограждения	
Швейцария	3.5 м; 2.0 м – при наличии ограждения	
Великобритания	4.0 м	4.0 м –для внегородской 1.8 -3.0 м для городской
США	минимум 3.0 м	1.2 – 20 м
Югославия	4.0 м	4.0 м
Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА) ЕЭК ООН	мин. 3,0 м	-

Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог ЭСКАТО ООН	3,0-4,0 м	2,5 -3,0 м
Нормы проектирования трансъевропейской автомагистрали (TEM Standards and Recommended Practice)	4, 0 м при расчетной скорости 100 км/час и более	Не менее 3,0 м при расчетной скорости 80 км/час и менее
СНиП 2.07.01-89*	3,75 м магистральная улица скоростного движения	3,5 м магистральная улица регулируемого движения
ГОСТ Р 52399-2005	6,0 м без ограждения 2 м + ширина ограждения	6,0 м без ограждения 2 м + ширина ограждения
Проект Свода правил	4.00м	2.50 м

На основе анализа результатов отечественных и зарубежных исследований по установлению зависимостей влияния ширины полос движения и проезжей части автомобильных дорог на количество ДТП, результатов исследований о влиянии расширения проезжей части автомобильных дорог, при их ремонте и реконструкции на изменение показателей аварийности, а так же сравнительного анализа отечественных требований, предъявляемых к ширине проезжей части и полос движения, с нормами на проектирование автомобильных дорог в западноевропейских странах и США разработаны предложения по совершенствованию требований к ширине проезжей части и полос движения с учетом современной международной практики проектирования и строительства автомобильных дорог.

Проведенный сопоставительный анализ отечественных и зарубежных норм проектирования автомобильных дорог, также выявил целесообразность разработки предложений по совершенствованию требований и к другим элементам поперечного профиля автомобильных дорог (ширине центральной разделительной полосы, ширине краевых полос и обочин).

В целом, проведенный сравнительный анализ показывает, что отдельные нормы проектирования элементов поперечного профиля дорог, установленные ГОСТ Р 52399-2005 «Геометрические элементы автомобильных дорог», могут быть оптимизированы по критериям безопасности дорожного движения с учетом международной практики.

Основные положения, которые были определены в качестве базовых при разработке предложений по внесению изменений в действующие нормы, и на основе анализа всех исходных материалов и результатов имеющихся исследований заключаются в следующем:

1. Зарубежные нормы проектирования позволяют для каждой проектируемой дороги осуществлять индивидуальный выбор поперечного профиля с учетом особенностей проложения ее трассы и обеспечения необходимого уровня удобства движения.

К проектированию поперечного профиля дороги подходят дифференцировано с учетом специализации полос движения для легковых и

грузовых автомобилей в зависимости от доли большегрузных автомобилей в составе транспортного потока. При этом учитывается функциональное назначение автомобильных дорог, важность транспортных связей при обеспечении безопасности движения, качество транспортного обслуживания и других социальных и экономических факторов.

2. Большинство исследований по оценке влияния ширины полосы движения на показатели аварийности, в том числе и исследования, проведенные ФГУП «РОСДОРНИИ» на основе данных АБДД «ДОРОГА» свидетельствует, что устройство полос движения менее 3.0м приводит к резкому увеличению количества ДТП и тяжести их последствий на автомобильных дорогах любого типа.

Большинство зарубежных и отечественных исследований, свидетельствует о том, что при величине коэффициента загрузки дороги движением менее 0,3, ширина полосы движения 3,75 м действительно повышает комфортабельность движения, но при большем уровне загрузки приводит к снижению дисциплины движения, при этом уменьшение ширины полосы движения при высокой загрузке дорог движением не вызывает снижения скорости движения транспортного потока и не приводит к росту аварийности;

3. Установлено также, что при высоком уровне загрузки дороги движением, когда начинает ощущаться недостаток пропускной способности, широкие полосы движения, рассчитанные на движение одиночного автомобиля, играют отрицательную роль – они провоцируют несоблюдение рядности движения, что приводит к существенному возрастанию аварийности из-за увеличения числа боковых столкновений. В целом, можно констатировать, что при увеличении уровня загрузки дороги движением, полосы движения шириной 3,75 м и широкие обочины 3,5-3,75 м не только не повышают транспортно-эксплуатационные показатели автомагистралей, но и приводят к повышению уровня аварийности.

4. Как правило, в европейских нормах, ширина крайних правых полос на многополосных автомобильных дорогах с разделительной полосой предусматривается больше ширины полос прилегающих к разделительной полосе и составляет от 2.00 до 4.00 м. Ширина средних полос и крайней левой полосы, для преимущественного движения легковых автомобилей при этом обычно принимается равной 3,5 м. При этом следует учесть, что ширина обочины 4.00 м принимается для возможности размещения на ней средств регулирования дорожного движения и промежуточных опор пересекающих дорогу путепроводов и эстакад. Кроме этого применение разделительной полосы шириной 4.00 м. обеспечивает минимальное расстояние видимости на горизонтальных кривых.

С учетом вышеизложенного в проект Свода правил сформулированы требования к ширине разделительной полосы.

Соответствие габарита моста ширине проезжей части.

Параметром поперечного профиля дорог, влияние которого на безопасность движения подтверждено предшествующими исследованиями, является соотношение ширины проезжей части на мостах и на участках дорог, на подходах.

Проведенные у нас в стране исследования показали, что при ширине проезжей части мостов равной или меньшей ширины проезжей части на подходах возрастает риск ДТП, в связи с увеличением вероятности встречных столкновений транспортных средств, ввиду смещения автомобилей к оси проезжей части при движении по узким мостам. В исследованиях, выполненных в США, также было установлено, что мосты, которые уже, чем проезжая часть дороги увеличивают риск ДТП. При этом увеличение ширины мостов до ширины проезжей части дороги, снижает общее количество ДТП на таких участках на 30%.

В исследованиях ФГУП РосдорНИИ были проанализированы данные по 5382 мостам на федеральных дорогах, имеющих различную ширину проезжей части. Участки мостов и прилегающие к ним участки дорог, были классифицированы в зависимости от соотношения ширины проезжей части на мостах и на подходах. Для каждого такого соотношения с использованием прикладной программы к автоматизированному банку данных были рассчитаны средние показатели риска ДТП. Результаты расчетов приведены на рис. 20.

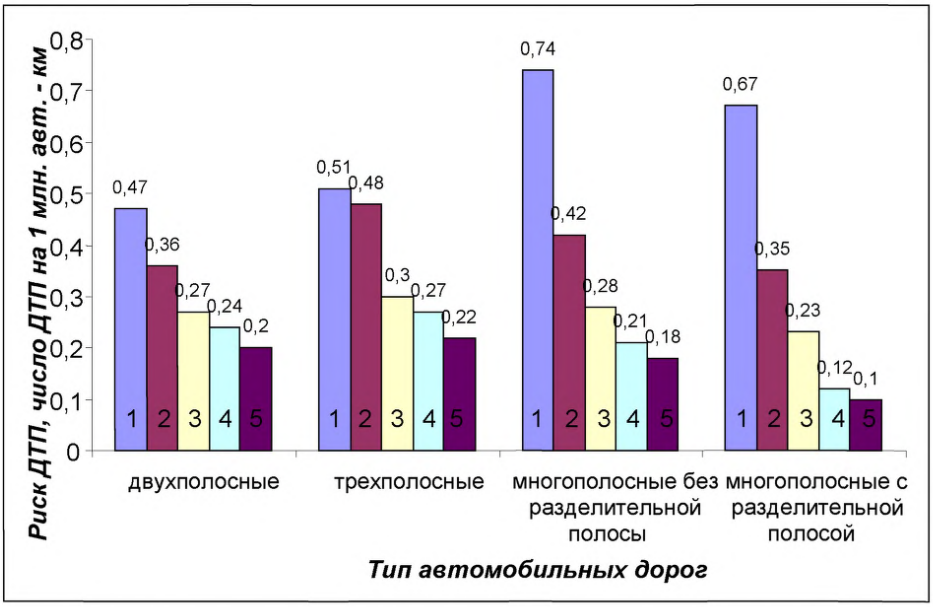


Рис. 20. Обобщенные данные оценки показателя риска ДТП на участках мостов и в зоне их влияния на дорогах различного типа при ширине проезжей части дороги:

1 – меньше на 1м; 2 – равна; 3 – шире на 1м; 4 – шире на 2м; 5 – равна ширине земляного полотна (ширина проезжей части и обочин)

Анализ данных, приведенных на рис. 3.47 показывает, что степень влияния рассматриваемого фактора дорожных условий на безопасность движения различна и определяется типом автомобильных дорог. На многополосных дорогах (для которых характерны более высокие скорости движения, чем на двух и трехполосных дорогах) сужение проезжей части на мостах способствует повышенному риску ДТП, а сам этот показатель аварийности оказывается более чувствителен к изменению соотношения ширины проезжей части на мостах и на участках дорог, на подходах. Одним из факторов повышения риска ДТП на участках мостов на многополосных дорогах, является использование частью водителей обочин для движения автомобилей в часы наибольшей интенсивности движения, при котором сужение мостов вызывает необходимость активных перестроений в транспортном потоке и способствует росту вероятности ДТП в зоне мостовых переходов. В табл. 32 в обобщенном виде показаны данные о сравнительной опасности приближения конструкций мостов к ширине проезжей части дороги.

Таблица 32

Увеличение относительного риска ДТП по типам дорог

Ширина проезжей части моста по отношению к проезжей части дороги	Увеличение относительного риска ДТП по типам дорог				
	Многополосные с разделительной полосы	Многополосные без разделительной полосы	Трехполосные	Двухполосные	
				По данным ФГУП РосдорНИИ [56]	По данным проф. В.Ф.Бабкова [5]
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Шире на 2 м	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Шире на 1 м	1,9	1,33	1,11	1,12	1,5
Равна	2,9	2,0	1,8	1,5	3,0
Меньше на 1 м	5,6	3,5	2,0	2,0	6,0

Результаты исследований показали, что требования относительно соответствия габаритов мостов и ширины проезжей части непосредственно на мостах и на подходах к ним должны содержаться в нормах проектирования.

10. Пересечения и примыкания.

Пересечения и примыкания, автомобильных дорог являются, как правило, местами, характеризующимися повышенной вероятностью возникновения дорожно-транспортных происшествий. По данным зарубежных исследований на пересечения и примыкания дорог приходится от 10 до 40% от общего числа ДТП, а на федеральных дорогах Российской Федерации по данным ФГУП РосдорНИИ – 28%.

К факторам, определяющим уровень безопасности движения на пересечениях, обычно относят: тип пересечения и его схему, частоту расположения пересечений и примыканий, угол пересечения дорог,

продольный уклон основной дороги в пределах пересечения, расстояние видимости на пересечении, планировку пересечений в разных уровнях, а также уровень их инженерного оборудования. Влияние перечисленных факторов на аварийность являлось предметом многочисленных отечественных и зарубежных исследований, их результаты широко освещены в специальной литературе по данному вопросу.

Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что в связи с бурными темпами роста интенсивности движения на дорогах Российской Федерации, наблюдаемыми в последние годы (особенно на дорогах высших категорий федеральной сети), изучение проблемы повышения безопасности движения на пересечениях дорог для отечественной практики следует отнести к числу приоритетных.

Исследования ФГУП РосдорНИИ показывают, что многие существующие пересечения по своему типу и планировочным решениям с учетом фактически наблюдаемой интенсивности движения, если руководствоваться действующими нормами проектирования оказались не соответствующими эффективной области применения. Кроме того, федеральные дороги (в том числе многополосные) характеризуются высокой плотностью пересечений и примыканий, что способствует дополнительному росту аварийности. В этих условиях актуализируется потребность в приведении параметров имеющихся пересечений и примыканий в одном уровне в соответствие с действующими нормами. Об этом, в частности, свидетельствуют данные о распределении числа участков концентрации ДТП на пересечениях по их видам, которые представлены на рис. 21.

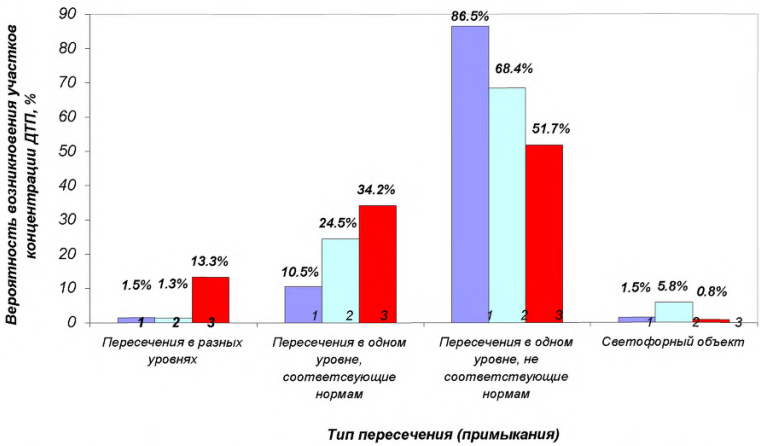


Рис. 21. Вероятность возникновения участков концентрации ДТП на пересечениях и примыканий различных типов на дорогах:
1- двухполосных;
2- многополосных без разделительной полосы;

3 - многополосных с разделительной полосой
Примечание: за 100% принято общее число участков концентрации ДТП для каждого из типов дорог

Анализ показывает, что в результате несоответствия пересечений нормам проектирования наиболее часто участки концентрации ДТП возникают на двухполосных дорогах. На многополосных дорогах без разделительной полосы даже при соответствии действующим нормам пересечения и примыкания в одном уровне характеризуется повышенной вероятностью возникновения концентрации ДТП.

Существенное значение при оценке аварийности на пересечениях в одном уровне имеет интенсивность движения по основной дороге. На рис. 22 показана взаимосвязь показателя риска ДТП и интенсивности движения в зависимости от типа автомобильных дорог.

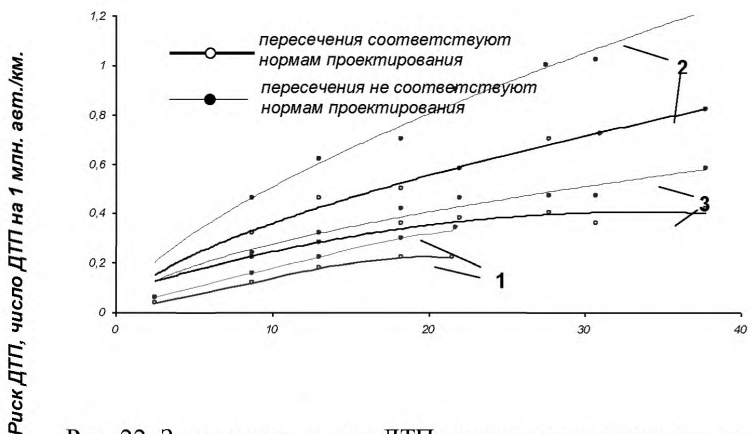


Рис. 22. Зависимость риска ДТП на различных типах пересечений в одном уровне от интенсивности движения по основной дороге:

1- двухполосные дороги;
2- многополосные дороги без разделительной полосы;
3- многополосные дороги с разделительной полосой

Результаты исследований ФГУП РосдорНИИ в целом подтвердили общую закономерность роста аварийности на пересечениях дорог с увеличением интенсивности движения на основной дороге, установленную ранее проф. В.Ф. Бабковым. Вместе с тем, полученные данные позволяют уточнить указанную закономерность с учетом типов дорог. Анализ полученных результатов свидетельствует, что наибольший риск ДТП при сопоставимой интенсивности движения наблюдается на пересечениях в одном уровне, расположенных на многополосных дорогах, особенно в случае несоответствия их схемы и инженерного оборудования нормам

проектирования. Коэффициенты относительного влияния пересечений в одном уровне на аварийность на дорогах различного типа представлены в табл. 33.

Таблица 33

Значения коэффициентов влияния пересечений в одном уровне на относительный риск ДТП

Интенсивность движения по основной дороге, тыс. авт./сут	Значения коэффициентов влияния пересечений в одном уровне на относительный риск ДТП			
	Многополосные дороги с разделительной полосой	Многополосные дороги без разделительной полосы	Двухполосные дороги	По данным В.Ф.Бабкова [5]
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Менее 1,6	1,0	1,0	1,0	1,0
1,6 – 3,5	1,4	1,75	1,6	1,7
3,5 – 5,0	1,9	2,25	2,5	2,5
5,0 – 7,0	2,5	2,8	3,7	3,2
7,0 – 10,0	2,8	3,4	4,5	Ї
10,0 – 20,0	3,75	5,1	8,0	Ї
20,0 – 30,0	5,0	7,0	Ї	Ї
30,0 – 40,0	6,0	8,8	Ї	Ї

Существенную роль в формировании уровня безопасности движения имеет также частота расположения пересечений и примыканий. На участках дорог вне населенных пунктов плотность пересечений в расчете на 1 км дороги в ряде случаев достигает 5-7. Исследования показывают, что плотность пересечений и примыканий оказывает существенное влияние на риск ДТП, причем это влияние различным образом проявляется на дорогах отдельных типов (рис. 23).

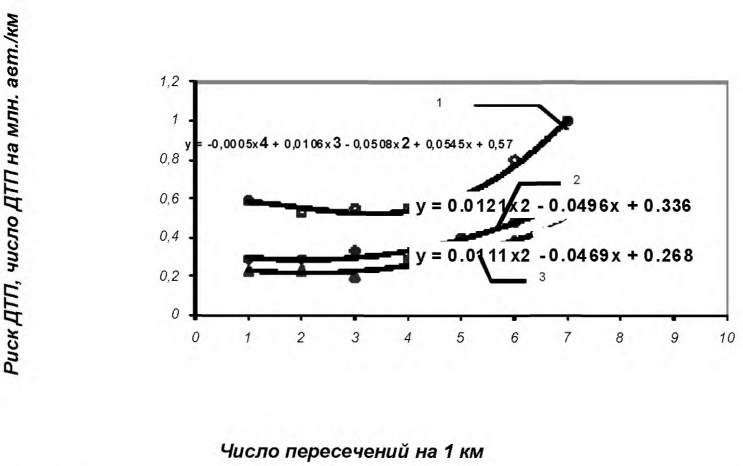


Рис.23 . Зависимость показателя риска ДТП от плотности пересечений в одном уровне по типам дорог:
1- двухполосные дороги;

2- многополосные без разделительной полосы;
3- многополосные с разделительной полосой

Анализ кривых зависимостей, изображенных на рис. 3.40 показывает, что на двухполосных дорогах рост среднего риска ДТП наблюдается при числе пересечений и примыканий на километр дороги более 4-5, а на многополосных дорогах – более 3. В связи с этим плотность пересечений и примыканий на дорогах вне застроенной территории необходимо ограничивать указанными величинами с одновременным приведением параметров таких участков дорог в соответствии с нормативными требованиями по условиям безопасности движения.

Результаты исследований позволили сделать вывод о необходимости учета общих требований к параметрам и расположению пересечений автомобильных дорог с учетом их существенного влияния на риск ДТП.

Нормативная база по проектированию пересечений в разных уровнях в странах ЕС и США разработана более глубоко, чем у нас. Схемами транспортных развязок в этих странах стали заниматься с 20-х годов прошлого столетия. К началу 60-х годов были завершены исследования по геометрии транспортных развязок, что видно по отсутствию публикаций на эту тему с 60-х годов в технической литературе. Объектом исследований стала пропускная способность съездов и всей развязки в целом. Исследования продолжаются и по сей день.

В нормах зарубежных стран большое внимание уделяется выбору схемы транспортной развязки. Прямой нормы применимости конкретных схем развязок нет, но есть методические рекомендации по выбору схемы, основанные на опыте эксплуатации развязок. Так, в США (AASHTO) на пересечениях дорог уровня Freeway не рекомендуется применять схему «клеверного листа» и широко использовать схемы с направленными левоповоротными съездами. В нормах ФРГ приведены лишь рекомендации по выбору схем, исходя из пропускной способности съездов. В отечественных нормах также нет рекомендаций по выбору схем развязок.

Нормы на геометрические элементы съездов, принятые в разных странах, мало различаются. Различие есть только в расчетных скоростях съездов, но оно становится несущественным в связи с разрешением менять (главным образом, снижать) расчетную скорость при наличии технико-экономического обоснования. Во всех нормах в качестве главного есть требование обеспечения пропускной способности и безопасности движения.

Отечественные нормы СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» содержат более строгий подход к геометрии развязок, но не устанавливают каких-либо требований к такому важному показателю, как пропускная способность съездов.

Главной характеристикой съезда, определяющей надежность работы всей транспортной развязки, является его пропускная способность. Геометрия съезда при этом имеет второстепенное значение.

Видимо, следует смягчить наши нормы проектирования, дав более широкий интервал расчетных скоростей и параметров съезда с ориентацией на обеспечение пропускной способности и расчетный уровень обслуживания.

Пропускная способность определяется тремя участками съезда – вход на съезд, участок с наименьшими геометрическими параметрами и выход со съезда.

Автомобили входят на съезд - с правой полосы дороги. Загрузка этой полосы должна допускать вход на нее поворачивающих потоков. Существуют определенные закономерности загрузки правой полосы многополосной дороги. Методические документы ФРГ и США предлагают методы оценки этой загрузки. Исходить следует из того, что правая полоса дороги определяет пропускную способность входа на съезд и выход с него.

Переходно-скоростная полоса при входе на съезд не повышает его пропускную способность, она является скоростным шлюзом, где снижается скорость автомобиля до допустимой скорости движения по съезду. При недостаточной пропускной способности съезда переходно-скоростная полоса используется как полоса для размещения очереди автомобилей на съезд.

Пропускная способность входа на съезд может оцениваться через пропускную способность правой полосы или количеством автомобилей, которые могут войти на правую полосу главной дороги. Пропускная способность одной полосы на вход оценивается в пределах 0-1800 авт./час.

Пропускная способность съезда по его геометрии, которая обеспечивает скорость движения не менее 25 км/час (расчетная скорость для съездов не менее 25 км/час), имеет величину не менее 1200 авт./час, т.е. большую, чем пропускная способность входа.

Выход со съезда - самая большая проблема, как с позиций пропускной способности, так и безопасности движения. Пропускная способность выхода определяется пропускной способностью зон переплетения (если они есть; для схемы «клеверный лист» они обязательны) и возможностью входа в поток правой полосы главной дороги.

Из трех пропускных способностей – на входе, в средней части и на выходе, пропускной способностью съезда будет наименьшая из этих трех.

Методы расчета пропускной способности съездов в России и за рубежом одинаковы, разница в методах расчета загрузки правой полосы главной дороги. Однако, в действующих у нас в стране нормах проектирования СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги», требования к обеспечению пропускной способности транспортных развязок отсутствуют.

Наилучшим образом эта задача решена в методических документах США, в которых приведены уравнения и номограммы для расчета. Однако напрямую использовать их уравнения для наших условий, как показали наши исследования, нельзя – большая разница в составе потока и дисциплине водителей. В своде правил следует привести отечественный метод расчета пропускной способности съездов и метод расчета загрузки правой полосы

главной дороги, построенный по материалам отечественных исследований.

Имеющихся в действующих нормах проектирования Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» требований к проектированию транспортных пересечений явно недостаточно, а отдельные положения этих норм формировались на основе параметров автомобилей выпускаемых, а нашей стране в 70-80-е годы, технические и динамические характеристики которых существенно отличаются от транспортных средств, представленных в настоящее время в транспортном потоке.

Основной акцент в действующих нормах сделан на установление требований к геометрии съездов и переходно-скоростных полос. Требования к самим транспортным развязкам в действующих нормах практически отсутствуют.

Нормы проектирования транспортных развязок в СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» остались практически без изменений по сравнению со СНиП II Д5-72, т.е. более 40 лет тому назад. Они составлялись, когда движение транспорта по дорогам было незначительным, и загрузка большинства дорог соответствовала условиям свободного потока. Основным наиболее частым случаем проектных решений было пересечение многополосной дороги с 2-х полосной, что и предопределяло требования к конструкции пересечений и развязок и их нормам проектирования.

Опыт эксплуатации транспортных развязок на МКАД, Третьем транспортном кольце и ещё ряда магистралей с высокой интенсивностью движения показывает, что недостаточная пропускная способность съездов или основной дороги являются основными причинами образования заторов, которые иногда образуются спустя 1-3 года после ввода развязки в эксплуатацию.

Отчасти это является следствием норм проектирования, которые разрабатывались в период, когда наиболее распространенным типом пересечения в разных уровнях было пересечение 4-х полосной дороги с 2-х полосной. В настоящее время обыденным явлением стали пересечения между собой многополосных автомагистралей со значительным объемом перераспределяемых транспортных потоков.

Зарубежный опыт и особенно опыт эксплуатации МКАД показывают, что на дорогах высших категорий с интенсивностью движения в двух направлениях более 5000 авт./час применение схем развязок с петлевыми съездами недопустимо. Такие развязки, точнее петлевые съезды, становятся на автомагистралях «узкими местами», приводящими к образованию заторов движения на автомагистрали из-за чрезмерно малой пропускной способности съездов. Такую картину мы наблюдаем на МКАД везде, где имеются развязки с петлевыми съездами.

Петлевые съезды оправданы только в том случае, если они не расположены не в смежных квадрантах и интенсивность движения по ним не превышает 600 авт./час.

В развязке «клеверный лист» с четырьмя петлевыми съездами пропускная способность съездов определяется пропускной способностью зон переплетения, величина которой не превышает 800 авт./час, а с учетом погодных условий и состояния проезжей части – не более 600 авт./час. Исходя из этого, в СТУ предложена норма применения на автомагистрали схем развязок с направленными лево-поворотными съездами. При этом следует учесть, что такие развязки требует для своего размещения площадь значительно меньшую, чем «клеверный лист».

Такие пересечения требуют других принципиальных подходов проектирования и расчетов пропускной способности. Основным принципом для установления числа количества и планировки полос движения является назначение основного числа полос. Любой маршрут магистрального типа должен иметь определенное число полос движения на всем протяжении. Следовательно, основное количество полос движения определяется как минимальное число полос движения, обозначенных и сохраняемых на значительной протяженности маршрута, независимо от изменения интенсивности движения и требования баланса полос движения. Иначе говоря, основное число полос движения является постоянным, назначенным для данного маршрута, за исключением дополнительных полос движения.

Увеличение основного числа полос движения необходимо в случаях, когда скопление транспортных средств достаточно для оправдания устройства дополнительной полосы и когда из-за этого увеличивается интенсивность движения на достаточно длинном участке дороги.

Для реализации эффективной эксплуатации развязки и участка за ее пределами необходим баланс числа полос движения на скоростной дороге и на рампах. Основное число полос движения, необходимое на дороге и минимальное их число на съездах определяются на основе расчета интенсивности движения транспорта и анализа пропускной способности. Основное число полос движения должно сохраняться на значительном участке дороги и не должно изменяться при прохождении через каждую пару развязок, просто потому, что существуют значительные интенсивности движения въезжающих и съезжающих потоков. Необходимо обеспечить непрерывность основных полос движения и соответствие изменяющимся требованиям транспорта, что достигается с помощью введения дополнительных полос.

После определения основного числа полос для каждой проезжей части, баланс числа полос следует проверить на основе следующих принципов:

1. На въездах число полос движения после слияния двух транспортных потоков должно быть не меньше суммы всех полос движения на сливающихся проезжих частях минус одна.

2. На съездах число полос на подходе должно быть равно числу полос на дороге после пересечения плюс число полос движения на съезде минус одна.

3. Проезжую часть дороги следует уменьшать не более чем на одну полосу движения сразу.

Дополнительная полоса движения предусматриваются в местах устройства парковок, изменения скорости, поворотов, накопления автомобилей для поворота, переплетения потоков движения грузовых транспортных средств и других целей, дополнительно к транзитному движению. Дополнительная полоса может быть введена для обеспечения соответствия концепции баланса полос или требований пропускной способности в случае неблагоприятных уклонов или для изменения скорости, переплетения потоков и маневров въезда и съезда.

В нормах всех развитых стран много внимания уделяется контролю за ограничением доступа на дорогу.

Под доступом на автомобильную дорогу понимают возможность въезда на автомобильную дорогу и съезда с нее транспортных средств, определяемую типом пересечения или примыкания.

В нормах проектирования автомобильных дорог СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» понятие «доступ на автомобильную дорогу» отсутствует и соответственно этот параметр не нормируется.

За рубежом полный контроль доступа считается наиболее значительным фактором обеспечения безопасности дорожного движения, отсутствие ограничений доступа ведет к увеличению количества происшествий. Исследования внегородских дорог показывают взаимосвязь ДТП и количества точек доступа.

У нас в стране впервые требования к ограничению доступа на автомагистрали и скоростные дороги были введены в ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования», который по непонятным причинам не числится в числе действующих обязательных норм.

Принцип полного контроля доступа, как показали результаты исследований, неоценим как средство сохранения пропускной способности артериальных дорог и сведения к минимуму риска ДТП, но этот принцип не имеет универсального применения. Дороги без ограничения доступа очень важны для обслуживания территорий, но их расчетные параметры и оперативные характеристики необходимо тщательно планировать, чтобы уменьшить количество точек конфликтов, снизить взаимодействие между автомобилями.

Потому в нормах зарубежных стран для ряда автомобильных дорог вводятся ограничения на число точек доступа и минимальных расстояний между ними. Так, например, обычно регламентируются минимальные расстояния между съездами, транспортными развязками, объектами дорожного сервиса. В отдельных случаях для решения этих проблем нормами предусматривается устройство местных проездов по территории населенных пунктов.

В нормах большинства развитых стран минимальное расстояние между точками доступа регламентируется длиной, так называемых зон переплетения.

Зонами переплетения являются участки дороги, где транспортный поток съезжает и въезжает с близко расположенных точек доступа, в результате чего траектории автомобилей пересекают друг друга. Там, где расстояние между пересечениями с учетом объемов переплетающихся транспортных потоков невелико, движение транспорта в пределах этого участка дороги будут идти с перегрузкой, создавая заторы и повышенный риск возникновения ДТП.

Необходимость повышения безопасности наших дорог, принятие мер, направленных на повышение их пропускной способности, требуют учета зарубежного опыта при отечественных нормах проектирования, введения ограничения доступа на автомобильные дороги с учетом их классификации и функционального назначения.

Указанные выше результаты исследований и особенности норм проектирования зарубежных стран сталь основой для формирования норм проектирования транспортных пересечений в проекте Свода правил.

11. Расчетные транспортные средства.

В Своде правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» нормы геометрического проектирования определялись, исходя из расчетных автомобилей, единых для всех категорий автомобильных дорог. Понятие расчетное транспортное средство в самих нормах отсутствует.

Вместе с тем, размеры и динамические характеристики транспортных средств, влияют на назначение основных геометрических элементов. Поэтому при проектировании дорог за рубежом в проекте рассматриваются все возможные типы транспортных средств, из которых формируются группы, а затем для каждой группы транспортных средств определяется типичное транспортное средство, которое принимается за расчетное для назначения геометрических элементов дороги.

За расчетное транспортное средство принимается транспортное средство, имеющее наибольшие размеры и габариты, наибольший минимальный радиус поворота, или наименьшую высоту положения глаз водителя над проезжей частью из большинства машин этого класса (группы).

Вес, параметры и динамические характеристики расчетного транспортного средства используются для установления отдельных геометрических элементов дороги.

Для дорог различной категории или различной функциональной классификации расчетные транспортные средства также могут быть различными.

Наибольший по массе и габаритам расчетный автомобиль обычно принимается для проектирования скоростных магистралей.

Существует три основных класса транспортных средств: легковые, грузовые и автобусы или машины для отдыха.

В класс легковых автомобилей входят все легковые машины, легкие грузовые фургоны и пикапы. В нормах США в класс грузовых автомобилей входят одиночные грузовики, грузовики-тягачи с полуприцепами и прицепами. Автобусы и машины для отдыха включают обычные автобусы, сочлененные автобусы, дома на колесах, а также легковые машины и дома на колесах с прицепом или лодкой.

Основными параметрами, влияющими на проектирование геометрических элементов дороги, являются радиус поворота, ширина колеи, база автомобиля и траектория задних внутренних колес, положение высоты глаз водителя. На основании этих параметров могут определяться минимальные радиусы съездов и других элементов дороги.

Динамические характеристики автомобиля, такие как ускорение и длина тормозного пути, являются параметрами, влияющими на размеры и геометрию транспортных пересечений, полос разгона и торможения, а также на необходимость устройства дополнительных полос на подъеме, полос обгона и автобусных остановок.

Для проектирования указанных выше элементов в качестве расчетного автомобиля принимается не усредненный автомобиль из каждой группы, а маломощный или загруженный грузовик или автобус.

Для дорог в рекреационных зонах должны учитываться специальные транспортные средства, предназначенные для отдыха.

Введение в проекте Свода правил понятия расчетный автомобиль, и введение функциональной классификации автомобильных дорог позволит получить существенный экономический эффект. В первую очередь, при проектировании местных автомобильных дорог с учетом требований доступа на них.

12. Особенности проектирования двухполосных дорог.

Двухполосные автомобильные дороги по сравнению с многополосными дорогами имеют более сложные закономерности движения, связанные с маневрами обгона, наличием пересекающихся транспортных потоков на пересечениях в одном уровне, более высокую зависимость скорости транспортного потока от геометрии дороги. Риск ДТП на двухполосных дорогах существенно выше, чем на многополосных автомобильных дорогах. Свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» не содержит каких-либо принципиальных различий в подходах к проектированию многополосных и двухполосных автомобильных дорог. В то время как за рубежом, процесс проектирования двухполосных дорог отличается от традиционных методов проектирования, применяемых у нас в

стране. Это, прежде всего, различный подход к определению расчетной скорости. В соответствии с СП 34.13330.2012 за расчетную скорость, на основании которой определяются все основные геометрические элементы дороги, принимается скорость движения одиночного автомобиля, за рубежом расчетная или проектная средняя скорость движения транспортного потока 85% обеспеченности, которая определяется расчетным путем с учетом параметров трассы дороги.

Проектная (расчетная) скорость принимается в зависимости от категории дороги, желаемого уровня обслуживания и от сложности рельефа местности. Для многополосных дорог проектная скорость, как правило, соответствует допустимой максимальной скорости.

Для двухполосных дорог, скорость 85 процентной обеспеченности изменяется в зависимости от геометрии участка дороги. На основе соотношений между геометрическими характеристиками и скоростью движения, созданы различные функциональные зависимости, по которым производится оценка скорости 85 процентной обеспеченности для этих дорог.

Табличное значение расчетной скорости и скорость 85 процентной обеспеченности должны соотноситься между собой. Этим достигается соответствие между геометрическими элементами полотна дороги и режимом движения, выбираемыми водителями, что особенно важно для дорог с малыми радиусами кривых в плане и большой извилистостью трассы.

Проектная скорость должна оставаться, по возможности, постоянной на длинных взаимосвязанных участках в пределах однородного ландшафта. Тогда геометрические элементы дороги, на всем протяжении, представляются неизменными для водителя. Фактическая скорость движения (в приближении к V_{85}) должна также оставаться, по возможности, равномерной.

Если установленные расчетом скорости V_{85} на соседних участках различаются больше чем на 10 км/ч, то параметры трассы автомобильной дороги уточняются до приведения в соответствие значений скоростей на смежных участках. Эта задача решается методом последовательных приближений.

Вторым существенным отличием в проектировании двухполосных дорог следует считать учет маневра обгона.

В СП 34.13330.2012 есть понятие расстояние видимости до встречного автомобиля, которое не отражает необходимое минимально безопасное расстояние для совершения маневра обгона. За рубежом, для обеспечения безопасного маневра обгона на двухполосной дороге существует понятие «расстояние видимости при обгоне».

Необходимое расстояние видимости для обгона включает в себя длину пути совершения обгона, длину пути встречного автомобиля в течение времени маневра обгона и расстояние безопасности между этими двумя

автомобилями в конце обгона (рис.24). Это расстояние зависит от проектной скорости и скоростей движения обгоняющего и обгоняемого автомобиля и определяется на основании рассмотрения показанной на рисунке модели маневра обгона.

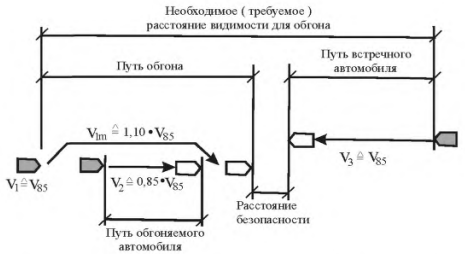


Рис. 24. Модель для определения расстояния видимости встречного автомобиля при обгоне.

V_1, V_{1m} – соответственно скорость обгоняющего автомобиля в начале и в процессе обгона; V_2 – скорость обгоняемого автомобиля; V_3 – скорость встречного автомобиля;

– положение автомобиля в начале маневра обгона;

– то же, в конце маневра обгона.

Сопоставление принятого в отечественных нормах значения расстояния видимости до встречного автомобиля, со значением расстояния видимости встречного автомобиля при обгоне, определяемого в соответствии с указанной выше моделью, показывает, что значение последнего параметра почти в два раза больше. Т.е. для совершения безопасного маневра обгона необходимо расстояние видимости почти в два раза большее, чем предусмотренное отечественными нормами.

Расстояние видимости, достаточное для обгона, должно встречаться на двухполосных дорогах часто, и длина каждого такого участка с расстоянием видимости равным или большим минимального расстояния видимости при обгоне, должна быть как можно больше. Частота длин этих участков зависит от условий рельефа и топографии, расчетной скорости, а также от стоимости строительства. На дорогах с большими объемами движения, близкими к пропускной способности, частые и длинные участки для обгона необходимы. На дорогах с объемами движения, средними и низкими, необходимость в них не так велика, но все равно, обязательное наличие таких участков является важным фактором, влияющим на безопасность движения.

Невозможно сразу определить частоту, с которой должны быть предусмотрены участки для обгона на двухполосных дорогах, поскольку они будут зависеть от конкретных условий рельефа и стоимостных ограничений.

Почти на всех дорогах определенное количество участков обгона предусматривается обычным составом проекта, проектировщик, учитывающий их важность, старается обычно предусмотреть в проекте их столько, сколько это можно позволить без крупных дополнительных затрат.

При экономической оценке различных вариантов решения этой проблемы, особенно в резко пересеченной местности, может оказаться более экономичным чередовать периодически четырехполосные участки с расстоянием видимости для остановки вместо двухполосных участков, с расстоянием видимости для обгона.

Обычно нормы проектирования регламентируют суммарную протяженность участков дороги с обеспеченным расстоянием видимости для обгона с учетом значения проектируемой дороги и уровня обслуживания. Протяженность таких участков может составлять от 25 до 40 %.

Этот показатель влияет на пропускную способность дороги. Результаты проведенных исследований показали, что при средней скорости движения 90 км/час по автомобильной дороге с обеспеченным расстоянием видимости на всем протяжении, пропускная способность дороги сокращается с 760 легковых автомобилей в час до 530 автомобилей в час на автодороге, где расстояние видимости при обгоне обеспечено только на 40% дороги.

Анализ пропускной способности дороги, при различных значениях этого процентного соотношения, покажет необходимость доработки проектного плана и профиля трассы дороги, чтобы обеспечить его соответствие расчетной часовой интенсивности движения. Когда расстояние видимости на дороге проанализировано по целому диапазону расстояний, необходимых для обгона, может быть определен новый расчетный критерий.

При оценке пропускной способности двухполосных автомобильных дорог учитывается еще один фактор, зависящий от количества точек доступа на автомобильную дорогу и наличия и протяженности зон переплетения.

Под зонами переплетения понимаются участки дороги, где транспортный поток съезжает и въезжает в близко расположенных точках доступа, в результате чего траектории автомобилей пересекают друг друга. Там, где расстояние между пересечениями, с учетом объемов переплетающихся транспортных потоков, невелико, операции в пределах этого участка дороги будут идти с перегрузкой, создавая заторы. Некоторое снижение эффективности работы в пределах зон переплетения может быть допущено водителями, если снижение минимально, а частота его возникновения невелика. Обычно считается, что снижение оперативной скорости на величину около 8 км в час, дает приемлемую степень перегрузки в зонах переплетения для дороги в целом.

Условия движения в пределах зоны переплетения зависят от длины и ширины зоны, а также от объема транспортного потока, принимающего участие в маневрах. Эта взаимосвязь также должна учитываться при проектировании.

Исследования факторов, влияющих на безопасность движения на двухполосных дорогах, показали зависимость аварийности от числа пересечений и примыканий на них.

Поэтому нормы проектирования зарубежных стран во многих случаях содержат определенные ограничения, касающиеся доступа на эти дороги. В первую очередь это касается регламентации минимальных расстояний между точками доступа.

Еще одним существенным отличием зарубежных норм в части, касающейся проектирования двухполосных дорог, являются повышенные требования к транспортным пересечениям и, в первую очередь, к пересечениям в одном уровне, которые являются участками концентрации мест ДТП.

Во-первых, нормы ограничивают минимальные расстояния между этими пересечениями.

Во-вторых, более высокие требования предъявляются и к конструкциям самих пересечений.

Это, прежде всего, касается требований по устройству канализированных съездов, наличие которых существенно меняет облик зарубежных транспортных пересечений по сравнению с отечественными.

Еще одной мерой, направленной на повышение безопасности движения при проектировании пересечений за рубежом, является сокращение точек конфликта за счет удаления от места пересечения двух автомобильных дорог, съездов с наиболее интенсивным движением.

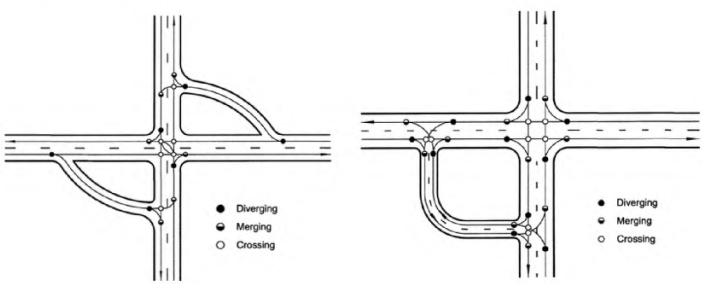


Рис. 25 Удаление съездов от места пересечения двух автомобильных дорог.

Кроме этого, при определенной интенсивности движения на пересекаемых автомобильных дорогах за рубежом стараются избегать концентрации пересечений транспортных потоков в одном месте на крестообразных перекрестках за счет смещения отдельных транспортных потоков от места пересечения двух дорог, путем устройства разделительных

островков и выноса за пределы пересечения маршрутов для левоповоротных съездов.

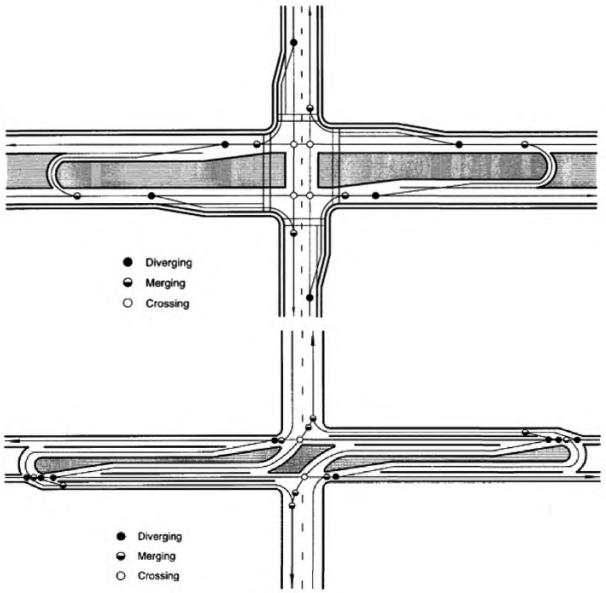


Рис. 26 Сокрашение числа конфликтных точек на пересечении за счет удаления от места пересечения маршрутов для лево-поворотных съездов.

Все, указанные выше, требования к проектированию двухполосных автомобильных дорог учтены в проекте Свода правил, что позволит существенно снизить риски ДТП на этих дорогах и повысить их пропускную способность.

13. Автомобильные дороги с низкой интенсивностью движения.

Сегодня проблема бездорожья в России по-прежнему остается национальной проблемой. Согласно исследованиям, проведенным ассоциацией, из 155 тыс. населенных пунктов более 40 тыс. или 25% не имеют постоянной круглогодичной связи с сетью автомобильных дорог общего пользования по дорогам с твердым покрытием.

Более 3 млн. человек проживающих в этих населенных пунктах, не могут реализовать, в полной мере, свое конституционное право на свободу передвижения, получить своевременно квалифицированную медицинскую помощь, защиту государства от преступности и доступ к местам досуга. Такая ситуация не свойственна ни одной цивилизованной стране мира.

Из-за отсутствия транспортной доступности, из хозяйственного оборота выведены огромные территории, снижается обороноспособность и экономическая безопасность государства.

Необратимый процесс приобретает миграция населения с этих территорий. В отдельных регионах численность населения, за последние два десятилетия, сократилась на 50% и боле процентов.

В период между двумя последними переписями населения, российское село утратило 10,7 тыс. населенных пунктов. Число поселений, не имеющих постоянных жителей, увеличилось на 40 процентов и достигло 13,1 тыс. против 9,4 тыс. в 1989 году, а их удельный вес повысился с 5,8 до 8,4 процента.

Для соединения этих поселений с сетью дорог общего пользования по данным ассоциации РАДОР требуется построить около 230 тыс.км. автомобильных дорог.

В России протяженность дорог с твердым покрытием составляет 83.4%, что существенно выше, чем в других странах с большими территориями.

Такие диспропорции вызваны несовершенством транспортной политики и норм проектирования дорог, не менявшихся более четверти века.

За рубежом, особенно в странах с обширными территориями и низкой плотностью дорожной сети, доля автомобильных дорог с твердым покрытием существенно ниже, что обусловлено стремлением этих государств, в первую очередь обеспечить транспортную доступность ко всем населенным пунктам, в т.ч. за счет снижения капитальности и требованиям к эксплуатации для дорог, у которых интенсивность движения не высока.

Плотность дорожной сети и доля автомобильных дорог с твердым покрытием в различных странах приведена ниже в таблице 35.

Таблица 35

Плотность дорожной сети и доля автомобильных дорог с твердым покрытием.

Государство	Протяженность дорожной сети, тыс. км.	Плотность дорожной сети, км на 1000 кв.км. территории	Доля автомобильных дорог с твердым покрытием, %
Государства постсоветского пространства.			
Россия	581	34,0	83,4
Беларусь	83,0	399,6	87,0
Украина	169,3	280,5	97,4
Казахстан	90,8	33,3	91,2
Латвия	59,4	920,2	38,6
Литва	79,0	1208,0	91,3
Эстония	53,0	1171,0	20,1
Соседние государства.			
Норвегия	91,9	283,9	76,6
Финляндия	78,2	231,3	64,5
Швеция	139,8	311,0	78,8

Государства с большими территориями.			
Китай	1810,0	188,5	22,4
США	6515,0	676,6	58,8
Канада	901,9	90,5	35,3
Польша	377,7	1208,0	68,3
Турция	428,7	553,2	34,4

Такие дороги за рубежом, проектируются по специальным нормам, позволяющим существенно уменьшить их строительную стоимость и эксплуатационные затраты. Они получили название “дороги с низкой интенсивностью движения”, к которым относятся дороги со среднесуточной интенсивностью движения мене 400, а в отдельных странах менее 200 автомобилей в сутки. В США под эту категорию попадает около 80% дорог, в Швеции около 60 %, в Финландии-68 %.

У нас у в стране 75% населенных пунктов у нас в стране имеют численность населения до 200 человек, 88% до 500 человек, при среднем уровне автомобилизации в сельской местности интенсивность движения на них не будет превышать 100 авт. в сутки, т.е. подавляющее большинство дорог, обеспечивающих связи с населенными пунктами, которые надлежит построить в ближайшие годы у нас в стране, могут быть отнесены к дорогам с низкой интенсивностью движения.

Если опираться на опыт других стран, то решение этой проблемы требует пересмотра традиционных подходов к проектированию таких дорог. В условиях нашей страны, когда не первое место встают вопросы ликвидации бездорожья и обеспечения транспортной доступности, необходимо создание нормативного документа для дорог с низкой интенсивностью движения, позволяющего проектировать и строить экономичные автомобильные дороги, позволяющие без существенного ущерба для их пользователей существенно снизить затраты на их строительство и эксплуатацию.

Принципы проектирования и нормирования для таких дорог существенно отличаются от принципов проектирования дорог с интенсивностью движения и прежде всего тем, что проектные решения во многом определяются требованиями к эксплуатации этих дорог.

Советский прототип зарубежных норм проектирования дорог с низкой интенсивностью движения предложенный в СНиП 2.05.11-83 не соответствует современным подходам к проектированию таких дорог.

Принятая в нем классификация дорог, весьма схематично отражает их функциональное назначение, выделяя среди них только два функциональных тапа. Основной показатель, определяющий уровень обслуживания и другие параметры дороги - интенсивность движения при определении категории проектируемой дороги даже не учитывается. Категория дороги определяется только на основе расчетного объема грузовых перевозок в месяц "пик", без учета пассажирского движения.

Тип и конструкция дорожной одежды в СНиП 2.05.11-83 принимается без учета состава и интенсивности движения, путем директивного нормирования, без требований к экономическому обоснованию применяемой дорожной конструкции и конструкции дороги в целом. Причем капитальность дорожных одежд, принимаемая в соответствии с этим СНиП, существенно выше, чем по нормам других стран. Это обстоятельство приводит для дорог этого класса к увеличению стоимости строительства, которая у нас в стране выше по сравнению с зарубежными аналогами.

Все остальные нормативные документы по проектированию и строительству таких дорог не лишены этих недостатков.

В отечественных нормах Свод правил СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги” есть понятие дорог местного значения, к которым отнесены автомобильные дороги IV и V категорий с интенсивностью движения свыше 200 до 2000 и до 200 автомобилей в сутки соответственно. В нормах зарубежных стран существует функциональная группа автомобильных дорог, которую называют дороги специального назначения или дороги с низкой интенсивностью движения.

К автомобильным дорогам с низкой интенсивностью движения в большинстве стран относятся внегородские дороги и улицы со среднесуточной интенсивностью движения менее 400 авт. сутки

Эти дороги включают в себя дороги, входящие в состав дорожной сети деревень, поселков и районов, а также подъезды к частным владениям и другим объектам. Обычно, эта функциональная группа автомобильных дорог подразделяется на 6 типов дорог различной функциональной классификации, в зависимости от назначения объектов, доступ к которым они обеспечивают.

К их числу относятся автомобильные дороги следующей функциональной классификации:

Соединительные дороги с низкой интенсивностью движения (Low Volume Collector) - дороги, собирающие транспортные потоки с любых дорог и направляющие их на высший уровень дорог, таких, как магистрали и дороги межгосударственной системы.

Подъезды к жилой застройке (Residential Access) – дороги, служащие подъездами к жилым застройкам. Интенсивность движения, приходящаяся на эту дорогу, зависит от числа жителей. Они должны обеспечивать круглогодичный проезд для пожарных машин, машин скорой помощи и школьных автобусов.

Подъезды к фермам (Farm Access) – автодороги, обеспечивающие подъезд к фермерским хозяйствам, включая жилища фермеров. Транспортный поток обычно низкий и может включать редко проходящие тяжелые грузовики и сельхозтехнику.

Подъезды к месторождениям полезных ископаемых и промышленным предприятиям (Resource/Industrial Access) - автодороги, в транспортном потоке которых могут доминировать тяжелые грузовики или

могут быть тяжелые грузовики и значительное количество автомобилей, принадлежащих работникам предприятий.

Подъезды к сельхозугодиям (Agricultural Land Access) – дороги, которые обеспечивает проезд к землям, занятыми сельскохозяйственными культурами. Транспортный поток на них низкий, а в отдельные сезоны очень низкий. Эти дороги должны обеспечивать проезд сельскохозяйственной техники, которая может иметь габарит по ширине до 6 м.

Подъезд к реакционным зонам (Recreational Land Access) - обеспечивают подъезд, к рекреационным землям, включая места сезонного проживания, и зонам отдыха. Размер движения зависит от типа рекреационной зоны и может включать специальные транспортные средства, используемые ля развлечений.

Классификация этих автомобильных дорог тесно взаимосвязана с их проектированием, содержанием и использованием и устанавливается с учетом интенсивности движения, типов транспортных средств и сезонного характера использования, отдельных дорог. Ниже в таблице приводятся технические категории автомобильных дорог с малой интенсивностью движения, принятые в нормах США. Они группируют эти автомобильные дороги в зависимости от их назначения, скоростей движения, интенсивности, условий движения, используемых типов транспортных средств и объединяют в три технических категории.

Таблица 36

Технические категории автомобильных дорог с малой интенсивностью движения (США)

Классификация дороги	Транспортные средства, пользующиеся автодорогой	Среднесуточная интенсивность движения	Эксплуатационная классификация
Распределительные, с малой интенсивностью	Все типы	50-400	A
		<50	B
Подъезд к жилым районам	Легковые автомобили, автомобили, транспортные	50-400	B
		<50	C
Подъезд к фермам	Легковые автомобили, легкие грузовики, редко тяжелые грузовики и сельхозтехника	250-400	A
		<250	B
Подъезд к месторождениям и промышленным предприятиям	Тяжелые грузовики, автобусы	50-400	A
		<50	B
Подъезды к сельскохозяйственным угодьям	Сельхозтехника (редко)	--	C

Подъезды к рекреационным зонам	Легковые автомобили, прицепы к ним (сезонно)	50-400	B
		<50	C

Дороги категории А – двухплосные дороги или улицы, предназначенные для различных целей, где скорость движения находится в пределах от 70 до 90 км/час или чуть больше. Автомобили могут двигаться во встречном направлении без снижения скорости.

Дороги категории В - двухполосные дороги или улицы, служащие преимущественно для местного доступа, где скорость движения может составлять от 40 до 70 км/час. Движущиеся во встречном направлении грузовики должны снижать скорость движения, а легковые автомобили могут разъезжаться со встречным грузовиком без снижения скорости.

Дороги категории С - дороги или улицы, с одной или двумя полосами движения, служащие преимущественно для местных подъездов, где скорости движения находятся в пределах от 40 км/час до 70 км/час. Любые транспортные средства, двигающиеся во встречном направлении должны выполнить специальный маневр. Чтобы избежать столкновения.

Таблица 37

Проектная скорость для различных категорий автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения (США)

Проектная скорость		Тип (категория) автомобильной дороги		
		A	B	C
Нормальная проектная скорость		70 - 90 км/час	40 - 70 км/час	40 - 70 км/час
Минимальная проектная скорость	Пересеченный рельеф	50 км/час	40 км/час	40 км/час
	Горный рельеф	30 км/час	30 км/час	30 км/час

В структуре дорожной сети большинства стран, эти дороги составляют значительный удельный вес по протяженности (до 50%). Поэтому в отличие от СП 34.13330.2012 для этих автомобильных дорог разработаны специальные нормы проектирования, учитывающие функциональные особенности этих автомобильных дорог.

Составление подходов, действующих в проектировании этих автомобильных дорог у нас в стране и за рубежом, показывает, что за счет специальных норм для этой самой многочисленной по протяженности функциональной группы автомобильных дорог в составе дорожной сети страны, можно получить значительный экономический эффект за счет экономии средств, как на строительство, так и на содержание этих дорог.

Эти типы автомобильных дорог, которые называют дорогами с низкой интенсивностью движения, и из-за их уникальности, требуют применения специальных норм проектирования.

Значительная часть этих автомобильных дорог является подъездами к изолированным местам, не имеющим или имеющим небольшую вероятность дальнейшего развития (или которые потребуют строительства дороги более высокого типа, при условии развития) и они обслуживают минимальное количество участков земель. На большинстве этих дорог не будет транзитного движения, из-за отсутствия примыкания к дорогам общего пользования с обоих концов, и они являются тупиковыми.

Движение на подъездах к жилой застройке и к сельскохозяйственным угодьям обычно имеет движения меньше 100 транспортных средств в сутки, которые пользуются ежедневно этой дорогой повторно.

Дороги, обслуживающие места и районы отдыха уникальны в том, что они являются также частью рекреационной деятельности. Проектные критерии для них должны соответствовать необычным требованиям к дорогам по доступу к рекреационным местам и районам, проезду через них и движению в пределах этих зон, а также их обустройства для полного удовлетворения отдыхающих.

Критерии проектирования таких дорог направлены на защиту и улучшение существующих эстетических, экологических и культурных особенностей, которые формируют основу различий каждого конкретного рекреационного участка или района.

Посетители места отдыха нуждаются в доступе к этому району обычно по местным дорогам регионального значения, которые нуждаются в доступе к рекреационным зонам.

Эти автомобильные дороги, кроме обеспечения доступа к этим объектам с дорожной сети более высокого уровня, могут включать дороги, которые обеспечивают движение внутри этих зон и между расположенными на них объектами. Иногда для этих целей могут устраиваться кольцевые дороги, они обеспечивают движение между объектами в пределах района этих рекреационных зон.

Внутренние дороги, обеспечивают прямой доступ к отдельным местам деятельности типа площадок для устройства лагерей, мест парковки, лодочных станций, рощ для пикника, достопримечательных и исторических мест. Рис 20 показывает возможную дорожную систему, обслуживающую рекреационную область. Дорожные связи показаны в соответствии с приведенной системой классификации.

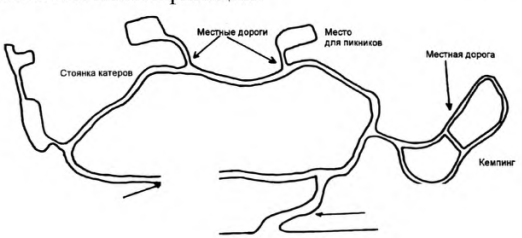


Рис 27. Схема дорог в рекреационной зоне

Дороги к месторождениям и промышленным предприятиям, во многих случаях по своим параметрам не существенно отличаются от рекреационных дорог, однако, некоторые особенности этой категории дорог весьма специфичны и заслуживают отдельного внимания.

Уклоны на дорогах этого типа влияют на затраты по содержанию дорог и издержки пользователей. Для определения наиболее экономного продольного уклона в конкретных условиях обычно необходим экономический анализ, который должен рассматривать увеличение количества труб для предотвращения эрозии кюветов на наиболее крутых уклонах и потребность в более частых заменах покрытия. Большие уклоны представляют особую проблему на эти дорогах, предназначенных для обслуживания перевозок, осуществляемых тяжелыми грузовиками. Поэтому участки с неблагоприятными уклонами не должны быть слишком протяженными, чтобы не замедлять движение груженого грузового автомобиля до минимальной скорости. За исключением коротких участков, которые могут быть преодолены одним броском, неблагоприятные уклоны заслуживают специального анализа. Во многих случаях, отказ от использования более пологих уклонов, может привести к дополнительным транспортным расходам в течение жизни дороги, намного превышающим любую экономию строительных затрат.

Введение у нас в стране специальных норм проектирования для дорог с низкой интенсивностью движения даст огромный экономический эффект и будет способствовать успешному выполнению поручения Президента Российской Федерации по удвоению объемов строительства автомобильных дорог.

14. Свободная придорожная зона.

Как показали проведенные за рубежом исследования, ДТП с одиночными автомобилями, съезжающими с дороги, составляют почти половину всех ДТП с фатальным исходом на внегородских дорогах. При съезде автомобиля с дороги, водитель уже не может полностью контролировать управление автомобилем и любой объект на пути движения автомобиля становится основным фактором тяжелых последствий. Поэтому одной из основных мер по предотвращению тяжести последствий ДТП, является создание свободной от препятствий придорожной территории с незначительными уклонами.

Этот примыкающий к автомобильной дороге земельный участок, свободный от посторонних предметов, получил называние свободной придорожной зоны (clear zone).

В отечественных нормах проектирования, разработанных около

полувека назад понятие «свободная придорожная зона» вообще отсутствует и этот параметр, в недавно утвержденных нормах проектирования, свод правил СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги», не нормируется.

Федеральным законом «Об автомобильных догах и дорожной деятельности» установлено, что обеспечение автомобильной дороги объектами дорожного сервиса не должно ухудшать видимость на автомобильной дороге, другие условия безопасности дорожного движения, а также условия использования и содержания автомобильной дороги и расположенных на ней сооружений и иных объектов, а размещение объектов дорожного сервиса в границах полосы отвода автомобильной дороги должно осуществляться в соответствии с документацией по планировке территории и требованиями технических регламентов. На сегодняшний день эта норма Федерального закона не выполняется.

Исследования, поведенные у нас в стране ФГУП РОСДОРНИИ, показали, существенное влияние на безопасность движения на участках дорог в пределах малых населенных пунктов оказывает протяженность таких участков и расстояние до застройки, а также условия движения в зонах влияния населенных пунктов. Средний уровень аварийности на таких участках почти в 5 раз выше, чем на участках в пределах населенных пунктов протяженностью 2,5 км и более при расстоянии до застройки 20 м и более.

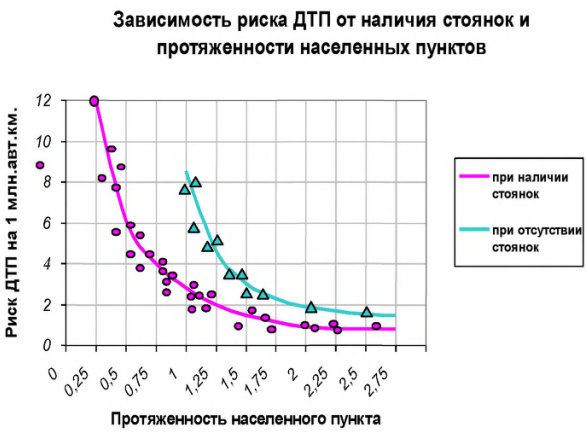


Рис. 28 Зависимотсь риска ДТП от наличия стоянок и протяженности населенных пунктов.

Во всех странах наличие свободной придорожной зоны является одним из важнейших контролируемых параметров при проектировании плана трассы дороги.

В нормах проектирования США, под свободной придорожной зоной (clear zone) понимается примыкающая к кромке проезжей части полоса, предназначенная для безопасного движения потерявшего управление и съехавшего с автомобильной дороги автомобиля. Эта зона может включать обочины и откосы с прямым или обратным уклоном и состоять из обочины обратного или встречного уклона или свободной для съезда зоны.

Как показали исследования, проведенные в США и ряде других стран, свободная зона шириной около 9 метров, позволяет около 80% автомобилей съехавших с дороги безопасно остановиться, или вернуться на дорогу.

Наличие свободной придорожной зоны, предусматривает ограничение в границах этой зоны как прямого, так и обратного уклонов. В нормах проектирования максимально возможный в этой зоне уклон назван критическим уклоном значения, который в различных странах не должен превышать 3:1 или 4:1.

Ширина свободной придорожной зоны зависит от интенсивности движения, проектной скорости и плана и продольного профиля дороги. Значения свободной придорожной зоны по установленным нормам проектирования ряда стран приведены ниже в таблице 38.

Таблица 38

Размеры свободной придорожной зоны в различных странах.

Проектная скорость	Страна	Рекомендуемая ширина свободной зоны
60 км/час	Канада	4.5 - 5.0 м
	США	4.0 м
	Австралия	3.3 м
80 км/час	Канада	6,0-8,0 м
	США	6,0 м
	Австралия	5.5 м
100 км/час	Канада	10,0-12.0 м
	США	10,0 м
	Австралия	8.0 м

Результаты проведенного выше анализа приняты в основу нормирования свободной придорожной зоны в проекте Свода правил.

15. Особенности проектирования автомобильных дорог на подходах к крупным городам.

Анализ материалов исследований за составом и интенсивностью движения на подходах к крупным городам, отечественный и зарубежный опыта организации движения на этих участках ставят вопрос об учете особенностей проектирования дорог на этих участках, для которых необходима разработка специальных норм.

Участки дорог на подходах к крупным городам испытывают повышенную транспортную нагрузку, которая увеличивается по мере

приближения к границе города. Особенностью формирования транспортных потоков на этих участках вызвано наличием рекреационных зон, размеры которых зависят от крупности города. Наличие таких зон формирует маятниковое движение, вызванное переселением городских жителей за город (коттеджные поселки, скупка и перестройка вымерших или брошенных деревень), нормальное явление для расселения современных цивилизованных стран. Численность жителей таких поселений постоянно растет, вид транспорта, используемый для поездок в город, исключительно легковой, уровень автомобилизации этой части населения, как правило, вдвое превышает средний уровень автомобилизации в регионе. Маятниковое движение приводит к неравномерности движения в течение суток в разных направлениях и возникновению заторов в часы пик. Кроме этого на подходах к крупным городам имеет место сезонная, недельная и суточная неравномерность движения.

В обобщенном виде эпюра интенсивности движения на подходе к городу (рис. 29) выглядит, как ступенчатая линия. Начало каждой ступеньки – это транспортное пересечение, где на проектируемую дорогу добавляется объем движения с прилегающей территории, состоящий из местного движения, обслуживающий данную территорию, либо маятниковое движение, или то и другое вместе. Причем по мере приближения к городу доля маятникового движения возрастает.

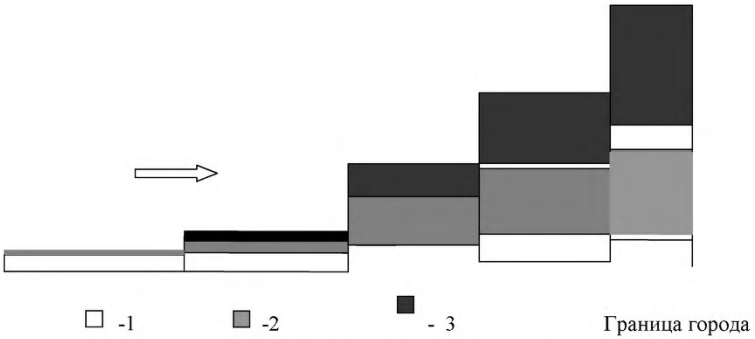


Рис. 29. Рост интенсивности движения по мере приближения к городу:

1- интенсивность движения транспортного потока, ориентированного на город,

2- местное движение,

3- маятниковое движение.

В этой ситуации, необходимо разработать возможные методы повышения пропускной способности этих участков автомобильных дорог, включая организацию систем автоматизированного управления движением и реверсивного движения, а также особенностей прогнозирования транспортных потоков.

Нормы проектирования участков автомобильных дорог на подходах к крупным городам необходимо учитывать следующие особенности этих участков автомобильных дорог:

а) Территория вокруг города сильно застроена и постоянно застраивается, что приводит к увеличению её транспортной емкости и высоким темпам роста интенсивности движения на автомобильных дорогах на подходах к крупным городам.

б) На автомобильных дорогах, на подходах к крупным городам транспортные потоки формируются из транзитного движения (перевозок на значительные расстояния за пределы субъекта федерации), местного движения (перевозки в пределах 100 км от города) и маятникового движения (ежедневных поездок из пригорода в город и обратно). Кроме этого, на участках автомобильных дорог, на подходах к крупным городам, интенсивность движения транспортных потоков меняется в течение года, недели и суток.

Поэтому, при проектировании автомобильных дорог в этой зоне, необходимо выявить закономерности, формирующие транзитное, местное и маятниковое движение, с учетом их изменения в течение года, недели и суток.

в) При проектировании автомобильных дорог на подходах к крупным городам необходимо учитывать их взаимосвязь с другими автомобильными дорогами, расположенными на прилегающих территориях. Местное движение для обслуживания прилегающей к дороге территории, используемое для коротких пробегов, что приводит к росту интенсивности движения и резкому снижению скоростей движения и пропускной способности по магистралям из-за большого количества примыканий и зон переплетения транспортных потоков.

На интенсивность движения по основным магистралям на подходах к крупным городам, большое влияние оказывает степень развития местной дорожной сети. При развитой, находящейся в хорошем состоянии, местной дорожной сети меньшая часть местного движения использует магистральную дорогу.

Для вновь строящихся и реконструируемых автомагистралей эта проблема должна решаться путем ограничения доступа на проектируемую дорогу.

г) Для автомобильных дорог на подходах к крупным городам, характерно маятниковое движение, связанное с ежедневными поездками в город и обратно жителей пригородов, работающих или обучающихся в городе, а также жителей города, проживающих в дачных и коттеджных поселках, расположенных в пригородной зоне.

Это трудовые маятниковые (утром на работу в город, вечером из города домой) поездки. Численность таких поездок очень индивидуальна для каждого города и зависит от крупности города, экономического развития

города и области и экономической ситуации в стране и регионе. Кроме этого, значение имеет и выбор вида транспорта для таких поездок. Как правило, используются три вида транспорта – железная дорога, общественный пассажирский транспорт и легковой автомобиль.

Маятниковое движение, вызванное переселением городских жителей за город (коттеджные поселки, скупка и перестройка вымерших или брошенных деревень), нормальное явление для расселения современных цивилизованных стран. Численность жителей таких поселений постоянно растет, вид транспорта, используемый для поездок в город, исключительно легковой, уровень автомобилизации этой части населения, как правило, вдвое превышает средний уровень автомобилизации в регионе. Удаленность таких поселений от границ города зависит от степени застройки пригорода и природных условий (необходимо наличие леса, рек, озер). Расположение таких поселений контролируется администрацией области, и информация о них имеется в земельном кадастре.

д) Каждый город имеет рекреационную зону, размеры которой зависят от крупности города. Так, например, для Москвы удаленность дачных и садово-огороднических поселков превышает 100 км. Выезд жителей города на отдых и возврат назад в город создает интенсивность выходного дня, которая может значительно превышать интенсивность рабочих дней. При этом практически отсутствует маятниковое трудовое и местное движение.

е) Местная дорожная сеть становится плотнее при приближении к границам города. При трассировании автомобильной дороги приходится пересекать сложившуюся местную дорожную сеть, что приводит к необходимости устраивать большое количество пересечений в одном и разных уровнях, наличие которых существенно снижает пропускную способность.

Поэтому при проектировании автомобильных дорог на подходах к крупным городам, число пересечений и примыканий должно быть минимальным. Для этого необходимо ограничивать число точек доступа на проектируемую автомобильную дорогу, за счет формирования примыкающих к ней распределительных дорог, служащих сборщиками транспортных потоков, а также устройства в отдельных случаях «глухих» пересечений с местными дорогами без съездов и выездов на основную магистраль.

В границах населенных пунктов, для сокращения мест доступа на проектируемую дорогу, можно использовать местные проезды.

е) Прилегающие к автомобильных дорогам территории являются весьма привлекательными для размещения предприятий сферы обслуживания и развлечений.

Эти предприятия формируют дополнительные транспортные потоки на проектируемой автомобильной дороге.

Кроме этого, местоположение таких торговых и развлекательных комплексов и объектов дорожного сервиса, а также выбор и обустройство мест места доступа к ним с проектируемой автомобильной дороги не должно снижать уровень безопасности дорожного движения и приводить к снижению пропускной способности.

С этой целью целесообразно одновременно с разработкой проекта автомобильной дороги разрабатывать схему размещения объектов дорожного сервиса, в которой должны быть определены наиболее приемлемые, с точки зрения безопасной и эффективной эксплуатации автомобильной дороги, места их расположения.

ж) При проложении трассы автомобильных дорог на подходах к крупным городам, в условиях плотной застройки, целесообразно снижать расчетную скорость, что делает возможным вписывание трассы дороги в узкую полосу варьирования, характерную для застроенных территорий.

З.) Автомобильные дороги на подходах к крупным городам, как правило, является участками важнейших автомагистралей нашей страны, связывающие крупнейшие транспортные узлы и обеспечивающие транзитные, в том числе международные, транспортные связи.

и) Для автомобильных дорог, на подходах к крупным городам, характерна недельная неравномерность транспортных потоков, с наличием интенсивности движения выходного дня, которое формируется выездом жителей города в рекреационную зону в предвыходной (или первый выходной) день и возвратом назад в конце выходных дней.

Расчет интенсивности движения выходного дня построен на использовании средних показателей по числу жителей, выезжающих за город, средней загрузке дорог по полосе движения, доли суточного движения в «час пик».

Точность расчета значительно повышается, если все эти показатели определяются полевыми измерениями.

Все показатели, используемые в расчете, следует определять для конкретного города наблюдениями или использовать данные ежегодного учета движения. При отсутствии таких данных можно использовать осредненные показатели, но следует иметь в виду, что ошибка прогноза может достигать 20%.

Большая часть автомобильных дорог на подходах к крупным городам отнесены международными соглашениями Российской Федерации к международным Европейским или Азиатским автомобильным дорогам.

Поэтому при проектировании этих автомобильных дорог надлежит учитывать обязательные требования, установленные Европейским соглашением о международных автомагистралях (СМА) ЕЭК ООН, совершенным в Женеве 15 ноября 1975 года, должны отвечать требованиям, изложенным в Приложении 2 к этому соглашению (Приложение 2 - Условия, которым должны отвечать международные автомагистрали) и

Межправительственным соглашением по сети азиатских автомобильных дорог ЭСКАТО ООН, совершенному в Бангкоке в 2004 году, должны отвечать требованиям, установленным Приложением II к этому соглашению - Классификация и нормы проектирования сети азиатских автомобильных дорог.

Учитывая, что в действующих нормах проектирования СНиП 2.05.02-85*, часть этих требований отсутствует, они должны быть внесены в проект Свода правил.

Эти требования должны:

а) учитывать интенсивность движения и распределение транспортных потоков на расположенных в зоне тяготения местных дорог, с учетом ограничения доступа на проектируемую дорогу.

б) обеспечивать однородность характеристик придорожных объектов и соответствие дороги и ее восприятия участниками дорожного движения независимо от различной административной принадлежности.

в) сохранять однородные характеристики на участках достаточной протяженности и производить изменения категории дороги в таких местах, в которых участники дорожного движения могут предвидеть изменения этих характеристик (приближение к населенному пункту, изменение рельефа местности, развязки).

г) обеспечить доступность к остановкам общественного транспорта и местам общего пользования лиц с ограниченными возможностями.

Принимаемые при проектировании основные технические решения по геометрическим элементам и их основным сочетаниям, типам пересечений и примыканий дорог, должны создавать предпосылки для обеспечения экономии строительных материалов и топливно-энергетических ресурсов при строительстве и эксплуатации дорог, за весь период жизненного цикла. Их следует обосновывать разработкой вариантов со сравнением:

-технико-экономических показателей с учетом стадийности строительства дороги;

-по мере роста интенсивности движения;

-дорожно-эксплуатационных затрат;

-воздействия на окружающую природную среду;

-затрат и выгод пользователей дорог;

-удобства и безопасности движения;

-эффективности экономического и социального развития обслуживаемых дорогами территорий и населения, других факторов.

Как правило, автомобильные дороги на подходах к крупным городам проектируют класса «автомагистраль» или «скоростная дорога».

Транспортные потоки на подъездах к крупным городам формируются из транзитного движения (перевозок на значительные расстояния за пределы субъекта федерации), местного движения (перевозки в пределах 100 км от города) и маятникового движения (ежедневных поездок из пригорода в город и обратно). При этом на этих участках интенсивность движения транспортных потоков меняется в течение года, недели и суток.

При проектировании участков автомобильных дорог на подъездах к крупным городам необходимо выявить закономерности, формирующие транзитное, местное и маятниковое движение, с учетом их изменения в течение года, недели и суток.

Прогнозирование перспективной интенсивности движения на этих дорогах, как правило, следует осуществлять раздельно для транзитного движения, местного движения и маятникового движения, поскольку перспективный рост каждого из указанных трех видов транспортных потоков зависит от различных факторов и может следовать своим закономерностям.

При прогнозировании транзитного движения необходимо учитывать перспективное развитие крупных грузообразующих центров, таких как крупные порты и транспортные узлы, крупные отрасли промышленности, расположенные в районе тяготения и также перспективы развития международной торговли

В качестве исходных данных для получения информации о перспективных объёмах перевозок следуют федеральные целевые программы развития отраслей, программы социально-экономического развития регионов и программы социально-экономического развития Российской Федерации.

Для участка дорог на подходах к крупным городам, где характерно маятниковое движение весьма эффективной мерой повышения пропускной способности является реверсивное движение, которое может быть альтернативой устройству дороги с многополосным движением является осуществление реверсивного регулирования на одной или нескольких полосах. Реверсивное движение является одним из наиболее эффективных способов повышения пропускной способности автомобильных дорог на подходах к крупным городам и позволяет получить преимущества, за счет использования не загруженных полос проезжей части, с меньшим потоком движения для увеличения пропускной способности дороги в направлении потока с большей интенсивностью, без строительства дополнительных полос движения.

Реверсивного движение может включать введение в определенные временные интервалы ограничений на совершение левого поворота, ограничение допуска тяжелых грузовиков или взимания платы с них, предоставление приоритета для транспорта с двумя и более пассажиров, создание выделенных полос для транзитного движения, а также создания платных полос движения.

Зоной с реверсивным регулированием движения может участок дороги, на которой направление транспортного потока по одной или более полосе движения или по обочине, могут быть определенные периоды времени направлены в противоположном направлении, зависимости от того, в каком направлении преобладает транспортный поток.

Весьма существенно для этих участков дорог, значительная часть которых проходит по застроенным территориям является проектирование тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек, которые должны составлять единое целое с автомобильной дороги и их устройство должно быть обязательным во всех случаях при наличии велосипедного или пешеходного движения.

16. Критерии оценки проектных решений.

Изменившийся концептуальный подход к определению расчетной скорости в корне изменил сам процесс и технологию проектирования и методы и критерии оценки проектных решений.

Теперь основной величиной для контроля проектных элементов в плане и для расчета относящихся к надежности геометрических элементов плана, продольного и поперечного профилей фактическая скорость движения (V_{85}).

На западе именно фактическая скорость движения автомобиля считается критерием измерения согласованности проектных решений по проектируемой дороге. Оценка согласованности проектных решений осуществляется путем сравнения расчетной скорости и скорости 85 процентной обеспеченности на конкретном участке автомобильной дороги или путем сравнения разницы между скоростью 85 процентной обеспеченности смежных участках дороги.

Указанные выше закономерности относятся, прежде всего, к дорогам с двумя полосами движения.

Как правило, геометрические меры согласованности проектных решений делятся на 4 категории: скорость движения, устойчивость транспортного средства, нагрузка на водителя и значения параметров трассы дороги.

Фактическая скорость определяется, как скорость, выбранная водителем, когда его движение не ограничивают другие пользователи, т.е. в условиях свободного потока, за которую, как правило, принимают скорость 85 процентной обеспеченности.

В настоящее время при проектировании автомобильных дорог за рубежом используют критерии оценки проектных решений предложенных немцем Ламом (Lamm) еще в 1988 году.

Ламм классифицирует автомобильную дорогу по трем критериям безопасности (Таблица 39). При оценке “хорошо” корректировки проектных

решений не требуется, при оценке "удовлетворительно" корректировка не требуется, но желательна, при оценке " плохо" проектную линию следует корректировать.

Таблица 39

Критерии безопасности предложенные Ламмом

Оценка проектного решения	Критерий 1	Критерий 2	Критерний3
Хорошее	$\|V85 - VD\| \leq 10$ км/час	$ДV85 \leq 10$ км/час	$Дґ R = ґR - ґRD \leq 10.0$
Удовлетворительное	$10 < \|V85 - VD\| \leq 20$ км/час	$10 < ДV85 \leq 20$ км/час	$0.01 > Дґ R \geq -0.04$
Плохое	$\|V85 - VD\| \geq 20$ км/час	$ДV85 \geq 20$ км/час	$Дґ R < -0.04$

Четвертым критерием является нагрузка на водителя, которая определяется, как время, в течение которого он способен выполнять свои задачи. Эта нагрузка увеличивается с увеличением сложности геометрических характеристик трассы.

Тем не менее, использование критерия в нормах зарубежных стран ограничено по сравнению со скоростью из-за сложностей его практического учета при проектировании.

В качестве пятого критерия используется анализ расстояния видимости. Требуемое расстояние видимости сравнивается фактическим расстоянием видимости, определяемым в каждой точке трассы. При этом следует отметить, что эти два параметра являются переменными величинами. Требуемое расстояние видимости будет меняться в зависимости от расчетной скорости, в качестве которой обычно принимают 85% скорость, которая меняется по длине в зависимости от значений геометрических параметров дороги. Фактическое расстояние видимости также является переменной величиной по длине дороги.

Для оценки безопасности движения используют еще два критерия. Это критерий зрительной плавности и критерий зрительной ясности, основанные на визуальном анализе трассы, исходя из восприятия её водителем. Критерий зрительной плавности предусматривает обеспечение при проектировании сочетания элементов плана и продольного профиля в перспективном изображении дороги, при которых обеспечивается оптимальное соотношение размеров видимых элементов дороги и кривизны линий. Критерий зрительной ясности означает ясность восприятия водителем направления дороги на расстоянии, не менее расстояния видимости, позволяющая оценивать и прогнозировать ему дорожные условия при движении с расчетной скоростью. Эти два критерия используются в нормах проектирования ведущих стран и включены в состав проекта Свода правил.

В большинстве стран мира для оценки безопасности движения, с учетом указанных выше критериев, созданы различные модели, которые

используются при проектировании. В качестве оценки уровня безопасности дорожного движения в проект Свода правил включена, разработанная в ФГУП РОСДОРНИИ, методика оценки безопасности движения в проектах нового строительства, реконструкции, капитального ремонта автомобильных дорог, применение которой позволяет минимизировать риск дорожно-транспортных происшествий и способствовать предотвращению возникновения потенциально опасных участков и мест концентрации ДТП на стадии эксплуатации.

Приведенные выше результаты исследований и анализ норм проектирования дорог за рубежом послужили основой для обоснования норм проектирования автомобильных дорог в проекте Свода правил.

Руководитель организации-разработчика
Генеральный директор
ООО «НПФ РУСАВТОДОР» А.А.Харитонов

Руководитель разработки
Ведущий научный сотрудник
ООО «НПФ РУСАВТОДОР» О.В.Скворцов

БИБЛИОГРАФИЯ.

1. Федеральный закон от 10 декабря 1995 года N 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения".

2. Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

3. Закон Российской Федерации от 7 февраля 1992 года N 2300-1 "О защите прав потребителей".

4. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ "О техническом регулировании".

5. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 014/2011 "О безопасности автомобильных дорог".

6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 Проект, Москва, 2012 г.

7. Концепция развития национальной системы стандартизации. Одобрена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 февраля 2006 г. N 266-р.

8. Конвенция о дорожном движении (Вена, 8 ноября 1968 г.) (с поправками от 1 мая 1971 г.).

9. Конвенция о дорожных знаках и сигналах1968 года (Сводный текст 2006 года), Организация Объединенных Наций. Нью-Йорк и Женева, 2007 год.

10. Дорожная карта по общему пространству науки и образования, включая культурные аспекты, утверждённая на саммите Россия-ЕС, Москва, 10 мая 2005 года.

11. Рекомендации ЕЭК ООН "Относительно политики в области стандартизации" ООН, Нью-Йорк, Женева, 2002 год.

12. Европейское соглашение о международных автомагистралях (СМА) ЕЭК ООН совершенное в Женеве 15 ноября 1975 года. Приложение 2, Условия, которым должны отвечать международные автомагистрали.

13. Межправительственное соглашение по сети азиатских автомобильных дорог ЭСКАТО ООН, совершенное в Бангкоке в 2004 году. Приложение II. Классификация и нормы проектирования сети азиатских автомобильных дорог.

14. Рекомендации относительно политики в области стандартизации, ЕЭК ООН, 2002 год (документ ECE/STAND/17/Rev.4)

15. Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма /пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир»., 2004.- 280с.

16. ЕЭК ООН. Сводная резолюция о дорожном движении._Записка секретариата ECE/TRANS/WP.1/123 14 августа 2009

17. ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования.

18. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования.

19. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.

20. ГОСТ Р 52131-2003 Средства отображения информации знаковые для инвалидов. Технические требования.

21. ГОСТ 26804-86 Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.

22. ГОСТ 30413-96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием.

23. ГОСТ Р 51256-99 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования.

24. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движении. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.

25. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.

26. ГОСТ Р 52575-2006 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования.

27. ГОСТ Р 52576-2006 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний.

28. ГОСТ Р 52606-2006 Технические средства организации дорожного движения. Классификация дорожных ограждений.

29. ГОСТ Р 52607-2006 Технические средства организации дорожного движения. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования.

30. ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог.

31. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования.

32. ГОСТ Р 52748-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения».

33. ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог.

34. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования.

35. ГОСТ Р 52044-2003 Наружная реклама на автомобильных дорогах и территориях городских и сельских поселений. Общие технические требования к средствам наружной рекламы. Правила размещения.

36. ГОСТ Р 52131-2003 Средства отображения информации знаковые для инвалидов. Технические требования.

37. ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

38. ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации Стандарты национальные Российской Федерации Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

39. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

40. Свод правил СП 34.13330.2012 “Автомобильные дороги”.

41. Свод правил СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы»

42. Свод правил СП 59.13330.2012 “Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения”.

43. СП 52.13330-2011 «СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение».

44. СП 122.13330.2012 «СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные автодорожные».

45. СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

46. СНиП 3.05.03-85 Тепловые сети.

47. СНиП 2.05.13-90 Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов.

48. СНиП III-42-80* Магистральные трубопроводы.

49. СНиП 2.05.13-90 Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов.

50. СНиП 2.05.06-85* Магистральные трубопроводы.

51. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России. 29.06.1998 N ЦП-566. Текст документа по состоянию на июль 2011 года.

52. Инструкция по устройству и обслуживанию переездов. Министерство путей сообщения, 1985 г. Текст документа по состоянию на июль 2011 года.

53. Рекомендациями по обеспечению безопасности движения по автомобильным дорогам, утвержденным Минтрансом России от 24 июня

2002 г. N ОС-557-р

54. Указания по обеспечению безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах ВСН 25-86 утвержденные Министерством автомобильных дорог РСФСР 29 января 1986 г.

55. Ведомственные строительные нормы ВСН 18-84 «Указания по архитектурно-ландшафтному проектированию автомобильных дорог». Утверждены Минавтодором РСФСР 10 июля 1984 г.

56. ОДМ 218.2.020-2012 . Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Росавтодор Минтранса России, 2012 г.

57. ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. Росавтодор Минтранса России, 2010 г.

58. ОДМ "Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог". Проект МАДИ ТУ. Москва 2012.

59. ОДМ 218 -.... Расчет пропускной способности пересечений автомобильных дорог. Проект МАДИ ТУ. Москва 2007.

60. ОДМ "Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог". Проект МАДИ ТУ. Москва 2011.

61. ОДМ 218 -.... Расчет пропускной способности пересечений автомобильных дорог. Проект МАДИ ТУ. Москва 2007.

62. ОМД 218.-200...Методические рекомендации по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог. Проект. МАДИ ТУ, 2005 г.

63. ОДМ. Отраслевые дорожные нормы. Автомобильные дороги общего пользования. Геометрические элементы автомобильных дорог, Проект .МАДИ, 2002 г.

64. ОДН 218.00... – 2002 Отраслевые дорожные нормы дороги автомобильные общего пользования. Нормы проектирования геометрических элементов. Проект. (МАДИ ТУ) , 2002 г.

65. ОДМ, Методические рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам. Проект. НПФ РУСАВТОДОР, МОСКВА 2010 г.

66. Отчет по теме ГОСТ Р Расчетные скорости...МАДИ ТУ, август 2007.

67. Пояснительная записка к рабочей версии проекта ГОСТ Р «Расчетные скорости и поперечные профили автомобильных дорог с движением плотных транспортных потоков». МАДИ ТУ, Москва 2007.

68. Пояснительная записка к проекту ГОСТ Р Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. МАДИ ТУ, Москва 2004 г.

69. Пояснительная записка к проекту ГОСТ Р Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. МАДИ, 2004 г.

70. Отчет по теме ГОСТ Р Расчетные скорости…МАДИ ТУ, август 2007.

71. Научно-технический отчет по теме: «Разработка предложений в свод правил по проектированию пересечений и геометрических элементов автомобильных дорог». Часть 1. «Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования с подготовкой предложений по возможности применения отдельных положений зарубежных норм в условиях нашей страны». «НПФ РУСАВТОДОР», 2009 г.

72. Научно-технический отчет по теме 4.3.8 «Обоснование норм на расчетные скорости и поперечные профили для дорог с движением плотных транспортных потоков». МАДИ ТУ, Москва 2006 г.

73. Научно-технический отчет по теме: "Разработка предложений по совершенствованию требований при нормировании ширины полос движения и проезжей части" ФГУП «РОСДОРНИИ», 2011 г.

74. Научно-технический отчет по теме "Расчет транспортных потоков в составе обоснования инвестиций в реконструкцию Рублево-Успенского шоссе". МАДИ ТУ, Москва 2002 г.

75. Научно – технический отчет по теме: "Обоснование специальных технических условий (СТУ) для разработки проектной документации на "Строительство автомобильной дороги пос. Новый- полуостров Де-Фриз – Се-данка- бухта Патрокл с низководным мостом (эстакадой) Де-Фриз - Седанка". НПФ РУСАВТОДОР Москва-2008 г.

76. Научно- технический отчет Разработка рекомендаций по оценке уровня обеспечения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования федерального значения. ФГУП «РОСДОРНИИ». 2010г.

77. Пояснительная записка к проекту ГОСТ Р Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. МАДИ ТУ, 2004 г.

78. Научно-технический отчет по теме : «Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования с подготовкой предложений по возможности применения отдельных положений зарубежных норм в условиях нашей страны».НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

79. Научно-технический отчет по теме: ГОСТ Р Расчетные скорости МАДИ ТУ, август 2007.

80. Научно-технический отчет по теме 4.3.8 «Обоснование норм на расчетные скорости и поперечные профили для дорог с движением плотных транспортных потоков» МАДИ ТУ, август 2007.

81. Научно-технический отчет по теме: "Расчет транспортных потоков в составе обоснования инвестиций в реконструкцию Рублево-Успенского шоссе", Дорожный инженерный центр МАДИ , Москва 2002 г.

82. Научно–технический отчет по теме: Обоснование норм геометрических элементов для индивидуальных технических условий на проектирование и строительство Западного скоростного диаметра. проектирования г. С-Петербурга, МАДИ, 2005 г.

83. Научно–технический отчет по теме: Маятниковое движение на головном участке дороги Москва - С Петербург, МАДИ ТУ, 2005 г.

84. Научно–технический отчет по теме: «Анализ отечественных и зарубежных исследований и норм геометрического проектирования в автомобильных дорог, транспортных развязок, пересечений и примыканий». НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

85. Научно–технический отчет по теме: «Анализ и обобщение зарубежных норм проектирования и планирования территорий на основе функциональной классификации автомобильных дорог. Предложения по функциональной классификации дорог общего пользования в Российской Федерации» .НПФ РУСАВТОДОР, Москва 2009.

86. Научно–технический отчет по теме: «Анализ отечественных и зарубежных исследований и норм геометрического проектирования в автомобильных дорог, транспортных развязок, пересечений и примыканий». НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

87. Научно–технический отчет по теме: "Концептуальные подходы к нормированию параметров геометрических элементов автомобильных дорог, транспортных развязок, пересечений и примыканий". НПФ РУСАВТОДОР, 2010 г.

88. Научно–технический отчет по теме: Разработка предложений по совершенствованию требований при нормировании ширины полос движения и проезжей части. ФГУП «РОСДОРНИИ» 2010 г.

89. Научно–технический отчет по теме: Разработка предложений по внесению изменений в ГОСТ Р 52399-2005 «Геометрические элементы автомобильных дорог» ФГУП «РОСДОРНИИ» МОСКВА 2011 г.

90. Научно–технический отчет по теме: "Концептуальные подходы к нормированию параметров геометрических элементов автомобильных дорог, транспортных развязок, пересечений и примыканий". НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

91. Научно–технический отчет по теме: Предложения в свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог. НПФ РУСАВТОДОР, 2010 г.

92. Научно–технический отчет по теме: «Подготовка раздела национального стандарта или свода правил - функциональная классификация автомобильных дорог во взаимосвязи с технической классификацией». НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

93. Научно–технический отчет по теме: «Анализ и обобщение зарубежных норм проектирования и планирования территорий на основе

функциональной классификации автомобильных дорог. Предложения по функциональной классификации дорог общего пользования в Российской Федерации». НПФ РУСАВТОДОР, Москва 2009 г.

94. Научно-технический отчет по теме "Разработка предложений по структуре и содержанию проектов технических регламентов " О требованиях к обеспечению безопасности автомобильных дорог при их эксплуатации" и "О требованиях к обеспечению безопасности автомобильных дорог при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте" с предложениями по гармонизации системы и структуры нормативных документов с перечнем соответствующих сводов правил и необходимых стандартов" Часть 3 - Анализ рисков влияния отдельных параметров автомобильных дорог и их состояния на безопасность и причинения вреда.ФГУП РОСДОРНИИ, 2009 г.

95. Научно-технический отчет по теме " Разработка рекомендаций по оценке уровня обеспечения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования федерального значения". .ФГУП РОСДОРНИИ , 2008 г.

96. Научно-технический отчет по теме: «Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования с подготовкой предложений по возможности применения отдельных положений зарубежных норм в условиях нашей страны». «НПФ РУСАВТОДОР», Москва 2009 г..

97. Научно-технический отчет по теме 4.3.8 «Обоснование норм на расчетные скорости и поперечные профили для дорог с движением плотных транспортных потоков». МАДИ ТУ, Москва 2006 г.

98. Научно-технический отчет по теме "Расчет транспортных потоков в составе обоснования инвестиций в реконструкцию Рублево-Успенского шоссе" .МАДИ ТУ, Москва 2002 г.

99. Научно- технический отчет Разработка рекомендаций по оценке уровня обеспечения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования федерального значения. ФГУП «РОСДОРНИИ», 2010 г.

100. Научно- технический отчет по теме: «Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования с подготовкой предложений по возможности применения отдельных положений зарубежных норм в условиях нашей страны».НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

101. Обоснование норм геометрических элементов для индивидуальных технических условий на проектирование и строительство Западного скоростого диаметра г. Санкт Петербурга. МАДИ ТУ, Москва 2005 г.

102. Научно-технический отчет по теме: Отчет по теме ГОСТ Р Расчетные скорости МАДИ, август 2007 г.

103. Научно-технический отчет по теме 4.3.8 «Обоснование норм на расчетные скорости и поперечные профили для дорог с движением плотных транспортных потоков» МАДИ, август 2007 г.

104. Научно – технический отчет по теме: Маятниковое движение на головном участке дороги Москва - С Петербург, МАДИ, 2005 г.

105. Проект. Методические рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам. НПФ РУСАВТОДОР, МОСКВА 2010 г.

106. Пояснительная записка к проекту ГОСТ Р Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. МАДИ, 2004 г.

107. Научно–технический отчет по теме: Разработка предложений по внесению изменений в ГОСТ Р 52399-2005 «Геометрические элементы автомобильных дорог» ФГУП «РОСДОРНИИ» МОСКВА 2011 г.

108. Научно–технический отчет по теме: Предложения в Свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог. НПФ РУСАВТОДОР, 2010 г

109. Научно–технический отчет по теме: «Подготовка раздела национального стандарта или свода правил - функциональная классификация автомобильных дорог во взаимосвязи с технической классификацией». НПФ РУСАВТОДОР, 2009 г.

110. Научно-технический отчет по теме: Предложения в Свод правил по проектированию геометрических элементов автомобильных дорог. НПФ РУСАВТОДОР», Москва 2009 г.

111. Научно-технический отчет по теме: “Анализ результатов отечественных научных исследований выполненных в последние годы по вопросам, связанным с проектированием геометрических элементов дорог и исследований скоростей и режимов движения по автомобильным дорогам”. «НПФ РУСАВТОДОР», Москва 2012 г.

112. Научно-технический отчет по теме: ”Анализ принятых в последние годы ГОСТ Р, ОДН, ОДМ и других нормативных и рекомендательных документов с выявлением положений подлежащих включению в проект свода правил”. МАДИ ТУ , 2012 г.

113. Научно-технический отчет по теме “Разработка предложений по структуре и содержанию проектов технических регламентов “ О требованиях к обеспечению безопасности автомобильных дорог при их эксплуатации” и “О требованиях к обеспечению безопасности автомобильных дорог при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте” с предложениями по гармонизации системы и структуры нормативных документов с перечнем соответствующих сводов правил и необходимых стандартов” Часть 3 - Анализ рисков влияния отдельных параметров автомобильных дорог и их состояния на безопасность и причинения вреда. ФГУП РОСДОРНИИ, 2009 г.

114. Научно-технический отчет по теме “Разработка рекомендаций по оценке уровня обеспечения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования федерального значения”. ФГУП РОСДОРНИИ , 2008 г.

115. Анализ норм проектирования полотна автомобильных дорог зарубежных стран на примере последних норм и правил Федеративной Республики Германии, Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации Москва 2003 г.

116. Концепция совершенствования норм проектирования автомобильных дорог, Министерство транспорта Российской Федерации, государственная служба дорожного хозяйства Москва 2001 г.

117. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.03-19-2006 Автомобильные дороги. Нормы проектирования Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь Минск 2006 г.

118. Технический кодекс установившейся практики. ТКП 45-3.03-96-2008 . Автомобильные дороги низшей категории. Правила проектирования Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск 2008 г.

119. Строительные нормы и правила Республики Беларусь, . СНБ 3.03.02-97 "Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов" Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь Минск 1998 г.

120. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства Строительные нормы и правила РК. СНиП РК 3.01-01-2008 Градостроительство Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов Комитет по делам строительства Министерства экономики и торговли Республики Казахстан.

121. Директива Европейского Совета 89/106/ЕЕС от 21 декабря 1988 года “О сближении законов, правил и административных положений государств-членов, касающиеся строительной продукции”.

122. Directive on road infrastructure safety management. Directive 2008/96/EG of the European parliament and of the council. In: Official Journal of the European Union. p. L 319/59-67, Brussels.

123. Анализ норм проектирования полотна автомобильных дорог зарубежных стран на примере последних норм и правил Федеративной Республики Германии Приложение I Часть «Проложение трассы автомобильных дорог» (RAS-L) Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации Москва 2003/

124. Гончаренко Ф.П. Повышение безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования на Украине . Научно – технические проблемы дорожной отрасли стран СНГ/МСД. - М., 2000. – С.178-182.

125. Лобанов Е.М. Задачи совершенствования отраслевой нормативной базы. Сборник научных трудов МАДИ (ТУ), М.: Издание МАДИ (ТУ), 2000 г., с. 12-18.

126. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. - М.: Транспорт, 1980г.- 311 с.

127. Лобанов Е.М., Сильянов В.В., Ситников Ю.М., Сапегин Л.Н., Пропускная способность автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1970 г., - с. 152.

128. Подольский В.Л., Самодурова Т.В. Экологические аспекты зимнего содержания дорог.- Воронеж: ВГАСА ,2000.-152 с.

129. Рудакова В.В. Дорожное хозяйство и окружающая природная среда. Сб. науч. тр.: Проектирование автомобильных дорог /МАДИ. - М., 2004.- С.40-49

130. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц. – М.:. Издательский центр «Академия», 2007 г. – 352 с.

131. Сильянов В.В., Уткин А.В. Моделирование транспортного потока для оценки уровня аварийности и эффективности мероприятий по организации и безопасности дорожного движения. – Транспорт: Наука. Техника. Управление, № 7. М.: ВИНИТИ, 2007. – с. 15-17.»

132. Сильянов В.В., Эвленов Р.С., Нгуен Тхань Фонг. Закономерности влияния элементов автомобильных дорог на уровень аварийности. «Транспорт: Наука. Техника. Управление», №31. М.: ВИНИТИ, 2004г. с. 138-139.

133. Сильянов В.В., Эвленов Р.С., Нгуен Тхань Фонг. Оценка формирования условий снижения аварийности в регионе. «Транспорт: Наука. Техника. Управление», №31. М.: ВИНИТИ, 2004г. с. 12-15.

134. Скворцов О.В. Концептуальные основы современных норм геометрического проектирования автомобильных дорог. Сайт Государственной компании «Российские автомобильные дороги». – gost.e-ecolog.ru

135. Скворцов О.В. Современные подходы к нормированию расстояния видимости на автомобильных дорогах за рубежом и их сопоставление с отечественными нормами. «Дороги и мосты». – Сборник ст./ФГУП РосдорНИИ. – М.: 2009, вып. № 21/1, с. 47-63

136. Скворцов О.В. Анализ соответствия свода правил СП 42.13330.2011 “Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений” современному техническому уровню и требованиям безопасности дорожного движения. Автомобильные дороги № 02, 2011.

137. Скворцов О.В. "Проблемы связанные с применением иностранных норм дорожном хозяйстве России": gost.e-ecolog.ru

138. Скворцов О.В. О влиянии скоростного режима на безопасность движения и современные подходы к определению расчетной скорости и оценке проектных решений: gost.e-ecolog.ru

139. Чванов В.В. Исследование влияние социально-экономических факторов и развития дорожной сети на безопасность движения. «Наука и техника в дорожной отрасли», №3, 2005г., М.: изд. «Дороги».

140. Чванов В.В. Исследование влияния параметров продольного профиля на уровень безопасности дорожного движения. «Дороги и мосты». – Сборник ст. ГП РосдорНИИ. – М.: 2005, вып. № 4/2.

141. Чванов В.В. Исследование риска дорожно-транспортных происшествий на пересечениях и примыканиях дорог для обоснования мероприятий по повышению безопасности движения. «Дороги и мосты». - Сборник ст./ ФГУП РосдорНИИ. - М.: 2006, вып. № 15/1.

142. Чванов В.В. Методика оценки условий движения с использованием показателей неравномерности режима транспортного потока. Тез. Конфер., г. Владимир, 1987 г.

143. Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. – М.: ИНФРА – М, 2010 г.

144. Чванов В.В. Нормирование требований к однородности потребительских свойств автомобильных дорог по условиям безопасности движения. «Дороги и мосты», Сборник ст./ФГУП «РОСДОРНИИ». – М., 2011, Вып. 25/1, с. 205-221

145. Чванов В.В. Системный анализ факторов, способствующих дорожной аварийности в Российской Федерации. «Дороги и мосты». - Сборник ст./ ФГУП РосдорНИИ. -М.: 2006, вып. № 15/2, с.1-18

146. Шевяков А.П. Условия безопасности движения на МКАД в различные периоды ее эксплуатации. Наука и техника в дорожной отрасли, № 1,2012.

147. Richtlinien fuer die Anlage von Stassen, (RAS-L) 1995, addition, Germany, 2005.

148. Richtlinien fьr die Anlage von StraЯen (RAS - Q), 1996.

149. Richtlinien fьr integrierte Netzgestaltung (RIN) 2008.

150. Richtlinien fьr die Anlage von StraЯen - Teil: Knotenpunkte (RAS K) Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte,(RAS-K-1).

151. Richtlinien fьr die Anlage von LandstraЯen Planfreie Knotenpunkte (RAL-K-2)“, Ausgabe 1976, Berichtigter Nachdruck 1991.

152. Design Guide der Stadt StraЯen (RASt – 06) Germany, 2006.

153. Richtlinien fьr die Anlage von Autobahnen. RAA:2008 (FGSV)

154. Richtlinien fьr die Anlage von StraЯen (RAS) Teil: Knotenpunkte (RAS-K) Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte RAS-K-1 Ausgabe 1988. FGSV-Verlag, Kцln.

155. Richtlinien fьr integrierte Netzgestaltung (RIN) Ausgabe 2008, 56 S. A 4 (R 1), FGSV-Verlag, Kцln.

156. Richtlinien fьr die Anlage von Autobahnen (RAA) Ausgabe 2008, 120 S. A 4 (R 1) FGSV-Verlag, Kцln.

157. German Design Guidelines for the Alignment (RAS-L-1, 1984) to Newer Design Guidelines," Research Contract FE—No. 6.2.2/91 of the Federal Minister of Transportation, Technical University of Darmstadt, Department: Road Design and Road Operation, Darmstadt, Germany, 1993.

158. Guidelines for the Design of Roads (RAS), Part: "Alignment (RAS-L)," Proposals, 1993 and 1995. Richtlinien fur Anlagen des ruhenden Verkehrs (RAR). Entwurf 11/199.

159. Richtlinien fuer die Anlage von Stassen, (RAS-L) 1995, addition, Germany, 2005.

160. Richtlinien fьr die Anlage von StraЯen (AS – Q) 1996.

161. Richtlinien fьr integrierte Netzgestaltung (RIN) 2008.

162. Design Guide der Stadt StraЯen Germany, (RASt – 06) 2006.

163. Rural Road Design: Guide to the Geometric Design of Rural Roads. AUSTROADS, Haymarket, New South Wales, Australia, 1989.

164. Анализ норм проектирования полотна автомобильных дорог зарубежных стран на примере последних норм и правил Федеративной Республики Германии.

165. Приложение I Часть «Проложение трассы автомобильных дорог» (RAS-L).

166. Приложение II. Часть «Поперечные профили автомобильных дорог» (RAS-Q). М.: «Информавтодор», 2003.

167. Geometric Design Guide for Canadian Roads. January 2002.

168. Highway Capacity Manual 2010.USA, Transportation Research Board.

169. Roundabouts: An Informational Guide. Second Edition. Transportation Research Board Washinton, D.C. 2010.

170. Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington D.C.: 2010.

171. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition. 2011 by the American Association of State Highway and Transportation Officials.

172. Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials/002.

173. Guidelines for the Geometric Design of Very Low Volume Local Roads (ADT<400), American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

174. Federal Highway Administration, Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways, United States Department of Transportation, Washington, 1988.

175. Roundabouts: An Informational Guide Federal Highway Administration Publication No.FHWA-RD-00-067 2012.

176. City and County Design Standards (contained in the Local Agency Guidelines, M 36-63), WSDOT.

177. "Geometric Design Practices for European Roads " Federal Highway Administration Research Report. FHWA-PL-01-026 June 2001 Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation.

178. The Transportation Research Board of the National Academies. The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 400: Determination of Stopping Sight Distances 1997 g.

179. The Transportation Research Board of the National Academies. The National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 400: Determination of Stopping Sight Distances 1997 g.

180. Design Manual, M 22-01, Washington State Department of Transportation Environmental and Engineering Programs Design Office, 2011.

181. "Highway Alignment Design Consistency for Rural Two-lane Highways." FHWA Study tour for speed management and enforcement technology. U.S. department of transportation. Federal Highway Administration. February 1996.

182. TEM Standards and Recommended Practice. Third Edition February 2002. United Nations Economic Commission for Europe.

183. Manual for Roads and Brides.Volume 6 Road Geometry. Section 1,Links, Part 2,TD 9|93,Amend №1 Department for Transport, London, 2002.

184. Manual for Roads and Brides.Volume 6 Road Geometry. Section 1,Links, Part 2, Cross-Section and Headrooms TD 27/05, Department for Transport, London, 2005.

185. Highway Link Design. Departmental Advice Note TA 43/84, Department of Transport, London, United Kingdom, 2002.

186. Manual forRoads and Brides.Volume 6 Road Geometry. Section 1,Links, Part 2,TD 9|93,Amend №1 Highway Link Desing, Department for Transport, London, 2002.

187. BC Supplement to TAC Geometric Design Guide, 2007 Ministry of Transportation and Highways, Stn Prov Govt .Victoria BC V8W 9T5, Canada.

188. .Roadside Design Guide Minister of Infrastructure and Transportation, Province of Alberta, Canada .November 2007.

189. Supplement to TAC Geometric Design Guide ,British Columdia,Ministry of Transportation edition 2007.

190. Design Manual For Roads and Bridges. The Geometric Design of Pedestrian, Cycle and Equestrian Routes February 2005 The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

191. Design Manual For Roads and Bridges. Traffic Calming on Trunk Roads A Practical Guide February 2004 The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

192. Design Manual For Roads and Bridges. The Location and Layout of Lay-bys and Rest Areas November 2007. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

193. Design Manual For Roads and Bridges. Segregated Left Turn Lanes and Subsidiary Deflection Islands at Roundabouts November 2003. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

194. Design Manual For Roads and Bridges. Subways for Pedestriansand Pedal Cyclists Layout and Dimensions. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

195. Design Manual For Roads and Bridges. Traffic Calming on Trunk Roads A Practical GuideFebruary 2004/ The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

196. Design Manual For Roads and Bridges. The Geometric Design of Pedestrian, Cycle and Equestrian Routes February 2005. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

197. Design Manual For Roads and Bridges. Segregated Left Turn Lanes and Subsidiary Deflection Islands at Roundabouts.November 2003. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

198. Design Manual For Roads and Bridges The Location and Layout ofLay-bys and Rest Areas November 2007. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

199. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Section 1Highway Link DesignFebruary 2002. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

200. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Section 1Cross-Sections and Headrooms February 2005. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

201. Design Manual For Roads and Bridges Layout of Grade Separated JunctionsFebruary 2006. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

202. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Section 2Design of Mini-RoundaboutsAugust 2007. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

203. Design Manual For Roads and Bridges Geometric Design of Roundabouts August 2007. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

204. Design Manual For Roads and Bridges Volume 2 Highway Structures: Design (Substructures and Special Structures) Materials Section 2. Part 2. TD 19/06. Requirement for Road Restraint Systems. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland .

205. Design Manual For Roads and Bridges Volume 5 Assessment and Preparation of Road Schemes. Section 1. Part 4. TA 22/81. Vehicle Speed Measurement on All-Purpose Roads. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

206. Design Manual For Roads and Bridges Volume 5 Assessment and Preparation of Road Schemes. Section 2. Part 4. TA 91/05. Provision for Non-motorised Users. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland

207. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 1Links. Part 2. TD 9/93. Highway Link Design. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

208. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 2 Junctions. Part 3. TD 50/04. The Geometric Layout of Signal Controlled Junctions and Signalised Roundabouts. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

209. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 1 Links. Part 1. TD 27/05. Cross sections and Headrooms. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

210. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 2Junctions. Part 3. Design of Road Markings at Roundabouts. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

211. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 2 Junctions. Part 3. TD 54/07. Mini-roundabouts. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

212. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 3.Part 5. TD 51/03. Segregated Left Turn Lanes and Subsidiary Deflection Islands at Roundabouts. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

213. Design Manual For Roads and Bridges Volume 6 Road Geometry. Section 3. Part 5. TA 90/05. The Geometric Design of Pedestrian, Cycle and Equestrian Routes. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

214. Design Manual For Roads and Bridges Volume 7 Pavement Design and Maintenance. Section 3. Part 1. HD 28/04.

215. Skidding Resistance. The Highways Agency, Scottish Executive, Welsh Assembly Government Llywodraeth Cynulliad Ynulliand Nulliand Cymru, The Deparment For Regional Development Northern Ireland.

216. Trans-European North-South Motorway. (TEM) Tem Standards and Recommended Practice.Third Edition,February 2002. TEM Project Central Office.

217. 10 Golкdzinowska St.03 302 WarsawPOLAND.

218. Barnett, J., "Safe Side Friction Factors and Superelevation Design." Highway Research Board, Proc. Vol. 16 (1936) pp. 69–80.

219. Brilon W, Blanke H. Extensive traffic calming: results of the accident analyses in six model towns. In: ITE 1993 Compendium of Technical Papers. Washington, DC, Institute of Transportation Engineers, 1993:119-123.

220. Brilon, W. and Doehler, m. Spurverhalten auf zweistreifigen Landstrassen mit Gegenverkehr (Usage of lanes on bi-directional two-lane rural highways). Strassenverkehrstechnik, Vol. 22 (1976), No. 3, pp. 79-82.

221. FHWA Bicycle and Pedestrian Provisions of Federal Transportation Legislation 2007.

222. Capacity Analysis of Pedestrian and Bicycle Facilities: Recommended Procedures for the "Bicycles" Chapter of the Highway Capacity Manual .USA FHWA, 2006.

223. E. C. Cerrelli, "1996 Traffic Crashes, Injuries, and Fatalities-Preliminary Report," Report No. DOT HS 808 543, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, March 1997.

224. Comparison of World Wide Practice Interchange Design Joel P. Leisch, Transportation Systems Planning. International Symposium on Highway Geometric Design Practices,1995, Boston, Massachusetts.

225. Cron, F. W., "Highway Design for Motor Vehicles — A Historical Review. Part 6: Development of a Rational System of Geometric Design." Public Roads, Vol. 40, No. 1 (1976) pp. 9–18 .

226. S.Garber and J. D. Graham, "The Effects of the New 65 Mile Per Hour Speed Limit on Rural Highway Fatalities: A State by State Analysis," Accident Analysis and Prevention, Vol. 22, No. 2, 1990.

227. Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices NCHRP REPORT 504 WASHINGTON, D.C. 2003.

228. .Durth, W., Strassenentwurf und Strassenbetrieb (Road Design and Road Traffic), Technische Hochschule Darmstadt, Darmstadt, Germany, 1988.

229. B. N. Fildes and S. J. Lee, "The Speed Review: Road Environment, Behavior, Speed Limits, Enforcement and Crashes," Report No. CR 127, Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia, September 1993.

230. Fambro, D. B., Fitzpatrick, K., and Koppa, R. J., "Determination of Stopping Sight Distances." NCHRP Report 400, TransportationResearch Board, Washington, DC (1997).

231. N. Fildes, G. Rumbold, and A. Leening, "Speed Behavior and Drivers' Attitude to Speeding," Report No. 16, Monash University Accident Research Centre, Victoria, Australia, June 1991.

232. .E. Hall, University of New Mexico,R.D. Powers, Federal Highway Administration ,D.S. Turner, University of Alabama ,W. Brilon, Ruhr-University Bochum ,J. W. Hall, University of New Mexico. Overviw of Cross Section Design Elements.

233. .E. Hauer, "Accidents, Overtaking and Speed Control," Accident Analysis and Prevention, Vol. 3, No. 1, July 1971.

234. L. Harkey, H. D. Robertson, and S. E. Davis, "Assessment of Current Speed Zoning Criteria," Transportation Research Record 1281, Transportation Research Board, Washington, D.C. 1990.

235. "Highway Alignment Design Consistency for Rural Two-lane Highways." FHWA Study tour for speed management and enforcement technology. U.S. department of transportation. Federal Highway Administration. February 1996.

236. INTERNATIONAL SIGHT DISTANCE DESIGN PRACTICES Douglas W. Harwood, Midwest Research Institute,Daniel B. Fambro, Texas A&M University,Bruce Fishburn, Roads and Traffic Authority of New South

Wales,Herman Joubert, African Consulting Engineers, Inc.,Rudiger Lamm, University of Karlsruhe Basil Psarianos, National Technical University of Athens International Symposium on Highway Geometric Design Practices,1995, Boston, Massachusetts.

237. Jerome W. Hall, Elizabeth W. Rutman, James D. Brogan. Highway Safety Challenges on Low-Volume Rural Roads htt://www.crab.wa.gov/LibraryData/RESEARCH_and

238. C. Lave, "Speeding, Coordination, and the 55MPH Limit," American Economic Review, Vol. 75, No. 5, 1985.

239. Lamm, R., Choueiri, E.M., Hayward, J.C. and Paluri, A. (1988) PossibleDesign Procedure to Promote Design Consistency in Highway GeometricDesign on Two-Lane Rural Roads, Transportation Research Record 1195, Transportation Research Board, Washington D.

240. .R. A. Krammes, R. Q. Bracket, M. A. Shafer, J. L. Ottesen, I. B. Anderson, K. L. Fink, K. M. Collins, O. J. Pendleton, and C J. Messer. Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways. Report FHWA-RD94-034. FHWA, U. S. Department of Transportation, 1993.

241. Lamm, R. and Choueiri, E. M., "Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York." Transportation Research Record 1122, Transportation Research Board, Washington, DC (1987) pp. 68–78.

242. Lamm, R., Choueiri, E.M., Hayward, J.C. and Paluri, A. (1988) PossibleDesign Procedure to Promote Design Consistency in Highway GeometricDesign on Two-Lane Rural Roads, Transportation Research Record 1195, Transportation Research Board, Washington D.C.

243. C. Lave, "Speeding, Coordination, and the 55MPH Limit," American Economic Review, Vol. 75, No. 5, 1985.

244. Messer, C. J., Mounce, J. M., and Brackett, R. Q., "Highway Geometric Design Consistency Related to Driver Expectancy." Volume II, Research Report No. FHWA/RD-81/036, Federal Highway Administration, Washington, DC (1981).

245. M. Munden, "The Relation Between A Driver's Speed and His Accident Rate," Report LR 88, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1967.

246. Rumar, K. (1985). The role of perceptual and cognitive filters in observed behavior.

247. D. Solomon, "Accidents on Main Rural Highways Related to Speed, Driver, and Vehicle," Federal Highway Administration, Washington, DC, July 1964 (Reprinted 1974).

248. Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes, Amenagement des Routes Principales en Dehors des Agglomerations, Chapitre 4: Visibiliti (Design of Major Roads Outside Urban Areas, Chapter 4: Visibility), France,

undated.

249. Safety Effects of Road Design Standarts Fred C.M. Wegman, SWOV Institute for Road Safety Research Marinus Slop, SWOV Institute for Road Safety Research.

250. Towards a sustainable safe traffic system in the Netherlands. Leidschendam, Institute for Road Safety Research, 1993.

251. Litman T. If health matters: integrating public health objectives in transportation planning. Victoria, BC, Victoria Transport Policy Institute, 2003 (gost.e-ecolog.ru ealth.pdf, accessed 4 December 2003).

252. Zone guide for pedestrian safety shows how to make systematic improvements. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1998 (Technology Transfer Series Number 181 gost.e-ecolog.ru / people/outreach/traftech/pub/tt181.html, accessed 5 December 2003).

253. Safety of vulnerable road users. Paris, Organisation for Economic Cooperation.

254. Towards a sustainable safe traffic system in the Netherlands. Leidschendam, Institute for Road Safety Research, 1993.

255. Elvik R, Rydningen U. Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. [A catalogue of estimates of effects of road safety measures]. Oslo, Institute of Transport Economics, 2002, (T0I Report 572/2002).

256. "Geometric Design Practices for European Roads " Federal Highway Administration Research Report. FHWA-PL-01-026 June 2001 Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation.

257. Hollo P. Changes in the legislation on the use of daytime running lights by motor vehicles and their effect on road safety in Hungary. Accident Analysis and Prevention, 1998, 30:183-199.

258. Nilsson, Rigefalk og Koronna-Vilhelmsson, 1992.

259. Litman T. If health matters: integrating public health objectives in transportation planning. Victoria, BC, Victoria Transport Policy Institute, 2003 (http://www.vtpi.org/health.pdf, accessed 4 December 2003).

260. OVERVIEW OF CROSS SECTION DESIGN ELEMENTS L.E. Hall, University of New Mexico,R.D. Powers, Federal Highway Administration, D.S. Turner, University of Alabama, W. Brilon, Ruhr-University Bochum International Symposium on Highway Geometric Design Practices,1995, Boston, Massachusetts.

261. REVIEW OF INTERNATIONAL DESIGN SPEED PRACTICES IN ROADWAY GEOMETRIC DESIGN Abishai Polus, Ph.D., Technion - Israel Institute of Technology, Christopher M. Poe, P.E., Pennsylvania Transportation Institute, John M. Mason, Jr., PhD., P.E., Pennsylvania Transportation Institute International Symposium on Highway Geometric Design Practices,1995, Boston, Massachusetts.

262. Rodriguez DY, Fernandez FJ, Velasquez HA. Road traffic injuries in Colombia. Injury Control and Safety Promotion, 2003, 10:29-35.

263. Reducing Traffic Congestion and Improving Traffic Safety in Michigan Communities: THE ACCESS MANAGEMENT GUIDEBOOK Michigan Department of Transportation October, 2001.

264. Cost-effective EU transport safety measures. Brussels, European Transport and SafetyCouncil, 2003(http://gost.e-ecolog.ru , accessed 10 December 2003).

265. TransMilenio. A high capacity/low cost bus rapid transit system developed for Bogota, Colombia. Bogota, TransMilenio SA, 2001.

266. Werner Brilon, Ruhr - University Bochum Frank Weiser, Ruhr - University Bochum Recent Development in Higway Cross Section Design Germany.

267. L. B. West, Jr. and J. W. Dunn, "Accidents, Speed Deviation and Speed Limits," Traffic Engineering, Vol. 41, No. 10, July 1971.

268. Yuan W. The effectiveness of the «ride bright» legislation for motorcycles in Singapore. Accident Analysis and Prevention, 2000, 32:559-563.

269. Zador PL. Motorcycle headlight-use laws and fatal motorcycle crashes in the US, 1975-1983. American Journal of Public Health, 1985, 75:543-546.

270. Zegeer, C. V., and J. A. Deacon, "Effect of Lane Width, Shoulder Width, and Shoulder Type on Highway Safety," in Relationship Between Safety and Key Highway Features. TRB State of the Art Report 6, 1987.

271. Zone guide for pedestrian safety shows how to make systematic improvements. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1998 (Technology Transfer Series Number 181 gost.e-ecolog.ru / people/outreach/traftech/pub/tt181.html, accessed 5 December 2003).

272. Safety of vulnerable road users. Paris, Organisation for Economic Cooperation.

273. Elvik R, Rydningen U. Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak. [A catalogue of estimates of effects of road safety measures]. Oslo, Institute of Transport Economics, 2002, (T0I Report 572/2002).

274. R.A. Krammes, Texas Transportation Institute M. A. Garnham, The Highways Agency - Department of Transport London Worldwide Review of Alignment Design Policies International Symposium on Highway Geometric Design Practices August 30 - September 1,1995.

275. Grime, G. Handbook of Road Safety Research. Butterworths, London. 1987.

276. Transportation Research Board (TRB). Special Report 214, Designing Safer Roads, Practices for Resurfacing, Restoration and Rehabilitation. National Research Council, Washington. 1984.

277. Hedman, K.O. Road Design and Safety. Proceedings of Strategic Highway Research Program and Traffic Safety on Two Continents. Gothenburg, 1989. VTI Report 315A. 1990.

278. Maycock, G. and R.D. Hall. Accidents at 4-arm Roundabouts. TRRL Report LR1120, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne. 1984.

279. Pickering, D., Hall, R. D. and Grimmer, M. Accidents at Rural T-junctions. TRRL Research Report 65. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1986.

280. Hall, R.D. Accidents at 4-arm Single Carriageway Urban Traffic Signals. TRRL Contractor Report 65. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1986.

281. Hughes, W. Accidents on Rural Roads. AA Foundation for Road Safety Research, Basingstoke. 1994.

282. Tudge, R.T., Accidents at Roundabouts in New South Wales. Proceedings of the 15th ARRB Conference, Pt. 5, Darwin. 1990.

283. Schoon, C. and J. Van Minnen. The Safety of Roundabouts in the Netherlands. Traff. Engng Control, 35(3), 1994.

284. David, N.A and Norman J.R., Motor Vehicle Accidents in Relation to Geometric and Traffic Features of Highway Intersections. FHWA-RD-76-128, FHWA, U.S. Department of Transportation. 1975.

285. Wu, Y.S., Effect of Clear Vision Right-of-Way on Traffic Accidents at Urban and Rural Signalized Intersections. Michigan Department of State Highways, Lansing. 1973.

286. Reducing Traffic Congestion and Improving Traffic Safety in Michigan Communities: THE ACCESS MANAGEMENT GUIDEBOOK Michigan Department of Transportation October, 2001. ww.who.int/roadsafety/decade of_action.

287. Geometric Design Guide for Canadian Roads January 2002

288. Lamm R., Beck A., Zumkeller K. Analyse von Zusammenhangen zwischen Verkehrssicherheit und Strassenentwurf auf Ausserortstrassen. Strassen und Tiefbau. – 1999. №12. s. 6-12.

289. Lamm R., Beck A., Zumkeller K. Zusammenhange zwischen Strassenenetwurf, Strassenausschtattung und Unfallgeschechen. Strassen und Tiefbau. – 2001. №9. s. 10-16.

290. Lamm R., Choueri E.M., Psarianos B.P. A practical safety approach to highway geometric design, International case studies, Int. Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, September 1995.

291. Trapp K.H., Oellers F.W. Streckencharakteristic und Gahrverhalten auf zweispurigen Ludsraben. – Strassenbau und Strassenvechehrstechik, 1974, no. 174, s. 48.

292. Zeqeer C.V. Hiqhwey accident analysis systems. NCHRP Synthesis of Miqha in Practice 91. Transportation Research Board. Washington. D., 1982 p.p. 314-320.

293. Zeqeer C.V. Highways accident analysis systems. NCHRP (Practice 91). Transportation research Board, Washington, DC, 1982. – 154 p.p.

294. Mahalel D., Harrert A., Prasher J. A system for the allocation of safety resources on the roads network. «Accid. Anal. And Rrev»., 1982, 14, №1. p.p. 45-56.

295. Vogt Andrew, Bared Joe. Accident models for two-lane rural segments and intersections // Transportation Research Record. –1998. -№ 1635. p.p. 18-29.

296. Simpson D., Kerman S.A. The Research And Development background to Highway Link Design. Traffic Engineering and Control, vol. 23, no. 9, 1982, p.p. 414-421.

297. Wilde G.J.S., L'Hoste J., Sheppard D., Wind G. Road safety campaigns: Design and evaluation. Paris: OECD, 1971.

298. Wilde G.J.S. Wirkung und Nutzen von Verkehrssicher-neitskampagnen. Ergebnisse und Forderungen – ein Uberblick/Zetschrift fue Verkehrssicherheit. 1974, №20, 227-238 p.p.

299. Knochlacher H.: Influence of Construction Elements in Modern Road Design on Accident rates, Materialy Viii Kongress IRF, Tokio 1977.

300. Elvik, R: An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries. Accid Anal and Prev., Vol. 27, no. 2, 1995г., p.p. 237-247.

301. Elvik R., Vaa T. The Handbook of Road Safety Measures. Elsevier Amsterdam, 2004. ISBN: 0-08-044091-6, pp. 66, pp. 676-803.

302. Review of International Design Speed Practices in Roadway Geometric Design. Abishai Pous, Technion -Israel Institute of Technology, 1995g.

303. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. August 30 – September 1, 1995. Boston, Massachusetts. Texas Transportation Institute, 1998.

304. R. A. Krammes, Texas Transportation Institute WORLDWIDE REVIEW OF ALIGNMENT DESIGN POLICIES The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

305. Fred C.M. Wegman, SWOV Institute for Road Safety Research Marinus Slop, SWOV Institute for Road Safety Research SAFETY EFFECTS OF ROAD DESIGN STANDARDS IN EUROPE The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

306. .O'Cinneide, University College - Cork THE RELATIONSHIP BETWEEN GEOMETRIC DESIGN STANDARDS AND SAFETY D. The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

307. Douglas W. Harwood, Midwest Research InstituteDaniel B. Fambro, Texas A&M UniversityBruce Fishburn, Roads and Traffic Authority of New South WalesHerman Joubert, African Consulting Engineers, Inc.Rudiger Lamm, University of KarlsruheBasil Psarianos, National Technical University of Athens. INTERNATIONAL SIGHT DISTANCE DESIGN PRACTICES The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

308. Hall, University of New MexicoR.D. Powers, Federal Highway AdministrationD.S. Turner, University of AlabamaW. Brilon, Ruhr-University Bochum OVERVIEW OF CROSS SECTION DESIGN ELEMENTS The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

309. O 'Cinneide, University College, Cork, Ireland R.J. Troutbeck, Queensland University of Technology, Australia AT-GRADE INTERSECTIONS / WORLDWIDE REVIEWD. The International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

310. Krammes, R.A., and M.A. Garnham, "Review of Alignment Design Policy Worldwide," presented at the International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, August 1995.

311. Chowdhury, M.A. Warren, D.L., and H. Bissell "Analysis of Advisory Speed Setting Criteria." Public Roads, Vol. 55, No. 3. December 1991, pp.65-71.

312. Krammes, R. A. Design Speed and Operating Speed in Rural Highway Alignment Design. Paper presented at the 73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., 1994.

313. McLean, J. R. Driver Speed Behaviour and Rural Road Alignment Design. In Traffic Engineering and Control, No. 4, 1981, pp. 208-211.

314. Craus, J., and M. Livneh. Superelevation and Curvature of Horizontal Curves. In Transportation Research Record 685, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1978, pp. 7-13.

315. Garber, N. J., and R Gadiraju. Factors Affecting Speed Variance and Its Influence on Accidents. In Transportation Research Record 1213, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1989.

316. Lamm, R., B. Psarianos, and G. Soilemezoglou, "Guidelines for the Design of Highway Facilities, Vol. 1: Alignment (Draft I)," Ministry for Environment, Regional Planning and Public Works, Athens, Greece, 1994.

317. Hayward, J.C., Survey of Current Geometric and Pavement Design Practices in Europe, International Road Foundation, July 1985.

318. Hayward, J.C., Survey of Current Geometric and Pavement Design Practices in Europe, International Road Foundation, July 1985.

319. Lamm, R. and J.G. Cargin. Translation of the "Guidelines for the Design of Roads (RAS-L-1)," Edition 1984, Federal Republic of Germany. Clarkson University, Clarkson, NY, May 1985.

320. Proudlove, J.A., "Comparison of International Practices in the Use of No-Passing Controls," Transportation Research Record 1280, Transportation Research Board, 1990.

321. .Good, D., J.B.L. Robinson, G. Sparks, and R. Neudorf, The Effect of Vehicle Length on Traffic on Canadian Two-Lane, Two-Way Roads, Transportation Association of Canada, 1991.

322. Krammes, R.A., R.Q. Brackett, M.A. Shafer, J.L. Ottesen, LB. Anderson, K.L. Fink, K.M. Collins, O.J. Pendleton, and C.J. Messer. Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways. Report FHWA-RD-94-034. FHWA, U.S. Department of Transportation, 1995.

323. Durth, W. and C Lippold. Adjustment of the German Design Guidelines for the Alignment (RAS-L-1, 1984) to Newer Design Guidelines. English Translation by R. Lamm. Technical University of Darmstadt, Darmstadt, Germany, 1993.

324. Bergh, T., and A. Carlsson. "Design Criteria and Traffic Performance Research in New Swedish Guidelines on Rural Highways." International Symposium on Highway Geometric Design Practices, Boston, Massachusetts, USA, August 199.

325. Geometric Design: Past, Present, and FutureDANIEL B. FAMBRO, Texas A&M UniversityJOHN C. COLLINGS, Delcan Corporation ROBERT DELLA VEDOVA, Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc. JOEL P. LEISCH, Transportation Consultant JOHN M. MASON, JR., Pennsylvania State University.

326. Safety in Geometric Design Standards.Ezra Hauer Professor (Emeritus), Department of Civil Engineering University of Toronto Toronto, December 15, 1999.

327. Norme sulle Caratteristiche Geometriche delle Strode Extaurbane. Consiglio Nazionale Delle Ricerche, Rome, Italy, 1980.

328. International Symposium on Highway Geometric Design Practices. August 30 – September 1, 1995. Boston, Massachusetts. Texas Transportation Institute, 1998.

329. Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways PUBLICATION NO. 99-171 ,FHWA-RD-99-171 September 1995 - June 1999.

330. Evaluation of Design Consistency Methods for Two-Lane Rural Highways 1. Report No. FHWA-RD-99-173.

331. Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices NCHRP REPORT 504 WASHINGTON, D.C. 2003.

332. Fitzpatrick, K. and Carlson, Selection of Design Speed Values. P. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 2002.

gost.e-ecolog.ru

Krammes, Raymond A. Design Speed and Operating Speed in Rural Highway Alignment.