

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Анализ особенностей возникновения ЧС на автомобильных дорогах в условиях Сибири и разработка мероприятий по их предупреждению.

УДК 614.8:625.7/.8(571)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г30	Пискун Александр Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиАСУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Романенко В.О.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
Зав.кафедрой БЖДЭиФВ
_____ С.А. Солодский
« ___ » _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
17Г30	Пискун Александру Александровичу

Тема работы:

Анализ особенностей возникновения ЧС на автомобильных дорогах в условиях Сибири и разработка мероприятий по их предупреждению.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

30.01.2017 г. № 17/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:

16.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Автомобильный травматизм занимает третье место в мире среди причин смертности населения. В России погибает более 30 тыс. человек, ежегодные потери рабочего времени из-за ЧС на автотранспорте составляют порядка 350-400 млн. человеко-дней.

Главными причинами ЧС на автотранспорте относятся:

- нарушение правил движения;
- превышение скорости;

	<p>- управление автомобилем в нетрезвом состоянии; - плохое состояние дороги, метеоусловия; - неисправность автомобиля.</p> <p>Для прогнозирования климатических параметров возникновения (ЧС) на автомобильных дорогах (гололед, снежные заносы, оползни, подтопления и затопления) и их предупреждения используются параметры погодных явлений, такие как температура и влажность воздуха, влажность, давление, направление и сила ветра, количество осадков, выпавших в районе прохождения автомобильной дороги и некоторые другие. Для более точных прогнозов чрезвычайных ситуаций (ЧС) на дорогах необходимо использовать также параметры дорожного полотна: температура полотна, геометрические и физические характеристики покрытия и др.</p> <p>При этом следует отметить, что накопление усталостных повреждений асфальтобетонных покрытий в различные периоды эксплуатации вследствие сезонных колебаний климатических факторов, изменения характеристик транспортного потока протекает неравномерно.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить теоретические и практические аспекты проблемы возникновения ЧС на автомобильных дорогах в современных литературных источниках. 2. Провести статистический анализ ДТП и их последствий в России, за рубежом, а также на территории Сибирского Федерального округа. 3. Представить общие сведения об автомобильных дорогах и их классификацию, разрушение дорожных покрытий а также безопасное функционирование автомобильного транспорта. 4. Изучить климатические особенности Сибирского Федерального округа, выделить гололед как опасное явление на дорогах и способы защиты от него. 5. Разработать рекомендации по управлению автомобилем на скользкой дороге 6. Разработать систему тактических действий спасателей на примере возникновения ДТП на Федеральной трассе Р255 во время гололеда. 7. Осуществить экспериментальные исследования по разработке и изучению физико-механических свойств составов модифицированных асфальтобетонных покрытий, которые могут быть использованы в производстве дорожных покрытий, имеющих повышенную прочность и

	водостойкость и создающих безопасный режим эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент каф. ЭиАСУ Лизунков Владислав Геннадьевич
Социальная ответственность	ассистент каф. БЖДЭиФВ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	ассистент каф. БЖДЭиФВ Романенко Василий Олегович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Торосян В.Ф.	к.пед.н.		10.02.17

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г30	Пискун Александр Александрович		10.02.17

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 88 страниц, 12 таблиц, 18 рисунков, 50 источников

Ключевые слова: ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, АСФАЛЬТОБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ, ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫЕ ПОКРЫТИЯ.

Актуальность работы: Автодорожный травматизм занимает третье место в мире среди причин смертности населения. В России погибает более 30 тыс. человек в год.

К числу главных причин ЧС на автотранспорте относятся: нарушение правил движения; превышение скорости; управление автомобилем в нетрезвом состоянии; плохое состояние дороги, метеоусловия; неисправность автомобиля.

Накопление усталостных повреждений асфальтобетонных покрытий в различные периоды эксплуатации вследствие сезонных колебаний климатических факторов, изменения характеристик транспортного потока протекает неравномерно. Одним из основных факторов, обуславливающих интенсивность усталостных разрушений, являются растягивающие напряжения, возникающие в покрытии при проезде транспортных средств.

Экспериментальным путем получены модифицированные асфальтобетонные составы, которые могут быть использованы в производстве верхнего слоя дорожного покрытия для безопасной эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна.

Abstract

The final qualification work contains 88 pages, 12 tables, 18 drawings, 50 sources.

Key words: ROAD-TRANSPORT ACCIDENT, ASPHALT-CONCRETE COATING, PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES, SIBERIAN FEDERAL DISTRICT, ANTIGOL COATING COATINGS.

Relevance of work: Road injuries rank third in the world among the causes of mortality. In Russia, more than 30 thousand people per year die.

Among the main causes of emergencies on motor vehicles are: violation of traffic rules; over speed; Driving in a state of intoxication; Poor condition of the road, weather conditions; Car breakdown.

Accumulation of fatigue damages of asphalt concrete pavements during various periods of operation due to seasonal fluctuations of climatic factors, changes in the characteristics of the transport flow is uneven. One of the main factors contributing to the intensity of fatigue failure is the tensile stresses that arise in the coating when driving vehicles.

The modified asphalt-concrete compositions that can be used in the production of the upper layer of the pavement for the safe operation of transport in the winter-spring off-season have been experimentally obtained.

Оглавление

	С.
Введение	10
1 Дорожно-транспортные происшествия как один из видов ЧС среди основных направлений формирования техногенной опасности на территории Российской Федерации	12
1.1 Изучение основных аспектов проблем возникновения ЧС на автомобильных дорогах в современных литературных источниках	12
1.2 Виды ДТП в России и за рубежом	14
1.3 Статистический анализ последствий ДТП в России, за рубежом, а также на территории Сибирского Федерального округа	15
2 Дорожные покрытия как фактор возникновения ЧС на автомобильных дорогах	19
2.1 Сведения об автомобильных дорогах и их классификация	19
2.2 Дорожная одежда. Неисправность дорог и ее следствия	24
2.3 Виды деформации и разрушений дорожных покрытий	29
3 Безопасное функционирование автомобильного транспорта	33
3.1 Климатические особенности Сибирского Федерального округа и условия безопасной эксплуатации транспорта на дорогах	33
3.2 Гололед как опасное явление на дорогах	37
3.3 Рекомендации по управлению автомобилем на скользкой дороге	40
4 Действия спасателей при ДТП	46
4.1 Основные принципы проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях	46
4.2 Операции аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях для легкового и грузового автомобилей	50
4.3 Тактические действия спасателей на примере возникновения ДТП на Федеральной трассе Р255	53
5 Экспериментальная часть. Разработка составов асфальтобетонных покрытий, модифицированных полимерными компонентами	55
5.1 Разработка модифицированных составов асфальтобетонной смеси	55
5.2 Исследование физико-механических свойств образцов на основе модифицированных составов асфальтобетонных смесей	60
6 Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение	65
6.1 Оценка прямого ущерба	65
6.1.1 Расчёт величины ущерба при ДТП	65
6.2 Сумма косвенного ущерба	68

7 Социальная ответственность	71
7.1 Вредные факторы рабочей среды	71
7.1.1 Микроклимат рабочей зоны	71
7.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны	74
7.2 Анализ выявленных опасных факторов	77
7.2.1 Электроопасность	77
7.2.2 Пожаровзрывоопасность	78
7.3 Охрана окружающей среды	79
7.4 ЧС возможные в Юрге Кемеровской области	79
7.5 Заключение то разделу социальной ответственности	80
Заключение	81
Список использованных источников	84

Введение

По данным ООН, ежегодно в мире в результате автомобильных дорожно-транспортных ЧС погибает около 300 тыс. человек, 8 млн. человек получают ранения. Автodoroжный травматизм занимает третье место в мире среди причин смертности населения. В России погибает более 30 тыс. человек в год [1].

К числу главных причин ЧС на автотранспорте относятся: нарушение правил движения, превышение скорости, управление автомобилем в нетрезвом состоянии, плохое состояние дороги, метеоусловия, неисправность автомобиля.

В условиях Сибири для прогнозирования параметров чрезвычайных ситуаций на автомобильных дорогах (гололед, снежные заносы, оползни, подтопления и затопления) и их предупреждения используются параметры погодных явлений, такие как температура и влажность воздуха, влажность, давление, направление и сила ветра, количество осадков, выпавших в районе прохождения автомобильной дороги и некоторые другие. Для более точных прогнозов чрезвычайных ситуаций на дорогах необходимо использовать также параметры дорожного полотна: температура полотна, геометрические и физические характеристики покрытия и др.

Следует отметить, что накопление усталостных повреждений асфальтобетонных покрытий в различные периоды эксплуатации вследствие сезонных колебаний климатических факторов, изменения характеристик транспортного потока протекает неравномерно. Одним из основных факторов, обуславливающих интенсивность усталостных разрушений, являются растягивающие напряжения, возникающие в покрытии при проезде транспортных средств.

Суммарное воздействие транспортного потока на систему «дорожная конструкция – грунт» в различные периоды года необходимо определять с учетом данных интенсивности движения, состава транспортного потока, характеристик динамического воздействия транспортных средств. Причем оценка динамического

воздействия транспортного потока должна учитывать также «пространственную повторяемость» динамических нагрузок от движущихся по участку автомобильной дороги транспортных средств и ее влияние на накопление усталостных повреждений дорожного покрытия. Все эти характеристики учитываются дорожными проектными организациями.

Целью данной работы является выявление особенностей воздействия климатических факторов Сибири на возникновение автомобильных ЧС и их предупреждение.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Изучены теоретические и практические аспекты проблемы возникновения ЧС на автомобильных дорогах. в современных литературных источниках.
2. Проведен статистический анализ ДТП и их последствий в России, за рубежом, а также на территории Сибирского Федерального округа.
3. Представлены общие сведения об автомобильных дорогах и их классификация, разрушение дорожных покрытий, а также безопасное функционирование автомобильного транспорта.
4. Изучены климатические особенности Сибирского Федерального округа, выделить гололед как опасное явление на дорогах и способы защиты от него.
5. Разработаны рекомендации по управлению автомобилем на скользкой дороге.
6. Разработана система тактических действий спасателей на примере возникновения ДТП на Федеральной трассе Р255 во время гололеда.
7. Осуществлены экспериментальные исследования по разработке и изучению физико-механических свойств составов модифицированных асфальтобетонных покрытий, которые могут быть использованы в производстве дорожных покрытий, имеющих повышенную прочность и водостойкость и создающих безопасный режим эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна.

1 Дорожно-транспортные происшествия как один из видов ЧС среди основных направлений формирования техногенной опасности на территории Российской Федерации

1.1 Изучение основных аспектов проблем возникновения ЧС на автомобильных дорогах в современных литературных источниках

Автор Бабков В.Ф. в работе «Дорожные условия и безопасность движения» [2] представил основные факторы влияния дорожных условий на безопасность движения автомобилей и пешеходов, а также описал особенности дорожной сети и природно-климатических условий разных районов с точки зрения обеспеченности безопасности движения. Исследователь рассмотрел пути обеспечения безопасности движения при проектировании новых, реконструкции, ремонте и содержании существующих дорог, показал значение мероприятий по организации движения в обеспечении безопасности.

Волошин Г.А., Мартынов А.Г. провели анализ дорожно-транспортных происшествий, рассмотрели вопросы организации сбора данных о дорожно-транспортных происшествиях и их анализ в различных звеньях системы обеспечения безопасности дорожного движения. Изложили математические методы анализа дорожно-транспортных происшествий, описали возможности использования ЭВМ в этих целях [2].

А.В. Ботиков в статье «Проблемы повышения безопасности дорожного движения» [3] описал необходимость использования программно-целевого метода, который позволил бы осуществить:

- развитие и использование научного потенциала при исследовании причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, а также формирование основ и приоритетных направлений профилактики дорожно-транспортных происшествий и снижения тяжести их последствий;

- координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и

органов местного самоуправления в области обеспечения безопасности дорожного движения;

- реализацию комплекса мероприятий, в том числе профилактического характера, снижающих;

- количество дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими и количество лиц, погибших в результате дорожно-транспортных происшествий.

Коноплянко В.И., Гуджоян О.П., Зырянов В.В., Березин А.С. в работе «Безопасность движения» [4] отметили, что высокий уровень автомобилизации в России, способствуя более полному удовлетворению перевозочных потребностей на рынке транспортных услуг, имеет ряд негативных последствий, связанных с аварийностью на транспорте.

Эти авторы соотнесли показатели аварийности с уровнем автомобилизации. Тем не менее, в своем анализе дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в наиболее развитых странах они показали, что, несмотря на высокие темпы автомобилизации, имеются возможности в общегосударственном масштабе не только значительно снизить ДТП, но и поддерживать стабильные показатели аварийности. В качестве примеров авторы привели такие страны, как Япония, Германия, США, Англия и т.д.

В своем труде «Влияние против гололёдных смесей на коэффициент трения скольжения авторы Анисимова В.А., Набойченко И.П. [5] представили как основную концепцию предупреждения ДТП антигололедную обработку дорожных покрытий. При этом предложили использовать химические вещества, понижающие температуру замерзания. Эти вещества в жидкой форме или в увлажненном твердом виде должны распределяться непосредственно на дорожное покрытие перед снегопадом или гололедообразованием. Такие химические вещества предупреждают сцепление снега и льда с дорожным покрытием и препятствуют образованию трудно устранимого слежавшегося слоя снега и льда [6].

Бахрах, В.А. Золотарева, Л.А. и др. показал, что разрушение асфальтобетона при многократном циклическом нагружении обусловлено

процессами усталости, т.е. образованием и накоплением микродефектов с последующим образованием макродефектов [7].

1.2 Виды ДТП в России и за рубежом

Число погибших на 100 пострадавших в результате ДТП, происходящих в России, остается на высоком уровне и составляет 14 человек. В значительной мере это связано с резко возросшим количеством автомобильного транспорта, принадлежащего физическим лицам, и ослаблением персональной дисциплины участников дорожного движения. В то время как в ряде западных стран число ДТП за последнее десятилетие уменьшилось, и на 100 пострадавших число погибших в 3 раза меньше, чем в России [8].

Однако общие цифры результатов ДТП весьма неутешительные, ведь ежегодно в мире погибают в них около 300 тыс. чел., более 10 млн. чел. получают травмы. Потери от автомобильных аварий превышают, например, в США 75 млрд. дол. в год. В РФ в 2008 г. погибло почти 36 тыс. чел. и ранено около 190 тыс. чел. [9]. Германия, где на 10000 автомобилей приходится 0,69 погибших в авариях (для сравнения в России эта цифра составляет 6,13). Самое интересное, что в 1970 году в ФРГ количество жертв смертельных ДТП зашкаливало за 21 тысячу человек (вполне сопоставимые с отечественными показателями), а сейчас им удалось снизить эту цифру до 3339 погибших. Действительно, есть чему поучиться.

За четыре десятилетия немцы проделали большой путь и продолжают двигаться дальше, стремясь довести уровень смертности в автоавариях до нуля. Умелое сочетание «кнута и пряника» позволило добиться поразительных результатов. Приведенные данные, а так же полезные комментарии любезно предоставлены нашим автомобилистом из Германии. В целом потери от ДТП в несколько раз превышают ущерб от железнодорожных катастроф, пожаров и несчастных случаев. На рисунке 1 представлена схема среднегодового распределения ДТП в России по видам, в % (2013–2016 гг.) [10].



Рисунок 1 – Схема среднегодового распределения ДТП в России по видам

1.3 Статистический анализ последствий ДТП в России, за рубежом, а также на территории Сибирского Федерального округа

Статистические данные, характеризующие основных показатели дорожно-транспортных происшествий в некоторых зарубежных странах и России за 2015 г. представлены в таблице 1. Как следует из анализа статистических данных таблицы наивысшее значения уровня риска гибели от транспортного средства, соответствует России [12].

Таблица 1 – Уровня риска гибели транспортного средства

Вид показателя	Что отражает	Значение показателя			
		Германия	Франция	США	Россия
Число погибших на 10 тыс. транспортных средств	Уровень риска гибели от транспортного средства	2,6	2,8	2,4	12,4
Число погибших на 10 тыс. населения	Уровень личного риска гибели в ДТП	12,1	14,7	15,6	24,0
Число погибших 100 ДТП	Уровень риска гибели участника ДТП	2,5	6,4	1,9	20,4
Число погибших на 100 пострадавших в ДТП	Уровень риска гибели пострадавшего в ДТП	1,9	4,3	1,2	15,8

Продолжение таблицы 1

Вспомогательный показатель					
Количество транспортных средств на одного жителя	Уровень автомобилизации	0,46	0,53	0,65	0,18

К Сибирскому Федеральному округу относятся: Новосибирская область, Кемеровская область, Омская область, Красноярский край, Алтайский край, Иркутская область, Томская область, Республика Алтай, Забайкальский край, Республика Тыва, Республика Хакасия.

Причем, важно отметить, что по Сибири проходит 11 федеральных автотрасс, на которых имеется около 150 опасных участков. На рисунке 2 представлена схема опасных участков федеральных автотрасс Сибири [10].

На рисунке 3 представлена диаграмма ДТП на территории Сибирского Федерального округа в летний и зимний периоды 2016 г. [11].

Результаты анализа статистических данных показывают, что наибольшее количество ДТП происходит в зимний период. Причем по количеству ДТП как в летний, так и в зимний период лидируют Забайкальский край, Республика Хакасия, Новосибирская область.

Так как количество ДТП, происходящих в зимний период, значительно превышает их число в летний период, то важно отметить, что региональные климатические условия являются немаловажным фактором возникновения ЧС на автомобильных дорогах, приводящих к ДТП [12].

В качестве примера можно привести сводку оперативного прогноза возможных ЧС, представленного УГМС, БВУ, филиалами геофизической службы СО РАН, на территории Сибирского Федерального округа на 23 января 2017 г.

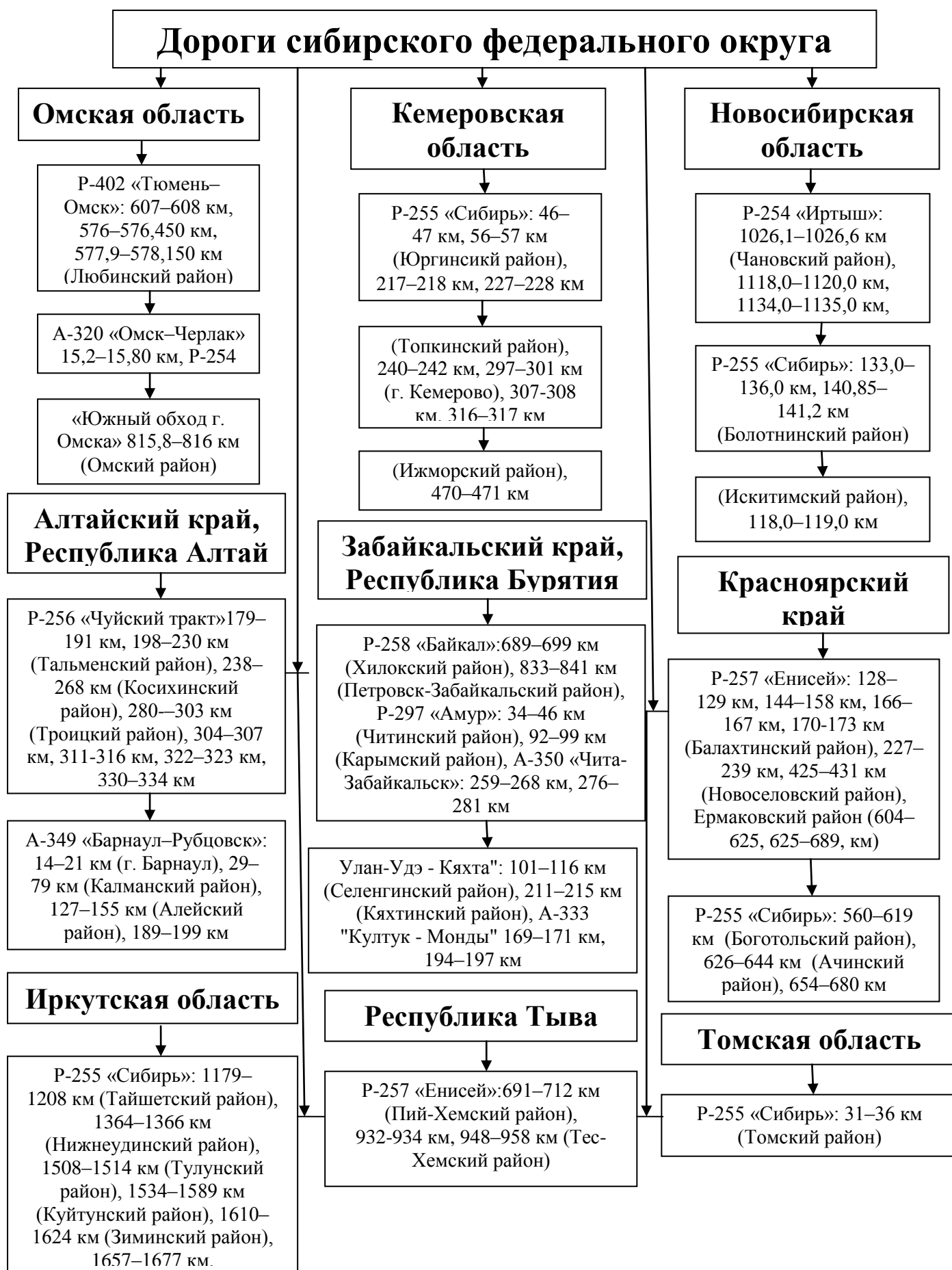


Рисунок 2 – Схема опасных участков федеральных автотрасс Сибири

ДТП в Сибири за 2016 год

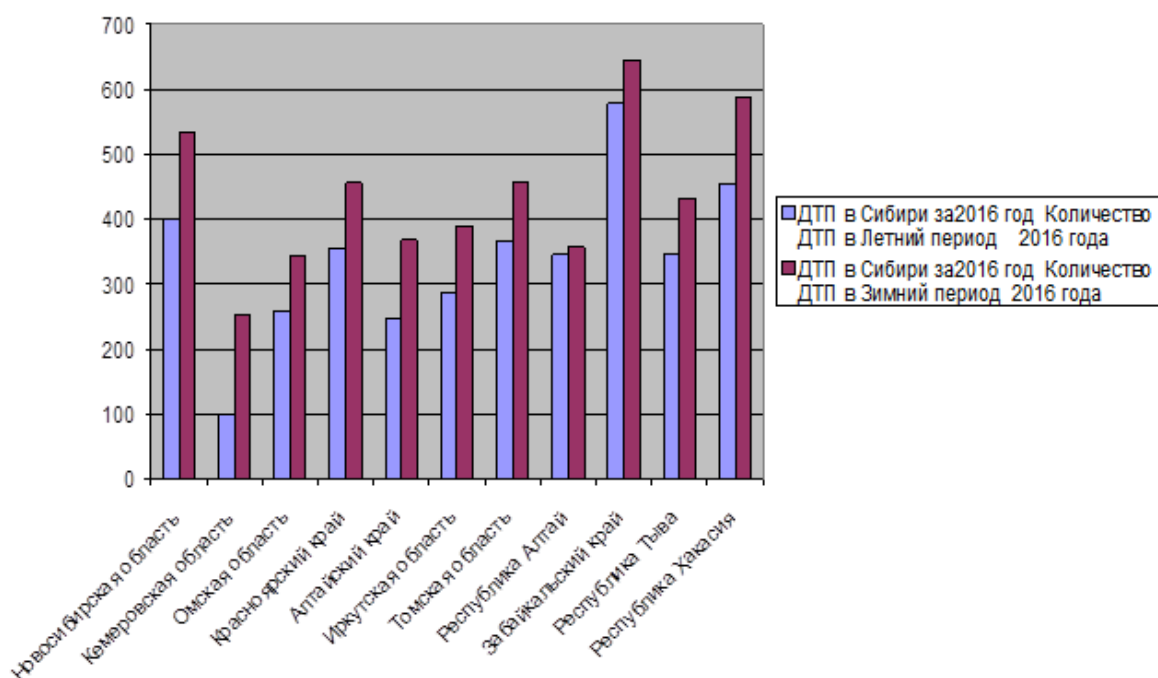


Рисунок 3 – ДТП на территории Сибирского Федерального округа в летний и зимний периоды 2016 г.

Необходимо отметить, что для 2017 г. характерными климатическими особенностями в зимний период являлись: низкие температуры, большая сила ветра и обильные осадки [12]. Что приводило к гололедным явлениям и снежным накатам на дорогах, вызывая затруднения движения автомобильного транспорта и повышая риск возникновения ДТП [4].

Самая низкая температура была в Красноярском крае, Новосибирской области, Республике Алтай, Алтайском крае. Самая высокая скорость ветра – в Томской области, Алтайском крае, Иркутской области, Красноярском крае.

2 Дорожные покрытия как фактор возникновения ЧС на автомобильных дорогах

2.1 Сведения об автомобильных дорогах и их классификация

Развитая автодорожная сеть (совокупность всех автомобильных дорог на определенной территории) позволяет государству успешно решать принципиально важные задачи:

- социально-политическую, суть которой заключается в том, чтобы связать воедино все населенные пункты страны и обеспечить таким образом конституционные права граждан на свободу передвижения;

- экономическую, суть которой заключается в том, чтобы объединить надежными автотранспортными связями все грузо- и пассажирообразующие пункты, создав таким образом развитую сеть автомобильных дорог, которая позволит выбирать наиболее оптимальные маршруты для грузовых и пассажирских перевозок. На рисунке 5 представлены составные части автомобильной дороги.

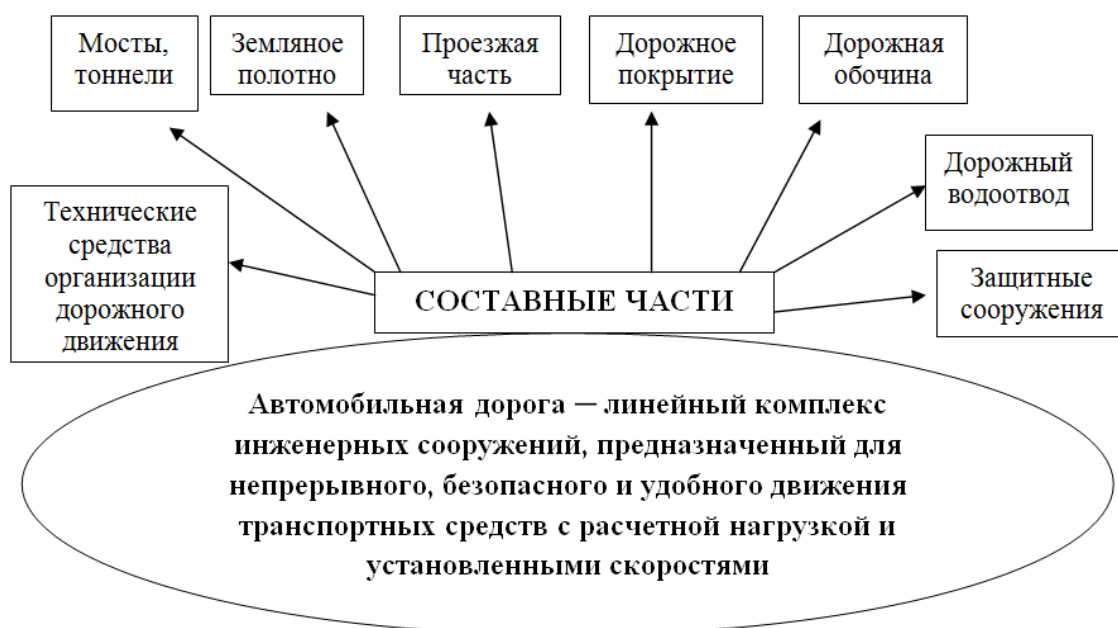


Рисунок 5 – Составные части автомобильной дороги

Земляное полотно – конструктивный элемент автомобильной дороги, служащий основанием для размещения дорожной одежды, а также технических средств организации дорожного движения и обустройства дороги.

Дорожная одежда – конструктивный элемент автомобильной дороги, представляющий собой многослойную строительную конструкцию, воспринимающий нагрузку от транспортных средств и передающий ее на земляное полотно. Дорожная одежда состоит из покрытия (верхнего слоя или пакета слоев дорожной одежды) и основания (нижнего слоя или пакета слоев дорожной одежды). Дорожная одежда может быть жесткого или нежесткого типа.

Проезжая часть – элемент автомобильной дороги, предназначенный для движения транспортных средств.

Дорожная обочина – элемент дороги, непосредственно примыкающий к проезжей части на одном уровне с ней, предназначенный для защиты края проезжей части от разрушения, сохранения устойчивости земляного полотна, повышения безопасности дорожного движения, а также организации движения пешеходов.

Искусственные сооружения – мосты, путепроводы, эстакады, тоннели.

Технические средства организации дорожного движения – светофоры, информационные таблицы, дорожные знаки, элементы принудительного снижения скорости (т.н. «лежачие полицейские»), шумовые полосы и др.

Защитные сооружения – снегозащитные лесонасаждения или заборы, шумозащитные и ветрозащитные элементы, устройства для защиты дорог от снежных лавин, обвалов, оползней и др.

Объекты дорожного сервиса, дорожных и автотранспортных служб – остановочные площадки и павильоны для пассажиров, площадки для отдыха, площадки для стоянки автомобилей, автопавильоны, автовокзалы, автостанции, автобусные остановки, элементы санитарного обустройства АЗС, станции технического обслуживания и др.

Сооружения дорожного водоотвода – дренажные системы, канавы, накопительные колодцы, испарительные бассейны, водоотводные лотки и др.

В зависимости от принадлежности (формы собственности) автомобильные дороги бывают:

- общего пользования, находящиеся в государственной собственности, обеспечивающие потребность граждан в автомобильных и грузовых перевозках;

- коммунальной собственности, находящиеся в ведении органов местного самоуправления;

- ведомственные (технологические) автомобильные дороги, находящиеся в собственности юридических или физических лиц;

- внутрихозяйственные технологические дороги, к которым относятся: лесовозные дороги, сельскохозяйственные дороги, служебные и патрульные дороги и др.;

- частные автомобильные дороги, находящиеся на территориях, собственниками которых являются юридические (негосударственные) или физические лица [5].

В зависимости от народнохозяйственного и административного значения автомобильные дороги определяют как:

- государственного значения;

- международные дороги;

- национальные дороги;

- региональные дороги;

- территориальные дороги.

При определении расчетной интенсивности движения (РИД) важную роль играет такой параметр как «коэффициент приведения транспортных средств к легковому автомобилю». Так, мотоцикл без коляски имеет коэффициент приведения 0,5 (т.е. определяется как половина легкового автомобиля). Грузовой автомобиль с грузоподъемностью от 2 до 6 т имеет коэффициент 2,0 (т.е. определяется как 2 легковых автомобиля), а автопоезд

грузоподъемностью свыше 30 тонн имеет коэффициент 6,0 (определяется как шесть легковых автомобилей) [6].

На рисунке 6 представлены категории интенсивности автомобильных дорог.

Ширина полосы движения, м – 3,75 для дорог I–II категории; 3,50 для III категории; 3,00 – для IV категории и 4,50 для автомобильных дорог V категории.

Ширина проезжей части, м – $2 \times 7,5$ или $2 \times 11,25$ или 2×15 для автомагистралей (дорог I-а категории); $2 \times 7,5$ или $2 \times 11,25$ для I-б категории; 7,5 для II категории; 7 для III категории; 6 для IV категории и 4,5 для V категории.

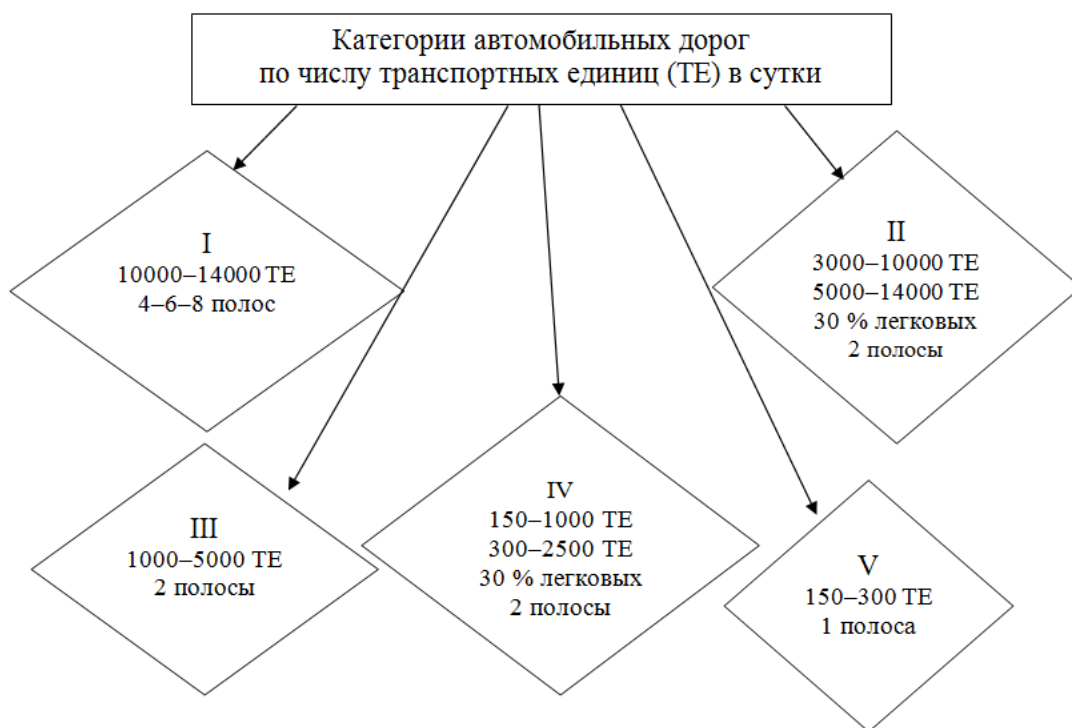


Рисунок 6 – Классификация дорог по интенсивности движения

Ширина обочины, м – 3,75 для I–II категории; 2,5 для III категории; 2 для IV категории и 1,75 для V категории.

Минимальная ширина разделительной полосы, м – 6,0 для дорог категории I-а и 3,0 для дорог категории I-б.

Ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м – 0,75 для дорог I-а категории и 0,5 для I-б.

Минимальная ширина земляного полотна, м – 28,5 или 36 или 43,5 для дорог I-а категории; 27,5 или 35,0 для дорог I-б категории; 14,5 для дорог II категории; 12 для III категории; 10 для IV категории и 8 для V категории [7].

Основными показателями качества автомобильной дороги являются ее технический уровень и эксплуатационное состояние.

Технический уровень автомобильной дороги – степень соответствия постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции или капитальном ремонте) геометрических параметров, характеристик дороги и ее сооружений нормативным требованиям [8]. К геометрическим параметрам дороги относятся: ширина проезжей части и земляного полотна, длины прямых и кривых, протяженность и крутизна подъемов/спусков, высота насыпи и глубина выемки, габариты и грузоподъемность мостов и др.

Эксплуатационное состояние дороги – степень соответствия переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования, организации и условий движения, меняющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспорта и погодных-климатических факторов. К переменным параметрам и характеристикам дороги относятся: прочность дорожной одежды, состояние покрытия, фактически используемая ширина проезжей части и обочин, сцепные качества (шероховатость) и ровность дорожного покрытия, состояние инженерного оборудования, состояние дорожной разметки, состояние въездов и переездов [9].

Для обеспечения нормативной скорости и безопасности движения автомобильная дорога должна сохранять определенный минимум транспортно-эксплуатационных качеств в любых условиях ее эксплуатации. Основной задачей содержания дороги является сохранение и поддержание транспортно-эксплуатационных качеств путем систематического ухода за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, ликвидации возникающих в

процессе эксплуатации мелких повреждений дорожной одежды и дорожных сооружений.

Содержание дороги – осуществляемый на протяжении всего года комплекс профилактических работ по уходу за дорогой, устранению и мелкому ремонту деформаций и повреждений конструктивных элементов дороги, а также по организации и регулированию движения, в результате которых сохраняются или улучшаются транспортно-эксплуатационные качества дороги и дорожных сооружений.

Ремонт дороги – это комплекс работ по восстановлению проектных параметров и повышению первоначальных транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги и дорожных сооружений, то есть работы по восстановлению слоя износа (верхнего тонкого асфальтированного слоя покрытия), улучшению ровности, сцепных качеств и шероховатости дорожного покрытия, усилению и улучшению дорожной одежды, земляного полотна и дорожных сооружений; восстановлению изношенных конструкций или их замене на более прочные и экономичные, а также работы по инженерному оборудованию и обустройству автомобильных дорог, в результате которых улучшаются транспортно-эксплуатационные характеристики дороги и дорожных сооружений.

2.2 Дорожная одежда. Неисправность дорог и ее следствия

Дорожная одежда – это слоистая конструкция, укладываемая на земляное полотно в пределах проезжей части дороги. Она предназначена для восприятия нагрузок от автомобилей и обеспечения максимально благоприятных условий скоростному и безопасному движению автотранспорта вне зависимости от погодно-климатических и временных факторов.

Конструирование и расчет дорожных одежд является наиболее наукоёмким, сложным и то же время самым ответственным разделом в процессе проектирования автомобильных дорог в целом [10]. От правильности

расчета на прочность дорожной одежды будет во многом зависеть сметная стоимость строительства дороги и её надёжная работа в процессе эксплуатации. На рисунке 7 представлена структура дорожной одежды.

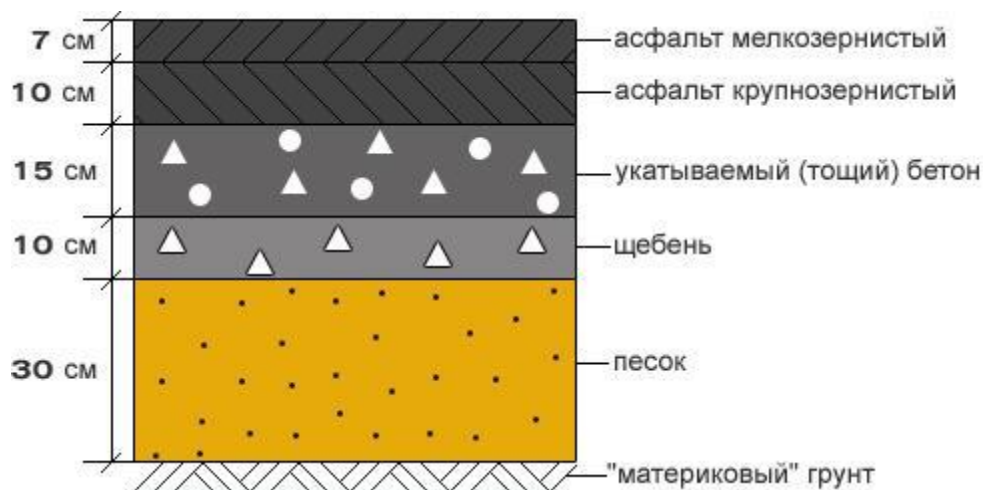


Рисунок 7 – Структура дорожной одежды

По характеру работы под нагрузкой дорожные одежды классифицируются на жесткие и нежесткие. По степени капитальности нежесткие дорожные одежды разделяются на типы – капитальные, облегченные, переходные и низшие.

В общем случае дорожные одежды содержат несколько конструктивных слоев, главными из которых являются покрытие и основание. Основание делится на несущий слой и дополнительные слои.

Проектирование конструкций дорожных одежд состоит из трех взаимосвязанных этапов:

- конструирование вариантов;
- расчет их на прочность, морозоустойчивость и, при необходимости дренирующую способность основания;
- технико-экономический анализ.

Конструкция дорожной одежды рассматривается как упругое многослойное полупространство нагруженное на внешней поверхности гибким круговым штамп диаметром D , передающим равномерно распределенную

нагрузку (удельное давление) величиной p . Каждый слой характеризуется толщиной и деформационными характеристиками (модулем упругости и коэффициентом Пуассона). Давление на покрытие P – усреднено и вследствие определенной жесткости шин установлено несколько большим, чем давление воздуха в шинах, и составляет 0,6 МПа. Применяемые на практике конструкции дорожных одежд не всегда являются наиболее экономичными, так как в большинстве случаев для их расчета используют только один или два–три расчетных критерия вместо четырех–пяти [11].

Под нагрузкой от каждого колеса автомобиля дорожная одежда прогибается, а затем постепенно восстанавливается (рис. 9, а). Прогиб от колеса тяжёлого грузового автомобиля распространяется во все стороны, образуя чашу прогиба радиусом до 3–4 м, которая перемещается по ходу движения автомобиля. Чаши прогиба от колёс автомобиля частично перекрывают одна другую и охватывают всю ширину полосы движения. При этом в слоях одежды возникают напряжения сжатия, растяжения, изгиба и сдвига (рис. 9, б). Чрезмерные напряжения от транспортных нагрузок приводят к возникновению таких деформаций.

В зависимости от конструкции, прочности и состояния дорожной одежды под действием повторных нагрузок в отдельных слоях и в конструкции дорожной одежды в целом могут проявляться либо только упруговязкие деформации, либо одновременно упруговязкие и вязкопластичные деформации, которые, постепенно накапливаясь, могут достигнуть недопустимых величин.

К сожалению каждое второе ДТП в России происходит из-за разбитых дорог. ГИБДД России опубликовала список основных причин аварий, среди которых неисправность дорог названа причиной каждой второй аварии.

В отчёте госинспекции анализировались аварии, произошедшие за первые месяцы 2015 года, их случилось на всей территории России около 34 тысяч. За это время на дорогах погибло около 4 тысяч человек, пострадало около 43 тысяч россиян. После проведения анализа сотрудники ГИБДД выяснили, что почти 14 тыс. аварий произошло из-за неисправности проезжих

частей страны. Представители инспекции заявили, что по этой причине случается каждое второе ДТП [12].

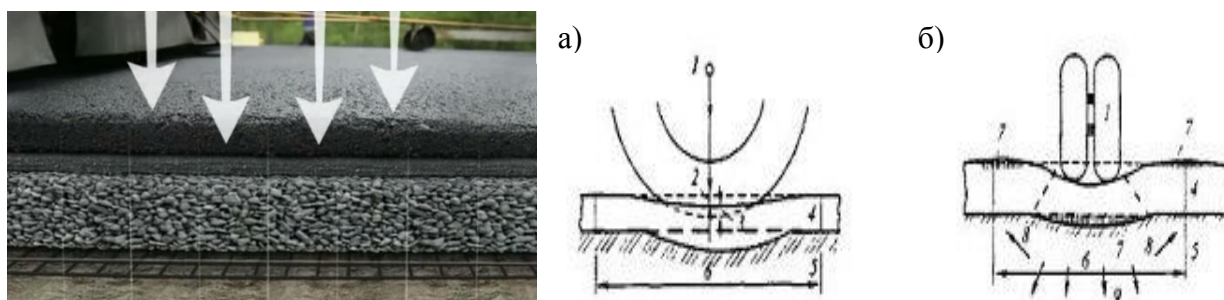


Рисунок 9 – Возникновение деформаций дорожных покрытий:

а) причина – прогиб от колеса, б) причина – чрезмерное напряжение от транспортных нагрузок;

1 – колесо; 2 – прогиб дорожной одежды; 3 – сжатие шины; 4 – дорожная одежда; 5 – земляное полотно; 6 – чаша прогиба; 7 – зоны растяжения и трещины в одежде; 8 – выпирание грунта; 9 – направление сжатия грунта.

Другой основной причиной аварий привело пренебрежение водителями ПДД, хотя по сравнению с аналогичным периодом в прошлом году их количество снизилось примерно на 5 %. Также на 11 % снизилось количество погибших в таких ДТП. При этом инспекторы отмечают, что употребление автомобилистами алкоголя не является самой частой причиной, приводящей к ДТП – по вине нетрезвых водителей легковых автомобилей произошло 77 ДТП, а по вине нетрезвых водителей грузовиков всего одна авария на всю Россию.

ГИБДД России сообщало о количестве аварий, произошедших с января по март 2017 года. По традиции, основной причиной происшествий стало нарушение водителями правил дорожного движения. Самыми распространенными видами аварий, по-прежнему остаются столкновения машин, на втором месте по частоте оказался наезд на пешехода, а третью строчку занимает наезд на препятствие [13].

Примечательно, что употребление водителями алкоголя не является самой частой причиной, приводящей к ДТП. К примеру, за отчетный период по вине пьяных водителей легковушек произошло 77 ДТП, а по вине нетрезвых водителей грузовиков – лишь 1 ДТП на всю страну.

Чего не скажешь о неудовлетворительном состоянии дорог. С начала года этот фактор оказался причиной в почти 14 тысячах ДТП. И хотя по сравнению с январем-мартом 2014 года таких аварий стало меньше на 5,5 %, фактически по этой причине происходит каждая вторая авария в России.

Так, например, в I квартале 2017 года число аварий из-за плохих дорог выросло в Новосибирске почти вдвое по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. «Недостатки в содержании улично-дорожной сети стали сопутствующей причиной 266 ДТП, что на 95 % больше в сравнении с прошлым годом», – сообщили НГС в группе пропаганды ГИБДД Новосибирска со ссылкой на начальника городской Госавтоинспекции [14].

Всего за прошедшие 3 месяца в ДТП пострадали 43 ребенка – это на 20 % больше, чем за I квартал 2016 года, и только 24 % пешеходных переходов возле школ и детских садов Новосибирска отвечают требованиям безопасности.

В период с января по июль на дорогах РФ погибли 13471 человек и получили ранения 132295. Российская ГИБДД опубликовала статистику аварийности за семь месяцев 2014 года – в период с января по июль на дорогах РФ произошло 104232 аварии (минус 1,5 % к показателям 2013 года), в которых погибли 13471 человек (плюс 0,3 %) и 13295 человека получили ранения (минус 2,6 %). Отметим, что ежемесячная сводка ГИБДД учитывает только аварии с пострадавшими [15].

Самой распространенной причиной ДТП на российских дорогах, по данным ГАИ, остается нарушение водителями правил дорожного движения – эту причину в ведомстве связывают с 92237 аварий в этом году (минус 1,9 %), что составляет 88,5 % от общего числа всех происшествий.

Еще одним частым поводом для аварий является неудовлетворительное состояние дорог – в 2014 году с этой причиной оказались связаны 32324 аварии (плюс 5,7 %) с 4318 погибшими (плюс 2,5 %). Доля в общем числе ДТП за семь месяцев – 31 %. В последние отчетные периоды вклад плохих дорог в статистику аварийности растет.

Чаще всего плохие дороги становились причиной дорожных происшествий в Волгоградской, Сахалинской и Иркутской областях (49,4 %; 48,2 % и 44,3 % от всех ДТП), а также в Красноярском крае (43,3 %).

Ранее пояснялось, что под неудовлетворительным состоянием дорог в статистике ведомства подразумеваются не только ямы, но любые условия, которые мешают водителю правильно среагировать на ситуацию [16]. В частности, плохо прорисованная разметка, неправильно установленные знаки, а также необработанное дорожное полотно, покрытое, к примеру, наледью.

Нетрезвые водители стали участниками 7622 ДТП в 2014 году (плюс 0,7 %), что составляет 8,3 % от общего числа инцидентов. В упомянутых авариях погибло 1268 человек (минус 4,5 %). нарушение правил ПДД пешеходами и технические неисправности автомобилей стали причинами 12714 и 1012 ДТП (минус 1,8 % и плюс 40,8 %) соответственно.

ГИБДД также определило регионы РФ, в которых зафиксировано самое большое число пострадавших в ДТП из расчета на 100000 жителей. Наиболее опасными с этой с точки остаются такие места, как Тюменская (180,8 пострадавших в авариях на 100000 жителей), Ленинградская (192,2) и Псковская области (173,8), а также Пермский (175,6) и Приморский края (161,1).

2.3 Виды деформации и разрушений дорожных покрытий

Под воздействием автомобильного движения в неблагоприятных климатических и грунтово-гидрологических условиях, особенно в

межсезонье, свойственных 4 климатической зоне, к которой относится Сибирский Федеральный округ, ухудшаются основные эксплуатационные показатели дороги – ровность и сцепные свойства покрытия проезжей части, прочность дорожной конструкции. Это проявляется в виде различных выбоин, просадок, проломов, трещин, волн, сдвигов, колейности на поверхности покрытия [17].

Трещины – наиболее частые деформации покрытий дорог с жесткими дорожными одеждами. Они провоцируют возникновение вторичных серповидных трещин и последующее появление выбоин. Сквозные трещины (преимущественно температурные) со временем все больше раскрываются и способствуют снижению прочности дорожной конструкции.

Поперечные и продольные косые трещины на цементобетонном покрытии – вид деформации, зависящий от множества факторов (опоздание с нарезкой швов, недостаточная их глубина, недостаточная толщина плиты, увеличенные размеры плиты, неудовлетворительное состояние земляного полотна и т.д.).

Просадка покрытия – плавная вертикальная просадка без образования трещин как результат деформаций уплотнения грунтов земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожных одежд [18].

Колейность – искажение поперечного профиля покрытия. Она возникает из-за появления остаточных деформаций в рабочем слое земляного полотна, несвязных слоях основания и самом покрытии. Под воздействием движения остаточные деформации суммируются, что сопровождается ростом глубины колеи и высоты выпора покрытия по краям колеи.

Снижение прочности дорожной конструкции жесткого типа приводит к появлению сетки трещин, колейности, выбоин, просадок и проломов. Уменьшение прочности может быть связано с переувлажнением грунтов земляного полотна, заиливанием нижнего слоя основания дорожной

одежды, растрескиванием связных слоев дорожной одежды и сочетанием перечисленных процессов.

Истирание асфальтобетонного покрытия – процесс уменьшения его толщины под воздействием колес движущихся транспортных средств в комплексе с влиянием неблагоприятных климатических условий [20].

Потеря шероховатости – недостаточное сопротивление движению (коэффициент сцепления ниже требуемого) в результате процесса полируемости каменных материалов покрытия, «выпотевания битума», образования на покрытии пленки (слоя) из материалов с низким коэффициентом сцепления.

Шелушение поверхности цементобетонного покрытия – разрушение поверхности на глубину до 30 мм за счет отслаивания тонких пленок и чешуек материала в результате недостаточной морозостойкости бетона, нарушения технологии производства строительных работ, применения противогололедных реагентов.

Выбоины – локальные разрушения поверхности покрытия в виде углублений разной формы с резко выраженными краями. Являются следствием образования и развития сетки трещин, действия шины с шипами, нарушения технологии производства работ, недостаточной прочности покрытия.

Проломы – разрушения дорожной одежды на всю толщину на отдельных участках разной площади, растрескивание покрытия на отдельные блоки с просадкой их части в результате резкого снижения прочности земляного полотна, недостаточной прочности дорожной одежды, воздействия ненормативной нагрузки.

Нарушение ровности цементобетонного покрытия – нарушения в технологии бетонирования, выпучивание покрытия в швах расширения или сжатия, качание плит, образование перекосов плит в продольном и поперечном направлениях в результате конструктивных нарушений,

воздействия нерасчетных нагрузок и интенсивности движения, нарушения прочности основания и земляного полотна и т.д.

Сколы кромок и разрушения в зоне швов цементобетонных покрытий – местные разрушения из-за засорения швов твердыми предметами, отсутствия в швах герметика, низкого качества бетона и т.д.

«Гребенка» на покрытии – нарушение ровности в виде чередования поперечных выступов и углублений с плавными очертаниями переходов. Является следствием возникновения в материале покрытия недопустимых сдвигающих напряжений, низкой сдвигоустойчивости материала покрытия, воздействия повышенной положительной температуры, повышенной влажности материала покрытия (дороги с переходными и низшими типами покрытий).

Разрушение поверхности покрытия с образованием на нем слоя мелкодисперсного материала (частицы менее 1 мм), образующегося под действием температуры, воды и колес движущихся автомобилей.

3 Безопасное функционирование автомобильного транспорта

3.1 Климатические особенности Сибирского Федерального округа и условия безопасной эксплуатации транспорта на дорогах

Высокая зависимость функционирования транспорта от природных факторов является его особенностью. Метеоусловия оказывают большое влияние на движение транспорта. А в условиях IV климатической зоны, к которой относится Сибирский Федеральный округ, метеоусловия выделяются в особую группу факторов, обеспечивающих безопасность эксплуатации автотранспортных средств. Они не только осложняют движение транспорта, но и могут ее приостановить.

Метеорологические условия характеризуют состояние атмосферы и атмосферных процессов. Метеоусловия в Сибирском Федеральном округе могут быть длительно влияющими, например, в зимнее время в течение длительного времени могут быть низкая температура, метели, снегопады, гололед.

Наибольшая степень безопасности транспортных средств определяется наличием осадков, ухудшающих не только дальность видимости, но и сцепные качества шин с дорожным покрытием.

В условиях Сибири температура и состояние почвы оказывают влияние на возможность использования и сроки существования автозимников. К автозимникам относятся сезонные дороги, сооруженные из снега и льда. По продолжительности эксплуатации то подразделяют: на регулярные, возобновляемые каждую зиму; временные, используемые в течение одного или двух зимних сезонов; разового пользования, служащие для однократного пропуска транспорты» средств. Автозимники прокладывают на суше или по льду рек, озер морей. Ведущей характеристикой, определяющей возможность эксплуатации автозимников, является допустимая нагрузка на ледяное полотно дороги в зависимости от толщины льда. Для обеспечения безопасности

движения по границе ледовой переправы устанавливают вехи и знаки допустимой нагрузки, скорости транспортных средств, интервалы движения, часы работы, особые условия движения и т.д. На переправе не допускаются остановка и обгон. Перевозки пассажиров через ледовые переправы запрещаются. При повышении температуры несущая способность автозимников снижается. Они становятся опасными для движения [21].

Важно отметить, что состояние почвы – это главное условие функционирования не только автозимников, но и регулярных дорог, действующих всесезонно. В межсезонный период зима-весна, который характеризуется в условиях Сибири обильным таянием снега, грунт дорожного земляного полотна переувлажняется, и его прочность снижается. Разжиженный грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой колесами автомобиля на дорожную одежду. Это приводит к появлению прогибов на дорогах, которые после снятия нагрузки не возвращаются в прежнее положение. Это сезонное время является самым неблагоприятным для эксплуатации дорог, которые выполняют свои функции в большей степени за счет дорожной одежды и подвержены разрушению. Поэтому прочность дорожной одежды имеет важное значение для обеспечения возможности безопасной эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна. Это означает, что состав дорожных покрытий должен обеспечивать необходимую прочность, чтобы сезонное время было благоприятным для эксплуатации дорог. А для этого важно использовать модифицированные составы дорожных покрытий.

Почвенная вода, которая находится в грунте земляного полотна, способна постоянно перемещаться от мест более нагретых к более холодным, от более увлажненных к более сухим. Таким образом, вода, проникая в поры земляного полотна, способна замерзать и увеличиваться в объеме на 1/11 часть от своего первоначального объема в случае понижения температуры почвы до отрицательных значений. При оттаивании грунта происходит обратное явление: дорожная одежда оседает, ее несущая способность снижается. Поэтому в

весенний период на дорогах могут вводить ограничение для движения транспортных средств большой грузоподъемности.

Если в межсезонье зима-весна важное значение имеет изменение температуры от положительных значений к отрицательным, что воздействует на почвенную воду, которая способна проявлять свои особенные физические свойства. То в зимний период в Сибирском Федеральном округе скользкие дороги являются, согласно статистике, одной из главных причин автотранспортных аварий и катастроф, количество которых согласно соответствует 30 %.

Гололедом называют образование слоя льда на поверхности дорожного покрытия. Гололед образуется в результате выпадения дождя или мороси при положительной температуре воздуха (+ 3 °С) на покрытие с отрицательной температурой. В 95 % случаев появление гололеда происходит при температуре воздуха, приближающейся к 0 °С, и относительной влажности воздуха от 80 до 100 %. При возникновении скользкости коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги уменьшается до 0,08–0,15, что приводит к резкому снижению безопасности движения [22]. В таблице В представлены коэффициенты сцепления автомобильных шин с разными поверхностями дороги. Наименьшее значение имеет коэффициент сцепления автомобильных шин с поверхностью дороги, покрытой льдом. Представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты сцепления автомобильных шин

Коэффициент сцепления	Асфальт						
	чистый		замасленный	грязный			гололед
	сухой	мокрый		сырой	мокрый	очень мокрый	
	0,8	0,4	0,15	0,07	0,2	0,3	0,025

Коэффициент сцепления зависит от типа и состояния покрытия. На дорогах с твердым покрытием величина коэффициента сцепления обусловлена главным образом трением скольжения между шиной и дорогой и взаимо-

действием частиц протектора и микронеровностей покрытия [23]. При смачивании твердого покрытия коэффициент сцепления уменьшается весьма заметно, что объясняется образованием пленки из слоя частиц грунта и воды. Пленка разделяет трущиеся поверхности, ослабляя взаимодействие шины и покрытия и уменьшая коэффициент сцепления. При скольжении шины по дороге в зоне контакта возможно образование элементарных гидродинамических клиньев, вызывающих приподнимание элементов шины над микровыступами покрытия. Непосредственный контакт шины и дороги в этих местах заменяется жидкостным трением, при котором коэффициент сцепления минимален.

На деформируемых дорогах коэффициент сцепления зависит от сопротивления грунта срезу и величины внутреннего трения в грунте. Выступы протектора ведущего колеса, погружаясь в грунт, деформируют и уплотняют его, что вызывает увеличение сопротивления срезу [24]. Однако после некоторого предела начинается разрушение грунта, и коэффициент сцепления уменьшается.

На величину коэффициента сцепления влияет также рисунок протектора шины. Шины легковых автомобилей имеют протектор с мелким рисунком, обеспечивающим хорошее сцепление на твердых покрытиях. Шины грузовых автомобилей имеют крупный рисунок протектора с широкими и высокими выступами-грунтозацепами. Во время движения грунтозацепы врезаются в грунт, улучшая проходимость автомобиля. Истирание выступов в процессе эксплуатации ухудшает сцепление шины с дорогой [25].

При увеличении внутреннего давления в шине коэффициент сцепления вначале увеличивается, а затем уменьшается. Максимальное значение коэффициента сцепления соответствует примерно величине давления, рекомендуемого для данной шины.

При полном скольжении шины по дороге (буксование ведущих колес или юз тормозящих колес) величина ϕ (коэффициент сцепления) может быть на 10–25 % меньше максимальной. Коэффициент поперечного сцепления

зависит от тех же факторов, и его обычно принимают равным 0,7. Средние значения коэффициента сцепления колеблются в широких пределах от 0,1 (обледенелое покрытие) до 0,8 (сухое асфальто- и цементобетонное покрытие).

Сцепление шин с дорогой имеет первостепенное значение для безопасности движения, так как оно ограничивает возможность интенсивного торможения и устойчивого движения автомобиля без поперечного скольжения.

Недостаточная величина коэффициента сцепления является причиной в среднем 16 %, а в неблагоприятные периоды года – до 70 % дорожно-транспортных происшествий от общего их числа. Международной комиссией по борьбе со скользкостью дорожных покрытий установлено, что величина коэффициента сцепления по условиям безопасности движения не должна быть меньше 0,4.

3.2 Гололед как опасное явление на дорогах

В таблице 3 представлены значения относительного риска происшествий с травматизмом. Как следует из анализа этих значений, наибольший риск возникновения ДТП характерен для дороги, покрытой мокрым снегом или льдом [26].

Таблица 3 – Относительный риск происшествий с травматизмом, связанных с различными внешними условиями

Фактор	Значение факторов	Относительный риск
Дорожные условия	Сухое ровное покрытие	1,0
	Мокрое ровное покрытие	1,3
	Слякоть (мокрый снег)	1,3
	Дорога, покрытая снегом или льдом	2,5

При этом важно отметить, что снежный покров на территории Сибири содержится 150–170 дней. А наличие снега на проезжей части уже с высотой в 3–5 см требует необходимость снижения скорости движения автомобилей, а при высоте свыше 25 см движение становится невозможным. Уплотнение снега колесами движущихся автомобилей приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью, как значимого зимнего природного фактора, который приводит к росту риска возникновения ДТП. На рисунке 10 представлены опасные ситуации на скользких дорогах.



Рисунок 10 – Опасные ситуации на скользких дорогах

Известно, что основным способом защиты дорог от снежных заносов и борьбы с наледями в России является снегоочистка. Это один из наиболее распространенных видов работ по зимнему содержанию дорог, но в то же время трудоемкий и дорогостоящий.

Нами был проведен анализ отечественного и зарубежного опыта, который проводился в разных странах мира. Результаты анализа показали, что задача предотвращения образования гололеда – это недопущение этого опасного явления на дорогах, а не борьба с уже образовавшимся льдом и накатом. И это является наиболее перспективным методом, который коренным образом меняет идеологию зимнего содержания дорог [27].

Технологии предотвращения зимней скользкости, основанные на превентивной обработке покрытия, своевременность которой требует использования информационных систем о погодных условиях с применением датчиков, устанавливаемых как в покрытие, так и вдоль дороги, а также компьютерных программ, климатических карт, которые позволяют обеспечить

безопасность движения, уменьшая количество обработок и использования антигололедных реагентов. Однако такие технологии не доступны для решения проблемы зимней скользкости на дорогах России ввиду колоссальных финансовых затрат и локального эффекта.

Российскими учеными разработаны антигололедный наполнитель «Грикол» и технология его применения в составах асфальтобетонных смесей для придания покрытию антигололедных свойств. Этот материал, способ его приготовления и применения в составах асфальтобетонных смесей защищены патентами в России и Европейским патентом. На материал «Грикол» разработаны ТУ 5718-003-05204773-94.

В отличие от превентивной обработки, придание покрытию антигололедных свойств путем введения «Грикола» в асфальтобетонную смесь позволяет обеспечить антигололедный эффект на покрытии в зимний период в течение 5–6 лет его эксплуатации. Кроме того, это дает возможность:

- повысить безопасность движения при наступлении гололедных условий, предотвращая локальную наледь, снежный накат;
- продлить сроки начала проведения мероприятий по обеспечению требуемых транспортно-эксплуатационных характеристик дорожного покрытия в зимний период;
- сократить трудозатраты и количество применяемых химических реагентов;
- снизить коррозионное воздействие на транспортные средства и негативное экологическое воздействие.

Антигололедный наполнитель «Грикол» это тонкодисперсный порошок, получаемый путем совместного измельчения хлористых солей (90 %) и гидрофобизатора на основе кремнийорганических продуктов (10 %).

Материал «Грикол» готовят на оборудовании, включающем сушильный барабан и мельницу непрерывного или циклического действия [28]. Реагент высушивают и перед измельчением добавляют гидрофобизатор. После совместного измельчения реагента и гидрофобизатора получаемый материал

приобретает гидрофобные свойства. Физико-механические показатели антигололедного наполнителя «Грикол» приведены в таблице 4.

Таблиц 4 – Физико-механические показатели антигололедного наполнителя «Грикол»

Наименование показателей	Норма
Зерновой состав, % по массе, не менее:	
Мельче от 1,25 мм до 0,071 мм	100–80 % по массе
Пористость, % по объему, не более	30
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, % по объему, не более	1,5
Показатель битумоемкости, г, не более	50
Влажность, % по массе, не более	0,5
Гидрофобность (устойчивость к воде), ч, не менее	24
Внешний вид	Порошок от светло-серого до темно-серого цвета. Оттенок не нормируется. Без запаха.
Щелочность, рН	8–9
Массовая доля хлоридов, %, не менее	90,0
Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	10,0
Насыпная плотность, г/л	1300
Удельная поверхность, см ² /г	3000
Температура воспламенения	Не горит, не выделяет газов
Пределы взрывоопасности	Не взрывоопасен

Гидрофобность позволяет материалу хорошо совмещаться с битумом и пролонгировать антигололедное действие. На производстве гидрофобность определяют экспресс-методом: капля воды должна удерживаться (не впитываться) на поверхности образца материала «Грикол» не менее 45 мин.

3.3 Рекомендации по управлению автомобилем на скользкой дороге

Факторы безопасности автомобиля на скользкой дороге представлены на рисунке 11.

На дорогах, имеющих мокрое, обледенелое, заснеженное покрытие уменьшается коэффициент сцепления колес с дорогой, вследствие чего возникает большая вероятность проскальзывания и пробуксовки шин автомобиля об поверхность дороги. Поэтому водителю необходимо следить за изменениями покрытия дорожного полотна.

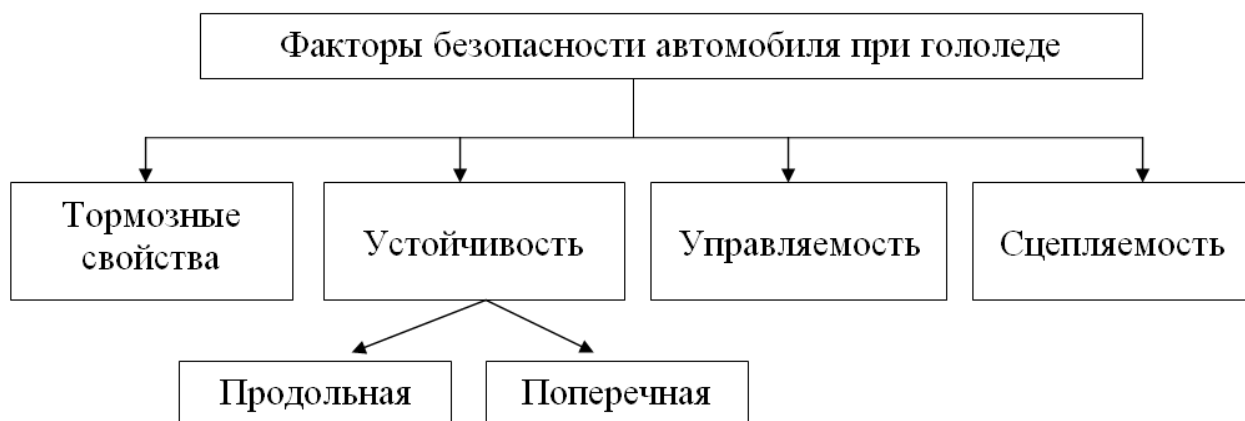


Рисунок 11 – Факторы безопасности автомобиля при гололеде

По возможности следует объезжать участки проезжей части, имеющие масляные и нефтяные пятна, свежеположенный асфальт, лужи, небольшие участки, покрытые льдом или тающим снегом, снежные и песчаные заносы. Во всех случаях безопасней всего двигаться по проложенной другими транспортными средствами колее. Находящиеся в ней колеса имеют лучшее сцепление с дорожным полотном. Первые капли дождя на проезжей части или сырые листья делают покрытие дороги скользким, как лед. Особенно опасны участки дорог с нарастающим льдом, которые могут встретиться в тени от зданий и деревьев. Кроме того, в очень сильный мороз, выхлопные газы автомобилей замерзают и, осаждаясь на асфальте, могут образовать тонкую пленку льда. При этом различить ее достаточно трудно. Начинать движение на скользких дорогах надо с выравнивания передних колес, плавно нажимая на педаль подачи топлива. Трогаться с места рекомендуется как можно медленнее, при этом увеличивается сцепление колес с поверхностью дороги. При

пробуксовке автомобиля следует подложить под ведущие колеса резиновый коврик, тряпки, ветки деревьев или подсыпать под них песок. Безопасное движение на транспортном средстве в таких условиях обеспечат невысокая скорость, увеличенная дистанция и боковой интервал.

При движении на скользкой дороге необходимо стараться поддерживать выбранную скорость постоянной, работая педалью подачи топлива плавно и мягко. Перед проездом перекрестка следует заранее снизить скорость, так как на этом участке дорога особенно скользкая (из-за частых торможений других водителей). В этом случае необходимо быть готовым остановить свое транспортное средство в любом месте, учитывая неопытность других водителей, которые могут неправильно рассчитать скорость и тормозной путь или не справиться с управлением своего автомобиля. При прохождении поворотов на скользкой дороге возможен занос автомобиля и выезд его на встречную полосу. Безопасный поворот выполняется на небольшой скорости, с включением пониженной передачи и плавным вращением рулевого колеса [29].

В таблице 5 представлены параметры безопасного движения в зависимости от состояния дорожного полотна.

На скользких подъемах нельзя резко тормозить и увеличивать скорость, так как существует опасность пробуксовки и остановки транспортного средства. Поэтому необходимо заранее правильно рассчитать и выбрать оптимальную скорость и передачу [30]. На скользкой дороге резко тормозить с полной блокировкой колес очень опасно. При этом передние и задние колеса транспортного средства не вращаются, рулевое колесо перестают подчиняться водителю и автомобиль по инерции начинает двигаться в произвольном направлении. Самые безопасные способы торможения в этих условиях – прерывистое на грани блокировки колес и торможение двигателем. В первом случае колеса не успевают заскользнуть по поверхности дороги, а во втором они начинают вращаться медленнее. При этих способах торможения водитель сохраняет контроль за своим транспортным средством, корректируя направление движения рулем. При этом колеса–трансмиссия–двигатель

должны быть связаны в единое целое. Повороты необходимо проходить по максимальному радиусу с постоянной скоростью.

Таблица 5 – Параметры безопасного движения

Состояние дорожного полотна (асфальт)	Скорость движения в (км/ч)	Безопасная дистанция в (м)	Безопасный боковой интервал в (м)
Сухой	40	24 и более	1,2 и более
	60	43 и более	1,5 и более
	90	80 и более	2,0 и более
	110	110 и более	2,3 и более
Влажный	40	29 и более	1,2 и более
	60	53 и более	1,5 и более
	90	103 и более	максимальный
	110	145 и более	максимальный
Заснеженный, укатанный	40	41 и более	максимальный
	60	79 и более	максимальный
	90	160 и более	максимальный
	110	230 и более	максимальный
Гололед	40	51 и более	максимальный
	60	103 и более	максимальный
	90	215 и более	максимальный
	110	312 и более	максимальный

Любое движение и маневры на скользкой дороге должны выполняться водителем без резких поворотов рулевого колеса, резкого торможения и переключения передач. Педали тормоза и подачи топлива нажимаются мягко и плавно. Управление автомобилем такими способами сохранит его устойчивость, снижая вероятность заносов и опрокидывания. Эффективно применять в этих случаях шины с шипами. На скользкой дороге нужно применять особые приемы торможения. Самый эффективный способ торможения, позволяющий сохранить контроль над автомобилем, маневренность и избежать блокировки колес, – прерывистый, т.е. «нажал–отпустил». При этом необходимые действия рулевым колесом нужно производить на этапе «отпустил», когда колеса свободно вращаются. Таким образом, водитель полностью контролирует автомобиль, производит

необходимые маневры и в то же время осуществляет торможение. Таким образом, движение на скользкой дороге, должно быть более плавным, выверенным, контролируемым, чем на сухой дороге, без резких поворотов рулевого колеса, резкого торможения, резкого переключения передач.

Необходимо отметить, что занос возникает из-за того, что инерционные силы тянут автомобиль вперед, а передние колеса уже входят в вираж. Эти разложения сил способны неоднократно закрутить на скользкой дороге автомобиль. Во время начала заноса задние колеса транспортного средства «наезжают» на передние, при этом теряется необходимое сцепление с поверхностью дороги, колеса начинают скользить, сдвигая автомобиль в сторону. Причиной этому может послужить резкое нажатие на педаль тормоза или резкое ускорение движения, сильный боковой ветер, неравномерный износ шин, резкий поворот рулевого колеса. В зависимости от обстановки может произойти занос передних или задних колес транспортного средства. Технические приемы управления автомобилем в зависимости от его привода несколько отличаются друг от друга [31].

Занос передних колес автомобиля происходит чаще всего на скользкой дороге. Возникает он при повороте рулевого колеса, при этом автомобиль просто не реагирует на его изменение, либо начинает медленно смещаться в сторону по увеличенному радиусу. В этих случаях радиус поворота передних колес превышает радиус поворота корпуса автомобиля. В этой ситуации действия водителя должны быть одинаковыми независимо от привода транспортного средства. Необходимо сразу же уменьшить скорость автомобиля (значительно уменьшить усилие нажатия на педаль газа) так как при выбранной скорости центробежная сила превышает силу сцепления колес с дорогой. Затем следует плавно вернуть рулевое колесо немного назад. При таком техническом приеме автомобиль быстрее начнет поворачивать, куда Вы запланировали ранее, так как передние колеса вновь обретают необходимое сцепление с дорогой. Этот прием бывает часто непонятен начинающим водителям. Естественными их действиями будет еще больше докрутить рулевое колесо в

сторону поворота, но в этом случае колеса автомобиля встанут почти перпендикулярно его движению и практически перестанут вращаться, начнут еще сильнее скользить по покрытию дороги.

Занос задней оси автомобиля происходит в основном на скользкой дороге. При этом задние колеса автомобиля начинают смещаться вправо или влево относительно прямолинейной траектории движения транспортного средства. Технические приемы выхода из этих ситуаций различные в зависимости от привода транспортного средства.

Скоростной разворот автомобиля на 180 градусов относительно первоначальной траектории движения является маневром технически сложным и требует определенного навыка и тренировки со стороны водителя. Применяется он очень редко, но тем не менее, в некоторых ситуациях он может пригодиться. Его опасно применять на дорогах, имеющих большой коэффициент сцепления с колесами или при высокой скорости движения.

4 Действия спасателей при ДТП

4.1 Основные принципы проведения аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях

Планирование, организация и проведение аварийно-спасательных работ (АСР) при ДТП осуществляется на основе следующих принципов:

1) Единоначалие руководства работами по ликвидации последствий дорожно-транспортного происшествия. Полномочия по руководству работами по ЛП ДТП принимает на себя первый прибывший на место ДТП руководитель подразделения ГИБДД МВД России, поисково-спасательной службы МЧС России, службы скорой медицинской помощи Минздрава России. Он исполняет обязанности руководителя ЛП ДТП до прибытия руководителя, определенного законодательством Российской Федерации, планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций или назначенного органом государственной власти, органом местного самоуправления, руководителем организации, к полномочиям которых отнесена ликвидация последствий ДТП.

Решение руководителя ЛП ДТП является обязательным для всех граждан, находящихся на месте ДТП, и подразделений, участвующих в ЛП ДТП. Никто не вправе вмешиваться в его руководство работами по ликвидации последствий ДТП, иначе, как освободив руководителя в установленном порядке от исполнения обязанностей и приняв руководство на себя или назначив другое должностное лицо [32].

2) Распределение полномочий, ответственности и обеспечение взаимодействия служб различных ведомств по ЛП ДТП.

3) Заблаговременное распределение обязанностей по спасению пострадавших при ДТП в спасательной группе. К аварийно-спасательным работам при ЛП ДТП привлекаются спасательные группы из нескольких человек. Группа из 5–6 человек имеет следующий состав:

- командир группы руководит работами по спасению людей и организует взаимодействие с другими привлекаемыми подразделениями;

- водитель – управляет транспортным средством, обеспечивает работу гидравлических насосных станций и других средств энергоснабжения аварийно-спасательного инструмента, обеспечивает освещение места ДТП;

- 1–2 спасателя – выполняют деблокирование и извлечение пострадавших из поврежденных ТС;

- спасатель – выполняет работы по предупреждению, локализации и ликвидации воздействий вторичных поражающих факторов на месте проведения АСР (контролирует вытекание топлива, локализует и тушит очаги возгорания, убирает осколки стекла и другие острые предметы и т.п.), контролирует стабилизацию поврежденного автомобиля, ограждает место проведения АСР;

- медицинский работник – оказывает первую медицинскую помощь пострадавшим, помогает в извлечении пострадавших из поврежденного автомобиля.

4) Разделение места выполнения аварийно-спасательных работ на 3 зоны. В 1 зоне (в радиусе 5 метров) находятся только спасатели, выполняющие работы по оказанию помощи пострадавшим. Во 2 зоне (в радиусе 10 метров) располагаются остальные члены спасательной группы, которые обеспечивают готовность аварийно-спасательных средств к применению. В 3 зоне (в радиусе более 10 метров) находятся средства доставки спасателей к месту ДТП, средства освещения и ограждения, части аварийного ТС.

5) Первоочередность выполнения работ (рис. 12) по снижению или устранению воздействия вторичных поражающих факторов ДТП (теплового воздействия пожара, химического заражения и т.п.) на спасателей и пострадавших, а также исключению действий, способных привести к возникновению источников вторичных поражающих факторов (например, использования электроинструментов при разливе топлива).



Рисунок 12 – Схема организации АСР на месте ДТП

Приоритетность работ по обеспечению доступа к пострадавшим с тяжелыми травмами. Время жизни пострадавших с тяжелыми травмами при неоказании медицинской помощи минимально, поэтому необходимо максимально ускорить начало оказания им первой медицинской помощи. Скорейшее обеспечение доступа к пострадавшим в поврежденном автомобиле для оказания ему ПМП. Для этого выбираются наиболее простые пути проникновения в поврежденное ТС: путем удаления лобового стекла, вскрытия двери со стороны замков и т.п. Максимальная разборка поврежденного ТС вокруг пострадавшего перед его извлечением из автомобиля помогает избежать дополнительного травмирования пострадавшего (особенно с травмами таза, груди, шейно-позвоночными травмами) при его извлечении из автомобиля. Немедленное извлечение пострадавшего из ТС осуществляется в следующих случаях: при угрозе воздействия или воздействии вторичных поражающих факторов на пострадавшего и спасателей; при резком ухудшении состояния пострадавшего в поврежденном автомобиле [33]. Решение о немедленном извлечении пострадавшего принимается руководителем АСФ на основе заключения медицинского персонала. Первоочередное проведение медицинских мероприятий, адекватных состоянию пострадавшего:

- противошоковая терапия;
- обезболивание;
- остановка кровотечения и т.п.;
- фиксация положения пострадавшего при переломах, разрывах тканей и т.д. перед его извлечением из аварийного транспортного средства, и сохранении этого положения без переукладки в течение всего периода АСР, вплоть до поступления пострадавшего в медицинское учреждение. Алгоритм проведения АСР при ДТП представлен на (рис. 13).



Рисунок 13 – Алгоритм проведения АСДНР при ДТП

4.2 Операции аварийно-спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях для легкового и грузового автомобилей

При ДТП на карту наносятся его данные с использованием специальных обозначений (рис.14).

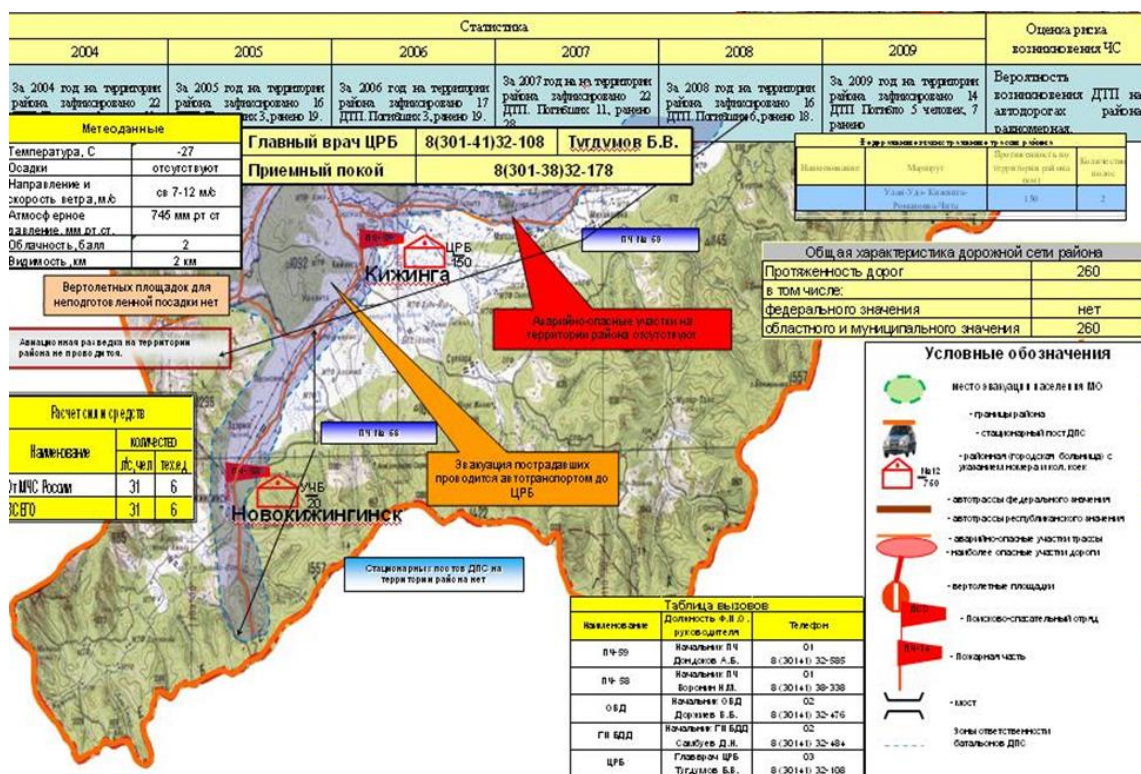


Рисунок 14 – Карта данных при ДТП

Основными операциями при ДТП являются:

- организация зоны оцепления, обозначение ее светоотражающими конусами или мигающими фонарями;
- установка огнетушителя вблизи рабочей зоны в удобном месте;
- стабилизация поврежденного автомобиля.
- отключение не сработавших систем воздушных подушек и ремней безопасности.

Обеспечение защиты пострадавшего от осколков (стекла, пластика и т.п.), обломков поврежденного корпуса автомобиля, инструментов [34].

Снятие остаточного напряжения в деформированном кузове аварийного автомобиля путем перекусывания одной из стоек или силового элемента кузова

с таким расчетом, чтобы перемещения, вызванные перекусом, были направлены в сторону уменьшения зажатия пострадавшего, т.е. первый кус делается со стороны удара.

Деблокирование пострадавшего.

Оказание пострадавшему первой медицинской помощи.

Фиксация пострадавшего.

Извлечение пострадавшего из поврежденного автомобиля.

- стабилизация поврежденного автомобиля для устранения его раскачивания (сдвига, перевертывания), для этого используются специальные приспособления или средства технического оснащения (домкраты, пневматические подушки и т.п.).

- снятие остаточных напряжений в деформированном кузове аварийного автомобиля путем перекусывания стойки или другого силового элемента кузова, который выбирается в зависимости от характера повреждения автомобиля, степени деформации узлов кузова, направления удара и других факторов.

При этом перемещения элементов кузова при снятии напряжения должны быть направлены в сторону, раскрывающую зажатие пострадавшего. Перед перекусыванием выбранного узла необходимо проанализировать характер возможных перемещений и исключить опасность дополнительного зажатия пострадавшего. После снятия остаточного напряжения при необходимости выполняется повторная стабилизация автомобиля [35].

Проводить аварийно-спасательные и другие неотложные работы, извлекать и поднимать (или спускать) на автомобильную дорогу или на подходящую площадку пострадавших, погибших и остатки ТС необходимо, как правило, с использованием альпинистской техники и альпинистского снаряжения. Спасатели должны иметь соответствующую подготовку, квалификацию и экипировку. В связи с тем, что место падения ТС обычно имеет определенные приметы (сбито дорожное ограждение, пропахана земля,

повреждена растительность и т.п.), поисковые работы, как правило, имеют характер маршрутного поиска, то есть по направлению падения ТС.

Внимательно обследуются не только непосредственное направление падения, но и прилегающие участки, так как пострадавшие могут выпасть из автомобиля и отлететь в сторону, а затем падать вниз индивидуально. Сборниками на крутых склонах, куда могут попасть пострадавшие, служат желоба, кулуары, площадки, углубления, осмотр которых необходимо проводить при движении по ним снизу вверх, чтобы избежать падения камней, льда, снега и т.п. на пострадавших. В ночное время включают освещение зоны поиска и зоны спасательных работ от двигателя автомобиля или от специальных источников.

После обнаружения ТС производят его вскрытие и деблокирование пострадавших [36]. Одновременно разрабатывается тактический план транспортировки пострадавших (погибших) и эвакуации ТС на определенную площадку с учетом рельефа местности, состава спасательной группы, имеющегося снаряжения, времени года. Чаще всего целесообразно навешивать наклонно (вверх или вниз) или горизонтально подвесную дорогу. Для этого необходимо оборудовать точки закрепления дороги, определить места и способы страховки, способы подъема (спуска) пострадавших, расставить членов спасательной группы по местам в соответствии с поставленной перед ними задачей. Подвесную дорогу навешивают с использованием альпинистских веревок или тросового снаряжения, при этом одним из важнейших вопросов является закрепление веревки (троса). Обычно для этого используют надежный выступ или дерево, если такая возможность отсутствует, применяется система из нескольких сблокированных крючьев. Для транспортировки пострадавшего удобно пользоваться универсальными носилками, в этом случае пострадавший защищен от ударов с двух сторон и снизу, транспортировать на носилках можно на всех этапах, не перекладывая пострадавшего. Во избежание излишнего трения троса о склон и возможного вызова камнепада, ролик нужно крепить как можно выше над поверхностью земли. Проходящий через ролик

трос соединяется внизу с носилками, а наверху привязывается к прочной палке (связанному ледорубу, лыжам, лыжной палке и пр.) или делаются 2–3 петли (в зависимости от количества людей), с помощью которых контрнатяжением спасатели помогают поднять носилки. На участках горного рельефа, где из-за неровностей склона (скальных ступеней, выступающих скал и пр.) нельзя организовать подъем контрнатяжением, и носилки приходится переносить вверх обычным способом, на руках, на всех опасных местах, траверсах, где спасателям грозит соскальзывание или срыв, необходимо обеспечить надежную страховку. Нужно иметь в виду, что транспортирующий, целиком поглощенный переноской носилок, сам не имеет возможности обеспечить себе безопасность. Поэтому организация надежной страховки ложится на сопровождающих. В переноске носилок, как правило, не должно участвовать одновременно более 3–4 человек, так как концентрация большого числа людей на сравнительно небольшой площади ведет к ограничению движения и снижает эффективность работы. Значительно продуктивнее производить частую замену транспортирующих. При грамотном владении всеми способами транспортировки с применением тросового снаряжения и универсальных носилок переноска пострадавшего на руках сводится к минимуму. Но и для этого трудоемкого способа существует приспособление в виде транспортировочных лямок, применение которых намного облегчает переноску носилок [37].

4.3 Тактические действия спасателей на примере возникновения ДТП на Федеральной трассе Р255

25 февраля на Федеральной трассе Р255 на 159 км в районе поворота города Юрга произошло ДТП. Данная трасса соответствует всем дорожным условиям, она оснащена всей необходимой знаковой информацией. Однако несмотря на это, на данной трассе особенно в зимний период имеются аварийно-опасные участки (рис. 15). Утром 25 февраля было резкое потепление

температуры до +5 °С. Но уже к вечера погода опустилась до -10 °С, в результате чего на дороге образовался гололёд, водитель грузового автомобиля не справившись с управлением, на большой скорости врезался во встречный легковой автомобиль. В результате экстренного торможения легкового автомобиля, в него сзади врезается автобус. В результате неисправности прекращается работа двигателя, а следовательно и салонного отопителя, создается угроза замерзания людей. Прекращено транспортное сообщение по дороге, транспортные средства оказываются в снежном заторе. К месту ДТП первыми прибывают экипаж ГИБДД. Данный экипаж оценивает обстановку, производит ограждение места ДТП, перекрытие заторного участка дороги и обеспечит беспрепятственный проезд к месту ДТП задействованных сил и средств по реабилитации, к месту ЧС прибывает экипаж Юргинского поисково-спасательного отряда на аварийно-спасательном автомобиле [38].

Экипаж приступает к деблокировке пострадавших из легкового автомобиля. Пострадавших, получивших тяжелые травмы извлекают при помощи спинального щита. Прибывает отделение пожарно-спасательной части № 1 ФГКУ «17 отряд ФПС по Кемеровской области», они при помощи аварийно-спасательного оборудования приступают к деблокировке водителя грузового автомобиля. Прибывает второй экипаж поисково-спасательной службы со стороны города Юрги, который будет оказывать помощь в отоплении автобуса.

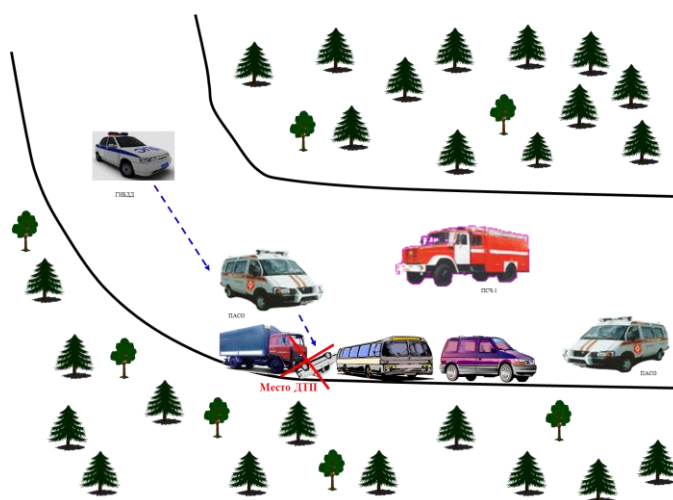


Рисунок 15 – Схема ДТП на Федеральной трассе Р255

5 Экспериментальная часть. Разработка составов асфальтобетонных покрытий, модифицированных полимерными компонентами

5.1 Разработка модифицированных составов асфальтобетонной смеси

В разделе «Зависимость функционирования транспорта от природных факторов Сибирского Федерального округа» данной работы было подробно описано состояние почвы как главного условия функционирования дорог. Обильное таяние снега переувлажняет грунт дорожного земляного полотна, и его прочность снижается. Разжиженный грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой колесами автомобиля на дорожную одежду. Это приводит к появлению прогибов на дорогах и делает их непригодными для эксплуатации. При этом свои функции дороги выполняют в большей степени за счет дорожной одежды. Важно отметить, что почвенная вода, проникая в поры земляного полотна, способна замерзнуть и увеличиваться в объеме на 1/11 часть от своего первоначального объема в случае понижения температуры почвы до отрицательных значений [38]. При оттаивании грунта происходит обратное явление: дорожная одежда оседает, ее несущая способность снижается. Поэтому в весенний период на дорогах могут вводить ограничение для движения транспортных средств большой грузоподъемности. Поэтому прочность дорожной одежды имеет важное значение для обеспечения возможности безопасной эксплуатации транспорта в межсезонье зима-весна. Это означает, что состав дорожных покрытий должен обеспечивать необходимую прочность, чтобы сезонное время было благоприятным для эксплуатации дорог. А для этого важно использовать модифицированные составы дорожных покрытий.

Полимерные модификаторы в составе асфальтобетонных смесей, используемые в дорожном строительстве нашли применение во многих странах мира. Например, доля использования асфальтов с полимерами в Китае и США – 15 %, в Европе это показатель равен 20 %, а в России этот показатель

составляет лишь 5 %. Причем в нашей стране производителями полимерных добавок для дорожных покрытий является группа компаний «СИБУР Холдинг». Годовой объем производства полимеров ими составляет 30 тыс. тонн. СИБУР не стремится увеличить объем полимерных добавок, так как в России отсутствует нормативная база для дорожного покрытия с полимерами, отсутствуют технические стандарты по обязательному введению в асфальт полимерных добавок, а для их введения, в первую очередь нужно утвердить ГОСТ. Хотя необходимо отметить, что разработкой ГОСТа занимается Союздор НИИ, входящий в состав Федерального дорожного агентства (Росавтодор).

При этом некоторые специалисты считают, что применять полимерный асфальт по всей России едва ли возможно, так как этому могут воспротивиться дорожные строители. Есть также и такие противники применения полимерных модификаторов в составе асфальтобетонных покрытий, которые утверждают о токсичности этих покрытий. На наш взгляд такие утверждения противоречат физико-химическим основам процессов, происходящих в модифицированном пластиком асфальте [39]. Так как и асфальт и пластик – это углеводороды, получаемые из нефти, смешения которых не могут быть опасными. Важно отметить, что в некоторых городах США в качестве дорожного покрытия используют асфальт с примесями резиновых покрышек.

Целью экспериментальных исследований данной работы является разработка модифицированных составов асфальтобетонной смеси с полимерной добавкой вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТ), которая предназначена для повышения прочности и водостойкости верхнего слоя дорожного покрытия и безопасной эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна.

В качестве модифицирующей полимерной добавки был использован вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТ) в виде б/у пластиковых бутылок.

Товарный ПЭТ материал выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2–4 миллиметра.

Полиэтилентерефталат не растворим в воде и многих органических растворителях, растворим лишь при 40–150 °С в фенолах, анилине бензиловом спирте, хлороформе, и др. Неустойчив к кетонам, сильным кислотам и щелочам. Имеет повышенную устойчивость к действию водяного пара.

Аморфный полиэтилентерефталат – твердый прозрачный с серовато-желтоватым оттенком, кристаллический – твердый, непрозрачный, бесцветный. Основное его применение связано с изготовлением ПЭТ-тары, в частности бутылок для газированных напитков, поскольку ПЭТ обладает замечательными барьерными свойствами. Примерами изделий из ПЭТ могут служить также: детали кузова автомобиля; корпуса швейных машин; ручки электрических и газовых плит; детали двигателей, насосов, компрессоров; детали электротехнического назначения; различные разъемы; изделия медицинского назначения; упаковка из ПЭТ.

Использование ПЭТ в составе асфальтобетонной смеси позволит не только снизить расход дорогостоящих компонентов: битума и полимерной добавки, усилит процессы структурообразования асфальтобетона и улучшит его физико-механические характеристики, а также уменьшит экологический ущерб за счет утилизации бытовых отходов, в качестве которых являются пластиковые бутылки из полиэтилентерефталата [40].

Необходимо отметить, что асфальт – разделяется на множество видов, марок и типов по массовому соотношению исходных компонентов, входящих в асфальтобетонную смесь, а также на основании таких их характеристик как, размер фракций песка и щебня и степень их очистки. Выделяют три марки асфальта. При этом битум – важный компонент производства дорожного покрытия, является продуктом переработки нефти, его массовая доля в большинстве сортов асфальтов 4–5 процентов, но может достигать 10 и более процентов. Битум придает полотну упругость после затвердевания и текучесть, позволяющую легко распределять готовую смесь по площадке.

Технические характеристики, область применения и состав смеси различных марок асфальта описываются в ГОСТ 9128-2009 и представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Марки и типы асфальта

Марка	Состав	Тип покрытия
Асфальт марки 1	Песок или отсев, битум, щебень, минеральный порошок	Плотные А, Б, Г Высокоплотные Пористые Щебеночные высокопористые (холодные и горячие) Бх, Вх, Гх
Асфальт марки 2	Песок, отсев дробления, битум, щебень, минеральный порошок	Пористые Высокопористые песчаные Плотные А, Б, В, Г, Д Бх, Вх, Гх, Дх
Асфальт марки 3	Песок, отсев дробления, минеральный порошок, битум	Плотные Б, В, Г, Д

В зависимости от процентного содержания наполнителя, находящегося в составе дорожно-строительной смеси, ее подразделяют на следующие типы:

А – 50–60 % щебня;

Б – 40–50 % щебня или гравия;

В – 30–40 % щебня или гравия;

Г – до 30 % песка из отсева дробления;

Д – до 70 % песка или смеси с отсевами дробления.

Асфальт марки 2 – имеет разные области применения: строительство автомобильных дорог, и ремонт их, и обустройство территорий под паркинги и площади и т.д. Массовое соотношение песка и гравия в нем могут варьироваться в весьма широких пределах.

Характеристика исходных материалов, использованных в составе асфальтобетонной смеси представлена в таблице 6.

Для эксперимента были подготовлены 4 варианта составов смесей, приготовленных из компонентов (табл. 6)

Таблица 6 – Характеристика материалов

Компоненты	Характеристика
Вторичный полиэтилентерефталат, ТУ-6-05-1984-85 марки 277-73 (б/у пластиковые бутылки)	Термопластичный материал, температура плавления 243 °С, температура размягчения 100 °С, молекулярная масса 20000–40000, показатель текучести расплава 1,5–2 г/10 мин, разрушающее напряжение при разрыве 134,5 МПа, модуль упругости при растяжении 6130 МПа.
Известняковый щебень фракции 5–20 мм	ООО «Комбинат по производству щебня «Беловский каменный карьер».
Песок	Отсев дробления известнякового щебня фракции до 5 мм.
Минеральный порошок	Тонкодисперсный порошок – шлак электрометаллургического производства ЮрМаш.
Вязущее	В качестве вяжущего использовался нефтяной дорожный битум марки БНД 90/130. Температура кипения 290 °С.

Образцы изготавливались следующим образом: в предварительно нагретые материалы до 160 °С (известняковый щебень, песок и минеральный порошок) вводился битум БНД 90/130, нагретый до температуры кипения с добавкой вторичного полиэтилентерефталата и кристаллических соединений хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов CaCl_2 , KCl , NaCl , MgCl_2

Введенный в состав смеси минеральный порошок, электроплавильный шлак металлургического производства ЮрМаш, имеет высокий коэффициент основности. Компонентный состав шлака представлен в таблице 7.

В состав асфальтобетонной смеси вводились кристаллические соединения хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов CaCl_2 , KCl , NaCl , MgCl_2 . в количестве 20 % от содержания нефтяного вязкого битума (табл. 8).

Таблица 7 – Основные компоненты состава электроплавильного шлака, %

Оксиды элементов	CaO	SiO ₂	MgO	MnO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Cr ₂ O ₃
% (мас)	52,46	25,85	11,93	3,04	3,22	1,83	0,14	0,12

Затем из нее готовились образцы. Для этого были использованы металлические цилиндрические формы диаметром 70,0 мм и высотой 70,0 мм. Формы заполнялись смесью и с помощью металлического поршня диаметром 66,0 мм уплотнялись на прессе под давлением 40 МПа. Смесь перемешивалась в течение 5 минут при температуре 140–160 °С до образования однородного состава.

Таблица 8 – Усредненный состав асфальтобетонной смеси

№ пробы		Щебень, фракции, 5–20 мм	Песок, фракции, 5 мм	Минеральный порошок известняковых пород (металлургический шлак)	Нефтяной вязкий битум	Полимер. добавка	Кристал. CaCl ₂ , KCl, NaCl, MgCl ₂
		Мас. %	1	35,0	52,0		
	2	40,0	44,0	10,0	6,0		
	3	50,0	28,0	15,0	7,0		
	4	40,0	44,0	10,0	6,0		
	5	50,0	28,0	15,0	7,0		

В щелочной среде растворимость солей при попадании воды возрастала, причем физико-химический процесс растворения сопровождался экзотермическим эффектом.

Для подтверждения антигололедного действия модифицированного состава асфальтобетонной смеси на поверхность образцов заливали воду толщиной 1 см. и помещали в морозильную камеру при температуре – 10 °С. Где производили выдержку в течение 4 часов [41]. В результате: ледяная корка образовывалась лишь на площади в 30 % по краю формы.

Что подтверждает антигололедное действие модифицированного состава асфальтобетонной смеси.

Одна из смесей (№ 5) изготавливалась без добавки полиэтилентерефталата и кристаллических соединений хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов.

5.2 Исследование физико-механических свойств образцов на основе модифицированных составов асфальтобетонных смесей

Основные физико-механические свойства асфальтобетона в слоях дорожной одежды нормируются ГОСТом 9128-2013.

- прочность асфальтобетона при различных температурах;
- водостойкость, характеризующая потерю прочности асфальтобетона при водонасыщении;
- сдвигоустойчивость, характеризующая способность асфальтобетона сопротивляться касательным напряжениям;
- трещиностойкость, характеризующая сопротивление растягивающим силовым воздействиям при низких температурах.

Данные показатели асфальтобетона определяются согласно требованиям ГОСТ 12801-98

Таблица 9 – Физико-механические свойства асфальтобетона

№ образца	Наименование показателей	Прочность, МПа	Масса образца, г	Плотность, г/см ³	Масса образца, насыщенного водой в теч. 2 суток, г
1а	Прочность при 20 °С R ₂₀ , МПа	2,51	210,45	5,47	217,81
1б		2,43	210,24	5,23	217,81
1с		2,46	210,42	5,38	218,21
2а		2,54	216,16	5,62	222,42
2б		2,55	216,13	5,58	223,33
2с		2,53	216,20	5,66	222,91

Продолжение таблицы 9

3a		2,56	211, 12	5,48	216,61
3б		2,58	211, 18	5,51	217,31
3с		2,57	211, 20	5,52	217,32
4a		2,46	215, 56	5,61	222,44
4б		2,44	215, 46	5,56	222,13
4с		2,48	215, 58	5,61	222,47
5		2,5	213,01	5,62	219,61
	Прочность при 50 °С R20, МПа не менее				
1a		1,3	210, 45	5,41	222,97
1б		1,25	210, 24	5,11	222,75
1с		1,32	210, 42	5,15	220,94
2a		1,35	216,16	5,54	226,96
2б		1,38	216, 13	5,48	226,93
2с		1,37	216, 20	5,51	227,01
3a		1,36	211, 12	5,34	221,67
3б		1,37	211, 18	5,42	221,73
3с		1,41	211, 20	5,49	221,76
4a		1,31	215, 56	5,56	226,33
4б		1,28	215, 46	5,47	225,05
4с		1,25	215, 58	5,58	226,35
5			213,01	5,55	223,66
	Прочность при – 18 °С R20, МПа				
1a		13	210,45	5,47	211,5
1б		13,1	210,24	5,23	211,29
1с		13,3	210,42	5,38	211,47
2a		13,7	216,16	5,62	217,24
2б		13,8	216,13	5,58	217,21
2с		13,6	216,20	5,66	217,28
3a		13,8	211,12	5,48	212,17
3б		13,8	211,18	5,51	212,23
3с		13,9	211,20	5,52	212,25
4a		13,1	215,56	5,61	216,63
4б		13,2	215,46	5,56	216,53
4с		13,1	215,58	5,61	216,65
5			213,01	5,62	214,07
	Водонасыщение, % (20 °С)				
1a		3,5	210, 45	5,47	217,81
1б		3,6	210, 24	5,23	217,81

Продолжение таблицы 9

1с		3,7	210,42	5,38	218,21
2а		2,9	216,16	5,62	222,42
2б		3,3	216,13	5,58	223,33
2с		3,1	216,20	5,66	222,91
3а		2,6	211,12	5,48	216,61
3б		2,9	211,18	5,51	217,31
3с		2,5	211,20	5,52	217,32
4а		3,1	215,56	5,61	222,44
4б		3,2	215,46	5,56	222,13
4с		3,1	215,58	5,61	222,47
5		3,5	213,01	5,62	219,61
	Коэффициент водостойкости при водонасыщении в течение 2 суток				
1а		0,963	210,45	5,47	217,81
1б		0,974	210,24	5,23	217,81
1с		0,964	210,42	5,38	218,21
2а		0,974	216,16	5,62	222,42
2б		0,973	216,13	5,58	223,33
2с		0,974	216,20	5,66	222,91
3а		0,983	211,12	5,48	216,61
3б		0,975	211,18	5,51	217,31
3с		0,976	211,20	5,52	217,32
4а		0,969	215,56	5,61	222,44
4б		0,957	215,46	5,56	222,13
4с		0,969	215,58	5,61	222,47
5		0,969	213,01	5,62	219,61

На графике (рис 16) представлены изменения прочности образцов при 20 °С. Как показывают результаты анализа зависимости прочности от составов образцов, введение в состав авсфальтобетонной смеси компоненты: минеральный порошок, вторичный полиэтилентерефталат и кристаллические соединения хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов CaCl_2 , KCl , NaCl , MgCl_2 повышает прочность асфальтобетона на 3 %.

На графике (рис. 17) представлены изменения водонасыщения образцов при 20 °С. Как показывают результаты анализа зависимости водонасыщения от составов образцов, введение в состав авсфальтобетонной смеси компоненты: минеральный порошок, вторичный полиэтилентерефталат и кристаллические соединения хлоридов щелочных и щелочно-земельных металлов CaCl_2 , KCl , NaCl , MgCl_2 способствует понижая водонасыщения асфальтобетона на 1,2 %.

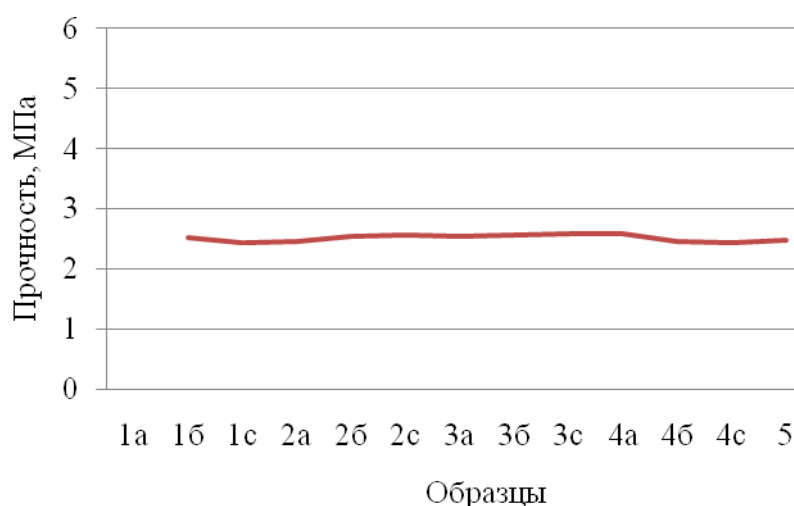


Рисунок 16 – Изменение прочности образцов при температуре 20 °С

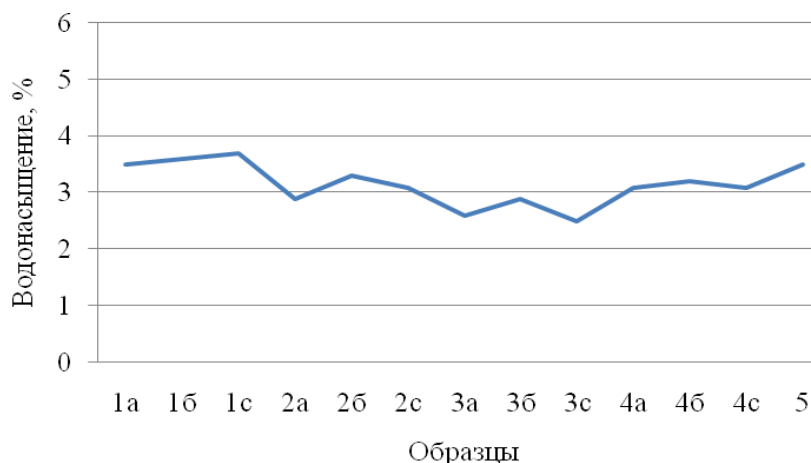


Рисунок 17 – Изменение водонасыщения образцов при температуре 20 °С

Следовательно, модифицированные составы авсфальтобетонной смеси могут быть использованы в производстве дорожных покрытий верхнего слоя, имеющих повышенную прочность, водостойкость и антигололедное действие.

На участке дороги протяженностью 108 км за период 2010–2017 гг. произошло 1213 ДТП, в том числе 680 - столкновений, 315 - опрокидываний, 186 - наездов на пешеходов, 32 - иных ДТП.

Средний ущерб от повреждений дорожных сооружений $Y_{\text{пр}}$

в этом случае составил:

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{осф}} + C_{\text{ос}} = 80863,362 + 750000 = 830863,362 \text{ руб.}$$

6.1 Оценка прямого ущерба

Оценка стоимости автотранспортных средств от повреждений в ДТП.

Стоимость работ по восстановлению поврежденного ТС по видам, в среднем, в Кемеровской области составляет:

$$C_{\text{кэс}} = \sum G_{\text{кэс}} C_{\text{кэс.ост}} = 0,00695 \times 8910 = 61,9245 \text{ руб.}$$

Стоимость нормо-часа на выполнение ремонтных работ в Кемеровской области составляет, в среднем, 70 руб. для отечественных ТС и 300 руб. для ТС иностранного производства (поданным фирм «Авто-Эм», «РТД Сервис», «Автоимпорт»). Точность данных – 90 %.

6.1.1 Расчёт величины ущерба при ДТП

Исходные данные для расчета целесообразно представить в табличном виде.

Экономическая оценка ущерба от ДТП необходима для принятия управленческих решений в сфере безопасности дорожного движения.

Таблица 10 - Количество поврежденных в ДТП ТС

Наименование показателя	Обозначение показателя	Значение показателя
Общее количество зарегистрированных в регионе ТС	$N_{ТС}$	1183924
Количество отечественных легковых автомобилей в регионе	$N_{ТСл.о.}$	783456
Количество импортных легковых автомобилей в регионе	$N_{ТСл.и.}$	203272
Количество отечественных грузовых автомобилей и прицепного состава в регионе	$N_{ТСг.о.}$	87536
Количество импортных грузовых автомобилей и прицепного состава в регионе	$N_{ТСг.и.}$	7623
Количество отечественных автобусов в регионе	$N_{ТСа.о.}$	9775
Количество импортных автобусов в регионе	$N_{ТСа.и.}$	2630
Количество мототранспортных средств в регионе	$N_{ТСм}$	89632
Количество ДТП в регионе за 2016 г.	$N_{ДТП}$	7640

Где экспертный коэффициент, учитывающий среднее количество ТС, повреждаемых в одном ДТП.

$$N_{ТСпов} = 1,7 \times N_{ДТП} \quad (1)$$

$$N_{ТСпов} = 1,7 \times 7640 = 12988.$$

Расчет долей отдельных видов ТС в общем количестве ТС [42].

Доля отечественных легковых автомобилей в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_1 = \frac{783456}{1183924} = 0,66$$

Доля импортных легковых автомобилей в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_2 = \frac{203272}{1183924} = 0,17$$

Доля отечественных грузовых автомобилей и прицепного состава в общем количестве поврежденных ТС составляет:

Доля импортных грузовых автомобилей с прицепами в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_4 = \frac{7623}{1183924} = 0,006$$

Доля отечественных автобусов в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_5 = \frac{9775}{1183924} = 0,008$$

Доля автобусов в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_6 = \frac{2630}{1183924} = 0,002$$

$$\delta_3 = \frac{87536}{1183924} = 0,074$$

Доля мототранспортных средств в общем количестве поврежденных ТС составляет:

$$\delta_7 = \frac{89632}{1183924} = 0,08$$

Расчет норматива величины ущерба от ДТП в результате гибели человека в 2016 году.

Таблица 11 – Расчет ущерба ДТП

$(1+r)^n$	i^n	$1+t_p$	$(1+t_p) \times i^n / (1+r)^n$	D_m	$i^n / (1+r)^n$	$\Pi_{\text{ущд}}$
1	1	1	1		1	4,3
1,15	1,53	1	1,3304	46,7	1,33043478	5,7
1,3225	1,4641	1,01	1,1181	39,2	1,10706994	4,7
1,501124	1,771561	1,02	1,2038	42,2	1,18015663	5
1,68896	2,143589	1,03	1,3073	45,9	1,26917666	5,4
1,925415	2,593742	1,04	1,401	49,2	1,34710856	5,7
2,194973	3,138428	1,05	1,5013	52,7	1,42982575	6,1
2,502269	3,797498	1,06	1,6087	56,4	1,51762207	6,5
2,852586	4,594973	1,07	1,7236	60,5	1,61080939	6,9

Продолжение таблицы 11

3,251949	5,559917	1,08	1,8465	64,8	1,70971874	7,3
3,707221	6,7275	1,09	1,978	69,4	1,81470146	7,7
4,226232	8,140275	1,1	2,1187	74,3	1,9261305	8,2
4,817905	9,849733	1,11	2,2693	79,6	2,04440167	8,7
5,492411	11,91818	1,12	2,4303	85,3		
6,261349	14,42099	1,13	2,6026	91,3		
7,137938	17,4494	1,14	2,7868	97,8		
8,137249	21,11378	1,15	2,9839	104,7		
9,276464	25,54767	1,16	3,1947	112,1		
10,57517	30,91268	1,17	3,4201	120		
11,29119	34,00395	1,18	3,5536	124,7		
			Сумма	1416,8		82,2

Ущерб в результате гибели человека, имевшего семью:

$$H_1 = 1416,8 + 82,2 + 10 = 1509 \text{ тыс. руб.}$$

$$P_y = 1509 \text{ тыс. руб.}$$

Ущерб в результате гибели человека, не имевшего семью:

$$H_2 = 1416,8 + 10 = 1426,8 \text{ тыс. руб.}$$

6.2 Сумма косвенного ущерба

Существуют во всех зарегистрированных случаях ДТП.

Величина ущерба, из-за затрат времени, связанных с расследованием ДТП и возмещением убытков составляет, в среднем, 300 руб. на одно ДТП. Расчет данной составляющей ущерба произведен следующим образом [42].

Средняя месячная заработная плата составляет 1100 руб. (определена экспертно). Учитывая, что в месяце, в основном, 22 рабочих дня, средняя дневная з/п составляет 50 руб. Каждый из владельцев ТС, участвовавших в ДТП, по экспертным оценкам, тратит на расследование обстоятельств ДТП и возмещение убытков 3 полных рабочих дня. В среднем в ДТП участвуют 2 ТС. Таким образом, общая сумма ущерба по данной составляющей [43]:

1) Расходы, связанные с износом оборудования

Расходы, связанные с износом оборудования определяем по формуле:

$$C_{и.о.} = (K_{ап} \times Ц_{об.} \times N_{ап}) + (K_{ср} \times Ц_{об.} \times N_{ср}) + (K_{пр} \times Ц_{об.} \times N_{пр}) \quad (2)$$

где N – число единиц оборудования, шт.;

$N_{ап}$ – число единиц пожарного автомобиля, 4 ед.;

$N_{ср}$ – число единиц ручных стволов, 2 шт.;

$N_{пр}$ – число единиц пожарных рукавов, 10 шт.;

$Ц_{об.}$ – стоимость единицы оборудования, руб./шт.;

$K_{ап}$ – норма амортизации пожарного автомобиля;

$K_{ср}$ – норма амортизации ручного ствола;

$K_{пр}$ – норма амортизации пожарных рукавов.

$$C_{и.о.} = (0,03 \times 3800000 \times 4) + (0,05 \times 2000 \times 2) + (0,09 \times 2000 \times 10) = \\ = 458000 \text{ руб.}$$

2) Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники

Расходы на топливо (горюче-смазочные материалы) для пожарной техники находим по формуле.

$$C_m = P_m \times Ц_m \times L = P_m \times Ц_m \times (60 \times L/V_{сл}) \quad (3)$$

где $Ц_m$ – цена за литр топлива, 34,9 руб./л;

P_m – расход топлива, 0,0415л/мин.;

L – весь путь, 2300 м.

$$C_m = 0,0415 \times 34,9 \times \left(60 \times \frac{2300}{45}\right) = 4441,60 \text{ руб.}$$

3) Стоимость работ по спасению транспорта

Работы по спасению транспортных средств необходимо проводить в случае пожаров, взрывов, провалов под лед и затоплений, падения ТС или какого-либо предмета на него.

Необходимость в спасении транспортного средства в результате АТП по данным опроса фирм технической помощи наступает, в среднем, в 2 % случаев от общего количества ДТП независимо от принадлежности ТС.

Усредненные данные получены путем выборочного опроса организаций, предоставляющих соответствующие услуги и составления на их основе экспертных заключений. Другие источники информации по данному вопросу отсутствуют [44].

Стоимость работ по спасению одного транспортного средства по их видам в Кемеровской области составляет, в среднем:

$$H_{a.TO} = \frac{1}{T_{TO.ф}} \times 100 = \frac{1}{6} \times 100 = 16 \%$$

Величина ущерба, из-за затрат времени, связанных с расследованием ДТП и возмещением убытков составляет, в среднем, 300 руб. на одно ДТП. Расчет данной составляющей ущерба произведен следующим образом [45].

Средняя месячная заработная плата составляет 1100 руб. (определена экспертно). Учитывая, что в месяце, в основном, 22 рабочих дня, средняя дневная з/п составляет 50 руб. Каждый из владельцев ТС, участвовавших в ДТП, по экспертным оценкам, тратит на расследование обстоятельств ДТП и возмещение убытков 3 полных рабочих дня. В среднем в ДТП участвуют 2 ТС.

7 Социальная ответственность

Рабочим местом объекта исследования является лаборатория химии ЮТИ ТПУ, г. Юрги.

Размеры лаборатории: длина – 15 м, ширина – 8 м, высота – 3 м.

Стены изготовлены из кирпича – деревянные плиты. Количество оконных проемов – 4. Количество дверных проемов – 2. Лаборатория занимает площадь, равную 120 м².

Исследования проводились в специальной защитной установке.

Размеры отдельного блока лаборатории: длина – 1 м, ширина – 1,5 м, высота – 1 м.

Для работы применялись образцы (асфальтного покрытия пяти составов) ГОСТ 12801-98

При работе в данных условиях были выявлены следующие вредные факторы производственной среды:

- микроклиматические условия рабочей зоны;
- освещение.

Опасные факторы производственной среды:

- электроопасность;
- пожаровзрывоопасность.

7.1 Вредные факторы рабочей среды

7.1.1 Микроклимат рабочей зоны

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения (энерготрат) в определенных климатических условиях и составляет от 50 Вт (в состоянии покоя) до 500 Вт (при тяжелой работе).

Для нормального протекания физиологических процессов в организме, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву, либо к переохлаждению организма. Вследствие чего, это приведет к потере трудоспособности, быстрой утомляемости, потере сознания.

Тепловое состояние человека, следовательно, его работоспособность зависит от воздействия ряда параметров микроклимата [46].

К параметрам микроклимата относятся:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Переносимость человеком температуры и его тепловые ощущения в значительной мере зависят от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев организма.

Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое состояние человека оказывает высокая влажность в сочетании с высокой температурой (больше 30 °С).

Недостаточная влажность воздуха также неблагоприятна для человека из-за интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, вследствие чего происходит их пересыхания и растрескивания, а затем загрязнение болезнетворными микробами.

Значительная интенсивность теплового облучения (инфракрасное излучение) и высокая температура воздуха могут оказать неблагоприятное воздействие на организм человека. Тепловое облучение интенсивностью до 350 Вт/м² не вызывает неприятного ощущения, при 1050 Вт/м² уже через 3–5 минут на поверхности кожи появляется неприятное жжение (температура

кожи повышается на 8–10 °С), а при 3500 Вт/м² через несколько секунд возможны ожоги.

Кроме непосредственного воздействия на человека лучистая теплота нагревает окружающие конструкции. Эти вторичные источники отдают теплоту окружающей среде излучением и конвекцией, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается [47].

Оптимальные микроклиматические условия – сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Оптимальные параметры микроклимата в лаборатории представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Температура в рабочей зоне, °С	Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура поверхности, °С
Холодный период	18–20	40–60	0,2–0,3	21–25
Теплый период	21–23	40–60	0,3–0,4	17–21

В качестве предельно допустимой температуры воздуха для работ первой категории (легкие физические работы) установлена температура 28 °С.

Для создания благоприятного микроклимата в лаборатории необходимо обеспечить: эффективную, рационально оборудованную вентиляцию, кондиционирование воздуха, систему отопления.

7.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Такой фактор, как недостаточная освещённость рабочего места, влияет не только на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, но и воздействует через нервную оптико-вегетативную систему на эндокринную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии с СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Характеристика зрительных работ оценивается наименьшим или эквивалентным размером объекта различения в нашем случае он равен от 0,15 до 0,3 мм и характеризуется работой очень высокой точности и равен разряду 2 с подразрядом Г, так как контраст объекта с фоном - большой, а характеристика фона - светлая. При системе общего освещения с данным разрядом из СНиП 23-05-95 минимальная освещенность $E = 300$ лк. Полученная величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса, так как со временем за счет загрязнения светильников и уменьшения светового потока ламп. Для люминесцентных ламп в помещении с малым выделением пыли коэффициент запаса будет составлять 1,5.

Для равномерного общего освещения располагаем светильники ЛВО рядами параллельно стенам и окнам [48]. Наивыгоднейшее соотношение расстояния между светильниками и высотой подвеса светильника над рабочей поверхностью

$$\lambda = L / h, \quad (4)$$

где L – расстояние между светильниками,

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью. Высота подвеса светильников (светильники встраиваемые) над полом равна 3,0 м. Высота рабочей поверхности (столов) равна 0,75 м.

$$h = 3,0 - 0,75 = 2,25 \text{ м.}$$

Величина λ для люминесцентных ламп с защитной решеткой будет составлять 1,2. Следовательно, расстояние между светильниками:

$$L = 2,25 \times 1,2 = 2,7 \text{ м.}$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников может рекомендоваться равным $1/3L$, в нашем случае оно будет равно 0,9 м.

Исходя из размеров помещения ($A = 5$ м, $B = 4$ м), размеров светильников типа ЛВО ($A = 0,45$ м, $B = 0,6$ м) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 2, и число рядов – 2, т.е. всего светильников должно быть 4.

На рисунке 18 представлен план потолка.

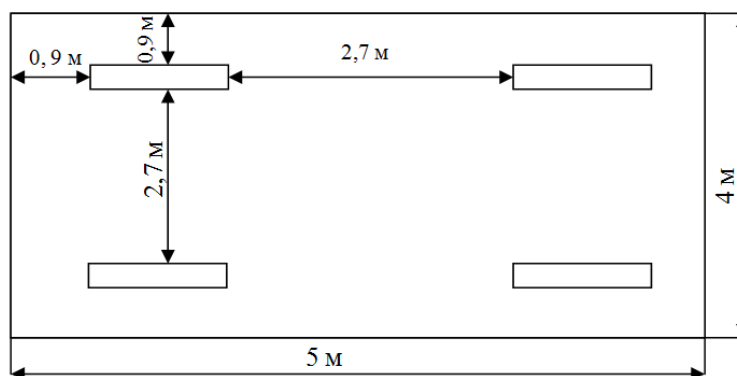


Рисунок 18 – План потолка лаборатории для проведения эксперимента

Для расчёта общего равномерного искусственного освещения использовался метод светового потока. Световой поток Φ лампы, обеспечивающий требуемую освещенность, определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} \quad (5)$$

где E – минимальная освещенность, лк;

S – площадь помещения, м^2 ;

k – коэффициент запаса;
 n – число ламп в помещении;
 Z – коэффициент неравномерности освещения, зависящий от типа ламп;
 η – коэффициент использования светового потока, который показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность (в долях единицы).

Величина этого коэффициента зависит от типа светильника, коэффициента отражения стен $\rho_{\text{ст}}$ (состояние стен: оклеены светлыми обоями – $\rho_{\text{ст}} = 30\%$), коэффициента отражения потолка $\rho_{\text{пот}}$ (состояние потолка: побеленный – $\rho_{\text{пот}} = 50\%$) и индекса помещения i и определяется из СНиП 23-05-95.

Индекс помещения определяется из выражения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{20}{2,25 \cdot (5 + 4)} = 1,0 \quad (6)$$

где A и B – ширина и длина помещения, м;

S – площадь помещения, м²;

h – высота подъема светильника над рабочей поверхностью, м.

Величину коэффициента использования светового потока принимаем равной $\eta = 0,22$.

Исходя из вычисленных параметров, получаем:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 0,9}{16 \cdot 0,22} = 1534$$

По СНиП 23-05-95 выбираем ближайшую по мощности стандартную лампу. При напряжении 220 В выбираем люминесцентную лампу ЛДЦ 30 (люминесцентная дневного цвета с улучшенной светопередачей, мощностью 30Вт) со световым потоком $\Phi = 1500$ лм.

Таким образом, система общего освещения рабочего места должна состоять из 4 светильников с количеством ламп в одном светильнике 4 шт., мощностью 30 Вт каждая, построенных в два ряда по два светильника [49].

В настоящее время в помещении имеется 2 светильника, расположенные по центру с 4 лампами по 30 Вт.

К параметрам микроклимата производственных помещений относятся: температура воздуха в помещении, выраженная в градусах Цельсия; относительная влажность воздуха в процентах; скорость его движения – в метрах в секунду. От микроклимата рабочей зоны в значительной мере зависят самочувствие и работоспособность человека [49].

Нормирование параметров микроклимата осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

7.2 Анализ выявленных опасных факторов

7.2.1 Электроопасность

Мероприятия по защите от электрического тока обеспечивают недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, пониженное напряжение, заземление и зануление, электрооборудования, автоматическое отключение, индивидуальную защиту и т. д.

Защитное заземление предназначено для устранения опасности поражения электрическим током в случае прикосновения к корпусу и другим нетоковедущим частям Электра оборудования, оказавшимся под напряжением вследствие замыкания на корпус и по другим причинам (ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление, зануление). Заземление производим, используя розетки с заземляющим устройством).

Защитное зануление, так же как и защитное заземление, предназначено для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус Электра оборудования. Защитное зануление осуществляется присоединением корпусом и других конструктивных

нетоковедущих частей электроустановок к неоднократно заземленному нулевому проводу [50].

7.2.2 Пожаровзрывоопасность

Пожароопасность. В современных электроустановках очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80–100 °С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем.

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на пять категорий. По пожароопасности помещение Химической лаборатории относится к категории В, так как в нем находятся горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), вещества и материалы способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

В лаборатории разработаны меры пожаротушения: предусмотрена пожарная сигнализация, имеются огнетушители, планы эвакуации, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

7.3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды в работе не рассматривалась, так как анализ условий разрабатывался в помещении лаборатории, где нет возможных

источников загрязнения окружающей среды и нет объектов, которые опасны, и могли бы служить источником чрезвычайной ситуации.

Единственным объектом, который опасно влияет на состояние окружающей среды, являются отходы и мусор трудовой деятельности рабочих – например, бумага, пластик, стекло, и др. отходы. Для устранения этих факторов мусор утилизироваться на полигоне ТБО.

7.4 ЧС возможные в Юрге Кемеровской области

В качестве чрезвычайной ситуации природного характера можно рассмотреть землетрясение, так как мы проживаем на территории граничащей с сейсмоопасным районом (Южная Сибирь).

Порядок подготовки населения в области защиты от ЧС утвержден постановлением Правительства РФ № 738 от 24.07.95 г.

В случае возникновения подобных ситуаций необходимо использовать следующие меры защиты: не создавать панику; забраться под письменный стол, под другую прочную мебель или встать у опорной колонны; держаться дальше от окон; покинуть здание в соответствии с планом эвакуации.

Согласно шкале интенсивности выделяют следующую классификацию зданий по кладкам А, В, С и Д. Здания, относящиеся к кладкам А и В разрушаются с 10 баллов, С и Д с 9 баллов.

Здание, в котором находится лаборатория ЮТИ ТПУ в городе Юрге Кемеровской области, относится к кладке С (обычное качество, устойчивость к горизонтальной нагрузке проектом здания не предусмотрена).

По данным ГО и ЧС Кемеровской области в случае максимальной 12-ти балльной активности на Алтае или Прибайкалье, в Кузбассе сила толчков составит 3–4 балла. Это приведет к тому, что здание, в котором находится лаборатория не разрушится, а лишь осыплется штукатурка, будет повреждена мебель и оборудование и т.д.

7.5 Заключение то разделу социальной ответственности

В результате анализа вредных и опасных факторов в помещении лаборатории ЮТИ ТПУ можно сделать вывод, что для устранения вредных факторов необходимо провести следующие мероприятия:

Для доведения уровня освещенности до нормативного значения необходимо дополнительно установить еще 2 светильника с 4 лампами по 30 Вт, изменив при этом схему их расположения на двухрядную с двумя светильниками в каждом ряду.

Для уменьшения коэффициента пульсации до нормативного значения можно применить питание ламп током повышенной частоты (400 Гц и выше). Для этого светильники укомплектовываются электронными пуско-регулирующими аппаратами.

Для поддержания заданных параметров микроклимата требуется провести замену системы отопления или установить кондиционер.

В качестве средств пожаротушения должны применяться порошковые огнетушители. В настоящий момент в помещении используется огнетушитель углекислотный (ОУ-8), что нежелательно, поскольку имеется большое количество постоянно работающего электрооборудования [51].

Заключение

1. К числу главных причин ЧС на автотранспорте относятся: нарушение правил движения, превышение скорости, управление автомобилем в нетрезвом состоянии, плохое состояние дороги, метеоусловия, неисправность автомобиля.

2. Дорожно-транспортные происшествия являются одним из видов ЧС среди основных направлений формирования техногенной опасности на территории Российской Федерации, при этом на дорогах России погибает более 30 тыс. человек в год. Уровень личного риска гибели в ДТП в России почти в 2 раза выше, чем в Германии, Франции и США, а риска гибели участника ДТП – почти в 10 раз выше, чем в Германии и США. За первые месяцы 2015 года почти 14 тыс. аварий произошло из-за неисправности проезжих частей страны, при этом на дорогах погибло около 4 тысяч человек, пострадало около 43 тысяч россиян.

На 11 федеральных автотрассах Сибирского округа около 150 опасных участков, наибольшее количество ДТП на которых происходит в зимний период. По количеству ДТП как в летний, так и в зимний период лидируют Забайкальский край, Республика Хакасия, Новосибирская область.

Каждое второе ДТП в России происходит из-за разбитых дорог.

3. Автомобильные дороги классифицируют в зависимости от принадлежности (формы собственности), от народнохозяйственного и административного значения, а также по интенсивности движения.

Коэффициент сцепления шин с дорогой имеет первостепенное значение для безопасности движения, зависит от типа и состояния покрытия дороги, величина коэффициента сцепления по условиям безопасности движения не должна быть меньше 0,4.

4. Метеоусловия (низкие температуры, метели, заносы в зимнее время года, перепады температур в межсезонье зима–весна) Сибирского Федерального округа – это особая группа факторов, обеспечивающих

безопасность эксплуатации автотранспортных средств. Состояние почвы – это главное условие безопасности дорожного движения в Сибири в межсезонный период зима–весна. Так как почвенная вода, способна замерзать и увеличиваться в объеме на 1/11 часть от своего первоначального объема в случае понижения температуры почвы до отрицательных значений, а при оттаивании грунта происходит обратное явление: дорожная одежда оседает, ее несущая способность снижается.

В зимний период в Сибирском Федеральном округе скользкие дороги создают опасные ситуации для движения автомобиля: пробуксовку, пробуксовку при подъеме, занос.

Способы защиты от гололеда:

- снегоочистка;
- технологии предотвращения зимней скользкости, основанные на превентивной обработке покрытия, своевременность которой требует использования информационных систем о погодных условиях с применением датчиков, устанавливаемых как в покрытие, так и вдоль дороги, а также компьютерных программ, климатических карт, которые позволяют обеспечить безопасность движения, уменьшая количество обработок и использования антигололедных реагентов. Однако такие технологии не доступны для решения проблемы зимней скользкости на дорогах России ввиду колоссальных финансовых затрат и локального эффекта;

- технология использования разработанного Российскими учеными антигололедного наполнителя «Грикол» в составах асфальтобетонных смесей для придания покрытию антигололедных свойств.

Это дает возможность:

- повысить безопасность движения при наступлении гололедных условий, предотвращая локальную наледь, снежный накат;

- продлить сроки начала проведения мероприятий по обеспечению требуемых транспортно-эксплуатационных характеристик дорожного покрытия в зимний период;

- сократить трудозатраты и количество применяемых химических реагентов;

- снизить коррозионное воздействие на транспортные средства и негативное экологическое воздействие.

5. Факторами безопасности автомобиля при гололеде являются: тормозные свойства, устойчивость продольная и поперечная, управляемость автомобилем, сцепляемость.

6. Система тактических действий при ликвидации последствий ДТП заключается в оценке обстановки экипажем ГИБДД и обеспечении беспрепятственного проезда к месту ДТП задействованных сил и средств по реабилитации пострадавших. Действия спасателей – экипажа Юргинского поисково-спасательного отряда, прибывших на аварийно-спасательном автомобиле, заключаются в последовательности и слаженности. Экипаж приступает к деблокировке пострадавших из легкового автомобиля, при этом пострадавших, получивших тяжелые травмы извлекают при помощи спинального щита. Действия прибывшего отделения пожарно-спасательной части № 1 ФГКУ «17 отряд ФПС по Кемеровской области», заключаются в использовании аварийно-спасательного оборудования для деблокировки водителя грузового автомобиля. Прибывает второй экипаж поисково-спасательной службы со стороны города Юрги, который оказывает помощь пострадавшим обогревом их в автобусе.

7. Экспериментально были разработаны модифицированные составы асфальтобетонной смеси с полимерной добавкой вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТ), использование которой способствовало повышению прочности и водостойкости образцов. Экспериментально полученные модифицированные составы могут быть использованы в производстве верхнего слоя дорожного покрытия для безопасной эксплуатации транспорта в межсезонье зима–весна.

Список использованных источников

1. Цвилюк Г.Е. Школа безопасности: учебное пособие / Г.Е. Цвилюк. – М.: ЭКСМ, 1995 – 176 с.
2. Чрезвычайные ситуации на автомобильном транспорте [Электронный ресурс] / Студопедия, 2017. – Режим доступа: http://studopedia.ru/14_168526_chrezvichaynie-situatsii-na-avtomobilnom-transporte.html. Дата обращения: 20.03.2017.
3. Волошин Г.Я. Анализ дорожно-транспортных происшествий / Г.Я. Волошин, В.П. Мартынов, А.Г. Романов. – Москва: Транспорт, 1987. – 240 с.
4. Ботиков А.В. Проблемы повышения безопасности дорожного движения / А.В. Ботиков. – М: Транспорт, 2005. – 245 с.
5. Безопасность движения: учебное пособие / В.И. Коноплянко, О.П. Гуджоян, В.В. Зырянов, А.С. Березин. – Кемерово: КемГУ, 1998. – 72 с.
6. Анисимова В.А. Влияние против гололёдных смесей на коэффициент трения скольжения / В.А. Анисимова, И.П. Набойченко. – Москва: Транспорт, 2005. – 124 с.
7. Гусев В.А. Усилия международных организаций для решения проблемы безопасности дорожного движения / В.А. Гусев, Н.В. Щеголева // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. – Т. 2. – С. 124–132.
8. Клинковштейн Г.И. О Федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах» / Г.И. Клинковштейн // Медицина катастроф. – 2013. – № 1. – С. 34–38.
9. Цвилюк Г.Е. Школа безопасности: учебное пособие / Г.Е. Цвилюк. – М.: ЭКСМ, 1995 – 176 с.
10. Лукьянов В. В. Безопасность дорожного движения / В.В. Лукьянов. – М: Транспорт, 2000. – 75 с.

11. Россинский Б.В. О безопасности дорожного движения: комментарии / Б. В. Россинский. – М.: Транспорт, 2003. – 104 с.
12. Залуга В.П. Оборудование автомобильных дорог для безопасности движения ночью / В.П. Залуга. – М.: Транспорт, 2003. – 154 с.
13. Организация и ведение АСДНР: учебник / В.А. Федорук и др. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2004. – Ч. 1–2. – 361 с.
14. Шойгу С.К. Учебник спасателя / С.К. Шойгу. – М.: МЧС России, 1997. – 215 с.
15. Справочник спасателя. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий ДТП: книга 11. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. – 196 с.
16. Растрингин Л.А. Случайный поиск в задачах оптимизации многопараметрических систем / Л.А. Растрингин. – Рига, Зинатне, 1965. – 280 с.
17. Карионов Ю.И. Оценка точности матрицы высот SRTM / Ю.И. Карионов // Геопрофи. – 2010. – № 10. – С. 48–51.
18. Васильева А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.
19. Абрамов А.И. Место транспорта в системе общественного производства / А.И. Абрамов. – М.: Высшая школа, 1982. – 79 с.
20. Абрамов С.И. Организация инвестиционно-строительной деятельности / С.И. Абрамов. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1999. – 222 с.
21. Андрианов А.М. Желание есть. А возможности? / А.М. Андрианов // Автомобильные дороги. – 2001. – № 1. – С. 12–16.
22. Аньшин В.М. Инвестиционный анализ / В.М. Аньшин. – М.: Дело, 2001. – 280 с.
23. Грачева М.В. Анализ проектных рисков. – М.: Финстатинформ. – 1999. № 3. – С. 120–144.
24. Виханский О.С. Стратегическое управление / О.С. Виханский. – М.: Тардарини, 1999. – 296 с.

25. Артеменко В.Г. Финансовый анализ / В.Г. Артеменко, М.В. Беллендир. – М: Дело и Сервис, 2000. – 210 с.
26. Баканов М.И. Теория экономического анализа: учеб. / М.И. Баканов, А.Д. Шеремет; 4-е изд. перераб. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 284 с.
27. Беляков Г.С. Оптимизация при подготовке перспективных инвестиционных решений в дорожном хозяйстве / Г.С. Беляков // Автомобильные дороги. – М.: Информ. Сб-к. Информавтодор, 1999. – Вып. 10. – 68 с.
28. Акимов В.А. Основы анализа и управления рисков в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радев. – М.: Деловой экспресс, 2005. – 352 с.
29. Бусленко Н.П. Метод статистического моделирования / Н.П. Бусленко. – М.: Статистика, 1970. – 112 с.
30. Грачева М.В. Анализ проектных рисков / М.В. Грачева. – М.: Финстатинформ, 1999. – 254 с.
31. Кузьмин В.А. Краткосрочное прогнозирование катастроф / В.А. Кузьмин // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 6. – С. 89–95 с.
32. Гасилов В.В. Экономическая оценка эффективности создания платных объектов дорожного хозяйства / В.В. Гасилов, С.М. Сахнин // Экономика строительства. – 2000. – № 7. – С. 48–51.
33. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
34. Ильина Н.В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: метод. указание / Н.В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с.
35. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Общие технические требования [Электронный ресурс] / Техэксперт, 2017. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200038802>. Дата обращения: 10.04.2017 г.

36. СНиП 2.05.02-85. Строительные нормы и правила. Конструктивные параметры дороги. Правила дорожного движения. Научно-издательское предприятие. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1994. – 63 с.
37. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – М.: МАДИ, 2007. – 240 с.
38. Организация и безопасность движения: методические указания по выполнению практических работ для студентов всех форм обучения / И.Н. Пугачев. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. – 23 с.
39. Амбрацуман В.К. Причины дорожно-транспортных происшествий / В.К. Амбрацуман // Автомобильный транспорт. – 1998. – № 1. – С. 18–23.
40. Ермаков Ф.Х. Установление непосредственной причинной связи в ДТП / Ф.Х. Ермаков // Российский следователь. – 2008. – № 14. – С. 5–7.
41. Коробеев А.И. Транспортные преступления. Квалификация. Ответственность. Предупреждение / А.И. Коробеев. – Владивосток: ПРИНТ-АРТ, 1992. – 256 с.
42. Васильев А.Н. Тактика допроса при расследовании преступлений / А.Н. Васильев, Л.М. Карнеева. – М.: Издательство «Юридическая литература», 1970. – 208 с.
43. Гаухман Л.Д. Объект преступления: лекция / Л.Д. Гаухман. – М.: Академия МВД РФ, 1992. – 43 с.
44. Глазунов В.Н. Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций / В.Н. Глазунов. – М.: Инфра-М, 1998. – 216 с.
45. Гасилов В.В. Экономическая оценка эффективности создания платных объектов дорожного хозяйства / В.В. Гасилов, С.М. Сахнин // Экономика строительства. – 2000. – № 7. – С. 48–51.
46. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] / Техэксперт, 2017. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001026>. Дата обращения: 01.06.2017 г.

47. Гришагин В.М. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности: учебно-методическое пособие / В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов. – Юрга: изд. Филиал ТПУ, 2002. – 678 с.

48. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] / Техэксперт, 2017. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>. Дата обращения: 01.06.2017 г.

49. Собурь С.В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий/ С.В. Собурь. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 326 с.

50. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс] / Техэксперт, 2017. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901704046>. Дата обращения: 29.05.2017 г.