

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель магистерской
программы
_____ Е. С. Воеводин
« ___ » _____ 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Оценка влияния дорожных условий на безопасность дорожного движения

23.04.01 Технология транспортных процессов

23.04.01.02 Оценка соответствия и экспертиза безопасности на транспорте

Научный руководитель	_____	к.т.н., доцент	А. М. Асхабов
Выпускник	_____		П. В. Кузьмин
Рецензент	_____	к.т.н., доцент	Р. М. Авдеев

Красноярск 2021

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация по теме "Оценка влияния дорожных условий на безопасность дорожного движения" содержит 93 страницы, 35 иллюстраций, 30 таблиц, 19 использованных источников, 14 листов презентационного материала.

АВАРИЙНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫЙ РЕАГЕНТ, ТОРМОЗНОЙ ПУТЬ.

Объектом исследования являются дорожные условия.

Цель данной работы – снижение числа ДТП за счет изменения одного из компонентов дорожных условий.

В процессе исследования были рассмотрены условия, влияющие на безопасность дорожного движения, причины возникновения ДТП в зимний период и способы их предотвращения, приведена статистика ДТП за последние 4 года, а также дана характеристика применяемых противогололедных материалов в настоящее время.

В результате выполнения магистерской диссертации была выявлена недостаточная эффективность противогололедного реагента «Бионорд», применяемого в настоящее время для борьбы с гололедом в зимний период, а также доказано его негативное влияние на металл и окружающую среду. В результате было предложено отказаться от использования «Бионорда» в пользу песчано-соляной смеси на дорогах Красноярского края.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Литературный обзор	6
2 Условия, влияющие на безопасность дорожного движения	8
2.1 Характеристика системы ВАДС.....	10
2.1.1 Общие сведения.....	10
2.1.2 Факторы, связанные с человеком	12
2.1.3 Факторы, связанные с транспортным средством.....	18
2.1.4 Факторы, связанные с дорогой	19
2.1.5 Факторы, связанные с внешней средой	21
3 Статистика ДТП за 2017-2020 гг	27
4 Причины возникновения ДТП в зимнее время года.....	54
5 Способы предотвращения ДТП в зимнее время года.....	58
6 Противогололедные реагенты, применяемые в г.Красноярске.....	65
6.1 Свойства и характеристики песчано-соляной смеси.....	65
6.2 Характеристики противогололедного реагента «Бионорд»	66
7 Экспериментальная часть.....	68
7.1 Методика проведения исследования.....	68
7.2 Исследование эффективности противогололедных реагентов, применяемых в г.Красноярске.....	71
7.3 Исследование влияния противогололедных реагентов на металл и экологию.....	77
Заключение	88
Список сокращений	91
Список использованных источников	92

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Автомобильный транспорт играет значительную роль в развитии экономики любой страны. Высокие, особенно в последние годы, темпы автомобилизации объясняются большей, по сравнению с другими видами транспорта, эффективностью и возможностью автономной работы. Как следствие, парк и объем перевозок грузов и пассажиров автомобильным транспортом растет значительно быстрее, чем на других видах транспорта.

Несмотря на осуществляемые мероприятия по предотвращению вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП), на дорогах ежегодно в мире погибают более 1 млн и получают ранения около 15 млн человек. В Российской Федерации в день по различным причинам погибают около 300 человек, из них в ДТП около 100.

В условиях непрерывного повышения интенсивности дорожного движения с вовлечением больших масс людей, транспортных и материальных ресурсов деятельность по предупреждению ДТП и снижению тяжести их последствий является многоплановой и требующей комплексного научного подхода.

Несмотря на достигнутое в последние годы снижение масштабов дорожно-транспортной аварийности, уровень безопасности дорожного движения в нашей стране существенно ниже, чем в других странах развитой автомобилизации. Улучшение дорожных условий является наиболее актуальной проблемой в наши дни, как инструмент снижения вероятности возникновения ДТП. Они - наиболее несовершенный компонент дорожного движения.

Основное значение дорожных условий как фактора безопасности дорожного движения состоит в том, что именно их состояние в первую очередь определяет деятельность участников дорожного движения и, как следствие, вероятность совершения ими действий, приводящих к ДТП. При углубленном изучении механизма возникновения ДТП удастся выявить негативное влияние дорожных условий в каждом втором происшествии. Исходя из этого, именно совершенствование дорожных условий, следует считать наиболее перспективным направлением повышения безопасности дорожного движения.

Цель диссертационной работы. Целью данной работы является снижение числа ДТП за счет изменения одного из компонентов дорожных условий.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть условия, влияющие на безопасность дорожного движения;
2. Привести статистику ДТП за последние 4 года;
3. Рассмотреть причины возникновения ДТП в зимний период и способы их предотвращения;
4. Дать характеристику применяемых противогололедных материалов в настоящее время;

5. Провести экспериментальное исследование, на основании которого выбрать наиболее эффективный противогололедный реагент.

Объект исследования – дорожные условия.

Предмет исследования – средства повышения безопасности дорожного движения.

Метод исследования. Для решения поставленных задач использовались работы, посвященные изучению проблемы безопасности дорожного движения, которые послужили методологической и теоретической основой исследования.

Степень разработанности темы. Большой вклад в изучение проблемы безопасности дорожного движения внесли такие учёные как: В.Э. Клявин, Д.В. Капский, М.Б. Афанасьев, А.П. Васильев, В.В. Лукьянов, И.Н. Пугачев.

На защиту выносятся:

1. Условия, влияющие на безопасность дорожного движения;
2. Влияние факторов системы ВАДС на возникновение ДТП;
3. Причины возникновения ДТП и способы их предотвращения;
3. Экспериментальное исследование различных противогололедных реагентов;
4. Предложение наиболее эффективного реагента для борьбы с гололедицей и сокращения количества ДТП в зимний период.

Научно-исследовательская составляющая диссертационной работы:

1. Получены результаты экспериментальных исследований различных противогололедных реагентов;
2. Определено процентное отношение увеличения тормозного пути при применении противогололедных реагентов по сравнению с чистым асфальтом в г.Красноярске;
3. Проведена оценка влияния противогололедных реагентов на интенсивность коррозионного износа конструкционных материалов при длительном воздействии;
4. Получены статистические регрессионные уравнения, позволяющие спрогнозировать величину коррозионного износа при длительном воздействии противогололедных реагентов.

Практическая составляющая диссертационной работы. На базе теоретических данных и проведенных экспериментальных исследований предложен эффективный реагент для борьбы с гололедицей и сокращения количества ДТП в зимнее время года.

Личный вклад автора. Автором обработаны результаты экспериментального исследования различных противогололедных реагентов и на основании этих данных выбран наиболее эффективный из них.

1 Литературный обзор

Статья «Проблемы обеспечения безопасности дорожного движения» авторов Д. В. Ивасик, А. А. Васильченко, Т. А. Сидоренко, П. Л. Мисюрин посвящена проблемам обеспечения безопасности дорожного движения (БДД). В ней рассматриваются вопросы влияния психофизиологических особенностей водителей на возникновение ДТП. Также в статье затронуты вопросы повышения безопасности пешеходов, как участников дорожного движения. В статье исследуется взаимосвязь между дорожными условиями и безопасностью дорожного движения. Авторы считают, что во многих случаях дорога является скрытым «соучастником» или первопричиной большого числа ДТП, приписываемых статистикой другим факторам. Исправить это возможно путем устранения опасных мест путем выборочной реконструкции дорог после их выявления. Кроме того, необходимо совершенствовать сами нормы на проектирование автомобильных дорог в соответствии с постоянно меняющимися условиями движения.

В статье «Влияние дорожных условий на безопасность движения» авторы Терехова Л. О., Лабанов П. А. так же считают, что большую роль в обеспечении безопасности движения играют основные технико-эксплуатационные показатели автомобильной дороги. Они говорят о том, что ДТП чаще всего возникают в местах, где водители сталкиваются с внезапным осложнением дорожных условий, вызывающих необходимость изменения сложившегося режима движения, чаще всего резкого снижения скорости. В этих местах в связи с неблагоприятными сочетаниями элементов плана и профиля, скользкого дорожного покрытия, ухудшением его ровности, возможностью внезапного появления пешеходов по мнению авторов рекомендуется устанавливать временное ограничение скорости.

Молдахметов К. У., Садыков Ж. А., Пернебеков С. С., Аризов К. Т. в статье «Исследование влияния дорожных условий на безопасность дорожного движения» утверждают, что возрастающие объемы автомобильных перевозок, увеличение скоростей и интенсивности движения требуют совершенствования дорог при проектировании и эксплуатации. При плохом состоянии дорожного покрытия значительно ухудшаются условия движения, поэтому режимы движения автомобилей по сезонам года могут быть различны. Они предполагают, что анализ причин, ухудшающих условия движения автомобилей в зимний и переходные периоды, и выявленные закономерности могут служить основой для разработки комплекса технических и организационных мероприятий по повышению скорости и безопасности, увеличению удобства движения. По их мнению, упор должен делаться на развитие автоматизированных систем управления дорожным движением, функциональное разграничение улично-дорожной сети на скоростные автомагистрали для быстрого доступа из одного района в другой и пропуска транзитных транспортных средств, зон ограниченного движения транспорта и пешеходных зон, велосипедных дорожек и т. д.

Клявин В. Э. в своей диссертации на тему «Разработка научных методов повышения уровня системной безопасности дорожного движения» предлагает создать научно-обоснованный теоретико-практический инструментарий для обеспечения безопасных условий движения транспортного потока, уменьшения дорожно-транспортной аварийности и загрязнения окружающей среды. Рабочая гипотеза состоит в предположении, что применение разработанных теоретико-методологических положений, новых научных методов и математических моделей позволит обеспечить своевременные и эффективные управляющие решения в области БДД с минимальными издержками, направленные на снижение дорожного травматизма и уменьшение материального и экологического ущерба.

Капский Д. В. в своей диссертации на тему «Методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности» так же считает, что для решения важнейшей научно-технической проблемы – снижения аварийности – необходимо разработать методологию, основанную на комплексе новых методологических принципов и новой научно-методической системе, а также создать программно-методическое и нормативное обеспечение принятия решений по повышению безопасности дорожного движения. Это позволит обеспечить разработку и внедрение оптимальных мероприятий по повышению безопасности движения при одновременном снижении суммарных потерь.

В диссертации на тему «Повышение безопасности дорожного движения на основе усовершенствованной методики коэффициентов аварийности» автор Шешера Н. Г. утверждает, что добиться повышения безопасности дорожного движения путем совершенствования методов и средств оценки БДД на стадии проектирования и эксплуатации автомобильных дорог можно путем внедрения дополнительных параметров, учитывающих травматизм по принципу «Методики коэффициентов аварийности». Иначе говоря, он предлагает усовершенствовать «Методику коэффициентов аварийности» дополнительным расчетом с использованием коэффициентов травматизма. Для этого им были проведены экспериментальные исследования с целью сопоставления выявленных очагов травматизма с данными топографического анализа ДТП и логического обоснования целесообразности дополнения «Методики коэффициентов аварийности» коэффициентами травматизма.

Степень разработанности проблемы. Известные из научных публикаций результаты теоретико-прикладных исследований по вопросам повышения уровня БДД посвящены рассмотрению отдельных направлений и решению локальных задач и не отвечают современным общепризнанным тенденциям по снижению дорожно-транспортного травматизма и аварийности. Эта проблема изучена не полностью и не соответствует реальным потребностям общества и российской экономики.

Также стоит отметить, что особенностью моей научной работы является рассмотрение влияния дорожных условий на БДД г. Красноярска в зимний период в условиях достаточно сурового климата. Осложненность заключается в

том, что температура зимой может достигать значений до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, а высота снежного покрова составляет в среднем 20 см. Проблема с гололедицей и методами борьбы с ней в подобных климатических условиях подробно рассмотрена не была до настоящего времени, в связи с чем является острой и актуальной для нашего города.

2 Условия, влияющие на безопасность дорожного движения

Безопасность движения представляет собой одно из важнейших потребительских свойств автомобильных дорог.

Дорога – любая используемая для движения дорога, улица, переулок и т. п. по всей ширине (включая автомагистрали, улицы, тротуары, обочины и разделительные полосы) [1]. Понятием «автомобильная дорога» охватывается не только сама дорога, но также и дорожные устройства (иногда употребляют выражение «обустройство») и обстановка дорог.

К инженерным дорожным устройствам строительные нормы и правила относят автобусные остановки, переходно-скоростные полосы, площадки для остановок и стоянок автомобилей, площадки отдыха и павильоны для пассажиров, ожидающих автобусы, устройства для защиты дорог от снежных и песчаных заносов, линии связи, освещения дорог. К обстановке дорог относят ограждения, дорожные знаки и указатели, разметку проезжей части, оформление придорожной полосы и т. п. [2].

Учитывая развитие технических средств регулирования движения, представляется целесообразным в дальнейшем дорожные знаки, информационные щиты, светофоры, дорожную разметку охватывать понятием «оборудование дорог», понимая под этим оборудованием техническими средствами регулирования дорожного движения, а все остальное, касающееся обустройства и обстановки дорог, определять как дорожные устройства.

Ровность дорожного покрытия – показатель состояния поверхности покрытия дороги. Характеризует удобство движения по дороге и оказывает решающее влияние на скорость движения и транспортную работу дороги в целом.

В обеспечении безопасности движения большая роль принадлежит основным технико-эксплуатационным показателям автомобильных дорог. Устранение неровностей на дорожном покрытии фактически приводит к увеличению числа ДТП на 10 %. Водители на не ровном покрытии снижают скорость, меняют часто траекторию движения (чтобы избежать проезда по крупным неровностям) и повышают внимание при объезде неровностей, что объясняет данный факт.

Очевидно, что неровности на дорожном покрытии приводят к снижению скорости движения. Величина снижения скорости зависит от количества участников движения и от размера неровностей на дорожном покрытии, и может достигать 10 км/ч.

На фактическую скорость движения автомобилей оказывают влияние также и другие причины и особенно существенные – метеорологические условия, а в темное время суток – освещение дороги. Важнейшим критерием, характеризующим функционирование путей сообщения, является их пропускная способность. В теории проектирования автомобильных дорог и трудах по организации движения применяется термин пропускная способность дороги. Простейшее определение этого понятия сводится к тому, что под пропускной способностью дороги понимают максимально возможное число автомобилей, которое может пройти через сечение дороги за единицу времени.

Однако необходимо отметить, что, рассматривая движение автомобилей и оценивая пределы возможной интенсивности потока, мы характеризуем по существу не дорогу, а комплекс водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС). Это объясняется тем, что характеристики транспортных средств и водителя могут оказывать не меньшее влияние на пропускную способность, чем параметры дороги [3].

Долгое время считалось, что соблюдение норм, стандартов и правил при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог и транспортных средств, служит гарантией безопасности дорожного движения [4].

Соблюдение стандартов и правил может обеспечить безопасное соотношение таких элементов как:

- радиус кривой трассы дороги в плане (нормы проектирования дороги);
- отгон виража на этой кривой (нормы проектирования дороги);
- скорость движения автомобиля (нормы эксплуатации дороги);
- шероховатость покрытия, позволяющая обеспечивать достаточный коэффициент сцепления колес с покрытием (нормы строительства и содержания дороги);
- тип протектора шины автомобиля (нормы проектирования автомобиля);
- состояние покрышки (нормы содержания и эксплуатации автомобиля);
- состояние покрытия дороги (нормы содержания и эксплуатации дороги).

Нарушение нормы хотя бы одного из перечисленных элементов нарушает оптимальное (безопасное) взаимодействие физических объектов в процессе движения. ДТП может произойти как результат: слишком малого радиуса кривой, неверного расчета виража, превышения разрешенной скорости движения, скользкого покрытия или изношенных покрышек, как результата нарушения норм содержания дороги или транспортного средства. Поэтому не вызывает сомнения, что соблюдение норм, стандартов и правил предупреждает возникновение опасных ситуаций в процессе дорожного движения [5].

Практика, однако, показывает, что даже строгое соблюдение норм и стандартов при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог и транспортных средств вовсе не гарантирует отсутствия ДТП. Хорошие ровные, прямые и широкие дороги, отвечающие требованиям самых строгих стандартов, часто имеют высокий уровень аварийности.

Системный подход при исследовании дорожного движения с целью предупреждения дорожно-транспортных происшествий, рассмотрение составных частей системы в их взаимодействии, интеграция знаний о каждом из компонентов не исключает, однако, и их дифференцированного детального и всестороннего изучения, так как каждый из названных компонентов по существу сам представляет собой сложную многофакторную систему.

2.1 Характеристика системы ВАДС

2.1.1 Общие сведения

На безопасность дорожного движения оказывает влияние множество факторов: как объективных (конструктивные параметры и состояние дороги, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования, время года, часы суток), так и субъективных (состояние водителей и пешеходов, нарушение ими установленных правил).



Рисунок 1 – Роль факторов риска и их сочетаний в возникновении ДТП

Таким образом, на дорогах существует сложная динамическая система, включающая в себя совокупность элементов человек, автомобиль, дорога, функционирующих в определенной среде. Эти элементы единой дорожно-транспортной системы находятся в определенных отношениях и связях друг с другом и образуют целостность. Они формируют факторы риска, которые могут привести к ДТП. С точки зрения безопасности дорожного движения интерес для системного изучения представляют как сами факторы риска, так и их различные сочетания, а именно:

- человек – автомобиль;
- автомобиль – дорога;
- дорога – человек.

На рисунке 1 представлена роль различных факторов как причин ДТП:

- в 57 % случаев главная причина ДТП – ошибка человека;
- в 27 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и дороги;
- в 6 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и автомобиля;
- в 3 % случаев причиной ДТП является проблема многостороннего взаимодействия человека, автомобиля и дороги.

Степень изученности влияния сочетаний факторов риска ДТП в настоящее время и результаты мировых исследований приведены в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Факторы, влияющие на вероятность возникновения ДТП

Сочетание факторов риска (удельный вес в содействии возникновению ДТП)	Отрасль - руководитель исследований	Степень изученности	Результат
Человек – автомобиль (6 %)	Автомобилестроительная	Активные исследования с высокой степенью изученности	Стандарты безопасности, правила и руководства по технической эксплуатации транспортных средств
Автомобиль – дорога(1 %)	Автомобилестроительная; дорожная	Активные исследования с высокой степенью изученности	Стандарты безопасности, правила дорожного движения, нормы дорожного проектирования
Дорога – человек (27 %)	Дорожная, с привлечением специалистов других отраслей, например, психологов, социологов	Стадия сбора информации и теоретических обоснований	Отсутствие норм и стандартов

Все разнообразие мер, применимых в качестве основных инструментов для повышения безопасности дорожного движения, можно подразделить по основным факторам риска ДТП на три группы:

- повышение безопасности поведения участников дорожного движения (фактор «водитель») – предназначены для проведения мероприятий в рамках воспитательной, образовательной, законотворческой, политической, общественной деятельности, нацеленной на формирование безопасной модели поведения участников дорожного движения, посредством воспитания

желательного и корректировки нежелательного поведения, а также для деятельности дорожных организаций в рамках аудита безопасности;

- повышение безопасности транспортных средств (фактор «автомобиль»)

– предназначены для проведения мероприятий в рамках деятельности, направленной на повышение надежности и безопасности, как самих транспортных средств, так и их эксплуатации;

- повышение безопасности дорожной инфраструктуры (фактор «дорога»)

– предназначены для проведения мероприятий в рамках деятельности, связанной с планированием, проектированием, строительством, содержанием и эксплуатацией, как отдельных объектов дорожной инфраструктуры, так и целых сетей.

Следует отметить, что среди приведенных инструментов, реализуемых через различные мероприятия, нет единственного и радикального средства для повышения безопасности дорожного движения [3].

Высокий уровень безопасности дорожного движения обеспечивается посредством:

- сотрудничества и единства цели для всех институтов, служб и организаций, имеющих отношение к проблеме безопасности дорожного движения;

- программирования деятельности в порядке правильно расставленных приоритетов, когда решение первой проблемы снижает остроту следующей проблемы, намеченной для решения;

- планомерности и системности проведения мероприятий;

- реализации мер, имеющих потенциал экономической окупаемости общественных средств, направляемых на проведение мероприятий по повышению безопасности дорожного движения;

- проведения последующего мониторинга для анализа результативности мероприятий и использования приобретенного опыта при планировании последующей деятельности;

- оптимизации решения главной задачи любой транспортно-дорожной сети – обеспечения транспортных операций с минимальными затратами для общества и безопасностью выполнения этих операций.

2.1.2 Факторы, связанные с человеком

Водитель должен быть постоянно готов к действиям в неожиданно меняющейся дорожной обстановке, что обеспечивается его устойчивостью и интенсивностью внимания.

К важным профессиональным качествам следует отнести способность водителя прогнозировать дорожную обстановку и одновременно с этим следить за дорожными знаками, светофорами, дорожной разметкой, изменением дорог в плане и профиле и т.д.

Длительность пребывания водителя в подобном состоянии определяется наиболее распространенной категорией из теории надежности – запасом

прочности. В свою очередь, надежность характеризуется пригодностью, работоспособностью, подготовленностью, мотивацией.

Пригодность определяется личностными, психофизиологическими качествами водителя, состоянием его здоровья и выявляется в процессе медицинского освидетельствования, психофизиологического отбора претендента и сопоставления с заранее заданными критериями.

Работоспособность зависит от режима труда и отдыха, условий на рабочем месте, состояния здоровья, режима питания, употребления различных лекарственных препаратов, образа жизни и т.д. [7].

Подготовленность определяется наличием у водителя необходимого объема знаний и навыков, которые приобретаются в процессе профессионального обучения и в результате самообучения в процессе работы.

Особую актуальность приобретают качество и эффективность учебного процесса, индивидуальные особенности обучаемого, свойства нервной системы и личностные характеристики.

Мотивация тесно связана с психологией и выражается в заинтересованности водителя в безопасном процессе работы, результатах труда, удовлетворенности работой в целом. Мотивом называется то, ради чего совершается то или иное действие. Именно мотивы, а не цели деятельности лучше всего раскрывают человеческие побуждения и могут объяснить поведение человека на дороге.

В большинстве случаев, водители согласны, что безопасность дорожного движения важна, однако это не мешает им ежедневно подвергать себя опасности. Следовательно, их общее положительное отношение к безопасности подавляется некими мотивами к негативному поведению.

Таковыми мотивами для водителей являются следующие:

- выгода (время, деньги);
- безопасность (физическая – боязнь боли, административная и социальная - боязнь наказания или осуждения окружающих);
- комфорт (достижение цели с меньшими физическими и эмоциональными усилиями);
- моральная удовлетворенность (удовольствие от самого процесса или достигнутого результата);
- социальное нивелирование (желание быть не хуже других), удовольствие от быстрой езды, самоутверждение и т.д.

Мотивация обеспечивается и поддерживается режимом труда, оплатой труда, условиями работы, состоянием транспортного средства, отношениями с администрацией и коллективом организации, многими другими факторами.

Если интересы водителя лежат вне сферы его профессиональной деятельности, это затрудняет образование новых навыков, снижает эффективность его работы, приводит к ошибкам, отсутствию потребности повышать свою квалификацию и мастерство.

Для прогнозирования поведения участников дорожного движения следует понимать и принимать во внимание мотивы их поведения.

Рассмотрим факторы, участвующие в формировании модели поведения человека за рулем автомобиля, и их влияние на риск ДТП. К таким факторам относятся возраст, пол и опыт вождения, информированность, опасные состояния.

Мировая статистика свидетельствует, что риск ДТП максимален в случае управления автомобилем молодыми (до 25 лет) и пожилыми (старше 65 лет) водителями.

При этом среди молодых водителей и водителей среднего возраста риск ДТП для мужчин значительно выше, чем для женщин, а среди водителей старшего возраста преобладает противоположная тенденция – риск ДТП для женщин старшего возраста выше, чем для мужчин этой же возрастной группы.

Анализ показал, что женщины более осторожны и точнее выполняют правила дорожного движения, поэтому они реже создают опасные ситуации. Мужчины проявляют большую способность справляться с опасными ситуациями, но часто попадают в ДТП из-за чрезмерной самоуверенности и переоценки своих возможностей. Женщины, в свою очередь, попадают в ДТП из-за излишней осторожности, нерешительности и недооценки своих возможностей.

Относительно большая доля ДТП, приходящаяся на молодых водителей мужского пола, выявляет в основном проблему, обусловленную поведением, а для людей пожилого возраста – обусловленную физиологией, хотя опыт водителя старшего возраста способен компенсировать снижение его физических возможностей.

Распределение числа ДТП по возрасту водителей, выявленное в результате исследований, проведенных в Норвегии и Швеции, представлено в таблице 2, приведенные данные сопоставимы с данными других европейских стран.

Таблица 2 – Влияние возраста водителя на число ДТП

Страна	19-20 лет	21-24 лет	25-44 лет	45-64 лет	65-74 лет	Старше 75 лет
Норвегия	3,1	1,6	0,7	0,8	0,8	3,3
Швеция	3,1	1,9	0,8	0,6	1,3	5,6

Примечание. Средний показатель для всех возрастных групп равен 1.

Мировой опыт показывает, что ДТП возникают, прежде всего, от недостатка опыта вождения. Периодом повышенного риска ДТП является первый год вождения, хотя фактор возраста также оказывает влияние. Риск ДТП максимален, когда за рулем находится молодой мужчина с опытом первого года вождения. Однако при стаже водителя 5 лет (± 2 года) обнаруживается второй пик риска ДТП. Возникающие на первом году вождения ДТП обусловлены преимущественно недостатком опыта, увеличение риска ДТП на пятом году вождения имеет психологическую природу. К этому времени водитель приобретает устойчивые профессиональные навыки, что ведет к профессиональному автоматизму, действиям по привычной схеме,

снижению внимания, недооценке серьезности возникающих нестандартных ситуаций и, как следствие, неполной реализации своих возможностей при их разрешении.

Большое влияние оказывает информированность водителей об общей статистике ДТП, периодах времени и участках дорожной сети с повышенным риском ДТП для данного района.

Особое место в повышении риска ДТП в опасных состояниях занимает алкогольное опьянение водителя. Употребление алкоголя влияет на организм человека двойственно, ухудшая как психологические, так и соматические (телесные) функции, причем оба воздействия усиливают друг друга.

В результате ослабляется общая реакция человека на происходящее, снижается его способность адаптироваться к условиям окружающей среды.

Мировой опыт показывает, что большинство ДТП, связанных с алкогольным опьянением водителей, возникает при принятии небольших доз алкоголя [1]. Это объясняется тем, что, когда человек выпивает значительное количество алкоголя, он чувствует состояние опьянения. Если в таком состоянии человек решается сесть за руль, он старается вести автомобиль как можно осмотрительнее, чтобы скомпенсировать снижение своих физиологических функций. Однако если человек выпивает небольшую дозу, он, как правило, не ощущает опьянения, поскольку такая доза алкоголя тонизирует организм, человек ощущает подъем сил, не замечая одновременного снижения своих физиологических показателей.

В результате он начинает неадекватно оценивать свои возможности и склонен недооценивать сложность и опасность ситуаций. Статистика подтверждает, что именно слабое алкогольное опьянение, незаметно снижающее физиологические функции человека, является наиболее опасным.

К опасным состояниям относятся также утомление и усталость, являющиеся различными понятиями. Утомление как комплекс физиологических изменений в организме человека, вызванных тяжелым или длительным трудом, является конфликтом между требованиями работы и физиологическим снижением работоспособности. По статистике, в течение двух сверхурочных часов работы аварийность и травматизм на производстве возрастают в 2,5 раза. Для ликвидации утомления необходим длительный отдых и сон. Также доказано, что риск ДТП появляется уже с появлением усталости, под которой подразумевается состояние, наступающее при монотонной, неинтересной работе, когда физиологическое снижение работоспособности еще не наступило.

В последние десятилетия с увеличением дальности поездок и скоростей движения появилась новая категория опасного состояния водителя – монотония – психическое состояние, вызванное:

- либо информационными перегрузками (многократным повторением одних и тех же движений и поступлением большого количества одинаковых сигналов в одни и те же нервные центры);

- либо информационной недостаточностью (однообразием восприятия, когда организм находится в условиях мало изменяющейся среды, например при длительном пребывании за рулем на протяженных прямых участках ровной дороги в условиях однообразной, неинтересной местности).

Монотония является следствием нарушения психической саморегуляции водителя и выражается состоянием усталости, «дорожного гипноза», заторможенности, сонливости.

Для преодоления такого состояния водитель волевым усилием старается «стряхнуть» его с себя, поддерживая необходимый уровень внимания.

В отличие от утомления, для устранения которого требуется относительно длительный отдых, монотония может быстро пройти при смене условий. Однако, если человек на протяжении длительного времени периодически переживает монотонию, происходит ее «накопление» и даже короткая монотонная поездка быстро приводит человека в заторможенное состояние. Чтобы психика человека пришла в норму после многократных переживаний монотонии, потребуется уже достаточно продолжительный отдых или даже лечение.

Результаты исследований, представленные в таблице 3, показывают, что вождение в течение продолжительного времени без перерыва снижает показатели внимания водителя и увеличивает время реакции, что влияет на риск аварийности: риск ДТП растет по мере увеличения количества часов непрерывной работы за рулем. Если показатель аварийности водителя при непрерывной продолжительности работы до 2 ч принять за единицу, увеличение непрерывной продолжительности работы до 5 ч повышает риск ДТП на 23 %.

Таблица 3 – Влияние непрерывной продолжительности работы водителя на относительный риск ДТП

Непрерывная продолжительность работы водителя, ч	Относительный риск ДТП	Пределы колебаний относительного риска ДТП
0...2	1	-
2...5	1,23	1,05-1,45
5...8	1,29	1,08-1,53
Более 8	1,8	1,2-2,7

На основании результатов таких исследований устанавливаются регламенты рабочего времени и времени отдыха водителя по максимальной продолжительности работы без перерыва и максимальной ежедневной продолжительности вождения [8].

Исследования подтверждают, что вождение без соблюдения регламентированного перерыва после 4,5 ч работы и максимальной продолжительности суточной работы за рулем 9 ч приводит к увеличению риска ДТП. Риск увеличивается в большей степени для ДТП с пострадавшими,

чем для ДТП без указания степени тяжести. Превышение максимальной продолжительности суточной работы водителя приводит к большему увеличению риска ДТП, чем вождение без перерывов.

На риск ДТП также влияет продолжительность перерывов между работой, в большей степени это касается продолжительности суточного отдыха и недельного рабочего времени у водителей.

Влияние продолжительности суточного отдыха водителей на риск ДТП можно рассмотреть на примере исследований безопасности выполнения грузовых перевозок, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние продолжительности отдыха водителя на относительный риск ДТП

Продолжительность отдыха водителя грузового автомобиля, ч	Относительный риск ДТП
До 10,5	1
10,5...13,75	0,88
13,75...25,75	0,87
Более 25,75	0,81

По нормативам наименьшее допустимое время отдыха составляет 11 ч. Относительный риск ДТП, когда водитель отдыхает менее 11 ч/сут., составляет 1,17 (пределы колебания результатов 0,95 - 1,4).

Влияние прерываний суточного отдыха на риск ДТП можно представить на основе исследований, проведенных в США. Американские водители междугородних маршрутов отдыхают в автомобиле. Было исследовано влияние прерывистого суточного отдыха таких водителей (например, перерывы в вождении 2 раза по 4 ч) на риск ДТП со смертельным исходом. Было показано, что водители, которые отдыхали с перерывами, имели риск попадания в ДТП со смертельным исходом в 3,5 раза выше (пределы колебаний 2,36 - 3,94), чем водители с обычным режимом отдыха.

Существует также тесная связь между риском ДТП и некоторыми хроническими заболеваниями водителей, лишь очень малое число ДТП (примерно 0,1 %) происходит при внезапном ухудшении состояния здоровья.

Так, у водителей с сердечно-сосудистыми заболеваниями степень риска ДТП на 35...40 % выше, чем у водителей без этих заболеваний. Водители-диабетики обладают степенью риска ДТП на 20 % выше риска здорового водителя.

Опасность для водителей также представляют заболевания, сопровождаемые приемом препаратов успокоительного характера, например прием лекарственных средств при психических заболеваниях, включая медикаменты, влияющие на центральную нервную систему, оказывающие расслабляющее действие на мышцы, опьяняющее или бодрящее действие, что увеличивает риск ДТП в 2 раза.

Водители с низким уровнем интеллекта (с низкой грамотностью) обладают на 20 % более высоким риском ДТП, чем водители с нормальным мышлением (уровень интеллекта равен 100).

Злоупотребление водителями наркотиками повышает риск аварийности в 2,7 раза.

2.1.3 Факторы, связанные с транспортным средством

К факторам, связанным с транспортным средством и определяющим потенциальный риск ДТП и его тяжесть, можно отнести выбор способа передвижения, размеры и массу транспортных средств, мощность двигателя и скоростные характеристики, техническое состояние и оборудование транспортных средств [9].

Выбор способа передвижения. На рисунке 2 представлен риск ранения при различных способах передвижения – численность раненых на 1 млн. чел.-км.

Показатели риска построены на основе данных о ДТП с участием транспортных средств, для многих стран их значения одинаковы.

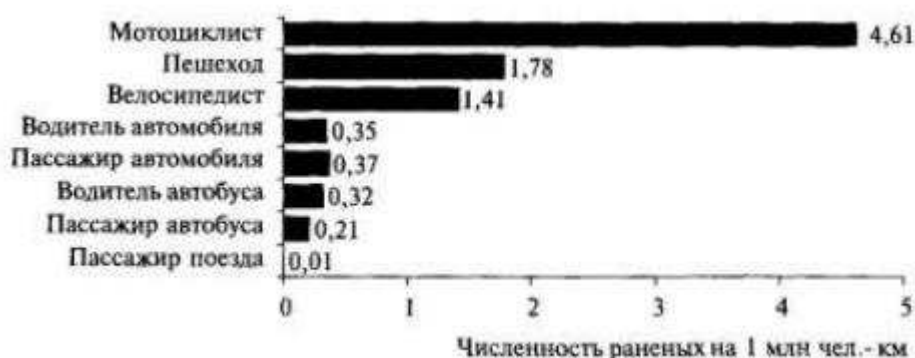


Рисунок 2 – Средний риск ранения при различных способах передвижения

Цифры относятся и к водителям, и к пассажирам, пользующимся разными способами передвижения.

Способы передвижения или участников дорожного движения можно разделить на две группы. К первой группе, имеющей высокий риск ранения и тяжесть последствий ДТП, относятся пешеходы, велосипедисты и люди, передвигающиеся на мопеде или мотоцикле, ко второй – водители и пассажиры транспортных средств. Данное разделение обусловлено тем, что пешеходы, велосипедисты, мотоциклисты не имеют такой защиты от ранений, как водители и пассажиры транспортных средств.

Размеры и масса транспортного средства. В случае ДТП водитель и пассажиры автомобиля оказываются более защищенными, чем, например, мотоциклист. Находясь в большом автомобиле, водитель и пассажиры защищены лучше, чем в маленьком. Согласно исследованиям риск гибели в

ДТП уменьшается примерно в 2 раза на каждые 800 кг дополнительной массы автомобиля. При массе автомобиля 2400 кг относительный риск гибели в ДТП составляет 1, при 1600 кг - 2, при 800 кг - 4.

Размер автомобиля определяет степень безопасности водителя и пассажиров при любом столкновении (с движущимся автомобилем или с неподвижным объектом). Чем больше автомобиль, тем длиннее передние и задние зоны его конструкции, тем более защищен его каркас безопасности от повреждений, тем меньше ударные усилия и тяжесть последствий ДТП для пассажиров внутри салона.

Мощность двигателя и скоростные характеристики. Этот фактор тесно связан с другими факторами риска, например масса и размер автомобиля, личные качества водителя, пробег автомобиля и т.д. Однако некоторые исследования свидетельствуют о том, что автомобили с высокой мощностью имеют риск ДТП выше на 15...20 % по сравнению с обычной мощностью при одинаковой массе автомобиля, т. е. риск ДТП повышается с увеличением мощности двигателя.

Эту закономерность можно объяснить тем, что наличие высоких характеристик провоцирует водителя использовать полные возможности автомобиля и демонстрировать его качества окружающим [9].

Техническое состояние и оборудование транспортных средств. Мировые исследования подтверждают, что наличие обязательной сертификации и технического контроля при регистрации транспортных средств в сочетании с периодическим техническим осмотром влияет на безопасность дорожного движения и это влияние определяет требования, предъявляемые к транспортным средствам, которые постоянно ужесточаются.

Проведенные в США исследования показали, что риск ДТП для грузовых автомобилей с техническими неисправностями возрастает на 60...70 % по сравнению с грузовыми автомобилями в нормальном техническом состоянии. Также результаты американских исследований подтверждают, что ужесточение требований по техническому состоянию автомобилей и конструктивной безопасности позволяют сократить численность погибших в ДТП на 30 %.

2.1.4 Факторы, связанные с дорогой

Надежностью автомобильной дороги как комплексного транспортного сооружения является способность обеспечивать безопасное расчетное движение транспортного потока со средней скоростью, близкой к оптимальной, в течение нормативного или заданного срока службы дороги при достаточных значениях других показателей.

Критериями эксплуатационной надежности автомобильных дорог являются следующие:

- непрерывное, безопасное и удобное движение транспортных средств;

- работоспособность как состояние дороги, при котором она выполняет заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации;
- фактический, по сравнению с требуемым, срок службы дороги;
- степень запаса по пропускной способности и прочности дорожной одежды;
- ремонтпригодность как приспособление сооружения к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий проведением ремонтов и технического обслуживания.

К дорожным факторам, определяющим потенциальный риск ДТП, можно отнести тип дороги, ее геометрические параметры, число пересечений и примыканий второстепенных дорог, обустройство перекрестков, скоростной режим [10].

Геометрические параметры дороги. Ширина полосы движения и проезжей части являются важными факторами, влияющими на безопасность движения. Например, при ширине полосы дороги вне населенного пункта 3 м во время встречных разъездов безопасность обеспечивается лишь на небольшой скорости. В противном случае возможно столкновение или съезд транспортных средств на обочину. На дорогах низших категорий обочина не имеет усовершенствованного покрытия, поэтому съезд на нее может привести к боковому скольжению и опрокидыванию транспортного средства.

При ширине полосы 3,5 м безопасность разъезда существенно повышается. Полоса движения шириной 3,75 м допускает встречный разъезд транспортных средств без снижения скорости, даже если она близка к предельной у обоих транспортных средств.

Для лучшего ориентирования водителей относительно правого края проезжей части и сохранения дорожного покрытия на новых дорогах вдоль проезжей части укладывают краевые полосы шириной до 0,75 м. Наезжать на них не разрешается, однако водитель может уверенно вести транспортное средство у самого края проезжей части. На автомагистралях с разделительной полосой краевые полосы устраивают по обеим сторонам.

На дорогах с неоднородными условиями движения (крутые повороты, уклоны, чередующиеся с прямыми участками) относительное число ДТП выше по сравнению с дорогами, обеспечивающими плавные и спокойные условия движения. Среднее соотношение между радиусами горизонтальных кривых и числом ДТП с пострадавшими на 1 млн. авт.- км представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Влияние радиуса кривой на относительный риск ДТП

Радиус кривой	Относительный риск ДТП
Прямой участок	1
400 м и более	1,5-2
400...200 м	2-4
200...100 м	4-8

Пересечения и примыкания. По статистике, с увеличением числа пересечений и примыканий на 1 км дороги число ДТП возрастает, поскольку возрастает вероятность неправильной оценки ситуации и возникновения ошибок водителей. Это представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Влияние числа пересечений и примыканий на 1 км дороги на относительный риск ДТП

Число пересечений и примыканий на 1 км дороги	Относительный риск ДТП
0-5	1
6-15	1,25-2,5
16-30	1,75-3
30 и более	2,5-6

Для пешеходов и велосипедистов по мере возрастания плотности пересечений и примыканий к главной дороге риск ДТП возрастает в большей степени, чем для остальных участников дорожного движения [10].

Обустройство перекрестков. К основным факторам риска ДТП, связанным с обустройством перекрестков, относятся число пересекающихся дорог, доля транспортных средств, въезжающих со второстепенных дорог на главную, способ организации движения на перекрестке, скоростной режим, техническая оснащённость перекрестка и качество его содержания.

В мировой практике зависимость между скоростью движения на перекрестке и относительным числом ДТП выглядит следующим образом (таблица 7).

Таблица 7 – Зависимость числа ДТП от скорости движения на перекрестке

Изменение средней скорости движения, %	Изменение числа ДТП с ранеными, %	Изменение числа ДТП с погибшими, %
+15	+(35...45)	+(70...80)
+10	+(20...30)	+(50...60)
+5	+(10...15)	+(20...30)
-5	-(10...15)	-(15...25)
-10	-(15...25)	-(30...40)
-15	-(25...35)	-(40...50)

Примечание. Знак «+» - увеличение, знак «-» - уменьшение.

Наблюдаемая закономерность усугубляется под влиянием внешних факторов, например, при неблагоприятных погодных условиях, проведении дорожных работ.

2.1.5 Факторы, связанные с внешней средой

К факторам, связанным с внешней средой, увеличивающим потенциальный риск ДТП, относятся темное время суток, неблагоприятные погодные условия, перегруженность дороги транспортными средствами,

проведение дорожно-ремонтных работ, опасное состояние дорожного покрытия. Эти факторы взаимосвязаны с дорожными, они увеличивают число ДТП, усиливая нагрузку на психику человека и требуя от него принятия решений в нестандартных ситуациях [5].

Темное время суток. Установлено, что в темное время суток относительное число ДТП примерно в 1,5 - 3,5 раза выше по сравнению со светлым временем.

Такое соотношение определено условиями плохой видимости и тем, что ночью за рулем может быть больше водителей в состоянии алкогольного опьянения, утомленных, а поэтому менее внимательных. Неблагоприятные погодные условия ночью оказывают более негативное влияние, чем днем.

Неблагоприятные погодные условия. Статистические данные подтверждают, что во время осадков число ДТП увеличивается. Выявлены закономерности, что неожиданные осадки после продолжительного сухого периода вызывают резкое увеличение риска ДТП, а затяжные осадки вызывают адаптацию водителей, в результате чего число ДТП постепенно уменьшается.

Перегруженность дороги транспортными средствами. Движение в насыщенном транспортном потоке характеризуется повышенной нагрузкой на психику водителей, поскольку движение в таких условиях требует от водителя быстрой реакции, напряженного внимания, прогнозирования действий других водителей, а также ограничивает возможности для маневра. Возрастает число ошибок участников дорожного движения, конфликтных ситуаций, что приводит к росту числа ДТП (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние уровня транспортной перегруженности на дорогах общего пользования на относительный риск ДТП

Уровень транспортной перегруженности на дорогах общего пользования	Относительный риск ДТП (число ДТП на 1 млрд. авт.-км)
Менее 0,8	47,8
0,8-1	60,5
1,08-1,25	78
1,258-1,5	80,6
1,58-2	89,7
Более 2	103,9

Проведение дорожно-ремонтных работ. Наличие на дороге участков, где проводятся дорожно-ремонтные работы, создает препятствие для плавного движения транспортного потока, ограничивает пропускную способность дороги. На таком участке может возникать перегруженность дороги, что приводит к увеличению риска ДТП. Дорожные работы выступают как фактор неожиданности для водителя, особенно это опасно на участке, которым водитель привычно пользуется ежедневно.

Для предотвращения негативных последствий проведения дорожно-ремонтных работ рекомендуется:

- использование средств сигнализации для привлечения внимания водителей, особенно в темное время суток;
- информирование о проведении на дороге дорожно-ремонтных работ через средства массовой информации и сообщение об альтернативных маршрутах движения для разгрузки участка с ограниченной пропускной способностью;
- использование эффекта присутствия представителей ГИБДД МВД России на подъездах к опасным участкам.

Состояние дорожного покрытия. На скользком дорожном покрытии, сразу после наступления гололеда, риск возникновения ДТП возрастает.

По мере адаптации водителей к сложным дорожным условиям число ДТП постепенно уменьшается, влияние неблагоприятного внешнего фактора снижается.

Влияние состояния дорожного покрытия на относительный риск ДТП представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Влияние числа пересечений и примыканий на 1 км дороги на относительный риск ДТП

Состояние дорожного покрытия	Относительный риск ДТП
Сухое чистое	1
Влажное чистое	1,3
Грязное	1,5
Покрытое твердым снегом	2,5
Покрытое снегом и льдом	4,4

Неровности дорожного покрытия в сочетании с неблагоприятными погодными условиями способствуют увеличению риска ДТП.

В северных районах, характеризующихся продолжительными и холодными зимами, существуют недостаточные условия видимости и сцепные качества дорожных покрытий.

Наличие снега и льда увеличивает тормозной путь и опасность потери контроля над управлением транспортных средств. Снежные заносы вдоль дороги снижают видимость и уменьшают используемую ширину проезжей части дороги. Низкий коэффициент сцепления приводит к увеличению тормозного пути.

Коэффициенты сцепления различных дорожных покрытий составляют:

- цементобетонное, сухое, твердое, шероховатое – 0,7 - 0,8;
- асфальтобетонное, сухое, сухой булыжник – 0,5 - 0,6;
- асфальтобетонное или булыжное грязное, скользкое или промерзшее – 0,2 - 0,3;
- цементобетонное влажное – 0,2;
- гололедица – 0,08 - 0,15.

Скользкой бывает не только зимняя дорога, покрытая льдом или снегом. В теплое время года коварен асфальт в начале дождя, когда еще не смылись, но уже успели намокнуть пыль и грязь, представляющие собой «отличную»

смазку. Скользко бывает ранним утром, особенно в туман, и в жаркий полдень, когда на асфальтобетоне выступает вязущее вещество. Повышенной скользкостью обладает свежееуложенный асфальт. На высокой скорости «поскользнуться» можно и на абсолютно сухой, но волнистой (дефект асфальтового покрытия) дороге, когда колеса теряют сцепление с покрытием во впадинах между гребешками неровностей.

Скользкое покрытие, как правило, неоднородно, и при различной силе сцепления ведущих колес (правого и левого) легко развивается занос автомобиля. Водителю очень важно быть готовым к его преодолению.

На скользкой дороге в несколько раз увеличивается тормозной путь. Сильно возрастает опасность блокировки колес, а это может привести к потере поперечной устойчивости автомобиля. Избежать блокировки колес можно только плавным нажимом педали тормоза. Насколько сильно можно нажимать педаль тормоза, водитель должен чувствовать по поведению автомобиля. Уже при выезде следует пробовать скользкую дорогу осторожным торможением.

Опасными метеорологическими условиями для автомобильного транспорта являются гололедица, туман, пыльная буря, сильный снегопад, метель, дождь, град, сильный, порывистый ветер и некоторые другие [5]. В этом случае водитель должен принять все возможные меры безопасности: включить внешние световые приборы (в крайних случаях – аварийную сигнализацию), снизить скорость, увеличить дистанцию до идущих впереди автомобилей, а при необходимости – прекратить движение и эвакуировать пассажиров.

Гололедица – лед на проезжей части дороги, который образуется при замерзании жидких осадков (дождя, мороси, капли, густого тумана и т. п.). Скользким, как лед, является также снежный накат: уплотненный и раскатанный колесами автомобилей снег на проезжей части дороги.

В условиях гололедицы водителю следует трогаться с места плавно, не допуская пробуксовки колес. В процессе движения необходимо правильно определять и поддерживать безопасную скорость, избегать резких торможений и изменений оборотов двигателя, т. к. это может привести к срыву ведущих колес в занос и скольжение, правильно выбирать дистанцию до идущего впереди автомобиля и тормозить плавно, не выключая сцепления.

В сильный снегопад, помимо снежного наката, на дорогах могут образовываться снежные заносы, затрудняющие движение. Снег может скрывать обледенелые участки, а также опасные для автомобиля неровности или препятствия (предметы) [5].

Густой снегопад снижает видимость, вызывает обледенение ветрового стекла, щеток стеклоочистителей, наружных зеркал заднего вида, внешних световых приборов. При ухудшении обзорности дороги водителю следует время от времени останавливать автомобиль для удаления льда и налипшего снега. Следует помнить и об ухудшении видимости светофоров, знаков, разметки, а также сигналов торможения идущих впереди автомобилей. Поэтому главная опасность при снегопаде связана с выбором безопасной скорости и

дистанции. Особую осторожность следует соблюдать при следовании за автомобилем с шипованными шинами. Тормозной путь такого автомобиля в 1,5-1,6 раза меньше обычного (на шинах, не оснащенных шипами), поэтому дистанцию следует увеличить.

В оттепель при температуре воздуха выше 0 °С грунтовые обочины размягчаются, поэтому съезд с проезжей части может быть чреват заносом и опрокидыванием автомобиля.

В сырую погоду стекла автомобиля интенсивно запотевают, в холодную (при недостаточной эффективности отопителя) – обмерзают. Поэтому водителю необходимо следить за исправностью систем отопления и вентиляции салона – это повышает безопасность эксплуатации автомобиля зимой.

Осенью и весной наиболее часто возникают две опасности: туман и вода на дороге.

Туман нередко становится причиной ДТП. Он резко уменьшает зону видимости и способствует обману зрения, нарушая ориентировку в пространстве. При этом искажаются представления о расстоянии до других автомобилей и неподвижных препятствий, о скорости их приближения. Рассеянный туманом свет фар создает впечатление, что автомобили и предметы находятся дальше, чем это есть на самом деле.

При въезде в туман важно вовремя включить ближний свет фар. Это необходимо не только для того, чтобы самому видеть дорогу, но и для того, чтобы ваш автомобиль лучше видели другие участники движения. Ближний свет фар создает зону видимости, в зависимости от протяженности которой (т. е. густоты тумана) водителю следует выбирать безопасную скорость движения автомобиля. Еще лучше, чем ближний свет фар, в тумане «работают» противотуманные фары. Дальний свет фар в тумане не просто бесполезен, а даже опасен, т. к. направленные вперед (а не вперед - вниз) световые лучи, отражаясь капельками влаги, образуют яркую светящуюся пелену, скрывающую дорогу и расположенные на ней объекты.

Плохая видимость в тумане влияет и на психику водителя. Порой у него создается обманчивое впечатление полного безлюдья, и, когда внезапно и беззвучно появляются контуры встречного автомобиля, водитель может испугаться и даже испытать состояние стресса.

Задние фонари габаритного света заметить в тумане гораздо сложнее, поэтому попутные столкновения не являются редкостью. С целью их предотвращения водителям следует включать фонари заднего противотуманного света, которые гораздо эффективнее задних фонарей. Однако при выключенном двигателе фонари заднего противотуманного света не работают, поэтому при необходимости остановки или стоянки автомобиля в условиях тумана следует непременно покинуть проезжую часть дороги и сместиться на обочину. Обозначить стоящий автомобиль лучше всего включением аварийной сигнализации.

При движении в тумане необходимо периодически включать стеклоочиститель, поскольку мельчайшие капельки влаги, оседая на ветровом

стекле автомобиля, образуют тонкую пленку, которая сильно ухудшает видимость.

Сильный дождь также снижает видимость и создает задержки в движении. А также возможны размыв полотна дороги, повреждение дорожных знаков и другие опасности. Даже при небольшом дожде стекла автомобиля нередко запотевают, видимость резко снижается, водитель вынужден отвлекаться от управления для протирки стекол. В темное время суток можно не сразу заметить, что стекла запотели, в то время как видимость падает до опасного предела. Для лучшей вентиляции салона (кабины) автомобиля можно приоткрыть боковое стекло, однако при этом возникает опасность быть облитым водой, разбрызгиваемой колесами встречного автомобиля.

Во время дождя внешние световые приборы автомобиля покрываются водно-грязевой эмульсией, поднимаемой в воздух колесами встречных и попутных автомобилей, которая ухудшает освещение дороги и заметность автомобиля сзади.

Помимо того, во время дождя снижается коэффициент сцепления колес с дорогой, что может привести к сложным ситуациям на поворотах, при торможении и при движении с повышенной скоростью. На рисунке 3, а показано взаимодействие колеса с сухой дорогой и с мокрой дорогой (рисунок 3, б). По мере увеличения скорости движения автомобиля его шины как бы всплывают над дорогой из-за образования водяного клина. И в предельном случае между шиной и покрытием образуется слой воды (рисунок 3, в), в результате чего автомобиль теряет контакт с дорогой и становится неуправляемым. Это явление, называемое аквапланированием, чрезвычайно опасно, т. к. коэффициент сцепления шин с покрытием падает ниже, чем в гололед, – практически до нуля.

Кроме скорости, большое влияние на аквапланирование оказывают тип рисунка и степень износа протектора шин (способность шины отводить воду из пятна контакта). На неровной дороге, а также при сниженном давлении в шинах, риск аквапланирования повышается.

При возникновении аквапланирования водителю необходимо вести автомобиль примерно так же, как в гололед: не меняя траектории движения автомобиля, снизить скорость плавным отпусканием педали газа (подачи топлива) и осторожным ступенчатым торможением. В этом случае нельзя интенсивно тормозить и резко бросать педаль газа, иначе будет еще хуже (т. к. может произойти вращение автомобиля вокруг собственной оси). Кроме того, следует зафиксировать рулевое колесо в исходном положении (колеса автомобиля направлены прямо) и крепко держать его двумя руками. В противном случае, если колеса, повернутые в сторону, внезапно обретут сцепление, автомобиль кинет в сторону и он выйдет из-под контроля. Только после выхода передних колес на твердый грунт необходимо реагировать на занос энергичным вращением рулевого колеса в сторону заноса.

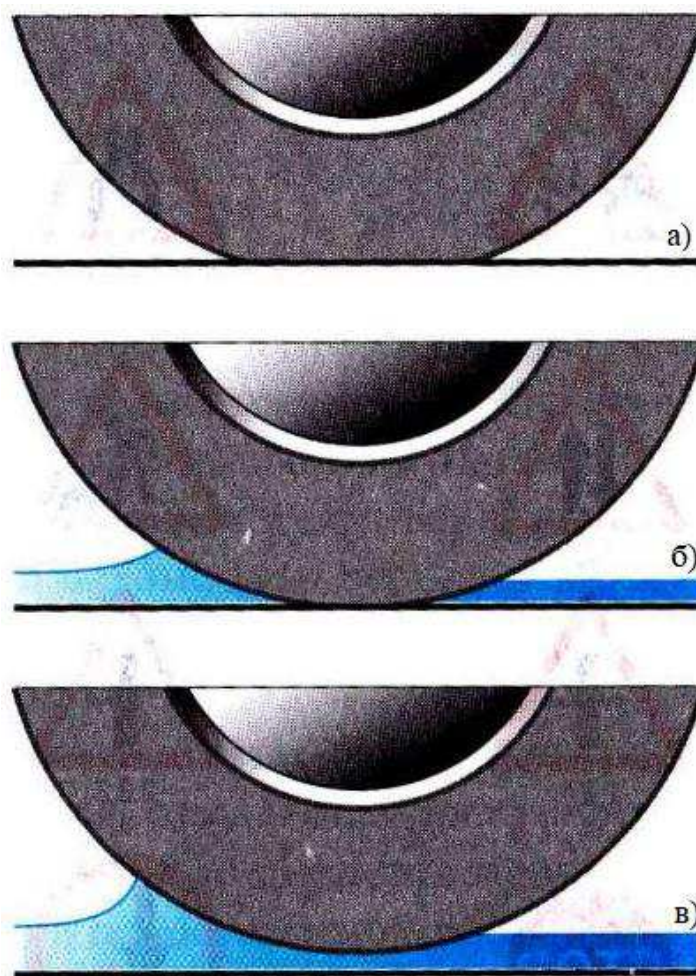


Рисунок 3 – Взаимодействие колеса с разными типами дороги

Помимо аквапланирования большое количество воды на дороге опасно тем, что при попадании одного или обоих передних колес на большой скорости в лужу сопротивление качению колес резко повышается. Это может привести к заносу или развороту автомобиля на проезжей части дороги.

Таким образом, ДТП могут быть вызваны различными факторами. Анализ факторов ДТП очень важен и необходим, поскольку это позволяет изучить причины и условия возникновения ДТП и, соответственно, разработать меры по их устранению – чтобы уменьшить количество пострадавших и сделать дороги более безопасными. Данный анализ представляет собой статистику ДТП, которая далее будет рассмотрена за последние несколько лет.

3 Статистика ДТП за 2017-2020 гг

Согласно определению, ДТП – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения.

В дорожно-транспортных происшествиях ежегодно гибнут десятки тысяч людей. Не смотря на тенденцию уменьшения смертности на дорогах в последние года, результаты статистики неутешительны [11].

Распределение ДТП и пострадавших в них на территории Красноярского края за 2017-2020 гг представлено в таблицах 10-13.

Таблица 10 – Распределение ДТП по причинам возникновения на территории Красноярского края за 2017 год

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
ДТП и пострадавшие - всего	3779	401	4747
из них по видам ДТП			
столкновения	1506	165	2308
опрокидывания	90	7	114
наезд на стоящее транспортное средство (ТС)	64	8	80
наезд на пешехода	1093	120	1016
наезд на препятствие	230	25	295
наезд на велосипедиста	59	6	55
наезд на гужевой транспорт	0	0	0
падение пассажира	219	0	225
наезд на животное	0	0	0
иные виды	518	70	654
На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	1471	101	1728
из них с неудовлетворительными дорожными условиями (НДУ)			
на пешеходных переходах	260	10	261
в городах и населенных пунктах	1316	71	1484
на автомобильных дорогах общего пользования	1455	100	1711
Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	1935	186	2594

Таблица 11 – Распределение ДТП по причинам возникновения на территории Красноярского края за 2018 год

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
ДТП и пострадавшие - всего	3585	389	4321
из них по видам ДТП			
столкновения	1482	188	2108
опрокидывания	337	38	407
наезд на стоящее ТС	95	15	133
наезд на пешехода	981	94	925
наезд на препятствие	310	38	363
наезд на велосипедиста	79	6	73
наезд на гужевой транспорт	1	0	1
падение пассажира	207	1	209
наезд на животное	0	0	0
иные виды	93	9	102
На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	1765	112	2131
из них с НДУ			
на пешеходных переходах	282	8	290
в городах и населенных пунктах	1547	65	1804
на автомобильных дорогах общего пользования	1734	112	2095
Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	1902	201	2377

Таблица 12 – Распределение ДТП по причинам возникновения на территории Красноярского края за 2019 год

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
ДТП и пострадавшие - всего	3568	378	4376
из них по видам ДТП			
столкновения	1431	154	2068

Окончание таблицы 12

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
опрокидывания	366	56	477
наезд на стоящее ТС	67	10	79
наезд на пешехода	997	108	927
наезд на препятствие	343	41	438
наезд на велосипедиста	76	3	76
наезд на гужевой транспорт	0	0	0
падение пассажира	188	0	195
наезд на животное	0	0	0
иные виды	100	6	116
На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	1942	163	2593
из них с НДУ			
на пешеходных переходах	348	18	355
в городах и населенных пунктах	1847	100	2160
на автомобильных дорогах общего пользования	2085	162	2517
Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	1792	173	2260

Таблица 13 – Распределение ДТП по причинам возникновения на территории Красноярского края за 2020 год

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
ДТП и пострадавшие - всего	3295	365	4070
из них по видам ДТП			
столкновения	1405	148	2009
опрокидывания	99	10	109
наезд на стоящее ТС	57	7	101

Окончание таблицы 13

Наименование показателя	Красноярский край		
	ДТП	погибло	ранено
наезд на пешехода	798	94	739
наезд на препятствие	233	27	296
наезд на велосипедиста	80	3	80
наезд на гужевой транспорт	1	0	1
падение пассажира	160	0	163
наезд на животное	16	4	17
иные виды	4466	72	555
На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	1983	154	2378
из них с НДУ			
на пешеходных переходах	217	16	217
в городах и населенных пунктах	1232	77	1446
на автомобильных дорогах общего пользования	1379	108	1652
Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	1719	181	2195

Из данных таблиц 10-13 видно, что количество ДТП за период с 2017 по 2020 год снижается. По данным статистики в 2017 году произошло 3779 ДТП, а в 2020 году их количество снизилось до 3295. Однако, значительно возросло количество аварий, произошедших по причине нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог. В 2017 году этот показатель был равен 1471, а в 2020 году – 1983. Это говорит о том, что за последние 4 года эксплуатационному состоянию автомобильных дорог уделяется мало внимания и необходимо принимать меры для устранения этого фактора.

Представим данные таблиц 10-13 в виде гистограммы, изображенной на рисунке 4.

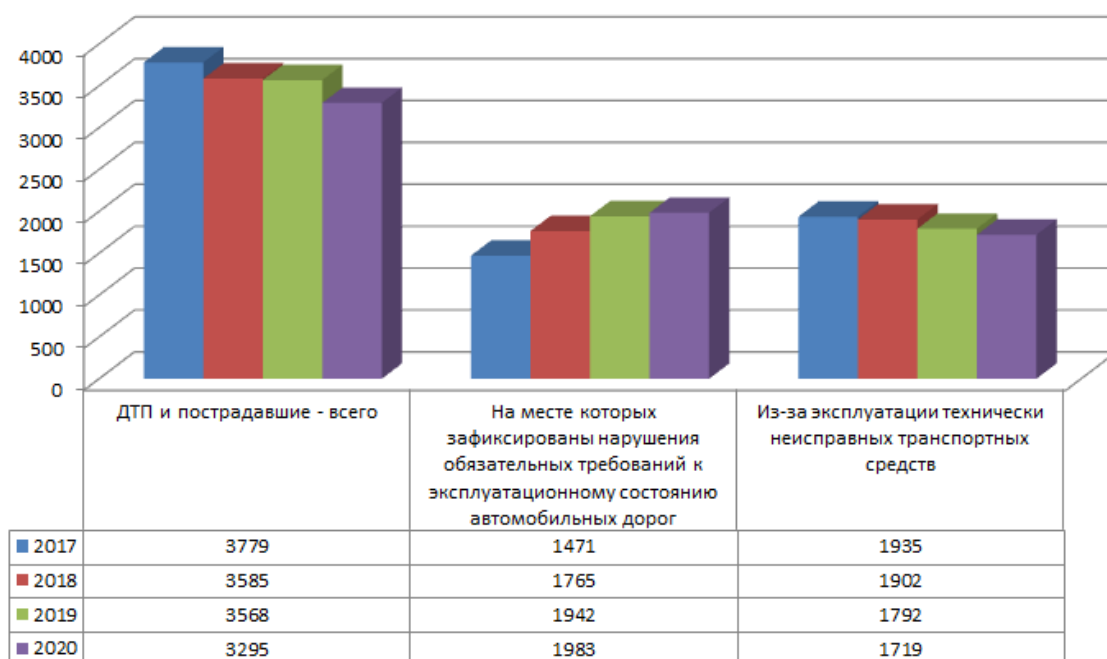


Рисунок 4 – Распределение количества ДТП в Красноярском крае за 2017-2020гг

Далее обратимся к статистике ДТП по сезонности их совершения в Красноярском крае. В таблицах 14-17 представлены показатели аварийности по месяцам в период с января по декабрь для 2017-2020гг.

Таблица 14 – Распределение ДТП по месяцам на территории Красноярского края в течение 2017 года

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
Январь	ДТП и пострадавшие - всего	365	44	461
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	207	13	221
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	44	2	45
	в городах и населенных пунктах	155	9	190
	на автомобильных дорогах общего пользования	207	13	221
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	192	27	263

Продолжение таблицы 14

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
Февраль	ДТП и пострадавшие - всего	367	46	441
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	192	17	191
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	14	0	15
	в городах и населенных пунктах	128	9	146
	на автомобильных дорогах общего пользования	190	16	190
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	181	19	237
Март	ДТП и пострадавшие - всего	337	33	452
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	179	12	225
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	35	1	35
	в городах и населенных пунктах	152	5	181
	на автомобильных дорогах общего пользования	179	12	225
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	173	18	286
Апрель	ДТП и пострадавшие - всего	273	27	383
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	136	9	229
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	32	1	34

Продолжение таблицы 14

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	136	4	170
	на автомобильных дорогах общего пользования	121	9	163
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	119	6	175
Май	ДТП и пострадавшие - всего	223	27	264
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	124	13	174
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	29	3	28
	в городах и населенных пунктах	115	7	143
	на автомобильных дорогах общего пользования	123	13	173
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	105	11	127
Июнь	ДТП и пострадавшие - всего	292	30	354
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	176	17	246
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	25	0	27
	в городах и населенных пунктах	145	7	205
	на автомобильных дорогах общего пользования	163	17	238
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	171	12	229
Июль	ДТП и пострадавшие - всего	285	30	387

Продолжение таблицы 14

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	131	5	168
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	16	0	17
	в городах и населенных пунктах	118	4	163
	на автомобильных дорогах общего пользования	129	5	168
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	130	12	203
Август	ДТП и пострадавшие - всего	300	38	365
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	197	25	245
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	28	1	28
	в городах и населенных пунктах	173	18	208
	на автомобильных дорогах общего пользования	194	25	245
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	161	17	218
Сентябрь	ДТП и пострадавшие - всего	273	21	315
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	197	11	221
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	40	0	41

Продолжение таблицы 14

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	172	5	188
	на автомобильных дорогах общего пользования	197	11	221
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	122	10	146
Октябрь	ДТП и пострадавшие - всего	311	28	410
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	169	10	200
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	16	0	17
	в городах и населенных пунктах	134	7	157
	на автомобильных дорогах общего пользования	169	10	200
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	165	12	236
Ноябрь	ДТП и пострадавшие - всего	373	29	426
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	202	11	206
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	46	5	46
	в городах и населенных пунктах	189	10	192
	на автомобильных дорогах общего пользования	202	11	206
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	198	19	235
Декабрь	ДТП и пострадавшие - всего	380	48	489

Окончание таблицы 14

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	228	20	267
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	23	5	22
	в городах и населенных пунктах	191	15	217
	на автомобильных дорогах общего пользования	228	20	267
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	182	23	239

Таблица 15 – Распределение ДТП по месяцам на территории Красноярского края в течение 2018 года

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
Январь	ДТП и пострадавшие - всего	406	41	476
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	239	12	194
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	19	0	20
	в городах и населенных пунктах	221	8	164
	на автомобильных дорогах общего пользования	235	12	189
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	211	21	272
Февраль	ДТП и пострадавшие - всего	355	33	452

Продолжение таблицы 15

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	182	11	207
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	14	0	16
	в городах и населенных пунктах	128	6	163
	на автомобильных дорогах общего пользования	177	11	200
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	168	14	235
Март	ДТП и пострадавшие - всего	300	35	372
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	163	6	128
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	32	0	34
	в городах и населенных пунктах	93	3	108
	на автомобильных дорогах общего пользования	161	6	125
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	156	18	205
Апрель	ДТП и пострадавшие - всего	227	19	264
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	128	11	167
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	17	2	15

Продолжение таблицы 15

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	122	6	137
	на автомобильных дорогах общего пользования	127	11	166
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	102	13	158
Май	ДТП и пострадавшие - всего	208	15	248
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	123	8	164
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	18	0	19
	в городах и населенных пунктах	117	5	142
	на автомобильных дорогах общего пользования	121	8	162
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	113	10	151
Июнь	ДТП и пострадавшие - всего	227	23	268
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	111	5	155
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	20	1	20
	в городах и населенных пунктах	99	5	141
	на автомобильных дорогах общего пользования	111	5	155
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	102	19	144
Июль	ДТП и пострадавшие - всего	217	24	262

Продолжение таблицы 15

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	106	7	146
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	28	0	28
	в городах и населенных пунктах	101	2	129
	на автомобильных дорогах общего пользования	103	7	137
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	100	10	164
Август	ДТП и пострадавшие - всего	275	35	344
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	146	7	172
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	27	2	25
	в городах и населенных пунктах	137	4	155
	на автомобильных дорогах общего пользования	145	7	171
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	126	14	152
Сентябрь	ДТП и пострадавшие - всего	277	38	332
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	195	15	220
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	24	0	27

Продолжение таблицы 15

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	158	11	182
	на автомобильных дорогах общего пользования	193	15	218
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	151	21	183
Октябрь	ДТП и пострадавшие - всего	331	40	405
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	161	13	215
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	15	0	15
	в городах и населенных пунктах	132	2	161
	на автомобильных дорогах общего пользования	159	13	213
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	155	16	216
Ноябрь	ДТП и пострадавшие - всего	356	48	419
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	190	7	172
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	19	1	20
	в городах и населенных пунктах	142	6	149
	на автомобильных дорогах общего пользования	188	7	170
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	176	30	215
Декабрь	ДТП и пострадавшие - всего	406	38	479

Окончание таблицы 15

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	251	10	191
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	49	2	51
	в городах и населенных пунктах	193	7	173
	на автомобильных дорогах общего пользования	239	10	189
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	223	15	282

Таблица 16 – Распределение ДТП по месяцам на территории Красноярского края в течение 2019 года

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
Январь	ДТП и пострадавшие - всего	365	36	463
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	207	5	132
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	40	1	19
	в городах и населенных пунктах	202	4	116
	на автомобильных дорогах общего пользования	206	5	131
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	189	11	232
Февраль	ДТП и пострадавшие - всего	346	29	420

Продолжение таблицы 16

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	201	9	129
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	35	2	14
	в городах и населенных пунктах	176	7	117
	на автомобильных дорогах общего пользования	202	9	128
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	196	12	226
Март	ДТП и пострадавшие - всего	327	33	422
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	175	7	145
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	11	0	12
	в городах и населенных пунктах	140	5	108
	на автомобильных дорогах общего пользования	172	7	144
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	165	12	228
Апрель	ДТП и пострадавшие - всего	230	29	262
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	117	15	153
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	24	1	24

Продолжение таблицы 16

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	111	8	130
	на автомобильных дорогах общего пользования	116	15	152
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	114	13	137
Май	ДТП и пострадавшие - всего	214	24	252
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	129	10	146
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	18	1	17
	в городах и населенных пунктах	109	4	119
	на автомобильных дорогах общего пользования	126	10	143
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	114	12	137
Июнь	ДТП и пострадавшие - всего	259	26	362
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	120	5	176
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	45	1	44
	в городах и населенных пунктах	114	4	165
	на автомобильных дорогах общего пользования	117	5	175
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	116	14	191
Июль	ДТП и пострадавшие - всего	208	20	230

Продолжение таблицы 16

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	101	11	132
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	26	1	28
	в городах и населенных пунктах	98	10	119
	на автомобильных дорогах общего пользования	101	11	132
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	100	12	113
Август	ДТП и пострадавшие - всего	315	34	406
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	147	7	134
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	44	0	26
	в городах и населенных пунктах	114	5	111
	на автомобильных дорогах общего пользования	145	6	132
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	140	18	190
Сентябрь	ДТП и пострадавшие - всего	283	36	335
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	149	13	152
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	27	0	17

Продолжение таблицы 16

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	129	9	126
	на автомобильных дорогах общего пользования	147	13	150
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	140	11	178
Октябрь	ДТП и пострадавшие - всего	297	33	367
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	155	7	145
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	35	1	14
	в городах и населенных пунктах	142	4	116
	на автомобильных дорогах общего пользования	147	7	140
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	150	17	201
Ноябрь	ДТП и пострадавшие - всего	356	42	424
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	183	9	123
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	40	2	20
	в городах и населенных пунктах	126	8	106
	на автомобильных дорогах общего пользования	183	9	123
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	172	23	219
Декабрь	ДТП и пострадавшие - всего	348	36	433

Окончание таблицы 16

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	129	3	161
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	25	0	26
	в городах и населенных пунктах	124	3	151
	на автомобильных дорогах общего пользования	129	3	161
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	127	18	208

Таблица 17 – Распределение ДТП по месяцам на территории Красноярского края в течение 2020 года

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
Январь	ДТП и пострадавшие - всего	311	33	354
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	177	5	128
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	10	0	10
	в городах и населенных пунктах	100	4	109
	на автомобильных дорогах общего пользования	175	5	126
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	168	17	201
Февраль	ДТП и пострадавшие - всего	329	31	392

Продолжение таблицы 17

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	159	9	146
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	11	1	10
	в городах и населенных пунктах	109	6	129
	на автомобильных дорогах общего пользования	156	9	143
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	151	17	208
Март	ДТП и пострадавшие - всего	275	25	324
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	161	11	137
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	20	1	25
	в городах и населенных пунктах	93	5	116
	на автомобильных дорогах общего пользования	157	11	132
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	141	10	175
Апрель	ДТП и пострадавшие - всего	260	29	302
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	142	14	162
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	17	2	18

Продолжение таблицы 17

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	125	10	144
	на автомобильных дорогах общего пользования	141	13	161
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	134	15	165
Май	ДТП и пострадавшие - всего	168	15	204
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	102	7	108
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	9	2	6
	в городах и населенных пунктах	68	6	74
	на автомобильных дорогах общего пользования	100	7	106
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	97	9	123
Июнь	ДТП и пострадавшие - всего	228	25	273
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	108	12	121
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	20	2	18
	в городах и населенных пунктах	92	12	103
	на автомобильных дорогах общего пользования	105	12	120
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	106	11	144
Июль	ДТП и пострадавшие - всего	244	32	322

Продолжение таблицы 17

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	136	6	127
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	23	2	23
	в городах и населенных пунктах	92	5	111
	на автомобильных дорогах общего пользования	135	6	126
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	113	17	158
Август	ДТП и пострадавшие - всего	267	21	367
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	134	4	133
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	25	0	25
	в городах и населенных пунктах	94	4	120
	на автомобильных дорогах общего пользования	130	4	132
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	132	9	181
Сентябрь	ДТП и пострадавшие - всего	266	16	356
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	129	2	152
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	30	1	30

Продолжение таблицы 17

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	в городах и населенных пунктах	111	2	135
	на автомобильных дорогах общего пользования	115	2	149
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	122	7	162
Октябрь	ДТП и пострадавшие - всего	274	43	334
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	157	9	160
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	25	1	25
	в городах и населенных пунктах	134	9	149
	на автомобильных дорогах общего пользования	140	9	157
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	145	20	206
Ноябрь	ДТП и пострадавшие - всего	329	57	400
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	174	19	135
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	13	3	10
	в городах и населенных пунктах	93	9	109
	на автомобильных дорогах общего пользования	118	19	134
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	171	31	216
Декабрь	ДТП и пострадавшие - всего	344	38	442

Окончание таблицы 17

Месяц	Наименование показателя	Красноярский край		
		ДТП	погибло	ранено
	На месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог	187	11	169
	из них с НДУ			
	на пешеходных переходах	16	1	17
	в городах и населенных пунктах	121	5	147
	на автомобильных дорогах общего пользования	136	11	166
	Из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств	180	18	256

Представим данные таблиц 14-17 в виде гистограмм, изображенных на рисунках 5-8.

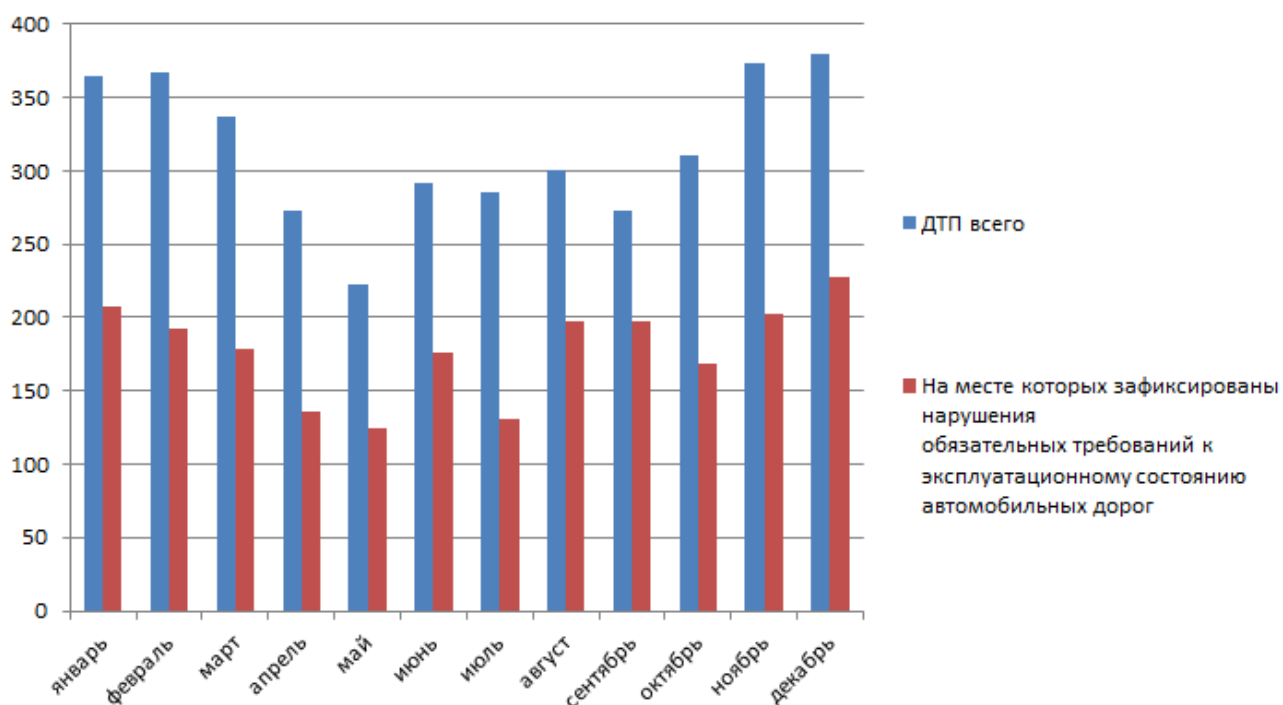


Рисунок 5 – Сезонность возникновения ДТП на территории Красноярского края в течение 2017 года

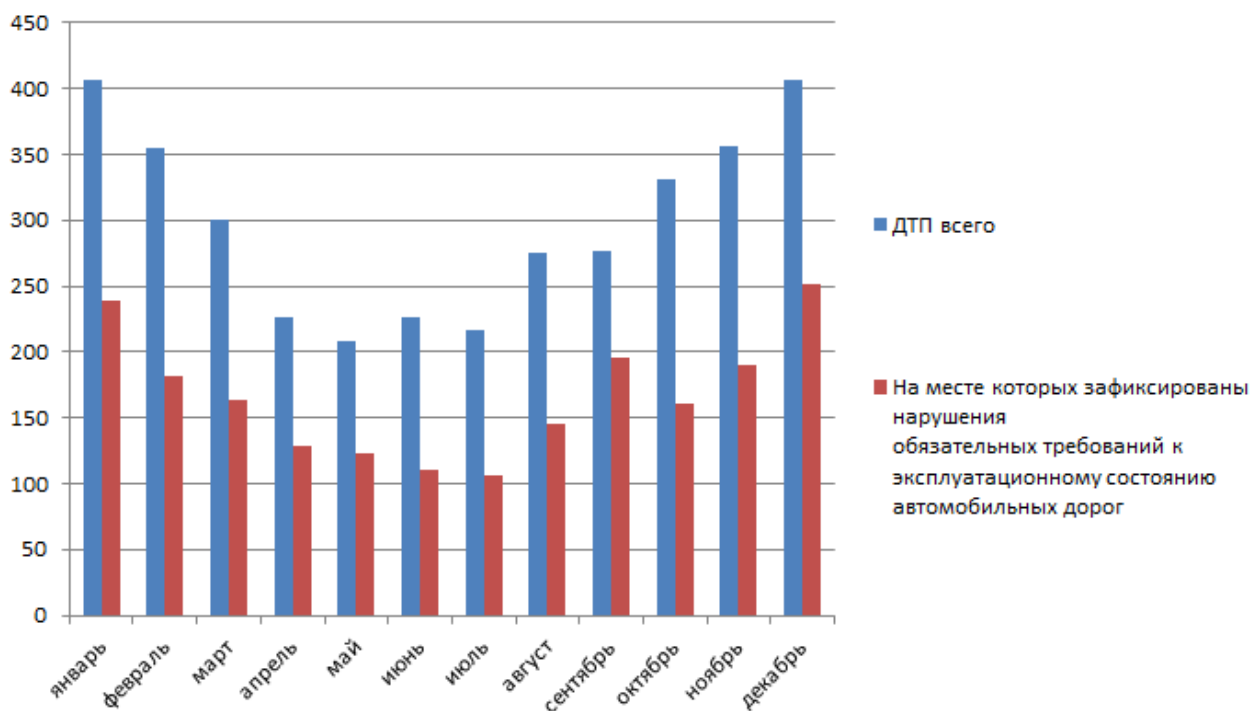


Рисунок 6 – Сезонность возникновения ДТП на территории Красноярского края в течение 2018 года

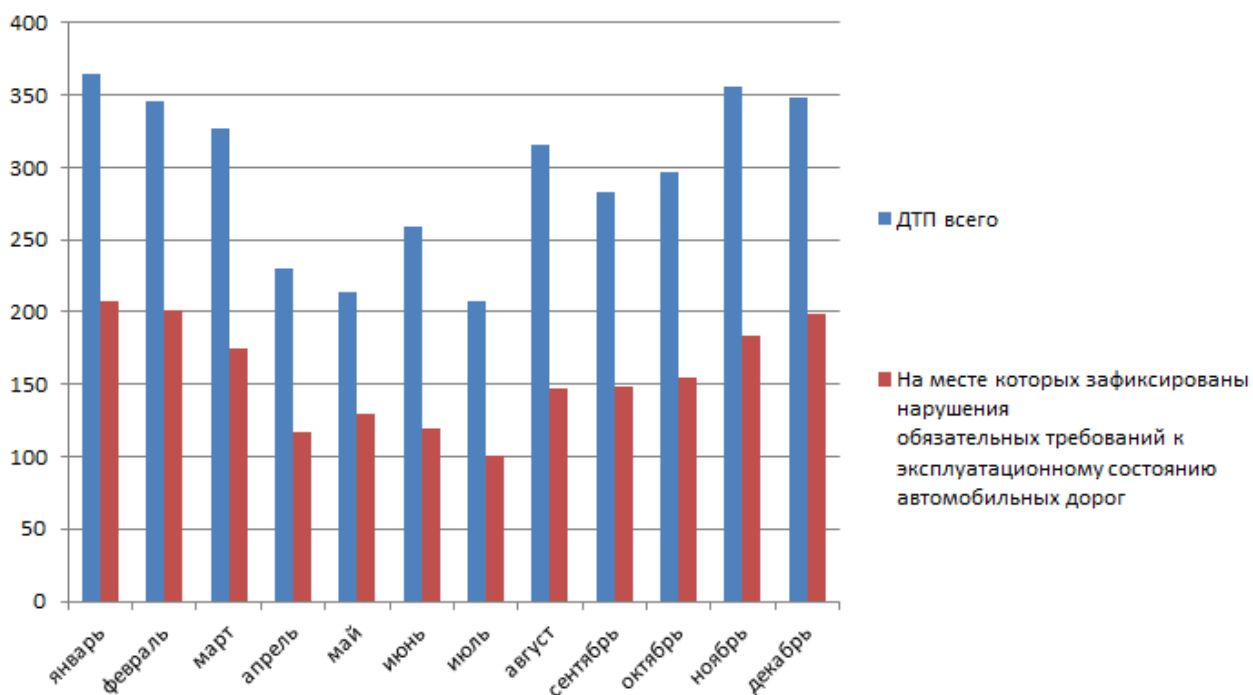


Рисунок 7 – Сезонность возникновения ДТП на территории Красноярского края в течение 2019 года

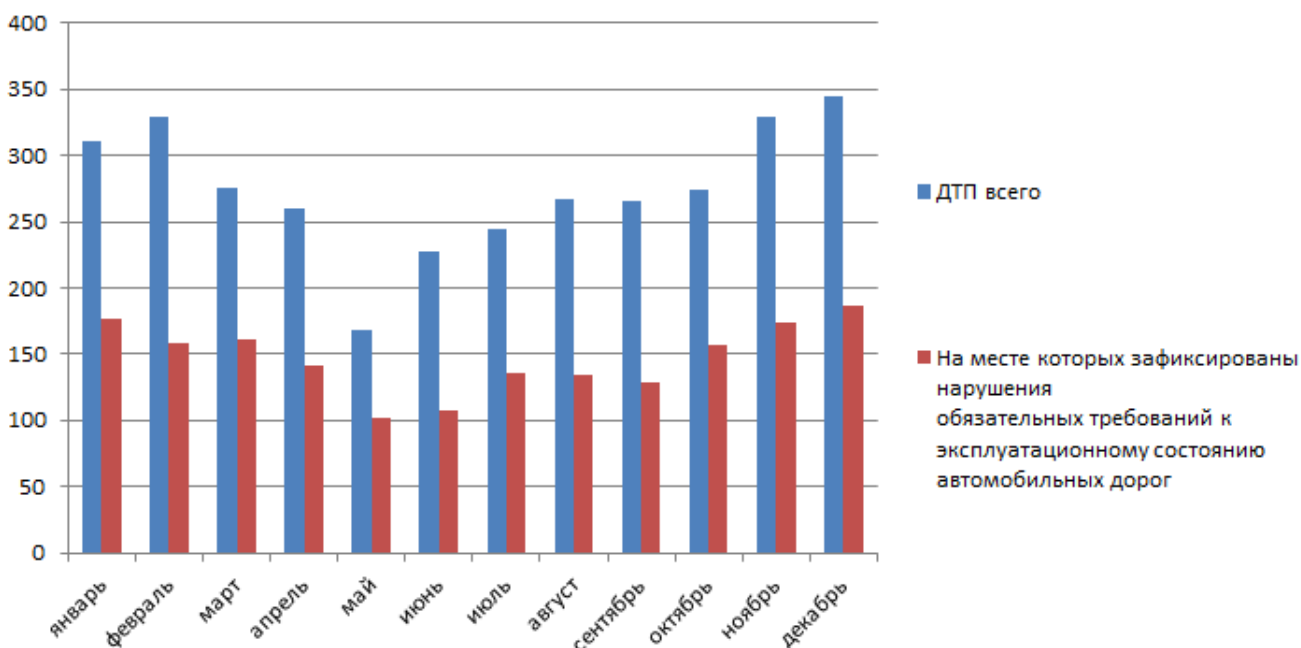


Рисунок 8 – Сезонность возникновения ДТП на территории Красноярского края в течение 2020 года

На основании данных таблиц и графиков можно сделать вывод о том, что наибольшее количество ДТП происходит в зимнее время года.

Глубокий анализ обстоятельств возникновения ДТП показывает, что во многих из них проявлялось сопутствующее влияние дороги, осложнившей управление автомобилем или предопределившей ошибки водителей.

4 Причины возникновения ДТП в зимнее время года

Зимний период характеризуется значительным сокращением светлого периода суток, понижением температуры воздуха и во многих районах сильными снегопадами.

Особенно сложные условия движения возникают в районах с длительным периодом отрицательных температур воздуха. В этом случае существенно меняется характеристика всего комплекса ВАДС. Так, у автомобилей может быть нарушен тепловой режим, и это снижает их динамические качества; ограничивается эффективность обогрева лобового стекла. Водитель при охлаждении тела более быстро утепляется, а при применении громоздкой теплой одежды он менее подвижен.

Наиболее уязвимым элементом комплекса ВАДС в этот период является дорога из-за появления снежного покрова и ее обледенения [12]. Проезжая часть магистралей, особенно в городах, сужается вследствие образования снежных валов. В зимних условиях в результате названных причин может существенно снизиться скорость движения, а при сильных снегопадах могут возникнуть перерывы в движении. Движение по дорогам с низким коэффициентом сцепления резко увеличивает вероятность ДТП (рисунок 9).

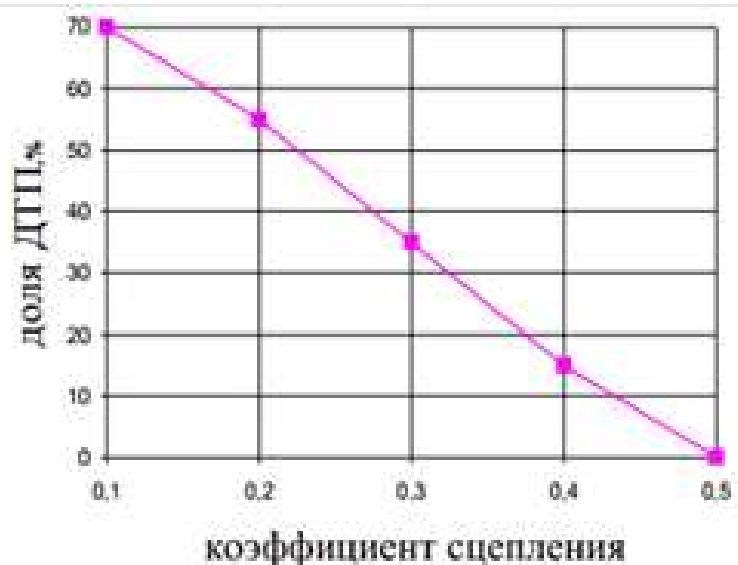


Рисунок 9 – Зависимость частоты возникновения ДТП от коэффициента сцепления

Опасность обледенения дороги заключается не только в увеличении тормозного пути автомобилей, но и в значительно более частой потере поперечной устойчивости (заносе) при экстренном торможении.

Следует заметить, что статистика в ряде случаев показывает снижение абсолютного числа ДТП в зимние месяцы, однако это связано исключительно с резким спадом интенсивности движения. Вместе с тем в осенне-зимний период возрастает число так называемых мелких ДТП с относительно небольшими повреждениями автомобилей при столкновениях из-за увеличения тормозного пути и заносов. Однако эти ДТП относят к категории неотчетных и в статистику не включают.

Среди факторов, которые могут привести к ДТП в зимнее время года, можно выделить следующие:

- скользкая дорога. Разница температур, атмосферные осадки становятся причиной того, что автомобильные дороги покрываются тонкой коркой льда или хорошо укатанным снегом. К сожалению, дорожные службы не всегда справляются с возложенными на них обязанностями, поэтому часть автомобильных магистралей все равно остается скользкими, особенно это касается междугородних участков, которыми обычно просто никто не занимается;

- резина автомобиля не соответствует сезону. Одна из частых причин аварий – нежелание автомобилиста вовремя «переобувать» машину. Летняя резина не приспособлена для зимней дороги. На холоде она становится жестче, что мешает сцеплению автомобиля с поверхностью полосы. Машина легко теряет равновесие, ею сложнее управлять. Хорошая зимняя резина имеет протектор глубиной от 4 мм. Она не боится низкой температуры воздуха, обеспечивает устойчивость автомобиля на льду, утрамбованном или сыпучем снегу. Кроме того, зимние шины шире летних. Значит, площадь

соприкосновения авто с дорогой больше. Это еще один важный фактор его устойчивости;

- отсутствие ABS и ESP. Электронные системы безопасности ABS и ESP давно стали обязательным оборудованием, устанавливаемым на зарубежных транспортных средствах. Две эти системы предназначены для стабилизации курса автомобиля и предотвращения его ухода в занос, что очень важно в зимнее время года. К сожалению, отечественные производители до сих пор, игнорируют многие меры безопасности, принятые большинством мировых производителей, поэтому встретить эти устройства на наших машинах – большая удача. Отсутствие этих систем часто приводит к потере управления автотранспортом на скользкой дороге, при превышении скорости или экстренном торможении;

- отсутствие парктроника. Одной из самых популярных автомобильных технологий последнего времени стал парктроник. Люди настолько привыкли к этому прибору, что очень часто, попадают в неприятные ситуации на автомобилях без этого устройства. Зимой, при обилии осадков, постоянном намерзании снега, парктроник может работать со сбоями, поэтому многие люди отключают его. Но, привыкнув к езде с этим оборудованием, они могут не заметить опасную близость к другому участнику дорожного движения, что очень часто приводит к аварийным ситуациям, особенно на скользких участках дороги;

- уклон дороги. Уклон дороги в любую сторону зимой особенно опасен, так как часто в это время года дорожное покрытие представляет собой скользкий снег или крошку льда. Многие автовладельцы пытаются вести свою машину по такому участку дороги в обычном режиме, что иногда приводит к вхождению транспортного средства в неуправляемый занос или смещение его на другую полосу движения. В итоге – ДТП с непредвиденными последствиями;

- уклон дороги в повороте. Такие участки дороги опасны и в обычное время года, так как становятся причиной многих аварий по всему миру. Что говорить о зимнем периоде, когда сложность дороге придают еще и климатические условия. Уклон дороги в повороте следует проходить на максимально низкой скорости, чтобы уберечь себя, автомобиль и других участников движения от неприятных, иногда катастрофических ситуаций;

- перестроение в повороте. Совершать этот маневр очень опасно в любое время года, так как у участников движения в этой ситуации ограничена зона видимости. Зимой автомобиль, к тому же, очень часто ведет себя неуправляемо, не всегда правильно слушается руля и с запозданием откликается на действия человека. Поэтому перестроение автомобиля во время прохождения поворота зимой может привести к полной потере управления транспортным средством, вылетом на встречную полосу или контактом с параллельно идущим транспортом;

- несоблюдение дистанции. Наверное, каждый автолюбитель знает фразу «Соблюдай дистанцию». Особенно это важно зимой, на плохом дорожном

покрытии, когда машину трудно остановить, а скользкая дорога увеличивает тормозной путь иногда до бесконечности. В зимнее время года следует не только соблюдать дистанцию, но и, по возможности, максимально увеличить ее – даже если вы профессионал, никто не гарантирует таких же умелых действий от водителя впередиидущего транспортного средства, которое может стать главной причиной ДТП на скользкой зимней дороге;

- выезд на встречную полосу. Многие отечественные дороги подразумевают, что для совершения обгона водителю транспортного средства требуется перейти на встречную полосу дороги. Зимой следует помнить об опасности скользкого покрытия, которая в значительной мере снижает управляемость автомобилем и серьезно влияет на его тормозную способность и скоростные качества;

- низкая температура дороги и колес. Низкая температура зимой отрицательно влияет на основные характеристики резины. Материал становится твердым, непластичным и начинает скользить. В итоге сцепление с дорогой может уменьшиться в несколько раз, особенно если человек продолжает использовать летний вариант шин на своем транспортном средстве. Этот фактор может привести к усложнению управляемости автомобилем, плохому ответу на действия водителя, поэтому в таких условиях рекомендуется ездить на максимально низких скоростях и быть предельно внимательным за рулем;

- износ или перегрев тормозной системы, подвески. Некачественная работа тормозной системы автомобиля опасна в любое время года, особенно зимой, когда на эти механизмы автотранспорта возложена повышенная ответственность. Подвеска транспортного средства, также является не только средством обеспечения комфорта водителя и пассажиров во время движения. Плохое состояние подвески может привести к рысканью автомобиля из стороны в сторону, появлению вибрации, неадекватному поведению при торможении. Все эти факторы могут стать причиной аварии, особенно когда управление автомобилем и так максимально усложнено, благодаря зимнему времени года;

- плохая видимость через лобовое стекло. Водитель всегда должен быть предельно внимательным на дороге во время движения, чтобы вовремя среагировать на опасную ситуацию, затормозить или увести автомобиль в сторону. Зимой следует учитывать, что машине и человеку потребуется значительно больше времени для предотвращения опасности, поэтому полноценный обзор дороги является одним из важнейших факторов безопасности всех участников дорожного движения;

- тяжелый или перегруженный транспорт. Специалисты не рекомендуют в зимнее время года сильно перегружать автомобиль. Излишнее давление может привести к пробуксовке на замерзшей дороге и вхождению транспорта в занос. Перегруженный автомобиль обладает повышенной инерционностью, что усложняет прохождение поворотов, что особенно опасно зимой;

- смещение центра тяжести. Смещение центра тяжести в автомобиле обычно происходит при неравномерном распределении груза или неправильном размещении пассажиров в его салоне. Конструкция транспортного средства подразумевает адекватное поведение на дороге только при сбалансированном центре тяжести, тогда как его смещение, особенно зимой на скользкой дороге, может стать причиной аварии с непредвиденными результатами.

Таким образом, причины, по которым происходят ДТП, могут быть самыми разнообразными. Каждому автовладельцу, а также дорожно-транспортным службам и предприятиям необходимо обратить на них особое внимание и принять всевозможные меры для их устранения.

5 Способы предотвращения ДТП в зимнее время года

Для обеспечения безопасности и оптимальной скорости автомобильных перевозок в зимнее время необходимы следующие дополнительные меры, предупреждающие и компенсирующие снижение эффективности системы ВАДС, которые должны выполняться транспортными и дорожными организациями совместно со специалистами по организации дорожного движения:

- очистка дорог от снега и рациональное складирование его;
- предупреждение опасного ухудшения видимости на дорогах из-за образования снежных валов;
- применение дополнительных средств информации и зрительного ориентирования водителей, предупреждающих о наиболее сложных условиях движения;
- предупреждение обледенения дороги и борьба со скользкостью дорожного покрытия.

Очистка дорог от снега. Для сохранения высоких транспортно-эксплуатационных качеств дорог необходимо полностью очищать их от снега. Наиболее эффективная борьба со снегообразованием на дорогах обеспечивается при так называемой патрульной очистке [13]. При этом способе дорогу очищают в результате систематических проездов снегоочистительных машин в течение всего времени пока продолжается снегопад. Благодаря проездам снегоочистителей через сравнительно короткие промежутки времени снег не успевает накопиться на дорожном полотне.

Как показали исследования, при очистке снега автомобильными плужными снегоочистителями необходимо развивать скорость их движения не менее 30 км/ч. Это обеспечивает отбрасывание снега. При меньшей скорости наблюдается лишь сдвигание снега и образование снежного вала. Работа на большой скорости позволяет не только избежать образования валов, но и значительно повысить производительность снегоочистительных машин, т. е. выполнить очистку меньшим числом технических средств. Очищать дорогу от снега могут одиночные машины или отряд снегоочистителей. Одиночные

снегоочистители эффективно применять лишь при слабом снегопаде, когда за 1 ч образуется слой не более 0,5 см. При работе отряда снегоочистителей их располагают уступом (с перекрытием 30-50 см), соблюдая дистанцию 50-100 см. Наиболее эффективны роторные снегоочистители, позволяющие регулировать дальность отброса снега и не требующие высокой скорости движения [14].

При очистке дорог от снега должно быть обращено особое внимание на состояние тротуаров и пешеходных дорожек. Крайне опасно, когда одновременно с проезжей частью не очищают тротуары и пешеходные переходы. В этом случае пешеходы вынуждены идти по проезжей части или переходить улицы вне перехода.

С 01.07.94 г. введен в действие государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р 50597-93) "Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения", который в отношении требований к зимнему содержанию дорог и улиц не только подтверждает приведенные рекомендации, но и по некоторым позициям предъявляет более жесткие требования [15]. В частности установлены требования к условиям видимости, а также сроки проведения снегоочистки и борьбы с гололедицей в зависимости от значимости дорог. Установлены требования очистки тротуаров, остановочных пунктов автобусов, троллейбусов, трамваев и обозначенных знаками мест временных стоянок автомобилей.

Срок снегоочистки для дорог высшей категории и магистральных улиц общегородского значения установлен 4 ч после окончания снегопада, а тротуаров – 2 ч после снегоочистки проезжей части.

Улучшение зрительного ориентирования водителей. Зимой ухудшается зрительное восприятие габарита и направления дороги из-за сплошного снежного покрова (во время сильного снегопада). В таких условиях резко возрастает психологическое напряжение водителя, снижается скорость и создается опасность съезда автомобиля с полотна дороги. При обильных снегопадах обычные направляющие столбики уже недостаточны для оптического ориентирования водителей. Кроме того, в некоторых случаях их снимают на зимний период для улучшения патрульной механизированной очистки.

Для безопасной работы снегоочистительных машин необходимо обеспечить их специальное оснащение, создающее повышенную информативность. К такому оснащению относятся яркая окраска, противотуманные фары и проблесковые маячки оранжевого цвета на крыше кабины. Во время патрульной очистки должно быть обеспечено четкое взаимодействие работников дорожной службы со службой ГИБДД. Её сотрудники могут создавать условия для быстрого продвижения отряда снегоочистителей, оповещая водителей и даже задерживая на непродолжительное время поток автомобилей.

Если на загородных автомобильных дорогах при правильной организации очистки можно избежать образования снежных валов, то на городских магистралях из-за наличия приближенной застройки и зеленых насаждений очистка проезжей части, как правило, сопровождается образованием снежного вала. При этом, во-первых, сокращается эффективная ширина проезжей части, а следовательно, скорость движения и пропускная способность дороги, во-вторых, ухудшается видимость для водителей и пешеходов.

Борьба со скользкостью дорог. Повышать безопасность дорожного движения при возникновении зимней скользкости дорог можно путем воздействия на весь комплекс ВАДС. Могут быть использованы автомобильные шины со специальным зимним рисунком протектора или шипами, существенно увеличивающие коэффициент сцепления. Значительное повышение безопасности может дать применение антиблокировочных устройств в тормозах автомобилей, а также обязательное обучение водителей рациональным приемам торможения на скользких дорогах. Однако основным направлением поддержания безопасности на дорогах остается специальная деятельность дорожно-эксплуатационных организаций по ликвидации зимней скользкости дорог.

Все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах можно разделить на три группы по целевой направленности:

- мероприятия, направленные на снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкости (повышение коэффициента сцепления колеса с дорогой путем россыпи фрикционных материалов);

- мероприятия, направленные на скорейшее удаление с покрытия ледяного или снежного слоя с применением химических, механических, тепловых и других методов;

- мероприятия, направленные на предотвращение образования снежно-ледяного слоя или ослабление его сцепления с покрытием. Это профилактические методы борьбы с зимней скользкостью [16].

В практике зимнего содержания для борьбы с зимней скользкостью применяют фрикционный, химический, физико-химический, тепловой, механический и другие комбинированные методы.

Фрикционный метод является основным методом снижения отрицательного воздействия зимней скользкости. Суть его состоит в том, что по поверхности ледяного или снежно-ледяного слоя рассыпают песок, мелкий гравий, отходы дробления, золу, шлак и другие абразивные материалы размером частиц не более 5-6 мм без примеси глины. Россыпь производится пескоразбрасывателями или другими машинами (рисунок 10). Наибольшее применение получил песок. На неопасных участках дорог нормы расхода песка от 200 до 700 г/м², или около 0,3-0,4 м³ на 1000 м² покрытия, на опасных спусках, перекрестках, кривых малого радиуса – нормы расхода удваивают.



Рисунок 10 – Борьба с гололедом с помощью пескоразбрасывателей

Преимущество метода в простоте, однако, у него много недостатков. Рассыпанный абразивный материал повышает коэффициент сцепления до 0,3, но задерживается на проезжей части короткое время (не более 0,5 ч), сносится завихрениями после прохода автомобилей, разбрасывается колесами, сдувается ветром. Для восстановления сцепных свойств требуются частые посыпки и большое количество пескораспределителей. Для повышения эффективности распределяют подогретый абразивный материал, который проникает в ледяную корку и после примерзания придает поверхности некоторую шероховатость.

Значительно большее распространение получил комбинированный химико-фрикционный метод, когда рассыпают фрикционные материалы смешанные с твердыми хлоридами NaCl , CaCl_2 . Песчано-солевую смесь приготавливают на базах путем смешивания фрикционных материалов с кристаллической солью в отношении 90:10 (по весу соответственно). Достоинство песчано-солевых смесей в том, что они не смерзаются и не слеживаются.

На неопасных участках нормы расхода песчано-солевых смесей от 100 до 400 г/м², или 0,2 м³ на 1000 м² покрытия, а на опасных – 0,3-0,4 м³. Песчано-солевые смеси распределяют пескоразбрасывателями или комбинированными дорожными машинами с универсальным оборудованием типов КДМ-130, ЭД-403. Такие смеси эффективнее, чем чисто абразивные. Однако, этот метод требует большого объема распределяемых материалов и большого числа машин для распределения, приводит к значительной коррозии автомобилей.

Комбинированный химико-механический метод состоит в распределении по снежному накату твердых или жидких хлоридов, которые расплавляют и

ослабляют снежно-ледяной слой, после чего рыхлую массу убирают плужными или плужно-щеточными очистителями, а при их отсутствии - автогрейдером. Расход твердых хлоридов на 1 мм слоя замерзшей воды колеблется от 15 до 90 г/м², жидких хлоридов – от 0,08 до 0,15 л/м² в зависимости от вида хлорида и температуры воздуха.

Механический способ борьбы с зимней скользкостью предусматривает использование самоходных и прицепных машин и механизмов ударного, скребкового, вибрационного или срезающего действия для разрыхления и отделения льда и уплотненного снега от покрытия (рисунок 11).



Рисунок 11 – Борьба с гололедом механическим способом

Применение таких машин пригодно для складывания и срезания толстых уплотненных снежно-ледяных корок. Для удаления тонких ледяных пленок механический способ является неприемлемым. Это связано со значительной прочностью контакта смерзания льда с бетоном и асфальтобетоном. Под действием нагрузки разрушение льда часто происходит не по контакту «лед – покрытие», а по льду. Механический способ борьбы с зимней скользкостью применяется чаще всего в сочетании с химическим, когда химическими веществами предварительно ослабляют снежно-ледяной слой, а затем его удаляют с дороги машинами.

Основной путь повышения эффективности борьбы с зимней скользкостью – полное удаление ледяного или снежно-ледяного слоя тепловым или химическим способом.

Тепловой способ применяется в двух видах: удаление снежно-ледяных отложений путем подогрева покрытий нагревательными элементами, закладываемыми в покрытия и удаление снежно-ледяного слоя с покрытий с помощью тепловых машин (рисунок 12).



Рисунок 12 – Борьба с гололедом с помощью тепловой машины

Нагревательные системы, применяемые для покрытий, используют токопроводящий кабель с высоким сопротивлением или трубы, содержащие горячий теплоноситель. Токопроводящий бетон можно разделить на два типа: железобетон, содержащий токопроводящее фиброволокно, и бетон, содержащий токопроводящие заполнители. Первый тип имеет более высокую механическую прочность, но низкую проводимость с удельным сопротивлением приблизительно 100 Вт*см из-за слабого контакта поверхностей «волокно к волокну».

Второй тип имеет более высокую проводимость с удельным сопротивлением от $10 - 30 \text{ Вт*см}$, но относительно низкий предел прочности при сжатии. Ослабление механической прочности возникает из-за содержания токопроводящих добавок, увеличивающих водопоглощение (типа сажи и кокса).

Можно использовать токопроводящий слой бетона для борьбы с обледенением настилов мостов.

Другой источник энергии – микроволновый нагрев. При прямом электрическом нагреве постоянный ток подводится к токопроводящему верхнему слою бетона на поверхности моста, чтобы получить температуру, достаточную для плавления льда. Эта схема подобна процессу нагрева в микроволновой печи. Выполнимость этого подхода зависит от свойств токопроводящей бетонной смеси.

Недостатком перечисленных систем является недостаточный опыт их практического применения.

Недостатки применения тепловых аэродромных машин для удаления снежно-ледяных отложений путем подогрева покрытий автомобильных дорог:

- движение транспорта во время работы тепловой машины приходится прерывать, что приводит к образованию транспортных «заторов» на участке и вызывает необходимость периодических остановок для пропуска скопившихся автомобилей;

- производительность существующих тепловых аэродромных машин невысока при высоком удельном расходе топлива, что делает тепловой способ сравнительно дорогим;

- работа тепловой машины сопровождается сильным шумом и отбрасыванием на значительное расстояние кусков льда и уплотненного снега, что затрудняет их использование в населенных пунктах;

- применение тепловых машин на покрытиях, построенных с использованием органических вяжущих материалов, может вызвать местные повреждения вследствие выгорания вяжущего;

- при работе тепловых машин на участках дорог, огражденных блоками или криволинейным брусом, а также на мостах с перилами наблюдается так называемый «отбойный эффект». Он выражается в отбрасывании обратно на дорогу снежных и ледяных частиц.

Химический способ борьбы с зимней скользкостью заключается в применении для плавления снега и льда твердых или жидких химических веществ, содержащих хлористые соли (рисунок 13).



Рисунок 13 – Борьба с гололедом с помощью химического способа

Физическая сущность взаимодействия хлористых солей с ледяной поверхностью состоит в гидратации ионов хлора молекулами воды. Этот самопроизвольный процесс сопровождается тепловыми явлениями и протекает

до наступления динамического равновесия при данной температуре воздуха. Интенсивность процесса взаимодействия характеризуется плавящей способностью хлоридов, т. е. количеством расплавленного льда 1 г соли при данной отрицательной температуре воздуха. Плавящая способность вначале возрастает во времени, а по мере наступления динамического равновесия стабилизируется.

Стоимость хлористого кальция намного выше, чем хлористого натрия. Кроме этого, CaCl_2 более дефицитный и агрессивный материал, поэтому создают смеси оптимального хлоридного состава, применяемые при более низких температурах, чем чистая соль NaCl . Исследования Гипродорнии показали, что оптимальны смеси состава $\text{NaCl}:\text{CaCl}_2$ как 88:12 при условии применения чешуированного хлористого кальция.

Крупный недостаток твердых хлоридов – их слеживаемость, так как при определенных влажностно-температурных условиях она адсорбирует (поглощает) влагу из воздуха. Способность соли впитывать воду называется гигроскопичностью. Увлажнение соли происходит только тогда, когда влажность воздуха выше гигроскопического порога для данной соли. Этот порог составляет для хлористого натрия 75 % относительной влажности воздуха, для хлористого кальция и ХКФ – 22 %. Это означает, что CaCl_2 и ХКФ практически всегда впитывают воду из воздуха. На поверхности каждой частицы образуются новые кристаллы соли, которые служат как бы спайками между зёрнами соли, что и приводит к ее омоноличиванию. Поэтому CaCl_2 и ХКФ можно перевозить только в полиэтиленовых мешках или другой закрытой таре и хранить в закрытых складах.

Жидкие хлориды для борьбы с зимней скользкостью широко применяют в виде естественных и промышленных рассолов, а иногда и искусственно приготавливаемых растворов. Жидкие хлориды пригодны только с концентрацией солей более 150 г/л, т. е. с содержанием основного вещества более 15 %. Нельзя проводить работы по борьбе со скользкостью при температуре воздуха ниже температуры замерзания жидкого хлорида, т.е. от -10 до -17 °С для рассолов различного вида и концентрации.

В настоящее время вопрос борьбы со скользкостью дорог в г.Красноярске стоит наиболее остро. Именно по причине гололеда возрастает число ДТП в зимний период. Самым эффективным методом борьбы с этой проблемой на сегодняшний день являются противогололедные реагенты. Рассмотрим, какие реагенты используют в настоящее время для борьбы с гололедом.

6 Противогололедные реагенты, применяемые в г.Красноярске

6.1 Свойства и характеристики песчано-соляной смеси

Самым популярным средством является пескосоль (или песчано-соляная смесь). Состав из двух компонентов, сухого песка и технической соли, растворяет слой льда и улучшает сцепление колес машин с дорогой.

Использование пескосоли (ПСС) – доступный и экономичный способ борьбы с гололедецией.

Для приготовления песчано-соляной смеси используют сухой речной или карьерный песок. Его фракция должна быть не более 4-5 мм. Если в составе песка будут глиняные примеси или влажность превысит 5 %, это скажется на сыпучести антигололедного покрытия. Состав при контакте со снегом будет комкаться, на дорогах образуется вязкое месиво.

Техническая соль на 93-95 % состоит из хлорида натрия. Основное ее отличие от пищевой соли – допустимое наличие примесей, в том числе хлорида калия и магния, крупный помол. Для приготовления ПСС используют соль с фракцией от 1,5 до 4 мм. Именно техническая соль растворяет слой наледи.

Чтобы снизить воздействие солей, в большинстве песчано-солевых смесях ее количество меньше, чем песка. По стандарту, оно должно быть 70 на 30. Однако при изменении количества осадков, повышении или понижении уровня влажности и температуры, соотношение соли в реагенте изменяют [17].

Песчано-соляную смесь выпускают в следующих пропорциях:

- 70 % песка на 30 % соли;
- 50 % песка на 50 % соли;
- 75 % песка на 25 % соли;
- 90 % песка на 10 % соли.

К несомненным преимуществам пескосоляной смеси относятся доступность необходимых компонентов и простота использования и изготовления. Реагент уменьшает скольжение поверхности, соль начинает действовать практически сразу после нанесения. Обработку можно производить вручную, не задействуя сложную технику. Смесь огнеупорна и не токсична. Ее состав можно менять в зависимости от погодных условий. Срок действия у пескосоли не ограничен при соблюдении условий хранения.

Несмотря на все достоинства, она имеет ряд недостатков. Техническая соль вызывает жжение кожи. От этого страдают домашние животные, лапы которых обязательно тщательно промывать после прогулки. Нарушение температурного режима, повышенная влажность при изготовлении реагента, а также наличие глины и шлаков в песке превращает смесь в комки, которые сложно устранить.

Если вовремя не очистить дороги от реагента, песок с подтаявшим снегом попадает в ливневки и засоряет их. Повышенное содержание технической соли в составе портит обувь из резины и замши.

6.2 Характеристики противогололедного реагента «Бионорд»

Основным противогололедным реагентом, используемым в г.Красноярске, является Бионорд. Противогололедный материал «Бионорд» производства Уральского завода противогололедных материалов позволяет оптимизировать процесс зимней уборки. Средство мгновенно создает фрикционный эффект и увеличивает коэффициент сцепления колес с дорогой.

«Бионорд» относится к IV классу опасности (малоопасные химические вещества) – его состав, а также форма и размер гранул гарантируют минимальное воздействие на металл, обувь, мех, почву, живые организмы и здоровье человека. При этом реагент с легкостью плавит лед при низких температурах (до -30 °С) [18].

В состав противогололедного материала входят следующие компоненты:

- хлористые натрий и кальций;
- биофильная добавка;
- мраморная крошка (для некоторых модификаций средства).

Бионорд является очень популярным, так как обладает несколькими уникальными свойствами:

- вещество практически не воздействует на шины и металл, что делает его безопасным для автомобилей. Обусловлено это наличием специальных компонентов, которые минимизируют коррозию;

- смесь на морозе прекрасно растворяется, что исключает ее уборку с дорог. Когда же материал находится в виде гранул, он по свойствам напоминает песок. Это дополнительно увеличивает сцепление с дорогой;

- бионорд состоит из различных биофильных элементов, которые при распаде не влияют на внешнюю среду. Разработчики утверждают, что эти вещества наоборот удобряют почву полезными микро- и макроэлементами.

Технология использования реагента предполагает выполнение таких последовательных действий:

- перед нанесением смеси, нужно с поверхности удалить снег. Если этого не произвести, то воздействие реагента будет минимальным и не принесет никакой пользы;

- после этого вещество распределяется на дороге. Сделать это можно, как руками, так и с помощью специальных механизмов;

- чтобы реагент начал действовать, желательно оставить его на 20-30 минут. После истечения этого времени образуется разрыхленная масса, которую нужно удалить механическим способом.

Бионорд – это уникальный материал, который делает передвижение по улицам быстрым и безопасным.

Такое описание и характеристику данному противогололедному материалу дает сам производитель. Однако, через некоторое время после начала его применения в г.Красноярске появилось очень много негативных отзывов от автовладельцев и пешеходов насчет целесообразности использования "Бионорда". По словам жителей Красноярска материал портит обувь, вызывает коррозию автомобилей, а также из-за него ухудшается самочувствие. Также многократные наблюдения подтверждают, что нанесение «Бионорда» в г.Красноярске производится с нарушением заводской технологии использования. Остается вопрос: насколько хорошо «Бионорд» справляется со своей основной задачей? На самом деле ли он является эффективным противогололедным средством, снижающим риск возникновения ДТП? Для

решения поставленных вопросов необходимо проведение экспериментального исследования.

7 Экспериментальная часть

7.1 Методика проведения исследования

Для проведения исследования по определению эффективности противогололедных реагентов был выбран пустой участок дороги, свободный от движения автомобилей. Эксперимент проводился на автомобиле Toyota Mark 2, его характеристики представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Характеристики автомобиля Toyota Mark 2

Общие данные	Год выпуска	1997
	Страна сборки модели	Япония
	Кузов	седан
	Количество дверей	4
	Количество мест	5
Размеры	Снаряженная масса, кг	1420
	Длина	4760
	Ширина	1755
	Высота	1400
	Колесная база	2730
Двигатель	Колея передняя/задняя	1485/1495
	Тип	бензин
	Расположение	переднее, продольное
	Рабочий объем, см ³	2491
	Степень сжатия	10,5
	Тип наддува	нет
	Система питания двигателя	распределенный впрыск
	Число и расположение цилиндров	рядное 6
	Диаметр цилиндра x ход поршня, мм	86×71,5
	Число клапанов	4
Трансмиссия	Мощность, л.с./ об/мин	200
	Максимальный крутящий момент, Нм / оборотов /мин	255
	Тип	автомат 5
Подвеска	Привод	задний
	Передних колес	независимая, пружинная
Тормоза	Задних колес	независимая, пружинная
	Передние	дисковые вентилируемые
Расход топлива	Задние	дисковые
	Смешанный цикл	9,6
	Топливо	АИ-95
	Емкость топливного бака, л	70

Для проведения измерений использовалось такое оборудование, как рулетка FISCO TR50/5, термогигрометр RGK TH-10, GPS-спидометр SkyRC Speed Meter. Характеристики оборудования представлены в таблицах 19-21.

Таблица 19 – Характеристики рулетки FISCO TR50/5

Параметр	Значение
Длина ленты, м	50
Ширина ленты, мм	13
Миллиметровые деления	по всей длине
Материал ленты	углеродистая сталь
Покрытие ленты	эмалевое
Страна-производитель	Великобритания
Габаритные размеры, Д*Ш*В, мм	330*160*40
Вес, кг	1,17

Таблица 20 – Характеристики термогигрометра RGK TH-10

Параметр	Значение
Диапазон измерений, температура, °С	от -10 до +50
Погрешность, °С	±1,0
Диапазон измерений, влажность, %	от 20 до 90
Погрешность, °С	±5,0
Разрешение, %	1
Частоты выборки, с	10

Таблица 21 – Характеристики GPS-спидометра SkyRC Speed Meter

Параметр	Значение
Измеряемые величины	текущее время, текущая скорость, максимальная скорость, средняя скорость, координаты (широта, долгота), дистанция поездки, высота, максимальная высота
Питание	LiPo батарея 200mAh
Время работы, мин	150
Встроенная память, Мб	4
Размеры, мм	65,7*39,6*20,8
Вес, г	41

Для проведения экспериментального исследования была проведена линия начала торможения автомобиля (рисунок 14).

Эксперимент предусматривал измерение тормозного пути автомобиля. На каждом покрытии измерения проводились трижды при движении на разных скоростях: 40 км/ч, 50 км/ч и 60 км/ч. До линии торможения автомобиль набирал нужную скорость и, пересекая заданную линию, тормозил до полной остановки. Место окончания торможения отмечалось на снегу (рисунок 15).



Рисунок 14 – Линия начала торможения автомобиля



Рисунок 15 – Отметки окончания торможения при различных скоростях: 40 км/ч, 50 км/ч и 60 км/ч

7.2 Исследование эффективности противогололедных реагентов, применяемых в г.Красноярске

Для того чтобы определить эффективность используемого на дорогах г.Красноярска реагента «Бионорд» (рисунок 16), необходимо сравнить его с другим противогололедным средством. Для сравнения мы выбрали песчано-соляную смесь – средство, которое является самым популярным и которое долгое время использовалось и до сих пор используется в некоторых случаях для борьбы с гололедом.



Рисунок 16 – Противогололедное средство «Бионорд»

Эксперимент проводился в г.Красноярске при температуре $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, давлении 743 мм и относительной влажности воздуха 67 %.

Замеры тормозного пути автомобиля проводились на четырех различных покрытиях: на снегу (рисунок 17), на снегу, посыпанном «Бионордом» (рисунок 18), на снегу, покрытом песчано-соляной смесью (рисунок 19) и на асфальте с механически убраным снегом (рисунок 20).



Рисунок 17 – Исследуемое дорожное покрытие – снег



Рисунок 18 – Исследуемое дорожное покрытие – снег, посыпанный «Бионордом»



Рисунок 19 – Исследуемое дорожное покрытие – снег, посыпанный песчано-соляной смесью



Рисунок 20 – Исследуемое дорожное покрытие – асфальт с механически убраным снегом

На каждом покрытии замеры повторялись трижды. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 22 и на рисунке 21.

Таблица 22 – Значения тормозных путей на различных противогололедных материалах

Покрытие	Скорость автомобиля, км/ч	Первое измерение тормозного пути, м	Второе измерение тормозного пути, м	Третье измерение тормозного пути, м	Среднее значение тормозного пути, м
Снег	40	20,2	20,8	21,1	20,7
	50	28,0	28,1	27,7	27,9
	60	33,2	32,9	33,5	33,2
Бионорд	40	18,3	18,6	18,5	18,4
	50	25,6	25,1	25,3	25,3
	60	27,8	27,6	27,9	27,8
Песчано-соляная смесь	40	17,3	16,9	17,4	17,2
	50	23,8	24,1	24,2	24,0
	60	26,1	26,3	26,0	26,7
Асфальт	40	15,3	15,5	15,6	15,5
	50	20,3	20,9	20,7	20,6
	60	22,4	22,8	22,3	22,5

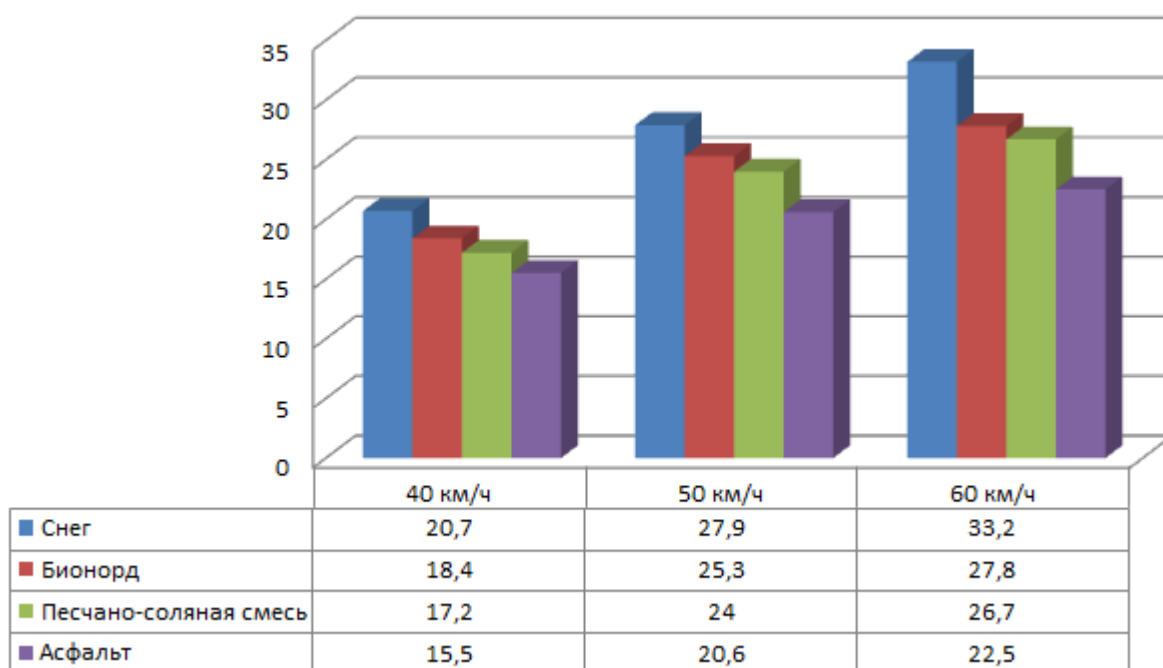


Рисунок 21 – Тормозной путь автомобиля в зимний период на различных покрытиях

Из рисунка 21 и данных таблицы 22 видно, что на снегу значение тормозного пути самое большое, а на асфальте с механически убранном снегом эта величина имеет наименьшее значение. Благодаря применению противогололедного реагента «Бионорд» величину тормозного пути удастся снизить: при 40 км/ч – на 2,3 м, при 50 км/ч – на 2,6 м, при 60 км/ч – на 5,4 м. Однако, наиболее эффективное торможение наблюдается на снегу, покрытом

песчано-соляной смесью. По сравнению с «Бионордом» значения тормозного пути снизились на 1,2 м при скорости движения автомобиля 40 км/ч, на 1,3 при скорости 50 км/ч, на 1,7 при скорости 60 км/ч.

Таким образом, если в зимнее время года дорога механически не очищена от снега, то рекомендуется устанавливать временные знаки ограничения скорости движения автомобилей с целью снижения количества ДТП из-за гололеда.

Также на основании таблицы 22 построим графики изменения тормозного пути автомобиля в зависимости от скорости его движения на различных покрытиях (рисунки 22-25).

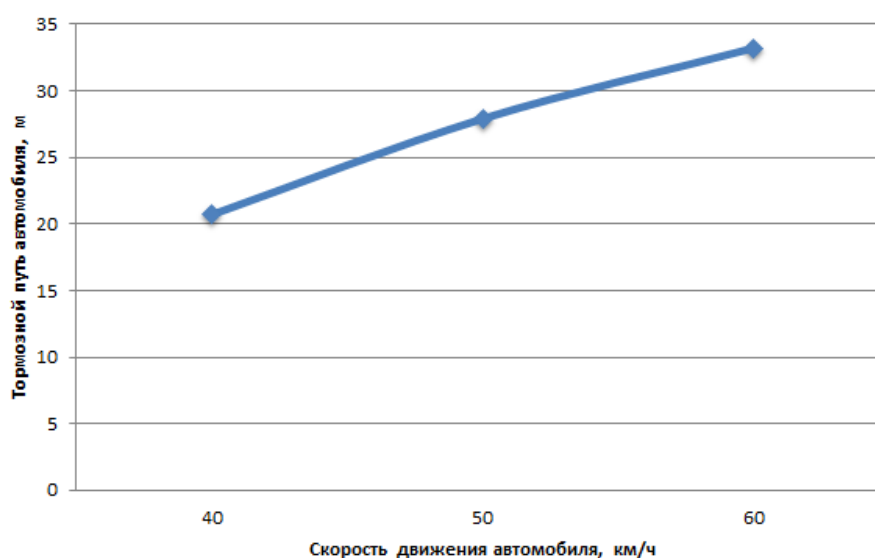


Рисунок 22 – Изменение тормозного пути автомобиля в зависимости от скорости его движения на снегу

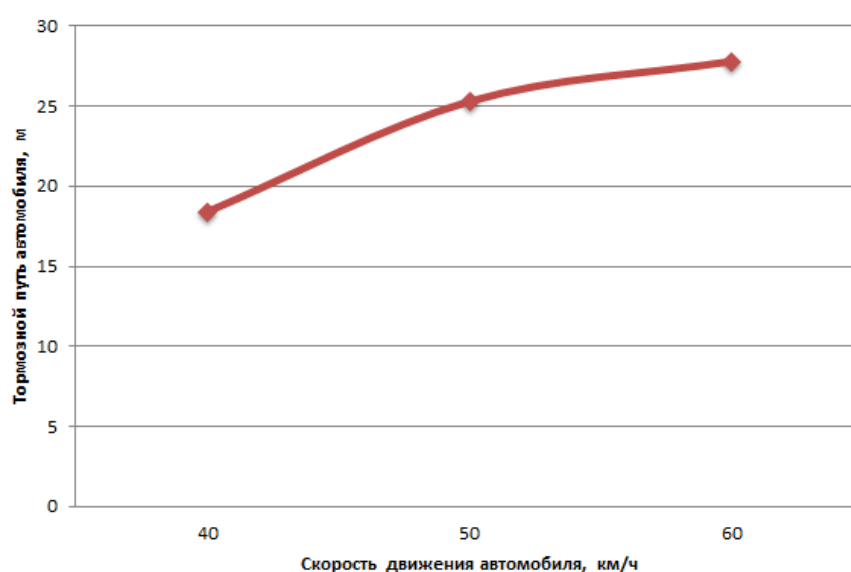


Рисунок 23 – Изменение тормозного пути автомобиля в зависимости от скорости его движения на снегу, посыпанном «Бионордом»

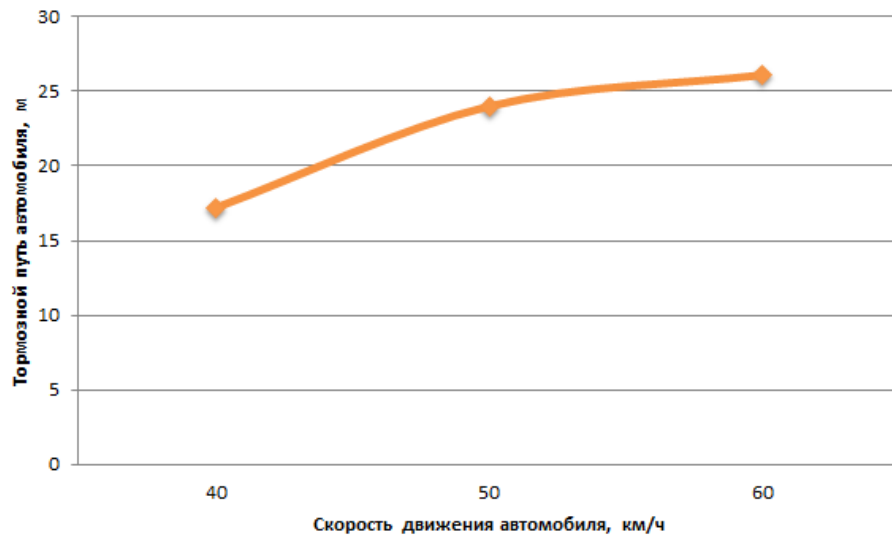


Рисунок 24 – Изменение тормозного пути автомобиля в зависимости от скорости его движения на снегу, посыпанном песчано-соляной смесью

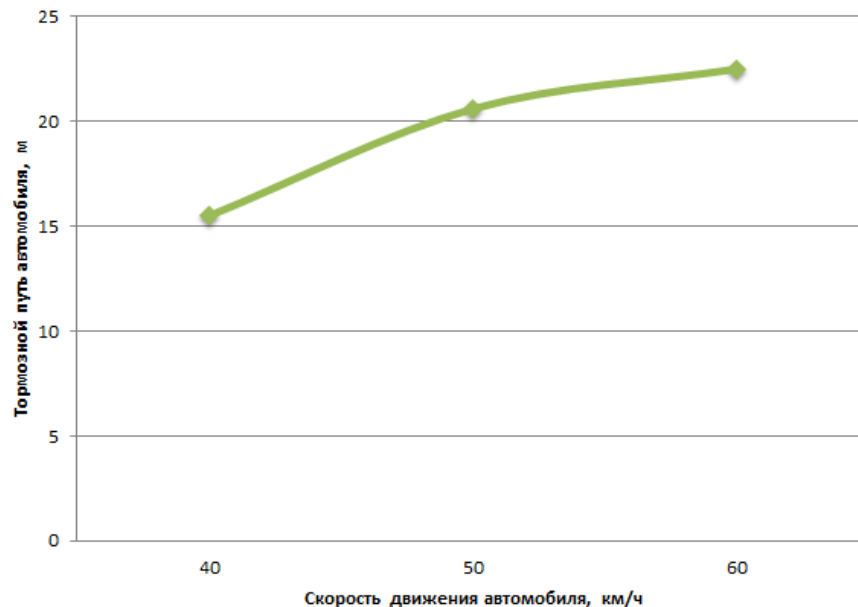


Рисунок 25 – Изменение тормозного пути автомобиля в зависимости от скорости его движения на асфальте с механически убранном снегом

Из рисунков 22-25 видно, что с увеличением скорости движения автомобиля растет и его тормозной путь. Рассчитаем увеличение тормозного пути автомобиля на снегу, снегу, покрытом «Бионордом» и снегу, покрытом ПСС по сравнению с величиной тормозного пути автомобиля на асфальте в процентном отношении по формулам:

$$x = \frac{t_{nc}}{t_{na}} \times \%, \quad (1)$$

где x – увеличение тормозного пути автомобиля в процентах;

t_{nc} – тормозной путь автомобиля на снегу;
 t_{na} – тормозной путь автомобиля на асфальте.

$$x = \frac{t_{nб}}{t_{na}} \times \%, \quad (2)$$

где x – то же, что в формуле (1);

$t_{nб}$ – тормозной путь автомобиля на снегу, посыпанном «Бионордом»;

t_{na} – то же, что в формуле (1).

$$x = \frac{t_{nп}}{t_{na}} \times \%, \quad (3)$$

где x – то же, что в формуле (1);

$t_{nп}$ – тормозной путь автомобиля на снегу, посыпанном ПСС;

t_{na} – то же, что в формуле (1).

По результатам расчетов тормозной путь автомобиля увеличился:

- на снегу:

а) на 33,5 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 35,4 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 47,6 % при скорости движения 60 км/ч;

- на снегу, покрытом «Бионордом»:

а) на 18,7 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 22,8 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 23,6 % при скорости движения 60 км/ч;

- на снегу, покрытом песчано-соляной смесью:

а) на 11 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 16,5 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 18,7 % при скорости движения 60 км/ч.

Таким образом, на основании проведенного экспериментального исследования и данных таблицы и рисунков видно, что наиболее эффективным средством в борьбе с гололедицей является песчано-соляная смесь. Но также необходимо рассмотреть и влияние реагентов на окружающую среду.

7.3 Исследование влияния противогололедных реагентов на металл и экологию

Для того чтобы определить влияние противогололедных реагентов на кузов автомобилей и металлические части дороги проведем эксперимент с металлическим штырем.

Для данного эксперимента нам понадобится 3 металлических штыря, 3 стакана и исследуемые реагенты: «Бионорд», песчано-соляная смесь, а также снег.

В ходе выполнения исследования металлические штыри погружаются в стаканы с различным наполнением: снег, снег с «Бионордом» и снег с песчано-соляной смесью (рисунок 26).



Рисунок 26 – Металлические штыри, погруженные в исследуемые противогололедные реагенты: снег с «Бионордом», снег с песчано-соляной смесью и снег (слева направо)

Металлические штыри выдерживались в данных смесях в течение 28 дней при средней температуре воздуха -20°C и относительной влажности воздуха 56 %. По истечении данного времени металлические штыри были извлечены из стаканов с исследуемыми смесями и была проведена их визуальная оценка (рисунок 27).



Рисунок 27 – Металлические штыри, извлеченные из исследуемых противогололедных реагентов: снег с песчано-соляной смесью, снег с «Бионордом» и снег (слева направо)

Из рисунка видно, что на металле, погруженном в снег, следов коррозии практически нет. На металле, погруженном в раствор со снегом и песчано-соляной смесью, наблюдаются следы коррозии. На металле, погруженном в раствор со снегом и «Бионордом» видна глубокая коррозия. Следовательно, «Бионорд» оказывает наиболее негативное влияние на металл, а соответственно, на кузов автомобилей и металлические сооружения дорожной части (рисунок 28).



Рисунок 28 – Коррозия металлических сооружений дорожной части

Из рисунка 28 видно, что наиболее сильно коррозии подвержена нижняя часть металлических сооружений. Это объясняется тем, что в зимнее время года противогололедный реагент «Бионорд» из-под колес автомобилей попадает как раз на нижнюю часть ограждений, дорожных знаков и светофоров и тем самым разрушает металл.

Также для определения степени разрушения металла от воздействия противогололедных материалов, в течение 28 дней проведения эксперимента с металлическими штырями проводились периодические замеры их диаметра.

Замеры проводились с помощью микрометра с электронным цифровым отсчетным устройством МКЦ 25, характеристики которого представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Характеристики микрометра

Параметр	Значение
Класс точности	1
Диапазон измерений, мм	0-25
Цена делений, мм	0,001
Масса, кг	0,6

Замеры металлических штырей производились в двух плоскостях по 4 раза для каждого штыря через 1, 7, 14, 21 и 28 дней после их погружения в исследуемые противогололедные реагенты. Результаты замеров представлены в таблицах 24-30.

Таблица 24 – Значения диаметров обычных металлических штырей

		1 металлический штырь	2 металлический штырь	3 металлический штырь
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,008	3,009	3,008
	2 плоскость	3,01	3,01	3,011
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,009	3,008	3,006
	2 плоскость	3,009	3,011	3,009
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,01	3,007	3,01
	2 плоскость	3,012	3,008	3,01
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,006	3,01	3,007
	2 плоскость	3,011	3,012	3,009
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,00825	3,0085	3,00775
	2 плоскость	3,0105	3,01025	3,00975

Таблица 25 – Значения диаметров незачищенных металлических штырей после их нахождения в снегу

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,01	3,012	3,021	3,033	3,057
	2 плоскость	3,009	3,011	3,018	3,029	3,053
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,009	3,012	3,02	3,035	3,058
	2 плоскость	3,008	3,014	3,021	3,028	3,056
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,012	3,015	3,023	3,036	3,054
	2 плоскость	3,011	3,01	3,019	3,032	3,053
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,01	3,016	3,021	3,032	3,056
	2 плоскость	3,008	3,012	3,017	3,03	3,054

Окончание таблицы 25

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,01025	3,01375	3,02125	3,034	3,05625
	2 плоскость	3,009	3,01175	3,01875	3,02975	3,054

Таблица 26 – Значения диаметров зачищенных металлических штырей после их нахождения в снегу

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,009	3,008	3,005	2,996	2,978
	2 плоскость	3,009	3,01	3,006	2,999	2,985
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,01	3,007	3,003	2,998	2,983
	2 плоскость	3,008	3,009	3,003	2,996	2,983
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,008	3,011	3,004	2,997	2,981
	2 плоскость	3,009	3,008	3,004	2,997	2,98
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,008	3,009	3,002	2,995	2,98
	2 плоскость	3,01	3,007	3,003	2,995	2,982
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,00875	3,008	3,0035	2,9965	2,9805
	2 плоскость	3,009	3,0085	3,004	2,9968	2,9825

Таблица 27 – Значения диаметров незачищенных металлических штырей после их нахождения в песчано-соляной смеси

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,019	3,022	3,035	3,054	3,087
	2 плоскость	3,02	3,021	3,034	3,055	3,084
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,021	3,025	3,038	3,058	3,085
	2 плоскость	3,017	3,024	3,035	3,051	3,081
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,018	3,024	3,039	3,059	3,086
	2 плоскость	3,015	3,02	3,033	3,054	3,088
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,017	3,021	3,036	3,055	3,089
	2 плоскость	3,018	3,023	3,039	3,051	3,089
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,01875	3,023	3,037	3,0565	3,08675
	2 плоскость	3,0175	3,022	3,035	3,05275	3,0855

Таблица 28 – Значения диаметров зачищенных металлических штырей после их нахождения в песчано-соляной смеси

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,006	3,001	2,992	2,975	2,954
	2 плоскость	3,007	3,003	2,99	2,975	2,952
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,008	2,999	2,989	2,977	2,951
	2 плоскость	3,004	3,002	2,989	2,973	2,953
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,009	3,003	2,99	2,974	2,95
	2 плоскость	3,007	2,998	2,992	2,971	2,949
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,005	3,0	2,994	2,978	2,952
	2 плоскость	3,008	2,997	2,988	2,973	2,951
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,007	3,0075	2,99125	2,976	2,95175
	2 плоскость	3,0065	3,0	2,98975	2,973	2,95125

Таблица 29 – Значения диаметров незачищенных металлических штырей после их нахождения в «Бионорде»

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,028	3,034	3,046	3,069	3,108
	2 плоскость	3,029	3,032	3,045	3,07	3,105
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,03	3,037	3,048	3,073	3,105
	2 плоскость	3,026	3,035	3,047	3,068	3,106
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,027	3,032	3,045	3,071	3,107
	2 плоскость	3,027	3,036	3,043	3,071	3,108
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,029	3,035	3,047	3,072	3,109
	2 плоскость	3,028	3,033	3,044	3,069	3,108
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,0285	3,0345	3,0465	3,07125	3,10725
	2 плоскость	3,0275	3,034	3,04475	3,0695	3,10675

Таблица 30 – Значения диаметров зачищенных металлических штырей после их нахождения в «Бионорде»

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
1 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,006	2,997	2,984	2,962	2,93
	2 плоскость	3,007	2,996	2,986	2,963	2,932
2 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,005	2,995	2,982	2,96	2,927
	2 плоскость	3,004	2,997	2,985	2,961	2,929

Окончание таблицы 30

		1 день	7 дней	14 дней	21 день	28 дней
3 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,007	2,998	2,985	2,963	2,928
	2 плоскость	3,008	2,999	2,983	2,96	2,93
4 измерение диаметра, мм	1 плоскость	3,005	2,997	2,983	2,961	2,927
	2 плоскость	3,006	2,998	2,984	2,962	2,931
Среднее арифметическое значение, мм	1 плоскость	3,00575	2,99675	2,9835	2,9615	2,928
	2 плоскость	3,00625	2,9975	2,9845	2,9615	2,9305

На основании данных таблиц 25-30 были построены графики, представленные на рисунках 29-34.

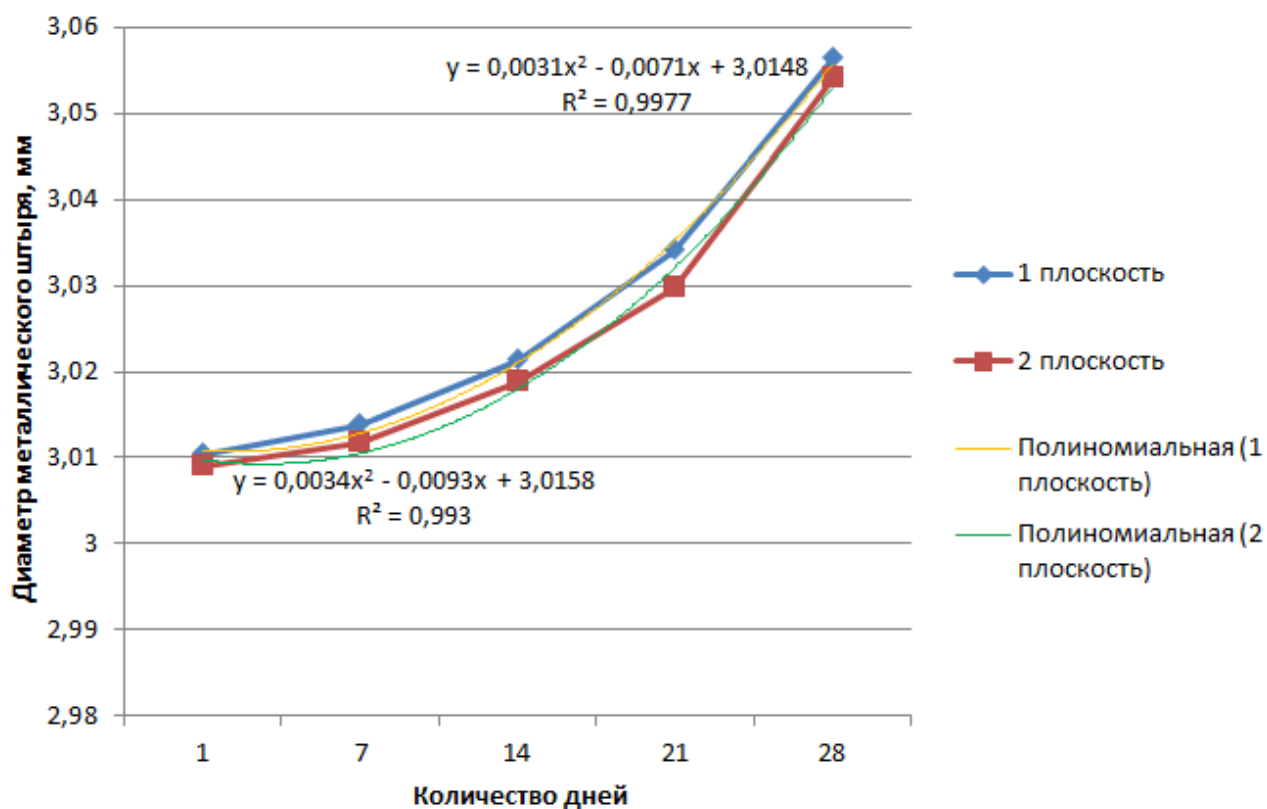


Рисунок 29 – Изменение диаметра незачищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в снег

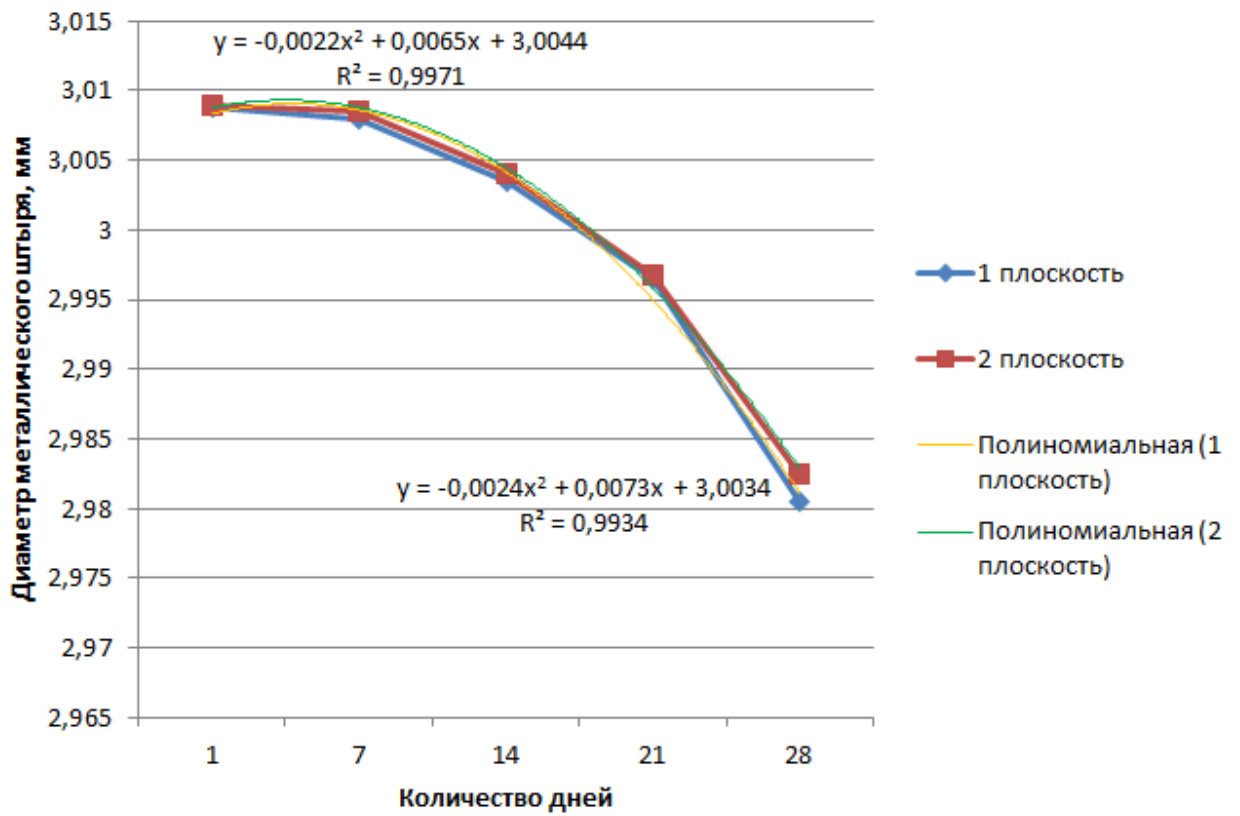


Рисунок 30 – Изменение диаметра защищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в снег

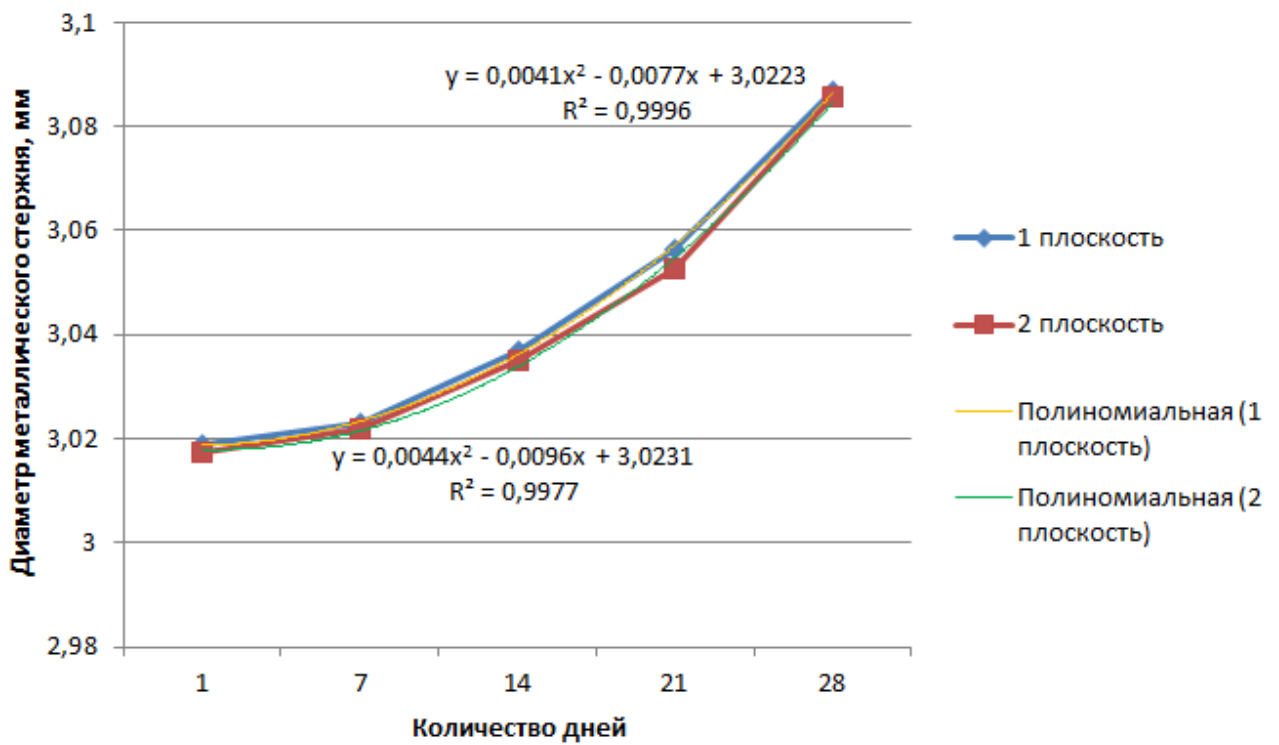


Рисунок 31 – Изменение диаметра незащищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в песчано-соляную смесь

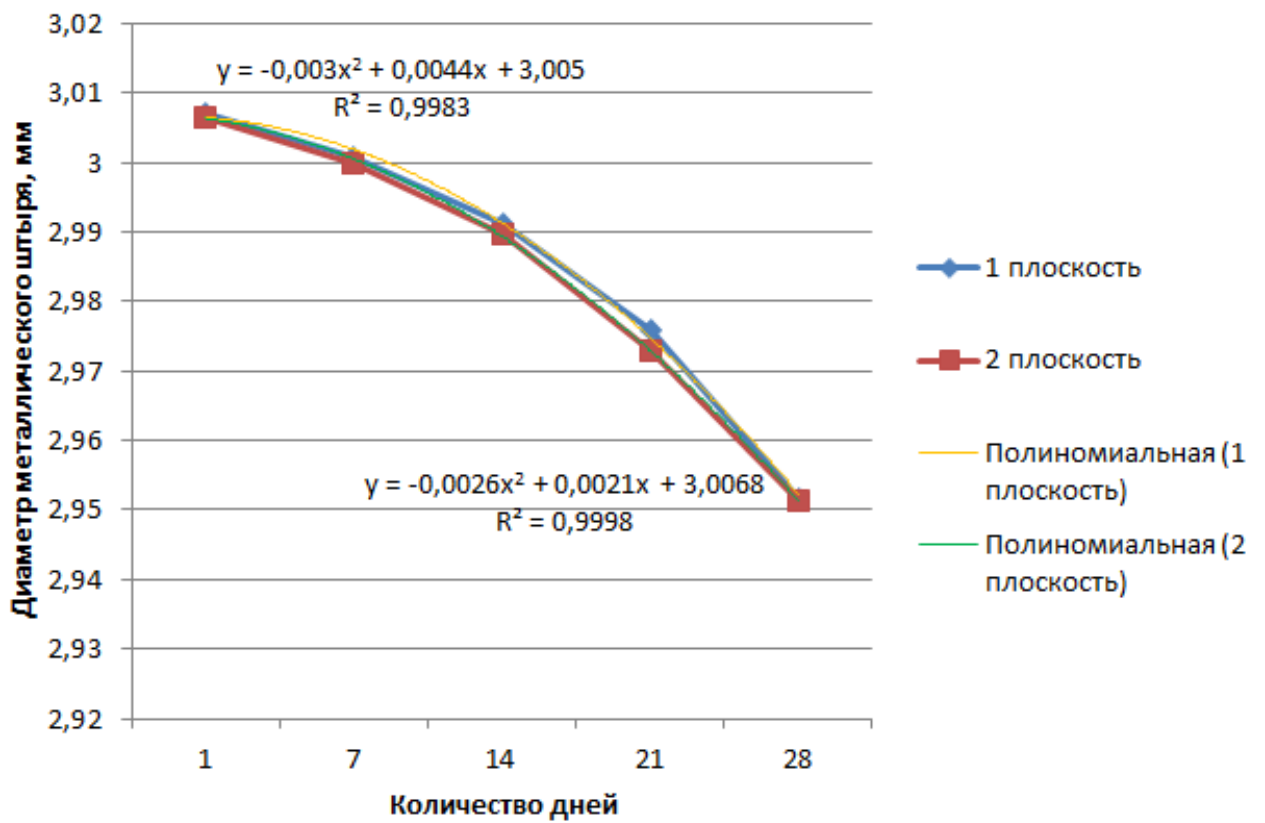


Рисунок 32 – Изменение диаметра зачищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в песчано-соляную смесь

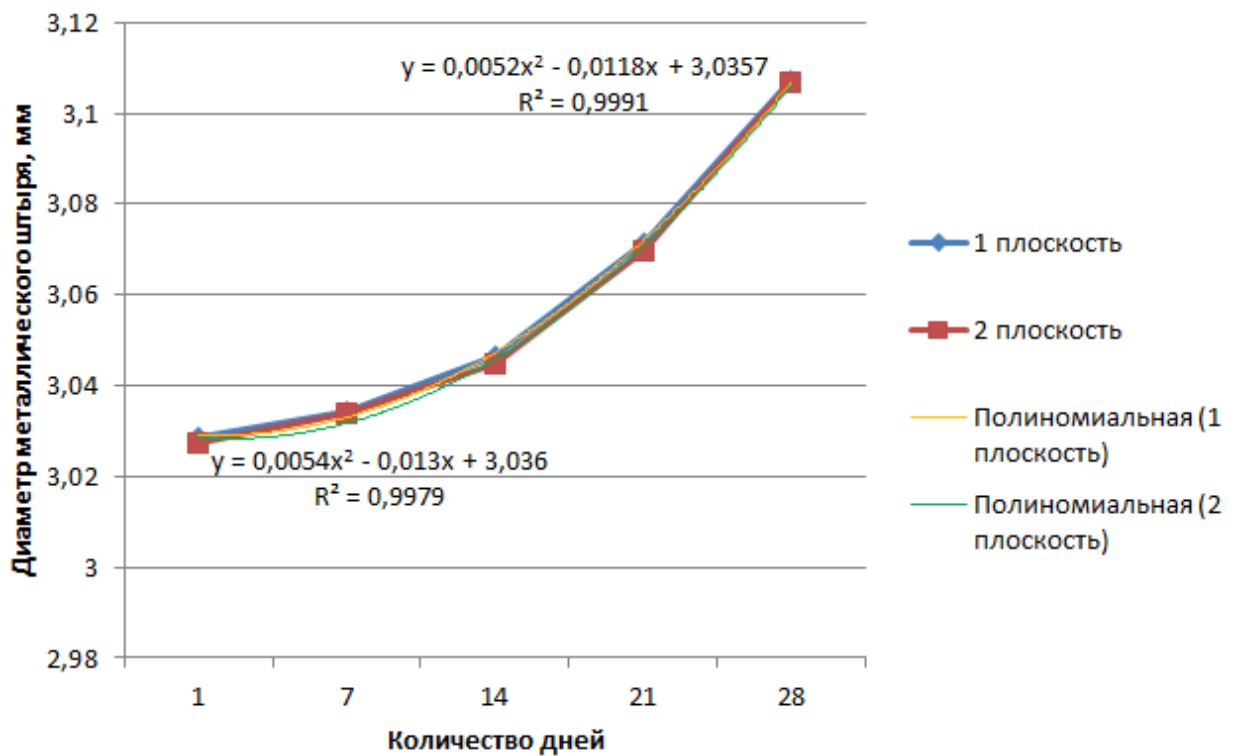


Рисунок 33 – Изменение диаметра незачищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в «Бионорд»

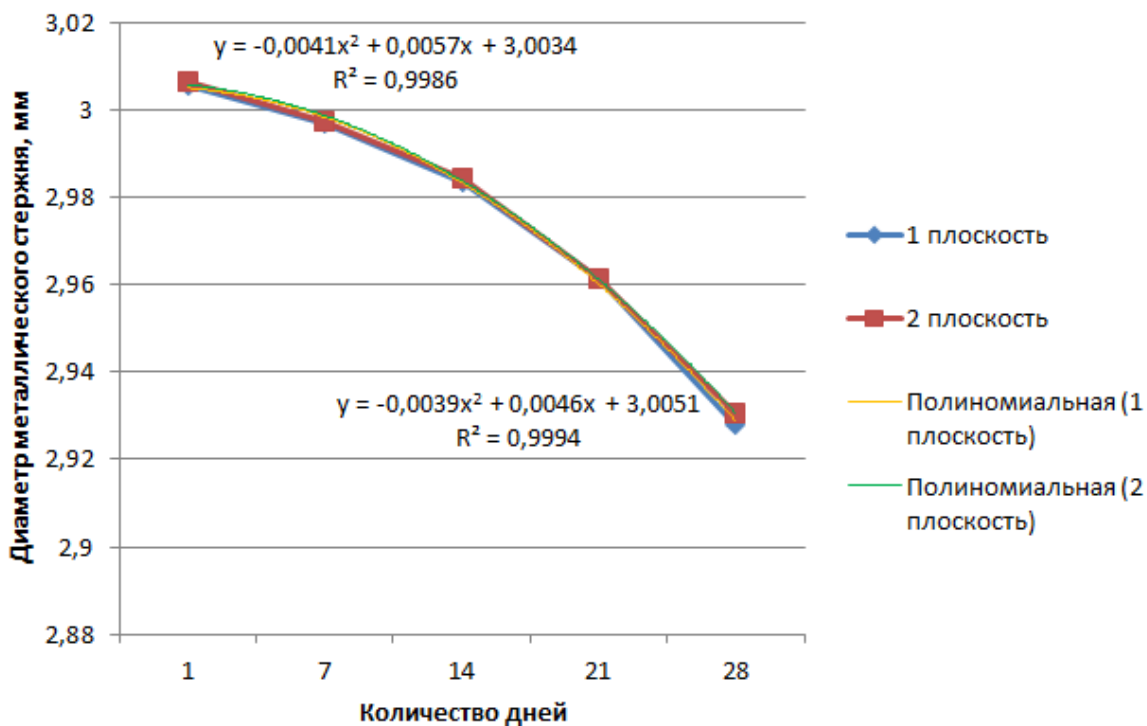


Рисунок 34 – Изменение диаметра зачищенного металлического штыря в течение 28 дней, погруженного в «Бионорд»

Для прогнозирования степени износа металлических штырей на графиках определены линии тренда и уравнения кривых. Уравнение изменения диаметра незачищенного металлического штыря в 1 плоскости, погруженного в снег, имеет следующий вид:

$$y = 0,0031x^2 - 0,0071x + 3,0148, \quad (4)$$

где y – прогнозируемый диаметр;
 x – количество дней.

Коэффициент детерминации R для незачищенного металлического штыря в 1 плоскости:

$$R^2 = 0,9977. \quad (5)$$

Аналогично по формулам 4 и 5 были получены уравнения кривых для незачищенного металлического штыря во 2 плоскости и зачищенного металлического штыря в 1 и 2 плоскости, а также для зачищенных и незачищенных металлических штырей в 1 и 2 плоскости, погруженных в «Бионорд» и песчано-соляную смесь.

Проанализировав таблицы 24-30 и рисунки 29-34, можно утверждать о том, что «Бионорд» оказывает самое агрессивное и разрушительное воздействие на металл по сравнению с песчано-соляной смесью и снегом. За 28 дней диаметр металлического штыря, погруженного в снег, уменьшился на

0,0283 мм, в песчано-соляную смесь – на 0,05705 мм, в «Бионорд» – на 0,0808 мм. Соответственно, за более длительный промежуток времени, например, за 3-5 месяцев использования противогололедных материалов в зимнее время это значение существенно увеличится и скажется на состоянии кузова автомобилей в виде появления коррозии.

Кроме того, загрязнение окружающей среды продуктами коррозии очень негативно сказывается на окружающей экологии и, как следствие, может сказаться на здоровье человека.

Помимо этого, «Бионорд» разрушительно воздействует и на обувь пешеходов, что видно из рисунка 35.



Рисунок 35 – Воздействие реагента «Бионорд» на обувь

Таким образом, на основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что «Бионорд» является менее эффективным противогололедным реагентом в сравнении с песчано-соляной смесью. Помимо этого, преимуществом использования песчано-соляной смеси является ее моментальная эффективность, то есть нет необходимости ждать, когда реагент вступит в реакцию со снегом и будет оказывать противогололедное действие, как в случае с «Бионордом». Следовательно, наиболее целесообразным будет отказ от применения противогололедного реагента «Бионорд» в пользу традиционной песчано-соляной смеси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы был составлен литературный обзор с целью рассмотрения изученности и актуальности данной проблемы. Результатом стал вывод о том, что проблема влияния дорожных условий на безопасность дорожного движения изучена не полностью, поскольку территория нашей страны огромна, каждый регион отличается от других своим климатом, погодными условиями, что значительно влияет на безопасность дорожного движения.

Среди условий, влияющих на безопасность дорожного движения, выделяют инженерные дорожные устройства, технико-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, метеорологические условия. Однако, рассматривать нужно не только влияние дороги, а в целом комплекс ВАДС.

Так главной причиной ДТП в 57 % случаев является ошибка человека, в 27 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и дороги, в 6 % случаев причиной ДТП является проблема взаимодействия человека и автомобиля, в 3 % случаев причиной ДТП является проблема многостороннего взаимодействия человека, автомобиля и дороги.

К факторам, связанным с человеком, относятся: пригодность, работоспособность, подготовленность, мотивация, а также возраст, пол и опыт вождения, информированность, опасные состояния.

К факторам, связанным с транспортным средством и определяющим потенциальный риск ДТП и его тяжесть, можно отнести выбор способа передвижения, размеры и массу транспортных средств, мощность двигателя и скоростные характеристики, техническое состояние и оборудование транспортных средств.

Факторы, связанные с дорогой, состояются из типа дороги, ее геометрических параметров, числа пересечений и примыканий второстепенных дорог, обустройства перекрестков, скоростного режима.

К факторам, связанным с внешней средой, увеличивающим потенциальный риск ДТП, относятся темное время суток, неблагоприятные погодные условия, перегруженность дороги транспортными средствами, проведение дорожно-ремонтных работ, опасное состояние дорожного покрытия. Эти факторы взаимосвязаны с дорожными, они увеличивают число ДТП, усиливая нагрузку на психику человека и требуя от него принятия решений в нестандартных ситуациях.

В работе была изучена статистика ДТП за последние 4 года, исходя из которой видно, что во многих из них проявлялось сопутствующее влияние дороги, осложнившей управление автомобилем или предопределившей ошибки водителей.

Таким образом, именно на факторы, связанные с внешней средой, следует обратить особое внимание для повышения безопасности дорожного движения. В частности, необходимо снизить количество ДТП в зимний период, частой причиной которых является гололедица. Также были рассмотрены и другие

причины ДТП в зимний период, среди которых несоответствие резины сезону, плохая видимость, низкая температура дороги и колес, уклон дороги и т.д.

Для устранения основной причины ДТП в зимний период – гололедицы, необходимо применение эффективных противогололедных реагентов. Самым популярным и давно используемым средством является ПСС. Но в последние несколько лет наибольшую популярность получил противогололедный реагент «Бионорд», который и по настоящее время используется на дорогах г.Красноярска. Однако, данный реагент вызывает огромное количество негативных отзывов от автовладельцев и пешеходов. По словам жителей Красноярска материал портит обувь, вызывает коррозию автомобилей, а также из-за него ухудшается самочувствие.

В ходе выполнения данной работы были проведены экспериментальные исследования, в которых сравнивались ПСС и «Бионорд». Первый эксперимент заключался в исследовании эффективности реагентов в качестве средств, способствующих торможению автомобиля на снегу. По сравнению с величиной тормозного пути автомобиля на асфальте эта величина увеличивается:

- на снегу:

а) на 33,5 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 35,4 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 47,6 % при скорости движения 60 км/ч;

- на снегу, покрытом «Бионордом»:

а) на 18,7 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 22,8 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 23,6 % при скорости движения 60 км/ч;

- на снегу, покрытом песчано-соляной смесью:

а) на 11 % при скорости движения 40 км/ч;

б) на 16,5 % при скорости движения 50 км/ч;

в) на 18,7 % при скорости движения 60 км/ч.

Данный эксперимент показал, что тормозной путь автомобиля на ПСС короче тормозного пути на реагенте «Бионорд». Также если в зимнее время года дорога механически не очищена от снега, то рекомендуется устанавливать временные знаки ограничения скорости движения автомобилей с целью снижения количества ДТП из-за гололеда.

Во втором эксперименте оценивалось влияние реагентов на металл. По результатам визуальной оценки было установлено, что на металлическом штыре, погруженном в снег в течение 28 дней, следы коррозии практически отсутствуют. На металлическом штыре, погруженном в раствор со снегом и ПСС, наблюдаются следы коррозии. На металлическом штыре, погруженном в раствор со снегом и «Бионордом» видна глубокая коррозия.

Также были проведены периодические замеры диаметра металлических штырей, которые показали, что «Бионорд» оказывает самое агрессивное и разрушительное воздействие на металл по сравнению с ПСС и снегом. За 28 дней диаметр металлического штыря, погруженного в снег, уменьшился на 0,0283 мм, в ПСС – на 0,05705 мм, в «Бионорд» – на 0,0808 мм.

По результатам замеров диаметров металлических штырей определены линии тренда для прогнозирования степени износа в дальнейшем. Коэффициент детерминации для всех уравнений больше 0,99, что указывает на высокую достоверность полученных уравнений.

Таким образом, «Бионорд», действительно, не оказывает высокой эффективности, способствующей борьбе с гололедицей, а также оказывает негативное влияние на кузов автомобилей и окружающую среду. Следовательно, наиболее целесообразным является использование традиционной песчано-соляной смеси.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БДД – безопасность дорожного движения;
ВАДС – комплекс водитель-автомобиль-дорога-среда;
ДТП – дорожно-транспортное происшествие;
НДУ – неудовлетворительные дорожные условия;
ПСС – песчано-соляная смесь;
ТС – транспортное средство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

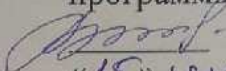
- 1 Афанасьев, М. Б. Водителю о правилах и безопасности дорожного движения / М. Б. Афанасьев, Г. И. Клинковштейн, В. А. Мелкий. – М.: «Транспорт», 1991. – 340 с.
- 2 Закон о Венской конвенции о дорожном движении / с поправками от 3.03.1992. – Вена, 1968. – 65 с.
- 3 Лукьянов, В. В. Безопасность дорожного движения. – М.: «Транспорт», 1983. – 260 с.
- 4 Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / А. П. Васильев, В. И. Баловнев и др. Под ред. А. П. Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 260 с.
- 5 Васильев, А. П. Состояние дорог и безопасность автомобилей в сложных погодных условиях. – М.: «Транспорт», 1976. – 230 с.
- 6 Пугачев, И. Н. Организация и безопасность дорожного движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. Н. Пугачев, А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – М.: Академия, 2009. – 272 с.
- 7 Куперман, А. И. Безопасность дорожного движения: Справочное пособие / А. И. Куперман, Ю. В. Миронов – М.: Высшая школа, 2008. – с.272.
- 8 Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб., и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
- 9 Бадагуев, Б. Т. Эксплуатация транспортных средств (организация и безопасность движения). – М.: Альфа-Пресс, 2018. – 240 с.
- 10 Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1993г. – 271 с.
- 11 Автостат [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.Autostat.ru>
- 12 Амбарцумян, В. В. Причины Дорожно-транспортных происшествий // Автомобильный транспорт, 2006. – №1. – с.22-23.
- 13 Куляшов, А. П. Зимнее содержание дорог / А. П. Куляшов, Ю. И. Молев, В. А. Шапкин. – Н. Новгород, НГТУ, 2007. – 318 с.
- 14 Молев, Ю. И. Обеспечение дорожной безопасности автомобильного транспорта в зимний период : дис. ... док. тех. наук: 05.22.10 / Молев Юрий Игоревич. – Владимир, 2007. – 376 с.
- 15 ГОСТ Р 50597-93 Государственный стандарт Российской Федерации. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Введ. 11.10.1993. – М.: Госстандарт России, 1993. – 9 с.
- 16 Алексеев, В. Р. Некоторые рекомендации по уменьшению скользкости на автомобильных дорогах в зимний период / В. Р. Алексеев, А. А. Маевский. – М.: Изд-во МГИ, 1996г. – Вып.80, с.192-193.
- 17 ОДН 218.2.027-2003 Требования к противогололедным материалам. РОСДОРНИИ, 2003. – 23 с.

18 Бионорд универсальный [Электронный ресурс] : Уральский завод противогололедных материалов. – Пермь. – Режим доступа: <https://uzpm.ru/catalog/bionord-universal/>

19 СТО СФУ 4.2-07-2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Введ. 09.01.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель магистерской
программы

 Е. С. Воеводин
«15» сентября 2021 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Оценка влияния дорожных условий на безопасность дорожного движения

23.04.01 Технология транспортных процессов

23.04.01.02 Оценка соответствия и экспертиза безопасности на транспорте

Научный руководитель



к.т.н., доцент

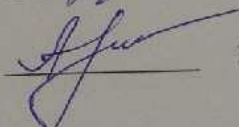
А. М. Асхабов

Выпускник



П. В. Кузьмин

Рецензент



к.т.н., доцент

Р. М. Авдеев

Красноярск 2021