



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

На тему Анализ неблагоприятных климатических условий для
автотранспорта в Тверской области

Исполнитель Зорин Андрей Юрьевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Кашлева Лариса Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич

(фамилия, имя, отчество)

«06 06 2019 г.»

Санкт-Петербург
2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Влияние метеорологических факторов на работу автомобильного транспорта	6
1.1 Погодно-климатические условия и состояние дорог в различные периоды года	6
1.2 Влияние метеорологических факторов на автомобиль, водителя и безопасность движения	7
1.2 Влияние метеорологической дальности видимости на безопасность движения автотранспорта	10
1.2.1 Влияние гололеда на работу автомобильного транспорта	12
1.2.2 Снегоперенос и его влияние на условия движения автотранспорта	13
1.2.3 Влияние песчаной бури на работу автомобильного транспорта	15
1.2.4 Влияние молнии и грома на работу автомобильного транспорта	18
1.2.5 Влияние града на работу автомобильного транспорта	21
1.2.6 Влияние шквала на работу автомобильного транспорта	25
2. Физико-географическое и климатическое описание Тверской области	27
2.1 Физико-географические особенности Тверской области	27
2.2 Климатические особенности Тверской области	31
3. Методы оценки влияния метеофакторов на скорость движения автотранспорта	36
3.1 Понятие расчетной скорости и коэффициента обеспеченности расчетной скорости	36

3.2 Коэффициент обеспеченности расчетной скорости	40
3.3 Методика оценки совместного влияния метеофакторов на обеспечение расчетной скорости	42
3.4 Функции распределения неблагоприятных для работы автотранспорта метеорологических факторов	45
4. Экономическое обоснование параметров дороги	49
4.1 Скорость и суммарные приведенные затраты	49
4.2 Методика определения средней скорости транспортного потока с учетом погодных-климатических условий	49
4.3 Скорость как экономический показатель функционирования дороги	51
Заключение	52
Список использованной литературы	54
Приложение 1	60
Приложение 2	61
Приложение 3	62
Приложение 4	63
Приложение 5	64
Приложение 6	67

ВВЕДЕНИЕ

Климат и погода существенно влияют на состояние поверхности дороги, с которой взаимодействует автомобиль, на узлы и системы автомобиля, на физическое и психическое самочувствие водителя.

Климатические и качественные показатели работы представляются состоянием и степенью развития дорог. Поэтому без развития и совершенствования дорожной сети невозможно повысить эффективность ее работы и гарантировать ее надежность при любых погодных условиях и в любое время года.

Исследованием влияния климатических и погодных условий на состояние дорог, режим и безопасность движения начал заниматься А.П. Васильев в 1995 году. Данную проблему изучали и другие - проф. Г.Д. Дубелир, А.К. Йоргсилва, В.Ф. Бабков, И.В. Хомяк.

После первых экспериментов первые результаты показали, что погодные и климатические условия оказали значительное влияние на движение транспортных средств. Уменьшение влияния климата на выбор и определение геометрических параметров, а также влияние способов, которыми регулируются рабочие характеристики, методы работы и движения на автомобильном транспорте, приводит к значительно более низкой окупаемости средств, вложенных в строительство для обслуживания дорог, и снижению скорости транспортного средства, чем предполагалось из-за ограничений на передвижение и заторы из-за неблагоприятных погодных условий. Таким образом, существует проблема повышения надежности дорожного движения в течение всего года, а также разработки методов проектирования для повышения скорости и безопасности движения транспортных средств. Во время следующего пробега дороги скорость движения транспорта является одной из важнейших экономических характеристик его эксплуатации. Решающий этап, это этап проектирования,

который определяет технический уровень дороги и ее транспортные и эксплуатационные характеристики. Когда все решения приняты, оценены и обоснованы, они гарантируют удобство и безопасность движения в реальных дорожных условиях.

Чтобы решить эти проблемы, необходимо иметь методы оценки и изменений технических характеристик и состояния дорог в разных климатических условиях. Методы принятия решений и обоснования для определения негативного воздействия климата и содержания дорог с учетом влияния климата на условия движения являются качественным и количественным объяснением характера и моделей изменений параметров и характеристик дорог, транспортных средств и водителей под воздействием климатических факторов, и общее влияние на режим и безопасность движения.

Эта проблема особенно важна для экономически развитых регионов страны, где неблагоприятные погодные условия могут быть высокими.

Цель работы: анализ неблагоприятных для автотранспорта погодноклиматических условий на автотрассе Санкт-Петербург – Москва, которая проходит по Тверской области.

Структура работы. Выпускная работа квалификационная работа на 64 страницах. Состоит из введения, 4 глав, разделенных на подглавы, заключения, списка использованных источников.

В первой главе описывается влияние метеорологических факторов на работу автомобильного транспорта, а именно гололеда, града, шквала, снегопереноса, песчаной бури, грома и молнии.

Вторая глава посвящена описанию Тверской области, то есть физико-географическое и климатическое описание.

Методы оценки влияния метеофакторов на скорость движения автотранспорта рассматриваются в третьей главе. В последней главе рассматривается экономическое обоснование параметров дороги.

1 ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДВИЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

1.1 Погодно-климатические условия и состояние дорог в различные периоды года

В системе «водитель - автомобиль - дорога - среда» среда оказывает наибольшее влияние на дорогу. Поэтому в неблагоприятных погодных условиях режим и безопасность движения зависят от дорожных условий и восприятия водителем условий дорожного движения. Направление движения, направление движения, видимость пути на расстоянии, необходимом для безопасной остановки, правильная оценка состояния покрытия, влияние ветра, понимается как режим движения по дорогам. После выявления этих факторов водитель выбирает режим вождения в зависимости от психофизической ситуации. Поэтому режим движения транспортных средств по сезонам года может быть разным. С точки зрения условий движения автомобилей к зимнему можно отнести период с момента устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 0°C. На территории России продолжительность зимнего периода колеблется от нескольких дней до 260 и более.

Зимой условия вождения определяются рядом климатических и метеорологических факторов: солнечная радиация, низкая температура, облачность, туман, осадки, ветер, метель и гололедом. Переходные периоды включают весенние и осенние периоды. За начало весны принят весенний переход средней суточной температуры воздуха через 0°C. За конец весны принят такой же переход, но через 15°C. Первая половина весны характеризуется ранними переходами от нагревания к охлаждению. От сухой погоды к дождливой. В целом продолжительность весеннего периода

колеблется от 30 до 120-125 суток. Большинство признаков весеннего переходного периода также являются особенностью осеннего переходного периода. За конец лета и начало осени принят осенний переход средних суточных температур через 15°C , т.е. период с момента указанного перехода до дальнейшего понижения температуры и перехода ее среднесуточных значений через 0°C . Осенью увеличивается пасмурность, идут частые морозящие обложные дожди, пронизывающие ветра. Во второй половине осени температура воздуха часто переходит через 0°C , начинаются морозы, выпадает снег, который несколько раз тает. Общее количество осадков осенью меньше, чем летом, но их продолжительность намного больше. Осенний переходный период примерно в два раза длительнее весеннего от 65-70 суток, в Среднем Поволжье до 110-120 суток на Крымском побережье. Поэтому переходные периоды в годовом цикле охватывают значительную часть времени. В России их продолжительность уменьшается по мере удаления от моря и составляет от 70 до 120 дней. В регионах с континентальным климатом количество осадков в эти периоды значительно меньше, и период между положительной и отрицательной температурой происходит быстро. Летний период ограничен датами перехода среднесуточной температуры к 15°C в периоды подъема и падения. Летом значительно увеличивается объем осадков. Однако, как правило, их продолжительность меньше чем зимой и осенью. Это играет положительную роль при испарении влаги с поверхности дороги.

1.2 Влияние метеорологических факторов на автомобиль, водителя и безопасность движения

Погодные и климатические факторы существенно влияют на системы безопасности транспортных средств и их надежность. Таким образом, остаточная деформация возникает в автомобильных шинах и резине и под нагрузкой при низких температурах. Потеря упругости шинами ухудшают их

сцепление с поверхностью покрытия, в результате чего важно буксование ведущих колес даже на равных участках обледенелой или укатанной дороги.

В автомобилях с пневматическими тормозами накопление и замерзание конденсата воды в инструментах тормозной системы приводит к отказу в процессе. Неисправности тормоза часто возникают, когда вода попадает в тормозные колодки.

Видимость дороги значительно ухудшается из-за снега, попадающего на ветровые стекла и зеркала, из-за образования на них льда во время сильных морозов. Для обеспечения безопасности при вождении в условиях тумана на автомобилях северного дизайна устанавливаются транспортные средства с противотуманками и двойные ветровые стекла с вентиляционными отверстиями.

Погодные условия оказывают значительное влияние на общий психофизиологический статус человека, участвующего в дорожном движении, включая водителя и пешехода. Оборудование для водителей и пешеходов зависит, например, от погодных условий, которые препятствуют движению и снижают их чувствительность зимой.

В процессе производства на человека влияют различные метеорологические факторы: температура, влажность, радиация; Они имеют различные комбинации и оказывают значительное влияние на производительность.

Если выработка тепла превышает теплопередачу, у людей при низких температурах поддерживается нормальная производительность. При падении температуры тела не возникает «дефицита тепла». Одной из причин снижения производительности при низких температурах является испарение влаги из организма человека. Понижение температуры происходит из-за потоотделения, что является не только физической нагрузкой на организм, но и ряда нервных факторов, возникающих при управлении автомобилем.

Зимой суровые условия вождения могут усугубляться неблагоприятными погодными явлениями, такими как туман, снежная буря, ледовые и снежные отклонения, которые ухудшают видимость дороги.

Низкие температуры также влияют на работу автомобиля, создавая дополнительный нервно-эмоциональный стресс у водителя, способствуя развитию предыдущей усталости.

В южных регионах страны условия труда не благоприятны из-за высокой температуры воздуха, низкой влажности и интенсивного солнечного излучения. В неблагоприятных погодных условиях водителю намного сложнее выполнять свои обязанности, связанные с безопасностью движения, в соответствии с надлежащими условиями. Особенно опасны первые часы после изменения погоды. Хотя метеорологические факторы меняют условия движения, оно не мгновенное, человек реагирует на эти изменения с небольшой задержкой. Как правило, после кратковременного дождя водители не снижают скорость движения, даже если они знают, что тормозной путь значительно увеличивается на мокрой дороге.

Анализируя влияние метеофакторов на режим и безопасность движения, следует отметить, что некоторые метеорологические факторы влияют на дорогу и само транспортное средство - дождь, снег, ветер; вторые ограничивают чувствительность и восприятие водителя - облачность, туман, дымка, а другие влияют на психофизиологические функции водителя, опасно увеличивая время реакции или отвлекая - это атмосферное давление, влажность и температура воздуха.

Было установлено, что усложнение метеорологической ситуации способствует значительному увеличению аварийности, что позволяет повысить безопасность и эффективность грузоперевозок, не только обеспечить механическую устойчивость транспортного средства при различных условиях вождения, но и оптимальное психофизическое и эмоциональное состояние водителя..

1.2 Влияние метеорологической дальности видимости на безопасность движения автотранспорта

Видимость - одно из важнейших условий определяющее безопасность движения. Безопасное вождение на высокой скорости возможно только в том случае, если водитель видит хорошее расстояние от дороги, чтобы выполнить необходимые маневры. Явления, которые уменьшают видимость, туман, сильный дождь, снегопад, снежный заряд, морось и пыль (песчаные бури).[2].

Большая часть туманов на 55-65% характеризуется видимостью на 50-500 метров ниже допустимых норм в условиях вождения автомобиля.

При изучении влияния видимости и безопасности на некоторые характеристики транспортных средств, на которых он основан, некоторые авторы получили аналитические выражения для таких эффектов. Поэтому, согласно одним из условий безопасности дорожного движения является достаточная видимость дорожного объекта, которая не должна быть меньше, чем тормозной путь транспортного средства, в зависимости от скорости транспортного средства, эффективности торможения и сцепления транспортного средства с поверхностью дороги. В отличие от этого, диапазон видимости объекта пути связан с коэффициентом метеорологической видимости:

$$S_{ВТО} = (\ln K / \epsilon) / (3 / S_m + 4,35 / \sqrt{Q}), \quad (1.1)$$

где K - истинный контраст объекта с фоном;

ϵ - порог контрастной чувствительности на границе видимости;

S_m - метеорологическая дальность видимости (МДВ);

Q - площадь объекта.

Важной особенностью безопасности движения является критическое значение скорости движения в условиях ограниченной видимости со следующими показателями

Оценка зависимости безопасной скорости от метеорологической дальности видимости показала, что когда дальность метеорологической видимости колеблется от 50 до 500 метров, безопасная скорость движения снижается в 3-4 раза (от 75 до 25 км / ч).

Влияние дальности метеорологической видимости особенно заметно при меньших и равных значениях в 300 метров. Уменьшение МДВ с 300 до 100 метров снижает безопасную скорость движения на 45%. Там, где видимость падает ниже 300 метров, необходимо принять специальные меры для обеспечения безопасности дорожного движения. Ежегодные и ежедневные изменения условий ограниченной видимости оказывают значительное влияние на режим движения. [3]

Год можно разделить на холодный период с октября по март и теплый период, включая другие месяцы. В холодный период видимость на 500 метров или менее в течение дня может наблюдаться с максимальной частотой, наблюдаемой в течение видимых часов (от 6-7 до 9 часов) или утренних и ночных часов.

Летом ежедневное изменение повторяемости этой видимости значительно снижается. Кривые суточного хода имеют максимально резкий пик, а повторяемость видимости равна 500 метрам, рассчитанным на 4-6 часов. Дневная (после 12 часов) видимость всегда выше 500 метров.

Естественно, что средняя непрерывная продолжительность видимости 500 метров и менее, которая характеризует устойчивость МДВ, значительно больше в холодный период. Продолжительность МДВ 500 метров и менее, равная 1 час, в этот период составляет всего 35%, в то время как в теплый период при тех же условиях она отмечается в 50% случаях. В холодный период в 5 % случаев продолжительность ограниченной видимости (50 метров и менее) превышает 10 часов, летом в дневные часы в тех же 5% случаев более 7 часов. Ограниченное время видимости 500 метров или меньше в холодный период составляет 3,9 часа, в жаркий период - 3,1 часа.

Поэтому в холодное время года должна быть налажена борьба за безопасность движения. Особенно опасны утренние часы (до 12 часов). В летние месяцы можно не опасаться негативных условий дня.

1.2.1 Влияние гололеда на работу автомобильного транспорта

Прямой угрозой для автотранспорта является гололедица. Образование ледяной корки на поверхности не создает благоприятных условий для флотации. Обледенение дорожных покрытий представляет собой особую угрозу для вождения, поскольку оно значительно снижает качество сцепления дорожного покрытия на обледенелых дорогах, поскольку дорожный лед в 5-10 раз ниже, чем когда дорога остается сухой. Для оценки воздействия льда было рекомендовано значение коэффициентов адгезии со скоростью 20 км / ч.[1]

Анализ значений показывает, что коэффициент ϕ_{20} для всех типов ледяной дороги снижается в 5-10 раз. Наибольшее снижение комбинированных свойств наблюдается на дорогах с цементобетонным покрытием.

В случае обледенения тормозной путь значительно увеличивается, что редко является причиной дорожно-транспортных происшествий и аварий. В нашей стране 50,6% дорожно-транспортных происшествий связаны со льдом [4]. Согласно приблизительным расчетам, снижение скорости в 2-2,5 раза снижает производительность автомобиля на 30-40% [5] и увеличивает себестоимость перевозок на 25-30%. Поэтому существующие работы и строительство новых дорог требуют специального изучения о возникновении негативных метеорологических условий, особенно ледовых. Анализ имеющихся карт гололедного режима показывает, что повторяемость и плотность льда зависят от формы рельефа, подверженности склонам и высоте земли над уровнем моря. Это определяет сложную структуру распределения количества ледяных дней в нашей стране. Особенности

пространственно-временного распределения морозов в России имеют большое значение для наземного транспорта . Результаты анализа карт показывают, что существует большое разнообразие в конфигурации и размерах области, где лед появляется одновременно в области каждого макрорегиона. Это объясняется разнообразием синоптических условий вызывающих образование гололеда, а так же влиянием рельефа. Метеорологической службе автомобильного транспорта необходимо знать возможность встречи со льдом в этой точке .

1.2.2 Снегоперенос и его влияние на условия движения автотранспорта

В связи со снежными заносами снеготранспортные работы имеют большое практическое значение. Для проектирования автомобильных дорог, а так же для правильной организации защиты последних от снежных заносов проводилось районирование территории России по снегопереносу.

Первая попытка бывшего СССР сделать зонирование европейских земель по снежным заносам дорог началась еще в 30х годах. Намного позже Г.Д. Рихтера планировал разделить территорию бывшего Советского Союза для рассеивания снежных заносов [6]. В последнее время в ГГО выполнены работы по изучению повторяемости метелей на территории России.

Для определения мощности сооружений, предназначены для защиты дорог от снежных заносов, требуются количественные характеристики снегозащиты. В настоящее время мощность сооружений, предназначенных для защиты автомобильных дорог от сильных заносов, проектируется в соответствии с требованиями технических условий проектирования автомобильных дорог. При этом основные требования сводятся к следующему:

- 1) снегозащитные ограждения, в зависимости от их прочности, должны обеспечивать защиту от суммы всего снега, получаемой зимой

2) Степень снегопада для отдельных участков дороги определяется путем измерения площади поперечного сечения снежных отложений, собранных в зимние месяцы, непосредственно со снежными щитами.

В случае отсутствия данных обмера снежных отложений расчетная снегозаносимость определяется по наибольшему числу перестановок щитов на участке;

3) Во время смены и на новых линиях расчет снегопада основан на данных с соседних автомагистралей [7].

Выбор правильной и разумной защиты от снегопереноса может значительно снизить затраты на контроль прибыли и обеспечить качественное движение транспортных средств во время снежной бури.

Наблюдения за переносом снега на автомагистралях позволили установить связь между скоростью ветра и плотностью переноса снега. Плотность снегопереноса называется количеством снега в граммах, перпендикулярном направлению ветра и в минуту шириной 1 см и высотой 200 см.

Исходя из гипотезы, что плотность массопереноса снега пропорциональна энергии ветра:

$$i = K \frac{mV^2}{2} \quad (1.3)$$

$$\text{где } m=gFV \quad (1.4)$$

Д. М. Мельник [7] предложил следующую формулу для расчета плотности переноса снега:

$$i=Cv^3 \quad (1.5)$$

где С - коэффициент пропорциональности, определяемый опытным путем;

V - скорость ветра по флюгеру в м/сек по флюгеру.

C-размерность принятого коэффициента и полученная скорость ветра на расстоянии 11 метров варьируются от 0,012 до 0,013 при скорости ветра 6-20 м / с.

Имея данные по интенсивности переноса снега и продолжительности метелей, можно определить количество переносимого снега, за любой промежуток времени. Годовое количество переносимого снега будет равно:

$$S = 0,02 \sum_1^n it \text{ (м}^3\text{/пог.м)}, \quad (1.6)$$

где t - продолжительность переноса снега в часах; n- число случаев с различными интенсивностями.

1.2.3 Влияние песчаной бури на работу автомобильного транспорта

Пыль или песчаная буря - это перенос ветра в слое пыли на расстоянии нескольких футов от поверхности пыли, что приводит к значительному уменьшению горизонтальной видимости (на уровне 2 метров она составляет 1—9 км, порой несколько сотен и даже десятков метров). С этим явлением пыль поднимается и распространяется по большой площади.

В зависимости от типа почвы, удаленные объекты могут быть красноватыми, желтоватыми или сероватыми при возникновении песчаных бурь.

Пыльные бури возникают на сухих почвах и при скорости ветра выше 10 м /с. Обычно это происходит летом, но при отсутствии осадков зимой и при быстром высыхании почвы. Наиболее характерны для пустынь и полупустынь, однако при сильных летних засухах охватывают и лесостепные и лесные районы. Горизонтальная площадь песчаной бури может варьироваться от нескольких сотен метров до тысяч километров.

Продолжительность песчаных бурь варьируется от нескольких секунд до нескольких дней.

Основной причиной образования пыльных бурь является турбулентность, которая накапливается ветровой структурой и способствует подъему частиц пыли и песка с поверхности земли. В этом случае он играет основную роль в степени вертикальной неустойчивости воздушной массы, в которой развивается пыльная буря. Сильный нагрев нижних слоев воздуха в летние дни приводит к значительному увеличению температурных градиентов на высоту 1-1,5 км и в пустыне 2-2,5 км. Конвективная смесь, распространяющаяся на этих высотах, имеет тенденцию распределять частицы песка и пыли, поднимающиеся с поверхности земли по всему слою. Мелкие частицы, образующие туман, могут быть очень высокими, более тяжелые имеют меньшую высоту подъема и быстро падают на поверхность земли.

Прогнозирование пыльных бурь сводится к прогнозированию сильного ветра с учетом характеристик подстилающей поверхности: общего состояния, растительности и закрепления верхнего слоя почвы. Содержание влаги в почве играет важную роль: при длительных засухах даже верхние слои черноземов дуют от сильных ветров, называемых чёрными бурями. При оценке пыльных бурь учитываются также суточные и годовые изменения различных синоптических процессов и распределения в разные сезоны.

Песчаные бури наносят ущерб сельскому хозяйству, засыпая посевах и разрушая поверхностный слой почвы на больших площадях.

Продолжительность пыльных бурь и видимость между ними называют несколько типов этого атмосферного события::

Кратковременные пыльные бури с относительно небольшим искажением видимости. Этот тип бури вызывает локальные изменения скорости и направления ветра. Продолжительность не более 30 минут, горизонтальная видимость 3-4 км, иногда до 6-10 км. Такие пыльные бури часто сопровождаются пыльным поземком.

Кратковременная пыльная буря с сильным ухудшением видимости. По длительности сходны с пыльными бурями первого типа, однако горизонтальная видимость значительно ухудшена (до нескольких сотен и даже десятков метров). Начало такого рода песчаных бурь довольно внезапное - в спокойную погоду скорость ветра резко возрастает, и одновременно с этим проносятся облака пыли различной вертикальной мощности. После первого внезапного ухудшения скорость ветра постепенно увеличивается до 1-2 км, хотя продолжает увеличиваться. Этот вид песчаной бури вызван сильными ветрами, которые возникают в результате прохождения штормовых очагов или резких холодных фронтов второго вида. Когда кучево-дождевые облака находятся на горизонте под облаками, серый пыльный занавес может быть признаком приближения такой песчаной бури.

Длительные и пульсирующие пыльные бури с преобладанием относительно небольшого ухудшения видимости (2—4 км). Горизонтальная видимость колеблется на больших площадях. Продолжительность таких пыльных бурь варьируется от нескольких часов до нескольких дней. Они происходят в условиях устойчивого барического поля с большими барическими градиентами.

Длительные и сильные пыльные бури с уменьшением видимости до 500—1000 м, в начальной стадии — до нескольких десятков метров. Эта песчаная буря характеризуется большим горизонтальным и вертикальным размером, а также однородным темно-серым фоном. Обычно они длятся менее 2—4 часов. Колебания видимости происходят на общем фоне значений плохой видимости.

Некоторые источники в качестве отдельного типа пыльной бури называют пыльный позёмок — перенос пыли ветром с поверхности земли в слое 0,5—2 м, не приводящий к существенному ухудшению видимости. [8]

1.2.4 Влияние молнии и грома на работу автомобильного транспорта

Дожди часто сопровождаются штормами в летние дни. Это название означает целый комплекс метеорологических событий. Самый известный это гром и гром . Молния - это гигантская электрическая искра, которая течет между соседними облаками или между облаком и землей. При электрическом разряде генерируется большое количество энергии, расходуемой на нагрев воздуха в узком канале - путь распространения электрического разряда. Из-за быстрого нагрева воздух резко расширяется. Там ударная волна. Эта волна воспринимается наблюдателем как звук, называемый громом.

Разряд возле молнии наблюдателя вызывает одиночную оглушительную молнию. От удаленной молнии слышится более длительное раскатистое грохотание. Следующие за основным ударом раскаты вызваны отражением звука от неровностей земли, строений, границ леса, облаков и т.д.

Удар молнии может вызвать серьезные проблемы. Его разрушительный эффект связан с выделением тепловой энергии, из-за которой деревья, дома, башни могут воспламениться и даже взорваться. Он обеспечивает молниезащиту (иногда не совсем так называемые молниеотводы), чтобы предотвратить попадание молнии на высокие дома и конструкции - металлические прутки с надежным проводящим соединением с землей.

В дополнение к обычной линейной (или зигзагообразной) вспышке молнии редко наблюдаемая шаровая молния - как шар, который плавает в воздухе над наблюдаемой почвой и взрывается во время столкновения с твердым объектом.

Грозы наблюдаются при сильных кучево-дождевых облаках. Их легко отделить от облаков других типов, они имеют характерную форму (сильно вытянутую вертикально и заканчивающуюся холмом, похожим на наковальню) и темного цвета. В этих облаках воздух быстро поднимается, вызывая капли дождя и создавая условия для разделения электрических зарядов, что в конечном итоге приводит к молнии.

Приблизительно две тысячи гроз одновременно в мире одновременно бушуют. На земле преобладают летние грозы, а в океане - зимние.

Откуда берется молния?

Молния - это мощная искра между облаками или между облаком и земной поверхностью.

Известно, что электрический заряд возникает при трении. Как мы знаем, облака состоят из кристаллов льда и пыли, которые движутся друг с другом, трутся друг о друга и таким образом накапливают электричество.

Нагрузка накапливается в облаке, пока она не станет очень сильной. Затем между двумя облаками или между облаком и землей возникает сильный искровой разряд с очень большим естественным конденсатором (накопителем электроэнергии). Ну и отголосок грозового разряда - молния.

Опасен ли гром?

Гроза - одно из самых ярких атмосферных явлений.. Грозы чаще обычно возникают, когда воздух горячий и влажный и обычно длится один или два часа. Гроза начинается, когда в небе появляются большие кучевые облака. Редко гроза обходится без молнии. Причиной молнии является электричество, накопленное в грозовых облаках. Молния может бегать от

облака к облаку и падать на землю. Гром и молния происходят одновременно, но свет движется быстрее звука, поэтому мы сначала видим молнию и слышим гром со звуком.

Гроза не обходится без грома — отголоска молниевых разрядов. Но гром, в отличие от молнии, не опасен: он раздается, когда электрический разряд уже иссяк. Итак, гром - это грохот произведенного молнией взрыва. Молниеносная искра в миллионы вольт сопровождается выделением большого количества тепла. Воздух на пути молнии сразу же становится горячим, а объем увеличивается. Звук эхообразного разряда отражается от поверхности земли и облаков. Это то, что мы воспринимаем как гром. Если молния дует слишком сильно, звук грома похож на грохот взрыва или залп из ружья. Мы слышим гром, потому что вспышка молнии мигает в 5 раз больше, чем температура солнца в воздухе.

В 18 веке американский государственный деятель, писатель и ученый Бенджамин Франклин доказал электрическую природу молнии, выпустив воздушного змея во время шторма, и изобрел громоотвод.. [9]

1.2.5 Влияние града на работу автомобильного транспорта

Град – природное явление, известное из личного опыта практически каждого жителя планеты, из фильмов или страниц печатных изданий. В то же время очень немногие люди думают о похожих осадках, о том, как они образуются и опасны ли они для людей, животных, сельскохозяйственных культур. Например, средневековые жители так боялись выпавшего с неба льда, что даже если были косвенные признаки, они начали бить тревогу, звонить и бросать пушки.

Даже сейчас, в некоторых странах, специальные покрытия культур используются для защиты урожая от проливных дождей. Современные крыши разработаны с большей устойчивостью к полному шторму, и владельцы транспортных средств всегда стараются защитить свои транспортные средства от удара бомбардировочного гестера. Опасно ли это для природы и человека?

На самом деле такие меры предосторожности далеко не беспричинны, ведь крупный град действительно может нанести серьезный ущерб имуществу и человеку. Даже небольшие куски льда, падающие с большой высоты, приобретают значительный вес, и воздействие на любую поверхность совершенно очевидно. Ежегодно такие осадки уничтожают 1% всей растительности на планете, а также наносят серьезный ущерб экономике разных стран. Общая сумма убытков составляет более 1 миллиарда долларов в год.

Также следует помнить, чем опасен град для живых существ. В некоторых областях вес падающего льда достаточен, чтобы ранить или даже убить животное или человека. Есть случаи, когда градинки протыкали крыши автомобилей и автобусов и даже крыши домов.

Чтобы определить степень опасности льда и реагировать на стихийные бедствия с течением времени, следует провести более детальное исследование и принять основные меры как естественное явление. Град: что это?

Град – это разновидность ливневых осадков, которые возникают в дождевых облаках. Сосульки могут образовывать круглые шарики в виде или края не являются гладкими. Наиболее распространенный белый горох плотный и непрозрачный. Чаще всего это горошины белого цвета, плотные и непрозрачные. Сами же градовые облака характеризуются темно-серым или пепельным оттенком с рваными белыми концами. От размера тучи зависит процентная вероятность выпадения твердых осадков. корость твердых

осадков зависит от размера облака. Его толщина составляет 12 км, около 50%, но когда он достигнет 18 км, он будет заполнен.

Размер льда непредсказуем - некоторые могут походить на маленький снежный ком, некоторые могут достигать нескольких сантиметров в ширину. В Канзасе с неба виднелась самая большая горошинка диаметром 14 см и весом 1 кг.

Могут сопровождать град осадки в виде дождя, в редких случаях – снега. Также есть громовой шум и звуки молнии. В заранее определенных регионах смерч или торнадо могут возникать вместе с сильным градом.. Когда и как происходит град?

Чаще всего град образуется в жаркую погоду в дневное время, но в теории он может появляться до -25 градусов. Это можно увидеть как раз перед тем, как выпадет дождь или другие осадки. После осадков или снегопадов наблюдаются очень редкие осадки, и такие условия являются скорее исключением, чем правилом. Этот вид осадков невелик - обычно все заканчивается через 5-15 минут, после чего можно наблюдать хорошую погоду и даже яркое солнце. Однако за это короткое время падающий слой льда может достигать толщины в несколько сантиметров.

Кучевые облака, где происходит формирование града, состоят из нескольких отдельных туч, расположенных на разной высоте. Поэтому верхняя часть выше пяти километров над землей, остальные очень низки и видны невооруженным глазом. Иногда эти облака похожи на воронки.

Опасность града заключается в попадании мелких частиц песка, мусора, соли, различных бактерий и микроорганизмов в лед, причем не только в воду, но и в достаточно легкую, чтобы попасть в облако. Они связаны с помощью замороженного пара и становятся большими шарами, которые могут достигать рекордных размеров. Такие заполненные камни иногда

поднимаются в атмосферу несколько раз и собирают больше компонентов и падают обратно в облако.

Чтобы понять, как образуется град, достаточно посмотреть на одну из упавших градин в разрезе. Структурно он напоминает лук, в котором прозрачный лед меняется с полупрозрачными слоями.. Во вторых и находится различный «мусор». Из любопытства можно посчитать количество таких колечек – это то, сколько раз кусок льда поднимается и опускается, переключаясь между верхними слоями атмосферы и дождевым облаком.

Причины появления града

В жаркую погоду горячий воздух поднимается вверх, уволачивая за собой и частички влаги, которые испаряются из водоемов. Они медленно охлаждаются в процессе подъема и становятся конденсатом при достижении определенной высоты. От него и получаются облака, которые скоро идут дожди или принимают настоящий ливень. Итак, если в природе такая простая и чистая циркуляция воды, почему бывает град?

Град бывает потому, что в особо жаркие дни горячий воздух течет до высоты, где температура падает ниже нуля. Переохлажденные капли, превышающие порог 5 км, превращаются в лед, а затем выпадают в виде дождя. В то же время, требуется более миллиона микроскопических частиц влаги даже для небольшого образования гороха, и скорость воздушного потока должна превышать 10 м / с. Именно они и удерживают градину внутри облака на протяжении длительного времени.

Если воздушные массы не могут выдержать вес кусочка льда, заполненные камни падают с высоты. Более того, не все дойдут до земли. Маленький лед успеет растаять на дороге и выпасть в виде дождя. Поскольку это требует

совпадения очень небольшого числа факторов, его естественное полное событие происходит очень редко и только в определенных регионах.

Как избежать большого града: меры

Когда вы видите его полностью на дороге, важно помнить, что это опасное и непредсказуемое природное явление, которое может представлять серьезную угрозу для жизни и здоровья. Даже мелкий горошек, попадающий в кожу, может оставлять синяки и ссадины, а когда большая масса попадает в голову, человек может потерять сознание или получить серьезные травмы.

В начале лед может быть немного меньше, и за это время вы должны найти подходящее укрытие. Так что, если вы находитесь в транспортном средстве, вы не должны выходить на улицу. Попробуйте найти закрытую парковку, гараж или стоять под мостом. Если это невозможно, припаркуйте автомобиль на обочине дороги и отойдите от окон. С достаточным размером вашего транспортного средства, лягте. В целях безопасности закройте голову и откройте кожу пальто или вуалью, по крайней мере, закройте глаза руками.

[10]

1.2.6 Влияние шквала на работу автомобильного транспорта

Шквал - это резкое усиление ветра в течение короткого времени, сопровождающееся изменением его направления. Скорость ветра при шквале нередко превышает 20—30 м/с. Обычно шквал длится несколько минут. Иногда наблюдаются повторные порывы ветра. При шквалах происходит скачок атмосферного давления (на барограмме характерный зубец—грозовой нос), наблюдается быстрое снижение относительной влажности и температуры. Шквал в основном сопровождается ливнем и грозой.

Различают внутримассовые и фронтальные шквалы. Внутримассовые шквалы связаны с сильными конвекционными облаками - кучево-

дождевыми облаками, возникающими в холодных, неустойчивых слоистых воздушных массах на суше или в жаркую летнюю погоду. Фронтальные шквалы. связаны в основном с холодными атмосферными фронтами, с предфронтальными кучево-дождевыми облаками. В обоих случаях наблюдается вихревое движение воздуха с горизонтальной осью вращения в облаках и под ними. [11]

Как и в случае с грозой, местоположение важно.. Например, наиболее опасными для ветра местами являются мосты, путепроводы и многополосные автомагистрали. Дорожный просвет с широкими отверстиями по бокам. Хотя есть и другая опасность - части деревьев и обрывки ветра.

Эксперименты на трассе показали, что на автомобиль действовала дополнительная боковая сила около 300 кг при скорости ветра 25 м / с. На мокрой или скользкой дороге достаточно бросить транспортное средство в полосу приближающегося движения или в яму. Чтобы избежать этого, важно учитывать некоторые важные особенности вождения автомобиля в условиях слабого ветра.

Опасность сильного ветра обусловлена как самим ветром, так и другими видами транспорта. В таких погодных условиях наиболее уязвимыми становятся крупные транспортные средства - вагоны, грузовики, автобусы. Например, боковой ветер может в 1,6 раза сдавить автобус с дороги силой более 1,6 тонны.

Поэтому, если вы находитесь на шоссе, постарайтесь найти укрытие, когда начинается ураган, как говорят в открытом поле - автомойки на дороге, или резиновые ящики, или любые участки, покрытые высокими стенами с трех сторон.

Если ветер ловит тебя на большой скорости - помедленнее. Чем выше ограничение скорости, тем больше вероятность того, что автомобиль станет настолько чувствительным к ветру и потеряет контроль над внезапным

воздушным ударом и вы перестанете контролировать ситуацию. [12]

2. Физико-географическое и климатическое описание Тверской области

2.1 Физико-географические особенности Тверской области

Тверская область расположена к западу от Восточно-Европейской равнины. Область находится в 350 км с севера на юг и в 450 км с запада на восток. На севере Тверская область ограничена Вологдой и Новгородом, Ярославлем на востоке и Смоленском, Псковом и Москвой на западе.

Площадь Тверской области — 84200 км². По площади эта область занимает 38 из 83 среди всех субъектов страны. Это примерно 0.5% от всей России. Также Тверская область является самой большой по размерам территории в ЦФО.

Тверская область расположена в бассейне Верхнего Поволжья и в бассейне бассейнов Каспийского и Балтийского морей. Река Волга берет свое начало в Тверской области. Здесь источники питьевой воды созданы для регионов России, Белоруссии, Украины и стран Балтии. Регион обеспечивает около 75% водных ресурсов в Москве. Водные ресурсы Тверской области представлены реками, озерами, водохранилищами и каналами. Главная водная артерия европейской части России - Волга (685 км), Западная Двина (262 км), Медведица (269 км), Межа (259 км), Тверца (188 км), в том числе около 800 рек, длина 10 км. Он имеет. Удивительно (163 км), Темно (142 км). Более 70% общей площади области приходится на бассейн Поволжья. Также в Тверской области находится Селигер, одно из крупнейших озер в центре России. Общее количество озер площадью более 1 га составляет 1.770, крупнейшими из которых являются: Селигер (259,7 кв. Км), Стерж (17,9 кв.

Км), Верхневолжские озера, Великое, Верестово, Пено. Озера занимают примерно половину всего региона в Тверской области, что включает в себя значительное количество запасов пресной воды - около 4,4 км³. В Тверской области насчитывается 8 крупных водохранилищ, в том числе Верхнее Поволжье, Углич, Рыбинск, Вишневолоцк и другие.

Регион является одним из крупнейших в Центральном федеральном округе по лесному покрову. Общая площадь лесов в Тверской области составляет 5062,3 тыс. Га. Леса занимают около половины общей площади области (55%). Область делится на две лесные зоны: хвойно-широколиственные и южную тайгу. Часть леса является источником сырья для промышленного производства. Очень большие лесные массивы являются охраняемыми природными территориями, особенно подходящими для экстенсивного отдыха с богатыми водными ресурсами [14]

Территория области проходит через федеральные железнодорожные и международные и региональные магистрали. Большое значение в регионе зависит от строительства трассы Москва-Санкт-Петербург.

Протяженность дорог общего пользования Тверская область занимает первое место в Центральном федеральном округе и четвертое в стране. Примерно 93% дорог имеют асфальтовое покрытие. 91% пассажиров и 66% грузов перевозятся автомобильным транспортом.

В целом Тверская область характеризуется равнинной местностью, где высокие скалистые равнины и хребты сочетаются с большими волнистыми водно-ледниковыми или плоскими озерно-ледниковыми равнинами.

Более восьмидесяти процентов территории области имеет высоту менее двухсот метров. Доминирующие высоты (около 60% регионов) колеблются от 130 до 180 метров. На западе отдельные анимации (Оковский лес и

Рвеницкие горы) достигают 300 метров и выше. Средняя высота Тверской области составляет около 190 метров. Максимальная высота находится на плато Цнин - 346 метров. Минимальная высота ватерлинии реки Кунья - 72 метра. Амплитуда высот составляет около 275 метров.

Менее 1% площади приходится на равнины (Плокошская). Примерно треть территории занимают равнинные участки (Верхняя Волга, Молого-Шекснинская). Чуть более трети площади возвышенности (Валдай, Овинищенская).

Одной из основных особенностей рельефа является уклон (углы наклона). Она колеблется между 0 ° и 3 ° в пределах Тверской области. Анализ угла наклона показывает, что 97% территории области приходилось на углы наклона меньше градуса, что подтверждает плоскую структуру рельефа.

Общий уклон поверхности, используемой Волгой, Медведицей, Тверцей и другими крупными реками, направлен с запада на восток. Есть также небольшие склоны: в направлении юго-запада, к Западной Двине и Торопе и на севере, используемые Мста и Мологой.

Наибольшее возвышение в Тверской области (одна треть области) - Валдайское нагорье - расположено в центре и западе области. Эта высота представляет собой структуру, состоящую из самостоятельного возрождения и хребтов. Наиболее важными из них являются Цнинское плато, Осташков и Валдайский хребет.

Среди других крупных положительных рельефных форм

Бежецкая гора, Овинищенская гора, Покров-Коноплянский хребет на северо-востоке; Бежецкие хребты и Сонковская горка; Лес на севере области; Хребты в центре Торжокской и Лихославской областей.

Равнины и низменности занимают 32% территории Тверской области. Самое главное - Верхневолжская равнина. Он расположен на юго-востоке. В то же время на северо-востоке можно различить Молого-Шексненскую и Средождоужскую равнины; Вишневолоцкая равнина в центре; Западно-Двинская равнина в юго-западном направлении и Плоскоские равнины к западу от области.

Оползни и оврагообразование влияют на формирование тиснения в Тверской области. В то же время он играет важную роль в развитии улучшенного рельефа речной сети.

Микроклиматические особенности региона связаны с подземными водами, гидрографической сетью, процессами почвообразования и появлением рельефа растительности.

В настоящее время в Тверской области насчитывается 18 метеостанций, вблизи крупных населенных пунктов. На этих станциях, начиная с восьми часов, начиная с трех часов, каждые три часа проводятся измерения влажности и температуры в воздухе, облачность, давление, осадки, температура почвы на разной глубине и т. Д. В Торжке и в городе Торопец в дополнение к актинометрическим наблюдениям измеряется приход солнечного излучения и излучения земной поверхности. В Бологом два раза в день вводились специальные инструменты - радиозонды, которые предоставляют данные о метеорологических элементах на разной высоте в атмосфере, то есть проводят наблюдения в верхних слоях атмосферы.

2.2 Климатические особенности Тверской области

Климат Тверской области умеренно-континентальный, переходный от континентального к более влажному. Тверская область расположена в комфортном для климатических условий районе. Летом среднесуточная

температура составляет + 15-20 ° С, а зимой - 5-15 ° С. Среднегодовое количество осадков от 560 до 720 мм. Среднее количество осадков: над западными склонами Валдайских гор. Фиксированный снежный покров устанавливается в конце ноября - начале декабря, продолжительность снежного покрова составляет 140-150 дней, толщина 40-60 см, максимальная глубина 80 см.

Средние температуры января от -8 до -16 °С, июля +17...+19 °С. Осадков около 600—700 мм в год.

Тверская область - континентальный климат умеренных широт, который часто определяет теплую погоду летом; Летом теплый воздух понижается до 15–20 ° С (днем до 20–25 ° С), а ночью меняются кумулятивные низкие скорости ветра. В такую погоду дожди или ливни обычно видны в середине дня. Зимой континентальный воздух умеренных широт образует умеренно холодный, обычно воздушный, без дождливой погоды при температуре минус 10 - 15 ° С. Очень часто (в 20% случаев) из Атлантического океана в этот регион поступает морской воздух умеренных широт, в результате чего летом он охлаждается до 10-15 ° С, а зимой - до 0-10 ° С. Это сопровождается увеличением осадков и пасмурной погодой.

Из северных и северо-восточных районов Черного и Баренцева морей протекает холодный полярный воздух. Пасмурная погода устанавливается при температуре до 30-40 ° С зимой. Весной полярный воздух вызывает возвращение холода и ночных морозов. Летом - погода постоянно пасмурная, но обыкновенно без осадков, температура ниже +10°С погода.

Время от времени, в 5% случаев, из центрально-азиатских регионов осенью или весной взрывается сухой жаркий наземный тропический воздух. В любое время года это вызывает повышение температуры воздуха: весной - быстрый снегопад, раннее цветение и цветение листьев, а осенью - возвращение тепла "индийским летом". Летом сухая и жаркая погода связана

с приемом тропического воздуха с температурой до 30-35 ° С. Постоянное поступление тропического воздуха может вызвать засуху.

В Тверской регионе, преобладает западно-восточный общепланетарный перенос воздуха. Это объясняет частоту юго-западных и западных ветров. Таким образом, воспроизводимость ветров составляет примерно 35-40%. Восточный ветер как минимум наблюдается в Тверской области - только в 7% случаев. Безветренные условия встречаются в 13% случаев. Среднегодовая скорость ветра составляет 3,6 - 4,3 м / с и демонстрирует незначительные колебания во всем регионе. Сильные ветры очень редки.

Среднегодовая температура воздуха в регионе колеблется от 2,7 до 4,2 ° С. Температура падает с юго-запада на северо-восток. Январские изотермы направлены почти с севера на юг, поэтому западные районы зимой теплые при 20 ° С относительно восточных районов. Июльские изотермы направлены с северо-востока на юго-запад.

В среднем 550 мм, наибольшее количество осадков выпадает в Тверь. Приблизительно 70% общего количества осадков и морозящих дождей, около 20% снега, града и около 10% смешанного снега, дождя и снега. Общее количество осадков в отдельные годы может значительно отличаться от средних значений.

Влажность в Тверской области очень высокая в течение года и колеблется в среднем на уровне 80%. В холодный период относительная влажность выше - 85-90%, летом она падает до 65-70%.

На климат влияют три основных фактора: циркуляция, радиация и условия на подстилающей поверхности.

Смысл радиационного фактора заключается в том, что температурный режим любой области в значительной степени определяется количеством

радиации от солнца. Количество солнечной радиации, поступающей на Землю, является поперечным к Земле. Географическая широта определяет высоту солнца над горизонтом и его долготу. В то же время влияние количества солнечного излучения создает размытость и прозрачность атмосферы.

В период зимнего солнцестояния в Тверской области максимальная высота солнца над горизонтом варьируется от 7 на севере и 12 на юге. В летние месяцы угол падения солнечного света увеличивается на $54-58^\circ$ до 22 июня. Он также варьируется от 6,5 часов до 18 часов в день. В этих условиях поверхность мира получает 3518 МДж / кв. м за квадратный метр в год. Тверская область получает умеренное количество тепла по сравнению с количеством радиации от Солнца в других населенных пунктах страны. Это тепло проникает в мир неравным образом. В декабре месяц приходит всего 29 МДж / кв. м и ток излучения в июне вырос до 620 МДж / кв. м) В зимние месяцы легко подсчитать, что летом в 20 раз меньше энергии, чем летом.

Соотношение солнечного излучения поглощается земной поверхностью, а другое отражается. Отражательная способность земной поверхности характеризуется альбедо. В Тверской области в среднем 37% энергии Солнца проектируется ежегодно. Также зимой из-за снежного покрова зимой альбедо поднимается до 79%. Поглощенное излучение также подвержено любым изменениям. Доля в виде инфракрасного излучения возвращается в космос. Испарение воды, нагрев почвы и атмосферы и т. Д. Только небольшая оставшаяся часть используется для. В Тверской области этот показатель составляет всего 1383 МДж / кв. м в год. Кроме того, положительный радиационный баланс обеспечивается только в период с марта по октябрь. В другое время, с ноября по февраль, радиационный баланс отрицателен, что указывает на потерю энергии с поверхности Земли, и это не компенсируется тепловым потоком от Солнца. Отрицательное

равновесие в зимний сезон определяется коротким днем, а также небольшой высотой солнца на горизонте и важными значениями альбедо.

2464/5000

Смысл циркулирующего фактора - движение и эволюция циклонов и антициклонов, в которые приходят и уходят различные воздушные массы. Воздушные массы с метеорологическими характеристиками - температура, влажность, прозрачность, облачность, осадки и др. Создают географические условия региона, в котором он развивается.

Воздушные массы движутся в циклонных и антициклонных системах. Циклон имеет две разные воздушные массы. Зоны соприкосновения воздушных масс называются атмосферными фронтами. Здесь на фронтах сложные погодные условия: грозы, сильные ветры, осадки, плотные облака и так далее. Поэтому во время прохождения циклона погода нестабильна, характерны облачность, осадки и резкие перепады температуры воздуха.. Циклоны на территорию области в большей части случаев поступают с запада, северо-запада и юго-запада. В большинстве случаев циклоны в регионе происходят с запада, северо-запада и юго-запада. Всего в году отмечается 118 дней. Наибольшая активность циклонов происходит осенью и зимой. В это время года 13-14 фронтов пересекают регион каждый месяц. В течение летних и весенних месяцев это число снижается до 9-10 в месяц.

За антициклонное свойство воздушной массы. Это обеспечивает тот же воздух с высоким летом, низкой зимой и безоблачным небом. Антициклоны попадают в регион реже, чем циклоны, из-за своей низкой подвижности они могут отдыхать в течение 5-10 дней, сохраняя постоянные погодные условия.

Атмосферное давление и ветер очень зависят от условий атмосферной циркуляции. В Тверской области среднегодовое атмосферное давление составляет 1015,5 гПа (761,6 мм рт. Ст.). Давление сильно меняется во времени. Резкие перепады давления на атмосферном фронте. В этот момент

давление может варьироваться от нескольких сердечно-сосудистых заболеваний, и это может отрицательно повлиять на здоровье людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями.

а климатические условия любого региона сильно влияют условия на нижней поверхности: степень замачивания почвы, растительность, релаксация и т. Д.

На землю влияет количество осадков и температура воздуха. Высота местности выше 100 метров сопровождается понижением температуры на $0,6^{\circ}\text{C}$. Даже небольшой орографический барьер на ветреных склонах требует на 30-50 мм больше осадков в год, чем в регионе. В масштабе региона этот эффект хорошо прослеживается на климатической карте - полоса с повышенным количеством осадков проходит через центральную часть региона, которая окружает самые высокие районы с запада, как в регионе: кроме того, в некоторой степени 100-150 мм в западных регионах региона, из-за барьерной роли Валдайского плато. мм имеет больше осадков. [16]

3 МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ МЕТЕОФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

3.1 Понятие расчетной скорости и коэффициента обеспеченности расчетной скорости

Чтобы построить дорогу, которая обеспечивает непрерывное, комфортное и безопасное движение в течение года, необходимо оценить влияние климата и воздуха на параметры и свойства дороги на этапе проектирования. Сложность такой задачи заключается в том, что большинство климатических и погодных факторов по-разному влияют на один, несколько или все элементы комплекса ВАДС одновременно: это основной показатель оценки погоды [1,10,11].

Одним из основных показателей является расчетная скорость, которая основана на параметрах и требованиях к управляемости и эксплуатационным характеристикам, которые основаны на принятии мер по обеспечению безопасности движения.

Под расчетной, следует принимать максимально возможную по динамическим характеристикам автомобиля, а также по условиям его взаимодействия с дорогой и максимально допустимую по условиям безопасности скорость одиночных расчетных автомобилей в эталонных (нормативных) условиях погоды.

В соответствии с эталонными условиями они также понимают транспортные и эксплуатационные характеристики параметров и траекторий, параметров инструмента проектирования, климатических характеристик и воздуха, что позволяет двигаться с расчетной скоростью без увеличения нервно-эмоциональных характеристик водителя.

Нормативные условия погоды приведены в таблице 2.1.

А.В. Васильевым разработан метод оценки общего влияния условий дорожных условий и дорожных условий, а также метеорологических условий на режим движения транспортных средств с одновременным воздействием двух или более параметров и факторов. Метод заключается в сравнении максимальной скорости расчетного автомобиля в данных условиях движения $V_{\text{фmax}}$ с расчетной скоростью $V_p=V_{\text{э}}$. Их отношение названо коэффициентом обеспеченности расчетной скорости:

$$K_{p.c} = V_{\text{фmax}} / V_p \quad (2.1)$$

Таблица 2.1

Эталонные условия погоды

Условия погоды	Эталонные значения
Период года	лето
Температура воздуха, °С	20
Относительная влажность воздуха, %	50
Интенсивность осадков, мм/мин	0
Скорость ветра, м/с	0
Метеорологическая дальность видимости, м	>750
Давление, гПа	1013

Таким образом, доля расчетной скорости безопасности указывает на долю реальных дорожных и метеорологических условий, гарантированных безопасностью и гарантией соответствующих требований к удару.

Влияние каждого метеорологического фактора и каждого параметра пути (x_i) на скорость оценки коэффициента частичной безопасности $K_{p.c} X_i$ отдельно оценивается для оценки влияния отдельного фактора или параметра, тогда как значения других факторов принимаются в качестве стандартных. Влияние метеорологических явлений можно разделить на простые и сложные. К простым следует отнести воздействие одного

фактора на один параметр, к сложным - влияние на один параметр более чем одного параметра или нескольких факторов на один или несколько параметров или элемент настройки одновременно.

Максимально допустимая или безопасная скорость:

$$V_{\phi max} = K_{p.c}^{umoz} V_p, \quad (2.2)$$

Где $K_{p.c}^{umoz}$ - итоговый коэффициент обеспеченности расчетной скорости при влиянии нескольких метеорологических факторов;

V_p - расчетная скорость автомобиля.

В эталонных условиях $K_{p.c}^{umoz} = 1$, а максимальная и расчетная скорости будут равны.

За базовое значение расчетной скорости можно принять $V_p = 120$ км/ч, что соответствует максимальной наблюдаемой скорости отдельных транспортных средств, может быть принято за базовое значение расчетной скорости. Тогда показатель расчетной скорости безопасности:

$$K_{p.c} = V_{\phi max} / 120 \quad (2.3)$$

3.2 Зависимость коэффициента обеспеченности расчетной скорости

На режим и безопасность движения сильно влияют видимость покрытия и приближающегося транспортного средства, которые зависят от геометрических параметров плана и продольного профиля. Эти области могут включать в себя скругление малого радиуса и вертикальную кривую без надежной видимости. Влияние ограниченной геометрической видимости на скорость остается практически постоянным в течение длительного периода времени, за исключением областей, за исключением снежных промежутков, и распространяется на относительно короткие участки дороги.

Метеорологический диапазон видимости (DVA) ограничен реже, но в то же время охватывает очень большую длину пути и относится к факторам, влияющим на режим движения.

Обычно рассматриваются два основных показателя, которые характеризуют условия движения: расстояние видимости и коэффициент сцепления, степень опасности метеорологических факторов, которая позволяет определять комбинированные эффекты в различных комбинациях и снижать качество сцепления покрытий. Первый из них, туман, дымка, дым, пыльные бури, второй - туман, дождь, снег, метель.

Серьезную опасность может представлять ветер с высокой скоростью. Эффект ветра сильнее, чем выше скорость автомобиля и тем больше боковая поверхность. Размер бокового отклонения транспортного средства от заданной траектории зависит от реакции водителя, типа транспортного средства, расположения центра масс и центра давления на боковой поверхности.

Определено, что критерии ограничения скорости могут быть приняты за минимально допустимое расстояние между колесом автомобиля и его краем или границей полосы движения, когда траектория автомобиля отклоняется от ветра. Исходя из этого, можно оценить безопасность расчетной скорости на участках дороги с опасностью ветра.

Можно измерять влияние любого элемента или фактора в работе комплекса ВАДС отдельно и вместе с другими с точки зрения скорости движения и сводить все эффекты к одному индикатору - коэффициенту безопасности рассчитанной скорости. Это позволяет сравнивать эти элементы и факторы среди них в соответствии с измерением снижения скорости и оценивать важность их влияния на режим движения.

3.2 Коэффициент обеспеченности расчетной скорости

Следующим шагом является вычисление коэффициентов расчетной скорости с учетом роли каждого метеорологического фактора в снижении скорости транспортных средств, после анализа данных таблиц вероятностей всех метеорологических интересов и определения процента каждого метеорологического значения, способствующего возникновению опасных погодных явлений, влияющих на скорость транспортного средства.

Множество значений каждого метеорологического фактора разбивают на четыре градации по степени влияния на интенсивность движения: X_j^1 - множество значений фактора X_j^1 , не оказывающих неблагоприятного воздействия на движение т.е, $K_{p.c} \geq 1.0$; X_j^2 - подмножество значений фактора; X_j^1 - вызывающих снижение расчетной скорости в диапазоне $K_{p.c} = 0.75 \div 1.0$; X_j^3 - то же в диапазоне $K_{p.c} = 0.5 \div 0.75$; X_j^4 - то же в диапазоне $K_{p.c} < 0.5$.

Затем рассчитывают повторяемость метеовеличин в различных градациях по табл.2.2. для каждой градации интенсивности. Далее определяют коэффициенты обеспеченности расчетной скорости $K_{p.c}$. и находят их среднее взвешенное значение по формуле (3.1) Все расчеты проводились для эталонной скорости движения автомобиля, равной 120 км/ч.

После этого рассчитывались коэффициенты обеспеченности расчетной скорости, учитывающие влияние каждого метеорологического фактора на уменьшении скорости движения. Они рассчитывались по формуле:

$$K_{x_j} = 1.0P_1 + 0.75P_2 + 0.5P_3 \quad (3.1)$$

где P_1, P_2, P_3 - вероятность появления рассматриваемой метеовеличины в определенной градации интенсивности.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Значения $K_{p.c}$ для отдельных метеорологических факторов

Месяц \ Станция	I	VI	X
Санкт-Петербург	$K_{x1}^{(-1)} = 0,89$	$K_{x1}^{(+1)} = 1,0$	$K_{x1}^{(-1)} = 0,91$
	$K_{x4} = 0,99$	$K_{x2} = 0,98$	$K_{x4} = 0,91$
	$K_{x5} = 0,75$	$K_{x3} = 0,73$	$K_{x5} = 0,75$
	$K_{x6} = 0,60$	$K_{x4} = 0,99$	$K_{x6} = 0,87$
	$K_{x7} = 0,75$	$K_{x5} = 0,75$	$K_{x7} = 0,75$
	$K_{x8} = 0,78$		$K_{x8} = 0,89$
Тверь	$K_{x1}^{(-1)} = 0,86$	$K_{x1}^{(+1)} = 1,0$	$K_{x1}^{(-1)} = 0,89$
	$K_{x4} = 0,98$	$K_{x2} = 0,98$	$K_{x4} = 0,97$
	$K_{x5} = 0,75$	$K_{x3} = 0,68$	$K_{x5} = 0,75$
	$K_{x6} = 0,65$	$K_{x4} = 0,98$	$K_{x6} = 0,80$
	$K_{x7} = 0,75$	$K_{x5} = 0,75$	$K_{x7} = 0,75$
	$K_{x8} = 0,59$		$K_{x8} = 0,64$

$X_1^{(+1)}$ – положительная температура воздуха; $X_1^{(-1)}$ – отрицательная температура; X_2 - отрицательная влажность; X_3 - дождь; X_4 - ветер; X_5 - туман; X_6 - снег; X_7 - гололед; X_8 - метель.

Из таблицы 3.1 На трассе Санкт-Петербург - Москва видно, что осадки и туман являются наиболее важными факторами, приводящими к снижению скорости до 25% от контрольного значения. Световой эффект до 5% имеет высокую температуру, высокую влажность и сильный ветер.

Осенью весной наиболее неблагоприятные условия движения связаны с туманом, снегом и льдом.

Зимой снег оказывает самое сильное негативное влияние на движение транспортных средств и снижает скорость движения на 40%, в то время как туман, лед и метель уменьшаются на 25%.

3.3 Методика оценки совместного влияния метеофакторов на обеспечение расчетной скорости

В природе все взаимосвязано, и движение некоторых метеорологических факторов может увеличиваться или уменьшаться вместе с другими.

Для учета совокупного влияния метеорологических факторов на условия движения и режим движения было предложено обобщенное указание - среднегодовой коэффициент безопасности для оценки $K_{сг}$. Это позволяет учитывать скорость и результаты каждого индивидуума или двух или более факторов в течение периода совместных действий. Основываясь на индикаторах такого типа, можно оценить условия движения в течение всего года, климат конкретной зоны на этапе разработки проекта, параметры дорог, принятых в проекте, и возможные уровни уровня обслуживания.

На основе обработки климатических справочников можно получить вероятности метеорологических факторов $P(x_j^i)$ с различной интенсивностью для каждой точки наблюдения.

Данные выписывают по следующим факторам: X_1 - температура воздуха; X_2 - его относительная влажность; X_3 - дождь; X_4 - ветер; X_5 - туман; X_6 - снег; X_7 - гололед; X_8 - метель.

Кроме того, набор возможных температур воздуха делится на положительные значения $X_1 (+1)$ и отрицательные значения $X_1 (-1)$.

Множество значений каждого метеорологического фактора x_j^i разбивают на четыре интервала по степени влияния на интенсивности и режим движения: X_j^1 - множество значений фактора x_j^i не оказывающих неблагоприятных воздействий на движение, $K_{рс} \geq 1.0$; X_j^2 - подмножество значений фактора X_j^1 , вызывающих снижение расчетной

скорости в диапазоне $K_{p.c} = 0.75 \div 1.0$; X_j^3 - то же, в диапазоне $K_{p.c} = 0.5 \div 0.75$; X_j^4 - то же в диапазоне $K_{p.c} < 0.5$.

Два и три фактора определяются возможностью совместных действий.

Учитывая тот факт, что существует три типа подмножеств X-фактора из набора X-факторов: определенное несоответствие интенсивности двух факторов, независимость появления и влияния факторов, зависимость появления одного фактора от другого.

Возможность совместного действия более трех негативных факторов незначительна и поэтому не определяется.

Предельные значения интенсивностей каждого метеорологического фактора X_{ji} определяются в соответствии с таблицей 2.2.

Таблица 2.2

Коэффициенты обеспечённости расчётной скорости $K_{p.c.}$ для различных метеофакторов

Метеорологические факторы	$K_{p.c.}$	Степень опасности	Интенсивность метеофакторов для скоростей км/ч					Период наиболее вероятного появления			
			150	120	100	80	60	зима	осень	лето	осень
Метель, м/с	1.0-0.75	MO	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	+	-	-	-
	0.75-0.5	O	3-9	3-9	3-9	3-9	3-9	+	-	-	-
	<0.5	OO	>9	>9	>9	>9	>9	+	-	-	-
Гололед (коэффициент сцепления)	1.0-0.75	MO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.75-0.5	O	-	0.2-0.4	0.2-0.35	0.2-0.3	<0.2	+	+	-	+
	<0.5	OO	<0.3	<0.2	<0.15	<0.15	<0.15	+	+	-	+
Дождь мм/ч	1.0-0.75	MO	-	-	-	-	<0.2	-	+	+	+
	0.75-0.5	O	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2-1.2	-	+	+	+
	>0.5	OO	>0.2	>0.2	>0.2	>0.2	>1.2	-	+	+	+
Снегопад мм/ч	1.0-0.75	MO	-	-	<0.1	<1.5	<1.5	+	-	-	+
	0.75-0.5	O	<0.1	<0.1	0.1-1.0	0.15-1.5	1.5-2.5	+	-	-	-
	>0.5	OO	>0.1	>0.1	>1.0	>1.5	>2.5	+	-	-	-
Туман, видимость, м	1.0-0.75	MO	>350	>500	>250	>200	>100	+	+	+	+
	0.75-0.5	O	170-350	200-500	150-250	100-200	70-100	+	+	+	+
	>0.5	OO	<170	<200	<150	<100	<70	+	+	+	+
Ветер м/с	1.0-0.75	MO	<7	<10	<5	<20	<30	+	+	+	+
	0.75-0.5	O	7-12	10-20	15-20	20-30	>30	+	+	+	+
	>0.5	OO	>12	>20	>20	>30	>30	+	+	+	+
Положительная температура воздуха, °C	1.0-0.75	MO	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	-	+	+	+
	0.75-0.5	O	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	-	-	+	-
	>0.5	OO	>40	>40	>40	>40	>40	-	-	+	-
Отрицательная температура воздуха, °C	1.0-0.75	MO	10-30	10-30	10-30	10-30	10-30	+	-	-	+
	0.75-0.5	O	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	+	+	-	-
	>0.5	OO	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	+	-	-	-
Относительная влажность, %	1.0-0.75	MO	50-90	50-90	50-90	50-90	00-100	+	+	+	+
	0.75-0.5	O	00-100	00-100	00-100	00-100		+	+	+	+

3.4 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

3.4 Функции распределения неблагоприятных для работы автотранспорта метеорологических факторов

Метод расчета коэффициентов безопасности расчетной скорости включает в себя, на первом этапе, серию последовательных процессов, которые можно получить из справочников по климату для сбора и обработки метеорологической информации [12].

Техника обработки климатических данных особенная
Часть климатологии [13].

Он основан на математических статистических методах общей теории вероятностей, которая работает со случайными величинами.

Однако эти методы не всегда применимы к обработке метеорологической информации, поскольку известно, что физические свойства атмосферных процессов влияют на структуру метеорологических факторов, которые имеют несколько характеристик.

Полностью случайные значения не связаны. Они могут принимать любое значение, и их отношения в обоих направлениях такие же, как в среднем.

Метеорологические элементы не всегда могут рассматриваться как случайные величины, поскольку во многих случаях их значения взаимозависимы и взаимозависимы как во времени, так и в пространстве.

Значение нескольких метеорологических величин ограничено одной или обеими сторонами.

Например, значения осадков, скорости ветра, метеорологической видимости и других значений являются только положительными, а относительная влажность воздуха физически ограничена с обеих сторон, и ее значения могут варьироваться только от 0% до 100%.

Статистическая обработка метеорологической информации должна постоянно сочетаться с анализом физического взаимодействия метеорологических факторов и должна быть разделена на независимые.

взаимозависимые и взаимоисключающие предметы.

Эти отношения могут быть распространены на все состояния взаимодействия полностью или частично, то есть через определенные интервалы или условия, до взаимодействия двух или более метеорологических факторов.

При анализе эталонных климатических данных или метеорологических наблюдений следует отметить, что числовые значения метеорологического фактора могут быть представлены в виде простого статистического распределения.

Для определения коэффициентов безопасности предполагаемой скорости наиболее важна вероятность или воспроизводимость явления, и она делится на степень интенсивности каждого метеорологического фактора.

Исходные данные для расчета баллов по Санкт-Петербургу и Твери были взяты из [12].

Поскольку погодные условия как можно ближе к справочным данным в летний период (таблица 2.1), это исследование связано с зимним и переходным периодами года. Расчет сделан для средних месяцев этих сезонов, то есть января, апреля и октября.

Вероятность появления дней при разных температурах воздуха, скоростях ветра и относительной влажности воздуха напрямую определяется из справочника по климату (Приложение 1). Немного сложнее получить возможность выпадения осадков из разных справочников.

Для этого определяют плотность осадков, используя данные в таблицах «Количество дней с разными значениями осадков в месяц» и «Среднее количество осадков в месяц».

Затем, зная число дней с осадками определенной интенсивности за рассматриваемый период, определяют вероятность появления осадков разной интенсивности (приложение 1, Таблица 3.).

Вероятность метели с определенной скоростью рассчитывают по таблицам "Среднее число дней с метелью" и "Повторяемость различных скоростей ветра при метелях" (Приложение 3).

Для вероятности появления тумана и гололеда (приложения 2, 4) используется таблицы "Среднее число дней с туманом" и "Среднее число дней с гололедом".

Поскольку в таблицах не приведены градации туманов по МДВ и гололеда по коэффициенту сцепления, их принимают средними для всех случаев.

Анализ распределения метеорологических факторов приводит к следующим результатам:

Скорость ветра в эти месяцы. Это не оказывает существенного влияния на скорость движения автомобилей по трассе Санкт-Петербург - Москва.

Тверь и ул. В Санкт-Петербурге высока вероятность скорости ветра > 20 м / с, что опасно для скорости двигателя.

Температура воздуха оказывает наибольшее негативное влияние на движение транспортных средств в осенне-зимний период, когда преобладают отрицательные температуры.

В холодную погоду сочетание высокой относительной влажности и отрицательных температур влияет на образование льда и снега, создавая значительные проблемы для транспортных средств.

Любая форма осадков приведет к условиям, которые оказывают наиболее негативное влияние на скорость движения транспортных средств за все рассматриваемые месяцы.

Вероятность появления осадков в январе приводят к очень опасным условиям: в Санкт-Петербурге - 65% в Твери - 44%.

Вероятность появления метели в январе: в Санкт-Петербурге - 14%, в Твери - 16%, при этом она оказывает значительное неблагоприятное воздействие на скорость.

Вероятность появления гололеда по данным приложений IV в январе самая высокая. В Санкт-Петербурге она равна 20%, в Твери - 6%.

Из всех этих Можно сделать вывод, что негативные условия на трассе Санкт-Петербург-Москва, скорее всего, будут наблюдаться в январе, тогда как самые низкие негативные условия наблюдаются в летние месяцы в июне. В переходные периоды условия движения более благоприятные, чем зимой, но все же сильно отличаются от эталонных.

4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОРОГИ

4.1 Скорость и суммарные приведённые затраты

Игнорирование изменений скорости и безопасности движения на одних и тех же элементах шоссе в разные периоды года не позволяет нам оценить фактическую эффективность мер, которые должны быть приняты для улучшения управляемости и эксплуатации погодных условий.

Оптимизация мероприятий по повышению технического уровня дорог основана на анализе изменений компонентов общих сокращенных затрат с учетом постепенного осуществления отдельных мероприятий.

Единовременные расходы включают капитальные вложения в автодороги, необходимые для реализации мероприятий, и капитальные вложения в автодорожные перевозки.

Капитальные вложения в автомобильный транспорт определяются с учетом скорости автомобиля, которая принимается неизменной в течение года. Чтобы учесть фактические условия в разные периоды года, определение годовых капитальных затрат на автомобильный транспорт, а не формула расчета, рассчитывается как среднегодовое значение или рассчитывается как сумма капитальных затрат для трех характерных периодов - лета, осени и весны.

4.2 Методика определения средней скорости транспортного потока с учётом погодных-климатических условий.

Во всех технико-экономических расчетах средняя скорость движения транспорта или конкретных групп транспортных средств используется при проверке требований к параметрам дороги и оценке эффективности инвестиций в их строительство. Большинство расчетов производится в сухие и летние месяцы.

Существует ряд недостатков существующих методов, позволяющих учитывать погодные условия и климатические условия при определении скоростей: некоторые учитывают влияние некоторых метеорологических

факторов или учитывают влияние определенных метеорологических факторов или допускают учет только определенных значений скорости (обычно усредняемых) или охватывают только определенные элементы дороги. , Для многих методов расчета скорости невозможно получить необходимую метеорологическую информацию и информацию о дорожном покрытии в различных состояниях.

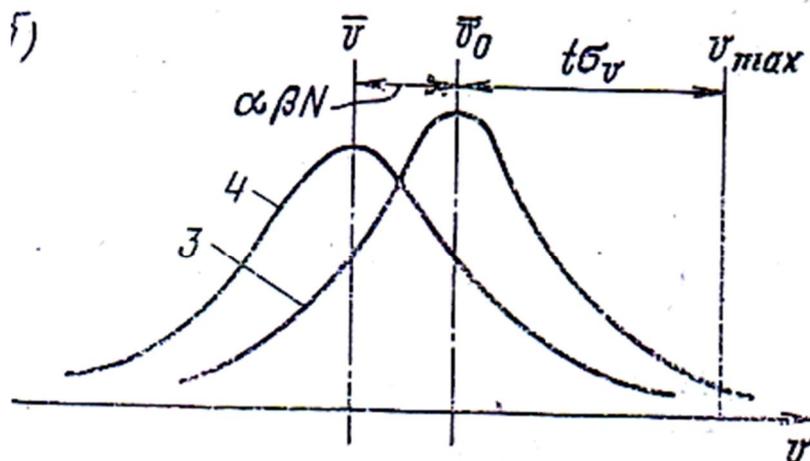


Рис 4.1. Связь между максимальной и средней скоростями движения.

Свободное движение автомобилей наблюдается, когда интенсивность на две полосы проезжей части от 180 авт/ч при гололёде и до 360 авт/ч на сухом шероховатом покрытии. С увеличением интенсивности скорость транспортных средств значительно снижается благодаря взаимодействию. Спад будет увеличиваться, интенсивность движения будет увеличиваться, а поток грузовых автомобилей, автобусов и автомобильных поездов увеличится..

$$\Delta v = \alpha \beta N$$

где α – коэффициент, учитывающий влияние интенсивности движения ;

β – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока;

N – интенсивность движения авт/сут.

4.3 Скорость как экономический показатель функционирования дороги.

Следовательно, основными показателями, влияющими на экономическую эффективность дороги, являются средняя интенсивность движения, которую можно рассматривать как экономическую характеристику дороги.

Поэтому при проектировании дорог основной задачей должно быть не увеличение максимальной скорости одного автомобиля при благоприятных условиях, но также увеличение среднегодовой скорости движения транспорта в отрицательные периоды года. Чтобы сделать это, вы должны поднять предел низкой скорости, максимально приближенный к среднему. Это приведет к снижению скорости, уменьшению стандартного отклонения, ряду обгонов и уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты, полученные при выполнении данного исследования, следующие. Анализ влияния погодных условий и климатических условий на

автомобильный транспорт, в частности Тверь. Был проведен анализ трассы Санкт-Петербург-Москва.

Получены функции распределения отрицательных метеорологических факторов. Оценка частоты переменных плотностей.

Анализ распределения метеорологических факторов приводит к следующим результатам:

Скорость ветра в эти месяцы оказывает существенное влияние на скорость движения автомобилей по трассе Санкт-Петербург - Москва.

В Твери и Санкт-Петербурге высока вероятность скорости ветра > 20 м / с, что опасно для скорости двигателя.

Возможность осадков в январе приводит к очень опасным условиям: В Санкт-Петербурге - 65%, в Твери - 44%.

Вероятность снежной бури в январе: в Санкт-Петербурге - 14%, в Твери - 16%, оказывает существенное негативное влияние на скорость.

Январь самая высокая вероятность обледенения. В Петербурге он равен 20%, а в Твери - 6%.

Рассчитанные коэффициенты расчетной скорости характеризуют снижение скорости движения автомобильного транспорта отдельно от каждого отрицательного метеорологического фактора и их комбинаций

. Выявлены наиболее опасные сочетания метеорологических величин для рассматриваемых месяцев и факторы, которые при эксплуатации автотрассы Санкт-Петербург — Москва несущественны.

Зная эту информацию, можно рассчитать среднюю скорость движения транспорта на трассе Санкт-Петербург - Москва в разные периоды года и их изменение, а также экономические потери из-за негативных метеорологических условий.

Таблица 3.1, в летние месяцы. Видно, что наиболее важными факторами, приводящими к падению эталонной скорости до 25% на трассе Санкт-Петербург - Москва, являются осадки и туман. Световой эффект до 5% имеет высокую температуру, высокую влажность и сильный ветер.

Осенью весной наиболее неблагоприятные условия движения связаны с туманом, снегом и льдом.

Зимой снег оказывает самое сильное негативное влияние на движение транспортных средств и снижает скорость движения на 40%, в то время как туман, лед и метель уменьшаются на 25%.

Полученные результаты могут быть рекомендованы метеорологической службой автотранспорту.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.П. Васильев. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. - М.: Транспорт, 1986, с. 28-176.
2. К.М. Левшин. Безопасность движения автомобилей в условиях ограниченной видимости. - М.: Транспорт, 1970, 112 с.

3. В.В. Кашевар. Влияние метеорологической дальности на видимость дороги и безопасность движения автотранспорта - Труды ГГО, вып. 532. — Л.: Гидрометиздат, 1990, с. 171-177.
 4. Л.А. Хандожко. Метеорологическое обеспечение народного хозяйства. - Л.: Гидрометиздат, 1981, с. 82-89.
 5. А.В. Руднева. Гололед и его влияние на работу железнодорожного и автомобильного транспорта. - Труды ГГО, вып. 161. - Л.: Гидрометиздат, 1964, с. 23-27.
 6. В.М. Михель, А.В. Руднева. О снегоположениях на железных и автомобильных дорогах - Труды ГГО, вып. 265. - Л.: Гидрометиздат, 1965, с.29-34.
 7. Э.И. Монокрович. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. - Л.: Гидрометиздат, 1980, с.89 - 103.
 8. Э.И. Монокрович. Роль гидрометеорологической информации в повышении экономичности и безопасности работы автомобильного транспорта - Труды Наз РНИИ, вып. 74. - М.: Гидрометиздат, 1981, с.3 -10.
 9. А.П. Васильев, М.И. Флинштейн. Управление движением на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1979, с. 296.
- А.П. Васильев. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. - М.: Транспорт, 1976, с. 224.
10. Научно-прикладной справочник по климату СССР, вып.3
 11. Н.В. Кобышева, Г.Я. Наровлянский. Климатологическая обработка метеорологической информации Л. Гидрометеиздат, 1976, 295 с.
 12. Интернет ресурс www.master-3.ru
 13. Справочная энциклопедия дорожника. Т.2: Ремонт и содержание дорог. / Под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 2004.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1

Вероятность относительной влажности воздуха по градациям

Станция	Месяц	Относительная влажность, f (%)								
		10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-100
Санкт-Петербург	I	-	-	-	0,2	0,7	4,5	16,4	46,7	31,5
	IV	0,1	2,5	13,4	16,9	16,2	14,7	12,9	14,2	9,1
	X	0,4	2,1	9,0	18,1	24,1	26,3	20,0	-	-

Тверь	I	-	-	-	0,1	-	0,4	9,2	51,5	38,8
	IV	-	0,3	4,4	11,6	19,5	20,1	17,5	16,3	10,3
	X	-	-	-	0,8	3,5	8,8	19,8	33,4	33,7

Таблица 2

Повторяемость температуры воздуха в различных пределах (%)

Станция	Месяц	Температура воздуха, T (°C)									
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		34,9	29,9	24,9	19,9	14,9	-9,9	-4,9	0,5	5,1	10,1
		30,0	25,0	20,0	15,0	10,0	-5,0	0,0	0,5	10,0	15,0
Санкт-Петербург	I	0,1	1,3	3,9	9,7	17,7	25,5	30,0	11,8	-	-
	IV	-	-	-	0,1	2,7	19,0	50,7	20,7	6,0	0,8
	X	-	-	-	-	1,3	11,6	37,4	40,3	9,3	0,1
Тверь	I	2,6	5,5	9,4	15,5	23,2	25,2	15,8	2,6	-	-
	IV	-	-	-	0,4	4,3	18,0	38,3	33,7	5,3	-
	X	-	-	ОД	0,6	3,2	10,0	31,3	42,3	12,5	-

Таблица 3

Вероятность появления осадков по градациям интенсивности (%)

Станция	Месяц	Дождь, мм/м		Снег, мм/м		
		0,01-0,2	0,21-0,4	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-2,0
Санкт-Петербург	I	-	-	4,0	31,0	65,0
	IV	81,0	19,0	5,0	54,0	41,0
	X	92,0	8,0	52,5	42,5	5,0
Тверь	I	-	-	6,0	50,0	44,0

IV	73,0	27,0	62,0	35,5	2,5
X	86,0	14,0	22,7	73,0	4,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 1

Среднее число дней с туманами

Станция	I	IV	X
Санкт-Петербург	3	2	0,4
Тверь	4	3	4

Таблица 2

Среднее число дней с туманом по грациям

Станция	Месяц	Видимость, м		
		50-200	200-500	500-700
Санкт-Петербург	I	1	1	1
	IV	0,6	0,7	0,6
	X	0,1	0,2	0,1
Тверь	I	1	2	1
	IV	1	1	1
	X	1	2	1

Таблица 3

Вероятность появления тумана по грациям интенсивности (%)

Станция	Месяц	Видимость, м		
		50-200	200-500	500-700
Санкт-Петербург	I	33,3	33,4	33,3
	IV	32,5	35	32,5
	X	25	50	25

Тверь	I	25,0	50,0	25,0
	IV	33,3	33,4	33,3
	X	25,0	50,0	25,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

Среднее число дней с метелью

Станция	I	IV	X
Санкт-Петербург	4	0,4	0,4
Тверь	5	0,6	0,5

Таблица 2

Повторяемость различных скоростей ветра при метелях (%)

Станция	Скорость ветра, м/с						
	0-2	3-5	6-9	10-13	14-17	18-20	>20
Санкт-Петербург	5,0	25,0	66,3	3,7	-	-	-
Тверь	0,7	8,0	33,2	31,4	22,7	3,1	0,2

Таблица 3

Вероятность появления метели с определенной скоростью ветра (%)

Станция	Месяц	Скорость ветра, м/с						
		0-2	3-5	6-9	10-13	14-17	18-20	>20
Санкт-Петербург	I	7,0	32,0	36,5	4,5	-	-	-
	IV	6,0	21,0	68,1	4,9	-	-	-
	X	4,3	12,7	63,0	20,0	-	-	-

Тверь	I	0,1	0,2	14,3	39,5	28,0	11,1	7,1
	IV	0,4	3,2	22,3	33,3	25,7	14,5	0,7
	X	0,7	2,0	20,4	36,7	27,9	11,0	1,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 1

Среднее число дней с гололедом

Станция	I	IV	X
Санкт-Петербург	4	0,4	0,4
Тверь	2	0,4	0,2

Таблица 2

Среднее число дней с гололедом по градациям интенсивности

Станция	Месяц	Коэффициент сцепления, $\leq \phi$		
		0,01-0,2	0,2-0,4	0,4 - 0,8
Санкт-Петербург	I	2	2	2
	IV	1,3	1,4	1,3
	X	0,25	0,3	0,25
Тверь	I	0,65	0,7	0,65
	IV	0,013	0,014	0,013
	X	0,065	0,07	0,065

Таблица 3

Вероятность появления гололеда по градациям интенсивности (%)

Станция	Месяц	Коэффициент сцепления, $\leq \phi$		
		0,01-0,2	0,2-0,4	0,4 - 0,8
	I	33,3	33,4	33,3

Санкт-Петербург	IV	32,5	35,4	32,5
	X	30,0	40,0	30,0
Тверь	I	32,5	35,0	32,5
	IV	32,5	35,0	32,5
	X	32,5	35,0	32,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 1

Интегральное распределение относительной влажности воздуха не больше заданной величины

Станция	Месяц	<i>f, %</i>								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Санкт-Петербург	I	-	-	-	1,2	0,9	5,4	21,8	68,5	100
	IV	0,8	2,6	16,0	32,9	49,1	63,8	76,7	90,9	100
	X	-	-	0,4	2,5	11,5	29,6	53,7	80,0	100
Тверь	I	-	-	-	-	0,3	-	11,6	60	100
	IV	0,7	9,3	22,2	38,9	57,6	70,6	81	89,6	100
	X	-	-	0,2	0,5	3,9	12,7	32,6	64,4	100

Таблица 2

Интегральное распределение относительной влажности воздуха не меньше заданной величины

Станция	<i>f, %</i>
---------	-------------

	Месяц	10	20	30	40	50	60	70	80	90
		Санкт-Петербург	I	-	-	-	100	99,8	99,1	94,6
IV	100		99,9	97,4	84,0	67,1	50,9	36,2	23,3	14,2
X	-		-	100	99,6	97,5	88,5	70,4	46,3	20,0
Тверь	I	-	-	-	100	99,9	-	99,5	90,3	38,8
	IV	-	100	99,7	95,3	83,7	64,2	44,1	26,6	10,3
	X	-	-	-	100	99,2	95,7	86,9	67,1	33,7

Таблица 3

Интегральное распределение температуры воздуха не больше заданной величины

Станция	Месяц	$t, ^\circ\text{C}$									
		-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
Санкт-Петербург	I	0,1	1,4	5,3	15,0	32,7	58,2	88,2	100	-	-
	IV	-	-	-	0,1	2,8	21,8	72,5	93,2	99,2	100
	X	-	-	-	-	1,3	12,9	50,3	90,6	99,9	100
Тверь	I	2,6	8,1	17,5	33,0	56,2	81,4	97,4	100	-	-
	IV	-	-	-	0,4	4,7	22,7	61,0	94,7	100	-
	X	-	-	0,1	0,7	3,9	13,9	45,2	87,5	100	-

Таблица 4

Интегральное распределение температуры воздуха не меньше заданной величины

Станция	Месяц	t, °C									
		-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
Санкт-Петербург	I	100	99,9	98,6	94,7	85,0	67,3	41,8	11,8	-	.
	IV	-	-	-	100	99,9	97,2	78,2	27,5	6,8	0,8
	X	-	-	-	-	100	99,6	87,1	49,7	9,4	0,1
Тверь	I	100	97,4	91,9	82,5	67	43,8	18,6	2,6	-	-
	IV	-	-	-	100	99,6	94,3	77,3	39,0	5,3	-
	X	-	-	100	99,9	99,3	96,1	86,1	54,8	12,5	-

Таблица 5

**Интегральное распределение скоростей ветра
не больших заданной величины**

Станция	Месяц	Скорость ветра, м/с											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	25	29
Санкт-Петербург	I	22,9	58,3	84,3	96,4	99,5	99,7	100	-	-	-	-	-
	IV	31,1	65,6	89,0	98,1	99,9	100	-	-	-	-	-	-
	X	24,5	59,5	87,2	97,6	99,0	93,3	100	-	-	-	-	-
Тверь	I	10,6	34,6	61,3	79,7	91,2	95,5	97,5	98,9	99,7	100	-	-
	IV	12,0	41,3	71,6	86,4	93,2	96,2	98,2	99,1	100	-	-	-
	X	8,9	32,1	58,1	78,1	89	93,9	96,7	98,3	99,7	100	-	-

Таблица 6

**Интегральное распределение скоростей ветра
не меньших заданной величины**

Станция	Месяц	Скорость ветра, м/с											
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	25	29

Санкт-Петербург	I	100	77,1	41,7	15,7	3,6	0,5	0,3	0	-	-	-	-
	IV	100	68,9	34,4	11,0	1,9	0,1	0	-	-	-	-	-
	X	100	75,5	40,5	12,8	2,4	1,0	0,7	0,1	0	-	-	-
Тверь	I	100	89,4	65,8	38,7	20,3	8,6	4,3	2,3	0,9	0,1	0	-
	IV	100	88,9	58,7	28,4	13,6	6,8	3,8	1,8	0,9	0	-	-
	X	100	91,1	67,9	41,9	21,9	11,0	6,1	3,3	1,7	0,3	0	-

Приложение 6

Коэффициенты обеспеченности расчетной скорости при сочетаниях метеорологических факторов:

Санкт-Петербург

Тверь

Январь

$$K_{14}=0,881$$

$$K_{15}=0,668$$

$$K_{16}=0,546$$

$$K_{17}=0,668$$

$$K_{45}=0,74$$

$$K_{46}=0,594$$

$$K_{47}=0,74$$

$$K_{56}=0,433$$

$$K_{57}=0,543$$

$$K_{78}=0,568$$

$$K_{145}=0,772$$

$$K_{146}=0,529$$

$$K_{147}=0,661$$

$$K_{457}=0,557$$

$$K_{568}=0,351$$

$$K_{14}=0,84$$

$$K_{15}=0,645$$

$$K_{16}=0,559$$

$$K_{17}=0,645$$

$$K_{45}=0,735$$

$$K_{46}=0,641$$

$$K_{47}=0,74$$

$$K_{56}=0,48$$

$$K_{57}=0,56$$

$$K_{78}=0,44$$

$$K_{145}=0,84$$

$$K_{146}=0,548$$

$$K_{147}=0,63$$

$$K_{457}=0,556$$

$$K_{568}=0,29$$

Апрель

$$K_{12}=0,98$$

$$K_{13}=0,73$$

$$K_{14}=0,99$$

$$K_{12}=0,98$$

$$K_{13}=0,70$$

$$K_{14}=0,98$$

$K_{15}=0,75$
 $K_{23}=0,714$
 $K_{24}=0,972$
 $K_{25}=0,74$

$K_{15}=0,75$
 $K_{Г3}=0,67$
 $K_{24}=0,96$
 $K_{25}=0,74$

$K_{34}=0,726$
 $K_{45}=0,74$
 $K_{123}=0,714$
 $K_{124}=0,972$
 $K_{125}=0,74$
 $K_{134}=0,726$
 $K_{145}=0,74$
 $K_{234}=0,70$
 $K_{245}=0,727$

$K_{34}=0,67$
 $K_{45}=0,74$
 $K_{123}=0,67$
 $K_{124}=0,97$
 $K_{125}=0,75$
 $K_{134}=0,66$
 $K_{145}=0,735$
 $K_{234}=0,74$
 $K_{245}=0,72$

Октябрь

$K_{14}=0,828$
 $K_{15}=0,683$
 $K_{16}=0,792$
 $K_{17}=0,683$
 $K_{18}=0,81$
 $K_{45}=0,683$
 $K_{46}=0,782$
 $K_{47}=0,693$
 $K_{56}=0,643$
 $K_{57}=0,567$
 $K_{58}=0,668$
 $K_{67}=0,653$
 $K_{68}=0,774$
 $K_{78}=0,668$
 $K_{145}=0,621$
 $K_{146}=0,72$
 $K_{147}=0,0611$
 $K_{456}=0,583$

$K_{14}=0,863$
 $K_{15}=0,691$
 $K_{16}=0,722$
 $K_{17}=0,668$
 $K_{18}=0,569$
 $K_{45}=0,731$
 $K_{46}=0,778$
 $K_{47}=0,735$
 $K_{56}=0,60$
 $K_{57}=0,566$
 $K_{58}=0,487$
 $K_{67}=0,631$
 $K_{68}=0,515$
 $K_{78}=0,494$
 $K_{145}=0,648$
 $K_{146}=0,699$
 $K_{147}=0,649$
 $K_{456}=0,584$