

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ДЖУРУК ДМИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА ДВУХПОЛОСНЫХ ДОРОГАХ В МЕСТАХ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП НА
ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Специальность *05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта*

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук
доцент А.В. Зедгенизов

Санкт-Петербург – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ БДД.....	9
1.1. Анализ состояния безопасности дорожного движения в мировой практике.....	9
1.2. Анализ состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации.....	24
1.3. Обзор существующих методов прогнозирования уровня ДТП .	33
1.3.1. Экспертный метод.....	34
1.3.2. Метод оценки дорог баллами	35
1.3.3. Метод коэффициентов аварийности	35
1.3.4. Метод коэффициентов безопасности.....	37
1.3.5. Метод конфликтных точек.....	39
1.3.6. Метод конфликтных ситуаций	40
1.3.7. Статистические методы.....	42
1.4. Выводы по главе и задачи исследования:	43
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДТП.....	44
2.1 Анализ структуры ДТП на дорогах разного назначения.....	47
2.2 Влияние дорожных условий на безопасность движения	50
2.2.1. Влияние интенсивности движения на безопасность движения ...	50
2.2.2. Влияние радиуса кривизны дороги в плане	63
2.2.3. Влияние продольного профиля	67
2.2.4. Влияние ширины проезжей части	70
2.2.5. Влияние ширины обочины.....	73
2.2.6. Влияние видимости.....	76
2.2.7. Влияние пересечений и примыканий в одном уровне	78
2.2.8. Влияние числа основных полос движения на проезжей части	80
2.2.9. Влияние искусственных сооружений	81
2.2.10. Влияние застройки.....	82
2.2.11. Влияние характеристики покрытия	84
2.2.12. Влияние ширины разделительной полосы	85
2.3 Выводы по главе:	86

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	87
3.1. Группировка исходных данных для статистического анализа.	87
3.2. Выводы по главе:	98
ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БДД.....	99
4.1. Проверка данных на основе критерия выпадения основных параметров, определяющих дорожные условия	99
4.2. Результаты прогнозирования интенсивности транспортных потоков.....	101
4.3. Результаты прогнозирования коэффициента относительной аварийности.....	105
4.4. Методика оценки уровня безопасности дорожного движения	126
4.5. Экономическое обоснование методики оценки уровня безопасности дорожного движения.....	131
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ.....	133
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	135
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1.....	150
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2.....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3.....	172

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. По данным Всемирной организации здравоохранения смертность в результате ДТП входит в десятку основных причин смерти в мире, при этом являясь основной внешней причиной. Так в результате ДТП в 2016 году погибло 1,35 миллиона человек в мире. Учитывая тот факт, что в 2000 году данный показатель составлял 1 миллион, можно с уверенностью говорить о стремительном росте данного показателя [26, 27, 28, 29].

Ситуация с аварийностью в России также не составляет исключение из правил и несмотря на наметившуюся тенденцию к снижению, является острой проблемой нашего общества. В своем выступлении на расширенном заседании коллегии МВД России в 2015 году президент РФ Путин В.В. одной из приоритетных задач МВД поставил снижение транспортного травматизма.

Развитие Российской экономики в последнее десятилетие характеризуется активным ростом автомобильного парка страны. Продолжится эта тенденция и в ближайшее время. Так по прогнозу Минэкономразвития России к 2030 году обеспеченность населения легковыми автомобилями составит порядка 600 единиц на 1 тысячу населения, против 340 единиц на 1 тысячу населения в 2014 году. Стремительное увеличение численности автомобильного парка неизбежно сопровождается ростом числа дорожно-транспортных происшествий и как следствие ростом числа пострадавших.

Безопасность дорожного движения тесно связана с системой ВАДС, однако существуют участки автомобильных дорог, которые при прочих равных условиях способствуют возникновению дорожно-транспортных ситуаций (ДТС), способных привести к ДТП. Вместе с этим существующие методики оценки уровня дорожной аварийности и травматизма не позволяют прогнозировать коэффициент относительной аварийности на основе дорожных условий для двухполосных автомобильных дорог которые составляют 89% от общей протяженности автодорог [96]. Возникшее противоречие требует

создание методики направленной на создание и разработку инструментария позволяющего прогнозировать ДТП в зависимости от дорожных условий.

Рабочей гипотезой является предположение о том, что количество ДТП в очагах аварийности зависит от совокупности дорожных условий характерных для одного из типов очагов аварийности.

Целью работы является разработка методики повышения БДД на двухполосных автомобильных дорогах в местах концентрации ДТП, создаваемых дорожными условиями.

Задачи исследования:

1. Выполнить анализ ДТП, нанесённых на топографическую подоснову, произошедших вне населенных пунктов на двухполосных автодорогах, расположенных на территории Сибирского федерального округа, определить участки концентрации ДТП и основные факторы, влияющие на их появление.
2. Разработать регрессионные уравнения, позволяющие рассчитывать среднегодовую суточную интенсивность транспортных потоков на основе численности проживающего населения в зоне транспортной доступности, рассматриваемого участка автомобильной дороги.
3. Разработать регрессионные уравнения, позволяющие оценить коэффициент относительной аварийности на двухполосных автомобильных дорогах в местах концентрации ДТП.
4. Разработать методику, повышения безопасности дорожного движения на двухполосных автодорогах, как совокупность приведенных частных задач функционально объединённых общей целью.
5. Выполнить апробацию, разработанной методики и дать ей технико-экономическую оценку.

Объектом исследования является безопасность дорожного движения на двухполосных автомобильных дорогах, определяющаяся на основе совокупности дорожных условий и технических параметров проезжей части.

Предметом исследования является методика повышения безопасности дорожного движения на двухполосных автомобильных дорогах основывающаяся на совокупности дорожных условий и технических параметров проезжей части.

Научная новизна заключается в:

- в разработанной регрессионной зависимости, позволяющей рассчитать среднегодовую суточную интенсивность движения транспортных средств на двухполосных автодорогах, имеющих не более одного пересечения с другими автодорогами в радиусе транспортной доступности;
- в разработанных регрессионных зависимостях, позволяющих рассчитать коэффициент относительной аварийности по параметрам дорожных условий с учетом вида места концентрации ДТП;
- в разработанной методике повышения безопасности дорожного движения на двухполосных автомобильных дорогах, как совокупность приведенных частных задач функционально объединённых общей целью.

Практическая значимость работы. Разработанная методика может быть использована для оценки текущего уровня БДД и прогнозировании его изменения в случае реконструкции или строительства новых участков автомобильных дорог. Методика может быть рекомендована органам ГИБДД на городском, областном и федеральном уровнях, а также транспортным департаментам субъектов РФ для повышения БДД в местах концентрации ДТП на двухполосных автодорогах.

Разработанная методика оценки уровня безопасности дорожного движения прошла производственную проверку и внедрена в деятельность УГИБДД МВД Республики Бурятия.

Апробация работы основные результаты работы представлены на следующих научно-практических мероприятиях:

- VII Всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (Иркутск, 2016 г.);

- Всероссийской научно-практической конференции «Наука и практика в обеспечении безопасности дорожного движения: вчера, сегодня, завтра», посвященной 80-летию образования Госавтоинспекции (Москва, 2016 г.)
- IX Всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (Иркутск, 2017 г.);
- XXII международной научно-практической конференции «Деятельность правоохранительных органов в современных условиях» (Иркутск, 2017 г.);
- XI Всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (Иркутск, 2018 г.);
- XIII международной конференции “Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах” (г. С-Петербург 2018 г.)

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, 4 из которых в изданиях, рецензируемых ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка использованных источников, включающего 155 источников, в том числе 41 на иностранном языке и 4 приложений. Работа изложена на 173 страницах машинописного текста и включает 19 таблиц, 62 рисунка и 4 приложения с материалами результатов исследований.

Научные положения, выносимые на защиту:

- Среднегодовую суточную интенсивность движения ТС на автомобильных дорогах, имеющих не более одного пересечения с федеральной дорогой можно определять по регрессионной зависимости, учитывающей численность жителей населенных пунктов, находящихся в радиусе транспортной доступности, что существенно снизит трудоемкость оценки среднегодовой суточной интенсивности ТС.
- Коэффициент относительной аварийности на реконструируемых и новых участках двухполосных автомобильных дорог можно определять по регрессионным зависимостям, учитывающих дорожные условия и тип мест концентрации ДТП.

- Повышение безопасности дорожного движения при проектировании или реконструкции двухполосных автомобильных дорог можно осуществлять с использованием предложенной методики в основу которой входят регрессионные уравнения, позволяющие вычислять коэффициент относительной аварийности, учитывающий дорожные условия.

Глава 1. Теоретические и практические аспекты оценки БДД

1.1. Анализ состояния безопасности дорожного движения в мировой практике

Современное автомобилестроение является не только ведущей отраслью машиностроения, призванной удовлетворить социальные и экономические потребности общества, но и локомотивом экономического развития Российской Федерации, поскольку автомобилестроение развивается на основе достижений фундаментальной и прикладной науки и одновременно является мощным катализатором научно-технического прогресса. В то же время данная отрасль тесным образом связана с множеством других отраслей промышленности, таких как металлургия, химия, приборостроение, электротехника и способна придать ускорение целому спектру производств.

В современном мире сложно представить себе человека, едущего на работу на лошади или передвигающегося пешком. Люди привыкли к наличию личного или общественного транспорта и не придают этому статуса «уникальности». Безусловно, процесс автомобилизации имеет огромное количество плюсов, но и минусы не могут оставаться незамеченными. Это загрязнение окружающей среды, необходимость применения в качестве топлива не возобновляемых источников энергии. И основным и самым серьезным недостатком является транспортная аварийность. Так, в результате дорожно-транспортных происшествий страдают и гибнут люди, причиняется значительный ущерб автотранспортным средствам и дорожной инфраструктуре, что, в конечном итоге, негативно сказывается и на экономических показателях страны.

Для анализа состояния безопасности дорожного движения в России целесообразно проанализировать состояние аварийности в других странах мира. Данный анализ позволит определить страны, чьи мероприятия, направленные на повышение БДД, являются наиболее эффективными.

Необходимо заметить, что в разных странах статистический учет погибших и пострадавших в ДТП осуществляется по-разному. До 2009 года в России при учете погибших в ДТП пользовались «семидневным правилом», согласно которому умерший в больнице на восьмой день пострадавший погибшим в ДТП не признавался. С начала 2009 года отечественный порядок был приближен к международно-принятым нормам: и теперь погибшим считается участник ДТП, умерший не позднее 30 дней после аварии. Стоит отметить, что в некоторых странах пользуются еще более интересной нормой, которая носит название «sur place»: погибшим в ДТП там считают только того, кто скончался непосредственно на месте аварии. Подобные различия статистического учета не позволяют объективно оценивать показатели БДД разных стран. Поэтому в данной работе при анализе используются показатели дорожно-транспортной смертности, полученные по унифицированной методике ВОЗ. Данная методика позволяет нивелировать неточности в данных, связанные с разностью национальных стандартов статистики.

Согласно докладу Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в мире число случаев смерти в ДТП на протяжении 5 лет незначительно увеличивается и составляет около 1,35 миллиона, при этом более 50 миллионов человек получают ранения. Вместе с тем необходимо отметить, что это происходит на фоне роста численности населения планеты и мирового парка транспортных средств. Экономический же ущерб от ДТП составляет порядка 3% мирового ВВП. Необходимо отметить, что более половины всех погибших (56,18%) приходится на семерку таких стран как: Китай, Индия, Бразилия, Индонезия, Нигерия, США и Пакистан. Однако стоит отметить, что и численность населения данных стран составляет также 54,00% [26, 27, 28, 29]. Таким образом, решение проблемы транспортной смертности в этих странах даст существенный эффект по всему миру.

В первую очередь, необходимо рассмотреть структуру погибших в ДТП. Половина случаев смерти в ДТП в мире приходится на долю таких участников как: мотоциклисты, пешеходы и велосипедисты - т.е. «уязвимых участников

дорожного движения»; 31% случаев смерти приходится на водителей и пассажиров автомобилей, а остальные 19% - на «прочих» участников дорожного движения (Рисунок 1.1). Высокая доля погибших мотоциклистов объясняется густонаселенностью стран Тихоокеанского региона, где достаточно широко распространено применение именно двухколесных моторизованных средств передвижения.

Для Европейского региона структура погибших выглядит иначе. Это обусловлено с одной стороны иными климатическими условиями региона, что в свою очередь предопределяет совершенно иную структуру подвижного состава и с другой иными подходами в организации дорожного движения. В данном регионе среди погибших преобладают водители и пассажиры транспортных средств, а также пешеходы.

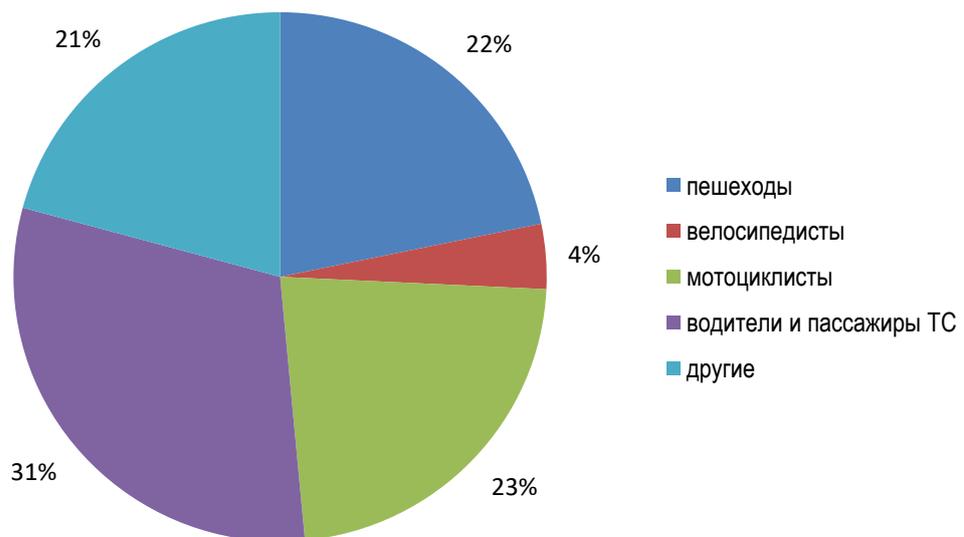


Рисунок 1.1 Доля погибших в результате ДТП в мире по виду участника

Путем простого сопоставления структуры погибших в ДТП в России с остальными регионами мира, становится очевидным, что наиболее схожим для сравнения является именно Европейский регион (Рисунок 1.2).

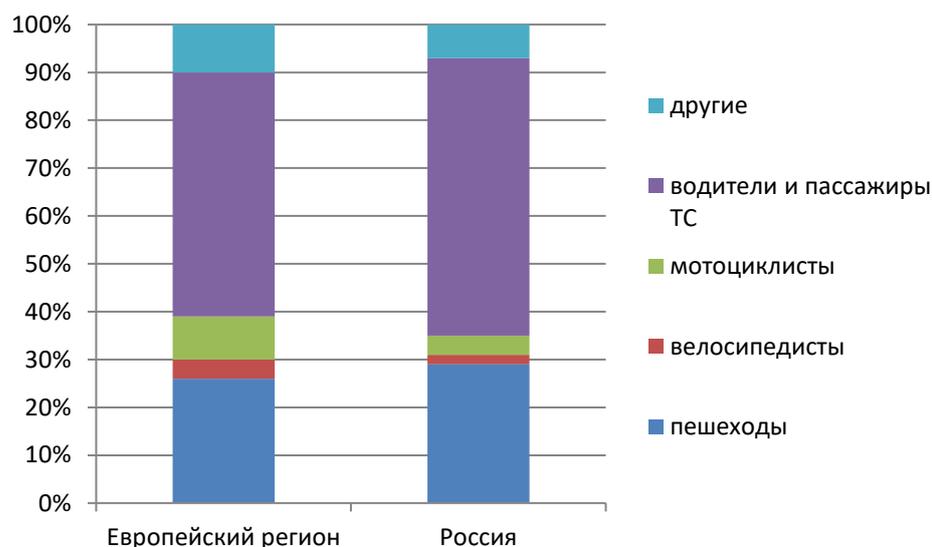


Рисунок 1.2 Структура погибших в ДТП в России и Европейском регионе

Дальнейший анализ позволяет увидеть значительные различия в том, кто именно подвергается наибольшему риску в странах, относящихся к разным регионам и категориям по уровню дохода. Так в большинстве стран с низким и средним уровнем дохода доля таких участников дорожного движения, как пешеходы, велосипедисты, а также водители и пассажиры двух- и трехколесных моторизованных транспортных средств, значительно выше, чем в странах с высоким уровнем дохода. Например, в большинстве стран Африканского региона пешие передвижения и езда на велосипеде являются важными формами передвижения для значительной части населения, в то время как во многих странах Юго-Восточной Азии и западной части Тихого океана широко используются мотоциклы, так как они относительно доступны по цене и просты в управлении. Эти различия в моделях передвижения отражаются в структуре дорожно-транспортной смертности. Так, в Африке на долю пешеходов приходится 39% всех погибших в ДТП, а для стран западной части Тихого океана 34% - на долю мотоциклистов.

Как правило, при анализе и сравнении состояния безопасности дорожного движения в странах мира используют не абсолютные значения смертности, а относительные показатели. Самый распространенный из них – показатель транспортных рисков (TR), исчисляемый количеством погибших в расчете на

10 тысяч автомобилей. Данный показатель позволяет оценить относительную степень опасности транспортного средства.

Другой общераспространенный показатель – так называемые социальные риски (CR) – определяется по числу погибших в расчете на 100 тысяч населения. Этот показатель необходим для сравнения смертности на дорогах с прочими причинами массовой убыли населения: болезнями, войнами, катастрофами, самоубийствами, криминальными проявлениями и т.д..

Для сравнения между собой различных видов транспорта или участков автодорог зачастую используют такой показатель как количество погибших в расчете на 1 000 000 километров пробега транспортных средств. Данный показатель наиболее полно описывает степень опасности автомобиле-километра. Однако данный показатель сложно применим в России, поскольку общенациональной статистики по пробегам автотранспорта не ведется.

Суммарный показатель смертельного дорожно-транспортного травматизма в мире составляет 18,2 случаев смерти на 100 тыс. чел. населения. При этом самый высокий годовой показатель смертности в ДТП отмечается в странах Африканского региона (26,6). Наименьший показатель принадлежит странам, расположенным в Европейском регионе. Следует отметить, что Россия также относится к данному региону. Однако в России значение данного показателя составляет 18,0 смертей на 100 тыс. чел. населения и имеет лишь слабо выраженную тенденцию к снижению. Учитывая, что структура автопарка, а также климатические условия России наиболее схожи со странами Европейского региона, подобное значение показателя нельзя назвать положительным. Данные цифры наиболее полно отражают масштабность и нерешенность проблемы транспортной смертности в России. Наглядно видно, что социальные риски большинства стран Европейского региона в разы меньше аналогичных Российских показателей (Рисунок 1.3).

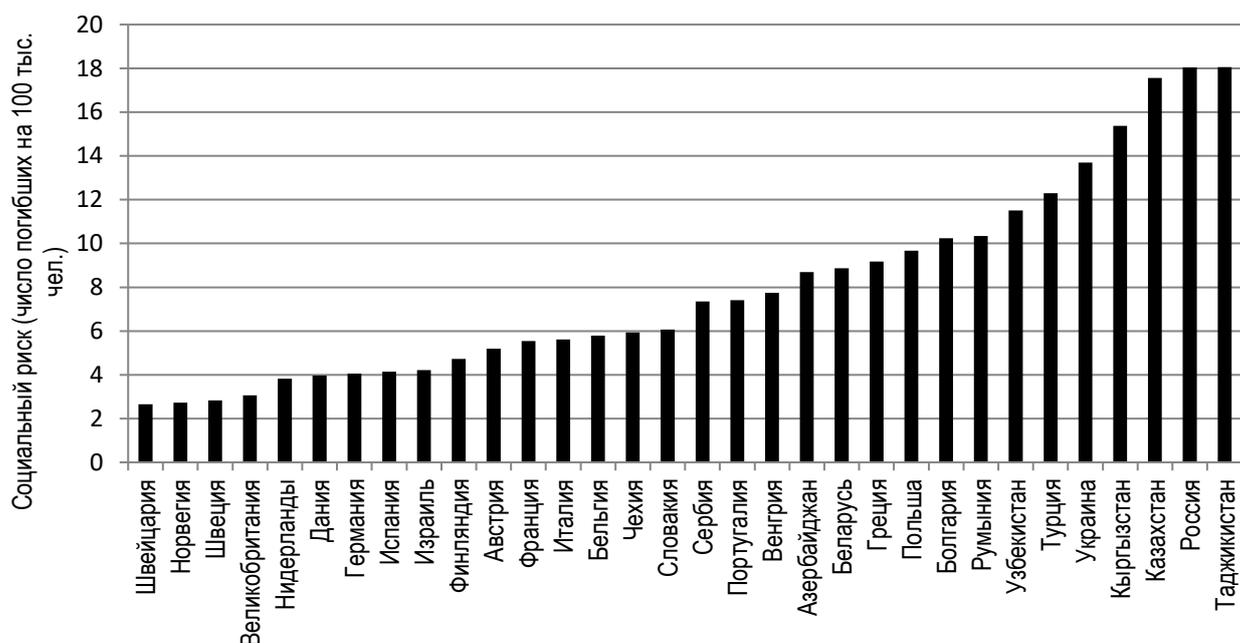


Рисунок 1.3 Социальные риски стран Европейского региона

В двадцатку стран с наилучшими показателями социального риска входят в основном страны Европейского региона при этом значение показателя составляет менее 5 погибших на 100 000 населения. Наихудшие показатели принадлежат таким африканским странам как: Малави (35,0), Либерия (33,7), Конго (33,2), Танзания (32,9). Российская Федерация в мировом рейтинге находится на 100 месте. Данный факт говорит о том, что проблема дорожно-транспортного травматизма является для России в значительной степени актуальной.

Для определения эффективности мероприятий, направленных на повышение БДД целесообразно проанализировать также динамику изменения социальных рисков. Наибольших темпов снижения социальных рисков удалось достичь таким странам как Португалия (-33,7%), Испания (-31,5%), Словакия (-29,9%), Дания (-25,0%), Израиль (-24,5%). В подавляющем большинстве европейских стран темпы снижения превышают 10%. Динамика изменения социальных рисков в Российской Федерации в настоящее время носит колебательный характер и не имеет ярко выраженной тенденции к снижению. Отсутствие понижительного тренда явно указывает на недостаточную эффективность мер принимаемых в области БДД (Рисунок 1.4).

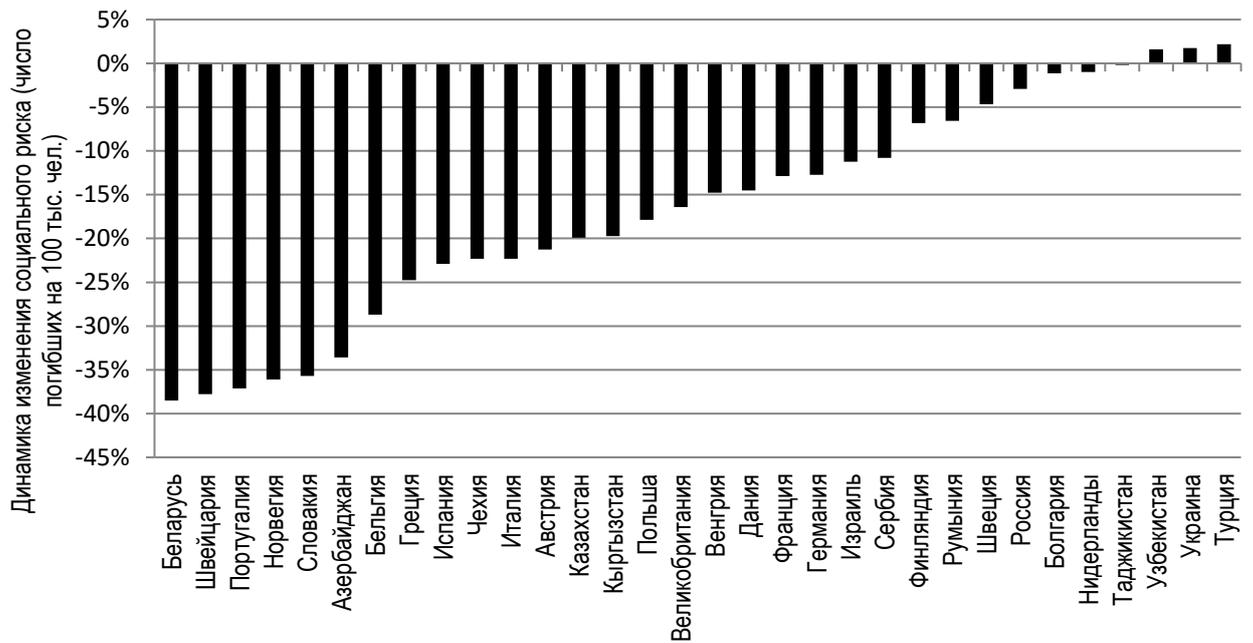


Рисунок 1.4 Динамика изменения социального риска в странах Европейского региона (2010-2016 г.г.)

Анализ состояния аварийности в странах мира позволяет выявить зависимость между значением социального риска и уровнем ВВП, приходящимся на душу населения. В связи с этим ВОЗ классифицирует все страны по трем классам:

- страны с низким уровнем дохода (от 0 \$ до 1 045 \$ на душу населения);
- страны со средним уровнем дохода (от 1 046 \$ до 12 745 \$ на душу населения);
- страны с высоким уровнем дохода (от 12 746 \$ и более на душу населения) [26, 27, 28, 29].

Основное число случаев смерти в результате ДТП (90%) приходится на страны со средним и низким уровнем дохода. Примечательно, что на долю этих стран приходится чуть больше половины зарегистрированных транспортных средств (54%), а численность населения составляет 80%. Это свидетельствует о том, что эти страны несут непропорционально тяжелое бремя смертельного дорожно-транспортного травматизма по сравнению с уровнем их моторизации. Как видно из графика (Рисунок 1.5) несмотря на достаточно высокий относительный уровень доходов в России показатели социального риска

соответствуют показателям стран со средним уровнем дохода и при этом существенно превышают среднемировые значения характерные для аналогичных стран по уровню дохода. Это говорит о недостаточности мер, принимаемых для повышения дорожно-транспортной безопасности и профилактики ДТП. В связи с этим необходимо принимать неотложные кардинальные меры для решения данной проблемы.

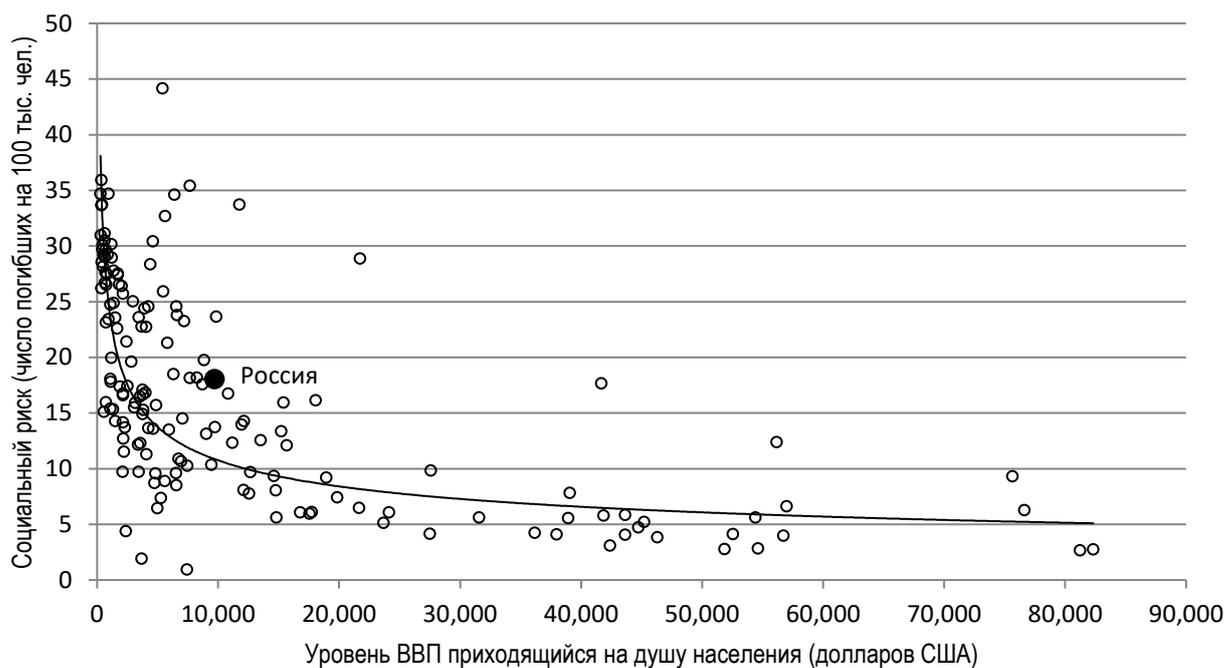


Рисунок 1.5 Распределение социального риска в зависимости от уровня дохода

Среднемировой показатель транспортного риска на сегодняшний день составляет 6,5 погибших на 10 000 транспортных средств и имеет тенденцию к снижению. Минимальные значения данного показателя также наиболее характерны для стран Европейского региона таких как: Норвегия, Швейцария, Швеция, Финляндия, Великобритания (Рисунок 1.6). У подавляющего большинства стран этого региона значение показателя не превышает 2 погибших на 10 000 транспортных средств. Высокие показатели транспортного риска наиболее характерны для стран африканского региона, с крайне низким уровнем автомобилизации. Это объясняется пониженным вниманием к проблемам БДД в странах, вставших на путь моторизации. Показатель

транспортного риска России составляет 5,3 погибших на 10 тыс. транспортных средств, что существенно превышает среднеевропейский показатель.

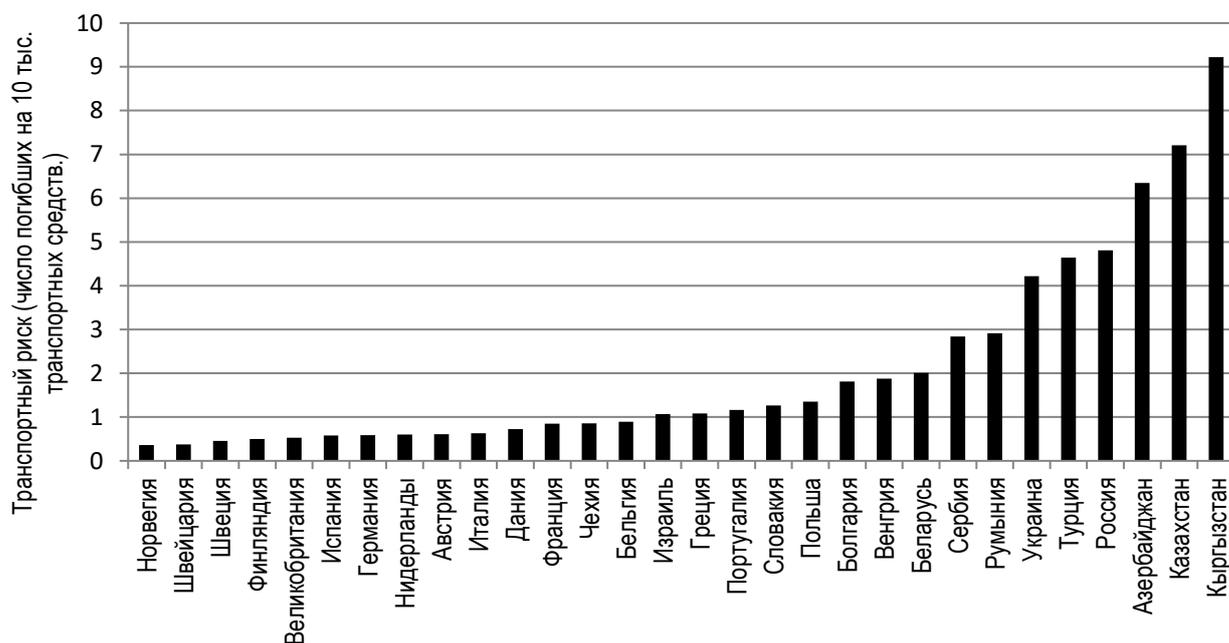


Рисунок 1.6 Транспортные риски стран Европейского региона

Анализ динамики изменения транспортного риска стран мира позволяет утверждать, что высокие темпы снижения транспортного риска наиболее характерны для стран проходящих стадию активного развития уровня автомобилизации, уровень которых как правило не превышает 200 автомобилей на 1000 человек населения. При этом в ряде данных стран снижение транспортного риска составляет до 70%. Стоит отметить, что максимальные темпы снижения транспортного риска в Европейском регионе соответствуют таким странам как Кыргызстан, Азербайджан, Беларусь, Турция, Румыния (Рисунок 1.7). Подобные результаты объясняются наличием возможности принятия простых но в тоже время эффективных мероприятий по повышению БДД.

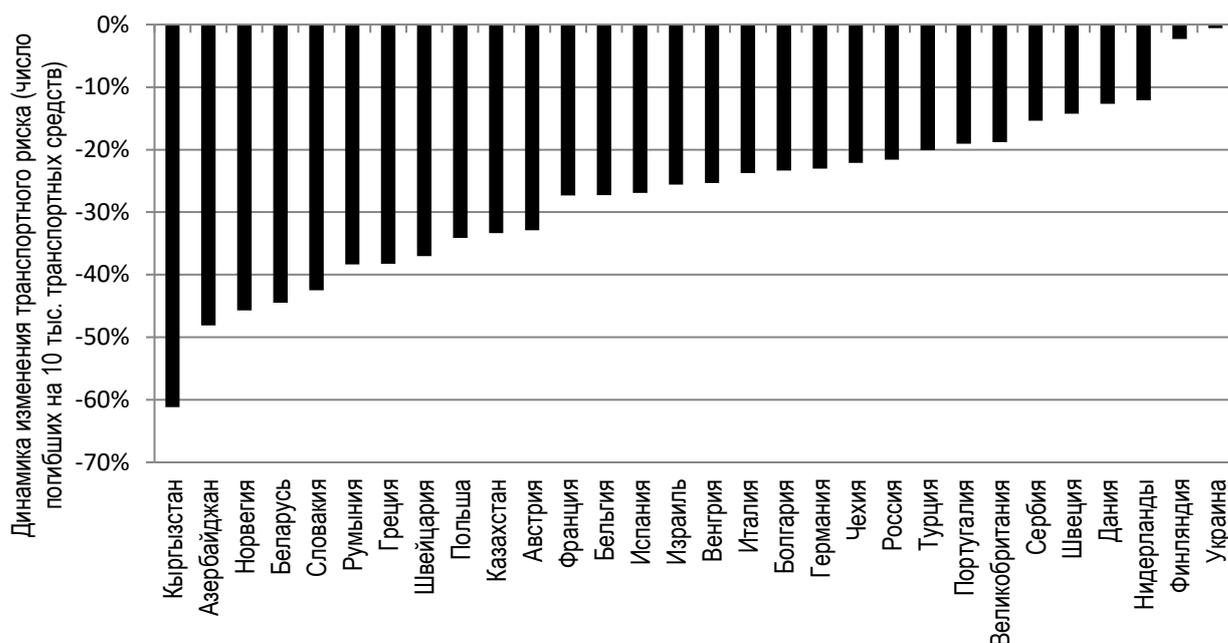


Рисунок 1.7 Динамика изменения транспортного риска в странах Европейского региона (2010-2016 г.г.)

В тоже время существует достаточно устойчивая связь между транспортными рисками и уровнем автомобилизации страны. Для стран с высоким уровнем автомобилизации, характерны низкие показатели транспортного риска, для стран только вступивших на путь автомобилизации наоборот. На сегодняшний день средний уровень автомобилизации европейских стран составляет порядка 600 автомобилей на 1000 населения. В России аналогичный показатель на сегодняшний день составляет 375 автомобиля на 1000 населения. Подобный уровень автомобилизации был достигнут в Европейских странах еще в 1960-1970 годах, а в США в первой половине XX века. Анализ показателей транспортного риска стран мира показывает, что состояние транспортного риска в России почти в два раза превышает общемировой тренд, что также говорит о недостаточной эффективности мероприятий по повышению БДД (Рисунок 1.8).

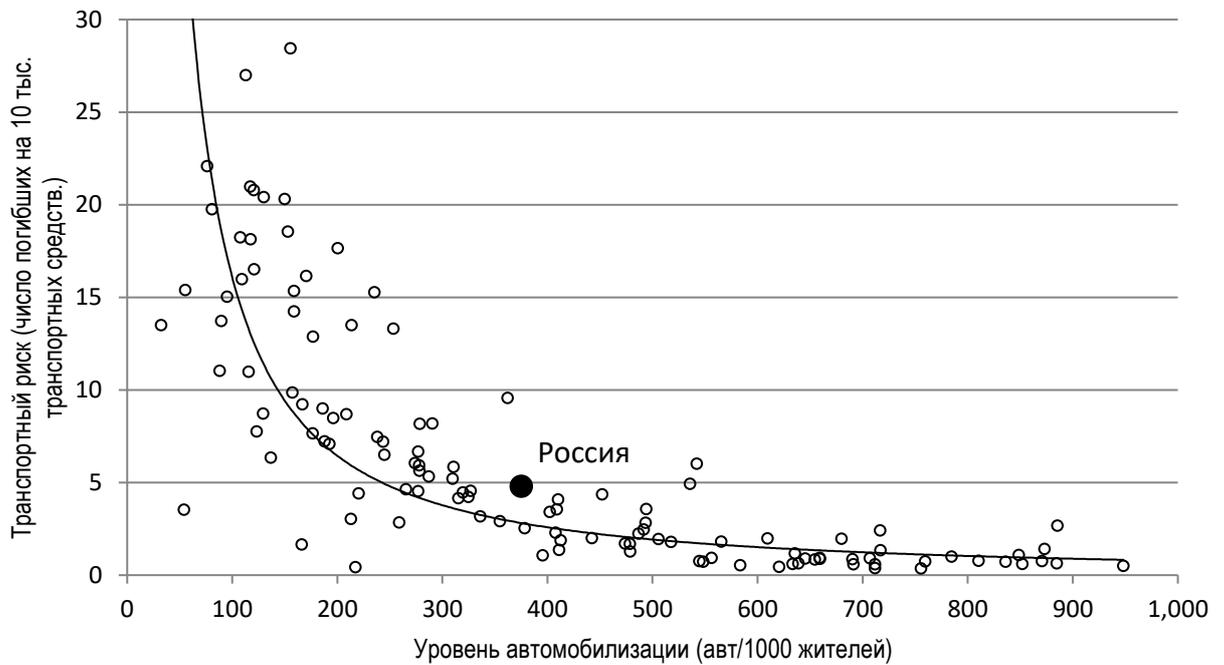


Рисунок 1.8 Распределение транспортного риска в зависимости от уровня автомобилизации стран

Уровень автомобилизации населения является одним из индикаторов благосостояния ее граждан. Неслучайно этот показатель позиционируется Всемирным банком как показатель городского развития. Так наибольший уровень автомобилизации в основном приходится на страны Европы и США. Россия в мировом рейтинге находится на 54 месте с показателем 375 автомобиля на 1000 жителей. При этом уровень автомобилизации Россиян почти в полтора раза превышает среднемировой уровень (278 автомобилей на 1000 жителей). К наименее автомобилизированным относятся страны Африканского региона такие как: Эфиопия, Того, Мадагаскар и Сомали.

Вполне логично, что уровень автомобилизации населения, напрямую, зависит от уровня дохода населения, поскольку с повышением уровня благосостояния увеличивается и спрос на все виды транспортных услуг, в том числе спрос на легковые автомобили. Однако рост уровня автомобилизации происходит лишь до определенного уровня. По мнению Фаттахова Т.А. для стран европейского региона пределом уровня автомобилизации является показатель 650-700 автомобилей на 1000 населения. После достижения данного

показателя уровень стабилизируется и дальнейшего роста не наблюдается вне зависимости от роста уровня доходов (Рисунок 1.9). Таким образом, одним из ключевых факторов, влияющих на аварийность, можно считать именно уровень ВВП, приходящийся на душу населения.

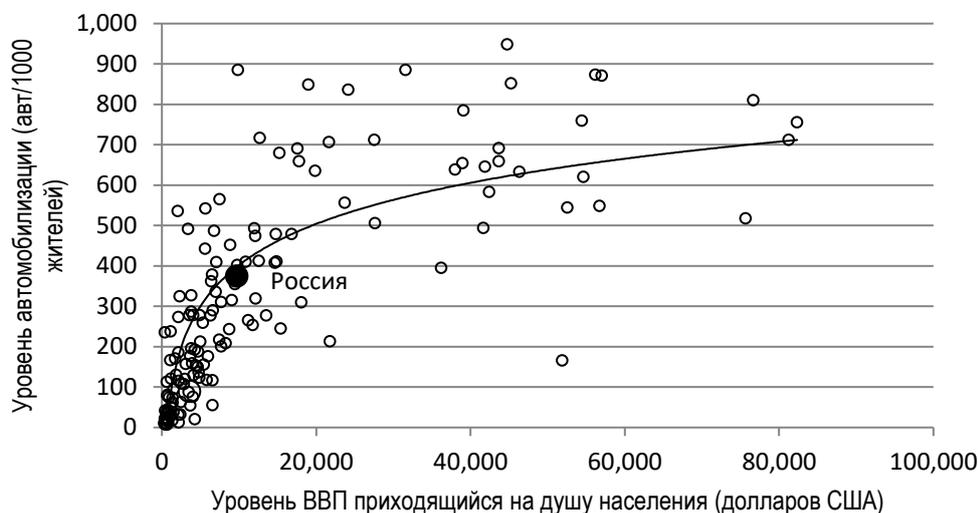


Рисунок 1.9 Зависимость уровня автомобилизации от уровня дохода населения

Как показывает анализ аварийности стран мира показатели транспортных и социальных рисков необходимо рассматривать во взаимосвязи друг с другом. Поскольку как видно из графика высокие значения одного показателя вовсе не гарантируют низкие значения другого (Рисунок 1.10).

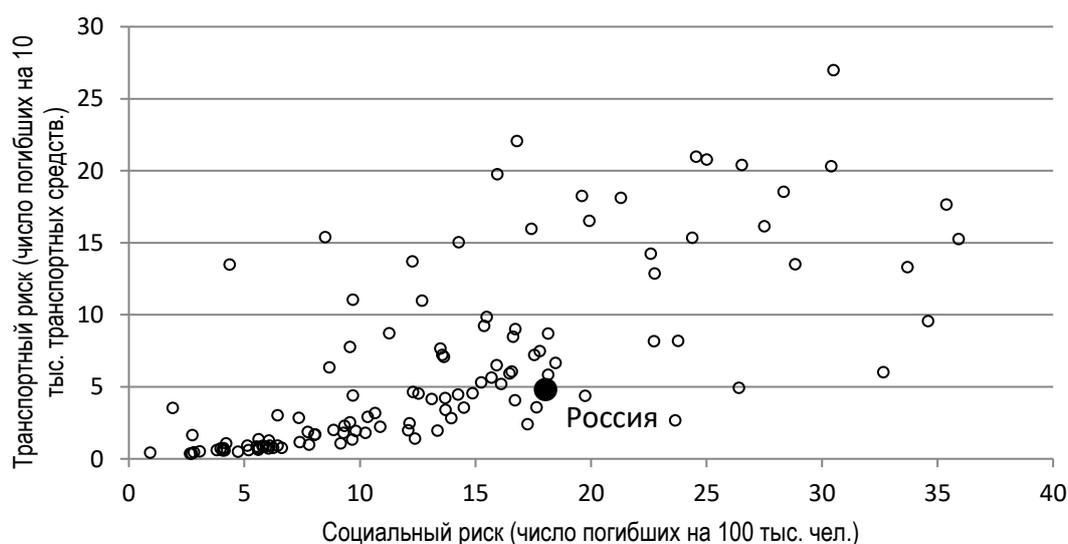


Рисунок 1.10 Распределение показателей социального и транспортного риска среди стран мира

Однако простое сравнение относительных показателей для стран с различным уровнем дохода и автомобилизации не совсем корректно. Как показал анализ, данные факторы находятся в тесной взаимосвязи друг с другом. Таким образом, для более точного определения эффективности мероприятий по повышению БДД, целесообразно сравнивать не сами показатели, а модели изменения относительных показателей аварийности в зависимости от уровня автомобилизации.

Еще в 1949 году в журнале «Journal of Royal Statistics» Английским профессором Рубеном Смидом (Rouben Smeed, 1909-1976) была предложена простая, но достаточно точная модель, связывающую транспортные и социальные риски с уровнем автомобилизации. На основе статистики смертности в ДТП по 20 странам мира, располагавших к середине 1930-ых годов значительным автомобильным парком, было установлено, что транспортные риски снижаются по гиперболе, зависящей от уровня автомобилизации. Впоследствии данную зависимость назвали «законом Смиды». Последующие исследования, проводимые в разные годы, лишь подтвердили его надежность и стабильность [117, 131, 132, 133, 137].

В частности, Смед предположил, что общее количество погибших в ДТП должно быть степенной функцией от произведения квадрата количества населения на количество автотранспорта. Таким образом, была получена «формула Смиды» для транспортных рисков:

$$\frac{D}{N} = a \times \left(\frac{N}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (1.1)$$

И как следствие для социальных рисков и общего количества ДТП соответственно:

$$\frac{D}{P} = a \times \left(\frac{N}{P} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1.2)$$

где D – число погибших в ДТП, N – количество населения, P – количество зарегистрированных автомобилей, a – коэффициент подбора.

Коэффициент α — единственный параметр подбора, которым пользовался автор модели. Значение $\alpha=30$ было вычислено по двадцати эмпирическим точкам, соответствующим показателям ряда развитых стран в 1938 году.

Вместе с тем, «закон Смида» подвергался и критике. Основным аргументом противников является то, что закон не учитывает другие факторы, оказывающие влияние на БДД. Таким образом, предпринимаемые мероприятия по повышению БДД не оказывают равным счетом никакого влияния на аварийность, а ее уровень можно прогнозировать только исходя из уровня автомобилизации страны [114, 117, 121]. Однако все попытки опровергнуть закон успехом не увенчались. По мнению ряда ученых, этот закон связан, с феноменом «транспортного самообучения нации» в течение длительного времени. Они пришли к выводу, что все категории участников дорожного движения самообучаются в процессе массовой автомобилизации. Одни из них улучшают свои знания и навыки вождения, уязвимые участники дорожного движения становятся более осмотрительными и т.д.

Для сравнения между собой различных трендов на основе «закона Смида» были рассчитаны математические модели изменения относительных показателей аварийности для разных стран и регионов. При расчете использовались статистические данные о состоянии БДД полученные из международного банка данных по ДТП и интенсивности движения IRTAD, докладов ВОЗ и Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. Использование статистических данных о состоянии БДД в странах мира позволяет утверждать, что зависимости транспортного риска от уровня автомобилизации могут быть описана следующими формулами (Таблица 1.1).

Согласно полученным зависимостям среднемировой показатель транспортных рисков при современном Российском уровне автомобилизации (354 автомобиля на 1000 населения) должен составлять 2,43 погибших на 10 000 автомобилей. Аналогичный показатель для стран Европейского региона с учетом тренда 2,07 погибших на 10 000 автомобилей. Российский показатель

транспортного риска составляет 5,3 погибших на 10 000 автомобилей. Соответственно можно сделать вывод, о том, что уровень безопасности дорожного движения в России ниже общемирового уровня в 2,2 раза, а Европейского в 2,6 раза.

Таблица 1.1 Математические модели изменения транспортного риска в зависимости от уровня автомобилизации страны

Страна или регион	Модель
Мир	$\frac{D}{N} = 426,2 \times \left(\frac{N}{P}\right)^{-0,88}$
Европейский регион	$\frac{D}{N} = 11557 \times \left(\frac{N}{P}\right)^{-1,47}$
Россия	$\frac{D}{N} = 3026 \times \left(\frac{N}{P}\right)^{-1,06}$

Как видно из графика (Рисунок 1.11) ни среднемировая, ни среднеевропейская зависимость транспортных рисков от уровня автомобилизации не соответствуют Российскому тренду. Российская зависимость отличается завышенными более чем в 2 раза относительными показателями аварийности в сравнении со странами, находящимися на одном уровне автомобилизации. Подобный тренд свидетельствует о недостаточной эффективности национальных мероприятий по повышению БДД.

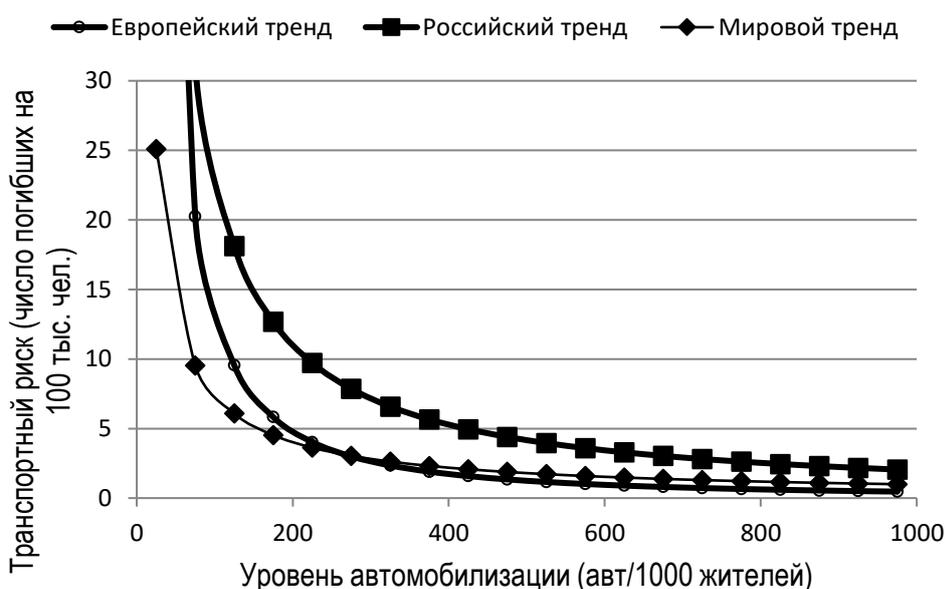


Рисунок 1.11 Модели изменения транспортного риска

Как показывает анализ, для стран, проходящих активную стадию роста автомобильного парка, характерен понижательный тренд транспортных рисков. Учитывая, высокие темпы автомобилизации, происходящие в современной России, подобную тенденцию мы наблюдаем и у нас в стране. Вместе с тем, значение такого важного показателя аварийности как социальный риск, до сих пор остается на недопустимо высоком уровне и значительно превышает аналогичные показатели развитых стран. Кроме того, особую озабоченность вызывает не только высокое значение данного показателя, сколько отсутствие ярко выраженной динамики его снижения, которая прослеживается только с 2015 года. На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что состояние БДД в России находится на недопустимо низком уровне и требует принятия срочных и эффективных решений, направленных на повышение БДД.

1.2. Анализ состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации

В 2010 году по инициативе России на Первой всемирной министерской конференции по безопасности дорожного движения в Москве, генеральная ассамблея ООН, единогласно приняла резолюцию, призывающую к проведению десятилетия действий по безопасности дорожного движения с целью стабилизации и последующего сокращения прогнозируемого уровня смертности в результате дорожно-транспортных происшествий во всем мире путем активизации деятельности на национальном, региональном и глобальном уровнях [82]. Во исполнение данной резолюции Всемирной организацией здравоохранения разработан план действий на Десятилетие, который призван быть руководящим документом и одновременно облегчать скоординированные и согласованные действия, направленные на достижение цели и решение задач Десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения 2011–2020 годов.

Согласно данному плану, деятельность по повышению БДД в мире на протяжении Десятилетия будет осуществляться на местном, национальном, региональном и глобальном уровнях, однако в центре внимания, прежде всего, будут находиться мероприятия на национальном и местном уровнях. На основе рекомендаций «Всемирного доклада о предотвращении дорожно-транспортного травматизма» и предложений комиссии по обеспечению БДД в мире на национальном уровне странам рекомендуется осуществлять деятельность по пяти направлениям (Рисунок 1.12)

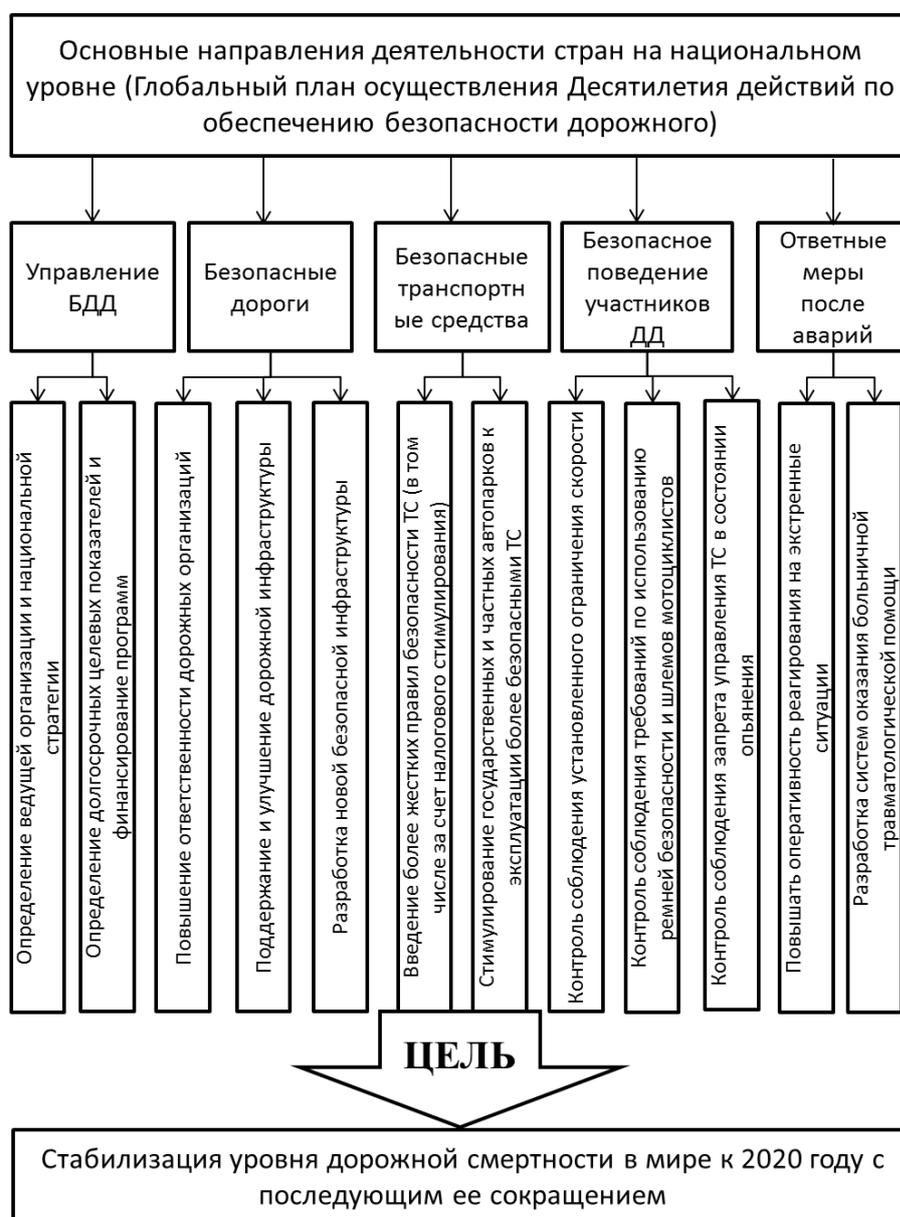


Рисунок 1.12 Структура глобального плана осуществления десятилетия действий по обеспечению безопасности дорожного движения

В ряде стратегических и программных документов вопросы обеспечения безопасности дорожного движения определены в качестве приоритетов социально-экономического развития Российской Федерации. Так, Федеральная целевая программа "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах" является одним из инструментов достижения целей демографической политики Российской Федерации [97]. В концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года одной из заявленных целей государственной политики в сфере развития транспорта является создание условий для повышения конкурентоспособности экономики и качества жизни населения, включая повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы [80].

Необходимо отметить, что в Российской Федерации еще с 2006 года реализовывалась Федеральная целевая программа "Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах", которая является логическим следствием исполнения задачи Президента РФ по коренному изменению сложившейся ситуации с аварийностью на дорогах, поставленной на заседании. Именно на 2003-2005 годы приходится пик абсолютного числа погибших в ДТП в России и максимальное значение социального риска. Целью данной программы было сокращение к 2012 году количества лиц, погибших в результате дорожно-транспортных происшествий на треть и на 10 процентов - количества дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими относительно аналогичных показателей 2004 года [70].

Благодаря реализации мероприятий программы к 2010 году Российская Федерация вошла в число стран лидеров по темпам сокращения смертности на дорогах, существенно опередив практически все европейские и азиатские государства, США и Австралию. Однако необходимо подчеркнуть, что такие темпы характерны для всех стран, кто начинает уделять внимание вопросам обеспечения БДД на государственном уровне. Реализация программы

осуществлялась в течение 7 лет и проходила в два этапа. Основными мероприятиями данной программы были:

- пропаганда негативного отношения к нарушениям в сфере дорожного движения, формирование законопослушного поведения и привлечение к профилактике институтов гражданского общества;
- совершенствование системы подготовки водителей в автошколах;
- активное внедрение технических автоматических систем контроля за соблюдением Правил дорожного движения Российской Федерации его участниками;
- техническое перевооружение подразделений ГИБДД МВД РФ;
- увеличение объемов работ по организации дорожного движения, в том числе устранение мест концентрации ДТП;
- предотвращение дорожных заторов, оптимизация скоростных режимов движения на участках УДС, применение современных эффективных схем организации дорожного движения и автоматизированных систем управления движением;
- проведение системных исследований, в целях выявления закономерностей возникновения ДТП, обоснование приоритетных направлений профилактики ДТП и снижение тяжести их последствий;
- совершенствование нормативных правовых актов (НПА) в области обеспечения безопасности дорожного движения [70].

Оценивая, эффективность федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах", необходимо отметить, что до 2010 года основные оценочные показатели имели устойчивую динамику снижения. Однако в последние два года реализации программы их значение приобрело положительную динамику. Вместе с тем, в результате реализации мероприятий программы удалось существенно улучшить ситуацию с БДД в России. Значения основных относительных показателей аварийности показали существенное снижение (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 Динамика изменения оценочных индикаторов ФЦП 2006-2012

Относительные показатели аварийности	Абсолютные значения		Динамика относительных показателей
	2004 г	2012 г.	
Снижение транспортного риска (число погибших на 10 тыс. ТС)	10,5	6,1	- 41,9%
Снижение социального риска (число погибших на 100 тыс. населения)	28,3	20	- 29,3%
Снижение тяжести последствий ДТП (число погибших на 100 пострадавших)	12,1	9,7	- 19,8%
Сокращение количества ДТП по вине водителей, стаж управления ТС которых не превышает 3 лет, на 10 тыс. ТС	7,9	5,8	- 26,6%
Сокращение количества детей, погибших в результате ДТП	1405	1028	- 26,8%
Количество ДТП на 10 тыс. ТС	63,8	44,6	- 30,1%

Стоит отметить и негативные оценки итогов программы. Так специалистами института экономики транспорта и транспортной политики национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» отмечается, что в результате выполнения мероприятий не достигнута основная цель программы по сокращению общего числа погибших в ДТП (планируемый результат 33%, фактический результат 27,0%). Основной причиной данного «неуспеха» специалистами НИУ ВШЭ называются архаичная идейно-методическая основа, основанная лишь на ужесточении тех или иных санкций за нарушения ПДД [25].

Однако, как показывает более углубленный анализ, общее недофинансирование данной программы за 7 лет составило 23,4%. При этом недофинансирование мероприятий заключительного 2012 года составило 55,5% (Рисунок 1.13 Динамика изменения плановых и фактических значений общих объемов финансирования ФЦП 2006-2012 Рисунок 1.13). На наш взгляд основной причиной невыполнения основных целей программы является существенное ее недофинансирование, усугубленное проводимой масштабной реформой министерства внутренних дел. Данная реформа, несмотря на все положительные достижения, негативно сказалась на работе министерства на

начальном этапе. Поскольку в ее ходе были изменены ключевые руководящие нормативные акты, проведена переаттестация всего личного состава министерства с одновременным сокращением штатной численности личного состава на 20%. Необходимо отметить, что именно МВД России являлось координатором данной программы, а также ее основным разработчиком и исполнителем. Кроме того, 70% от общего объема финансирования данной программы было израсходовано именно по линии МВД России. Вполне логично, что в условиях нестабильности и серьезного недофинансирования эффективность работы министерства оказалась менее эффективной.

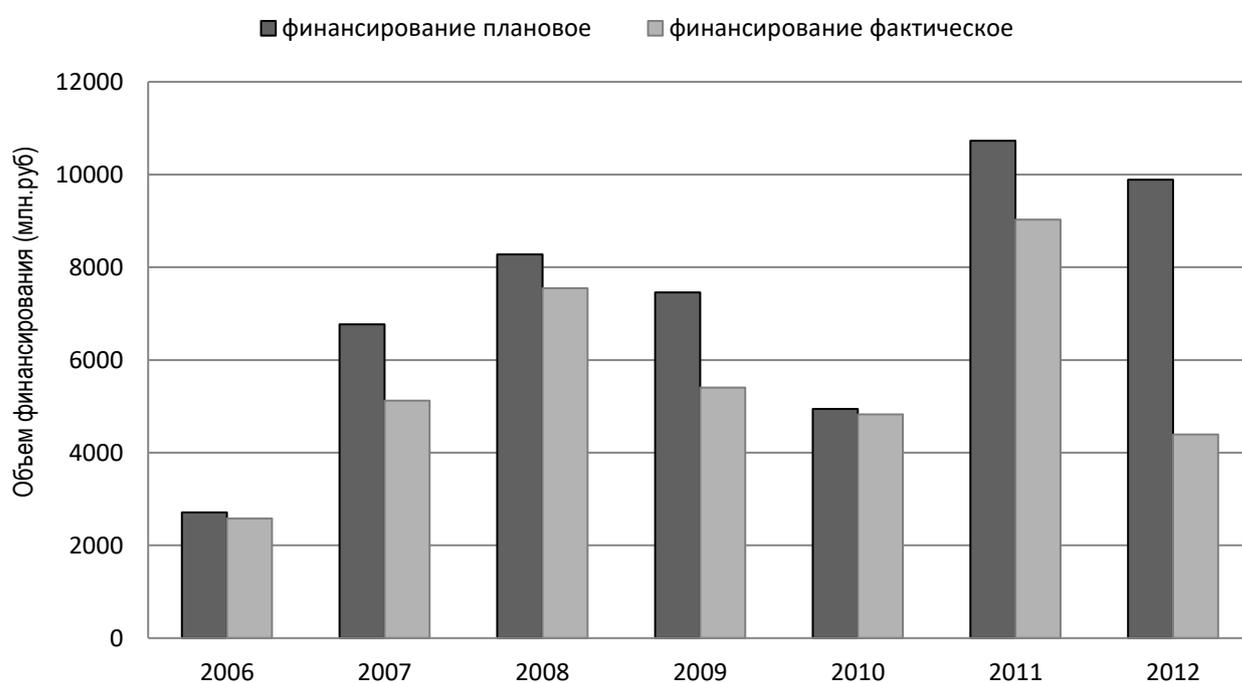


Рисунок 1.13 Динамика изменения плановых и фактических значений общих объемов финансирования ФЦП 2006-2012

27 октября 2012 года распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 октября 2012 г. N 1995-р, была утверждена концепция федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 -2020 годах". А спустя почти год, на ее основе была утверждена новая Федеральная целевая программа "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах» [73].

Основной целью данной программы заявлено снижение смертности в результате ДТП на 8 тыс. человек (28.82 %) к 2020 году по отношению к 2012 году и определены целевые индикаторы и показатели оценки достижения цели программы (Таблица 1.3)

Таблица 1.3 Планируемые изменения целевых индикаторов ФЦП 2013-2020

Целевые индикаторы	Планируемое снижение в %
Число лиц, погибших в ДТП	-28,82
Число детей, погибших в ДТП	-28,4
Социальный риск (число погибших в ДТП на 100 тыс. населения)	-30,5
Транспортный риск (число погибших в ДТП на 10 тыс. транспортных средств)	-36,07

Стоит отметить, что основное внимание в программе 2013-2020 года уделяется таким направлениям как: развитие систем предупреждения опасного поведения участников дорожного движения, организация движения транспортных средств и пешеходов и повышение безопасности дорожных условий. Поскольку на эти направления выделяется основной объем финансирования 71,8 % (Таблица 1.4).

Таблица 1.4 Объемы финансирования Федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах"

Направление программы	млн. руб.	%
Развитие системы предупреждения опасного поведения участников дорожного движения	10117	31,2
Обеспечение безопасного участия детей в дорожном движении	4665	14,4
Повышение уровня технического состояния эксплуатируемых транспортных средств, их активной и пассивной безопасности	486	1,5
Развитие системы организации движения транспортных средств и пешеходов, повышение безопасности дорожных условий	13175	40,6
Развитие системы оказания помощи пострадавшим в ДТП	2327	7,2
Совершенствование нормативно-правового, организационного	1653	5,1

и методического обеспечения деятельности в сфере обеспечения БДД		
Всего:	32423	100

На основе Федеральной целевой программы во всех субъектах Российской Федерации были разработаны региональные программы, а на их основе программы районного уровня. Так в Иркутской области в период с 2013 по 2016 годы были реализованы две программы, направленные на повышения БДД в регионе. В каждой из этих программ в качестве одной из задач выступает сокращение мест концентрации ДТП [66, 67]. Аналогичные задачи ставятся и в программах других регионов [65, 68, 69]. Таким образом, повышение БДД в местах концентрации ДТП является одним из ключевых мероприятий, по повышению БДД.

В ходе реализации мероприятий Федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах" наконец удалось достичь устойчивого снижения основных показателей безопасности. Необходимо обратить особое внимание, что данное снижение характерно для всех показателей, что является показателем эффективности принимаемых мер, а не следствием естественного роста уровня автомобилизации страны (Рисунок 1.14).

К одному из промежуточных мероприятий по повышению БДД в стране необходимо также отнести план мероприятий, направленных на снижение смертности населения от дорожно-транспортных происшествий. Данный план является одним из поручений Правительству РФ и был принят 7 мая 2015 года по итогам заседания Комиссии по мониторингу достижения целевых показателей социально-экономического развития Российской Федерации президентом России. Одним из мероприятий плана является необходимость уточнения понятийного определения «участка автомобильных дорог с наибольшим количеством ДТП (аварийно-опасный участок)», а также обязанность органов исполнительной власти субъектов РФ по организации ежегодного утверждения аварийно-опасных участков и принятии

первоочередных мер, направленных на устранение причин и условий их возникновения.

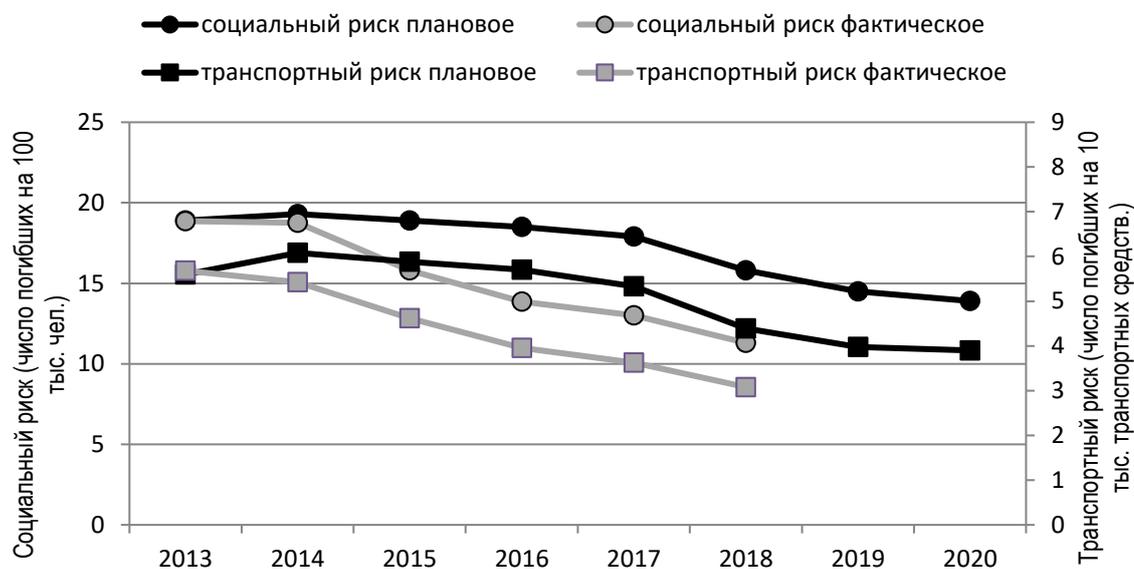


Рисунок 1.14 Динамика изменения плановых и фактических значений ключевых показателей аварийности

Наконец основным документом в сфере БДД на сегодняшний день является Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы. В стратегии отмечается, что несмотря на некоторое улучшение состояния БДД в России в последние годы, дорожно-транспортный травматизм остается одной из острых социально-экономических и демографических проблем в России, требующих активизации усилий государства, бизнес-сообщества и граждан в воздействии на ключевые факторы аварийности, оказывающие влияние на гибель людей в дорожно-транспортных происшествиях [81].

В качестве основного целевого ориентира на 2024 год стратегией устанавливается снижение показателя социального риска до значения не более 4 погибших в ДТП на 100 тыс. населения. В документе отдельное внимание уделяется дорогам федерального значения и платным дорогам, поскольку тяжесть последствий ДТП на них максимальна.

К числу основных направлений реализации стратегии относится совершенствование улично-дорожной сети по условиям БДД, включая работы

по организации дорожного движения. Первоочередной задачей данного направления является совершенствование дорожных условий и дорожной инфраструктуры в части повышения безопасности дорожного движения за счет малозатратных, но эффективных мероприятий (устранение мест концентрации дорожно-транспортных происшествий...). Именно концентрация усилий на малозатратных, но эффективных мероприятиях по снижению уровня дорожно-транспортного травматизма является одним из принципов данной стратегии. 30 мая 2018 года МВД России подготовлен проект плана мероприятий по реализации данной стратегии, который в настоящее время проходит общественное обсуждение. Мероприятия данного плана будут реализовываться в период с 2020-2024 годы.

В результате анализа состояния БДД в России рассмотрена динамика изменения основных относительных показателей аварийности. Определены основные направления и мероприятия, направленные на повышение БДД, в том числе на дорогах федерального значения. На основе анализа установлен объект исследования, которым является совокупность дорожных условий, способствующих совершению ДТП в местах их концентрации. В связи с этим необходимо провести обзор существующих методов прогнозирования аварийности.

1.3. Обзор существующих методов прогнозирования уровня ДТП

Капский Д.В., в своих работах, особое внимание уделяет прогнозированию аварийности, справедливо считая его составной частью работ, по оценке качества дорожного движения. Очевидно, что любые решения по организации дорожного движения необходимо оценивать, в первую очередь по уровню аварийности. Однако, как отмечает автор, современные методы прогнозирования отличаются крайне невысокой точностью прогноза. Данный фактор в значительной мере сдерживает их применение и снижает эффективность [37]. Для выявления опасных участков, на которых вероятность

возникновения ДТП максимальна, могут использоваться следующие методы прогнозирования (Рисунок 1.15)



Рисунок 1.15 Классификация методов прогнозирования

Рассмотрим каждую разновидность методов в отдельности.

1.3.1. Экспертный метод

Экспертный метод представляет собой прогноз, сделанный на основе субъективного мнения специалиста или группы специалистов в области организации и безопасности дорожного движения. Данный прогноз осуществляется экспертом на основе своего накопленного опыта и врожденных способностей, путем ознакомления с объектом воочию или на чертеже. Особенностью данного метода является отсутствие как таковой методики проведения прогнозирования, поскольку прогноз строится на интуитивном предчувствии специалиста, т.е. бессознательной оценке обстоятельств. Следует

отметить, что экспертный метод прогнозирования аварийности носит очень приблизительные результаты, точность которых напрямую зависит от уровня экспертов.

Данный метод применяется в тех случаях, когда отсутствует статистическая информация об объекте или нет возможности дать количественную оценку иными способами.

1.3.2. Метод оценки дорог баллами

Метод оценки дорог баллами является старейшим методом. Примером может служить Норвежская методика, применявшаяся при планировании реконструкции дорог. Суть его заключается в том, что безопасность движения по дороге оценивали суммой баллов, учитывающих семь ее характеристик, таких как: ширина покрытия и обочин, радиусы кривых в плане, видимость из условий обгона, близость к дороге строений, наличие автобусных остановок, видимость пересечений в одном уровне и ровность покрытия [8]. Каждый параметр оценивался по десятибалльной шкале, после чего баллы суммировались. Сумма баллов являлась определенной оценкой безопасности дорожного движения. При этом чем больше было значение, тем безопаснее считалась дорога. Однако ввиду низкой точности в настоящее время данный метод не используется.

1.3.3. Метод коэффициентов аварийности

Одним из основных методов вероятностного прогнозирования аварийности как в России, так и за рубежом является метод коэффициентов аварийности разработанный Российский ученым Бабковым В.Ф. Данный метод несколько схож по своей сути с оценкой дорог баллами, однако в отличие от него, учитывает изменение условий безопасности на исследуемом участке. Стоит отметить, что уже более 30 лет данный метод является одним из основополагающих при прогнозировании аварийности и рекомендуется в ряде документов по обеспечению БДД [60]. Суть метода заключается в том, что

исследуемый участок автодороги в плане наносится на линейных график, затем для данного участка определяются его характеристики (интенсивность движения, дорожные условия...). После этого на исследуемом участке, в каждой его точке, по табличным значениям определяется частные коэффициенты аварийности, зависящие от 16 факторов (интенсивность движения, ширина проезжей части и обочины...). Следующим этапом участок делится на множество однородных отрезков, для каждого из которых частные коэффициенты аварийности постоянны. Итоговый коэффициент аварийности для однородного участка определяется по следующей формуле:

$$K_{авар} = \prod_{i=1}^{14} K_i \quad (1.3)$$

После определения итоговых коэффициентов строится график коэффициентов аварийности для исследуемого участка (Рисунок 1.16). Пики данного графика будут соответствовать местам повышенной опасности.

Однако корреляция между уровнем аварийности и итоговым коэффициентом сохраняется лишь до его значения 80. В дальнейшем при увеличении коэффициента уровень аварийности снижается. Это объясняется повышением внимательности водителей при прохождении особо сложных участков. Одним из недостатков метода является крайне малый диапазон значений частных коэффициентов аварийности, не учитывающий плавность динамики его изменения. Как отмечает сам автор метода, предложенный им перечень коэффициентов аварийности, является открытым и нуждается в постоянной корректировке в связи с естественным изменением состава транспортных потоков. Кроме того, данные коэффициенты могут в значительной мере зависеть от местных условий, в связи с чем имеет смысл их адаптация под конкретный регион. Также необходимо отметить, что не все из перечисленных выше факторов в равной степени влияют на безопасность движения. В процессе дальнейших исследований необходимо установить относительный вес каждого из коэффициентов и их взаимозависимость [8].

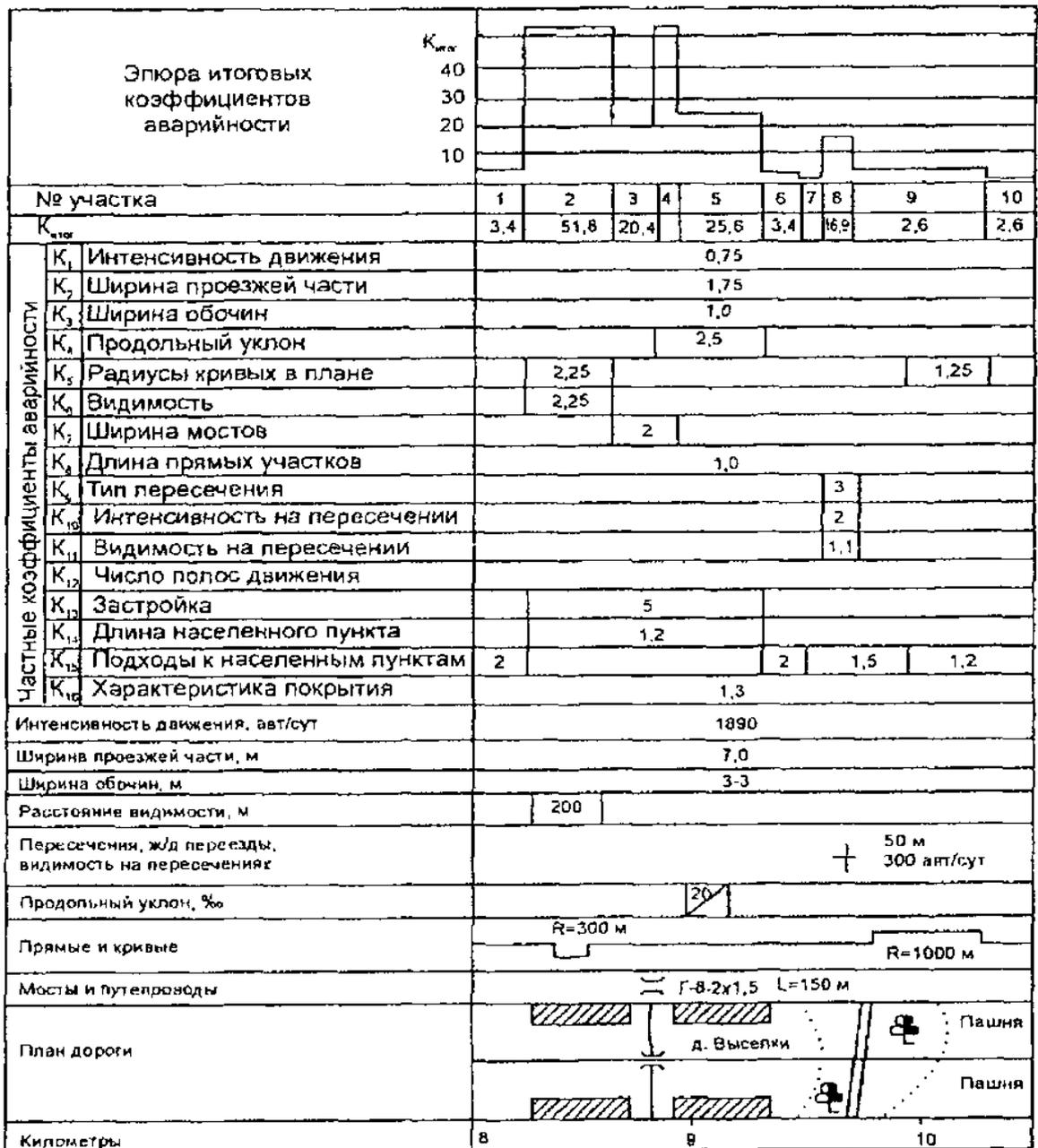


Рисунок 1.16 Пример графика итогового коэффициента аварийности

1.3.4. Метод коэффициентов безопасности

Еще одним способом оценки уровня аварийности является метод коэффициентов безопасности, предложенный Бабковым В.Ф. под коэффициентом безопасности в данном методе понимается отношение максимальной скорости движения на исследуемом участке к максимально возможной скорости въезда автомобиля на этот участок. Таким образом, исследуемый отрезок дороги делится на однородные участки, для каждого из которых определяется коэффициент безопасности. Следует отметить, что при

определении коэффициентов производится ряд допущений. Так не берутся во внимание ограничения скоростей, диктуемые правилами дорожного движения. Также не учитываются участки, на которых происходит плавное изменение скоростей. К недостаткам метода можно отнести невозможность его применения на этапе проектирования. Однако, современное развитие навигационных приборов для автомобилей, позволяет не только с высокой точностью определять изменение их скорости и ускорения, но также за счет их массовой доступности получать большие объемы статистических выборок. В дальнейшем строится график скоростей (Рисунок 1.17), коэффициентов безопасности и план участка дороги. Чем выше коэффициент безопасности на участке, тем безопаснее будет являться и сам участок. В случае, когда значение итогового коэффициента безопасности составляет менее 0,6, участок считается опасным.

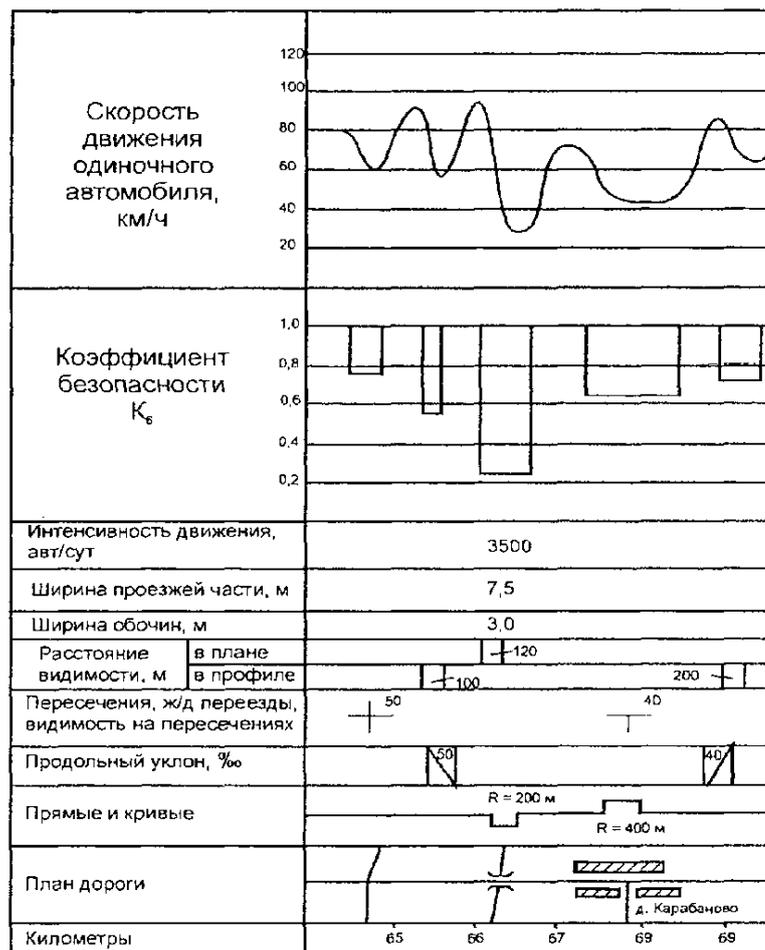


Рисунок 1.17 Линейный график скоростей движения одиночных автомобилей и график коэффициентов безопасности

Метод коэффициентов аварийности и безопасности в большей степени подходят для оценки уровня аварийности на протяженных участках автодорог вне населенных пунктов. Стоит отметить, что эти методы являются взаимно дополняющими друг друга, поэтому для получения более точных результатов имеет смысл их совместное применение.

1.3.5. Метод конфликтных точек

Как показывает исследование, проведенное Г. Рапопортом [8, 64, 140], основная масса ДТП происходит в местах пересечения траекторий движения транспорта друг с другом или с пешеходами в так называемых конфликтных точках. Такие пересечения встречаются в основном на перекрестках и пешеходных переходах, а также в местах слияния и разделения транспортных потоков. Поэтому метод конфликтных точек в большей степени подходит для прогнозирования аварийности именно на вышеуказанных пересечениях. Так на исследуемом объекте определяются точки возможного столкновения участников дорожного движения, после чего все конфликтные точки подразделяются на три группы: отклонение, слияние и пересечение. В дальнейшем общая сложность (степень опасности) объекта определяется по формуле:

$$m = n_o + 3 \times n_c + 5 \times n_n \quad (9)$$

где n_o , n_c , n_n , - число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

В ряде работ предлагается более сложная классификация маневров участников дорожного движения, а также десятибалльная система оценки степени опасности конфликтных точек [1, 43]. Данный метод позволяет сравнить между собой несколько перекрестки разной конфигурации с разными схемами организации дорожного движения и может быть применен как к существующему объекту, так и на стадии его проектирования.

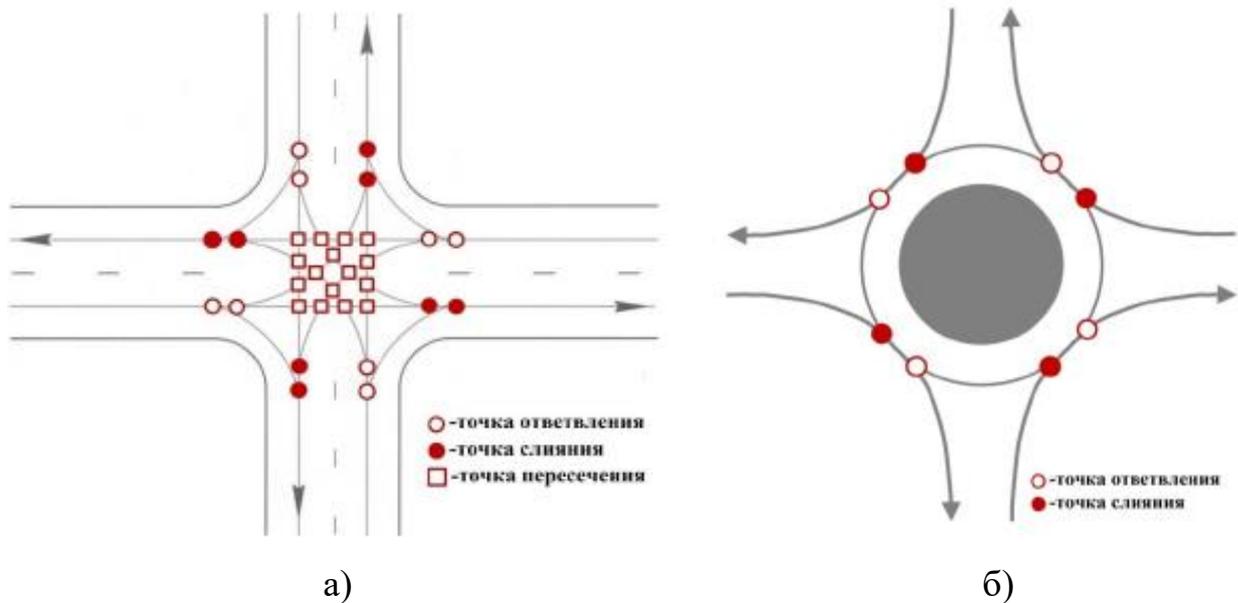


Рисунок 1.18 Конфликтные точки: а) на четырехстороннем перекрестке, б) на перекрестке с круговым движением

Вместе с тем, данный метод не учитывает степень влияние дорожных условий и соответственно не позволяет прогнозировать уровень аварийности на однородных участках автодорог вне населенных пунктов. Таким образом, применение метода конфликтных ситуаций целесообразно в населенных пунктах при выборе наиболее безопасного способа организации дорожного движения на пересечениях.

1.3.6. Метод конфликтных ситуаций

Метод конфликтных ситуаций, является в настоящее время весьма популярным методом, как в России, так и за рубежом. Данный метод основан на предположении о том, что любому ДТП предшествует множество ситуаций, при которых существует риск его возникновения. В подавляющем большинстве случаев ДТП удастся избежать благодаря активным действиям участников дорожного движения. И лишь небольшой процент таких ситуаций в силу различных обстоятельств (чаще всего человеческие фактор) приводит к реальному ДТП. Индикаторами наличия конфликтной ситуации на дороге в этом случае является изменение скорости или траектории автомобилей. Степень опасности ситуации характеризуется величиной отрицательных

продольных ускорений или поперечных ускорений.

Суть методы заключается в делении всех конфликтных ситуаций на следующие группы: легкие – K_1 , средние – K_2 и критические – K_3 . Таким образом, путем наблюдения за участком дороги по вышеуказанным индикаторам подсчитывается количество конфликтных ситуаций различного рода за определенный промежуток времени. Значения коэффициентов определяются по таблице исходя из начальной скорости движения автомобиля и направления ускорения (Таблица 1.5)

Таблица 1.5 Конфликтные ситуации по степени опасности

Критерии конфликтных ситуаций	Начальная скорость движения, км/ч	Отрицательные продольные и поперечные ускорения, м/с ² , для конфликтной ситуации		
		легкой K_1	средней K_2	критической K_3
Отрицательные продольные	более 100	0,5-0,9	0,9-1,9	1,9
	80-100	0,5-1,9	1,9-2,6	2,6
	60-80	0,5-2,3	2,3-3,2	3,2
	Менее 60	0,5-2,9	2,9-3,7	3,7
Поперечные ускорения	Более 100	0-0,3	0,3-0,7	0,7
	60-100	0,4-0,6	0,6-1,1	1,1
	Менее 60	0,8-1,2	1,2-1,5	1,5

Затем количество конфликтных ситуаций разной опасности приводят к критическим $K_{пр.крит}$ по формуле:

$$K_{пр.крит} = 0,44 \times K_1 + 0,83 \times K_2 + K_3 \quad (8)$$

В дальнейшем степень опасности участка дороги определяется по относительному количеству конфликтных ситуаций. Примечательно, что точность данного метода гораздо выше обычного анализа статистических данных, поскольку объем эмпирического материала для расчета во много раз превышает данные статистики ДТП. В частности, по мнению П. Гардера [128] и К. Хайдена [129] на основе метода конфликтных ситуаций можно строить прогнозы, более надежные, чем на базе статистики ДТП. Кроме того, с развитием систем интеллектуальной обработки информации, появляется возможность автоматизации процесса сбора данных. К недостаткам метода можно отнести необходимость наличия реально существующего объекта и

соответственно невозможность прогнозирования аварийности на этапе проектирования.

1.3.7. Статистические методы

Наиболее распространенным методом прогнозирования является статистический анализ данных о ДТП. В своей деятельности, органы ГИБДД МВД РФ в основном пользуются именно статистическими методами. При этом прогнозирование, как правило осуществляется методом экстраполяции данных. Клинковштейн Г.И. выделяет следующие методы статистического анализа: количественный, качественный и топографический [41].

Количественный анализ данных позволяет выявлять тенденции изменения показателей, а также сравнивать между собой различные регионы, города, районы и даже автотранспортные предприятия. Как правило, при таком анализе в большей степени пользуются абсолютными показателями, к которым относятся количество совершенных ДТП, число погибших и раненых в них людей. Сравнение показателей осуществляется с показателями аналогичного периода прошлого года.

Качественный анализ позволяет выявить причины и условий совершения ДТП и степень влияния каждого из них на аварийность. Подобный анализ может проводится методом многофакторного корреляционного анализа. Данный метод применим для дорог, расположенных в схожих условиях рельефа и климата, а также при близких интенсивностях движения.

Топографический анализ представляет собой нанесение мест совершения ДТП на карту местности с целью последующего выявления очагов аварийности. Как правило, подобный анализ может быть выполнен в виде: карты, линейного графика и масштабной схемы ДТП.

Необходимо отметить, что качество статистических методов анализа напрямую зависит от объема выборки данных. Рекомендуется при проведении статистического анализа использовать данные об аварийности за период 3-5 лет [60]. Необходимо упомянуть, что рассмотренные выше методы статистического

анализа аварийности имеют и ряд общих недостатков, главными из которых, по нашему мнению, являются:

- необходимость располагать надежными статистическими данными ДТП за достаточно длительный период времени, не менее 3-5 лет;
- регистрируемые статистические данные о ДТП не отражают целый ряд мелких, не регистрируемых происшествий, а также конфликтных ситуаций, находящихся на грани возникновения ДТП;
- возможны искажения истинных причин возникновения ДТП из-за недостаточной квалификации либо не заинтересованности лиц, составляющих отчет о ДТП [51].

1.4. Выводы по главе и задачи исследования:

На основании результатов проведенного литературного обзора можно сделать следующие выводы:

1. Состояние безопасности дорожного движения в России транспортная смертность в странах мира зависит от уровня ее автомобилизации и может быть спрогнозирована;
2. Основным методом прогнозирования аварийности является метод коэффициентов аварийности, дающий лишь оценочное значение аварийности участка;
3. Среди методов прогнозирования аварийности отсутствуют прогностические модели аварийности.

Глава 2. Анализ факторов влияющих на возникновение ДТП

Как правило, все места совершения дорожно-транспортных происшествий уникальны они отличаются друг от друга своими транспортно-эксплуатационными характеристиками, а также интенсивностью движения. Поэтому для сравнения разнородных участков автодорог используется специальный показатель коэффициент относительной аварийности, выражающийся числом происшествий на 1 млн. авт.-км пробега [8, 60], в некоторых источниках также именуемый риском ДТП [93]. В случае определения уровня аварийности протяженных однородных участков данный показатель рассчитывается по формуле:

$$Y_1 = \frac{10^6 \cdot z}{365 \cdot N \cdot L} \quad (2.1)$$

где z – количество ДТП за исследуемый период; N – среднегодовая суточная интенсивность движения, авт./сут; L – длина участка дороги, км.

Для коротких участков УДС, формула определения коэффициента относительной аварийности имеет иной вид. К данным участкам относятся пересечения автодорог, мосты, тоннели...

$$Y_2 = \frac{10^6 \cdot z}{365 \cdot N} \quad (2.2)$$

Как правило, количество ДТП определяется как среднее арифметическое исходя из статистических данных за период не менее 3 лет [93]. Данный показатель нивелирует неравномерность распределения ДТП во времени по годам.

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n} \quad (2.3)$$

Причинами ДТП в большинстве случаев является совокупность ряда факторов, один из которых является решающим. Анализ статистических данных аварийности показывает, что основной причиной совершения ДТП является нарушение правил дорожного движения, находящихся в прямой причинно-следственной связи с механизмом возникновения ДТП его

участниками, 85% всех ДТП происходят по вине водителей [8, 94]. Оценка влияния на безопасность дорожного движения различных дорожных условий на практике ограничивается лишь указанием состояния проезжей части, освещения на месте ДТП, недостатков транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети и факторами, оказывающие влияние на режим движения. По статистике неудовлетворительные дорожные условия являются причинами ДТП лишь в 5% случаев [94]. Дорожные условия, оказывающие косвенное влияние, как правило, не учитываются совсем. Этим объясняется невысокая доля ДТП, произошедших вследствие влияния дорожных условий. Вместе с тем, по мнению ученых, фактическая роль дороги в процессе совершения ДТП гораздо выше и составляет 40-70% всех ДТП [8]. На важную роль дорожных условий в повышении БДД указывают материалы Европейской экономической комиссии ООН по вопросу предотвращения несчастных случаев на дорогах. В которых постоянно отмечается, что до 70% всех ДТП обусловлено сопутствующей или прямой причиной неудовлетворительных дорожных условий [144].

По мнению В.Ф. Бабкова для прогнозирования количества ДТП на различных участках дорог может быть применен метод многофакторного корреляционного анализа. Степень влияния различных дорожных условий на конечный уровень аварийности может быть описан следующей формулой

$$z_i = a_1 + a_2 \cdot X_{i1} + a_3 \cdot X_{i2} + \dots + a_n \cdot X_{ij} \quad (2.4)$$

где a_i – коэффициенты регрессии (коэффициенты влияния различных факторов), z_i – количество ДТП на исследуемом участке, X_{ij} – характеристика дорожных условий

Решение системы подобных уравнений позволяет найти коэффициенты a_i , характеризующие степень влияния дорожных условий на аварийность. Результаты корреляционного анализа, по мнению ученых могут давать ориентировочные прогнозы числа происшествий для дорог, расположенных в аналогичных условиях рельефа и климата [8].

Вместе с тем, по нашему мнению, дорожные условия будут определять значение коэффициента относительной аварийности на участке дороги. А количество ДТП на нем будет зависеть от его длины, интенсивности движения и коэффициента относительной аварийности. Таким образом, формула 2.4 примет следующий вид

$$K_{ав} = a_1 + a_2 \cdot X_{i1} + a_3 \cdot X_{i2} + \dots + a_n \cdot X_{ij} \quad (2.5)$$

где $K_{ав}$ – коэффициент относительной аварийности, a_i – коэффициенты регрессии (коэффициенты влияния различных факторов), X_{ij} – характеристика дорожных условий

Вместе с тем, необходимо помнить, что помимо геометрических параметров автомобильных дорог и дорожных условий на БДД оказывают влияние и такие составляющие как водитель и автомобиль. В связи с этим, в местах концентрации ДТП совокупность дорожных условий будет оказывать максимальное влияние на коэффициент относительной аварийности, влияние же остальных факторов будет менее значительно. Таким образом, изучение влияния дорожных условий, выраженных геометрическими характеристиками автомобильных дорог на коэффициент относительной аварийности, в целях повышения точности, целесообразно проводить именно в местах концентрации ДТП.

Несмотря на наличие, законодательно закрепленного, понятия аварийно-опасным участком дороги (место концентрации ДТП), в своей деятельности два основных ведомства отвечающих за вопросы безопасности (ГИБДД МВД и Министерство транспорта) трактуют данное понятие по-разному. В данной работе под местом концентрации ДТП понимается участок автодороги вне населенного пункта длиной не более 1000 м, на котором за исследуемый период (2013-2016 г.г.) произошло не менее 4 ДТП любого вида. Как показал топографический анализ ДТП, произошедших на территории Сибирского федерального округа 48% всех ДТП приходится именно на такие участки. Общая протяженность таких участков составляет 288 километров, при общей протяженности федеральных автодорог Сибири более 9605 км.

2.1 Анализ структуры ДТП на дорогах разного назначения

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 08 ноября 2007 года № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» различаются следующие виды дорог [101]:

- автомобильные дороги федерального значения;
- автомобильные дороги регионального или межмуниципального значения;
- автомобильные дороги местного значения;
- частные автомобильные дороги.

Кроме того, каждая из этих дорог может быть общего или необщего пользования, платная или бесплатная. Несмотря на то, что согласно закону дороги, расположенные в городской черте являются дорогами общего пользования местного значения, в статистике ГИБДД они выделены в отдельную категорию. Данная особенность статистической регистрации позволяет провести анализ аварийности в зависимости от вида дороги.

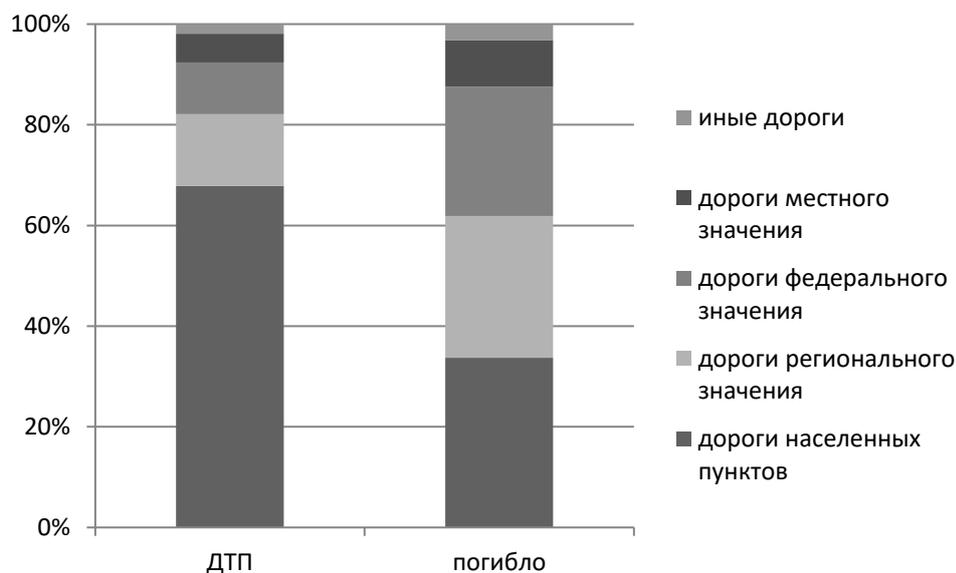


Рисунок 2.1 Распределение количества ДТП по месту происшествия в СФО (усредненные данные 2013-2016 г.г)

Анализируя представленные данные (Рисунок 2.1), нельзя не заметить, что основное число ДТП происходит на дорогах, расположенных в населенных пунктах. Доля таких происшествий составляет 61% от общего числа. Вместе с тем, данные ДТП характеризуются наименьшей степенью тяжести последствий. А доля погибших в них лиц составляет лишь 30% от общего количества. Высокая тяжесть последствий ДТП больше характерна для региональных и федеральных дорог общего пользования. Это обусловлено высокими скоростями движения транспортных средств по ним. Несмотря на то, что доля ДТП на этих дорогах составляет 29% на них приходится основная часть погибших в ДТП 59%.

Немаловажным представляется и анализ относительных показателей аварийности для каждого вида дороги. По данным 2016 года сеть автомобильных дорог общего пользования в Российской Федерации имеет общую протяжённость 1452,2 тыс. км, из которых 51,9 тыс. км – дороги федерального значения, 515,8 тыс. км – дороги регионального значения, 884,5 тыс. км – дороги местного значения [92]. Анализ абсолютных и удельных показателей аварийности для каждого вида дороги (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 Удельные показатели аварийности в РФ по виду дороги (усредненные данные 2013-2016 г.г.)

Вид дороги общего пользования	Протяженность тыс. км	Количество во ДТП	Удельный вес ДТП (ДТП/1000 км)	Число погибших в ДТП	Удельный вес погибших (чел/1000 км)
Федерального значения	51,9	24529	73	6747	130
Регионального значения	515,8	33809	66	1934	15,4
Местного значения	884,5	132239	150	9708	11,0
Всего	1452,2	190576	131	24389	19,8

Как показывает анализ, протяженность дорог общего пользования Федерального значения составляет всего 4% от общей протяженности, однако доля погибших на этих дорогах равна 28%. Сравнение удельных показателей аварийности и смертности свидетельствует о том, что автодороги федерального значения являются самым аварийноопасными. Наиболее очевидным

объяснением являются высокая интенсивность движения и загруженность данного вида дорог. Учитывая один из принципов, заложенных в стратегии БДД, а именно концентрацию усилий на малозатратных, но эффективных мероприятиях по снижению уровня дорожно-транспортного травматизма, вполне обоснована концентрация усилия именно на автодорогах федерального значения.

Анализ аварийности по типу объекта улично-дорожной сети, расположенного на месте ДТП, позволяет выделять наиболее опасные участки дорог. Статистические данные показывают, что подавляющее большинство ДТП, произошедших на автодорогах федерального значения 78% приходится на так называемые перегоны (т.е. те места, где отсутствуют объекты УДС). ДТП на перегонах отличаются повышенной тяжестью последствий ДТП, как правило, причиной этого является несоблюдение скоростного режима. Вторым по степени аварийности являются нерегулируемые перекрестки равнозначных дорог. В совокупности на эти виды объектов улично-дорожной сети происходит 91 % всех ДТП. Повышенную опасность для участников движения представляют также мосты, эстакады, АЗС, все виды железнодорожных переездов, места перегона скота и ледовые переправы (Рисунок 2.2).

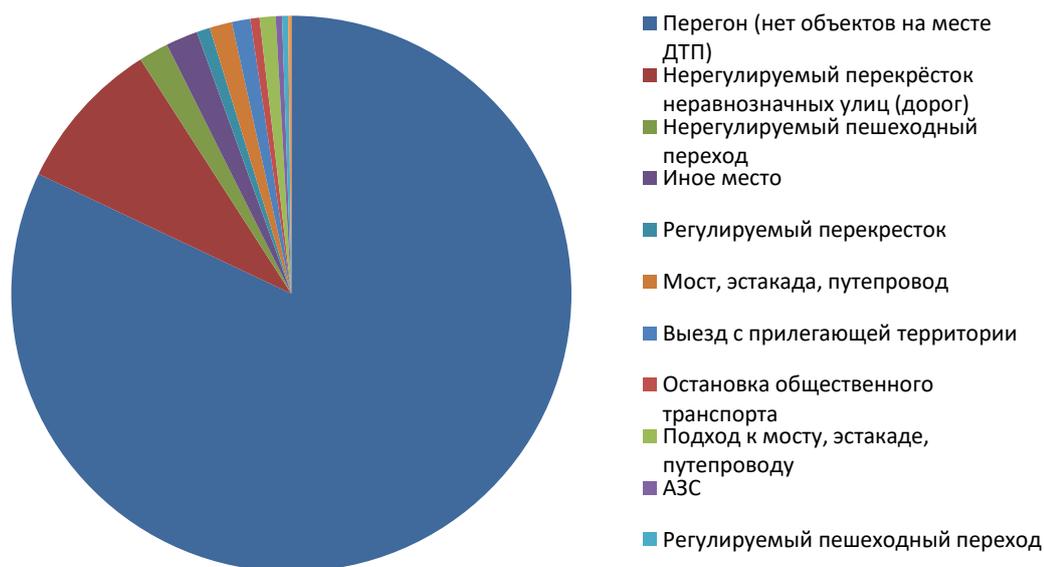


Рисунок 2.2 Распределение количества ДТП, произошедших на автодорогах федерального значения в зависимости от типа объекта на УДС (усредненные данные 2013-2016 г.г)

Анализ структуры ДТП, произошедших на автодорогах федерального значения, позволяет утверждать, что она заметно отличается от общей структуры ДТП (Рисунок 2.3). Как показывает анализ на автодорогах федерального значения преобладают такие ДТП как столкновения 52% и опрокидывания 20%. Доля наездов на пешеходов ниже общего значения более чем в 2,5 раза. Данные отличия, на наш взгляд не позволяют применять единые подходы в обеспечении БДД на автодорогах вне населенных пунктов, трассах и дорогах населенных пунктов.

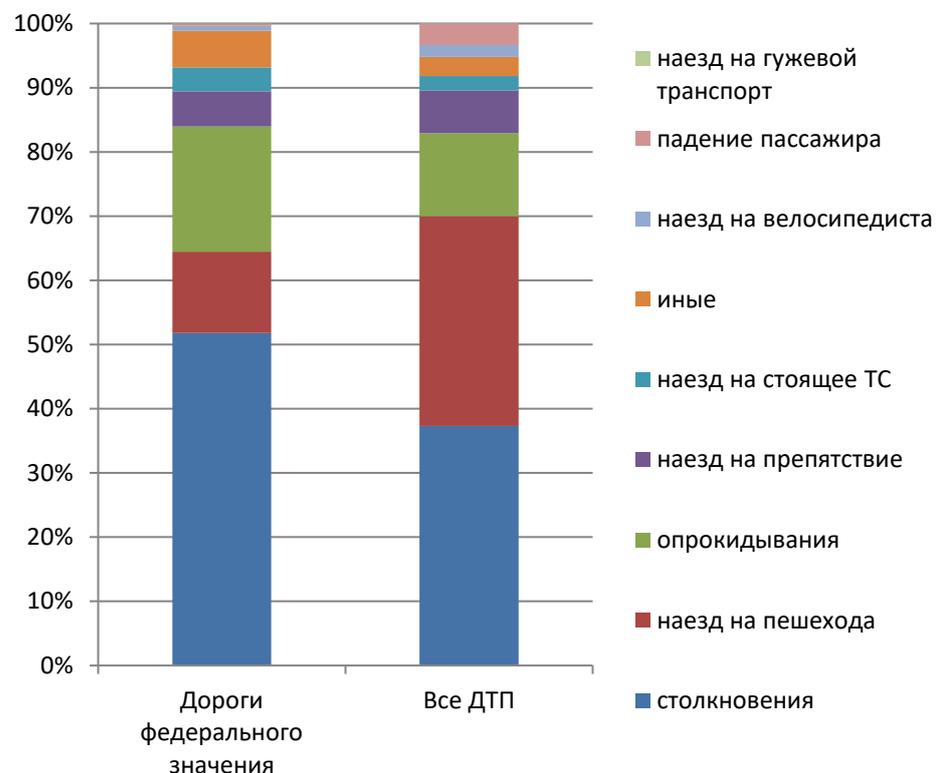


Рисунок 2.3 Распределение ДТП в Сибирском федеральном округе по типам (по данным 2013-2016 г.г.)

2.2 Влияние дорожных условий на безопасность движения

2.2.1. Влияние интенсивности движения на безопасность движения

Интенсивность дорожного движения, по мнению многих ученых, является одним из основных факторов, влияющих на аварийность. Вместе с тем, в научной сфере на сегодняшний день отсутствует единое мнение о

характере влияния интенсивности движения на аварийность [8, 4.5 55, 89, 103, 104, 110, 126].

Обобщенный анализ многочисленных отечественных и зарубежных исследований проведенный В.Ф. Бабковым показал, что количество ДТП в зависимости от интенсивности движения располагается вдоль колоколообразной кривой, представленной (Рисунок 2.4). Однако данная зависимость, по мнению исследователя, характерна лишь для двухполосных автодорог, не имеющих разделительной полосы. Стоит отметить, что подобные автодороги весьма характерны для Сибирского федерального округа, на территории которого преобладают автодороги 2 технической категории. В случае разделения потоков по направлениям зависимость изменяется и приобретает вогнутый вид [8, 55].

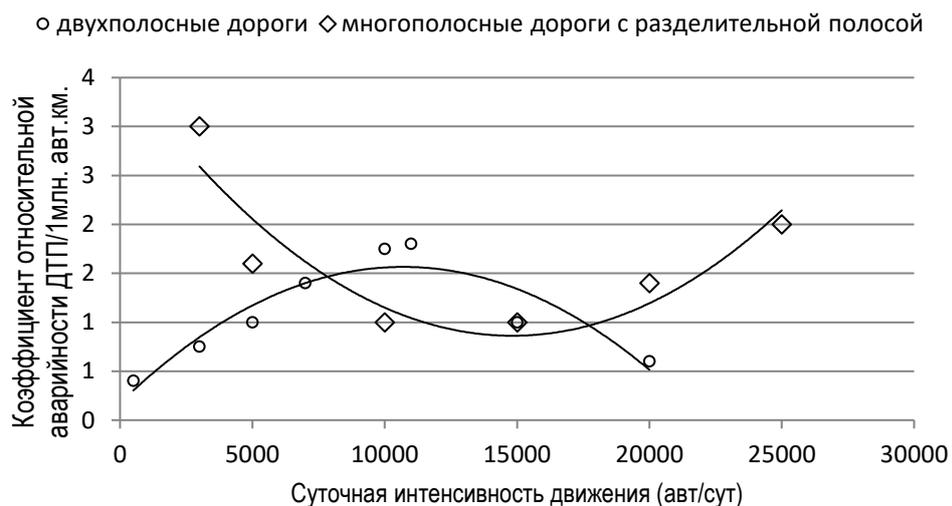


Рисунок 2.4 Зависимость частного коэффициента аварийности от суточной интенсивности движения (по исследованиям В.Ф. Бабкова)

Вместе с тем, необходимо отметить, что существует и другая точка зрения, так исследования проведенные скандинавскими учеными показали, что зависимость количества ДТП от интенсивности движения имеет линейную зависимость [86]. Таким образом, по мнению исследователей, суточная интенсивность движения не оказывает значимого влияния на коэффициент относительной аварийности, характеризующий риск ДТП. Вместе с тем, необходимо заметить, что данные исследования проводились в период

осуществления многочисленных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. Таким образом, прямое сравнение показателей аварийности в условиях изменения степени влияния недопустимо.

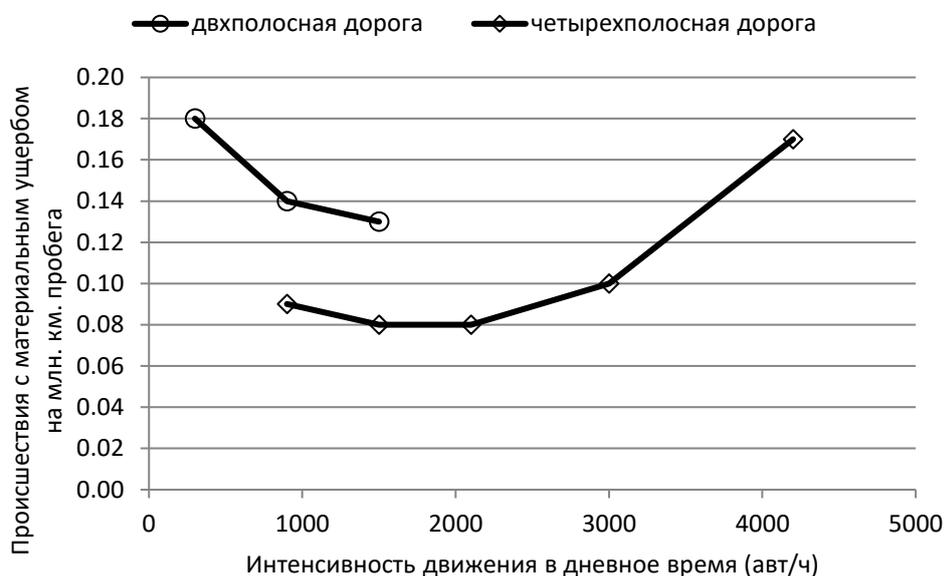


Рисунок 2.5 Зависимость аварийности от интенсивности движения на дорогах Финляндии

По результатам исследований, проведенных в Финляндии в 1995 году установлены зависимости количества ДТП с материальным ущербом, приходящиеся на млн. километров пробега для различных типов дорог (Рисунок 2.5) [86]. Стоит отметить, что результаты данных исследований получены по статистическим данным о ДТП с материальным ущербом. Данный подход с одной стороны позволил значительно увеличить объем статистической выборки и соответственно точность результата, с другой данный факт не позволяет проводить корректное сравнение с другими исследованиями. Кроме того, исследование проводилось лишь в светлое время суток.

Результаты исследования, проведенного Чвановым В.В., показали, что зависимость коэффициента относительной аварийности от суточной интенсивности движения для двухполосных, трехполосных, и многополосных автодорог может быть описана полиномом 2 степени. На двухполосных

автодорогах коэффициент относительной аварийности снижается при интенсивности движения до 10 000 авт./сут затем значение остается практически неизменным, а при превышении интенсивности более 20 000 авт./сут происходит рост риска ДТП. При этом значение коэффициента относительной аварийности для трехполосных дорог существенно ниже аналогичного показателя для двухполосных при одном значении суточной интенсивности движения. Таким образом, можно предположить, что создание дополнительной полосы в определенных ситуациях может существенно повысить БДД. Наличие на многополосных автодорогах разделительной полосы существенно снижает рост коэффициента при высоких значениях интенсивности более 30 000 авт./сут. [103, 104, 110].

Анализ аварийности в очагах ДТП, расположенных на двухполосных автодорогах федерального значения Сибирского федерального округа, показал схожую с исследованиями Чванова В.В. зависимость при значениях интенсивности движения до 20 000 авт./сут. Получить зависимость риска ДТП при больших значениях аварийности в Сибирском федеральном округе не удалось, в связи с чрезвычайно малой долей таковых (Рисунок 2.6 Рисунок 2.6).

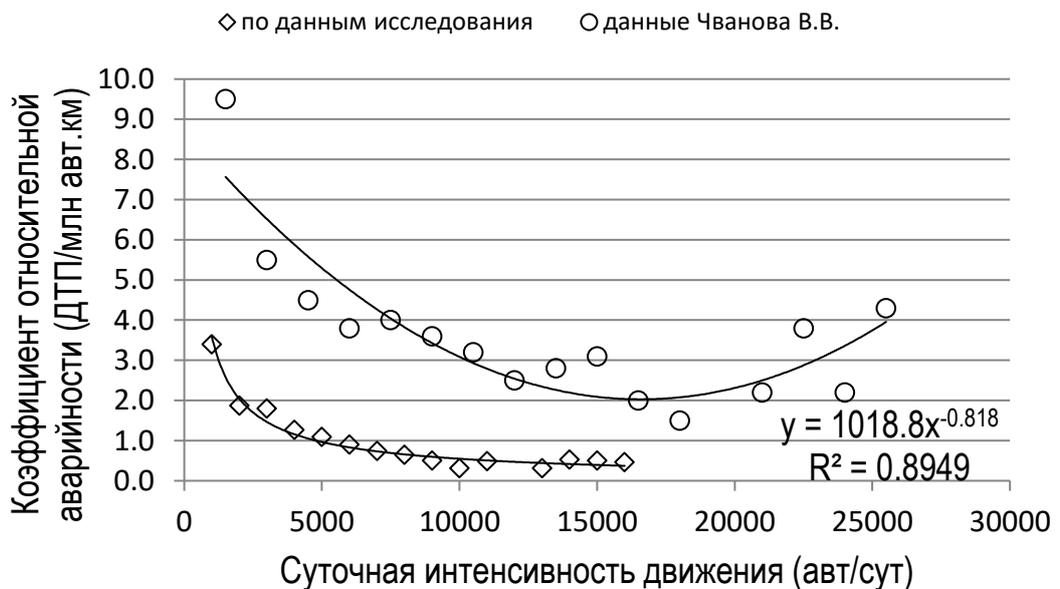


Рисунок 2.6 Зависимость аварийности от интенсивности дорожного движения на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа (по данным 2013-2016г.г.)

Таким образом, несмотря на отсутствие в научном мире единого мнения по вопросу влияния интенсивности движения на показатели аварийности, считаем целесообразным в данном исследовании учитывать данный фактор как оказывающий влияние на конечную аварийность.

На сегодняшний день существует несколько подходов к определению интенсивности движения. Наиболее точным является определение интенсивности дорожного движения с помощью технических средств автоматической фиксации. Данный метод позволяет определять значение показателя с высокой степенью точности, производить анализ изменения интенсивности в течение суток или года, а также типа подвижного состава. Вместе с тем, данный метод позволяет определять значение интенсивности движения лишь в определенной точке, кроме того является весьма затратным. Также к недостаткам данного метода можно отнести требовательность к наличию коммуникаций (электропитание, каналы связи). Стоит отметить, что в Российской Федерации внедрена и эксплуатируется автоматизированная система учета интенсивности движения, состоящая более чем из 450 пунктов и представляющая собой систему сбора, обработки, передачи и хранения информации о размерах движения транспортных потоков на автомобильных дорогах федерального значения. Аналогичные системы существуют и в других странах: английская Marksman 660, финская TMS (Traffic Monitoring System), американская NU-Metriss и другие [30].

Преимущественно пункты учета располагаются вне населенных пунктов на подходах к крупным городам, административным центрам, грузо- и пассажирообразующим комплексам, в зонах пересечений и примыканий, а также на участках, запрещающих обгоны, остановки транспортных средств и другие пересечения по полосам движения. В качестве технических средств определения интенсивности движения, а также состава движения могут использоваться: магнитно-индуктивные, радиолокационные, ультразвуковые, инфракрасные, магнитные, пневматические детекторы, тензодетекторы или видеодетекторы. Данная система позволяет не только определять значение

интенсивности движения, но и состав транспортного потока. Весь поток разделяется на классы: легковые, автобусы, грузовые (массой до 5, от 5 до 12, от 12 до 20 и свыше 20 т.) и неопознанные [56, 79]. Существуют стационарные, а также мобильные пункты учета интенсивности движения. Одним из наиболее распространенных, является мобильный пункт учета движения ПУДМ-1 РДТ (Рисунок 2.7).

Менее распространенным является непосредственное наблюдение за транспортным потоком. За счет своей универсальности данный метод может применяться на любых дорогах в любой местности, однако за счет «человеческого фактора» период проведения измерений и их точность чрезвычайно малы.



Рисунок 2.7 Внешний вид мобильного пункта учета движения ПУДМ-1 РДТ и применяемая на его базе аппаратура

Вышеназванные методы являются основополагающими при определении перспективной интенсивности движения проектными организациями, а также при проектировании и реконструкции существующих автодорог. При этом при проведении расчетов используют значения показателя интенсивности измеренного за 10-15 лет эксплуатации дороги увеличивая их на коэффициент прироста интенсивности. Существенным недостатком данных методов является

невозможность определения интенсивности дорожного движения на промежутке дороги между пунктами учета при этом количественный показатель интенсивности на данных участках может изменяться в значительной степени.

Совершенно иного подхода требует методика проведения статистического анализа аварийности и определения степени влияния различных факторов на ее уровень. При этом возникает необходимость измерения интенсивности движения в очаге аварийности. В этом случае проведение натурных испытаний весьма затруднительно, поскольку количество очагов может быть весьма велико. Единственным способом определения интенсивности в данном случае является расчетный метод. К достоинствам подобного метода можно отнести возможность определения значения показателя интенсивности движения в любой точке трассы, а также отсутствие необходимости фактического присутствия на месте измерения. Вместе с тем расчетному методу присуща некоторая погрешность и невозможность фиксации фактического изменения показателя интенсивности по времени суток, дню недели или месяцу года [30]. Учет изменения интенсивности транспортных потоков по часам суток возможен на основе коэффициентов часовой неравномерности, характерных для рассматриваемой местности, причем в непосредственной близости (зоне влияния, примерно 20 км.) от крупного населенного пункта, коэффициенты часовой неравномерности будут иметь характерные значения, как и для этого населенного пункта. В зарубежной и отечественной литературе расчет интенсивности движения в основном осуществляется путем восстановления матрицы корреспонденций с использованием данных о фактической интенсивности движения транспорта, местоположении мобильных телефонов, объемов реализации топлива на АЗС...[122, 149, 155].

Расчетный метод определения интенсивности движения на автодорогах в настоящее время осуществляется по методике утвержденной распоряжением Минтранса от 19.06.2003 № ОС-555-р «О введении в действие «Руководства по

прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах». Данная методика проходит опытную эксплуатацию в федеральных управлениях автодорог. Расчет интенсивности предполагает построение матрицы корреспонденций между населенными пунктами исследуемого района. При этом интенсивность движения на конкретном участке автомобильной дороги формируется в результате суммирования интенсивности движения, рассчитанной между всеми парами населенных пунктов, связь между которыми осуществляется с использованием данного участка.

Первоначальной основой расчета интенсивности является определение количественных и качественных характеристик населенных пунктов, расположенных на исследуемой территории. При разработке территориальных, региональных и национальных программ учету подлежат населенные пункты с численностью населения более 4 тыс. жит., 10 тыс. жит. и 50 тыс. жит. соответственно. Для компенсации погрешности, возникающей из-за неучета мелких населенных пунктов при разработке региональных программ и национальной программы рекомендуется принимать данные для соответствующих территорий и увеличивать их на 30 и 60 % соответственно [79].

Особенность проведения расчета в Сибирском федеральном округе является его невысокая удельная численность городского населения, приходящаяся на километр федеральной трассы. Доля городского населения, приходящаяся на километр автодороги составила всего 1,54 жит./км, против 2,19 жит./км в среднем по России. При этом количество населенных пунктов численностью населения свыше 50 тысяч жителей в Сибирском федеральном округе составило: 24 города, а свыше 10 000 жителей 77 городов. Перечисленные выше региональные особенности не позволяют достаточно точно описать динамику изменения интенсивности движения. В связи с этим для повышения точности результатов расчета было принято решение учитывать населенные пункты с численностью населения более 4 тыс. жит.

Необходимо учитывать, что населенные пункты оказывают влияние на интенсивность движения лишь на определенном расстоянии. Это расстояние определяется радиусом влияния R_y и рассчитывается по формуле:

$$R_y = 7 \cdot (\ln(P_{\max}))^2 \quad (2.6)$$

Определение интенсивности движения на участке автодороги между двумя корреспондирующими населенными пунктами определяется по следующей формуле:

$$N_{ij} = \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_l \cdot V_l \cdot \lambda_l \cdot K_l}{1000 \cdot L_{np}^2} + \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_a \cdot V_a \cdot \lambda_a \cdot K_a}{1000 \cdot L_{np}^2} + \frac{P_p \cdot K_c \cdot Q_g \cdot V_g \cdot \lambda_g \cdot K_g}{1000 \cdot L_{np}^\alpha} \quad (2.7)$$

где: P_p – суммарная приведенная численность населения в i и j населенных пунктах; K_c – коэффициент связанности i -го и j -го населенных пунктов; Q_l , Q_g , Q_a – существующий или перспективный уровень насыщения территории легковыми автомобилями, грузовыми автомобилями и автобусами соответственно авт/1000жит; V_l , V_g , V_a – средняя скорость движения легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов в эталонных условиях соответственно; λ_l , λ_g , λ_a – средняя продолжительность работы в течение суток легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов соответственно; K_l , K_g , K_a – коэффициент, характеризующий использование легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов соответственно; L_{np} – приведенное расстояние между i -м и j -м населенными пунктами; α – показатель степени, используемый при расчете интенсивности движения грузовых автотранспортных средств.

Основным фактором, обуславливающим интенсивность движения, является численность населения в населенных пунктах, между которыми определяется ее значение. Однако при равной ее сумме, но разном соотношении, итоговая интенсивность также будет разной. Поэтому для определения интенсивности движения используется суммарная приведенная численность между i и j населенными пунктами. В случае, когда отношение численности населения в большем населенном пункте (P_{\max}) к численности населения в меньшем населенном пункте (P_{\min}) меньше 7,38 данный параметр определяется по формуле:

$$P_p = (\ln(\frac{P_{\max}}{P_{\min}}) + 2) \cdot P_{\min} \quad (2.8)$$

Во всех остальных случаях по формуле:

$$P_p = 4 \cdot P_{\min} \quad (2.9)$$

Коэффициент связанности i и j населенных пунктов зависит от их статуса и региональной принадлежности. Данный коэффициент выражает степень административной значимости и подчиненности населенных пунктов между собой. Значения коэффициента находятся в интервале 0,1-1,0 и определяется по таблице [79].

Уровень насыщения территории автомобилями характеризует степень ее автомобилизации и определяется исходя из количества транспортных средств, состоящих на учете в регионе в расчете на 1000 жителей. При проведении расчета, уровень насыщения устанавливается для каждого региона в отдельности. Сведения о количестве зарегистрированных транспортных средств были получены в ГИАЦ МВД России, данные о количестве населения регионов на сайте Федеральной службы государственной статистики (Таблица 2.2).

Таблица 2.2 Сведения о количестве жителей субъектов РФ, зарегистрированных легковых автомобилей, грузовых автомобилей и автобусов (по данным 2016 года)

Субъект РФ	Население региона, чел	Количество легковых автомобилей стоящих на учете, ед	Количество грузовых автомобилей стоящих на учете, ед	Количество автобусов стоящих на учете, ед
Республика Алтай	217 007	58 277	3900	1785
Алтайский край	2 365 680	677 754	47529	12954
Республика Бурятия	984 134	263 967	30040	14167
Забайкальский край	1 078 983	293 353	24173	10886
Иркутская область	2 408 901	678 786	64768	22803
Кемеровская область	2 708 844	729 838	43744	13823
Красноярский край	2 875 301	906 622	51971	15711
Новосибирская область	2 779 555	903 602	47611	11464
Омская область	1 972 682	562 259	35148	14441

Томская область	1 078 891	301 509	15204	5848
Республика Тыва	318 550	44 543	297	2077
Республика Хакасия	537 668	176 006	5991	2549
Итого по СФО	19 326 196	5 596 516	370 376	128 508

Средняя скорость движения соответствующих типов транспортных средств в эталонных условиях принимается равной 83 км/ч для легковых автомобилей, 75 км/ч для грузовых автомобилей и 65 км/ч для автобусов. Средняя продолжительность работы в течение суток для легковых автомобилей принимается равной 1 час. Для автобусов и грузовых автомобилей средняя продолжительность рассчитывается по формуле

$$t_a = T_n - t_o \quad (2.10)$$

где T_n – средняя продолжительность работы в наряде, ч (для автобусов составляет 11,6 ч., для грузовых автомобилей 9,1 ч.); t_o - средняя продолжительность простоя во время обеда и отдыха водителей, ч. (для автобусов составляет 2 ч., для грузовых автомобилей 1,5 ч.).

Коэффициент использования легковых автомобилей позволяет учесть долю транспортных средств, не участвующую в движении по различным обстоятельствам: неисправное техническое состояние, сезонность использования, неполноту выхода на линию. Для легковых автомобилей коэффициент был принят равным 0,9; для автобусов 0,8; для грузовых автомобилей 0,6.

Приведенное расстояние между i и j населенными пунктами определяется по формуле:

$$L_{np} = \sum L_z \quad (2.11)$$

где L_z - приведенная длина z -го участка.

Под участком понимается отрезок автодороги находящийся между двух точек, являющихся населенными пунктами, пересечениями, или местами где изменяющиеся параметры автодороги оказывают влияние на скорость движения транспорта. Приведенная длина участка рассчитывается по формуле

$$L_z = L_\phi \cdot \left(\frac{V_\Gamma}{V_z \cdot dV \cdot dR} \right)^{0.4} \quad (2.12)$$

где L_ϕ – фактическая длина участка; V_z - средняя скорость движения грузовых автотранспортных средств на z-м участке дороги, км/ч; dV – коэффициент снижения скорости движения в населенных пунктах; dR – коэффициент снижения скорости движения объектами регулирования движения.

Учитывая незначительность изменения приведенного расстояния, а также отсутствие данных о фактических значениях скорости грузовых автомобилей на участках автодороги приведенное расстояние было приравнено фактической длине участка.

Показатель степени при приведенном расстоянии между населенными пунктами при расчете интенсивности движения грузовых автотранспортных средств а определяют в зависимости от этого расстояния:

- при расстоянии 63 км и более - принимают равным 2;
- при расстоянии меньше 63 км - определяют по формуле

$$\alpha = 1.74 + \frac{17}{2 + L_{np}} \quad (2.13)$$

С использованием данной методики был произведен расчет среднегодовой суточной интенсивности для следующих автодорог федерального значения Сибирского федерального округа: Р-258, Р-297, Р-254, Р-255. Данные дороги связывают между собой Европейскую часть России и Дальневосточный федеральный округ и проходят через крупнейшие города Сибири, этим обусловлены высокие значения суточной интенсивности. Для оценки точности произведенных расчетов были получены данные о фактических значениях среднегодовой суточной интенсивности движения на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа (Рисунок 2.8).

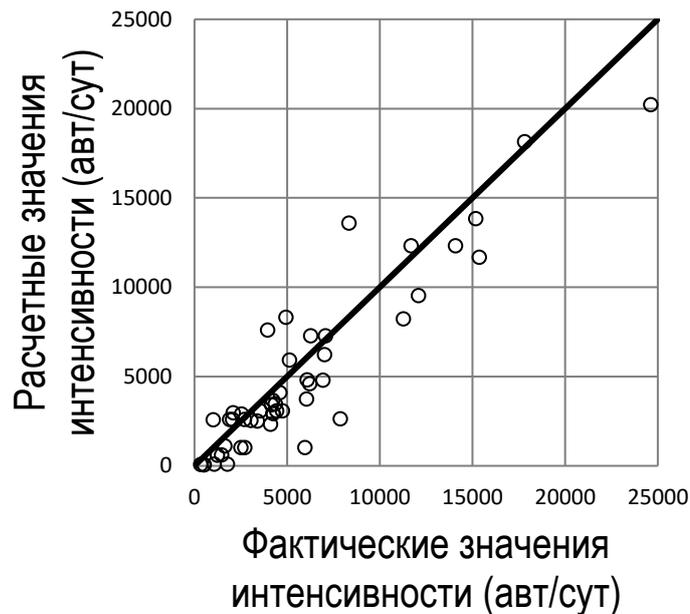


Рисунок 2.8 Оценка точности прогнозирования суточной интенсивности движения на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа

Как видно из графика (Рисунок 2.9) данная методика является весьма точным инструментом для прогнозирования интенсивности движения, поскольку учитывает влияние множества факторов.

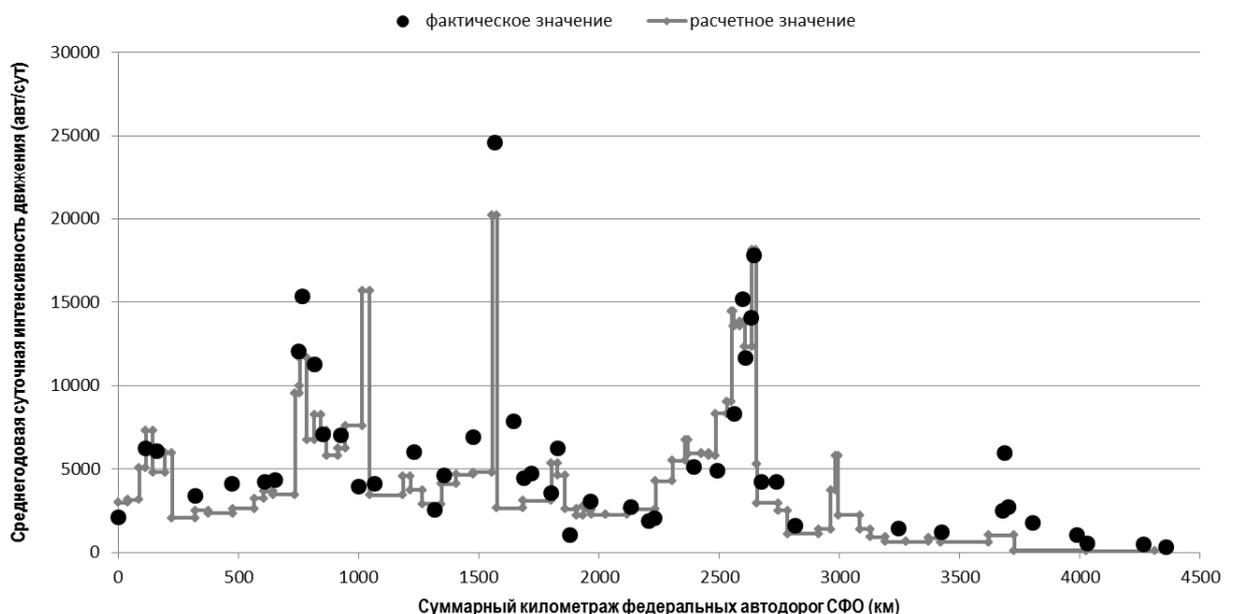


Рисунок 2.9 График изменения интенсивности движения на автодорогах СФО

Вместе с тем, при расчетах интенсивности движения на региональном уровне, учитываются лишь населенные пункты с численностью населения более 10 000 жителей [79]. Такой подход не позволяет провести расчет с

достаточной точностью, в связи с чем возникает необходимость учета более мелких населенных пунктов. Однако учет более мелких населенных пунктов влечет за собой значительное увеличение матрицы корреспонденций и осложнение последующих вычислений, которое связано с большим количеством аргументов и необходимостью их определения вручную (табличные коэффициенты). Кроме того, затруднения вызывает и методика определения приведенного расстояния между населенными пунктами, поскольку требует учета множества параметров. В связи с вышеизложенным расчет интенсивности движения по данной методике является весьма трудоемким процессом, применение которого для решения задач, не требующих высокой точности не целесообразно. На рисунке представлены результаты расчета суточной интенсивности движения на автодорогах Р-254, Р-255, Р-258 и Р-297.

2.2.2. Влияние радиуса кривизны дороги в плане

Под планом дороги понимается отображение ее проекции на горизонтальную поверхность. Малые радиусы кривизны дороги, как правило, являются местами концентрации дорожно-транспортных происшествий. По данным Бабкова В.Ф. на таких участках происходит 10-12% всех ДТП. Вполне очевиден тот факт, что уменьшение радиуса кривизны дороги повышает риск возникновения ДТП. Это обусловлено высокими угловыми скоростями при прохождении поворотов. Резкий рост аварийности характерен для участков с радиусом кривизны менее 600 метров. Особо опасные участки возникают в результате расположения кривых в плане в конце затяжных спусков. Подобные решения зачастую характерны для дорог расположенных в условиях рельефа горной местности. [8]. Исследования Васильева А.П. показали, что на участках кривых в плане с радиусом более 2000 метров условия движения практически не отличаются от прямолинейных участков. Более неблагоприятными по аварийности являются участки радиусом менее 600 метров, а на участках менее 200 метров наблюдается резкий рост числа ДТП [15]. Эти результаты

подтверждаются также исследованиями, проведенными в Швеции, Дании, Великобритании и США [86]. В исследованиях Чванова В.В. одним из важных выводов следует отметить зависимость влияния радиуса кривизны дороги в плане от числа полос движения и наличия разделительной полосы, а также от загрузки дороги движением. Так на двухполосных автодорогах заметный рост относительной аварийности происходит при радиусах менее 2400 метров, а при значении менее 1600 метров происходит значительный ее рост (Рисунок 2.10). На многополосных автодорогах это значение составляет 1600 метров, а для многополосных дорог с разделительной полосой подобные изменения проявляются лишь при 1000 метров [109]. Вместе с тем, необходимо заметить, что степень влияния радиуса кривизны дороги в плане менее 1000 метров, существенно изменяется в зависимости от уровня загруженности дорог движением. Так при невысокой загруженности дорог относительная аварийность на таких участках резко возрастает. При высоком уровне загруженности рост аварийности на кривых малого радиуса происходит более плавно.

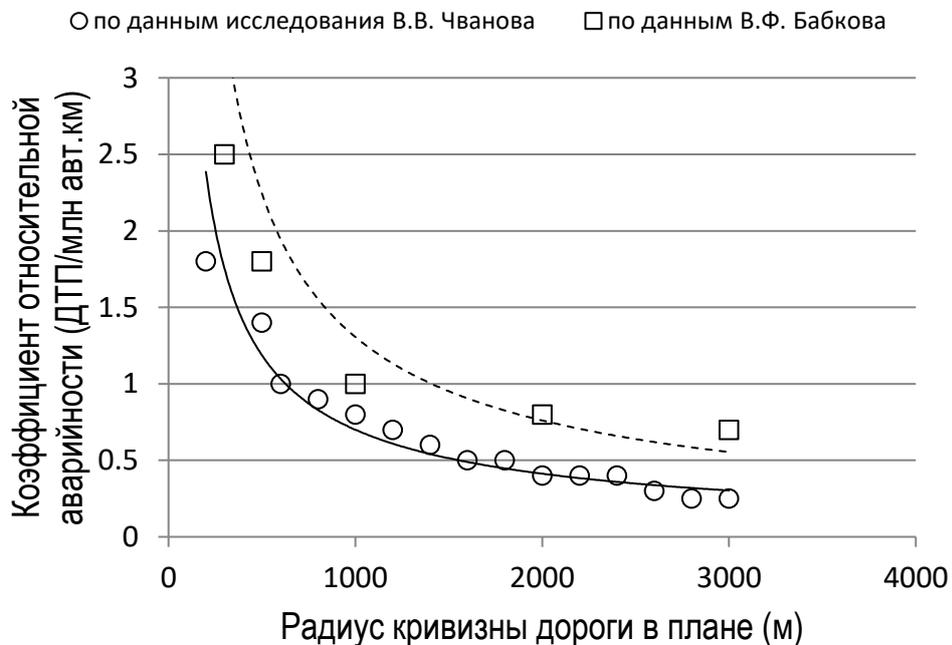


Рисунок 2.10 Зависимости коэффициента относительной аварийности от радиуса кривизны дороги в плане

Результаты анализа аварийности в Сибирском федеральном округе в целом совпадают с результатами многочисленных исследований других ученых. При значениях радиуса кривизны менее 1500 метров наблюдается его существенный рост. При значениях более 1500 метров, происходит незначительное снижение значения коэффициента относительной аварийности до значений кривизны 3000 метров (Рисунок 2.11). Данная зависимость весьма схожа с результатами исследований проведенных Чвановым В.В., полученными для двухполосных автодорог со средним уровнем загруженности. Также стоит отметить, что дальнейшее увеличение радиуса кривизны свыше 3000 метров приводит к незначительному росту аварийности. Однако, данный результат не удалось сопоставить с результатами исследований других ученых ввиду отсутствия данных об изменении аварийности при радиусах кривизны более 3000 метров. Вместе с тем, необходимо отметить, что полученная в результате анализа зависимости имеет невысокую точность (коэффициент детерминации R^2 составил 0,31). Это может быть обусловлено влиянием иных дорожных условий на коэффициент относительной аварийности.

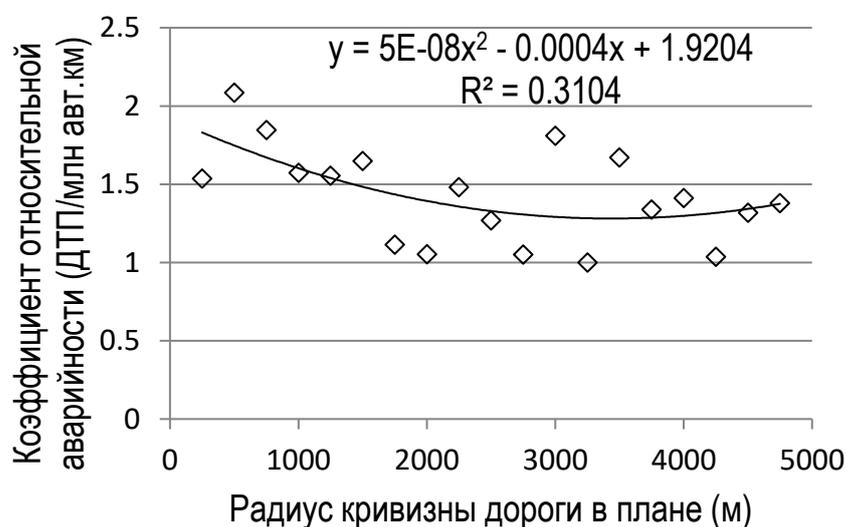


Рисунок 2.11 Зависимость аварийности от радиуса кривизны дороги

В соответствии с нормативной технической документацией в качестве элементов трассы значение радиуса кривизны рекомендуется принимать не менее 3 000 метров. Необходимо заметить, что нормативами предусмотрено

отступление от данных требований, при невозможности их выполнения в связи со значительными объемами работ (как правило земляных) и стоимостью строительства дороги. При этом предельные нормы принимаются исходя из расчетных скоростей в зависимости от категории дорог. Для автодорог II и III технической категории предельно допустимые значения радиусов кривизны составляют до 600 и 300 метров на основных участках, до 125 и 100 метров на трудных участках горной местности соответственно [91]. Анализ аварийности в Сибирском федеральном округе показал, что 10% мест концентрации ДТП в Сибирском федеральном округе приходится на участки автодороги с радиусом кривизны менее 3 000 метров. Основная часть таких мест располагается на участке дороги федерального значения Р-258 (Иркутск-Чита) между 32 и 100 километрами (Рисунок 2.12). Данный участок характеризуется сложными рельефными условиями, так как большая его часть располагается в горно-лесистой местности. В настоящее время в связи с высокой аварийностью и небольшой пропускной способностью участок данной дороги между 45 и 56 км. реконструируется. Таким образом, на данных участках существенное влияние на аварийность будут оказывать такие факторы как: расстояние видимости и угол продольного уклона дороги.



Рисунок 2.12 Участок автодороги Р-258 (51 км) не соответствующий требованиям СНиП 2.05.02-85

2.2.3. Влияние продольного профиля

Продольный профиль дороги состоит из вертикальных вогнутых и выпуклых кривых и прямых участков между ними. Выпуклые кривые располагаются на вершине возвышенностей, а вогнутые у ее подножия. При достаточно высоких значениях радиусов кривизны дороги в продольном и поперечном профиле, движение автомобиля осуществляется без резких изменений скорости, что положительно сказывается на безопасности дорожного движения [55].

Обобщенные В.Ф. Бабковым многочисленные результаты исследований зарубежных и отечественных ученых, несмотря на значительный разброс экспериментальных данных, позволили установить общую тенденцию роста коэффициента относительной аварийности при увеличении продольного угла наклона дороги в диапазоне от 20 до 80 ‰. Данная зависимость носит линейный характер, при этом наибольшее влияние значение продольного профиля сказывается на очень крутых подъемах (Рисунок 2.13). По мере уменьшения крутизны уклона снижается и относительная аварийность на таких участках. Снижение же продольного угла наклона ниже показателя 20 ‰ не оказывает значимого влияния на аварийность [8, 86, 126].

Высокие значения продольных углов наклона автодороги определяют типы дорожно-транспортных происшествий происходящих на них. По мнению Бабкова В.Ф. на подобных участках преобладают столкновения автомобилей, связанные с обгоном транспортных средств движущихся с невысокой скоростью (24%) или объезде остановившихся, а также съезды с дороги по причине неисправности тормозной системы или чрезмерном превышении скорости (40%) [8]. По данным японских исследователей рост аварийности при изменении угла уклона обусловлен увеличением длины тормозного пути на спусках в случаях экстренного торможения, а также частыми отказами тормозов автомобилей (неисправность наиболее характерная для затяжных спусков).

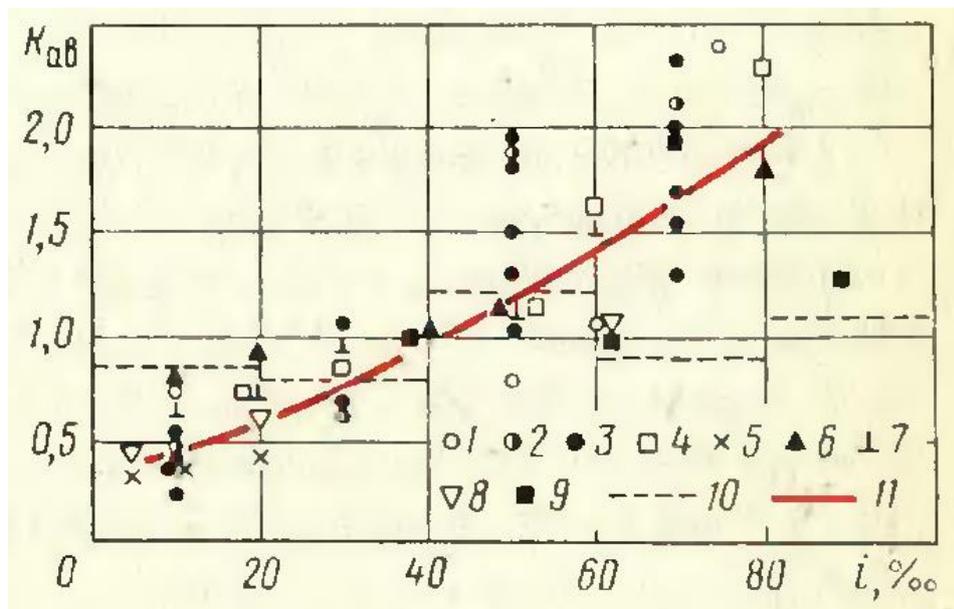


Рисунок 2.13 Обобщенные данные зависимости коэффициента относительной аварийности от продольного уклона автодороги [9]

При этом наиболее аварийноопасными местами на участках автодорог с крутыми уклонами являются, как правило, начало и конец участка, а также затяжные спуски. Причинами возникновения ДТП в конце подъема (начале спуска) является значительное ограничение расстояния видимости, связанное с выпуклостью профиля дороги, доля таких ДТП составляет 25%. Повышенная аварийность в конце спуска является, как правило, следствием высокой скорости движения, набранной автомобилями во время спуска, доля ДТП составляет 40% [55].

Однако более поздние исследования, проведенные Васильевым А.П. показали, что данная зависимость носит не линейный характер. Минимальные ее значения соответствуют продольному уклону 10-30%. При этом горизонтальные участки автодорог являются менее безопасными. Схожий результат показали и исследования, проведенные К. Траппом и Ф. Еллерсом [150]. Это объясняется некоторым повышением внимательности водителей при движении по участкам с небольшим продольным уклоном. Устойчивый рост аварийности наблюдается при значениях показателя выше 40 %. И сохраняется до 80 %. Дальнейшее же увеличение продольного уклона практически не оказывает влияния на аварийность на

двухполосных автодорогах, что объясняется существенным снижением скорости при прохождении сложных участков [105]. Необходимо заметить, что помимо продольного уклона автодороги на безопасность движения влияют также: его протяженность, частота изменения продольного профиля трассы, а также тип автодороги и интенсивность движения. При этом увеличение протяженности спуска напротив снижает уровень аварийности, это объясняется установившимся режимом движения автомобилей на затяжных спусках. Участки дороги с короткими уклонами напротив отличаются повышенной аварийностью, связанной с резким изменением скоростного режима движения [55]. На дорогах оснащенных разделительной полосой коэффициент относительной аварийности существенно ниже аналогичного показателя для дорог без разделительной полосы. Увеличение же числа полос без применения разделительной полосы не оказывает значимого влияния на безопасность при значениях продольного уклона до 60 ‰ (Рисунок 2.14). Стоит отметить, что нормативными документами устанавливается рекомендуемое значение продольного уклона принимать не более 30‰ [91].

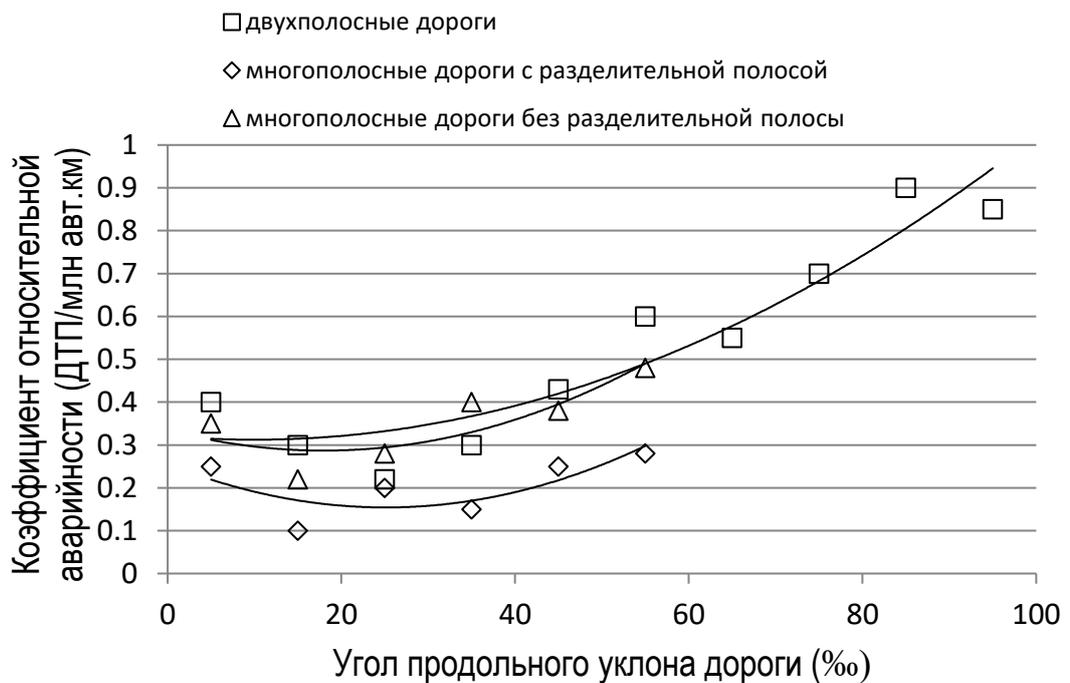


Рисунок 2.14 Зависимость аварийности от продольного уклона автодороги (по данным Васильева А.П.) [15]

Исследование зависимости коэффициента относительной аварийности от продольного уклона автодороги, проведенного в Сибирском федеральном округе в целом согласуются с результатами исследований других ученых и может быть описана полиномом 2 степени. На горизонтальных участках автодорог округа наблюдается незначительное увеличение коэффициента относительной аварийности. К наиболее безопасным можно отнести участки со значением продольного уклона 20-40 ‰. Дальнейшее увеличение угла продольного уклона автодороги свыше 40 ‰ приводит к росту относительной аварийности (Рисунок 2.15).

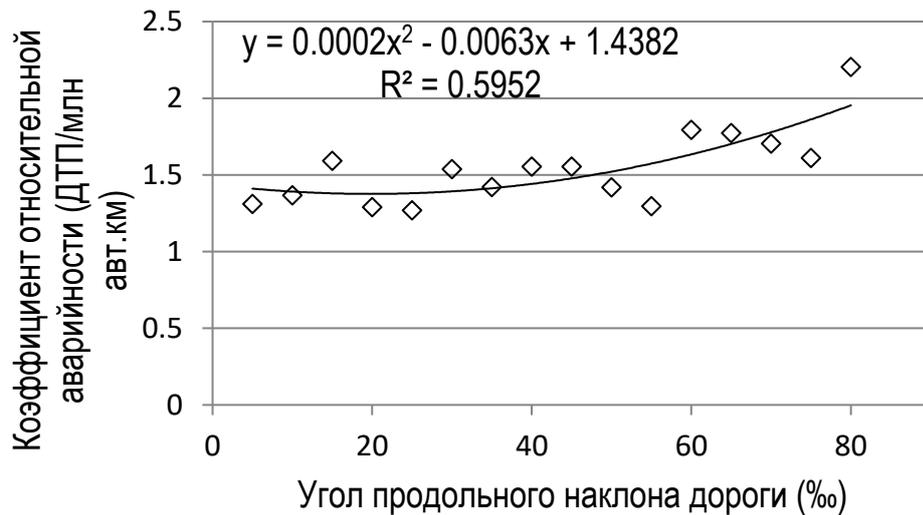


Рисунок 2.15 Зависимость аварийности от продольного уклона (по данным СФО)

2.2.4. Влияние ширины проезжей части

Одним из ключевых параметров поперечного профиля автодороги, оказывающим существенное влияние на аварийность, является ширина проезжей части. Вполне очевидным представляется тот факт, что чем больше ширина проезжей части, тем меньшее значение коэффициента относительной аварийности присуще данному участку. В первую очередь это обусловлено более высокими значениями зазоров между автомобилями и расстояниями от

колес автомобиля до края обочины. Многочисленные исследования зарубежных и отечественных ученых, обобщенные в работе профессора Бабкова В.Ф. подтверждают данный тезис [8].

Результаты зарубежных исследования влияния ширины проезжей части на безопасность дорожного движения в США, Австралии, Швеции, Дании, Норвегии и других странах свидетельствуют о том, что увеличение значения данного фактора до максимального нормативного значения действительно снижает относительную аварийность (при этом возрастает тяжесть последствий ДТП). Однако последующее его увеличение негативно сказывается на безопасности [86]. По результатам зарубежных исследований рост аварийности наблюдается при увеличении ширины полосы движения свыше 3,65 метра.

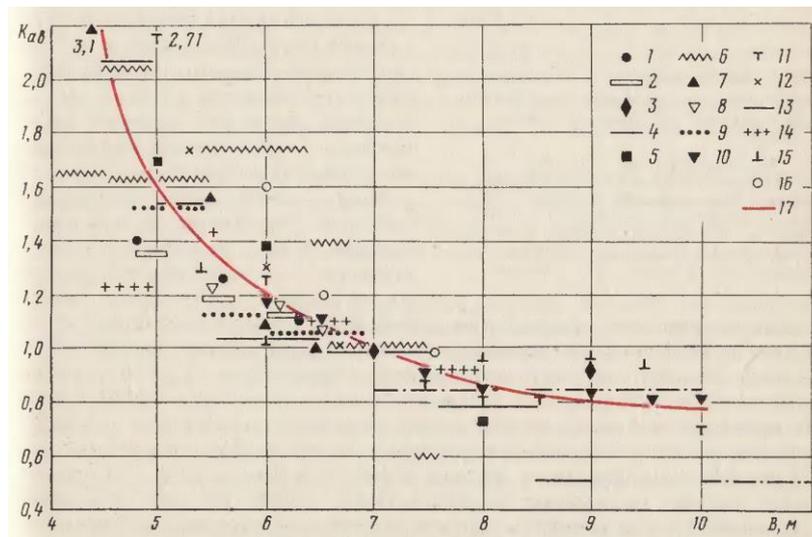


Рисунок 2.16 Зависимость относительного количества ДТП от ширины проезжей части (по данным Бабкова В.Ф.) [9]

Более поздние отечественные исследования, проведенные В.В. Чвановым, также подтвердили неоднозначность влияния ширины проезжей части на безопасность дорожного движения. Степень влияния данного фактора на аварийность во многом зависит от того, на какой территории располагается автодорога. Так, на участках автодорог, проходящих по застроенным территориям риск ДТП значительно выше в сравнении с дорогами, расположенными вне населенных пунктов. Кроме того, на уровень

аварийности, в этом случае, оказывает влияние также и количество полос для движения [106, 110].

Для двухполосных автодорог, расположенных вне застроенной территории, значение показателя ширины проезжей части 7,0-8,0 метров, является наиболее оптимальным с точки зрения БДД. Этот показатель соответствует ширине полосы 3,5-4,0 метра (Рисунок 2.17). Стоит отметить, что ширина полосы именно 3,5-3,75 метра закреплена в качестве рекомендованной ширины полосы для автодорог II категории [91]. При превышении данного предела происходит плавный рост коэффициента относительной аварийности. Аналогичный характер зависимости характерен и для многополосных дорог.

Таким образом, с позиции назначения мероприятий по повышению БДД за счет расширения проезжей части следует рассматривать те из них, которые направлены на приведение ширины проезжей части и полос движения в соответствие с нормативными требованиями.

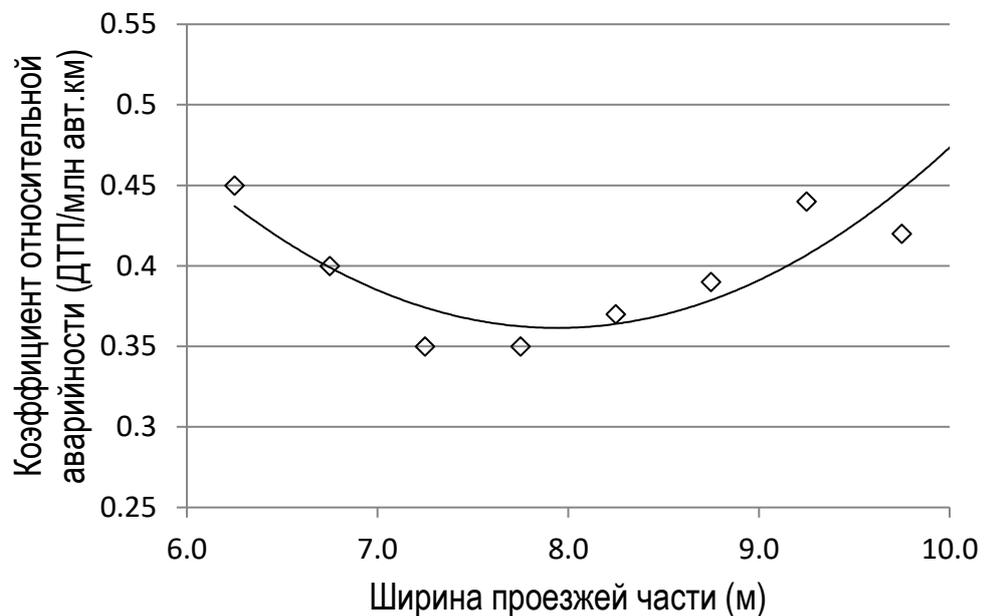


Рисунок 2.17 Зависимость аварийности от ширины проезжей части для двухполосных дорог, расположенных вне застроенной территории (по данным Чванова В.В.) [93]

Анализ влияния ширины проезжей части на показатель относительной аварийности, проведенный в Сибирском федеральном округе, по своему

характеру аналогичен результатам исследований других ученых и носит полиномиальный характер (Рисунок 2.18).

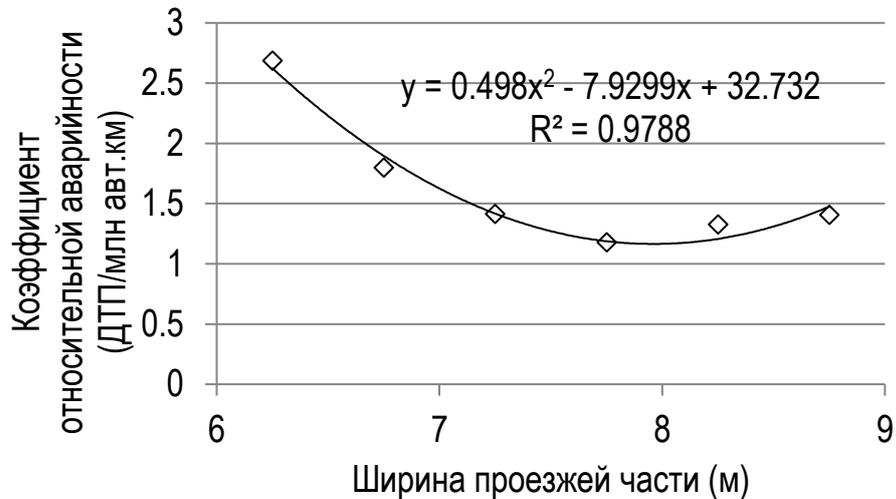


Рисунок 2.18 Зависимость аварийности от ширины проезжей части для двухполосных дорог, расположенных вне застроенной территории

2.2.5. Влияние ширины обочины

Существенное влияние на аварийность оказывает и такой параметр поперечного профиля дороги как ширина обочины. Под обочиной понимается элемент дороги, примыкающий непосредственно к проезжей части на одном уровне с ней, отличающийся типом покрытия или выделенный с помощью разметки [8, 93, 106].

По исследованиям О.А. Дивочкина установлено, что автомобиль, стоящий на обочине, не влияет на траекторию движения другого автомобиля, если он находится дальше 2,7 м от кромки покрытия, а при малой скорости – далее 1,5 м. Отсутствие влияния стоящих на обочинах автомобилей не отражается на режимах и траекториях движения транспортных средств, начиная с ширины обочин 2,5 - 3 м [24].

В ходе аппроксимации результатов исследований зарубежных и отечественных ученых профессором В.Ф. Бабковым, удалось получить зависимость, характеризующую изменение относительной аварийности в зависимости от ширины обочины. Данное исследование показывает, что риск ДТП тем ниже, чем выше ширина укрепленной обочины (Рисунок 2.19).

Повышенный риск ДТП при малых значениях ширины обочины, как правило, объясняется сложностью, а в некоторых случаях невозможностью остановки в пределах земляного полотна, а также выступанием в пределы проезжей части габаритов автомобиля при его остановке или стоянке, что зачастую связано с выездом на полосу встречного движения проезжающего мимо транспорта [8]. Как отмечал в своем исследовании сам Бабков В.Ф., оптимальным для обочины является значение ширины равное 2,5-3,0 метра. Именно при такой ширине габаритный размер автомобиля полностью располагается вне проезжей части и не вынуждает маневрировать проезжающие автомобили. Увеличение ширины обочины выше данного значения существенного влияния на БДД не оказывает.

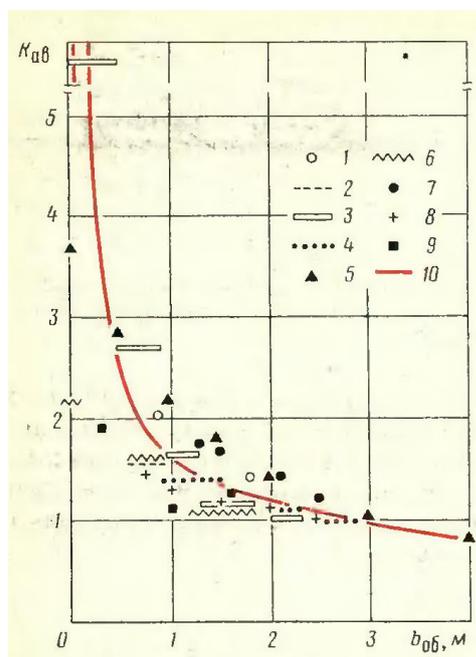


Рисунок 2.19 Зависимость коэффициента относительной аварийности от ширины обочины (по данным В.Ф. Бабкова) [9]

Анализ результатов исследований, проведенных Чвановым В.В., позволяет сделать вывод о том, что зависимость коэффициента относительной аварийности тем ниже, чем выше значение ширины обочины. При этом данная зависимость носит степенной характер, что согласуется с результатами исследований других ученых. Стоит отметить, что согласно данным исследования организация укрепленной обочины позволяет существенно снизить уровень относительной аварийности. Однако данное снижение

характерно только для трехполосных дорог вне зависимости от ширины обочины [106]. Для двухполосных дорог характер изменения коэффициента относительной аварийности аналогичен как для укрепленной, так и неукрепленной обочины при значениях ее ширины более 1,5 метров (Рисунок 2.20). Как видно из графика существенного снижения аварийности при увеличении ширины обочины свыше 2,5 метров не происходит.

Стоит отметить, что нормативное значение ширины обочины для автодорог II и III категории на сегодняшний день составляет 2,5-3,0 метра [22]. Вместе с тем, более чем 50% обследованных очагов аварийности ширина обочины составляла менее 2,5 метров.

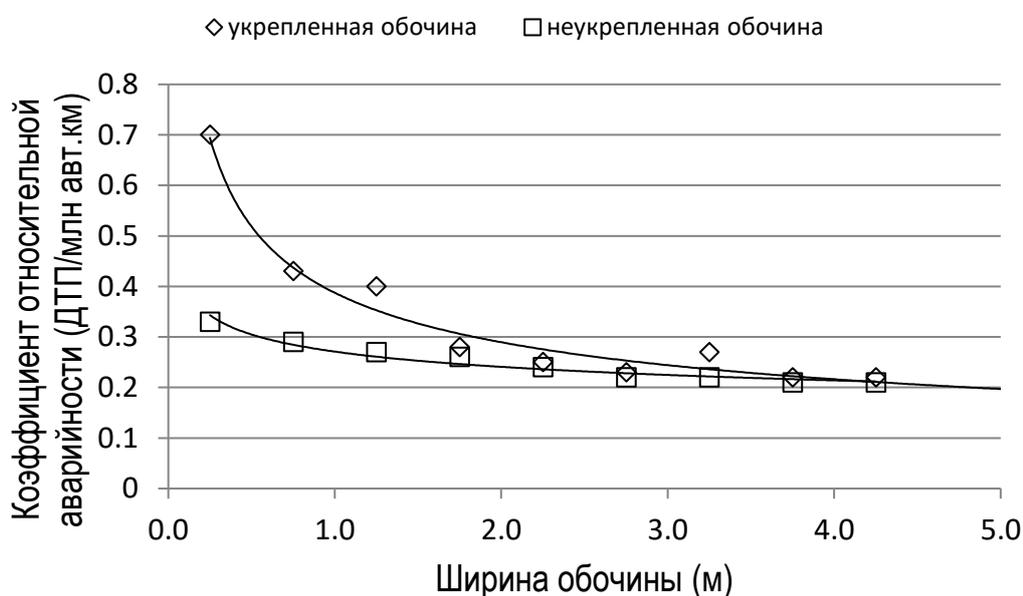


Рисунок 2.20 Зависимость аварийности от ширины обочины для двухполосных дорог (по данным Чванова В.В.)

Результаты исследования зависимости коэффициента относительной аварийности от ширины обочины, произошедших в очагах аварийности на территории Сибирского федерального округа полностью соответствуют результатам исследований других ученых (Рисунок 2.21). Критическим значением ширины обочины, при уменьшении которой происходит значительный рост аварийности также можно считать значение 2,5 метра.

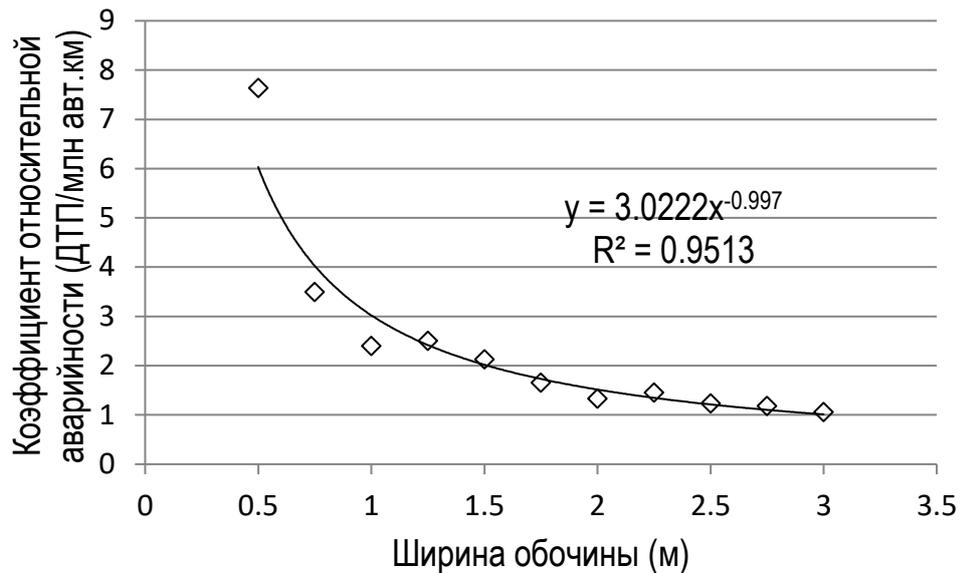


Рисунок 2.21 Зависимость коэффициента относительной аварийности от ширины обочины

2.2.6. Влияние видимости

Видимость дороги перед автомобилем, необходимая для его своевременной остановки перед препятствием на пути движения или заблаговременного снижения скорости с последующим совершением маневра объезда является одним из важнейших факторов, влияющих на относительную аварийность. Как правило, условия ограниченной видимости характерны для таких участков дороги как: кривые малого радиуса и конец подъема. Однако встречаются случаи, когда такие условия создаются искусственно, путем установки вблизи проезжей части: остановок общественного транспорта, магазинов, посадки деревьев и др.

Вполне очевидно, что высокие показатели расстояния видимости дают водителю большие возможности по прогнозированию развивающейся ситуации на дороге и принятию необходимых мер реагирования (торможение, объезд...). Напротив, места с ограниченной видимостью сопровождаются работой водителя в условиях дефицита времени на восприятие дорожных условий. Обобщение данных исследований Российских и зарубежных ученых, проведенное В.Ф. Бабковым показало, что уровень относительной аварийности тем выше, чем ниже значение видимости. При этом влияние расстояния

видимости на относительную аварийность начинает проявляться с 500 метров, а резкий рост аварийности приходится на значениях менее 100 метров.

Вместе с тем, необходимо отметить и наличие обратной точки зрения. Так в исследованиях проведенных Датскими исследователями, было установлено, что увеличение расстояния видимости с менее 200 метров до более 200 метров повышало степень риска на 23% [126]. Данный феномен исследователи объясняют большей собранностью и внимательностью водителей при прохождении сложных участков.

Результаты исследования, влияния расстояния видимости, на относительную аварийность, проведенного Чвановым В.В., совпадают с результатами исследования Бабкова В.Ф. Однако граница резкого роста аварийности смещена со 100 до 200 метров. Данный сдвиг исследователь объясняет повышением средних скоростей движения транспорта в современных условиях при неизменной скорости реакции водителей (Рисунок 2.22).

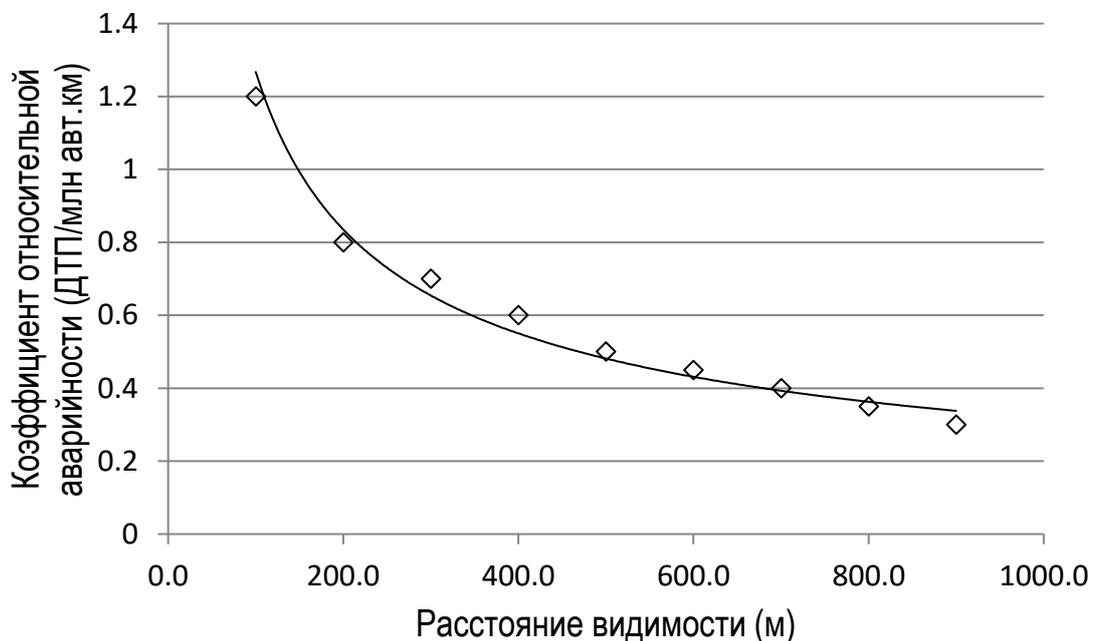


Рисунок 2.22 Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости (по данным В.В. Чванова) [93]

Необходимо отметить, что выделяют видимость в плане и в продольном профиле, однако, как показал анализ, характер этих зависимости аварийности

весьма схож, а различие влияния на относительную безопасность минимально. В связи с чем, по нашему мнению, допустимо рассматривать данный фактор в совокупности. Результаты анализа статистических данных о ДТП, произошедших на территории Сибирского федерального округа, показывают что зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости по своему характеру аналогична исследованиям Чванова В.В. и Бабкова В.Ф. и может быть описана степенной функцией (Рисунок 2.23). Вместе с тем необходимо заметить, что резкий рост аварийности наблюдается при снижении расстояния видимости менее 100 метров. Таким образом, результаты данного исследования в большей степени согласуются с исследованиями Бабкова В.Ф.

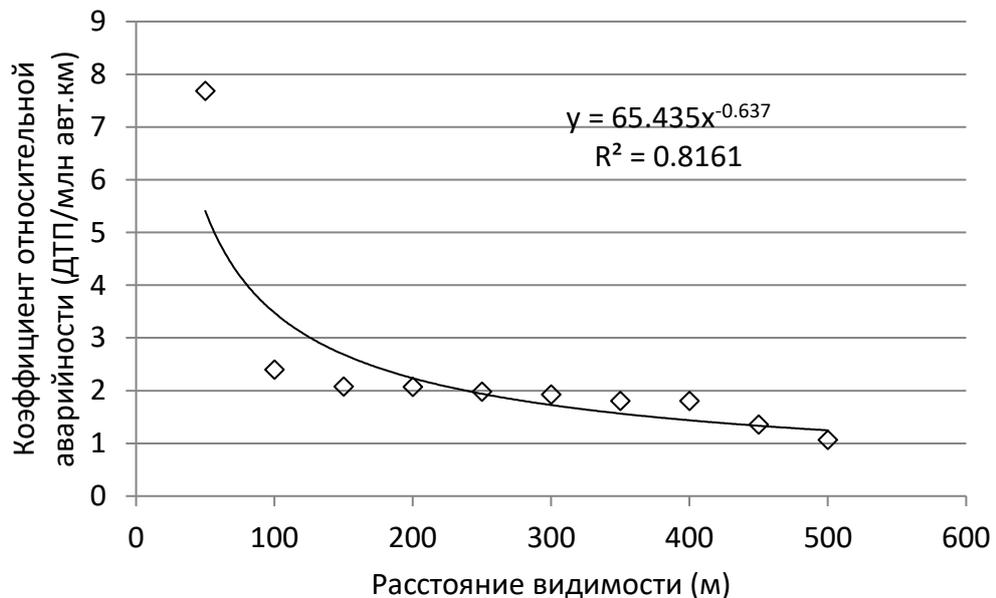


Рисунок 2.23 Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости

2.2.7. Влияние пересечений и примыканий в одном уровне

Пересечения и примыкания автодорог в одном уровне являются местами с повышенным риском ДТП, это обусловлено значительно более сложными условиями движения на них. Значительная часть мест концентрации ДТП приходится именно на такие участки. В разных странах на пересечениях в одном уровне происходит от 10 до 40 % всех ДТП [8]. По статистическим

данным на автомобильных дорогах федерального значения Сибирского федерального округа на различного вида пересечениях происходит около 10 % всех ДТП (Рисунок 2.2). Основная часть, которых приходится на нерегулируемые перекрестки неравнозначных дорог.

Повышенная аварийность на пересечениях в одном уровне обусловлена совокупностью различных факторов. Именно на пересечениях происходит нарушение сложившихся ранее режимов движения автомобилей, обусловленное поворотами и разворотами части из них. На стандартном Х-образном пересечении в одном уровне образуется 16 точек пересечения, 8 точек ответвления и 8 точек слияния потоков. Существенное влияние на аварийность на таких участках оказывает расстояние видимости. При организации ряда пересечений оно существенно ограничивается, в большей степени это присуще «стихийно» организуемым примыканиям полевых дорог. По наблюдениям Норвежских исследователей снижение расстояния видимости на пересечениях в одном уровне с 60 до 20 метров повышает риск ДТП в десять раз [8]. Кроме того, на относительную аварийность оказывает влияние также угол пересечения дорог, частота их расположения и тип дороги. Также, существенное влияние на относительную аварийность оказывает расположение участка автодороги в зоне застройки. Исследования показывают, что в населенных пунктах пересечения и примыкания имеют более высокие показатели риска ДТП [93].

Результаты исследования ФГУП «РОСДОРНИИ» показывают, что вероятность возникновения участков концентрации ДТП на пересечениях и примыканиях выше в местах не соответствующих нормативным требованиям (Рисунок 2.24). Анализ графика позволяет сделать вывод о том, что влияние дорожных условий на БДД в местах пересечений и примыканий в одном уровне весьма значимо. А вышеназванные особенности таких участков требуют отдельного анализа [93].

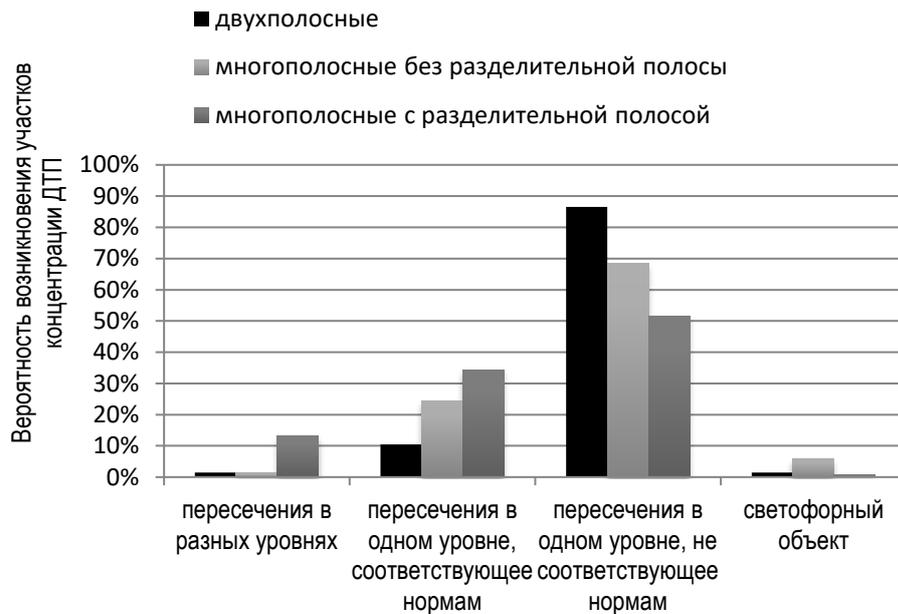


Рисунок 2.24 Вероятность возникновения участков концентрации ДТП в зоне пересечений и примыканий в одном уровне, расположенных на автомобильных дорогах федерального значения (по данным В.В. Чванова)

2.2.8. Влияние числа основных полос движения на проезжей части

Число основных полос для движения оказывает существенное влияние на значение коэффициента относительной аварийности [106, 145]. Технические условия России не предусматривают строительства новых дорог с тремя основными полосами движения. Это обусловлено их повышенной аварийностью [22]. Как показывают исследования введение третьей полосы на дороге при интенсивности движения 10-12 тыс. авт./сут. резко повышает риск ДТП, это обусловлено тем, что в таких случаях третья полоса используется преимущественно для обгонов, число которых также резко возрастает, что приводит к встречным столкновениям. При меньших значениях интенсивности изменение риска ДТП не существенно [8]. Результаты исследования В.В. Чванова, также показывают повышенный уровень аварийности на дорогах данного типа. Увеличение числа полос до четырех без обустройства разделительной полосы увеличивает риск ДТП еще выше. Дальнейшее увеличение числа полос до 6 и 8 положительно сказывается на БДД [93]. Обустройство разделительной полосы на четырехполосных дорог снижает риск

ДТП более чем в два раза. По мере увеличения числа полос движения степень влияние разделительной полосы снижается. Эффективность обустройства третьей полосы во многом зависит от четкости организации движения и дисциплинированности водителей. Целесообразно их обустройство в качестве дополнительных или при организации реверсивного светофорного регулирования для повышения пропускной способности дороги в случаях, когда интенсивность движения в часы пик резко различается в разных направлениях.

Как показывает анализ статистических данных мест концентрации ДТП на дорогах федерального значения Сибирского федерального округа, подобные места наиболее характерны для двухполосных дорог. Их доля составляет более 90%. Это обусловлено высокой долей их протяженности по отношению к многополосным. Как правило, дороги с четырьмя и более полосами наиболее характерны для пригородов крупных населенных пунктов, где интенсивность движения транспорта резко возрастает. Однако доля таких мест концентрации ДТП для дорог Сибирского федерального округа составляет менее 9%. Таким образом, при анализе аварийности число полос для движения необходимо учитывать как отдельный фактор, оказывающий существенное влияние на аварийность.

2.2.9. Влияние искусственных сооружений

При движении по дороге с большой скоростью водитель мысленно выстраивает пространственный коридор движения автомобиля. В случае постоянства дорожных условий, его скорость остается постоянной. Однако при наличии на дороге искусственных сооружений, визуальнo уменьшающих геометрические параметры дороги, водитель вынужденно снижает скорость. При этом в таких местах повышается риск ДТП. К таковым сооружениям относятся мосты, путепроводы, виадуки а также участки дорог расположенные на подходах к ним [8, 55].

При подъезде к искусственным сооружениям, на которых ширина проезжей части ниже чем у дороги, водитель, пытаясь избежать наезда на насыпи и тумбы у начала въезда на них стремится приблизиться к осевой линии проезжей части, тем самым повышает риск лобового столкновения. При этом, существенно снижается пропускная способность дороги. По исследованиям В.В. Чванова при увеличении ширины моста на 2 м шире проезжей части автомобильной дороги коэффициент относительной безопасности практически не изменяется [93].

Как показал анализ статистики мест концентрации ДТП на автодорогах Сибирского федерального округа только одно из них приходится на мост и три на подходы к мостам. Таким образом определить степень влияния данного фактора на аварийность не удалось. Для получения более точных зависимостей целесообразно изучать влияние данного фактора в отдельности от остальных без учета региональных особенностей.

2.2.10. Влияние застройки

Исторически автодороги стремились прокладывать через населенные пункты. Вначале это было обусловлено невысокими преодолеваемыми расстояниями при использовании конных перевозок. Впоследствии с развитием транспорта прокладка автомагистралей через населенные пункты была связана с необходимостью одновременного их благоустройства [8].

Вместе с тем, подобные участки характеризуются повышенным количеством ДТП. Риск ДТП в населенных пунктах, как правило, в два-три раза выше, чем на участках вне их. На относительную аварийность оказывает влияние протяженность населенного пункта, а также расстояние от застройки до дороги [55].

Высокая протяженность населенного пункта положительно сказывается на относительной аварийности, поскольку при проезде небольших поселков многие водители преодолевают их, практически не снижая скорости, пренебрегая при этом осложнением дорожных условий. По данным В.Ф.

Бабкова при протяженности населенного пункта менее 2 километров, происходит резкий рост аварийности, увеличение протяженности свыше 2 километров практически не оказывает существенного влияния на аварийность (Рисунок 2.25). Кроме того при частом расположении населенных пунктов, когда расстояния между ними малы, водители не успевают значительно повысить скорость, и средняя скорость на маршруте уменьшается.

Существенную роль играет также особенность планировки и ее удаленность от дороги. Зарубежная статистика указывает, что в ФРГ число происшествий возрастает в населенных пунктах в зависимости от их размера и особенностей планировки в 1,2—7,5 раза. К особенностям застройки следует относить наличие и количество тротуаров, наличие полос для местного движения [8]...

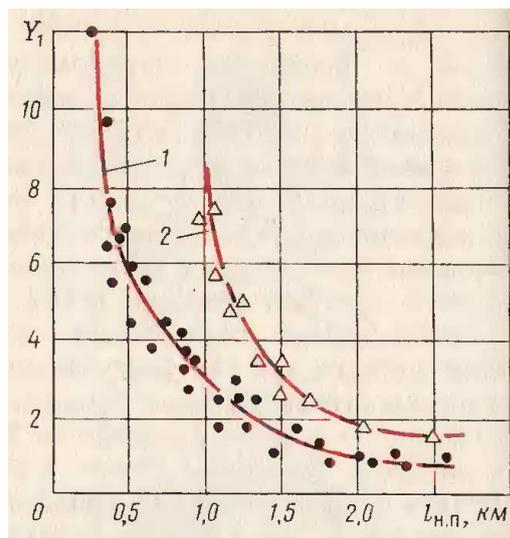


Рисунок 2.25 Зависимость коэффициента относительной аварийности от протяженности населенного пункта (1 – при наличии стоянок в местах сосредоточения автомобилей; 2 – при отсутствии стоянок) [9]

Таким образом, можно сделать вывод, что наличие населенных пунктов оказывает на относительную аварийность существенное влияние. Однако в силу множества определяющих факторов, не может быть описана исключительно дорожными условиями, отраженными в статистических карточках ДТП. Учитывая вышеизложенное, для повышения точности

прогнозирования, считаем целесообразным не учитывать при анализе ДТП, произошедшие в населенных пунктах.

2.2.11. Влияние характеристики покрытия

Опасность движения по дорогам во многом определяется сцеплением шины колеса автомобиля с дорожным покрытием. Коэффициент сцепления в значительной степени определяет длину тормозного пути автомобиля, кроме того, оказывает существенное влияние на его устойчивость и управляемость [55]. Коэффициент сцепления изменяется от 0,08 до 1,0 и зависит от таких параметров как: тип и состояние покрытия, тип и состояние автомобильной шины, осевые нагрузки на колесо. Дороги федерального значения Сибирского федерального округа в подавляющем большинстве имеют асфальтовое покрытие, коэффициент сцепления на котором колеблется: 0,7-0,9 на сухом, 0,5-0,6 на мокром, 0,25-0,45 на грязном. Как показывает анализ ДТП, произошедших на дорогах федерального значения Сибирского федерального округа, большинство из них происходит на сухом покрытии (Рисунок 2.26). Стоит отметить, что такое состояние покрытия как гололедица, загрязненное покрытие, пыльное покрытие, залитое водой в совокупности, составили менее 0,5%.

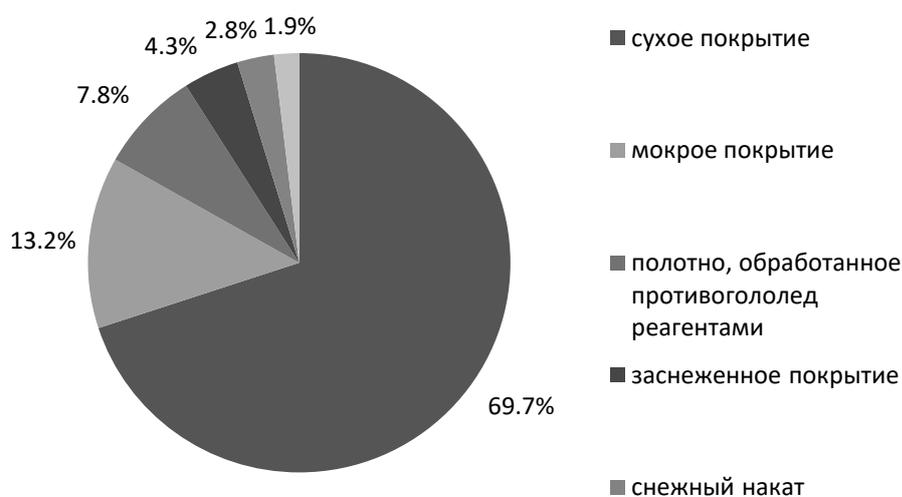


Рисунок 2.26 Распределение ДТП, произошедших на дорогах федерального значения Сибирского федерального округа в зависимости от состояния дорожного покрытия

В исследованиях В.В. Чванова отмечается, что зависимость коэффициента сцепления во многом обусловлена уровнем загрузки дорог и на двухполосных дорогах проявляется лишь при малой загрузке менее 0,2 от нормативного значения [110]. Это объясняется повышенным скоростным режимом движения транспорта на малозагруженных участках и соответственно увеличением степени влияния коэффициента сцепления на БДД. При более высокой загруженности автодорог, данная зависимость приобретает менее явный характер, а при значениях коэффициента сцепления более 0,3 практически не оказывает влияния на коэффициент относительной аварийности.

Таким образом, несмотря на значимость такого фактора как коэффициент сцепления на аварийность, можно сделать вывод о том, что степень его влияния во многом обусловлена уровнем загруженности участка автодороги и проявляется лишь при значениях ниже нормативных. Пониженные значения коэффициента в большей степени определяются состоянием покрытия, особенно в зимнее время года.

2.2.12. Влияние ширины разделительной полосы

Существенное влияние на БДД оказывает обустройство разделительных полос на многополосных дорогах. Данное решение позволяет существенно снизить количество лобовых столкновений, доля погибших в которых на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа составляет 50%. Снижение коэффициента относительной аварийности происходит при увеличении ее значения вплоть до 12 метров [94]. Особенно эффективны разделительные полосы, имеющие вогнутый поперечный профиль. Такие полосы существенно снижают скорость съехавшего на них автомобиля, не давая ему оказаться на полосе встречного движения. Однако простое обустройство разделительной полосы не полностью устраняет влияние

встречного потока на БДД. Сохраняется опасность ослепления водителей светом фар встречных автомобилей [93].

2.3 Выводы по главе:

- суточная интенсивность движения, расстояние видимости и ширина обочины является основными факторами, влияющими на относительную аварийность;
- зависимость коэффициента относительной аварийности от таких факторов как: суточная интенсивность движения, ширина обочины, расстояние видимости обратно пропорциональны коэффициенту относительной аварийности и носят степенной характер;
- зависимость коэффициента относительной аварийности от таких факторов как: ширина проезжей части и радиус кривизны дороги в плане и угол продольного уклона может быть описана полиномом 2 степени с экстремумом в точках 8,0 метров, 3500 метров и 25 ‰ соответственно;
- расчетный метод определения суточной интенсивности движения транспорта, предусмотренный методикой ОДМ 555-р от 19.06.2003 года является точным, но весьма трудоемким и требует значительных временных затрат, поэтому для автомобильных дорог, имеющих не более одного пересечения с федеральными дорогами целесообразно использовать упрощенную методику, в основе которой, лежит численность городского населения в радиусе доступности прогнозирования интенсивности;
- городская застройка оказывает существенное влияние на уровень относительной аварийности и требует отдельного рассмотрения.

Глава 3. Методика проведения эксперимента и обработки данных

3.1. Группировка исходных данных для статистического анализа

Учет дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации регламентируется Постановлением Правительства РФ от 29 июня 1995 г. N 647 "Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий". Согласно данному постановлению под дорожно-транспортным происшествием понимается событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения.

Таким образом, для признания происшествия дорожно-транспортным необходимо выполнение двух условий. Во-первых, происшествие должно произойти при участии движущегося транспортного средства по дороге. Под транспортным средством здесь понимаются автомобили, мотоциклы, мопеды, трамваи, троллейбусы, тракторы, гужевой транспорт и т.п. При этом местом дорожно-транспортного происшествия обязательно должна являться дорога. В связи с этим происшествия, произошедшие на территориях закрытых предприятий и организаций, не являются дорожно-транспортными.

Вторым условием является обязательное наличие общественно-опасных последствий. К таким последствиям могут относиться смерть или ранение людей, а также причинение материального ущерба гражданам, организациям или государству. При этом ранеными считаются лица, пострадавшие в ДТП и госпитализированные в медицинские учреждения на срок не менее 1 суток или нуждающиеся в амбулаторном лечении. К погибшим долгое время относились лица, погибшие на месте дорожно-транспортного происшествия либо умершие от его последствий в течение 7 последующих суток. Однако в 2009 году постановлением № 647 были внесены изменения и этот срок был увеличен до 30 суток. Данное изменение позволило более объективно сравнивать

показатели безопасности дорожного движения в РФ с другими странами (данный срок характерен для большинства стран Европы).

В соответствии с законодательством учету подлежат все ДТП. Однако их общее число весьма значительно. По мнению Волошина Г.Я. их можно классифицировать по степени тяжести последствий на три группы.

К первой группе относятся ДТП, в которых погибли или получили ранения люди. Такие ДТП согласно постановлению № 647 подлежат обязательному включению в государственную статистическую отчетность по ДТП. Учет таких ДТП ведется централизованно на федеральном уровне. На каждое подобное ДТП заполняется специальная карточка учета ДТП.

Ко второй группе относятся ДТП с материальным ущербом, но без пострадавших в нем людей. Подобные ДТП не подлежат включению в государственную статистику, регистрация подобных происшествий осуществляется по упрощенной схеме без составления учетной карточки, учитываются и анализируются они лишь на местном уровне органами ГИБДД и фиксируются в журналах учета ДТП [76]. Необходимо заметить, что форма журнала учета несовершенна и дает лишь минимум информации о произошедшем ДТП. К таковой информации относятся: дата, время, место ДТП, сведения об автотранспортных средствах и их водителях. В связи, с чем возможность системного анализа подобных происшествий отсутствует.

В третью группу относятся происшествия, которые по формальным признакам являются дорожно-транспортными, однако в государственную статистическую отчетность не включаются. К таковым относятся происшествия, произошедшие при проведении мероприятий по автотоспорту, в результате нарушения техники безопасности или правил эксплуатации транспортных средств, при выполнении транспортными средствами технологических производственных операций, а также из-за умышленных посягательств на жизнь и здоровье граждан. Как правило, такие происшествия относятся к категории производственный травматизм или несчастный случай [18].

Наибольший интерес для исследования влияния различных внешних факторов на вероятность возникновения ДТП представляет именно первая группа ДТП, поскольку данные о них унифицированы и наиболее полны.

Согласно постановлению Правительства № 647 государственная статистическая отчетность в сфере безопасности дорожного движения осуществляется органами внутренних дел, в подразделениях ГИБДД. На каждое ДТП, подлежащее государственной регистрации, составляется карточка учета. Форма данной карточки утверждена приказом министерства внутренних дел № 328 от 18.06.1996 года «О мерах по реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 29 июня 1995 г. N 647». Этим же приказом утверждена и инструкция по учету ДТП. В настоящее время данный приказ является недействующим (утратил силу в связи с изданием приказа МВД России от 25.03.2015 N 372) и вместо него используется временная инструкция по заполнению Карточки учёта ДТП. Вместе с тем, кардинальных изменений в карточке учета ДТП не произошло, а формат представления сведений используемые при проведении исследования изменениям не подвергался.

В настоящее время карточка учета ДТП состоит из десяти разделов (семь разделов в первоначальной редакции):

- общие сведения;
- место совершения ДТП;
- вид и схема ДТП;
- дорожные условия;
- действия на месте ДТП;
- сведения о транспортных средствах, участвовавших в ДТП;
- участники ДТП;
- номера полисов ОСАГО;
- идентификационный номер пострадавшего;
- дополнительные сведения.

В первом разделе «Общие сведения» отражается информация о дате и времени ДТП, числе погибших и раненых в ДТП, а также иная служебная информация (№ карточки, № КУСП, код подразделения ГИБДД и др.).

Второй раздел «Место совершения ДТП» содержит информацию о географическом месте расположения ДТП и краткой характеристике этого места. К данным сведениям относятся: наименование дороги и расстояние на ней (с точностью до метра) ее значение, улица и номер дома (для населенных пунктов), категория улицы, координаты ДТП по системе GPS/ГЛОНАСС, объекты улично-дорожной сети на месте совершения ДТП.

Третий раздел «Вид и схема ДТП» содержит сведения о виде ДТП, стандартизированной схеме, количестве транспортных средств, участвовавших в ДТП и количестве участников.

В четвертом разделе «Дорожные условия» содержатся данные представляющие для исследования наибольший интерес. Здесь отражена информация о геометрических характеристиках различных элементов дороги, виде и состоянии дорожного покрытия, освещении, недостатках транспортно-эксплуатационного состояния улично-дорожной сети, наличии объектов вблизи или в зоне прямой видимости от места совершения ДТП.

В пятом разделе «Действия на месте ДТП» фиксируются данные о времени и принятых действиях сотрудников различных экстренных служб. Данный раздел представляет интерес для анализа эффективности действий.

В шестом разделе «Сведения о транспортных средствах, участвовавших в ДТП» отражается информация о технических характеристиках транспортных средств, участвовавших в ДТП. Их тип, марка, модель, год выпуска, цвет, тип шин, расположение руля, наличие технической неисправности при их наличии и другие параметры.

Раздел седьмой «Участники ДТП» содержит информацию о всех пострадавших в ДТП, в том числе водителях всех транспортных средств, участвовавших в ДТП. К данной информации относятся: персональные данные участника, пол, дата рождения, водительский стаж, образование, социальная

характеристика, семейное положение, сведения о наличии водительского удостоверения...

Разделы восьмой, девятой и десятой содержат сведения о страховых полисах ОСАГО, идентификационных номерах пострадавших, а также дополнительные сведения о ДТП. Данные разделы в рамках исследования не анализировались и не обобщались.

Каждый раздел в карточке учета ДТП выделен в отдельное поле. Сведения в карточке учета ДТП заполняются текстом или кодифицируются согласно приложениям к временной инструкции по заполнению карточки учёта ДТП.

Для проведения многомерного регрессионного анализа были получены сведения о всех ДТП, произошедших на автомобильных дорогах федерального значения в период с 2013-2016 годы. Общее количество ДТП за указанный период составил 10 829. В общую базу данных из карточек учета ДТП были сведены следующие сведения:

- дата и время совершения ДТП;
- место совершения ДТП (регион, район, трасса, расстояние на трассе с точностью до метра, а также географические координаты);
- вид ДТП;
- кодификатор схемы ДТП;
- тип покрытия;
- план и профиль дороги;
- ширина проезжей части;
- количество полос для движения;
- ширина обочины;
- наличие и ширина разделительной полосы;
- недостатки улично-дорожной сети;
- объекты улично-дорожной сети, расположенные непосредственно на месте ДТП, а также вблизи него;

- освещение;
- состояние проезжей части.

По обобщенным данным был проведен топографический анализ, в результате которого ДТП были объединены в места концентрации ДТП (очаги аварийности). В соответствии с Федеральным законом от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 26.07.2017) "О безопасности дорожного движения" введено понятие аварийно-опасный участок дороги (место концентрации дорожно-транспортных происшествий), под которым понимается участок дороги, улицы, не превышающий 1000 метров вне населенного пункта или 200 метров в населенном пункте, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более дорожно-транспортных происшествия одного вида или пять и более дорожно-транспортных происшествий независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди [100]. Однако, данное понятие разными ведомствами трактовались по-разному. ГИБДД МВД России в своей деятельности руководствовалось приказом МВД от 08 июня 1999 № 410 «О совершенствовании нормативно-правового регулирования деятельности службы дорожной инспекции и организации движения Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации». Согласно приказу под аварийно-опасным участком дороги (местом концентрации ДТП) вне населенных пунктов является участок дороги, не превышающий 1000 м, на котором в течение года произошло два и более ДТП, или три и более ДТП за последние два года.

В дорожных организациях порядок определения мест концентрации ДТП регламентировался Правилами учета и анализа ДТП на автомобильных дорогах РФ, утвержденными приказом федеральной дорожной службы России от 23 июля 1998 №168. Согласно документу, под местом концентрации ДТП понимаются километровые участки автодорог, минимальное количество ДТП на которых определяется за период три года с учетом интенсивности движения на исследуемом участке [3].

В настоящее время в деятельности дорожных служб применяется отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.6.015-2015 Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации. Согласно которому, под аварийно-опасным участком дороги (местом концентрации ДТП) понимается участок дороги, улицы, не превышающий 1000 метров вне населенного пункта или 200 метров в населенном пункте, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более ДТП одного вида или пять и более ДТП независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди [61].

В исследовании за очаг аварийности принимается участок автомобильной дороги на котором за исследуемый период (2013-2016 годы) произошло 4 и более ДТП, при этом расстояние между ними не превышает 1000 метров. Данный критерий выбран таким образом, чтобы с одной стороны максимально снизить вероятность попадания в итоговую выборку ДТП, произошедших вследствие случайных обстоятельств, и с другой стороны, существенно не снизить ее репрезентативность. В результате проведенного топографического анализа ДТП по заданному критерию на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа было выделено 703 очага аварийности, при этом количество ДТП в данных очагах составило 53,4 % от их общего количества (Рисунок 3.1)

Несмотря на широкий перечень сведений отраженных в учетной карточке, для полноценного статистического анализа их явно не достаточно. Так в карточке учета отсутствует один из основных факторов, влияющий по мнению ученых на аварийность – интенсивность движения [8, 12, 18, 40, 41, 55, 93, 103].

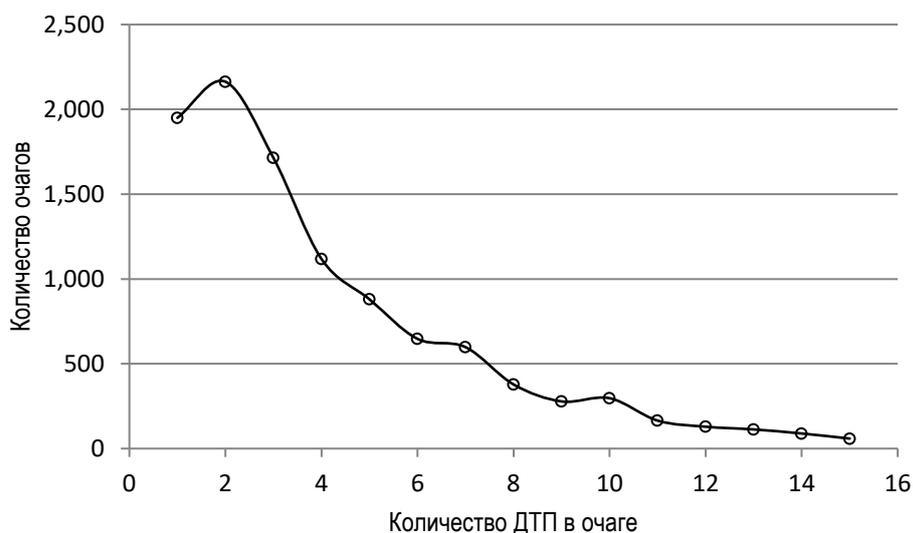


Рисунок 3.1 Распределение количества мест концентрации ДТП на федеральных автодорогах в Сибирском федеральном округе

Данный параметр рассчитывался исходя из общего количества жителей населенных пунктов, расположенных в 43-километровой зоне от очага аварийности по формуле номер, а также по методике, утвержденной Распоряжением Минтранса РФ от 19.06.2003 N ОС-555-р "О введении в действие "Руководства по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах".

Форма представления некоторых сведений, в карточке учета ДТП также не достаточно информативна. Продольный профиль дороги представлен всего 4 видами: горизонтальный, уклон, конец спуска (начало подъема), вершина подъема (начало спуска). А дорога в плане всего двумя: прямая и кривая. Очевидно, что отсутствие количественных показателей данных параметров значительно снижает точность расчета и не позволяет использовать указанные данные в регрессионном анализе.

В связи с этим, в целях измерения точных данных все ДТП, вошедшие в окончательную выборку, были нанесены на карту местности. Для этого использовались ГИС технологии Google Earth (Рисунок 3.2). Отсутствие информации о точном местонахождении километровых отметок на автодороге не позволило использовать для позиционирования сведения о местоположении

ДТП на определенном километре трассы. В связи с этим первоначальное нанесение мест ДТП производилось по координатам ГЛОНАСС/GPS указанным в учетных карточках (при их наличии). Однако зачастую данные координаты не позволяли точно позиционировать место ДТП на автодороге. В ряде карточек в соответствующих графах были проставлены нули, либо графы не заполнялись вообще. У части ДТП были указаны координаты, которые при нанесении на карту располагались, в лесном массиве, поле и т. п. Сведения о координатах подобных ДТП не учитывались в ходе исследования.

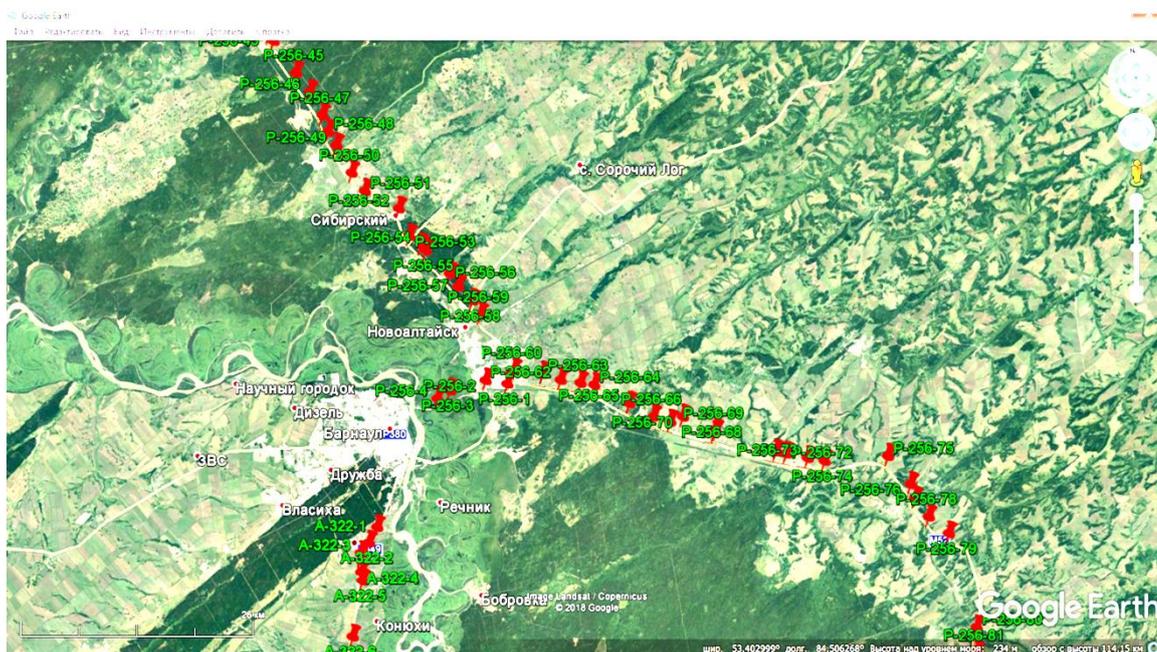


Рисунок 3.2 Общий вид рабочего окна ГИС Google Earth с нанесенными на карту местоположением очагов аварийности

Для повышения точности нанесения за отправную точку принимались местоположения тех ДТП, координаты которых точно совпадали с автодорогой, либо находились в непосредственной близости от нее. В связи с этим все очаги можно поделить на три группы:

- имеющие в своем составе более одного ДТП с точной привязкой к координатной сетке;
- имеющие в своем составе одно ДТП с точной привязкой к координатной сетке;
- не имеющие точно спозиционированных ДТП.

В первом случае за местоположение очага аварийности принималась точка пересечения автодороги и медианы, проходящей через нанесенные на карте ДТП, входящие в очаг. Во втором случае местоположение очага совпадало с местоположением ДТП, имеющего точную привязку к местности. В случае отсутствия точно спозиционированных ДТП в очаге, его местоположение определялось по расстоянию до ближайшего очага, местоположение которого было точно известно.

На следующем этапе необходимо было определить радиусы кривизны дороги в каждом очаге аварийности. Для решения данной задачи использовался стандартный инструмент ГИС Google Earth линейка, позволяющий измерять расстояния на карте. С помощью данного инструмента для каждого очага аварийности определялась длина хорды и высота кругового сегмента. Пример измерения данных показан на рисунке 1. Дальнейшее определение радиусов кривизны дороги в плане осуществлялось по формуле 8.

Измерение радиуса кривизны дороги осуществляется по формуле

$$R = \frac{L \cdot 180^\circ}{\pi \cdot \alpha} \quad (3.1)$$

где R – радиус кривизны участка автодороги; L – длина дуги; α – изменение направления в градусах.

Вместе с тем, при использовании распространенных геоинформационных систем, таких как Google Earth, Yandex Maps, возникают затруднения с измерением угла поворота трассы, поскольку в них отсутствует соответствующий инструментарий. Для решения данной проблемы может быть применена формула определения радиуса по длине хорды и высоте кругового сегмента. В этом случае формула имеет следующий вид:

$$R = \frac{4 \cdot h^2 + c^2}{8 \cdot h} \quad (3.2)$$

где h – высота кругового сегмента; c – длина хорды.

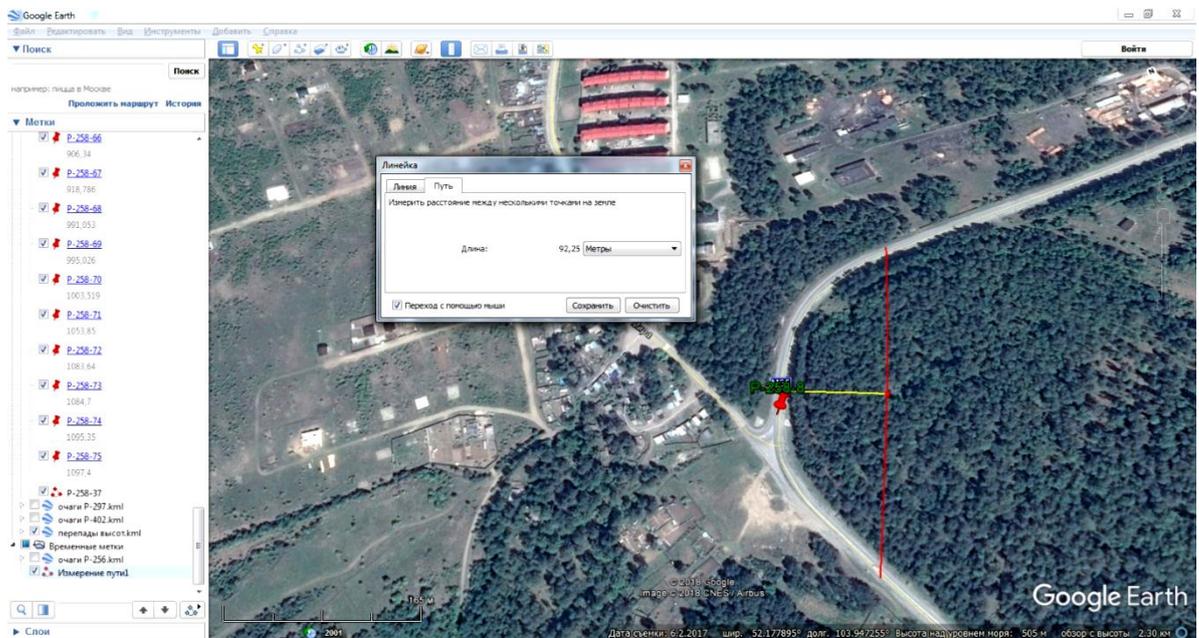


Рисунок 3.3 Пример измерения длины хорды и высоты кругового сегмента в ГИС Google Earth

Для определения количественной характеристики продольного профиля дороги, использовался инструмент «профиль рельефа», доступный при построении треков. Вдоль автодорог на расстоянии 500 метров в обе стороны от центра очага ДТП были проложены треки. Изменение профиля рельефа которых и было положено в основу.

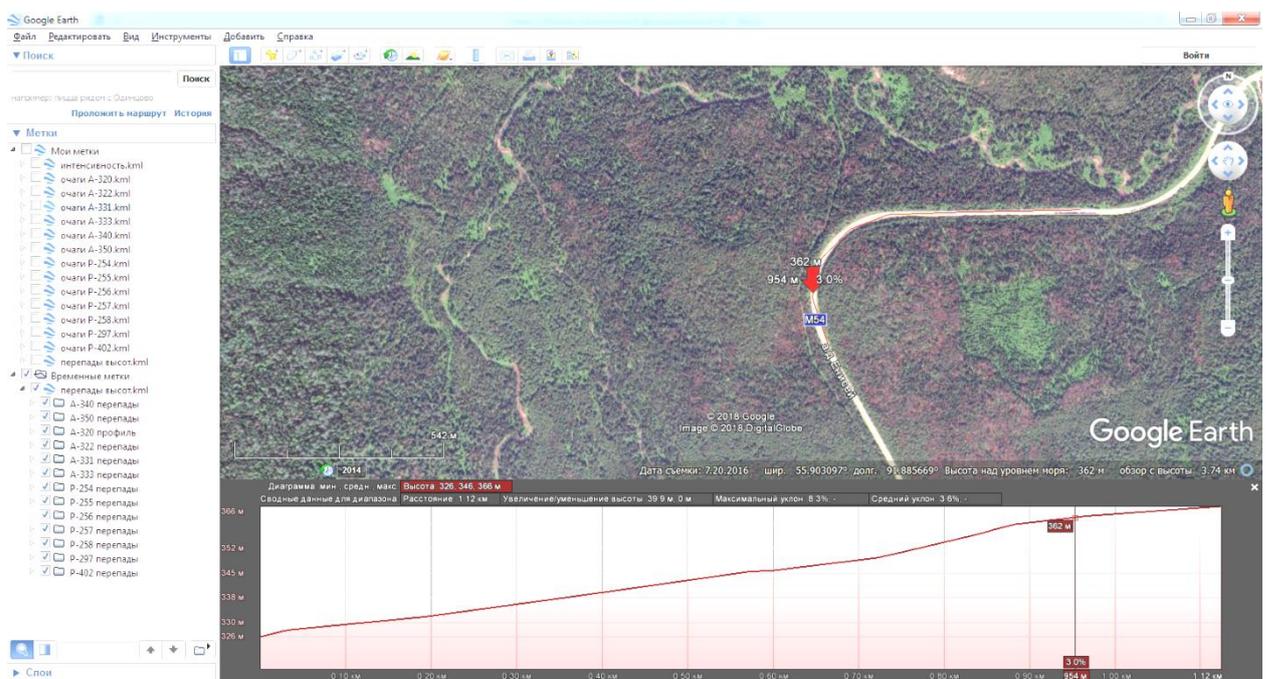


Рисунок 3.4 пример измерения продольного профиля автодороги в ГИС Google Earth

В целях проверки точности результатов, полученных с использованием ГИС Google Earth осуществлялись выезды на места ДТП. В ходе выездов были осуществлены натурные замеры таких дорожных условий как расстояние видимости, радиус кривизны дороги в плане, ширина проезжей части и обочины в 8 местах концентрации ДТП, на автодорогах Р-255 и Р-258 расположенных на территории Иркутской области и республики Бурятия. На следующем этапе было проведено сопоставление значений дорожных условий полученных в ходе натурных замеров с аналогичными значениями, полученными с использованием ГИС. Результаты сопоставления показали, что их погрешность составляет не более 5% от фактических значений, таким образом, ею можно пренебречь. В связи с вышеизложенным, дальнейшие измерения проводились с использованием ГИС.

3.2. Выводы по главе:

- измерение таких дорожных условий как: ширина проезжей части, ширина обочины, целесообразно проводить с использованием статистических данных в карточках учета ДТП;
- при измерении таких дорожных условий как: расстояние видимости, радиус кривизны дороги в плане и угол продольного уклона дороги целесообразно использовать геоинформационные системы, такие как Google Earth...
- для проведения многофакторного регрессионного анализа подходят лишь статистические данные, отраженные в карточках учета ДТП, т.е. включенные в государственную статистику;
- при проведении топографического анализа целесообразно использовать статистические данные о местоположении ДТП в формате координат GPS/ГЛОНАСС и километровой отметки на трассе в совокупности.

Глава 4. Результаты анализа экспериментальных данных оценки и прогнозирования БДД

4.1. Проверка данных на основе критерия выпад основных параметров, определяющих дорожные условия

В результате исключения из выборки мест концентрации ДТП, расположенных в населенных пунктах (зоне застройки), в итоговую выборку попали статистические сведения о 402 очагах ДТП, расположенных на федеральных автодорогах 2 и 3 технических категорий Сибирского федерального округа вне населенных пунктов. В качестве независимых факторов, оказывающих влияние на аварийность были выбраны: суточная интенсивность движения, ширина обочины, ширина проезжей части, расстояние видимости, радиус кривизны дороги в плане и продольный угол наклона. Выбор данных факторов обусловлен проведенным анализом (см. гл. 2) и тем, что они характерны для очагов аварийности вне зависимости от времени года или суток. Кроме того, по результатам многочисленных исследований данные факторы могут оказывать значительное влияние на конечный уровень аварийности.

Первым шагом перед проведением регрессионно-корреляционного анализа необходимо выполнить проверку значений исследуемых факторов на наличие выпадов (артефактов). Под выпадом понимаются такие максимальные или минимальные значения, которые в значительной мере отличаются от общего массива данных. В целях повышения точности анализа полученная совокупность факторов была проверена на наличие выпадов (артефактов). В этих целях было определено нормированное отклонение по каждому параметру и проведено его сравнение со стандартным значением. Проверка выпадов производится по следующему условию:

$$T = \frac{\bar{X}_i - \mu}{\sigma} \geq T_{st} \quad (4.1)$$

где T – критерий выпада; \bar{X}_i - выделяющееся значение признака (минимальное или максимальное); μ - среднее арифметическое значение выборки; σ - среднее квадратичное значение выборки.

В случае если для выделяющегося значения в выборке выполняется условие 4.1, то такое значение является выпадом и в дальнейших расчетах не учитывается. По итогам проведения проверки был выявлен ряд очагов ДТП, критерий выпада которых по различным параметрам удовлетворял условию. Соответственно данные очаги ДТП в дальнейших расчетах не использовались. Общие массивы данных параметров дорожных условий, представлены в приложении 1.

Ниже приведен пример расчета критерия выпада, выполненный для общей совокупности выборки значений суточной интенсивности движения транспорта в количестве 402 наблюдения. Среднее арифметическое значение суточной интенсивности движения рассчитывается по следующей формуле 4.2:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (4.2)$$

Значение среднеквадратического отклонения определяется по формуле 4.3.:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (4.3)$$

Для данной выборки среднеарифметическое значение составило 5358,3 авт/сут при среднеквадратичном отклонении 4749,3 авт/сут. Наибольшее значение суточной интенсивности движения в данной выборке соответствует очагу аварийности, расположенному на 750 км автодороги Р-255 вблизи г. Красноярск и составляет 27 495 авт/сут.

Подставив полученные значения в формулу 4.1 получаем расчетное значение критерия выпада для данного значения суточной интенсивности 4,7. При этом стандартное значение критерия выпада для данной выборки

составляет 3,4. Учитывая тот факт, что условие 4.1. выполняется, данное значение суточной интенсивности следует исключить из дальнейшего анализа.

Расчеты по остальным значениям и параметрам проведены аналогично, а итоговые данные о количестве выпадов сведены ниже (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 количество выпадов из общей выборки

Количество артефактов в выборке по критерию выпад					
интенсивность	ширина проезжей части	ширина обочины	видимость	радиус кривизны	угол наклона
50	10	2	5	0	19

Необходимо отметить, что в ряде случаев очагам ДТП были присущи несколько факторов удовлетворяющих критерию выпад. Исключив из общей выборки очаги ДТП, хотя бы один фактор которых удовлетворяет критерию выпад, имеем итоговый объем выборки 329 очагов ДТП.

4.2. Результаты прогнозирования интенсивности транспортных потоков

В связи с высокой трудоемкостью проведения расчетов по определению интенсивности было принято решение о получении новой зависимости в основу, которой будут входить параметры, имеющиеся в свободном доступе. В качестве основного аргумента, влияющего на интенсивность, было выбрано количество жителей населенных пунктов в зоне влияния, которых находится исследуемый участок.

Для проведения анализа был составлен список населенных пунктов, численности населения в них и их местоположение с привязкой к километражу автодороги (см. Приложение № 2). При этом учитывались все населенные пункты с численностью жителей от 100 человек. Общее число таких населенных пунктов, расположенных вблизи федеральных автодорог Сибирского федерального округа составило 466 ед. Кроме того, были получены официальные сведения о фактической среднегодовой суточной интенсивности

на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа в 2016 году (запрос в Федеральное дорожное агентство от 07.03.2017 № 22/704). При этом для повышения точности расчета были исключены данные об интенсивности движения на участках автодорог, имеющих альтернативные пути объезда (в основном вблизи крупных городов), поскольку в этом случае данные о фактической интенсивности будут ниже расчетных значений.

Мировая практика имеет диапазон транспортной доступности от 10 до 70 километров и зависит от множества факторов. К ним относятся разница размера заработной платы в соседних населенных пунктах, время необходимое для поездки... Так для Парижа данное расстояние равно 73 км. А для Иркутска 17 км. Для установления усредненной зоны влияние населенных пунктов в Сибирском федеральном округе был проведен корреляционный анализ между фактической интенсивностью движения и общим числом жителей населенных пунктов, расположенных в указанной зоне. Наибольший коэффициент корреляции был получен при установлении 43-километровой зоны вокруг населенного пункта. Предположительно, все дороги Сибирского федерального округа, будут иметь корреляционную связь с численностью жителей тех населенных пунктов, через которые рассматриваемые дороги проходят. Результаты проведенного регрессионно-корреляционного анализа отражены в таблице 4.2

Таблица 4.2 Результаты регрессионно-корреляционного анализа по федеральным автодорогам Сибирского федерального округа

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R		0,580764		
R-квадрат		0,337287		
Нормированный R-квадрат		0,327541		
Стандартная ошибка		5572,333		
Общие наблюдения / групп наблюдений		70		
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$
Регрессия	1	1,07E+09	34,60847	1,36E-07

Остаток	68	31050894		
Итого	69	-		
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел
		$t_{\text{расчет}}$	$t_{95\%;11}$	нижний верхний
B_0	4248,977	5,689803	2,0	2758,82 5739,134
B_1	0,00627	5,882897		0,004143 0,008396
Матрица корреляции				
	Y	X ₁		
Y	1			
X	0,580764	1		
$Y=4221+0,006288X$				

По результатам регрессионного анализа можно отметить слабую связь между интенсивностью движения Y и объясняющим ее фактором X. Вместе с тем, численность жителей, расположенных вблизи населенных пунктов является основным очевидным фактором, определяющим значение интенсивности. Кроме того, значимость данного фактора подтверждается достаточно высоким значением коэффициента Стьюдента.

Низкая степень корреляции может быть объяснена влиянием неучтенного транзитного транспорта, поскольку такие автодороги как Р-254, Р-255, Р-258, Р-297 соединяют между собой не только все остальные федеральные трассы округа, но и европейскую часть России с Дальним Востоком. Таким образом, интенсивность движения на указанных трассах повышается за счет транзитных корреспонденций. Исключение таких автодорог из регрессионного анализа позволяет снизить влияние транзитного транспорта на итоговую интенсивность. Результаты регрессионного анализа по скорректированным данным представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 Результаты регрессионно-корреляционного анализа по скорректированным данным

Регрессионная статистика	
Коэффициент корреляции R	0,939903

R-квадрат		0,883418			
Нормированный R-квдрате		0,879255			
Стандартная ошибка		3078,637			
Общие наблюдения / групп наблюдений		30			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$	
Регрессия	1	2,01E+09	212,1749	1,36E-14	
Остаток	28	9478008			
Итого	29	-			
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	2530,559	3,930613	2,05	1211,779	3849,34
B_1	0,017325	14,56622		0,014889	0,019762
Матрица корреляции					
	Y	X_1			
Y	1				
X	0,939903	1			
$Y=2530+0,017325X$					

После исключения из расчета транзитных федеральных автодорог значительно вырос коэффициент детерминации (с 0,34 до 0,88). Критерий Фишера-Снедекора вырос (с 35 до 212) и значительно превышает критическое значение, что говорит о высокой степени значимости модели. Кроме того в данном случае значительно возросло и влияние независимой переменной на функцию отклика, что подтверждается высоким значением коэффициента Стьюдента. Вместе с тем, необходимо заметить, что в данной модели значение свободного члена весьма велико, что говорит о наличии неучтенных факторов влияющих на интенсивность, однако степень их влияния относительно невысока, поэтому можно с уверенностью говорить о высокой достоверности полученной математической модели (Рисунок 4.1).

Основываясь, на результатах регрессионно-корреляционного анализа (табл. 4.3.) следует привести регрессионное уравнение, которое может быть рекомендовано для практического применения:

$$N = 2530 + 0.017325 \cdot P, \quad (4.4)$$

где P – общее количество жителей населенных пунктов, расположенных в 43-километровой зоне от исследуемого участка.

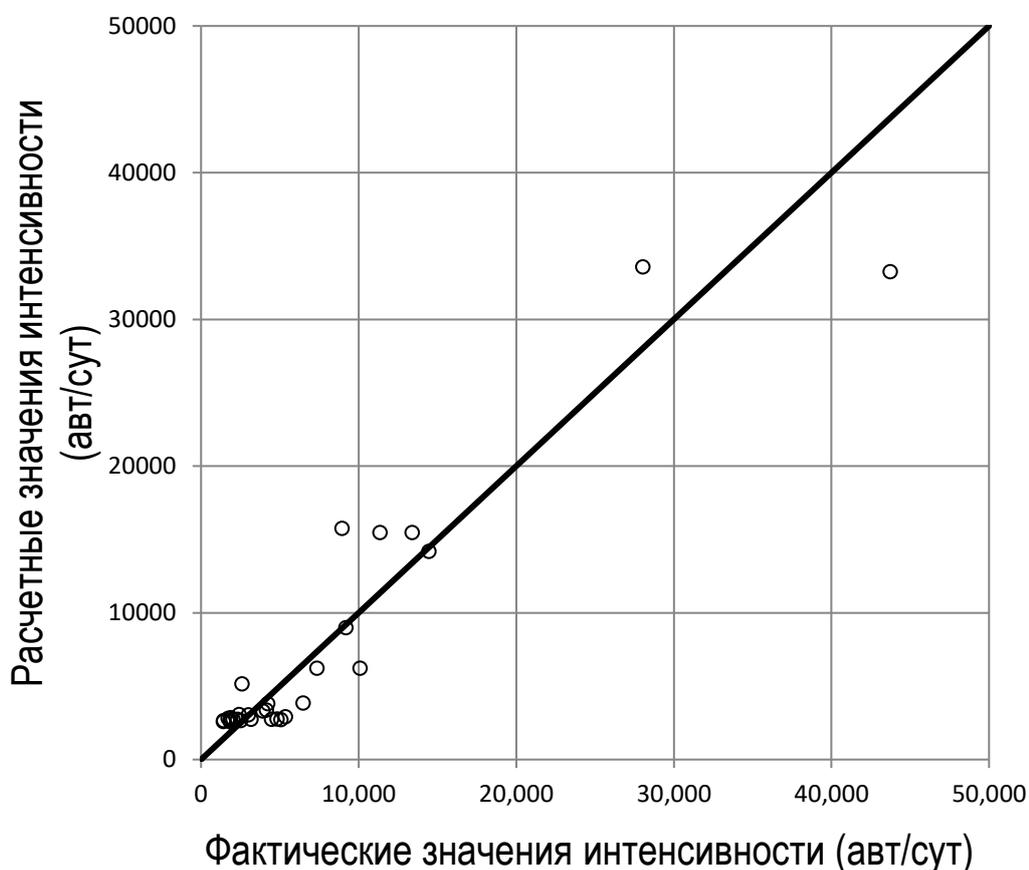


Рисунок 4.1 Оценка точности прогнозирования среднегодовой суточной интенсивности движения на автодорогах Сибирского федерального округа

Границами применения данного уравнения является, во-первых, федеральные автомобильные дороги, имеющие не более одного пересечения с другими федеральными дорогами, во-вторых, данное уравнение будет справедливо для диапазона численности жителей населенных пунктов от 100 до 2 761 659 чел.

4.3. Результаты прогнозирования коэффициента относительной аварийности

Первоначально в качестве регрессионной модели была выбрана множественная линейная регрессия, а в качестве независимых факторов

определены: интенсивность движения, ширина проезжей части, ширина обочины, расстояние видимости, радиус кривизны дороги в плане, угол продольного уклона. Массив статистических данных по рассматриваемым очагам приведен в приложении 1. Результаты анализа представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 Результаты регрессионного линейная регрессия 6 факторов

Регрессионная статистика							
Коэффициент корреляции R		0,706114					
R-квадрат		0,498597					
Нормированный R-квдрате		0,489283					
Стандартная ошибка		0,764021					
Общие наблюдения / групп наблюдений		330					
Дисперсионный анализ							
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F				
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$			
Регрессия	6	31,24818	53,53214	1,27E-45			
Остаток	323	0,583728					
Итого	329	-					
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел			
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний		
B_0	2,865324	13,33025	2,00	2,442447	3,288201		
интенсивность (авт/сут)	-0,00023	-9,52857		-0,00028	-0,00018		
ширина обочины (м)	-0,58099	-9,45137		-0,70193	-0,46006		
видимость (м)	-0,00035	-3,04596		-0,00057	-0,00012		
ширина проезжей части (м)	0,14238	6,052857		0,096103	0,188657		
радиус кривизны, (м)	3,54E-06	2,138249		2,83E-07	6,8E-06		
угол наклона ‰	0,022871	0,974392		-0,02331	0,069048		
Матрица корреляции							
	Y	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰

					(м)		
Y	1						
интенсивность (авт/сут)	- 0,53125	1					
ширина обочины (м)	-0,557	0,37338 3	1				
видимость (м)	- 0,24326	0,10277 7	0,31247 3	1			
ширина проезжей части (м)	- 0,00151	0,26317 3	0,25921 8	0,19881 6	1		
радиус кривизны, (м)	0,06315 1	- 0,12047	0,00924 8	0,30861	- 0,10511	1	
угол наклона %	0,07441 6	-0,0099	- 0,04489	- 0,22282	-0,0372	- 0,10377	1
Модель не значима							

Как видно из таблицы показатели регрессионной статистики не высокие. Коэффициент детерминации равен 0,49. Что говорит о низкой точности рассчитанной математической модели, но вместе с тем указывает на наличие нечеткой зависимости между уровнем аварийности и исследуемыми факторами (дорожными условиями). Наличие связи подтверждается также и высокими значениями коэффициентов Стьюдента, что говорит о верно выбранных независимых факторах. Однако, учитывая вышеизложенное, данная модель не может быть принята для практического применения.

Дальнейший анализ выборки показал, что в расчетах участвуют данные о ДТП в очагах аварийности, произошедшие как на двухполосных, так и трехполосных дорогах. Вместе с тем, механизм движения транспортных средств по таким дорогам существенно отличается от движения по двухполосным. Так, на трехполосных дорогах средняя полоса в основном используется на затяжных подъемах для предоставления возможности обгона тихоходных транспортных средств без выезда на полосу встречного движения. Данное решение позволяет значительно снизить процент лобовых столкновений. Кроме того, дополнительные полосы могут использоваться в качестве переходно-скоростных полос на одноуровневых нерегулируемых

пересечениях. Учитывая вышеизложенное, использование статистических данных о дорожных условиях, соответствующих очагам аварийности на дорогах с разным количеством полос неизбежно приведет к снижению точности расчета. Таким образом, при проведении статистического анализа целесообразно разделить такие очаги на кластеры.

После исключения из общего массива данных сведений об очагах аварийности произошедших на многополосных дорогах объём выборки составил 290 очагов см. приложение 1. Общее количество очагов аварийности, расположенных на многополосных дорогах составило 40 штук. Анализ данных очагов показал, что половина из них приходится на нерегулируемые перекрестки, т.е. фактически 3 и 4 полоса движения в этом случае являются дополнительными переходно-скоростные полосами (полосы разгона и торможения). Учитывая тот факт, что основной целью данных полос является снижение аварийности на перекрестке, за счет упрощения процесса поворота, их дальнейший учет при анализе может существенно исказить результаты анализа. Проведение регрессионного анализа по данным очагам в отдельности нецелесообразно ввиду малого числа наблюдений в данной выборке.

Дальнейший анализ производился по статистическим данным о дорожных условиях в очагах аварийности на двухполосных автодорогах. Результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 Результаты регрессионно-корреляционного анализа линейная модель двухполосные дороги

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R		0,830035		
R-квадрат		0,688958		
Нормированный R-квдрате		0,682363		
Стандартная ошибка		0,522911		
Общие наблюдения / групп наблюдений		290		
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$
Регрессия	6	28,56696	104,4741	8,37E-69
Остаток	283	0,273436		
Итого	289	-		

	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел			
		$t_{расчет}$	$t_{95\%,11}$	нижний	верхний		
B_0	5,652821	15,77756	2,00	4,947584	6,358058		
интенсивность (авт/сут)	-0,00018	-9,76014		-0,00021	-0,00014		
ширина обочины (м)	-0,46938	-10,2508		-0,55951	-0,37925		
видимость (м)	-0,00056	-6,19995		-0,00074	-0,00038		
ширина проезжей части (м)	-0,25694	-5,12153		-0,35569	-0,15819		
радиус кривизны, (м)	6,19E-06	5,28093		3,88E-06	8,5E-06		
угол наклона ‰	-0,00545	-0,32223		-0,03871	0,02782		
Матрица корреляции							
	Y	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰
Y	1						
интенсивность (авт/сут)	-0,6092	1					
ширина обочины (м)	-0,67611	0,371917	1				
видимость (м)	-0,37983	0,129411	0,329242	1			
ширина проезжей части (м)	-0,47197	0,279222	0,380091	0,197307	1		
радиус кривизны, (м)	0,107066	-0,0997	0,039012	0,380177	0,08376	1	
угол наклона ‰	0,002919	0,025721	-0,03743	-0,17743	0,065894	-0,11474	1
$K_{ав} = 5,65 - 0,00018 * N - 0,469 * P_{об} - 0,00056 * V - 0,26 * P_{пч} - (6,19E-06) * R - 0,00545 * i$							

Как видно из результатов анализа значительно увеличился коэффициент детерминации R^2 , что говорит о наличии заметной связи между независимыми переменными и функцией отклика. Показатели значимости коэффициентов Стьюдента (t-статистика) показывает значимость всех факторов, за исключением продольного угла наклона дороги. Вместе с тем, весьма велико

значение свободного члена. Данный показатель говорит о наличии влияния на модель неучтенных факторов.

В целом, основные показатели регрессионной статистики линейной модели удовлетворительны, а учитывая тот факт, что критерий Фишера-Снедекора значительно превышает критическое значение, можно сказать, что, полученная модель может быть принята для практических расчетов, при отсутствии более значимой модели.

Однако, как показывает анализ зависимостей коэффициента относительной аварийности от дорожных условий, в большинстве случаев она описывается не линейным, а степенным уравнением (Рисунок 2.6, Рисунок 2.21, Рисунок 2.23). В результате изменения модели зависимость коэффициента относительной аварийности от внешних факторов будет иметь следующий вид:

$$K_{ав} = a \cdot X_1^b \cdot X_2^c \cdot X_3^d \dots X_i^j \quad (4.5)$$

Таким образом, в целях повышения точности модели целесообразно проводить множественную степенную регрессию. Регрессионный анализ скорректированных данных представлен в таблице 4.6

Таблица 4.6 Результаты регрессионно-корреляционного анализа степенная модель двухполосные дороги

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R	0,892809				
R-квадрат	0,797108				
Нормированный R-квадрат	0,792806				
Стандартная ошибка	0,248605				
Общие наблюдения / групп наблюдений	290				
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$	
Регрессия	6	11,45265	185,3046	6,2E-95	
Остаток	283	0,061804			
Итого	289	-			
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	8,211314	17,73769	2,00	7,300091	9,122537
B_1	-0,66562	-16,7003		-0,74408	-0,58717
B_2	-0,30087	-7,60942		-0,3787	-0,22304

B ₃	-0,36889	-11,9925			-0,42944	-0,30834	
B ₄	-0,31468	-1,65415			-0,68913	0,059778	
B ₅	0,092728	7,864192			0,069519	0,115938	
B ₆	0,01841	1,4079			-0,00733	0,044149	
Матрица корреляции							
	Y	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰
Y	1						
интенсивность (авт/сут)	-0,6092	1					
ширина обочины (м)	-0,67611	0,371917	1				
видимость (м)	-0,37983	0,129411	0,329242	1			
ширина проезжей части (м)	-0,47197	0,279222	0,380091	0,197307	1		
радиус кривизны, (м)	0,107066	-0,0997	0,039012	0,380177	0,08376	1	
угол наклона ‰	0,002919	0,025721	-0,03743	-0,17743	0,065894	-0,11474	1
$K_{ав} = 3445 * N^{-0.67} * P_{об}^{-0.30} * V^{-0.37} * P_{пч}^{-0.31} * R^{-0.09} * i^{-0.018}$							

В результате изменения типа зависимости выросли все ключевые показатели. Коэффициент множественной детерминации значительно вырос с 0,67 до 0,79. Существенно вырос критерий Фишера с 96 до 185 и многократно превышает критическое значение. Изменились значения t-статистики независимых факторов. Несмотря на ранее полученную зависимость (Рисунок 2.15), стоит отметить незначимость в модели такого показателя как продольный угол наклона дороги. Данный фактор является незначимым как при линейной, так и при степенной зависимости. Это может быть объяснено нивелированием степени влияния данного фактора за счет использования современных транспортных средств с повышенными тягово-скоростными характеристиками и соответственно снижения сложности осуществления маневров в условиях сложного рельефа (например, обгон на подъеме). Как показал дальнейший анализ во всех моделях данный фактор оставался незначимым, поэтому можно с уверенностью утверждать об отсутствии влияния на аварийность такого фактора как продольный угол наклона дороги. Кроме того в данной модели

необходимо отметить невысокую значимость такого фактора как ширина проезжей части.

Таким образом, сопоставление данных анализа линейной и степенной зависимости, позволяет сделать однозначный вывод о более высоком уровне точности степенной модели при описании данной зависимости.

Основываясь, на результатах регрессионно-корреляционного анализа (табл. 4.5) следует привести регрессионное уравнение, которое может быть рекомендовано для практического применения:

$$K_{ав} = 3445 \cdot X_1^{-0.66} \cdot X_2^{-0.30} \cdot X_3^{-0.37} \cdot X_4^{-0.31} \cdot X_5^{0.09}, \quad (4.6)$$

где X_1 – суточная интенсивность движения (авт/сут); X_2 – ширина обочины (м); X_3 – расстояние видимости (м); X_4 – ширина проезжей части (м); X_5 – радиус кривизны дороги в плане(м).

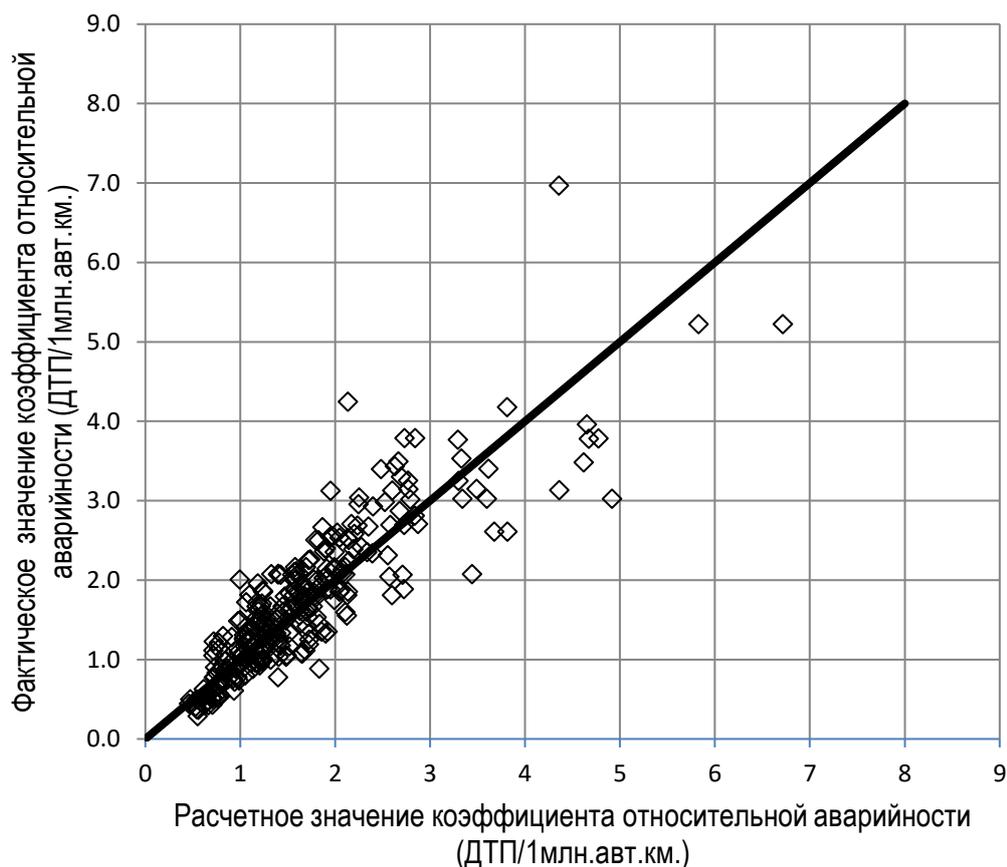


Рисунок 4.2 Оценка точности прогнозирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий на двухполосных дорогах

Границами применения данного уравнения является, автомобильные дороги федерального значения суточная интенсивность движения на которых находится в пределах от 1311 до 9881 авт./сут., ширина обочины составляет от 0,3 метра до 3,8 метра, расстояние видимости не менее 130 метров, ширина проезжей части которых лежит в диапазоне от 6,2 метра до 9,5 метров, а радиус кривизны дороги в плане составляет не менее 26 метров. Данное уравнение может быть применено для прогнозирования числа ДТП на участках автодорог, являющихся очагами ДТП, а также для экономического расчета и обоснования мероприятий по реконструкции, направленных на повышения безопасности дорожного движения на таких участках. Вместе с тем, границы применения уравнения слишком велики и не позволяют использовать данную зависимость для выявления очагов ДТП на этапе проектирования автодороги.

Несмотря на достаточно высокие показатели точности статистического анализа, участки автодорог, характеризующиеся особыми условиями движения (пересечения в одном уровне, кривые в плане) следует рассматривать индивидуально. Это обусловлено тем, что механизм совершения ДТП не единообразен и во многом зависит не только от дорожных условий, но и от места в котором оно происходит.

По результатам исследований проведенных Чвановым В.В., на пересечениях и примыканиях в одном уровне, расположенных на автомобильных дорогах федерального значения, приходится – 28% от общего числа ДТП [93]. Анализ статистических данных об очагах аварийности, на федеральных автодорогах Сибирского федерального округа показывает, что на аналогичные пересечения приходится 31% от общего числа ДТП и 27% очагов аварийности. Таким образом, наиболее очевидным с точки зрения логики является выделение в отдельный класс очагов ДТП, находящихся на пересечениях автодорог в одном уровне.

Выделение в отдельный класс подобных ДТП, обусловлено тем, что механизм возникновения ДТП в таких очагах связан с пересечением транспортных потоков. Таким образом, любое пересечение автодорог в одном

уровне характеризуется повышенной аварийностью. По исследованиям В.Ф. Бабкова степень риска на таких пересечениях возрастает от 2 до 4 раз в зависимости от интенсивности движения по основной из них. Вместе с тем, как показал анализ данных, не каждое пересечение является очагом аварийности. Это обусловлено в большинстве случаев низкой интенсивностью движения по второстепенной автодороге. Обобщив и проанализировав данные об очагах аварийности на пересечениях в одном уровне, можно утверждать, что они будут признаваться очагами аварийности в случаях:

- если второстепенная автодорога, соединяет федеральную трассу с населенным пунктом с численностью населения более 1 000 человек;
- если второстепенная дорога соединяет федеральную трассу с садоводческими и дачными товариществами, расположенными на расстоянии не более 200 метров от основной дороги.

Регрессионный анализ данных данного кластера ДТП, показал низкую значимость таких факторов как: радиус кривизны дороги в плане и угол продольного уклона. Поэтому в окончательном анализе в качестве независимых факторов выступают: интенсивность движения, ширина проезжей части, ширина обочины и расстояние видимости. Результаты регрессионного анализа представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 Результаты регрессионно-корреляционного анализа для пересечений в одном уровне

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R	0,92513			
R-квадрат	0,855866			
Нормированный R-квдрате	0,847746			
Стандартная ошибка	0,216474			
Общие наблюдения / групп наблюдений	76			
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$
Регрессия	4	4,939119	105,3991	4,29E-29
Остаток	71	0,046861		
Итого	75	-		
	Коэффициенты	t - статистика	95%-й доверительный	

	регрессии			предел	
		$t_{\text{расчет}}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	10,45208	13,84826	2,00	8,947135	11,95702
B_1	-0,46269	-6,38533		-0,60717	-0,3182
B_2	-0,31722	-4,42895		-0,46004	-0,17441
B_3	-0,34577	-5,0097		-0,48339	-0,20815
B_4	-1,99032	-4,98545		-2,78636	-1,19429
Матрица корреляции					
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Y	1				
X_1	-0,60848	1			
X_2	-0,69765	0,42095	1		
X_3	-0,70508	0,440193	0,430569	1	
X_4	-0,69371	0,457946	0,339244	0,421565	1
$K_{ав} = 32192 \cdot N^{-0,46} \cdot P_{об}^{-0,32} \cdot V^{-0,35} \cdot P_{пч}^{-1,99}$					

Как видно из результатов анализа несколько подросла точность математической модели. Несмотря на тот факт, что критерий Фишера уменьшился почти в два раза, его значение значительно превышает критическое. Высокое значение свободного члена говорит о том, что в данных очагах весомое значение играют иные факторы, не учтенные в расчете. По результатам регрессионно-корреляционного анализа следует привести регрессионное уравнение для расчета коэффициента относительной аварийности на пересечениях двухполосных дорог в одном уровне:

$$K_{ав} = 32192 \cdot X_1^{-0,46} \cdot X_2^{-0,32} \cdot X_3^{-0,35} \cdot X_4^{-1,99}, \quad (4.7)$$

где X_1 – суточная интенсивность движения (авт/сут); X_2 – ширина обочины (м);
 X_3 – расстояние видимости (м); X_4 – ширина проезжей части (м);

Границами применения данного уравнения является, автомобильные дороги федерального значения суточная интенсивность движения на которых находится в пределах от 1311 до 9560 авт./сут., ширина обочины составляет от 0,7 метра до 3,8 метра, расстояние видимости от 200 до 1500 метров, ширина проезжей части которых лежит в диапазоне от 6,5 метра до 8,7 метров.

Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий для пересечений двухполосных автодорог в одном уровне представлена на рисунке 4.3.

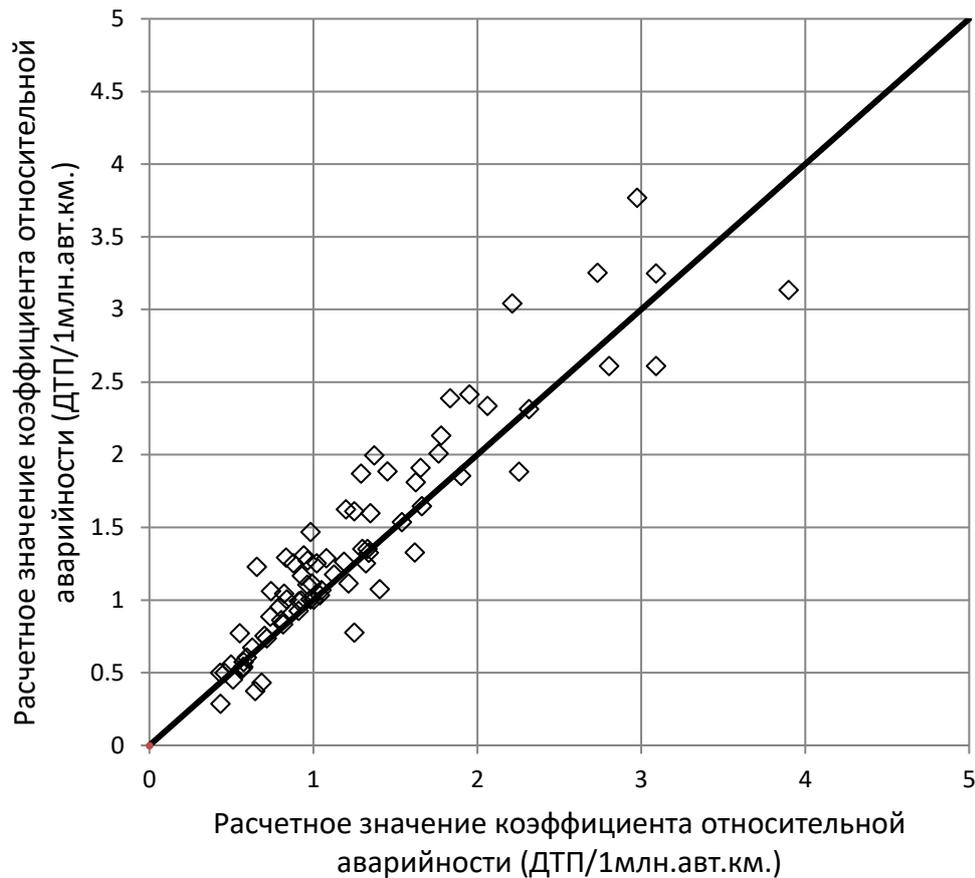


Рисунок 4.3 Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий для пересечений двухполосных автодорог в одном уровне

Графически зависимость коэффициента относительной аварийности от суточной интенсивности и расстояния видимости при ширине обочины 1,5 метра и ширине проезжей части 7,3 метра отражена на рисунке 4.4.

Оставшиеся очаги ДТП, располагаются на федеральных автодорогах на так называемых перегонах, т.е. в местах где отсутствуют объекты улично-дорожной сети. Таким образом, на данных участках максимальное влияние должны оказывать дорожные условия. Попробуем провести деление таких участков на кластеры в зависимости от радиуса кривизны дороги.

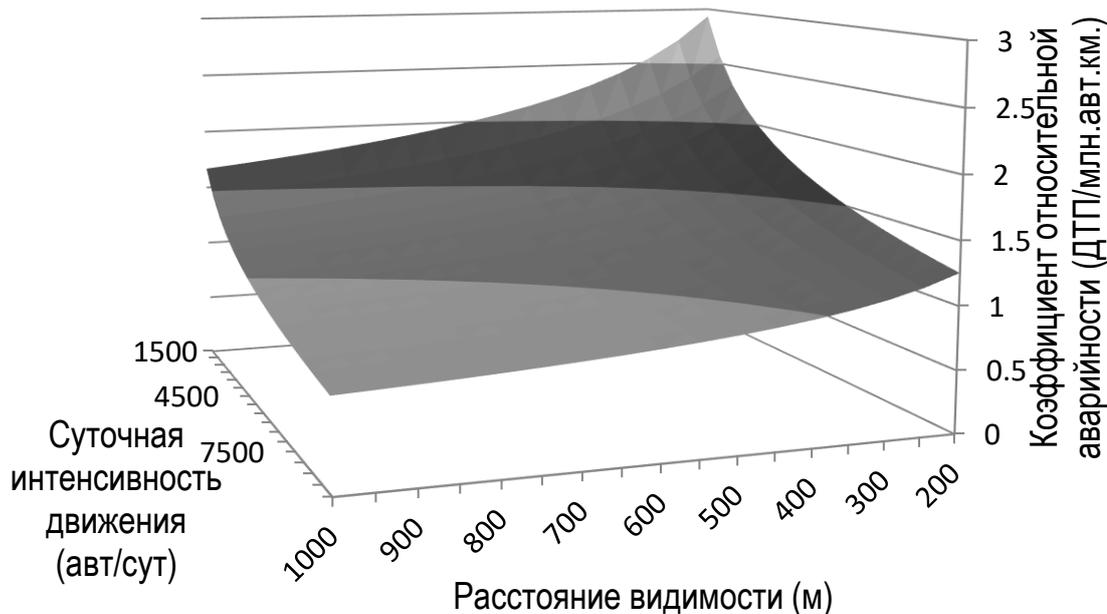


Рисунок 4.4 Зависимость коэффициента относительной аварийности от суточной интенсивности и ширины проезжей части для пересечений в одном уровне

В ходе определения оптимальной границы кластеров производился регрессионный анализ по значениям радиуса кривизны 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000 и 5000 метров. Наиболее точные и значимые результаты были получены при делении выборки на следующие кластеры:

- кривые малого радиуса – радиус кривизны дороги в плане менее 1500 метров;
- кривые среднего радиуса – радиус кривизны дороги в плане от 1500 до 3000 метров;
- кривые большого радиуса – радиус кривизны дороги в плане более 3000 метров.

По результатам анализа данных очагов аварийности расположенных на кривых малого радиуса, стоит отметить незначимость в модели таких факторов как суточная интенсивность и радиус кривизны дороги в плане. Это объясняется тем, что как правило, подобные участки дорог заблаговременно обозначаются дорожными знаками «опасный поворот», что в свою очередь предупреждает и «мобилизует» водителя. В свою очередь водитель, видя

предупреждающие знаки подсознательно снижают скорость на таких участках. Именно пониженная скорость прохождения участка и повышенное внимание водителя по нашему мнению является причиной снижения влияния вышеуказанных факторов. Результаты статистического анализа для кривых участков с радиусом кривизны дороги менее 1500 метров представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 Результаты регрессионно-корреляционного анализа для кривых малого радиуса

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,838413			
R-квадрат		0,702937			
Нормированный R-квадрат		0,678181			
Стандартная ошибка		0,235727			
Общие наблюдения / групп наблюдений		40			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$	
Регрессия	3	1,57785	28,3954	1,34E-09	
Остаток	36	0,055567			
Итого	39	-			
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	8,139259	7,0346	2,02	5,792689	10,48583
B_1	-0,23639	-2,68073		-0,41523	-0,05755
B_2	-0,4017	-3,85911		-0,61281	-0,19059
B_3	-2,55013	-4,32514		-3,7459	-1,35435
Матрица корреляции					
	Y	X ₁	X ₂	X ₃	
Y	1				
X ₁	-0,59074	1			
X ₂	-0,64998	0,352953	1		
X ₃	-0,63397	0,182501	0,370153	1	
$K_{ав} = 3245 * P_{об}^{-0,24} * V^{-0,40} * P_{пч}^{-2,55}$					

В сравнении в общей моделью (формула 4.6) стоит отметить некоторое снижение значения коэффициента множественной детерминации. Значение критерия Фишера значительно превышает критическое значение. Вместе с тем,

особенностью данных участков является повышенная значимость факторов влияющих на возможность совершения маневра (ширина проезжей части и обочины) и прогнозирования дорожной ситуации (расстояние видимости). Таким образом, для прогнозирования коэффициента относительной аварийности на кривых малого радиуса может применяться уравнение следующего вида:

$$K_{ав} = 3245 \cdot X_1^{-0,24} \cdot X_2^{-0,40} \cdot X_3^{-2,55}, \quad (4.8)$$

где X_1 – ширина обочины (м); X_2 – расстояние видимости (м); X_3 – ширина проезжей части (м);

Границами применения данного уравнения является, автомобильные дороги федерального значения суточная интенсивность движения на которых находится в пределах от 1452 до 8723 авт./сут., ширина обочины составляет от 0,6 метра до 3,3 метра, расстояние видимости от 130 до 600 метров, ширина проезжей части которых лежит в диапазоне от 6,9 метра до 8,9 метров.

Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий кривых малого радиуса представлена на рисунке 4.5.

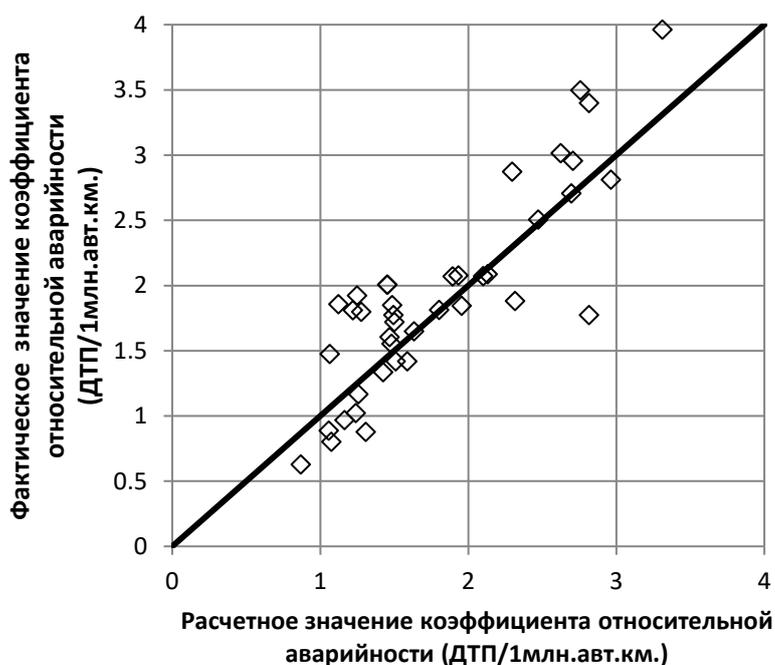


Рисунок 4.5 Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий для кривых малого радиуса

Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости и ширины проезжей части при ширине обочины 1,0 метра проиллюстрирована на рисунке 4.6.

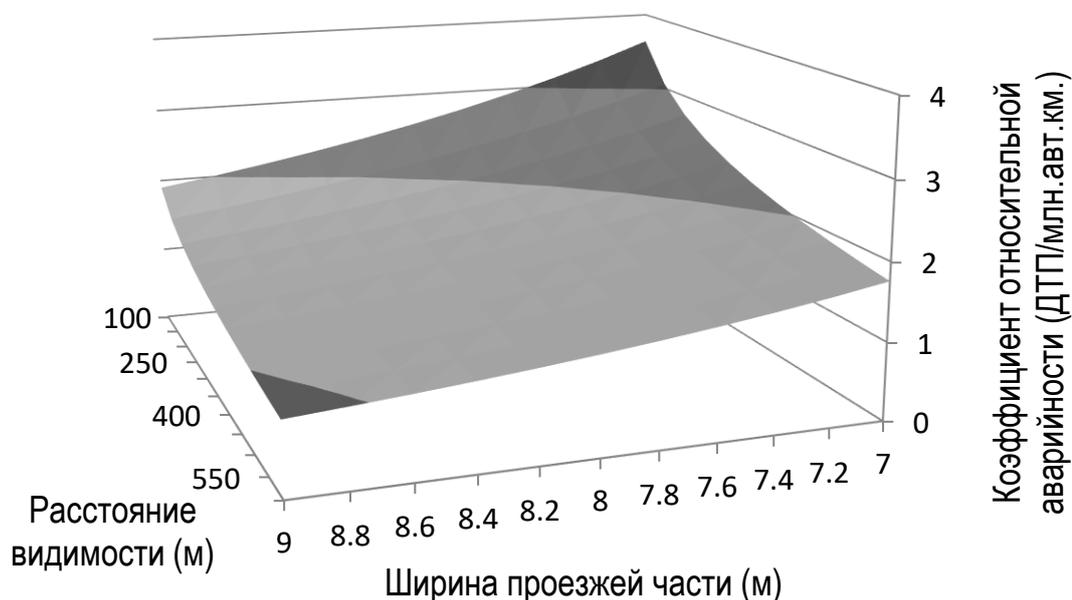


Рисунок 4.6 Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости и ширины проезжей части для кривых малого радиуса

Анализ очагов аварийности расположенных на кривых среднего радиуса, выявил незначимость таких факторов как ширина проезжей части и радиус кривизны дороги в плане. Этого можно объяснить тем, что в силу относительной сложности прохождения данных участков внимательность водителей при их прохождении остается повышенной, за счет чего значение радиуса кривизны дороги нивелируется. Вместе с тем на данных участках вместо ширины проезжей части значимым становится такой фактор как суточная интенсивность движения. Это является следствием того, что на подобных участках автодороги начинает изменяться структура потока, определяемая интенсивностью движения.

Результаты статистического анализа для кривых среднего радиуса кривизны отражены в таблице 4.9

Таблица 4.9 Результаты регрессионно-корреляционного анализа для кривых среднего радиуса

Регрессионная статистика					
Коэффициент корреляции R		0,940463			
R-квадрат		0,88447			
Нормированный R-квдрате		0,874843			
Стандартная ошибка		0,225542			
Общие наблюдения / групп наблюдений		40			
Дисперсионный анализ					
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F		
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$	
Регрессия	3	4,673314	91,86919	6,2E-17	
Остаток	36	0,050869			
Итого	39	-			
	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{расчет}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	9,104556	10,8581	2,02	7,403992	10,80512
B_1	-0,77048	-8,15636		-0,96206	-0,5789
B_2	-0,29273	-2,82645		-0,50277	-0,08268
B_3	-0,35929	-4,50145		-0,52116	-0,19741
Матрица корреляции					
	Y	X_1	X_2	X_3	
Y	1				
X_1	-0,76962	1			
X_2	-0,81195	0,578223	1		
X_3	-0,44508	0,305077	0,23184	1	
$K_{ав} = 8421 * N^{-0.77} * P_{об}^{-0.29} * V^{-0.36}$					

Основные показатели регрессионной статистики удовлетворительны. Коэффициент множественной детерминации составляет 0,88, что говорит о высокой достоверности расчета. Критерий Фишера значительно превышает критическое значение. Коэффициенты Стьюдента для независимых факторов также значительно превышают критическое значение. Для данной модели стоит отметить высокое влияние на аварийность такого фактора как интенсивность движения. Коэффициент корреляции между интенсивностью движения и шириной обочине несколько завышен. В целом регрессионная статистика удовлетворительна. Таким образом, для прогнозирования коэффициента

относительной аварийности на кривых среднего радиуса может применяться уравнение следующего вида:

$$K_{aa} = 8421 \cdot X_1^{-0,77} \cdot X_2^{-0,29} \cdot X_3^{-0,36}, \quad (4.9)$$

где X_1 –суточная интенсивность движения (авт/сут); X_2 – ширина бочины (м);
 X_3 – расстояние видимости (м);

Границами применения данного уравнения является, автомобильные дороги федерального значения суточная интенсивность движения на которых находится в пределах от 1311 до 9881 авт./сут., ширина обочины составляет от 0,6 метра до 3,3 метра, расстояние видимости от 150 до 1000 метров.

Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий кривых среднего радиуса представлена на рисунке 4.7.

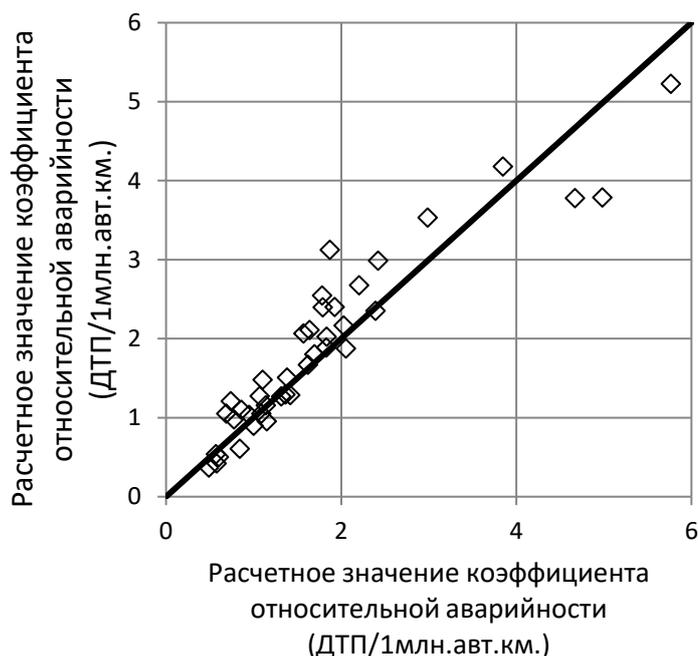


Рисунок 4.7 Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий для кривых среднего радиуса

Зависимость коэффициента относительной аварийности от суточной интенсивности и расстояния видимости при ширине обочины 1,5 метра проиллюстрирована на рисунке 4.8.

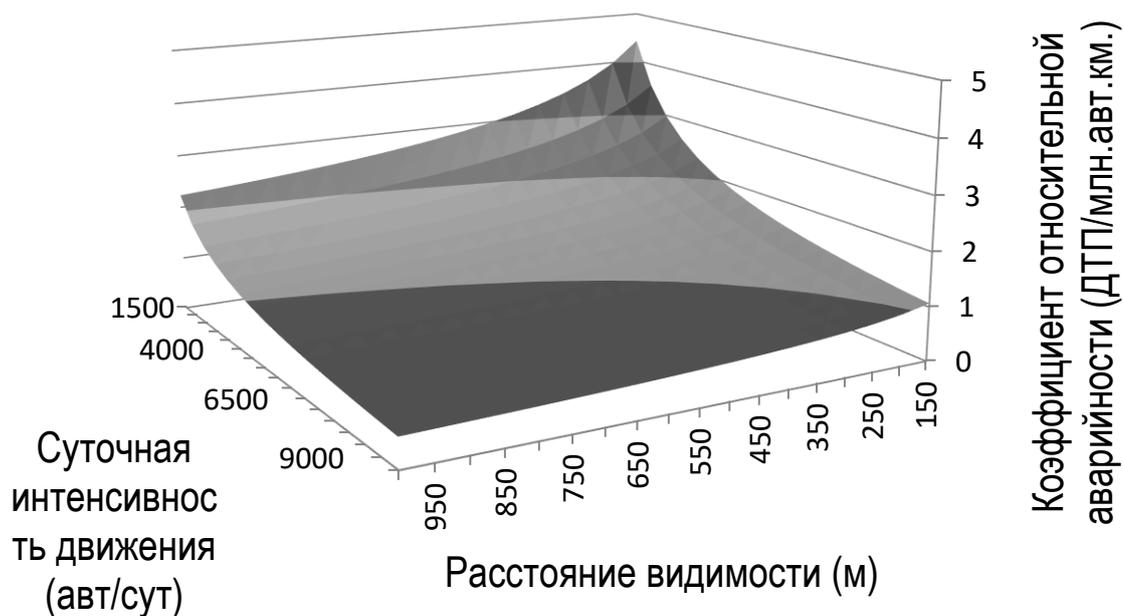


Рисунок 4.8 Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости и ширины проезжей части для кривых среднего радиуса

Как показал регрессионный анализ для кривых большого радиуса, характерна незначимость такого фактора как ширина проезжей части. Как правило, маневры обгона на таких участках автодорог выполняются водителями заблаговременно, за счет достаточного расстояния видимости. Это позволяет в большинстве случаев использовать для обгона полосу встречного движения. Таким образом, ширина проезжей части не оказывает существенного влияния на аварийность. Результаты статистического анализа для кривых большого радиуса отражены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 Результаты регрессионно-корреляционного анализа для кривых большого радиуса

Регрессионная статистика				
Коэффициент корреляции R		0,901879		
R-квадрат		0,813385		
Нормированный R-квадрат		0,807599		
Стандартная ошибка		0,224517		
Общие наблюдения / групп наблюдений		134		
Дисперсионный анализ				
	Число степеней свободы	Дисперсия	Критерий Фишера F	
			$F_{расч}$	$F_{95\%;1;12}$
Регрессия	4	7,085652	140,5661	5,06E-46
Остаток	129	0,050408		
Итого	133	-		

	Коэффициенты регрессии	t - статистика		95%-й доверительный предел	
		$t_{\text{расчет}}$	$t_{95\%;11}$	нижний	верхний
B_0	8,464472	16,36357	2,00	7,441029	9,487914
B_1	-0,75559	-14,1755		-0,86105	-0,65013
B_2	-0,34208	-6,97347		-0,43914	-0,24503
B_3	-0,30712	-7,24751		-0,39097	-0,22328
B_4	0,042286	2,452391		0,008171	0,076402
Матрица корреляции					
	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
Y	1				
X_1	-0,60653	1			
X_2	-0,68893	0,308759	1		
X_3	-0,28749	0,031118	0,251756	1	
X_4	0,135213	-0,12095	-0,1083	0,189317	1
$K_{ав} = 4460 \cdot N^{-0.76} \cdot P_{об}^{-0.342} \cdot V^{-0.31} \cdot R^{0.042}$					

Основные показатели регрессионной статистики удовлетворительны. Коэффициент множественной детерминации составляет 0,81, что говорит о высокой достоверности расчета. Критерий Фишера значительно превышает критическое значение. Коэффициенты Стьюдента для независимых факторов также значительно превышают критическое значение. Для данной модели стоит отметить высокое влияние на аварийность таких факторов как интенсивность движения и расстояние видимости. Это обусловлено тем, что на данных участках дорожные условия благоприятствуют совершению обгонов, а данные факторы предопределяют показатель аварийности именно при их совершении. Кроме того, особенностью данных участков является увеличение коэффициента относительной аварийности при увеличении значения радиуса кривизны дороги в плане. Таким образом, для прогнозирования коэффициента относительной аварийности на кривых большого радиуса может применяться уравнение следующего вида:

$$K_{ав} = 4460 \cdot X_1^{-0.76} \cdot X_2^{-0.342} \cdot X_3^{-0.31} \cdot X_4^{0.042}, \quad (4.10)$$

где X_1 – суточная интенсивность движения (авт/сут); X_2 – ширина обочины (м);
 X_3 – расстояние видимости (м); X_4 – радиус кривизны дороги в плане (м);

Границами применения данного уравнения является, автомобильные дороги федерального значения суточная интенсивность движения на которых находится в пределах от 1311 до 9881 авт./сут., ширина обочины составляет от 0,3 метра до 3,8 метра, расстояние видимости от 200 до 2000 метров.

Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий кривых среднего радиуса представлена на рисунке 4.7.

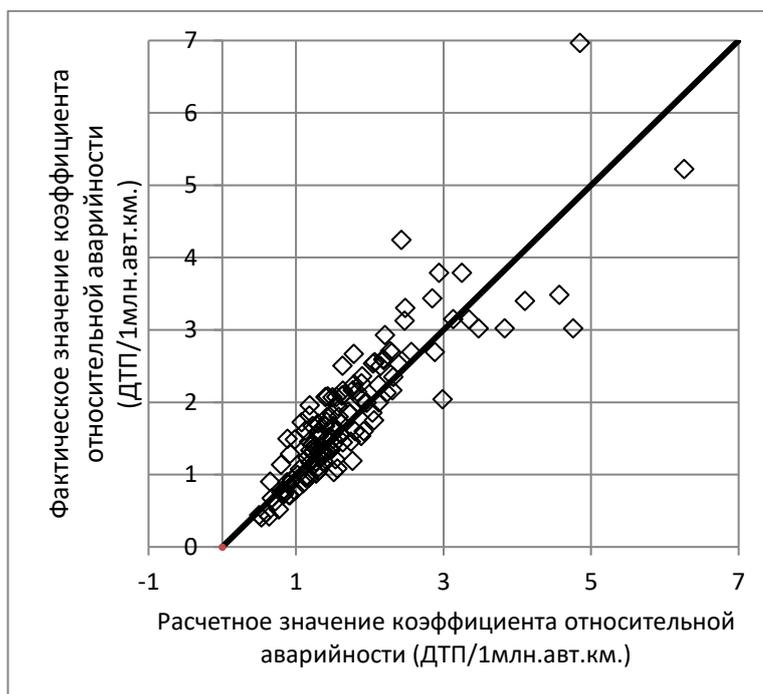


Рисунок 4.9 Оценка точности моделирования коэффициента относительной аварийности в зависимости от дорожных условий для кривых большого радиуса

Зависимость коэффициента относительной аварийности от суточной интенсивности и расстояния видимости при ширине обочины 1,5 метра и радиусе кривизны дороги в плане 5000 метров проиллюстрирована на рисунке 4.10.

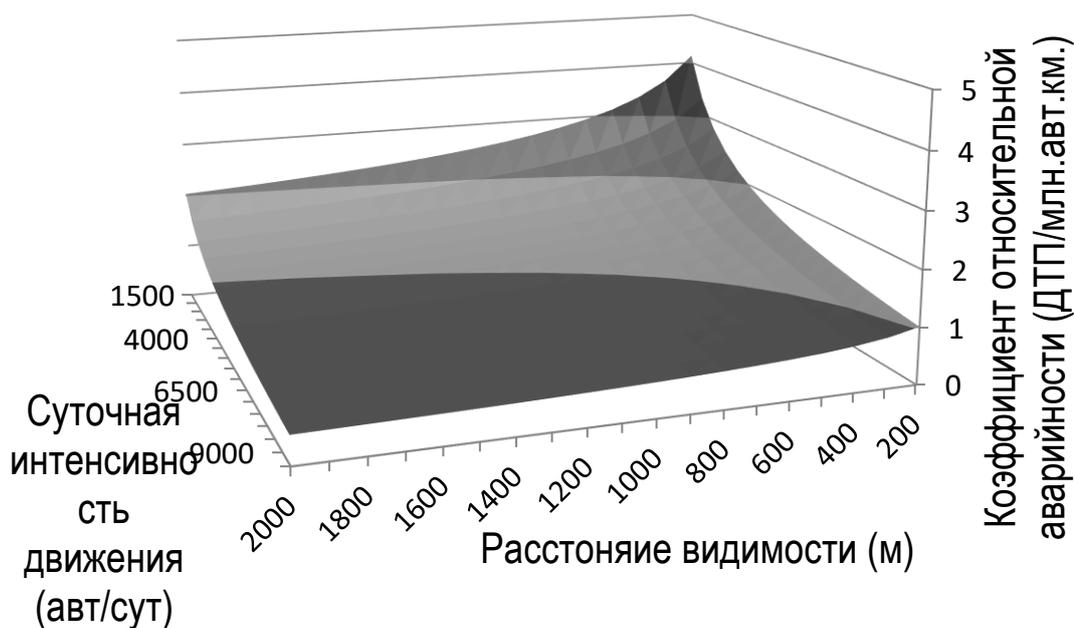


Рисунок 4.10 Зависимость коэффициента относительной аварийности от расстояния видимости и ширины проезжей части для кривых большого радиуса

Точность прогнозирования коэффициента относительной аварийности может быть повышена за счет применения метода сезонных коэффициентов по методу А.П. Васильева. Однако для этого необходимо проведение дополнительных исследований.

4.4. Методика оценки уровня безопасности дорожного движения

Применение полученных математических зависимостей для прогнозирования числа ДТП и определения эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения возможно на участках автодорог, являющихся очагами аварийности. Согласно произведенным расчетам значение коэффициента относительной аварийности можно спрогнозировать в том случае, если известны значения параметров дорожных условий на этом участке автодороги. При этом его значение будет неизменным в случае постоянства дорожных условий, т.е. на однородных участках. Прогнозируемое число ДТП на исследуемом участке автодороги при известном

значении коэффициента относительной аварийности, интенсивности движения и длины участка может быть определено по следующей формуле

$$z = \frac{365 \cdot \kappa_{ав} \cdot N \cdot L}{10^6} \quad (4.11)$$

где $\kappa_{ав}$ – коэффициент относительной аварийности (ДТП/1 млн. авт.км.); N – суточная интенсивность движения (авт/сут); L – длина однородного участка (км).

Для пересечений в одном уровне формула 4.10 примет следующий вид:

$$z = \frac{365 \cdot \kappa_{ав} \cdot N}{10^6} \quad (4.12)$$

Таким образом, целью проведения расчета является определение коэффициента относительной аварийности в точке исследуемого участка автодороги (для пересечений в одном уровне), или на отрезке где этот коэффициент постоянен. Данная информация, в свою очередь, является основополагающей при прогнозировании количества ДТП на нем.

Для проведения расчета первоначально необходимо провести топографический анализ ДТП, заключающийся в нанесении на карту местности мест совершения ДТП. При этом точность информация об их местоположении должна соответствовать определенным требованиям (для километровой отметки с точностью до метра, для GPS/ГЛОНАСС координат с точностью до 0,00001 градуса). Анализ производится с целью определения мест концентрации ДТП, а также длины таких участков.

Следующим этапом необходимо определить суточную интенсивность движения на выявленном участке автодороги. Расчет интенсивности движения на «транзитных» автодорогах целесообразно проводить согласно методике прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах, утвержденной распоряжением Минтранса РФ от 19.06.2003 N ОС-555-р, описанной во второй главе исследования. Для расчета интенсивности на

«тупиковых» автодорогах Сибирского федерального округа может быть применена полученная ранее математическая модель (формула 4.4).

В случае если место концентрации ДТП является пересечением дорог в одном уровне, для определения значения коэффициента относительной аварийности используется формула 4.7. При этом необходимо определить значение таких факторов как ширина обочины, ширина проезжей части и расстояние видимости в очаге аварийности.

Если в месте концентрации ДТП отсутствует пересечение в одном уровне, необходимо определить радиус кривизны в плане участка автодороги, на котором находится очаг ДТП. В зависимости от значения данного параметра определяется тип исследуемого кластера (кривая малого радиуса, кривая среднего радиуса, кривая большого радиуса), описанные в параграфе 3 главы 4.

В зависимости от типа кластера, выбирается соответствующая математическая модель прогнозирования аварийности, а также значения дорожных условий, оказывающих влияние на аварийность.

Расчет коэффициента относительной аварийности на двухполосных автодорогах федерального значения с радиусом кривизны в плане менее 1500 метров, от 1500 до 3000 метров и более 3000 метров осуществляется по формулам 4.8, 4.9 и 4.10 соответственно. Для каждого кластера определяются значения тех дорожных условий, которые являются значимыми при определении относительной аварийности.

В случае если значение ширины проезжей части и обочины на протяжении исследуемого участка непостоянно, при расчете необходимо использовать среднеарифметическое значение соответствующего фактора. Допустимая точность измерения составляет 0,1 метра. При изменяющемся значении расстояния видимости в расчетах используется его минимальное значение на исследуемом участке, допускается округление значения до 50 метров. При определении радиуса кривизны дороги в плане рекомендуется использовать формулу 2.2., для чего необходимо провести измерение высота кругового сегмента и длины хорды.

На основе полученных значений дорожных условий, для исследуемого очага аварийности определяется коэффициент относительной аварийности. Вместе с этим на данном этапе происходит сравнение значений дорожных условий с границами их применения соответствующей прогнозной функции. Границы функций сведены в таблицу 4.11.

Таблица 4.11 Границы применения значений дорожных условий

	Пересечения в одном уровне	Кривые малого радиуса	Кривые среднего радиуса	Кривые большого радиуса
Суточная интенсивность движения (авт/сут)	1311	1452	1311	1311
	9560	8723	9881	9881
Ширина проезжей части (м)	6,5	6,9	-	-
	8,7	8,9	-	-
Ширина обочины (м)	0,7	0,6	0,6	0,3
	3,8	3,3	3,3	3,8
Видимость (м)	200	130	150	200
	1500	600	1000	2000
Радиус кривизны (м)	-	-	-	3000
	-	-	-	∞

В случае если значение таких параметров как: суточная интенсивность движения, ширина проезжей части, ширина обочины и расстояние видимости не превышают границы их применения для данного типа очага, необходимо проверить наличие возможности изменения параметров, оказывающих значимое влияние на аварийность в данном типе очага ДТП, в сторону увеличения, исходя из фактического рельефа местности и иных условия (наличие строений, сооружений и т.д.) в очаге аварийности. С учетом фактической возможности определяются максимально возможные значения

значимых параметров, для которых вновь рассчитывается коэффициент

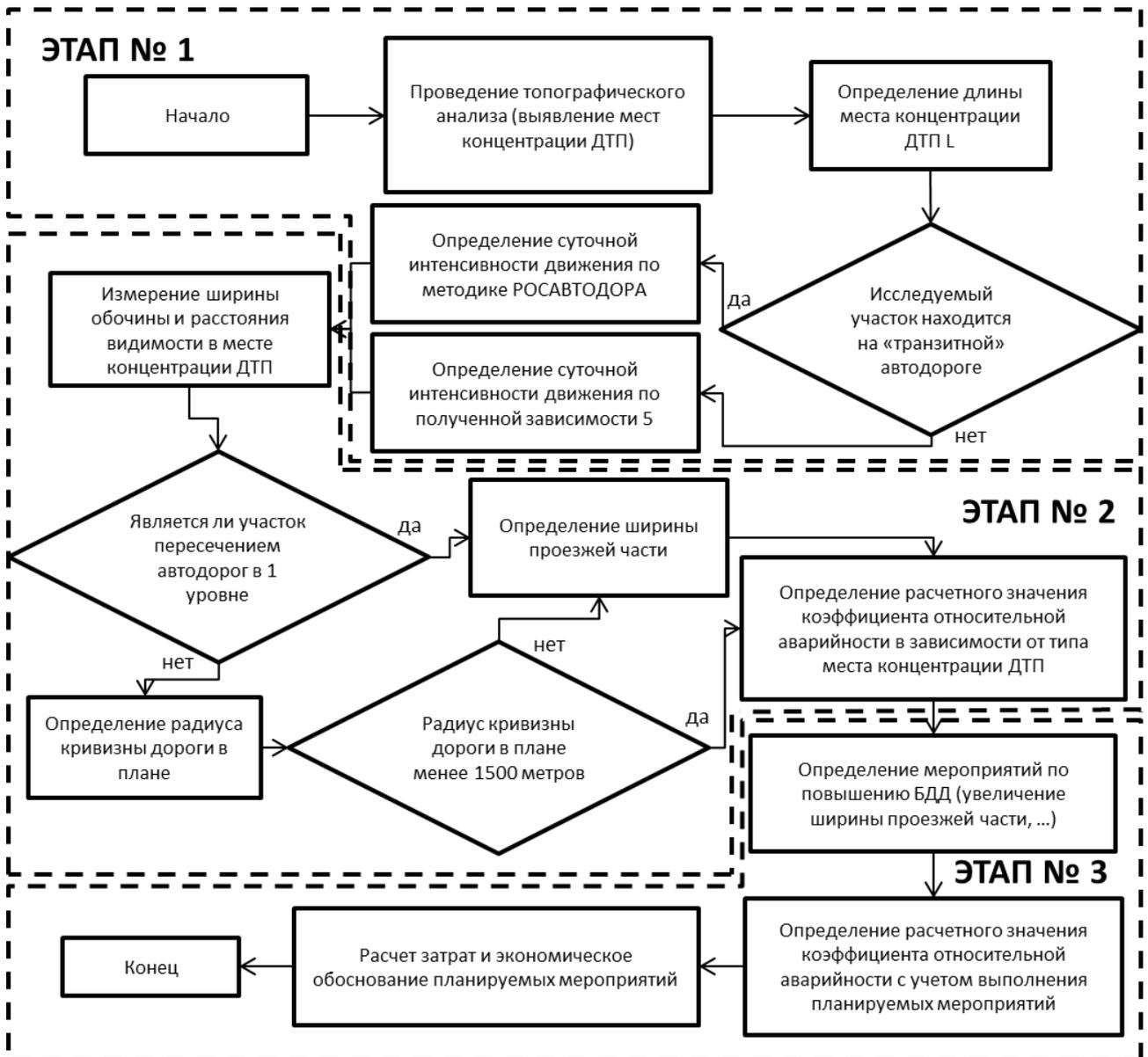


Рисунок 4.11 Алгоритм проведения мероприятий по повышению БДД относительной аварийности. Сравнение между собой данных коэффициентов позволяет определять степень эффективности мероприятий по повышению БДД.

Кроме того, данные зависимости могут применяться в качестве прогностических моделей при проектировании новых автодорог в совокупности с методом коэффициентов аварийности В.Ф. Бабкова.

4.5. Экономическое обоснование методики оценки уровня безопасности дорожного движения

Эффективность мероприятий по повышению безопасности дорожного движения определяется уровнем снижения потерь от дорожно-транспортных происшествий. Порядок расчета эффективности осуществляется в соответствии с инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве, утвержденной постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 31 мая 1971 г..

Качественной характеристикой эффективности является коэффициент эффективности затрат, определяемый по формуле 4.12:

$$E_{рек} = \frac{\mathcal{E}_{сущ} - \mathcal{E}_{рек}}{C_{рек} (1 + E)^t} \quad (4.13)$$

где $\mathcal{E}_{сущ}$ – потери общества через t лет при неизменных условиях; $\mathcal{E}_{рек}$ – потери общества через t лет в случае проведения реконструкции; t – расчетный срок сравнения; $C_{рек}$ – стоимость работ по реконструкции опасного участка; E – показатель приведения разновременных затрат (принимается равным 0,10).

При этом ежегодные потери от дорожно-транспортных происшествий на реконструируемом участке определяются по формуле 4.13:

$$\mathcal{E}_{дор} = \frac{a \cdot n_{ср} \cdot m \cdot N \cdot L}{365 \cdot 10^6} \quad (4.14)$$

где a – коэффициент относительной аварийности участка; $n_{ср}$ – средняя стоимость потери от одного ДТП; m – коэффициент относительной тяжести происшествий; N – среднегодовая суточная интенсивность движения; L – длина опасного участка.

При этом в случае если значение $E_{рек}$ более 0,10 считается что проектное решение эффективно и оправдано.

Проведем расчет экономического обоснования мероприятий по реконструкции участка автодороги А-322-24. Сводная таблица параметров данного участка представлена в таблице 4.12.

Таблица 4.12 Сводная таблица дорожных условий для очага аварийности А-322-24

Характеристика	Значение
Фактическое количество ДТП	6
Длина участка (м)	500
Коэффициент относительной аварийности (ДТП/1млн авт км)	2,7
интенсивность (авт/сут)	3071
ширина обочины (м)	1,0
видимость (м)	300
ширина проезжей части (м)	7,2
радиус кривизны, (м)	2427

По результатам исследований проведенных специалистами НИУ ВШЭ средний размер социально-экономических потерь от одного ДТП в России составляет 2 386 949,45 рублей [44]. Коэффициент относительной тяжести ДТП для данного участка составляет 0,595. Таким образом, подставив имеющиеся значения в формулу 4.13. получаем, что ежегодные потери от ДТП на данном участке до реконструкции составляют 2 149 150 рублей.

При изменении ширины обочины до нормативного значения в 2,5 метра получаем, что ежегодные потери от ДТП на данном участке после реконструкции составляют 1 361 115 рублей.

Определяем стоимость работ по реконструкции участка с учетом необходимости расширения обочины до нормативного значения в 2,5 метра, т.е. на 1,5 метра. Учитывая тот факт, что средняя стоимость обустройства квадратного метра обочины составляет 2 449 руб/кв.м. Общая стоимость таких работ составит 4 408 200 рублей. Подставляем данные значения в формулу 4.12 и получаем что коэффициент эффективности затрат при расчетном сроке сравнения 8 лет составляет 0,667. Учитывая тот факт, что значение коэффициента $E_{рек}$ значительно больше 0,10, можно утверждать о том, что данная методика экономически обоснована и оправдана.

Основные результаты и выводы

Выполнен анализ ДТП, произошедших вне населенных пунктов на двухполосных автодорогах, расположенных на территории Сибирского федерального округа. В результате, выделены участки концентрации ДТП всего 801 шт., из них 402 в местах, отвечающих критериям классификации мест концентрации ДТП. Определены факторы, влияющие на возникновение участков концентрации ДТП к которым следует отнести радиус кривизны дороги в плане, ширину обочины, угол продольного наклона дороги, суточная интенсивность движения.

Разработано регрессионное уравнение, позволяющее определять среднегодовую суточную интенсивность движения транспорта на двухполосных автодорогах вне населенных пунктов, имеющих не более одного пересечения с другими автодорогами, основанное на числе жителей населенных пунктов, расположенных в зоне транспортной доступности. Уравнение позволяет существенно сократить трудоемкость (на 86 %) оценки интенсивности ТС по сравнению с методикой Минтранса ОС-555-р «О введении в действие «Руководства по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах».

Разработаны регрессионные уравнения, позволяющие рассчитать коэффициент относительной аварийности участка автодороги в зависимости от ширины проезжей части, ширины обочины, расстояния видимости, среднегодовой суточной интенсивности движения и радиуса кривизны дороги в плане. Теснота связи, перечисленных параметров уравнений регрессии подтверждается коэффициентом множественной детерминации, значение которого не ниже 0,8, а их значимость критерием Фишера-Снедекора, расчетные значения которых существенно выше критических для рассматриваемого уровня значимости.

Разработанная методика повышения безопасности дорожного движения на двухполосных автодорогах как совокупность частных задач функционально объединённых общей целью позволяет оценивать и прогнозировать уровень

БДД, выполнять оценку существующего коэффициента относительной аварийности и его прогноз при реконструкции или строительстве новых двухполосных автомобильных дорог с наименьшими затратами и требуемой точностью. Предлагаемая методика позволяет уже на стадии проекта реконструкции рассчитывать коэффициент относительной аварийности, что, несомненно, позволит повысить уровень БДД.

Технико-экономическая оценка показывает высокую сходимость расчетных и натуральных значений ($R^2 = 0,77$), что позволяет снизить себестоимость оценки и прогнозирования БДД в 7,3 раз. Производственная проверка методики повышения безопасности дорожного движения выполнена на базе профильной организации УГИБДД МВД республики Бурятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Абрамова Л. С., Ширин В. В. и Птица Г. Г.** Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения [Статья] // Вестник ХНАДУ. - 2015 г.. - 69. - стр. 118-123.
- 2 **Алексиков С.В. Лищинский С.А.** Обоснование ширины проезжей части территориальных дорог при движении по ним большегрузных автомобилей [Статья] // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. серия: строительство и архитектура.. - 2015 г.. - 41. - стр. 148-157.
- 3 **Алханов А.В. Идрисов Р.Х., Аалханова Р.Р.** Проблема устранения мест концентрации дорожно-транспортных происшествий и пути её решения [Статья] // Вестник НЦБЖД. - 2011 г.. - 2. - стр. 12-17.
- 4 **Амаханов Р.В.** Повышение безопасности дорожного движения на участках автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты сельского типа // дис. ... канд.техн.наук: 05.22.01. - Москва : [б.н.], 2005 г..
- 5 **Анохин Б Б** Система автоматизированного учета интенсивности и состава движения на автомобильных дорогах федерального значения [Статья] // Дороги и мосты. - 2010 г.. - 2. - стр. 196.
- 6 **Афанасьев М Б** Условия введения различных режимов регулирования дорожного движения [Книга]. - М : ВНИИ МВД СССР, 1976. - стр. 319.
- 7 **Ахмедова Р К** Обоснование ширины проезжей части и обочин при реконструкции горных дорог // дис. ... канд.техн.наук: 05.23.11.. - Москва : [б.н.], 2006 г..
- 8 **Бабков В Ф** Автомобильные дороги [Книга]. - М : Транспорт, 1983. - стр. 280.
- 9 **Бабков В Ф** Дорожные условия и безопасность движения [Книга]. - М : Транспорт, 1993. - стр. 271.
- 10 **Бадагуев Б Т** Безопасность дорожного движения. Приказы, инструкции, журналы, положения. 2-е изд., пер. и доп. [Книга]. - М : Альфа-Пресс, 2012. - стр. 264.

- 11 **Банушкина Н А и Печатнова Е В** Повышение эффективности прогнозирования ДТП на автомобильных дорогах вне населенных пунктов на основе разработки экспертной системы [Статья] // Известия алтайского государственного университета. - 2015 г.. - 1. - стр. 86-90.
- 12 **Близниченко С С** Оценка условий безопасности движения с помощью уточненного метода коэффициентов аварийности [Статья] // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. - 2013 г.. - 3. - стр. 30-36.
- 13 **Блинкин М Я** Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институции [Книга]. - М : ИД ВШЭ, 2013. - стр. 240.
- 14 **Буй Хоанг Лам** Влияние основных дорожных факторов на безопасность движения в условиях Вьетнама // дис. ... канд.техн.наук: 05.22.01. - Москва : [б.н.], 2011 г..
- 15 **Васильев А. П.** Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения [Книга]. - М : Транспорт, 1986. - стр. 248.
- 16 **Веселов В Н** Влияние технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог на уровень аварийности [Статья] // Вестник астраханского государственного технического университета. - 2012 г.. - 1. - стр. 21-26.
- 17 **Вол М** Анализ транспортных систем [Книга] / перев. с англ. М. Вол Б. Мартин. - М : Транспорт, 1981. - стр. 516.
- 18 **Волошин Г Я** Анализ дорожно-транспортных происшествий [Книга]. - М : Транспорт, 1987. - стр. 240.
- 19 Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма [В Интернете] // www.who.int. - 20 11 2015 г.. - http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/ru/.
- 20 **ВСН 25-86** Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Отчет]. - 1986.

- 21 **Горбатенко Д С и Рябчинский А И** Методические основы создания многофакторных регрессионных моделей аварийности на автомобильных дорогах [Статья] // Вестник МАДИ (ГТУ). - 2007 г.. - 2. - стр. 90-94.
- 22 **ГОСТ Н 52399-2005** Геометрические элементы автомобильных дорог [Отчет]. - 2005.
- 23 **Гречнева Г И** Факторная оценка аварийности дорожного движения и выбор мероприятий по повышению его безопасности // дис. ... канд техн. наук: 05.22.10. - Омск : [б.н.], 1984 г..
- 24 **Дивочкин О А** Уточнение расчетных показателей потерь от дорожно-транспортных происшествий [Статья] // Труды МАДИ. - 1979 г.. - 179. - стр. 111-116.
- 25 Доклад НИУ ВШЭ "Безопасность дорожного движения в России: современное состояние и неотложные меры по улучшению ситуации" [В Интернете] // www.opec.ru. - [http://www.opec.ru/data/2013/03/27/1233152070/ВШЭ_ЭС_БДД в России.pdf](http://www.opec.ru/data/2013/03/27/1233152070/ВШЭ_ЭС_БДД%20в%20России.pdf).
- 26 Доклад о безопасности дорожного движения в мире 2015 г. [В Интернете] // www.who.int. - http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/ru/.
- 27 Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2009 г. [В Интернете] // www.who.int. - http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/ru/.
- 28 Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2013 г. [В Интернете] // www.who.int. - http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/ru/.
- 29 Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2018 г. [В Интернете] // www.who.int. - https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/.
- 30 **Домбалян А. В. [и др.]** Модель прогнозирования интенсивности движения для участка автомобильной дороги [Конференция] // Организация и

безопасность дорожного движения в крупных городах. - СПб : СПбГАСУ, 2016. - стр. 1035-1042.

31 **Евтюков С.А., Васильев Я.В.** Экспертиза ДТП: методы и технологии. – СПбГАСУ.- СПб., 2012. – 310 с

32 **Жанказиев С.В.** Анализ нормативных документов РФ технических средств организации дорожного движения / Д.Б. Ефименко, Багно А.В. // Научные аспекты развития транспортно-телематических систем. (сборник научных трудов) - М.: МАДИ, 2010. - с. 6-28.

33 **Зеленцов М В** Повышение уровня безопасности движения в городах на основе нейросетевых и дискриминантных методов анализа ДТП // дис. ... канд техн. наук: 05.22.10. - Липецк : [б.н.], 2010 г..

34 **Золотарева О А и Карманов М В** Безопасность дорожного движения: методологические вопросы и оценка [Статья] // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета. - 2014 г.. - 1. - стр. 112-117.

35 **Золотарева О А** Проблемы исследования дорожно-транспортных происшествий как объекта статистического анализа [Статья] // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (мади). - 2011 г.. - 1. - стр. 105-109.

36 **Исаев А Н [и др.]** Анализ состояния безопасности дорожного движения в г. Волгограде на основе регрессионных моделей [Статья] // Фундаментальные исследования. - 2014 г.. - 12. - стр. 1167-1171.

37 **Капский Д В** Анализ существующих подходов к прогнозированию аварийности в дорожном движении [Статья] // Вестник белорусского национального технического университета. - 2008 г.. - 5. - стр. 58-63.

38 **Капский Д В** Повышение качества дорожного движения в очагах аварийности [Статья] // Наука и техника. - 2015 г.. - 3. - стр. 36-43.

39 **Капский Д В** Разработка методик прогнозирования аварийности на различных типовых городских объектах [Статья] // Наука и техника. - 2012 г.. - 4. - стр. 58-63.

- 40 **Катасонов М В [и др.]** Математическая модель прогнозирования аварийности дорожного движения на сети автомобильных дорог и в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий [Статья] // Интернет-журнал науковедение. - 207 г.. - 1. - стр. 33.
- 41 **Клишковштейн Г. И. и Афанасьев М. Б.** Организация дорожного движения [Книга]. - М : Транспорт, 2001. - стр. 247.
- 42 **Клишковштейн Г. И.** Организация дорожного движения [Книга]. - М : Транспорт, 1981. - изд. 2-е перераб и доп : стр. 240.
- 43 **Клишковштейн Г. И.** Организация дорожного движения [Книга]. - Москва : Транспорт, 1975. - стр. 150.
- 44 **Клявин В.Э., Корчагин В.А., Суворов В.А.** Модели прогнозирования показателей уровня безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. 2017 N 2 С. 18-22.
- 45 **Колесникова Д. М. [и др.]** Оценка социально-экономических общественных потерь от ДТП в России [Статья] // Вопросы экономики. - 2016 г.. - 6. - стр. 131-146.
- 46 **Коноплянко В. И.** Организация и безопасность движения [Книга]. - М : Высшая школа, 2007. - стр. 383.
- 47 **Коноплянко В. И., Зырянов В. В. и Воробьев Ю. В.** Основы управления автомобилем и безопасность движения [Книга]. - М : Высшая школа, 2005. - стр. 271.
- 48 **Корчагин В. А. [и др.]** Некоторые аспекты анализа факторов в местах концентрации ДТП [Статья] // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. - Тюмень : [б.н.], 2008 г.. - стр. 102-106.
- 49 **Корчагин В. А. [и др.]** Определение степени влияния факторов на вероятность возникновения ДТП [Статья] // Транспортные и транспортно-технологические системы. - Тюмень : [б.н.], 2010 г.. - стр. 185-189.
- 50 **Кравченко Л. А.** Повышение безопасности дорожного движения методами регулирования скоростного режима автомобилей // дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. - Москва : [б.н.], 2003 г..

- 51 **Кравченко П.А.** Безопасность дорожного движения: узел связанных проблем? // Транспорт Российской Федерации. 2006. №2 (2). - стр. 61-62
- 52 **Краюшкина К.** Влияние свойств асфальтобетонных покрытий со шлаковыми материалами на транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог // дис. ... д-р.техн.наук: ОЗЕ. - Вильнюс : [б.н.], 2013 г..
- 53 **Криволапова О. Ю.** Оценка эффективности организации дорожного движения при распределении транспортных потоков // дис. ... канд техн. наук: 05.22.10. - Орел : [б.н.], 2017 г..
- 54 **Михайлов А. Ю. и Головных И. М.** Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожной сети городов [Книга]. - Новосибирск : Наука, 2004. - стр. 267.
- 55 **Новизенцев В. В.** Повышение безопасности дорожных условий // учебное пособие. - Москва : МАДИ, 2012 г..
- 56 **Новиков А. В.** Оценка мероприятий по управлению и безопасности движения на многополосных дорогах // дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. - Москва : [б.н.], 2005 г..
- 57 **Новиков А.Н., Кулев М.В., Кулев А.В.** Анализ влияния технических неисправностей транспортных средств на уровень дорожной безопасности [статья]// Мир транспорта и технологических машин. - Орел : [б.н.], 2010 г.. - стр. 8-11.
- 58 **ОДМ 218.2.032-2013** Методические рекомендации по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах.
- 59 **ОДМ 218.3.039-2003** Укрепление обочин автомобильных дорог.
- 60 **ОДМ 218.4.005-2010** Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.
- 61 **ОДМ 218.6.015-2015** Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации.

62 **ОДМ 218-4-004-2009** Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог.

63 **Петров А. И. и Колесов В. И.** К вопросу о месте Российской Федерации в мировом рейтинге показателей автотранспортной аварийности [Статья] // Организация и безопасность дорожного движения. - Тюмень : [б.н.], 2015 г.. - стр. 234-239.

64 **Плотников А.М.** Методология обеспечения безопасности движения на регулируемых пересечениях улично-дорожных сетей мегаполисов/ А.М. Плотников. Дис. д-ра техн. наук. – Санкт-Петербург. – 2016 – 475 с.

65 **Постановление Правительства Забайкальского края от 30.07.2012 № 322** Об утверждении краевой долгосрочной целевой программы «Безопасность дорожного движения в Забайкальском крае на 2013- 2020 годы».

66 **Постановление правительства Иркутской области от 24 октября 2013 № 436-пп** "Развитие транспортного комплекса иркутской области" на 2014 - 2020 годы".

67 **Постановление правительства Иркутской области от 26 сентября 2012 № 519-пп** "Об утверждении долгосрочной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в иркутской области" на 2013-2015 годы".

68 **Постановление Правительства Красноярского края от 30.09.2013 № 210-п** Об утверждении государственной программы Красноярского края "Развитие транспортной системы".

69 **Постановление Правительства Новосибирской области от 03.12.2014 № 468-п** Об утверждении государственной программы новосибирской области "Повышение безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах и обеспечение безопасности населения на транспорте в новосибирской области в 2015 - 2020 годах".

70 **Постановление Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 года № 100** "О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах".

71 Постановление Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 N 1090 О Правилах дорожного движения [Конференция].

72 Постановление Правительства Российской Федерации от 29 июня 1995 года № 647 «Об утверждении правил учета дорожно-транспортных происшествий».

73 Постановление Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013 года № 864 "О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах".

74 Постановление Правительства Российской Федерации от 3 октября 2013 года № 864 "О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах".

75 Постановление Правительства Российской Федерации от 6 августа 1998 года № 894 «Об утверждении Правил государственного учета показателей состояния безопасности дорожного движения органами внутренних дел Российской Федерации».

76 Приказ МВД РФ № 328 от 18 июня 1996 года О мерах по реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 29 июня 1995 г. N 647.

77 Приказ МВД РФ № 410 от 08 июня 1999 года О совершенствовании нормативно-правового регулирования деятельности службы дорожной инспекции и организации движения Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации.

78 Приказ МВД РФ № 700 от 16 августа 2014 года О порядке эксплуатации в органах внутренних дел Российской Федерации автоматизированных систем оперативного сбора, учета и анализа сведений о показателях в области обеспечения безопасности дорожного движения.

79 Распоряжение Минтранса № ОС-555р от 19 июня 2003 Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах.

80 Распоряжение Правительства Российской Федерации N 1662-р от 17 ноября 2008 года "О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года".

81 **Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1-р от 8 января 2018 года** "Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы".

82 **Резолюция Генеральной ассамблеи ООН № 64/255 от 02 марта 2010 года** «Повышение безопасности дорожного движения во всем мире».

83 Результаты выполнения и эффективности использования финансовых средств федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» [В Интернете] // www.fcp-pbdd.ru. - http://www.fcp-pbdd.ru/archive-program/The_results/.

84 Результаты реализации федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» в 2016 году [В Интернете] // www.fcp-pbdd.ru. - http://www.fcp-pbdd.ru/results_fcp/2016/.

85 Российский статистический ежегодник [В Интернете] // www.gks.ru. - http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/transport/#.

86 **Руне Элвик, Анне Боргер Мюссен и Трулс Ваа** Справочник по безопасности дорожного движения [Книга] / ред. В.В.Сильянова / перев. норв.. - М : МАДИ(ГТУ), 2001. - стр. 754.

87 **Рыбин А. Л.** Совершенствование методов анализа дорожно-транспортных происшествий в целях повышения безопасности движения в городах // дис. ... канд техн. наук. - Москва : [б.н.], 1998 г..

88 **Сильянов В. В.** Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организация движения [Книга]. - М : Транспорт, 1977. - стр. 303.

89 **Сильянов В. В.** Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Книга]. - М : Издательский центр "Академия", 2008. - 2-е изд. : стр. 352.

90 **СН 423-71** Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве.

91 **СНИП 2.05.02-85** Автомобильные дороги. - М : [б.н.], 1987 г..

- 92 Справка к селекторному совещанию о мерах по улучшению состояния региональных и муниципальных дорог 29 апреля 2016 года [В Интернете] // <http://government.ru>. - <http://government.ru/info/22865/>.
- 93 Справочник по безопасности дорожного движения // справочное пособие. - М : РОСАВТОДОР, 2010 г.. - стр. 384.
- 94 Статистика ГИБДД [В Интернете] // <http://stat.gibdd.ru/>.
- 95 **Стрижевский Д. А., Сухов А. А. и Кочтков А. В.** Дорожно-транспортные происшествия с сопутствующими дорожными условиями на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения [Статья] // Известия волгоградского государственного технического университета. Серия: наземные транспортные системы. - 2013 г.. - 21. - стр. 91-99.
- 96 **Твардовский Д. В.** Развитие автомагистралей и скоростных автомобильных дорог в России [Статья] // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. - 2015 г.. - 6. - стр. 9-14.
- 97 **Указ Президента Российской Федерации № 1351 от 09 октября 2007 года** Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года.
- 98 **Уткин А. В.** Определение показателей безопасности движения с учетом оценки водителями взаимодействий в транспортном потоке // дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. - Москва : [б.н.], 2008 г..
- 99 **Фаттахов Т. А.** Самый молодой вид смертности [Статья] // ДЕМОСКОП WEEKLY. - 2014 г.. - 593. - стр. 1-34.
- 100 **Федеральный закон № 196-ФЗ от 10 декабря 1995** О безопасности дорожного движения.
- 101 **Федеральный закон № 257-ФЗ от 8 ноября 2007 года** Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.
- 102 **Федотов Г. А.** Проектирование автомобильных дорог [Книга]. - М : Транспорт, 1989. - стр. 437.

- 103 **Чванов В. В.** Анализ влияния интенсивности движения транспортных потоков на аварийность на сети дорог федерального значения [Статья] // Транспорт: наука, техника, управление. - 2007 г.. - 5. - стр. 55-58.
- 104 **Чванов В. В. и Живописцев И. Ф.** Особенности применения метода оценки безопасности движения с использованием итогового коэффициента аварийности в современных условиях [Статья] // Дороги и мосты. - 2009 г.. - 2. - стр. 232-255.
- 105 **Чванов В. В.** Исследование влияния параметров продольного профиля на уровень безопасности дорожного движения [Статья] // Дороги и мосты. - 2006 г.. - 2. - стр. 238-250.
- 106 **Чванов В. В.** Исследование влияния элементов поперечного профиля автомобильных дорог на показатели аварийности для разработки мероприятий по повышению безопасности движения [Статья] // Транспорт: наука, техника, управление. - 2007 г.. - 9. - стр. 42-45.
- 107 **Чванов В. В.** Исследование риска дорожно-транспортных происшествий на пересечениях и примыканиях дорог для обоснования мероприятий по повышению безопасности движения [Статья] // Дороги и мосты. - 2006 г.. - 1. - стр. 143-153.
- 108 **Чванов В. В.** Исследования влияния расстояния видимости на дорожную аварийность [Статья] // Дороги и мосты. - 2009 г.. - 1. - стр. 171-180.
- 109 **Чванов В. В.** Классификация показателей кривизны плана трассы автомобильных дорог по условиям безопасности движения [Статья] // Дороги и мосты. - 2008 г.. - 1. - стр. 18-37.
- 110 **Чванов В. В.** Системный анализ факторов, способствующих дорожной аварийности в российской федерации [Статья] // Дороги и мосты. - 2006 г.. - 2. - стр. 43-60.
- 111 **Чубуков А. Б.** Методология оценки состояния дорожно-транспортной аварийности в регионах Российской Федерации // дис. ... д-р техн. наук: 05.22.10. - Орел : [б.н.], 2015 г..

- 112 **Эвленин Р. Г.** Разработка мероприятий по повышению безопасности дорожного движения (на примере республики Дагестан) // дис. ... канд.техн.наук: 05.22.10. - Москва : [б.н.], 2007 г..
- 113 **Ярмолинский А. И. [и др.]** Обоснование ширины обочин и типа их укрепления в условиях дальневосточного региона [Статья] // Вестник тихоокеанского государственного университета. - 2005 г.. - 1. - стр. 141-160.
- 114 **Adams J** Smeed's law: some further thoughts [Article] // Traffic Engineering and Control. - 1987.
- 115 **Akcelik R.** The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalized Intersections [Article] // IR. Akcelik ITE Journal. - 1988. - pp. 23-27.
- 116 **Al-Haji G** Traffic Safety in Developing Countries- New Approaches in Technology Transfer by Using Distance Education Technique [Article] // Linko"ping University. - 2001.
- 117 **Andreassen D. C.** Linking deaths with vehicles and population [Article] // Traffic Engineering and Control. - 1985. - 26.
- 118 **Arash M.Roshandeh и Bismark R.D.K.Agbelie** Yongdoo Lee Statistical modeling of total crash frequency at highway intersections [Статья] // Journal of Traffic and Transportation Engineering. - 2016 г.. - 3. - стр. 166-171.
- 119 **Banks James H.** Introduction to Transportation Engineering [Книга]. - [б.м.] : WCB McGraw-Hill, 1998. - стр. 388.
- 120 **Bismark R.D.K.Agbelie** Random-parameters analysis of highway characteristics on crash frequency and injury severity [Статья] // Journal of Traffic and Transportation Engineering. - 2016 г.. - 3. - стр. 236-242.
- 121 **Broughton J.** Predictive Models of Road Accident Fatalities [Статья] // Traffic Engineering and Control. - 1988 г..
- 122 **CastilloaJosé Enrique, Menéndezb María и Jiménezb Pilar** Trip matrix and path flow reconstruction and estimation based on plate scanning and link observations [Статья] // Transportation Research Part B: Methodological. - 2008 г.. - 42. - стр. 455-481.

- 123 **Choy Peng [и др.]** Relative improvements in road mobility as compared to improvements in road accessibility and economic growth [Статья] // Transport Policy. - 2017 г.. - 60. - стр. 24-33.
- 124 **Daniel F.** Highway Engineering: Planning, Design, and Operations [Книга]. - Oxford : Butterworth-Heinemann, 2015. - стр. 722.
- 125 **Elias Wafa и Shiftan Yoram** The safety impact of land use changes resulting from bypass road constructions [Статья] // Journal of Transport Geography. - 2011 г.. - 19. - стр. 1120-129.
- 126 **Elvik Rune [и др.]** The handbook of road safety measures/ second edition [Книга]. - London : Emerald Group Published Limited, 2009. - стр. 1124.
- 127 **Garber Nicholas и Hое Lester** Traffic and Highway Engineering [Книга]. - Toronto : Cengage Learning, 2009. - стр. 1230.
- 128 **Garder P.** Theory for strong validation, in: КТИ, Traffic Conflicts and Other Intermediate Measures in Safety Evaluation [Статья]. - Budapest : Institute for Transport Sciences, 1986 г..
- 129 **Hyden Ch** The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique [Статья]. - [б.м.] : Lund Institute of Technology, 1987 г..
- 130 **Ichkitidzea Yuri и Sarygulovb Askar** LasloUngvaric Potential for Enhancing Traffic Safety on Highways of Russia [Статья] // Transportation Research Procedia. - 2017 г.. - 20. - стр. 242-246.
- 131 **Jacobs G.D.** The potential for road accident reduction in developing countries [Статья] // Transport Reviews 2. - 1982 г..
- 132 **Jacobs G.D. и Fouracre P.R.** Further research on road accident rate in developing countries [Статья] // Transport and Road Research Laboratory. - Crowthorne : Berkshire, 1977 г..
- 133 **Jacobs G.D. и Hutchinson P.A.** Study of accident rates in developing countries. [Статья] // Transport and Road Research Laboratory. - Crowthorne : Berkshire, 1973 г..

- 134 **Karпова Galina [и др.]** Conditions and Current Trends for Improving Road Safety in Federal Highways in Russia [Статья] // Transportation Research Procedia. - 2017 г.. - 20. - стр. 272-276.
- 135 **Kerstin Lemke** The New German Highway Capacity Manual [Статья] // Transportation Research Procedia. - 2016 г.. - 15. - стр. 26-35.
- 136 **López Griselda [и др.]** Tool to Manage Road Safety Deficiencies and Risk of Highway Crashes [Статья] // Transportation Research Procedia. - 2016 г.. - 18. - стр. 272-280.
- 137 **Mekky A.** Effect of road increase in road motorisation levels on road fatality rates in some rich developing countries [Статья] // Accident Analysis and Prevention. - 1985 г.. - 17.
- 138 **Oppe S.** Traffic Safety Development in Poland [Книга]. - Netherlands : Leidschendam, 2001.
- 139 **Peltola Harri и Luoma Juha** Road accidents in Finland and Sweden [Книга]. - Helsinki : [б.н.], 2016.
- 140 **Rappoport H. A.** Die Ausbildung plangeicher Knotenpunkte im Landstrassennetz [Статья] // Strassen und Tiefbau. - 1955 г.. - 8. - стр. 499-510.
- 141 Road accidents in Finland and Sweden [Online] // www.trafi.fi. - https://www.trafi.fi/filebank/a/1453805909/bf0e9e4f3f9492480bc0b561d4d99217/19608-Trafin_tutkimuksia_2-2016_-_FINENS_report_20_01_2016.pdf.
- 142 Road Safety Annual Report 2017 [Online] // www.sipotra.it. - <http://www.sipotra.it/wp-content/uploads/2017/10/Road-Safety-Annual-Report-2017.pdf>.
- 143 Road Safety Annual Report 2018 [Online] // itf-oecd.org. - https://itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2018_0.pdf.
- 144 Road Safety Good Practice Guide [Online] // www.ukroads.org. - <http://www.ukroads.org/ukroadsafety/articlespapers/roadsafetygoodpracticeguide.pdf>
- 145 Road Safety in Norway Strategy 2002–2011 [Online] // www.regjeringen.no. - <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/Road-Safety-in-Norway-Strategy-2002-2011/id87541/>.

- 146 **Rogers Martin** HIGHWAY ENGINEERING [Книга]. - New Jersey : Blackwell Publishing Ltd, 2003. - стр. 278.
- 147 **Shresthaa Pramen и Shresthab K. Joseph** Factors associated with crash severities in built-up areas along rural highways of Nevada: A case study of 11 towns [Статья] // Journal of Traffic and Transportation Engineering. - 2017 г.. - 4. - стр. 96-102.
- 148 The Highway Code, road safety and vehicle rules [Online] // www.gov.uk. - <https://www.gov.uk/browse/driving/highway-code-road-safety>.
- 149 **Tolouei Reza, Psarras Stefanos и Prince Rawle** Origin-Destination Trip Matrix Development: Conventional Methods versus Mobile Phone Data [Статья] // Transportation Research Procedia. - 2017 г.. - 26. - стр. 39-52.
- 150 **Trapp К. Н. и Oellers F. W.** Streckencharakteristic und Gahrverhalten auf zweispurigen Ludsraben [Статья] // Strassenbau und Streckencharakteristic. - 1974 г.. - 174. - стр. 48.
- 151 **Utriainen Roni и Pöllänen Markus** HeikkiLiimatainen Road safety comparisons with international data on seriously injured [Статья] // Transport Policy. - 2018 г.. - 66. - стр. 138-145.
- 152 Vision Zero edmonton road safety strategy 2016 – 2020 [Online] // www.edmonton.ca. - https://www.edmonton.ca/transportation/VisionZero_EdmontonRoadSafetyStrategy_2016-2020.pdf.
- 153 **Winkelbaue Martin [и др.]** Handbook for measures at the country level [Книга]. - [б.м.] : Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010. - стр. 64.
- 154 **Xu Pengpeng, Huang Helai и Dong Ni** The modifiable areal unit problem in traffic safety: Basic issue, potential solutions and future research [Статья] // Journal of Traffic and Transportation Engineering. - 2018 г.. - 5. - стр. 73-82.
- 155 **Yasunori Iida HaiYang и Sasaki Tsuna** An analysis of the reliability of an origin-destination trip matrix estimated from traffic counts [Статья] // Transportation Research Part B: Methodological. - 1991 г.. - 25. - стр. 351-363.

Приложение № 1

Сводные данные о характеристиках мест концентрации ДТП

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона %	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A-320-1	14	1000	0,4	23039	3,0	430	13,5	5000	2,1	3	перекресток
A-320-2	6	750	0,2	23079	2,9	950	8,2	5000	1,2	2	0
A-320-3	4	500	2,1	2664	2,9	500	8,6	41252	1,2	2	0
A-320-4	9	1000	2,3	2664	0,8	450	6,9	5000	1,8	2	перекресток
A-320-5	4	600	1,7	2678	3,6	1200	8,5	23360	1,2	2	0
A-320-6	5	1000	1,3	2583	2,6	500	7,4	4765	1,3	2	перекресток
A-322-10	4	500	2,1	2633	3,2	1000	7,0	14106	1,5	2	0
A-322-11	4	500	2,1	2604	3,3	600	7,2	7612	0,9	2	0
A-322-12	4	1000	1,1	2559	3,2	800	7,5	5000	1,4	2	перекресток
A-322-13	5	800	1,7	2559	3,3	1000	7,8	5423	0,5	2	0
A-322-14	5	500	2,7	2551	1,3	700	7,6	33322	0,5	2	0
A-322-15	9	1000	2,4	2551	1,3	450	7,0	5000	1,7	2	перекресток
A-322-16	4	670	1,6	2551	2,9	600	9,2	20645	1,4	2	0
A-322-17	4	720	1,5	2551	3,1	1000	7,9	20645	5	2	0
A-322-18	12	1000	3,2	2530	0,7	250	6,8	5000	0,2	2	перекресток
A-322-19	10	1005	2,3	3028	2,2	500	7,7	10484	0,7	2	мост
A-322-2	13	1000	0,6	14124	3,1	1700	8,9	3078	1,3	2	перекресток
A-322-20	4	621	1,5	3028	2,3	500	7,5	5656	1	2	0
A-322-21	5	500	2,3	3028	1,2	800	7,5	10884	0,7	2	0
A-322-22	5	1000	1,1	3071	1,5	500	8,2	5000	0,1	2	перекресток
A-322-23	5	1000	1,1	3071	3,2	800	7,4	26	0,1	2	перекресток
A-322-24	6	500	2,7	3071	1,0	300	7,2	2427	2,7	2	0
A-322-25	8	570	3,1	3071	1,4	300	6,8	14286	2,5	2	0
A-322-28	5	621	1,8	3071	3,0	800	7,4	27934	1,6	2	мост
A-322-29	4	1000	1,0	2763	2,6	1000	7,9	5000	0,1	2	перекресток
A-322-3	7	500	0,7	14135	2,8	230	8,5	2126	1,6	2	0
A-322-30	8	459	4,3	2763	4,2	1500	13,6	5000	0,1	4	перекресток
A-322-31	4	850	1,2	2763	3,5	1300	8,3	5377	2,5	2	0
A-322-32	4	900	1,1	2763	3,0	1200	8,0	8128	1,3	2	0
A-322-33	5	500	2,7	2530	1,3	650	7,0	8436	4,7	2	мост
A-322-34	13	1000	3,3	2736	0,9	300	6,7	5000	0,1	2	перекресток
A-322-37	4	1000	0,5	5056	2,5	1000	8,7	5000	0,1	2	перекресток
A-322-38	4	692	0,8	5072	2,5	1300	8,5	3725	0,7	2	0
A-322-39	5	625	1,1	5087	2,9	560	8,3	7264	0,9	2	0
A-322-4	11	1195	0,4	14135	2,8	1000	8,5	5000	0,2	2	0
A-322-40	5	1000	0,7	5087	2,1	950	8,6	1704	0,1	2	перекресток
A-322-41	9	417	2,9	5087	2,7	600	16,7	4747	0,1	5	перекресток
A-322-42	4	1000	0,5	5164	2,5	1200	8,4	5000	0,8	2	перекресток
A-322-43	7	1000	1,8	2647	1,2	500	7,6	5000	1,1	2	перекресток
A-322-44	9	1000	2,3	2638	1,1	400	7,2	5000	0,3	2	перекресток
A-322-5	8	500	0,8	14135	3,5	200	8,3	4419	8,1	2	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A-322-6	6	500	2,6	3218	1,2	500	7,3	6722	2,5	2	0
A-322-7	4	750	1,3	2749	3,6	1000	7,9	35739	1,5	2	0
A-322-8	4	500	2,1	2663	3,1	150	7,3	1566	10,4	2	тоннель
A-322-9	7	530	3,4	2633	0,7	500	7,1	7079	1,8	2	0
A-331-18	7	400	1,8	6551	2,5	1000	23,2	5000	1,4	4	0
A-331-24	4	1000	1,1	2545	2,0	500	7,6	2045	0,1	2	перекресток
A-331-3	4	500	2,2	2530	1,6	500	9,0	11892	0,1	2	0
A-331-5	4	500	0,8	6562	2,7	300	10,0	1636	5,3	3	перекресток
A-331-7	8	1000	0,8	6570	2,3	800	7,2	1577	3,25	2	перекресток
A-331-9	9	1300	0,7	6570	2,5	1500	20,8	5000	4,9	4	0
A-333-1	4	500	2,2	2530	2,0	900	7,2	10360	3,8	2	0
A-340-11	6	1000	1,6	2530	2,7	700	7,4	3647	4,1	2	перекресток
A-340-2	5	1000	1,4	2530	1,3	700	7,9	4214	1,9	2	перекресток
A-340-3	7	500	3,8	2530	0,9	400	6,4	4214	1,1	2	0
A-340-6	7	500	3,8	2530	0,7	350	6,5	3528	0,1	2	0
A-340-8	5	1000	1,4	2530	2,1	450	8,0	5000	2,1	2	перекресток
A-350-12	5	912	1,3	2924	2,3	700	7,4	5000	8,4	2	0
A-350-15	6	815	1,8	2740	2,1	700	7,2	5719	2,5	2	0
A-350-16	4	1000	1,0	2721	3,0	1100	7,3	3802	0,3	2	перекресток
A-350-17	4	1000	1,0	2721	1,7	1300	8,4	2781	4,4	2	перекресток
A-350-18	4	830	1,2	2721	2,4	900	6,9	4696	0,9	2	мост
A-350-19	5	300	4,2	2688	0,6	1000	6,9	7415	0,8	2	подход к мосту
A-350-20	6	1000	1,6	2571	2,2	750	7,1	1984	1	2	перекресток
A-350-21	5	1000	1,3	2579	2,1	500	7,0	5000	2,25	2	перекресток
A-350-22	4	500	1,8	3045	2,5	800	8,2	822377	1,4	2	0
A-350-23	5	1000	1,1	3045	3,4	1300	8,0	822377	0,2	2	0
A-350-3	14	1000	1,1	8723	2,8	200	8,5	2528	5	2	0
A-350-5	4	500	0,6	8723	2,0	500,0	8,9	258	4,2	2	мост
A-350-7	4	500	1,9	2903	2,3	300	7,2	2792	1,2	2	0
A-350-8	7	1000	1,6	2975	2,3	500	7,6	5000	1,5	2	перекресток
P-254-1	4	300	2,5	3660	1,5	1500	14,1	5000	0,6	4	0
P-254-11	5	1000	0,4	9107	2,8	1100	6,9	4040	0,4	2	перекресток
P-254-12	6	500	1,4	6032	1,0	1000	11,5	5000	0,4	4	подход к мосту
P-254-13	6	600	1,1	6032	2,6	1100	8,9	17660	0,8	2	0
P-254-14	4	1000	0,5	6032	2,4	1500	8,3	5000	0,5	2	перекресток
P-254-17	6	480	2,6	3254	3,0	1500	13,8	5000	0,5	5	перекресток
P-254-18	7	300	4,9	3254	3,0	800	21,6	5000	0,4	5	перекресток
P-254-2	7	1000	1,3	3660	2,8	900	7,3	5000	0,1	2	перекресток
P-254-21	4	300	1,9	4885	2,5	800	14,1	5000	0,2	4	перекресток
P-254-22	4	830	0,7	4611	3,0	1100	8,2	10221	0,1	2	0
P-254-27	4	1000	0,2	13055	2,8	1500	8,6	5000	0,5	2	перекресток
P-254-29	4	500	0,4	13055	2,7	2500	7,5	5000	0,1	2	0
P-254-35	8	650	0,5	16068	1,9	500	14,0	2509	0,2	4	перекресток
P-254-4	7	550	1,0	9107	3,2	1500	12,1	5000	0,1	4	0
P-254-5	6	500	0,9	9107	3,0	800	8,3	606040	0,1	2	0
P-254-6	4	500	0,6	9107	2,3	1000	15,5	5000	0,1	4	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-254-7	6	300	1,5	9107	2,6	1500	13,8	5000	1,1	4	перекресток
P-254-8	5	500	0,8	9107	3,1	500	11,6	1419	0,1	4	пешеход пер.
P-255-100	4	500	0,9	6350	2,5	650	8,7	6287	1,8	2	0
P-255-101	10	728	1,5	6350	2,7	200	8,5	2125	1,8	2	0
P-255-102	6	615	1,1	6350	2,9	200	7,9	2734	2	2	0
P-255-103	6	975	0,7	6350	2,7	650	14,5	2591	10	4	0
P-255-106	10	626	1,7	6350	2,8	300	8,6	4884	0,8	2	0
P-255-107	10	839	1,3	6350	3,1	450	8,1	4884	1	2	0
P-255-108	4	700	0,6	6350	2,7	220	12,0	2738	2,1	4	перекресток
P-255-109	4	476	0,9	6350	1,5	360	11,6	5000	0,7	4	ПОДХОД К МОСТУ
P-255-110	4	568	0,8	6350	3,0	1000	7,9	291698	3,9	2	0
P-255-113	5	670	0,2	27495	2,8	210	12,0	5000	0,1	3	0
P-255-115	4	500	0,2	27495	2,9	600	7,8	5000	2	2	0
P-255-116	5	587	0,2	27495	3,4	1800	9,1	5000	2	2	выезд с террит.
P-255-128	5	500	1,9	3526	2,6	350	8,2	4569	11	2	0
P-255-129	9	698	2,5	3526	1,2	250	6,9	1427	5,8	2	0
P-255-13	9	991	0,6	11177	2,5	1000	8,1	5000	0,1	2	0
P-255-130	6	1000	1,2	3526	2,8	250	8,3	1362	0,9	2	0
P-255-131	4	500	1,6	3526	1,1	220	8,7	1229	4	2	0
P-255-132	5	500	1,9	3526	2,3	270	8,5	1229	10	2	0
P-255-133	4	600	1,3	3526	3,1	350	7,9	2010	2,1	2	0
P-255-134	4	500	1,6	3526	2,8	400	9,0	18739	2,7	2	0
P-255-135	4	300	2,6	3526	3,2	950	14,1	5000	10,5	4	перекресток
P-255-136	9	500	3,5	3526	0,7	200	7,2	1346	4,1	2	0
P-255-137	9	1613	1,1	3526	1,7	900	8,9	114463	6,3	2	0
P-255-138	4	500	1,6	3526	2,2	900	8,2	5000	12,2	2	0
P-255-140	4	604	1,3	3526	2,7	350	8,7	1692	0,1	2	0
P-255-141	4	1000	0,8	3526	2,7	500	7,1	4368	1,5	2	выезд с террит.
P-255-142	10	810	2,4	3526	1,0	400	7,8	2995	1,3	2	0
P-255-143	11	801	2,7	3526	1,3	700	7,5	41120	2,2	2	0
P-255-144	4	500	1,3	4101	2,0	520	8,6	3566	2,7	2	0
P-255-145	5	500	1,7	4101	2,1	400	7,6	3288	3,9	2	0
P-255-146	9	1300	1,2	4101	2,0	600	7,1	2115	2,1	2	0
P-255-148	7	1155	1,0	4101	1,5	1100	7,3	12130	2,5	2	0
P-255-149	5	870	1,0	4101	1,7	1300	7,8	18755	4,4	2	0
P-255-150	6	1007	1,0	4101	2,6	1300	7,6	16714	4,9	2	0
P-255-151	5	500	1,7	4101	1,4	300	7,5	2942	1,3	2	0
P-255-152	6	580	1,7	4101	2,6	500	7,8	43650	3,1	2	0
P-255-153	6	950	1,1	4101	3,3	500	7,3	43650	3	2	0
P-255-155	7	1000	1,2	4101	2,5	750	7,5	5000	3,3	2	перекресток
P-255-156	5	500	1,7	4101	1,8	1000	7,4	7193	3,8	2	0
P-255-157	5	460	1,8	4101	2,2	900	8,8	7193	5,6	2	ПОДХОД К МОСТУ
P-255-158	4	700	1,0	4101	2,7	900	8,5	19589	1,9	2	0
P-255-159	4	500	1,3	4101	1,6	1200	7,6	6529	0,8	2	0
P-255-160	6	788	1,3	4101	2,5	600	7,5	1582	3,5	2	0
P-255-161	7	630	1,9	4101	2,2	400	8,3	1174	1,9	2	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-255-162	4	500	1,3	4101	2,5	250	8,0	897	6,7	2	0
P-255-163	4	542	1,2	4101	2,4	850	7,7	5258	2,1	2	0
P-255-164	5	500	1,7	4101	2,2	500	7,9	3883	3,5	2	0
P-255-165	5	519	1,6	4101	2,5	1000	7,2	19969	7,3	2	0
P-255-166	5	1126	0,4	7195	2,7	1500	7,7	19969	1,8	2	0
P-255-167	9	826	1,0	7195	2,0	300	8,2	2666	0,1	2	0
P-255-168	6	393	1,5	7195	2,4	360	11,2	2666	1,8	3	0
P-255-169	9	507	2,0	6207	2,6	250	8,3	3832	1,3	2	0
P-255-170	4	610	0,7	6207	1,9	1100	7,4	3739	5,3	2	0
P-255-171	6	500	1,3	6207	2,0	300	7,2	3739	7,7	2	0
P-255-172	4	500	0,9	6207	2,4	350	7,0	3252	3,6	2	0
P-255-178	4	500	1,9	2930	2,4	523	7,4	4117	1,2	2	0
P-255-179	5	830	1,4	2959	2,3	1300	9,1	9552	0,5	2	0
P-255-180	6	770	1,8	2959	2,0	400	8,1	1863	0,7	2	0
P-255-181	4	1000	0,9	2959	1,6	1500	7,8	5000	1,6	2	перекресток
P-255-182	4	630	1,3	3415	1,6	1200	7,9	10441	1	2	0
P-255-183	5	750	1,3	3415	1,4	1500	7,5	250908	1	2	мост
P-255-184	5	500	2,0	3415	2,2	300	7,8	1306	1	2	0
P-255-185	5	1000	1,0	3415	1,5	1000	7,8	5000	0,1	2	перекресток
P-255-189	4	500	1,6	3415	2,5	350	7,5	1352	0,8	2	0
P-255-19	5	690	0,5	9881	2,2	500	8,0	2634	3,1	2	0
P-255-198	5	500	0,9	7795	3,3	300,0	7,8	815	3,5	2	0
P-255-201	6	630	0,6	10901	3,5	1700	7,6	5000	3,1	2	0
P-255-202	4	1000	0,3	10901	3,9	1700	8,3	5000	0,1	2	перекресток
P-255-204	5	1000	0,3	10901	3,2	1400	8,3	1797	1,2	2	перекресток
P-255-206	11	679	0,9	11853	2,8	500	8,1	2075	6,7	2	0
P-255-207	4	500	0,5	11853	2,3	900	8,8	5000	0,7	2	0
P-255-208	4	1000	0,2	11853	3,3	1500	9,0	2689	2,8	2	перекресток
P-255-209	6	865	0,4	11853	2,6	300	7,5	2689	4,6	2	0
P-255-210	6	1000	0,2	18813	2,8	1600	8,9	5000	0,9	2	перекресток
P-255-211	7	1000	0,3	18813	2,9	1700	9,1	5000	2,6	2	перекресток
P-255-212	5	1100	0,2	17698	2,7	500	8,1	4518	0,4	2	0
P-255-213	4	500	0,3	17698	2,7	900	8,4	4518	0,5	2	0
P-255-214	4	889	0,2	17698	2,9	2000	7,9	5000	1,1	2	0
P-255-215	11	1000	0,4	17698	2,4	1200	8,9	5000	0,8	2	перекресток
P-255-216	4	569	0,3	17698	2,6	400	8,4	2715	2,5	2	0
P-255-217	4	720	0,2	17698	2,2	500	8,7	5000	0,8	2	0
P-255-227	10	1059	0,4	16131	2,7	500	8,2	5000	1,7	2	0
P-255-233	12	800	0,4	23466	2,3	550	12,7	5000	2,4	4	0
P-255-235	4	330	0,4	23466	3,1	500	15,6	5000	0,9	4	0
P-255-236	7	1160	0,2	23466	2,7	500	14,9	5000	2	4	0
P-255-25	5	550	0,6	9881	1,8	600	7,2	3132	2	2	0
P-255-27	8	1297	0,5	7823	2,1	1000	8,2	2430	1,8	2	0
P-255-28	11	2010	0,5	7823	2,9	900	7,5	4177	12	2	0
P-255-30	6	1000	0,5	7823	3,3	500	8,6	2971	1,1	2	перекресток
P-255-31	6	500	1,1	7823	2,6	500	8,6	2539	0,1	2	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона %	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-255-33	4	500	0,6	8434	2,3	2500	7,4	5000	0,8	2	0
P-255-34	4	770	0,4	8434	2,5	700,0	8,3	1805	0,9	2	подход к мосту
P-255-36	4	300	1,1	8434	2,3	500	10,2	5000	1,9	3	перекресток
P-255-38	4	648	0,4	9560	2,5	1500	8,1	3899	0,5	2	0
P-255-39	4	776	0,4	9560	2,8	800,0	8,1	2496	2,1	2	0
P-255-40	4	608	0,5	9560	2,4	1200	7,6	55923	0,1	2	0
P-255-41	5	530	0,7	9560	2,8	700	7,4	76554	0,1	2	0
P-255-42	7	1000	0,5	9560	2,6	900	8,5	5000	0,1	2	перекресток
P-255-43	7	1000	0,5	9560	2,5	1350	8,2	5000	0,1	2	перекресток
P-255-44	4	700	0,4	9560	2,5	1300	7,8	7068	1,1	2	0
P-255-45	4	1000	0,3	9560	2,4	1000	8,7	5000	0,9	2	перекресток
P-255-46	5	500	0,7	9560	2,3	2500	8,5	5000	1,9	2	пешеход пер.
P-255-47	10	1440	0,3	19000	2,4	2500	7,7	5000	1,4	2	0
P-255-49	4	630	0,2	19000	3,9	1000	9,0	1710	1,8	2	0
P-255-50	4	566	0,3	19000	4,0	1050	9,1	1710	1,3	2	0
P-255-51	8	603	0,5	19000	2,6	850	7,9	3679	0,9	2	пешеход пер.
P-255-58	8	1000	1,3	4304	3,1	500	7,6	2628	0,9	2	перекресток
P-255-59	8	500	2,5	4304	1,1	250	7,4	2628	1,4	2	0
P-255-60	7	1388	0,8	4304	3,1	390	8,2	876	0,9	2	0
P-255-61	4	712	0,9	4304	3,1	1500	8,0	13171	4,78	2	0
P-255-62	5	503	1,6	4304	2,9	400	7,8	1464	8,3	2	подход к мосту
P-255-63	6	555	1,7	4304	2,9	280,0	7,6	385	3,2	2	0
P-255-65	4	667	1,0	4304	2,1	500	8,0	1538	4	2	0
P-255-66	6	1000	1,0	4304	3,2	700	7,8	5000	1,4	2	перекресток
P-255-67	5	500	1,6	4304	2,0	600	8,0	5866	2,3	2	0
P-255-68	5	500	1,2	5658	2,3	900	7,8	1950	0,9	2	0
P-255-69	7	761	1,1	5658	2,4	400	12,9	4235	0,9	4	перекресток
P-255-70	5	1000	0,6	5658	2,5	1400	7,8	3000	5,9	2	перекресток
P-255-71	9	626	2,1	4643	2,5	400	10,6	2779	0,4	3	выезд с террит.
P-255-72	4	630	0,9	4643	2,5	1500	8,0	224820	0,8	2	0
P-255-73	4	500	1,2	4643	2,5	580	7,0	155766	0,1	2	0
P-255-74	5	412	2,3	3644	2,5	500	11,2	4794	1,9	4	перекресток
P-255-75	4	350	2,1	3644	2,5	1500	14,6	2758	1,8	5	перекресток
P-255-76	4	530	1,0	5323	2,8	2300	8,2	5000	1,1	2	0
P-255-77	6	1000	0,8	5323	2,8	1300	8,2	5000	2	2	перекресток
P-255-78	7	806	1,0	6142	1,3	600	8,0	1037	0,1	2	0
P-255-79	4	859	0,5	6142	2,7	1200	8,3	17115	0,6	2	подход к мосту
P-255-8	4	500	0,5	11177	2,3	1600	8,8	5000	1	2	0
P-255-81	8	602	1,5	6142	1,5	250	9,0	708	10	2	0
P-255-83	9	500	2,0	6142	2,7	200,0	8,2	182	5,6	2	0
P-255-84	5	1000	0,6	6142	3,8	1100	8,2	5000	1,6	2	перекресток
P-255-85	4	300	1,5	6142	2,5	500	8,5	5120	6,3	2	0
P-255-86	8	470	1,9	6142	2,5	600	13,9	5000	1,8	4	0
P-255-87	6	526	1,3	6142	1,8	800	16,6	5000	2,5	4	0
P-255-88	10	1244	0,9	6142	2,4	320	9,3	1802	6,5	2	0
P-255-89	12	1000	1,3	6350	2,5	800	7,1	4325	1,9	2	перекресток

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона %	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-255-9	6	300	1,2	11177	3,1	900	10,0	367	1	3	перекресток
P-255-92	4	600	0,7	6350	2,7	600	7,8	10115	2,7	2	0
P-255-93	4	555	0,8	6350	3,2	340	8,7	3351	4,3	2	0
P-255-94	7	1000	0,8	6350	1,9	700	8,3	2579	5,8	2	перекресток
P-255-95	4	684	0,6	6350	2,9	370	16,4	4708	1,5	4	0
P-255-96	9	832	1,2	6350	2,7	550	18,3	5000	2	5	перекресток
P-255-98	5	888	0,6	6350	2,2	500	8,2	2595	4,2	2	0
P-255-99	4	1000	0,4	6350	2,0	1300	7,5	3665	1,5	2	выезд с террит.
P-256-10	12	1112	1,4	5401	2,8	1200	11,2	5000	2,3	3	0
P-256-105	5	500	2,5	2701	1,1	1200	7,1	182388	0,2	2	0
P-256-106	8	1000	1,5	3728	1,0	1100	8,1	4373	0,3	2	перекресток
P-256-11	8	850	1,2	5401	2,9	850	11,0	4631	3,4	3	0
P-256-111	5	950	1,0	3692	2,8	1300	7,2	81093	1,1	2	0
P-256-113	7	890	1,4	3719	2,5	380	7,0	25053	4	2	0
P-256-117	4	1000	1,0	2648	2,7	550	8,2	1371	1,7	2	перекресток
P-256-118	4	500	2,1	2569	1,9	400	6,8	3604	1,2	2	0
P-256-121	7	580	3,1	2626	1,4	200	6,6	20660	4,4	2	0
P-256-13	5	300	2,1	5494	3,1	2000	12,0	5000	0,5	4	перекресток
P-256-14	6	500	1,5	5494	3,0	1000	8,1	249801	1,8	2	0
P-256-16	7	350	2,4	5822	3,0	800	10,1	5000	3,6	3	перекресток
P-256-17	6	804	1,3	4040	2,8	700	15,8	1345	4,1	4	перекресток
P-256-21	10	1110	1,5	4012	3,0	2000	12,0	5000	0,4	3	0
P-256-24	10	1000	2,0	3430	1,1	600	7,6	2208	0,8	2	перекресток
P-256-26	11	1150	2,1	3051	2,2	2000	10,9	5000	0,7	3	перекресток
P-256-27	7	318	5,1	2984	2,5	2000	10,3	5000	1,3	3	перекресток
P-256-28	4	500	1,8	2984	2,1	1200	8,0	255104	0,5	2	0
P-256-29	4	580	1,6	2984	2,6	1500	7,0	255104	1,23	2	0
P-256-32	8	1000	1,9	2905	1,8	550	7,2	5000	0,4	2	выезд с террит.
P-256-33	6	607	2,4	2868	0,9	1500	7,4	3472158	0,5	2	0
P-256-34	8	1000	1,9	2868	1,4	600	7,0	5000	0,6	2	перекресток
P-256-35	7	500	3,3	2903	1,1	500	7,2	3472158	0,7	2	0
P-256-36	4	700	1,3	2903	2,6	800	7,0	3182	0,4	2	0
P-256-37	8	1220	1,5	2976	3,0	500	7,5	2502	0,6	2	0
P-256-38	7	1270	1,3	2976	1,7	900	7,9	2306	2	2	подход к мосту
P-256-39	9	1000	2,0	3068	1,4	350	7,4	654	1	2	перекресток
P-256-40	7	500	3,1	3068	1,3	400	7,4	2524	1,4	2	подход к мосту
P-256-42	13	2450	1,2	3068	2,6	900	7,3	6703	1,4	2	подход к мосту
P-256-43	5	1000	1,0	3274	2,8	1000	7,9	5000	0,4	2	перекресток
P-256-44	6	1000	1,3	3274	2,6	1300	7,4	5000	1	2	перекресток
P-256-45	7	500	2,9	3274	1,2	500	7,8	3726495	1,3	2	0
P-256-46	12	1830	1,5	3088	2,8	1800	7,9	3726495	6,4	2	0
P-256-47	10	1750	1,3	3088	3,1	1200	8,2	6513	0,6	2	0
P-256-48	14	1000	3,0	3152	1,3	350	6,6	5000	2	2	перекресток
P-256-49	11	1000	2,4	3152	0,9	450	7,4	5000	0,9	2	перекресток
P-256-50	14	1300	2,4	3117	4,1	1500	11,5	2712	0,3	3	перекресток
P-256-51	5	900	1,2	3117	2,1	600	36,6	2989	0,2	6	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-256-52	7	1000	1,5	3117	1,7	400	7,4	1604	1,7	2	перекресток
P-256-53	6	723	1,9	3044	1,7	550	10,0	4687	1,7	3	круг движение
P-256-58	8	500	0,7	15228	2,7	500	24,9	1786	0,9	5	подход к мосту
P-256-59	7	1100	0,3	15022	1,1	600	12,5	3692	0,3	4	мост
P-256-63	5	800	0,3	14809	2,4	1500	7,9	5000	0,4	2	0
P-256-64	19	1000	0,9	14809	2,9	1300	8,7	3629	0,8	2	перекресток
P-256-65	4	780	0,2	14897	3,4	500	7,8	5000	1,3	2	0
P-256-66	5	500	0,5	14897	3,6	1200	7,4	5000	2,6	2	0
P-256-67	7	893	0,4	14897	3,2	1000	7,7	5000	0,8	2	0
P-256-68	13	1000	0,6	14897	3,0	1600	8,5	5000	0,4	2	перекресток
P-256-71	5	1000	1,3	2706	1,4	1300	7,3	5000	0,6	2	перекресток
P-256-72	4	770	1,3	2706	3,1	1500	9,5	1041033	0,5	2	0
P-256-73	4	808	1,3	2706	3,1	1500	8,7	1041033	0,3	2	0
P-256-74	6	678	2,2	2706	1,7	650	8,6	1041033	0,4	2	0
P-256-75	8	834	2,4	2735	1,0	600	8,8	2999	1,3	2	0
P-256-76	5	1000	1,3	2732	1,2	550	8,2	1167	1,6	2	перекресток
P-256-77	5	1000	1,3	2732	2,9	950	7,4	5000	1,8	2	перекресток
P-256-78	4	500	2,1	2644	2,5	1000	9,4	12704	6,6	2	0
P-256-79	6	1101	1,4	2644	3,8	1200	8,3	4142	2,4	2	0
P-256-80	7	1200	1,4	2811	2,6	800	9,4	4553	1,2	2	0
P-256-81	6	500	3,0	2726	1,0	200	7,1	1416	0,9	2	0
P-256-82	7	1100	1,6	2726	2,3	600	8,1	288663	4,4	2	0
P-256-83	15	1000	3,8	2726	0,9	200	6,8	4697	1,7	2	перекресток
P-256-85	9	637	3,5	2740	0,8	200	6,6	2670	6,8	2	0
P-256-86	4	500	2,0	2740	1,1	700	8,2	3386	3,5	2	0
P-256-87	5	500	2,5	2740	1,5	500	8,8	3312	2	2	0
P-256-88	4	1000	1,0	2740	1,7	1050	8,3	3173	0,8	2	перекресток
P-256-89	4	500	1,9	2818	2,9	850	7,3	140859	0,3	2	0
P-256-90	5	500	2,6	2651	1,1	1000	8,4	418410	2,6	2	0
P-256-91	6	734	2,1	2651	2,6	450	8,9	2895	1,3	2	0
P-256-92	12	1000	3,1	2651	2,8	1500	16,9	5000	0,2	5	перекресток
P-256-93	4	500	2,1	2651	2,8	1200	9,4	2477553	0,2	2	0
P-256-94	4	500	2,1	2651	2,1	600	8,3	2981	0,8	2	0
P-256-95	4	690	1,5	2609	2,5	1200	8,4	7831	2,6	2	0
P-256-96	11	1000	1,2	6127	3,3	950	7,5	5000	1,7	2	перекресток
P-256-97	6	684	1,0	6127	3,3	500	8,7	2945	1,9	2	0
P-257-10	4	657	1,6	2532	3,2	400	10,2	1312	2,5	3	0
P-257-11	4	1220	0,9	2532	1,0	500,0	8,8	519	3,6	2	0
P-257-12	4	530	2,0	2532	0,8	400	9,2	5209	4,2	2	0
P-257-13	7	1010	1,9	2532	2,2	300	8,1	2103	6,4	2	0
P-257-14	5	500	2,7	2530	1,5	150,0	7,1	864	4,8	2	0
P-257-16	4	580	1,9	2530	2,7	200	11,5	469	2,8	3	0
P-257-17	9	1345	1,8	2530	1,5	170,0	8,1	799	5,5	2	0
P-257-18	4	500	2,1	2644	1,9	200,0	7,3	438	1,3	2	0
P-257-19	4	500	2,1	2648	0,9	200,0	8,2	634	2,7	2	0
P-257-20	6	836	1,9	2648	1,8	700	8,2	67735	4,2	2	0

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона ‰	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-257-21	5	597	2,2	2648	1,7	350	7,0	1824	6,4	2	0
P-257-22	4	656	1,6	2532	2,7	420	7,0	1359	4	2	0
P-257-23	7	659	2,9	2532	1,3	200	7,3	1088	3,1	2	0
P-257-24	4	500	2,1	2641	2,4	1500	7,8	22718	1,8	2	0
P-257-25	5	1000	1,3	2657	2,6	950	7,3	5000	1,5	2	перекресток
P-257-26	4	500	2,1	2558	2,1	900	7,8	590250	0,8	2	0
P-257-27	7	1000	1,9	2583	0,8	600	7,3	1270	1,5	2	перекресток
P-257-28	4	650	1,6	2566	2,4	1500	7,9	742565	1,5	2	0
P-257-29	8	1000	2,1	2570	1,3	550	7,1	4160	0,3	2	перекресток
P-257-30	7	1077	1,7	2544	2,2	500	7,9	14054	1,6	2	0
P-257-31	7	1120	1,7	2533	2,1	1000	11,4	5000	3	4	перекресток
P-257-32	4	500	2,2	2533	2,5	1100	9,4	335991	0,45	2	0
P-257-33	7	500	2,5	3828	1,2	900	7,3	816247	2,3	2	0
P-257-34	8	746	1,9	3824	2,9	1300	12,4	5000	1,2	5	перекресток
P-257-5	7	603	2,6	3061	1,2	450	8,1	4961	6,6	2	0
P-257-51	5	500	1,8	3713	2,7	150,0	7,6	505	2	2	0
P-257-52	6	1000	1,1	3713	3,2	1300	6,6	5000	2,5	2	перекресток
P-257-53	4	1000	0,7	3713	2,4	1200	8,1	5000	1,6	2	перекресток
P-257-54	4	500	1,5	3713	2,6	500	8,0	1466	1,6	2	0
P-257-56	4	530	1,4	3713	2,8	900	9,5	440373	1,6	2	0
P-257-57	8	649	3,0	2828	0,9	300	7,4	2216	3,3	2	0
P-257-58	9	1133	1,9	2828	2,3	350	8,1	980	6,3	2	0
P-257-59	7	1420	1,2	2838	1,4	1200	9,2	63126	5,7	2	мост
P-257-6	5	1080	1,0	3061	2,1	900	7,4	16071	1,8	2	0
P-257-60	4	507	1,8	2986	2,6	350	8,0	1276	3	2	0
P-257-61	4	580	1,8	2555	2,4	300,0	7,7	555	3,7	2	0
P-257-63	4	555	2,0	2530	2,3	150	8,2	152	18	2	0
P-257-64	4	500	2,2	2530	1,3	430	8,3	5000	10,7	2	тоннель
P-257-72	4	700	1,5	2550	2,4	2000	8,4	16218	3,7	2	0
P-258-10	5	1024	0,9	3863	1,0	200	14,8	591	12,9	3	0
P-258-11	4	500	1,4	3863	1,2	300,0	8,0	711	4,7	2	0
P-258-12	5	400	2,2	3863	0,7	250	9,1	260	8,8	3	0
P-258-13	4	500	1,4	3863	1,8	320	7,5	710	10,3	2	0
P-258-14	5	500	1,8	3863	1,0	150,0	7,2	34	6	2	0
P-258-15	4	322	2,2	3863	1,1	310	11,5	408	7,9	3	0
P-258-16	11	300	6,5	3863	2,1	300	11,2	288	5,6	3	0
P-258-18	4	500	1,4	3863	2,0	450,0	7,3	214	7,6	2	0
P-258-19	4	300	2,4	3863	0,9	200	7,9	501	12,2	2	0
P-258-20	5	300	3,0	3863	0,7	170,0	7,5	171	6	2	0
P-258-21	5	500	1,8	3863	1,6	170,0	8,7	205	4,4	2	0
P-258-22	4	340	2,1	3863	1,3	130,0	8,1	310	4,8	2	0
P-258-28	6	372	3,4	3249	1,1	150,0	7,2	345	7,9	2	0
P-258-29	4	300	2,8	3249	0,6	150,0	7,5	489	0,1	2	0
P-258-31	6	890	1,4	3249	2,6	1500	8,1	657412	3,1	2	подход к мосту
P-258-32	8	832	2,0	3249	1,7	300	7,5	2435	0,7	2	0
P-258-33	4	1000	1,9	1453	1,5	650	6,8	5000	0,4	2	перекресток

ИД кластера	кол-во ДТП	длина участка, (м)	К ав	интенсивность (авт/сут)	ширина обочины (м)	видимость (м)	ширина проезжей части (м)	радиус кривизны, (м)	угол наклона %	кол-во полос	объекты УДС на месте ДТП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P-258-34	5	595	4,0	1453	0,8	150,0	6,9	688	0,6	2	0
P-258-36	4	908	2,1	1453	1,5	200,0	7,7	558	4,8	2	0
P-258-38	5	500	3,8	1812	0,8	150	7,0	2521	0,6	2	0
P-258-39	4	500	3,0	1812	1,2	250	7,0	3121	0,2	2	0
P-258-40	4	500	3,0	1812	0,7	350	7,0	933916	0,3	2	мост
P-258-41	4	500	3,0	1812	1,0	600	7,1	933916	0,9	2	0
P-258-42	4	563	1,0	4759	2,9	400	7,8	1264	5,6	2	0
P-258-43	4	1000	0,6	4759	2,5	1400	8,3	5000	1,2	2	перекресток
P-258-44	6	1000	0,9	4759	1,8	1500	7,3	5000	0,2	2	перекресток
P-258-45	13	1000	1,9	4759	0,9	650	7,5	1343	0,2	2	перекресток
P-258-46	4	500	0,7	7368	2,2	600	7,4	3136	0,2	2	0
P-258-47	7	1000	1,6	2912	2,3	450	6,7	1513	0,3	2	перекресток
P-258-48	5	563	2,1	2912	2,5	800	8,6	64003	0,3	2	мост
P-258-49	5	500	2,4	2912	1,5	200	7,8	1737	0,7	2	0
P-258-50	5	590	2,0	2912	2,9	300	7,6	9204	0,2	2	0
P-258-51	5	500	2,4	2912	1,6	300	9,1	3065	0,9	2	ПОДХОД К МОСТУ
P-258-54	4	500	1,9	2912	1,7	200,0	7,1	211	2,5	2	0
P-258-56	5	1000	1,2	2912	2,2	500	8,1	1077	2,1	2	перекресток
P-258-57	6	785	1,8	2912	1,3	450	8,1	1461	1,3	2	0
P-258-65	4	300	7,0	1311	0,3	1500	6,5	58930	0,5	2	ПОДХОД К МОСТУ
P-258-66	5	500	5,2	1311	0,6	200	6,2	2196	2,2	2	ПОДХОД К МОСТУ
P-258-67	4	600	3,5	1311	0,6	900	6,3	193213	1,6	2	0
P-258-68	5	1000	2,6	1311	1,0	450	7,2	5000	1,2	2	перекресток
P-258-69	5	831	3,1	1311	1,2	900	6,5	4757	0,3	2	0
P-258-7	5	1000	0,9	3863	3,1	1050	7,8	5000	2,5	2	перекресток
P-258-70	4	500	4,2	1311	0,6	600	6,7	2860	1,3	2	0
P-258-71	6	1000	3,1	1311	0,8	350	6,5	3147	1,1	2	перекресток
P-258-72	5	1000	2,6	1311	1,4	400	6,6	5000	1	2	перекресток
P-258-74	7	440	8,3	1311	0,5	1000	14,9	5000	2,3	4	перекресток
P-258-8	6	1000	1,1	3863	3,0	700	8,4	249	5,7	2	перекресток
P-258-9	13	300	7,7	3863	2,4	70	14,0	68	7,9	3	0
P-297-5	7	1075	3,4	1311	0,9	750	7,2	11942	2,8	2	0
P-297-6	5	690	3,8	1311	0,6	300	6,9	2144	0,9	2	0
P-297-7	5	500	5,2	1311	0,7	300	6,4	64243	5,2	2	стоянка
P-402-17	7	1300	1,4	2579	2,9	1500	12,7	5000	1,1	4	0
P-402-6	5	500	2,5	2709	1,1	500	7,5	5522	0,5	2	0
P-402-7	5	500	2,7	2541	1,4	250	7,5	4029	0,2	2	0
P-402-8	4	700	1,5	2550	3,2	400	7,2	5487	0,9	2	0
P-402-9	5	500	2,7	2541	1,2	600	7,2	184283	0,7	2	0

Приложение № 2

Сведения о местоположении и численности жителей населенных пунктов, расположенных в Сибирском федеральном округе в радиусе транспортной доступности

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
А-320	Омск	0	1178391
	Иртышский	26	3527
	Усть-заостровка	31	1868
	Розовка	38	2325
	Речной	48	837
	Ачаир	56	2023
	Ачаирский	68	2355
	Покрово-иртышское	77	509
	Иртыш	98	2532
	Соляное	119	2052
	Елизаветинка	133	1399
	Черлак	150	10472
	Красный октябрь	164	1652
	Большой атмас	164	2700
А-322	Барнаул	0	633301
	Энергетик	12	7032
	Южный	14	20028
	Лебяжье	15	5484
	Бельмесево	20	1700
	Шадрино	28	651
	Бураново	30	1039
	Калистратиха	37	582
	Калманка	45	3203
	Кубанка	57	474
	Чистюнка	77	1216
	Алейск	125	28735
	Урюпино	133	628
	Красный яр	140	1203
	Кашино	143	677
	Шипуново	165	13462
	Поспелиха	211	11915
	Новороссийский	247	733
Приозерный	285	495	
Рубцовск	290	145333	
Мичуринский	295	477	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Колос	301	432
	Новоалександровка	306	877
	Веселоярск	317	4940
А-331	Тулун	0	41671
	Афанасьева	9	489
	Целинные земли	15	549
	Гуран	22	1051
	Илир	102	1158
	Прибрежный	101	2555
	Тэмь	112	666
	Александровка	125	594
	Покосное	140	2944
	Кузнецовка	198	1113
	Братск	210	231602
	Зяба	225	475
	Каймоновский	277	472
	Видим	288	1108
	Хребтовая	382	1458
	Железногорск	382	23643
	Семигорск	412	849
	Ручей	451	1331
	Янталь	467	1543
Усть кут	514	42272	
А-350	Чита	0	347088
	Атамановка	19	10364
	Александровка	43	994
	Новокручининский	45	10159
	Макавеево	50	4145
	Дарасун	65	6896
	Большая тура	65	1037
	Кадахта	65	1075
	Карымское	65	12861
	Новодоронинск	84	433
	Жимбира	85	457
	Южный аргалей	132	791
	Агинское	153	17943
	Ага-хангил	170	1087
	Могойтуй	190	11046
Степь	240	1655	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Оловянная	250	7472
	Ясногорск	270	7076
	Бырка	300	1024
	Мирная	310	1367
	Безречная	320	464
	Шерловая гора	340	12132
	Борзя	370	28874
	Новоборзинское	380	297
	Южное	382	542
	Харанор	400	944
	Даурия	438	3926
	Билитуй	450	1528
	Забайкальск	480	13228
Р-254	Рославка	657	277
	Юнино	657	94
	Благовещенка	657	93
	Солнцевка	675	1805
	Исилькуль	675	23151
	Боевой	685	1506
	Гофнунгсталь	688	407
	Звездино	700	901
	Веселый	708	274
	Пролетарский	702	524
	Волчанка	716	409
	Москаленки	716	9271
	Шефер	724	218
	Северное	729	449
	Спартак	737	269
	Пикетное	743	819
	Заря свободы	747	751
	Марьяновка	763	8720
	Новая шараповка	772	662
	Старая шараповка	772	495
	Конезаводский	781	1957
	Лузино	790	8964
Петровка	790	1544	
Поповка	790	532	
Омск	820	1977630	
Октябрьский	840	1443	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Аксаковка	848	161
	Немировка	850	620
	Станкеевка	852	244
	Кормиловка	870	9783
	Сосновка	870	1778
	Калачинск	900	22781
	Ивановка	940	1101
	Ковалево	940	401
	Новопервомайское	950	946
	Неудачино	960	474
	Дмитриевка	970	893
	Северотатарское	990	829
	Татарск	995	23956
	Минино	1010	80
	Белехта	1050	255
	Чаны	1050	8229
	Барабинск	1150	29122
	Клубничный	1220	106
	Убинское	1240	6420
	Ермолаевка	1250	267
	Лебедевский	1270	52
	Каргат	1280	9519
	Чулым	1320	11270
	Севостьяновка	1370	110
	Белобородово	1400	314
	Коченево	1410	16956
Прокудское	1430	5991	
Чик	1430	5189	
Новосибирск	1460	2761659	
Р-255	Новосибирск	0	2761659
	Сокур	30	5770
	Мошково	58	9856
	Вороново	82	57
	Станционно- ояшинский	81	4893
	Ояш	89	778
	Балта	89	626
	Таганай	98	185
	Егоровка	120	675

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Киевка	122	150
	Болотное	130	15629
	Таскаево	150	875
	Юргинский	150	823
	Юрга	160	81733
	Старый шалай	163	189
	Большой улус	165	25
	Поперечное	170	1011
	Опарино	190	747
	Симаново	200	176
	Рассвет	210	1325
	Терехино	212	494
	Октябрьский	220	537
	Топки	230	27963
	Ясногорский	242	3175
	Буреничево	242	193
	Камышная	242	417
	Мазурово	242	1108
	Кемерово	260	556920
	Дмитриевка	300	34
	Успенка	320	248
	Новый свет	340	283
	Большая златогорка	340	22
	Красная тайга	350	138
	Красный яр	353	697
	Вяземка	360	15
	Николаевка	370	78
	Боровой	380	98
	Усманка	380	772
	Петропавловка	390	39
	Верх-чебула	400	5060
	Новоказанка	410	179
	Усть-чебула	415	686
	Мариинск	430	40526
	Первомайский	450	751
	Суслово	460	2829
	Нововосточный	480	455
	Тяжинский	480	11120
	Итатский	520	3726

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Каштан	530	342
	Большая косуль	540	1180
	Боготол	560	20245
	Красная речка	590	344
	Ачинск	620	105364
	Покровка	640	399
	Тарутино	645	1318
	Новочернореченский	660	3818
	Козулька	690	7780
	Большой кемчуг	700	138
	Можарский	705	149
	Малый кемчуг	740	96
	Памяти 13 бойцов	750	3078
	Емельяново	770	11553
	Красноярск	790	2865908
	Малая кускунка	840	30
	Кускун	845	145
	Тертеж	860	485
	Жандат	870	86
	Балай	875	1324
	Никольское	877	206
	Марьевка	890	86
	Ольгино	895	332
	Уяр	900	12209
	Новопятницкое	910	776
	Татьяновка	915	118
	Рыбное	930	1352
	Лозовая	935	147
	Низинка	950	102
	Тульское	953	44
	Бородино	960	877
	Большие ключи	970	512
	Новая солянка	970	2429
	Завировка	980	100
	Большая уря	990	1223
	Малые пруды	1000	205
	Канск	1016	90231
	Ловать	1026	163
	Карапсель	1029	874

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Иланский	1041	15137
	Сулемка	1062	92
	Нижний ингаш	1073	7022
	Новая пойма	1077	190
	Тины	1096	2490
	Тинской	1100	3411
	Нижняя пойма	1121	8170
	Юрты	1150	5247
	Бирюсинск	1172	8477
	Тайшет	1182	33364
	Старый алзамай	1240	261
	Алзамай	1242	6040
	Камышет	1290	595
	Нижнеудинск	1330	33954
	Верхний хингуй	1360	67
	Худоеланское	1380	1880
	Вершина	1390	553
	Будагово	1420	1248
	Тулун	1450	41671
	Азей	1460	666
	Шуба	1470	738
	Новотроицк	1490	215
	Тракторная	1490	87
	Станция тулюшка	1495	1236
	Мингатуй	1500	128
	Куйтун	1521	9487
	Харик	1539	1734
	Листвянка	1540	146
	Кимильтей	1560	1933
	Саянск	1572	38897
	Зима	1584	31229
	Тыреть	1620	3944
	Залари	1640	9576
	Кутулик	1670	4870
	Черемхово	1700	51230
	Тайтурка	1746	4841
	Мальта	1754	3260
	Усолъе-сибирское	1766	77989
	Тельма	1773	5072

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Железнодорожный	1778	6463
	Биликтуй	1789	774
	Ангарск	1800	226374
	Мегет	1820	8918
	Малая еланка	1830	776
	Иркутск	1850	623736
Р-256	Новосибирск	0	1602915
	Бердск	37	102808
	Мичуринский	41	1208
	Лебедевка	49	2435
	Чернореченский	51	1854
	Искитим	52	57416
	Евсино	69	5369
	Линёво	75	18468
	Шадрино	75	436
	Дорогино	87	3834
	Посевная	96	4253
	Черепаново	100	19570
	Привольный	112	290
	Безменово	118	2114
	Тальменка	151	19157
	Наумово	156	377
	Среднесибирский	162	2014
	Станция озерки	171	4209
	Озерки	176	5314
	Сибирский	184	11896
	Казачий	191	919
	Боровиха	192	7507
	Зудилово	196	4025
	Новоалтайск, Барнаул	217	707013
	Баюновские ключи	220	1569
	Украинский	238	151
	Косиха	244	5118
	Налобиха	261	4216
	Полковниково	261	690
	Гордеевский	274	1656
Троицкое	289	9634	
Буланиха	313	2463	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Октябрьский	324	1151
	Зональная	324	3385
	Бийск	355	203108
	Амурский	360	306
	Верхне-катунское	369	2723
	Сростки	400	2769
	Березовка	412	1243
	Быстрянка	419	5850
	Майма, Горно- Алтайск	453	63295
	Ая	461	2233
	Катунь	466	272
	Соузга	471	1267
	Черемшанка	475	2
	Манжерок	485	1567
	Озерное	487	167
	Усть-сема	511	402
	Чемал, Камлак	511	4413
	Черга	530	1952
	Барлак	538	42
	Мьюта	548	284
	Шебалино	564	5185
	Кумалыр	575	165
	Топучая	585	194
	Тукта	629	360
	Каракол	632	151
	Курота	634	350
	Шашикман	641	752
	Онгудай	652	5586
	Купчегень	685	574
	Малый яломан	708	219
	Иня	722	730
	Идро	747	276
	Чибит	783	622
	Акташ, Улаган	788	4138
	Курай	836	514
	Кызыл-таш	836	766
	Ортолык	887	688
	Кош-Агач	893	9212

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Тобелер	920	1058
	Жана-аул	930	992
	Ташанта	961	547
Р-257	Красноярск	0	2865908
	Слизнево	24	401
	Овсянка	25	228
	Усть-мана	30	878
	Дивногорск	38	29117
	Верхняя бирюса	84	92
	Балахта	162	6595
	Малая тумна	169	225
	Курганы	200	122
	Новоселово	234	5752
	Толстый мыс	241	669
	Сарагаш	266	901
	Первомайское	289	1466
	Борозда	296	127
	Знаменка	319	1475
	Троицкое	332	616
	Красный камень	356	198
	Черногорск	388	74698
	Абакан	406	181709
	Минусинск	439	68309
	Казанцево	480	361
	Шушенское	480	16846
	Жеблахты	496	582
	Ермаковское	512	8557
	Ойский	522	1058
	Танзыбей	562	1463
	Арадан	660	278
	Туран	730	4898
	Уюк	742	747
	Суш	752	502
	КЫЗЫЛ	806	116015
Целинное	830	1173	
Балгазын	870	3096	
Куран	900	750	
Шуурмак	910	750	
Самагалтай	940	3243	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
Р-258	Иркутск	0	623736
	Смоленщина	15	4333
	Шелехов	20	47608
	Баклаши	22	4003
	Веденщина	30	1366
	Моты	46	1466
	Подкаменная	55	691
	Глубокая	74	59
	Андрьяновская	82	98
	Ангасолка	92	667
	Култук	99	3715
	Слюдянка	110	18241
	Сухой ручей	114	291
	Буровщина	119	51
	Муравей	122	22
	Мангутай	127	93
	Утулик	141	1009
	Байкальск	148	12738
	Солзан	154	602
	Мурино	168	157
	Выдрино	184	68
	Кедровая	208	89
	Танхой	222	940
	Ивановка	270	51
	Клюевка	270	1231
	Бабушкин	279	4542
	Мантуриха	292	84
	Боярский	300	149
	Посольская горный	327	941
	Каменск	327	6747
	Кабанск	348	6038
	Селенгинск	360	13740
Брянск	363	1075	
Мостовка	375	889	
Таловка	384	161	
Троицкое	387	497	
Татаурово	405	1810	
Старое татаурово	411	992	
Ошурково	432	427	

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Улан-уде	449	431922
	Нижний саянтуй	464	2829
	Вознесеновка	464	413
	Саянтуй	467	138
	Саратовка	471	210
	Селенга	474	99
	Солонцы	477	642
	Кардон	479	164
	Тарбагатай	494	4308
	Бурнашево	500	245
	Хошун-узур	528	500
	Старый заган	557	312
	Новый заган	557	1553
	Мухоршибирь	557	5162
	Харашибирь	572	864
	Хонхолой	588	1535
	Никольск	600	1282
	Харауз	613	811
	Петровск- забайкальский	642	16524
	Тарбагатай	667	2070
	Новопавловка	677	3681
	Хохотуй	710	1460
	Ушоты	717	173
	Закульта	726	473
	Шиля	730	180
	Бада	736	4687
	Жипхеген	754	1210
	Хилок	787	10724
	Танга	900	1270
	Николаевское	920	1282
	Горекацан	933	412
	Доронинское	947	750
	Аблатуйский бор	956	547
	Бальзой	978	505
	Улеты	985	6061
	Хадакта	993	872
	Черемхово	1000	686
	Татаурово	1022	66

Наименование Федеральной трассы	Наименование населенного пункта	Местоположение населенного пункта на трассе (км)	Численность жителей населенного пункта (жит)
	Лесной городок	1040	1368
	Чита	1091	347088
Р-297	Чита	0	347088
	Танха	44	354
	Нарын-талача	116	679
	Верхняя талача	128	274
	Средняя кия	177	297
	Богомяково	190	520
	Островки	209	127
	Новоберезовское	217	38
	Знаменка	233	796
	Багульный	279	464
	Чернышевск	300	12868
	Сбега	477	1712
	Давенда	538	730
	Ключевский	567	1261
	Могоча	583	13442
	Семиозерный	631	1010
Амазар	675	2321	
Р-402	Зимино	376	881
	Ольгино	389	1343
	Ширяево	402	107
	Яман	421	759
	Крутинка	432	6878
	Чумановка	442	146
	Тюкалинск	479	10326
	Малиновка	517	619
	Бекишево	531	552
	Ивановка	543	67
	Красный яр	573	5206
	Дружино	601	2838
	Омск	621	1178391

Приложение № 3

Сводные данные о фактической среднегодовой суточной интенсивности движения численности

Наименование Федеральной автодороги	Местоположение установленной камеры автоматической фиксации интенсивности движения (км)	Фактическая среднегодовая суточная интенсивность движения (авт/сут)	Общее количество жителей населенных пунктов, расположенных в радиусе транспортной дотсупности (жителей)
A-320	44	4 811	13 444
	144	1 872	18 275
A-322	12	14 451	673 020
	167	3 912	44 705
	213	3 161	12 648
	328	2 596	152 554
P-256	29	43 735	1 774 005
	41	28 033	1 792 909
	184	8 950	764 000
	211	13 393	747 721
	213	11 361	747 721
	292	5 355	23 195
	345	10 083	213 136
	367	7 345	213 442
	404	4 463	12 585
	434	6 477	76 931
	462	4 234	74 653
	504	2 028	12 317
	635	2 520	7 199
	894	2 298	11 950
P-257	45	2 994	30 716
	236	1 422	7 444
	323	1 402	3 882
P-258	13	17814	683 203
	108	13 850	36 984
	615	1 459	21 016
	792	1 227	11 934
	1048	2511	348 522
A-350	18	9180	372 750
	52	4150	48 421
	150	2412	30 867
	252	1715	16 203
P-297	7	5 955	347 442

Наименование Федеральной автодороги	Местоположение установленной камеры автоматической фиксации интенсивности движения (км)	Фактическая среднегодовая суточная интенсивность движения (авт/сут)	Общее количество жителей населенных пунктов, расположенных в радиусе транспортной дотсупности (жителей)
	23	2 708	347 442
	123	1 773	953
	309	1 060	13 332
	349	532	0
	586	486	14 703
	677	332	2 321
P-255	50	11274	21 980
	83	7 073	17 220
	235	3 946	592 308
	299	4 145	557 507
	464	6 046	55 681
	549	2 543	25 837
	711	17 189	11 241
	879	7 874	15 797
	921	4 427	16 043
	951	4 740	7 680
	1032	3 544	114 947
	1061	6 218	29 379
	1113	1 017	26 530
	1197	3 037	42 102
	1366	2 702	36 454
	1438	1 902	44 323
	1625	5 116	44 749
1725	4 928	137 320	
1795	8 332	329 626	
1864	14 072	624 512	
P-254	676	2085	38 712
	791	6269	2 000 504
	838	6071	1 991 659
	997	3392	26 232
	1150	4099	29 122
	1286	4227	21 108
	1427	12086	2 790 109
	1443	15356	2 790 109
P-402	485	5 063	11 091