



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**

(бакалаврская работа)

На тему Влияние метеорологических условий на эксплуатацию  
транспортных средств

Исполнитель **Халиллаев Шарафиддин Исмаилович**

Руководитель \_\_\_\_\_ кандидат географических наук, доцент

Абанников Виктор Николаевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

\_\_\_\_\_ кандидат физико-математических наук, доцент

Сероухова Ольга Станиславовна

«\_10\_» \_\_\_06\_\_\_ 2020г

Санкт-Петербург

2020

## Содержания

Введение.....	3
1. Роль гидрометеорологических условий в эксплуатации транспорта....	5
1.1 Влияние метеорологических условий на наземный транспорт.....	5
1.2 Воздействие метеорологических факторов на воздушный транспорт..	10
1.3 Влияние гидрометеорологических условий на морской транспорт.....	15
2. Анализ режима метеорологических характеристик в Тюменской области (метеостанция Березово). . . . .	22
2.1. Оценка термических показателей.....	22
2.2. Ветровой режим.....	25
2.3. Осадки и опасные явления погоды.....	28
3. Расчет специализированных метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта.....	36
3.1. Определение специализированных термических характеристик.....	36
3.2. Оценка гололедной нагрузки на автомобильные дороги.....	39
3.3. Анализ снеговой и метелевой нагрузки.....	42
Заключение.....	46
Список литератур.....	49
Приложение А.....	50

## Введение

В атмосфере постоянно происходят разнообразные физические процессы, непрерывно меняющие ее состояние. Для характеристики состояния атмосферы используется ряд метеорологических величин. Существенная особенность метеорологических величин и явлений состоит в их непрерывном и сравнительно быстром изменении во времени и пространстве. Погода и климат характеризуются определенным сочетанием метеорологических величин и явлений.

Климатические особенности территории и происходящие изменения многолетних характеристик обычно изучают на основе средних значений метеорологических величин различного масштаба. Для выяснения климатических условий какой-либо местности используются данные наблюдений метеорологических станций в течение длинного ряда лет. Эти данные дают возможность вывести средние и экстремальные значения метеорологических элементов, повторяемость различных явлений, которые и используются для количественной характеристики погодной –климатических условий данной местности.

Актуальность исследований обусловлена необходимостью изучения особенностей метеорологических условий на эксплуатацию транспортных средств.

Цель исследования – анализ метеорологических условий в Тюменской области по метеостанции Березово и расчет трех специализированных метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта.

Объект исследования – метеорологические условия в Тюменской области по станции Березово.

Предмет исследования – формирование метеорологических условий, влияющие на эксплуатацию автотранспорта в Тюменской области.

Структура работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы.

В первой главе рассматривается роль гидрометеорологических условий в эксплуатации транспорта

Во второй главе рассмотрена режима метеорологических характеристик в Тюменская область станция Березово. Построены графики и приведен табличный материал режим, режимов: температуры, осадков, ветра и неблагоприятные и опасные явления,

В третьей главе проведен расчет специализированных метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта

# Глава 1. Роль гидрометеорологических условий в эксплуатации транспорта

## 1.1. Влияние метеорологических условий на наземный транспорт

Метеорологические факторы оказывают значительное влияние на эксплуатацию наземного транспорта. Одни из них могут полностью приостановить движение, другие, хотя и не прекращают его полностью, но в той или иной мере препятствуют нормальному движению.

Прямое воздействие метеорологических условий на транспорт состоит в том, что за счет наличия определенного метеорологического фактора необходимо снижать скорость движения и увеличивать дистанцию между машинами. Косвенное же влияние имеет место в том случае, когда дорожный покров бывает поврежден за счет воздействия метеорологических факторов, а восстановительные работы приводят к уменьшению скорости и плотности движения по данной магистрали.

Ухудшение видимости из-за туманов и осадков, снежные заносы, гололедные явления, ливни, наводнения и сильные ветры затрудняют работу автомобильного и железнодорожного транспорта, не говоря уже о мотоциклах и велосипедах. Открытые виды транспорта более чем в два раза чувствительнее к неблагоприятной погоде, чем закрытые. В дни с туманом и обложными осадками поток автомобилей на дорогах сокращается на 25-50% по сравнению с потоком в ясные дни. Наиболее резко на дорогах в ненастные дни уменьшается количество личных автомобилей. По этой причине трудно

установить точную количественную связь между метеорологическими условиями и дорожными происшествиями, хотя такая связь несомненно существует. Несмотря на уменьшение потока автомашин в плохую погоду, число аварий при гололеде возрастает на 25% по сравнению с сухой погодой; особенно часты аварии при гололеде на поворотах дороги с плотным движением.

В зимние месяцы в умеренных широтах основные затруднения наземного транспорта связаны со снегом и льдом. К серьезным нарушениям работы наземного транспорта приводят снежные заносы, - они могут быть вызваны сильными снегопадами, метелями, а в горных районах и снежными обвалами (лавинами).

В настоящее время расчеты нормативов, характеризующих заносы снегом дорог, производятся на основании использования данных метеорологических наблюдений за величинами, определяющими интенсивность переноса снега и его продолжительность. В частности, можно рассчитать средний за зиму объем переносимого снега, объем снега заданной обеспеченности, определить среднюю и максимальную интенсивность переноса снега, а также продолжительность переноса снега метелями.

Климатические данные должны учитываться при выборе трассы магистрали, ее строительстве и эксплуатации. В процессе проектирования трассы необходимо путем оценки имеющихся метеорологических данных по возможности избегать тех участков местности, на, которых особенно часто или особенно интенсивно развиваются метеорологические явления, препятствующие нормальному движению транспорта. Если же это невозможно, то в ходе строительства должны применяться меры, ослабляющие влияние этих неблагоприятных метеорологических факторов.

Увеличение перевозок пассажиров и даже грузов в летний период может являться примером косвенного влияния метеорологических факторов на эксплуатацию транспорта, особенно железнодорожного.

Температуре воздуха предвидеть обледенение дорожного покрытия: Образование на дорогах ледяной корки обуславливается не только режимом температуры, но и влажностью, наличием осадков (в виде переохлажденного дождя или мороси, падающей на ранее сильно выхолаженное покрытие). Поэтому по одной температуре воздуха делать вывод о гололедице на дорогах рискованно, однако температурный режим остается наиболее важным показателем опасности обледенения дорог: минимальная температура поверхности дороги может быть на 3°С ниже минимальной температуры воздуха.

Особое место занимает специализированное метеорологическое обеспечение автомобильного транспорта в городах.

Автомобильный транспорт как составной элемент хозяйственной деятельности входит во все отрасли производственной сферы. Автомобили различного назначения широко используются на промышленных предприятиях, в коммунальном, специальном и гидротехническом строительстве, на открытых горных разработках, заготовках древесины и т. д. От эффективности работы автомобильного транспорта во многом зависит освоение природных ресурсов, особенно в восточных и северных регионах страны. Значительный удельный вес занимает автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве.

Специфика работы автомобильного транспорта состоит в следующем. В течение всего года непосредственно транспортные операции осуществляются на открытом воздухе.

Метеорологические условия оказывают влияние не только на процесс транспортировки грузов, но и на все дорожно-строительные работы и работы по ремонту дорожных одежд. Современная эксплуатация дорог характеризуется большими нагрузками на дорожное покрытие. Изменения температуры, скорости и направления ветра и количества осадков оказывают сильное влияние на состояние дорог. Дорожно-строительные работы, как правило, осуществляются в период года, когда температурный режим отвечает

нормативам использования строительного материала и технологии работ, включая применение дорожных машин. Однако в течение теплого сезона года сказываются следующие неблагоприятные условия погоды: длительные обложные осадки, ливневые дожди и сильные ветры.

При отсутствии справочных сведений об устойчивости грунтовых дорог и необходимости работы автомобильного транспорта вне дорог с жестким покрытием оценка глубины оттаивания грунта, выполненная по метеорологическим данным, позволяет выбрать оптимальный маршрут.

Прямой угрозой для автотранспорта является гололедица, с которой связано более 50 % дорожно-транспортных происшествий. Для любых дорог к неблагоприятным условиям погоды относятся длительные дожди и ливни, особенно на дорогах в сельской местности.

Метеорологическое обеспечение автомобильного транспорта осуществляется в самых разных физико-географических и производственных условиях, на трассах различной протяженности, сложности, в городах, на промышленных предприятиях, в сфере добычи полезных ископаемых и т. д. Разнообразие задач автомобильного транспорта обуславливает все более избирательное специализированное обеспечение его.

В повседневных оперативных условиях автомобильному транспорту необходима следующая метеорологическая информация:

- фактические данные о текущей погоде в целях осведомленности о зависимости автотранспортных работ на данный момент;
- суточные и полусуточные прогнозы как по пунктам базирования автомобильного транспорта, так и по автотрассам, по которым устанавливается специализированное обеспечение;
- предупреждения об ОЯ и НГЯ;
- консультации и уточнения информации.

Эффективно использование соли для растапливания снега на дорогах: Соль, которую разбрасывают на дорогах и на тротуарах, действительно предотвращает образование ледяной корки<sup>^</sup> растапливая снег. Смесь снега с

солью остается жидкой не смерзающейся массой при температуре до  $-8^{\circ}\text{C}$ , расплавление льда солью может быть достигнуто даже при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$ , хотя процесс таяния будет значительно менее эффективным, чем при температуре, близкой к  $0^{\circ}\text{C}$ . Практически освобождение дорог от снега с помощью соли эффективно при толщине снежного покрова до 5 см.

Однако использование соли для очистки дорог от снега имеет негативную сторону: соль вызывает коррозию автомобилей и загрязняет водоемы хлоридами, а почву вблизи дорог - натрием в избыточной концентрации. По этому в ряде городов этот способ борьбы с обледенением дорог запрещен.

Влияния погоды на работу железнодорожного транспорта. Колебания температуры воздуха в зимнее время могут вызвать обледенение рельсов и линий связи, а также подвижного состава, когда он стоит на запасных путях; бывают, хотя и сравнительно редко, и случаи обледенения пантографов на электропоездах. Все эти особенности влияния метеорологических условий на работу железнодорожного транспорта требуют использования специальной техники и связаны с дополнительными затратами труда и денежных средств в объеме 1-2% стоимости оперативных эксплуатационных расходов. В целом же железнодорожный транспорт менее других видов транспорта зависит от условий погоды, недаром рекламные проспекты железных дорог часто утверждают, что железная дорога работает и тогда, когда все другие виды транспорта бездействуют. Хотя это и преувеличение, но оно не слишком далеко от истины. Впрочем, от стихийных бедствий, вызванных аномалиями погоды, железные дороги не застрахованы точно так же, как и другие отрасли народного хозяйства: сильные бури, наводнения, оползни, селевые потоки, снежные обвалы разрушают железнодорожные пути, как и автомобильные дороги; гололед, интенсивно отлагаясь на контактных проводах электрических железных дорог, обрывает их так же, как и провода ЛЭП или обычных линий связи. Следует добавить, что увеличение скорости движения

поездов до 200-240 км/ч породило угрозу переворачивания поезда под действием ветра.

Предотвращают отложение снега у железнодорожных путей, проложенных на насыпях или в выемках грунта: в холмистой местности для уменьшения снежных заносов устанавливают заградительные щиты, изменяют наклон полотна, что способствует ослаблению приземного вихря, или же сооружают невысокие насыпи. Насыпь не должна быть слишком крутой, иначе создается заметный подветренный вихрь, а это приводит к накоплению снега на подветренной стороне насыпи.

## 1.2 Воздействие метеорологических факторов на воздушный транспорт

Эксплуатационная надежность и готовность к полету современных летательных аппаратов, помимо других факторов, в значительной мере зависит от климатических условий (температуры, влажности, ветра, осадков, атмосферного давления, солнечной радиации и др.). Вместе с тем улучшение конструкций самолетов и их оборудования, повышение мастерства летных экипажей в пилотировании и технической эксплуатации, применение усовершенствованных посадочных систем существенно уменьшают эту зависимость. Однако с атмосферными факторами пока что нельзя не считаться. Чем лучше летный и технический состав знает воздействие метеоусловий на самолет и его полет, тем безопаснее будут проходить полеты.

Это прикладная научная дисциплина, занимающаяся изучением влияния метеорологических факторов на безопасность, регулярность и экономическую эффективность полетов самолётов и вертолетов, а также разрабатывающая теоретические основы и практические приемы их метеорологического обеспечения.

Образно говоря, авиационная метеорология начинается с выбора местоположения аэропорта, определения направления и требуемой длины

взлетно-посадочной полосы на аэродроме и последовательно, шаг за шагом, исследует целый комплекс вопросов о состоянии воздушной среды, определяющем условия полетов.

При этом значительное внимание она уделяет и вопросам чисто прикладным, таким, как составление расписания полетов, которое должно оптимальным образом учитывать состояние погоды, или содержание и форма передачи на борт заходящего на посадку самолета информации о характеристиках приземного слоя воздуха, имеющих решающее значение для безопасности приземления самолета.

По данным Международной организации гражданской авиации – ИКАО, за последние 25 лет неблагоприятные метеорологические условия были официально признаны причиной от 6 до 20% авиационных происшествий; кроме того, еще в большем (в полтора раза) количестве случаев они явились косвенной или сопутствующей причиной таких происшествий. Таким образом, примерно в трети всех случаев неблагоприятного завершения полетов условия погоды сыграли непосредственную или косвенную роль.

По данным ИКАО, нарушения расписания полетов из-за погоды за последние десять лет в зависимости от времени года и климата района происходят в среднем в 1-5% случаев. Больше половины этих нарушений составляют отмены рейсов из-за неблагоприятных условий погоды в аэропортах вылета или назначения. Статистика последних лет показывает, что на отсутствие требуемых условий погоды в аэропортах назначения приходится до 60% отмен, задержек рейсов и посадок самолетов. Конечно, это средние цифры. Они могут не совпадать с действительной картиной в отдельные месяцы и сезоны, так же как и в отдельных географических районах.

Отмену полетов и возврат купленных пассажирами билетов, изменение маршрутов и возникающие при этом дополнительные расходы, увеличение продолжительности полетов и дополнительные затраты на топливо, расход моторесурсов, оплату услуг и обеспечения полетов, амортизацию

оборудования. Так, в США и Великобритании убытки авиакомпаний из-за погоды составляют ежегодно от 2,5 до 5% общего годового дохода. Кроме того, нарушение регулярности полетов приносит авиакомпаниям моральный ущерб, который в конечном итоге также оборачивается уменьшением доходов.

Совершенствование бортового и наземного оборудования систем посадки самолетов позволяет уменьшать так называемые посадочные минимумы и тем самым снижать процент нарушений регулярности вылетов и посадок из-за неблагоприятных метеорологических условий в аэропортах назначения.

Это прежде всего условия так называемых минимумов погоды - дальности видимости, высоты нижней границы облаков, скорости и направления ветра, устанавливаемых для пилотов (в зависимости от их квалификации), воздушных судов (в зависимости от их типа) и аэродромов (в зависимости от их технического оборудования и характеристик местности). При фактических условиях погоды ниже установленных минимумов выполнять полеты из соображений безопасности запрещено. Кроме того, существуют опасные для полетов метеорологические явления, затрудняющие или сильно ограничивающие выполнение полетов (частично они рассмотрены в гл. 4 и 5). Это турбулентность воздуха, вызывающая болтанку самолетов, грозы, град, обледенение самолетов в облаках и осадках, пыльные и песчаные бури, шквалы, смерчи, туман, снежные заряды и метели, а также сильные ливни, резко ухудшающие видимость. Еще следует упомянуть опасность разрядов статического электричества в облаках, снежные заносы, слякоть и гололед на взлетно-посадочной полосе (ВПП) и коварные изменения ветра в приземном слое над аэродромом, называемые вертикальным сдвигом ветра.

Среди большого количества минимумов, устанавливаемых в зависимости от квалификации пилотов, оборудования аэродромов и самолетов, а также географии местности, можно выделить три категории международных минимумов ИКАО по высоте облаков и дальности видимости на аэродроме, в

соответствии с которыми разрешается выполнять взлет и посадку самолетам при сложных условиях погоды:

- 1-я категория - дальность видимости не менее 800 м и высота облаков не менее 60 м;
- 2-я категория - дальность видимости не менее 400 м и высота облаков не менее 30 м;
- 3-я категория - дальность видимости не менее 200 м и высота облаков без ограничений.

В гражданской авиации нашей страны согласно действующим нормативам сложными считаются следующие метеорологические условия: высота облаков 200 м и менее (при том, что они закрывают не менее половины небосвода) и дальность видимости 2 км и менее. Сложными считаются и такие условия погоды, когда налицо одно или несколько метеорологических явлений, отнесенных к числу опасных для полетов.

Нормативы сложных метеорологических условий не являются стандартными: есть экипажи, которым разрешено выполнение полетов и при значительно худших условиях погоды. В частности, все экипажи, летающие по минимумам ИКАО 1, 2 и 3-й категорий, могут выполнять полеты в сложных метеорологических условиях, если нет опасных метеорологических явлений, непосредственно препятствующих полетам.

В военной авиации ограничения по сложным метеорологическим условиям несколько менее жесткие. Существуют даже так называемые всепогодные самолеты, оснащенные для полетов в очень сложных метеорологических условиях. Однако и они имеют ограничения по погоде. Полной независимости полетов от условий погоды практически не существует.

Таким образом, сложные метеоусловия – понятие условное, его нормативы связаны с квалификацией летного состава, техническим оснащением самолетов и оборудованием аэродромов.

Сдвиг ветра - это изменение вектора ветра (скорости и направления ветра) на единицу расстояния. Различают вертикальный сдвиг ветра и горизонтальный. Вертикальный сдвиг принято определять, как изменение вектора ветра в метрах в секунду на 30 м высоты; в зависимости от направления изменения ветра относительно движения самолета вертикальный сдвиг может быть продольным (попутным - положительным или встречным - отрицательным) или же боковым (левым или правым). Горизонтальный сдвиг ветра измеряется в метрах в секунду на 100 км расстояния. Сдвиг ветра является показателем неустойчивости состояния атмосферы, способной вызывать болтанку самолета, создавать помехи полетам и даже - при некоторых продельных значениях его величины - угрожать безопасности полетов. Вертикальный сдвиг ветра более 4 м/с на 60 м высоты считается опасным для полетов метеорологическим явлением.

Вертикальный сдвиг ветра, кроме того, влияет на точность приземления самолета, выполняющего посадку. Если пилот самолета не будет парировать его воздействие работой двигателя или рулями, то при переходе снижающегося самолета через линию сдвига ветра (из верхнего слоя с одним значением ветра в нижний слой с другим его значением), вследствие изменения воздушной скорости самолета и его подъемной силы, самолет сойдет с расчетной траектории снижения (глиссады) и приземлится не в заданной точке взлетно-посадочной полосы, а дальше или ближе ее, левее или правее оси ВПП.

Обледенение самолета, то есть отложение льда на его поверхности или на отдельных деталях конструкций на входных отверстиях некоторых приборов, происходит чаще всего во время полета в облаках или дожде, когда переохлажденные капли воды, содержащиеся в облаке или осадках, сталкиваясь с самолетом, замерзают. Реже бывают случаи отложения льда или изморози на поверхности самолета вне облачности и осадков, так сказать в <чистом небе>. Такое явление может иметь место во влажном воздухе, который теплее наружной поверхности самолета.

Для современных самолетов обледенение уже не представляет серьезной опасности, так как они оснащены надежными антиобледенительными средствами (электрообогрев уязвимых мест, механическое скалывание льда и химическая защита поверхностей). Кроме того, лобовые поверхности самолетов, летящих со скоростью более 600 км/ч, сильно нагреваются вследствие торможения и сжатия воздушного потока, обтекающего самолет. Это так называемый кинетический нагрев деталей самолета, из-за которого температура поверхности самолета сохраняется выше точки замерзания воды даже при полете в облачном воздухе со значительной отрицательной температурой.

Однако интенсивное обледенение самолета при вынужденном длительном полете в переохлажденном дожде или в облаках с большой водностью представляет реальную опасность и для современных самолетов. Образование плотной корки льда на фюзеляже и оперении самолета нарушает аэродинамические качества воздушного судна, так как происходит искажение обтекания поверхности самолета воздушным потоком. Это лишает самолет устойчивости полета, снижает его управляемость. Лед на входных отверстиях воздухозаборника двигателя уменьшает тягу последнего, а на приемнике воздушного давления - искажает показания приборов воздушной скорости и т. д. Все это очень опасно при несвоевременном включении антиобледенительных средств или при отказе последних.

По статистике ИКАО, из-за обледенения ежегодно происходит около 7% всех авиационных катастроф, связанных с метеорологическими условиями. Это немногим меньше 1% всех авиакатастроф вообще.

В воздухе никаких участков пространства с вакуумом, или воздушных ям, существовать не может. Но вертикальные порывы в беспокойном, турбулентно возмущенном потоке вызывают броски самолета, создающие впечатление его проваливания в пустоты. Они-то и породили этот термин, в наши дни уже выходящий из употребления. Болтанка самолета, связанная с турбулентностью воздуха, вызывает неприятные ощущения у пассажиров и

экипажа самолета, затрудняет полет, а при чрезмерной интенсивности может представлять и опасность для полета.

### 1.3. Влияние гидрометеорологических условий на морской транспорт

В настоящее время весь обширный комплекс проблем современного судоходства сводится к двум основным задачам — безопасности плавания и, следовательно, снижению аварийности, а также экономичности; сюда же относится повышение провозной способности и рейс оборачиваемости. В решении этих задач немалая роль принадлежит климату, погоде и состоянию поверхности океана. Хотя современные суда и отличаются высокими мореходными- качествами, тем не менее эффективность работы флота и портов во многом зависит еще от гидрометеорологических условий. Неблагоприятные воздействия метеорологических условий на суда, технологию морских перевозок грузов, техническое оснащение портов часто вызывают материальный ущерб, а в ряде случаев и гибель людей.

Одним из путей снижения убытков и разного рода потерь, которые несет флот и порты от погоды и состояния моря, является глубокое понимание специфики неблагоприятных влияний гидрометеорологических условий на судно, а также на эксплуатационные показатели портового оборудования и машин.

Наиболее сильно заметно влияние на судно скорости и направления ветра и связанных с ними волнения моря и течений. Ветер совместно с волнами объединяют многочисленные и разнообразные по своим последствиям воздействия, зависящие не только от его силы и направления, но и от многих характеристик судна (формы и размеров обдуваемой поверхности надводной части, осадки, положения центра парусности, крена, дифферента, скорости). В результате эффект действия ветра данного направления и силы проявляется по-разному для различных судов.

Температура и влажность воздуха, температура и соленость воды, осадки оказывают влияние на эксплуатацию судов, их механизмов, машин и оборудования. Атмосферные осадки, иногда сопровождаемые грозами, создают помехи в работе судовых радиостанций и средств радионавигации.

Потери энергии радиоволнами возникают также в результате влияния осадков и появления слоя воды на обтекателе антенны или на ее ограждающих поверхностях. Одним из путей снижения убытков и разного рода потерь, которые несет флот и порты от погоды и состояния моря, является учет гидрометеорологических условий в мореплавании и при работе морских портов. Одним из путей, способствующих решению этих задач, является своевременное штормовое предупреждение судов и портов. Это позволит судам, находящимся в плавании, либо избежать встречи с опасными и особо опасными гидрометеорологическими явлениями, либо заблаговременно принять необходимые меры предосторожности. Последнее касается и морских портов. Другой путь — это выбор маршрута судна с благоприятными гидрометеорологическими условиями, который производится с учетом особенностей климатического режима в различные сезоны года.

Мореплавание с древнейших времен тесно связано с погодой. Важнейшими метеорологическими величинами, определяющими условия плавания морских судов, всегда были ветер и обусловленное им состояние морской поверхности - волнение, горизонтальная дальность видимости и явления, ее ухудшающие (туман, осадки), состояние неба - облачность, солнечное сияние, видимость звезд, солнца, луны. Кроме того, моряков интересует температура воздуха и воды, а также наличие морских льдов в высоких широтах, айсбергов, проникающих в акватории умеренных широт. Не последнюю роль для оценки условий плавания играют сведения о таких явлениях, как грозы и кучево-дождевые облака, чреватые опасными для морских судов водяными смерчами и сильными шквалами. В низких широтах мореплавание связано еще и с опасностью, которую несут с собой тропические циклоны - тайфуны, ураганы и т.п.

Погода для моряков - прежде всего фактор, определяющий безопасность плавания, затем - фактор экономический, и, наконец, как и для всех людей, - фактор комфорта, самочувствия и здоровья.

Решающее значение информация о погоде - прогнозы погоды, включающие расчетные данные о ветре, волнении и положении циклонических вихрей, как низкоширотных, так и внетропических, - имеет для морской навигации, то есть для прокладки маршрутов, обеспечивающих наиболее быстрое, экономически эффективное плавание с минимальным риском для судов и грузов и с максимальной безопасностью для пассажиров и экипажей.

Климатические данные, то есть сведения о погоде, накопленные за многие предшествующие годы, служат основой для прокладки морских торговых путей, связывающих между собой континенты. Они также используются при составлении расписания движения пассажирских судов и для планирования морских перевозок. Условия погоды необходимо учитывать и при организации погрузо-разгрузочных работ (когда дело касается грузов, подверженных влиянию атмосферных условий, например, чая, леса, фруктов и т. п.), рыбного промысла, туристско-экскурсионного дела, спортивного мореплавания.

Обледенение морских судов - бич мореплавания в высоких широтах, однако при температурах воздуха ниже нуля оно может иметь место и в средних широтах, особенно при сильном ветре и волнении, когда в воздухе много брызг. Главная опасность обледенения заключается в повышении центра тяжести судна из-за нарастания льда на его надводной части. Интенсивное обледенение делает судно неустойчивым и создает реальную угрозу опрокидывания.

Скорость отложения льда при замерзании брызг переохлажденной воды на рыболовных траулерах в Северной Атлантике может достигать 0,54 т/ч, а это значит, что через 8-10 ч плавания в условиях интенсивного обледенения траулер опрокинется. Несколько меньшая скорость отложения

льда в снегопадах и переохлажденном тумане: для траулера она соответственно равна 0,19 и 0,22 т/ч.

Наибольшей интенсивности обледенение достигает в тех случаях, когда ранее судно находилось в районе с температурой воздуха значительно ниже 0°C. Примером опасных условий обледенения в умеренных широтах может служить Цемеская бухта на Черном море, где во время сильных северо-восточных ветров, при так называемой новороссийской боре, зимой замерзание водяной ныли и брызг морской воды на корпусах и палубных надстройках судов происходит столь интенсивно, что единственное эффективное средство сберечь судно - уйти в открытое море, за пределы воздействия боры.

По данным специальных исследований, проведенных в 50 и 60-е годы, попутный ветер увеличивает скорость судна примерно на 1%, тогда как встречный ветер способен уменьшить ее в зависимости от размеров судна и его загрузки на 3-13%. Еще более значительно воздействие на судно морских волн, вызываемых ветром: скорость судна, является эллиптической функцией высоты и направления волн. На показана эта зависимость. При высоте волны более 4 м морские суда вынуждены замедлять ход или менять курс. В условиях высокого волнения продолжительность плавания, расход топлива и опасность повреждения груза резко увеличиваются, поэтому на основе метеорологической информации маршрут прокладывается в обход таких районов.

При перевозке и хранении грузы подвергаются воздействию гидрометеорологических условий. Изменения, которые могут происходить в изделиях под действием гидрометеорологических условий, могут быть как обратимыми, так и необратимыми. Обратимыми являются изменения, полностью исчезающие после прекращения или уменьшения данного внешнего воздействия. Неблагоприятные воздействия климата и погоды при перевозке и хранении товаров могут быть устранены или, по крайней мере, уменьшены, если известно, к каким последствиям приводит изменение

комплекса метеорологических условий на перевозимые грузы. Лучше всего изучены изменения состава и качества грузов во время морских перевозок. Морские грузы подразделяются на генеральные, навалочные (насыпные) и жидкие.

Существенное значение имеет влияние гидрометеорологических условий на контейнеры и грузы, находящиеся в них. При качке судна на контейнеры начинает действовать сила инерции пропорционально значениям вертикальных ускорений палубы судна. Силы инерции, действующие на контейнер и груз, создают условия, которые осложняют обеспечение сохранности их перевозки. Под влиянием качки судна груз в контейнере, если он уложен неплотно и без соответствующего крепления, может смещаться внутри контейнера. От этого возникают повреждения самого груза в контейнерах, соседних контейнеров и приспособлений для их крепления.

Плохая видимость, колебания уровня воды в реках и озерах, замерзание водоемов - все это сказывается как на безопасности, так и на регулярности плавания судов, а также на экономических показателях их эксплуатации. Ранние ледоставы на реках, как и позднее вскрытие рек ото льда, сокращает период навигации. Применение ледокольных средств удлиняет сроки навигации, но удорожает стоимость перевозок.

Современная технически оснащенная транспортная речная сеть включает в себя судоходные реки, каналы, водохранилища, озера и заливы. Крупные реки являются основными водными магистралями. По пропускной способности они эквивалентны мощным железнодорожным магистралям. В целом речная водотранспортная система в силу близости и доступности достаточно экономична.

Речные пути разделяют по их территориальной и экономической значимости на магистральные речные пути (обслуживают внешнеторговые перевозки); межрайонные (транспортировка грузов между крупными административными и экономическими районами страны) и местные (об-

служивают внутрирайонные хозяйственные связи). Речной флот осуществляет транспортные операции в течение навигации — периода отсутствия ледостава.

Речной транспорт включает пассажирские, грузовые самоходные и несамоходные суда (лихтера, баркасы и др.). Грузоподъемность сухогрузных и наливных речных судов достигает 20 тыс. т. Маршрутную безопасность судов обеспечивает технический флот, выполняющий разного рода путевые и дноуглубительные работы.

Специфика работы речного транспорта состоит в следующем:

- все виды работ осуществляются на открытом воздухе и сильно зависят от условий погоды и состояния водной поверхности;
- относительно малые путевые скорости и недостаточная маневренность (на реках, на сложных фарватерах, в узостях между островами и т. п.), особенно при ухудшении погоды;
- немаловажное значение имеет наличие укрытий, приподнятых берегов, обеспечивающих „ветровую тень“, а также гидротехническая оснащенность фарватеров.

Работа речного флота находится в постоянной зависимости от таких условий погоды, как ветер и волнение; туман и другие явления, ухудшающие видимость; переход температуры воздуха через 0 °С и начало устойчивых морозов с появлением ледостава.

Гидрометеорологическое обеспечение речного транспорта осуществляется прогностическими подразделениями (гидрометцентрами, гидрометбюро) в пределах данного территориального УГМС. Необходимая для речного транспорта метеорологическая информация включает: текущие сведения о состоянии погоды; прогнозы погоды; прогнозы погоды по маршрутам, акватории водоема на периоды времени, предусмотренные запросами потребителя; предупреждения об опасных для речного флота погодных условиях.

К особой форме деятельности на реках относится лесосплав. Осуществляется принудительная проводка древесины в плотках или перевозка в лихтерах на крупных реках, водоемах и озерах. Буксировка ПЛОТОВ зависит от условий погоды и сложности маршрута.

Для различных водоемов установлены критические (штормовые) значения скорости ветра при его определенном направлении. Аналогичные пороговые условия погоды устанавливаются для проводки лихтеров. Дополнительно учитывается возможность снижения видимости, с которой связана опасность столкновения судов и посадки судна на мель.

## Глава 2. Анализ режима метеорологических характеристик в Тюменской области (метеостанция Березово)

### 2.1. Оценка показателей термического режима

В данном параграфе приведены многолетние средние месячные и годовые значения температуры воздуха по имеющемуся ряду наблюдений на метеорологической станции Березово в пределах периода с 1881 по 1980 гг.

Средние суточные значения температуры воздуха, вычисленные по трем и четырем срокам наблюдений, приведены к средней температуре за 24 ч путем введения поправок. Поправка представляет разность между средней температурой за 24 ч, полученной по ежечасным данным термографа, и средней температурой, полученной за три (четыре) срока наблюдений. К значениям температуры, вычисленным по восьми срочным наблюдениям, поправки не вводились. Для перехода от средней многолетней температуры, вычисленной за весь период инструментальных наблюдений, к средней за

тридцатилетний период, принятый ВМО в качестве периода для определения климатической нормы (1931-1960 гг.), и за последний тридцатилетний период (1951-1980 гг.)

Статистические ошибки расчетов средней месячной температуры воздуха составляют 0,1-0,8 °С.

Таблица 2.1. Средняя месячная и годовая температура воздуха

Станция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Березово	-22,3	-19,8	-13,4	-4,3	2,9	11,2	15,9	13,0	6,8	-2,8	-13,8	-19,7	3,8

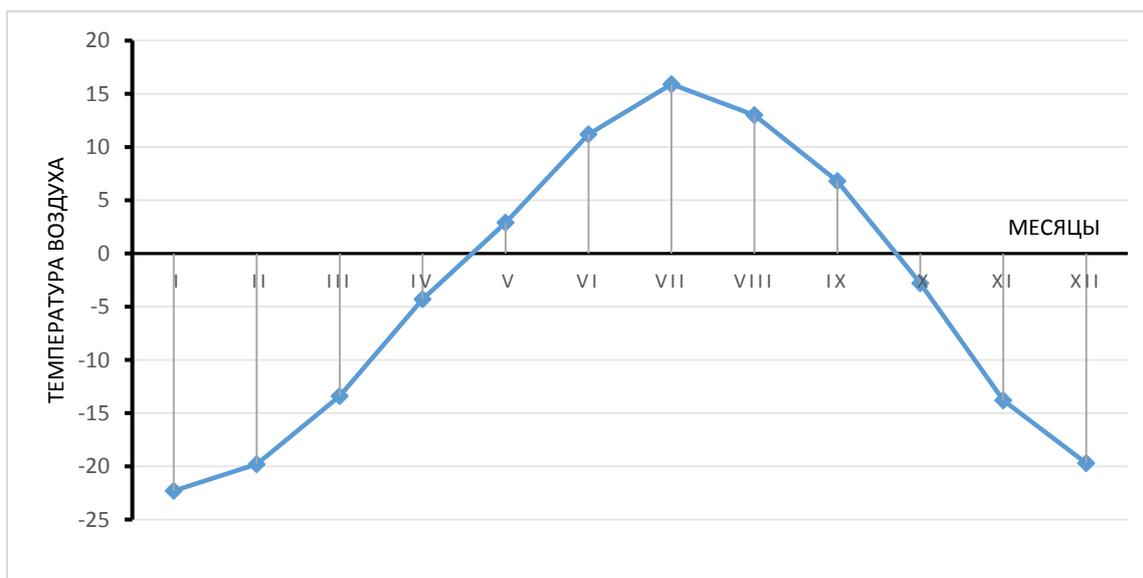


Рис. 2.1. Средняя месячная температура воздуха

Температура воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Отрицательные средние месячные температуры наблюдаются с октября по апрель. Положительные температуры во все остальные месяцы года. Переход температуры воздуха через 0 С происходит в конце весны и приходится на май, а через 10 градусов наблюдается только в июне с дальнейшим повышением до

самого сентября. Лето наступает в июне и не длится долго. К июню температура воздуха постепенно увеличивается. Наиболее высокая среднемесячная температура в годовом ходе отмечалась в июле и достигла 15,9 С.

От августа средняя температура воздуха начинает резко снижаться и отклонения достигают 6,2 С. а к ноябрю и вовсе снижение составляет 11 С.

В ходе анализа термического режима необходимо проанализировать характеристики непрерывной продолжительности температуры воздуха выше (ниже) заданных значений. Для расчета используются те же данные непосредственных наблюдений, что и за период 1966-1980 гг.

Переход температуры воздуха через заданное значение снизу-вверх (при повышении температуры) называется выбросом вверх, а сверху вниз (при понижении температуры) — выбросом вниз. Выбросы вверх обозначены знаком >, а выбросы вниз — знаком <. Непрерывная продолжительность конкретного выброса равняется длительности периода с температурой выше (ниже) заданного значения.

Обеспеченность (%) продолжительности температуры воздуха, равной и более 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 36, 48 ч, вычисляется как отношение количества выбросов с заданной продолжительностью к общему числу выбросов через заданный уровень. Значения обеспеченности указываются с точностью 0,1%. Число периодов вычисляется с точностью 0,1 как частное от деления общего количества выбросов через заданный уровень за весь обработанный период наблюдений на количество лет в этом периоде.

Средняя суммарная продолжительность (ч) выбросов через заданный уровень равняется частному от деления общей продолжительности всех выбросов на количество лет в период наблюдений, принимавших участие в расчетах. Значения указаны с точностью до 0,1 ч. Максимальная непрерывная продолжительность (ч) выбирается из всех выбросов с заданным уровнем. Эти данные приведены в Приложении А, в таблице 1 (Характеристики непрерывной продолжительности температуры воздуха выше (ниже) заданных значений).

В ходе анализа термического режима необходимо проанализировать даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода в воздухе. Приведены средние и крайние (самые ранние и самые поздние) даты первого заморозка осенью и последнего заморозка весной (по показаниям минимального термометра), средняя наименьшая и наибольшая продолжительность безморозного периода. Крайние даты заморозков, наибольшая и наименьшая продолжительность безморозных периодов выбираются из фактически наблюдавшихся значений на станции. Средние даты заморозков получены непосредственно путем подсчета из всего ряда наблюдений в пределах периода 1891-1980 гг.

В этой же таблице дана повторяемость лет с отсутствием безморозного периода (период без заморозков короче месяца) и с длительным безморозным периодом, прерываемым заморозками. Повторяемость рассчитана в процентах от общего числа лет наблюдений

Таблица 2.3. Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода в воздухе.

Станция	Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода дни			Повторяемость лет, %	
	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	С отсутствием безморозного периода	С длительным безморозным периодом, прерванным заморозками
<b>Березово</b>	1VI	30IV	25VI	10IX	21VII	3X	100	49	137	52	1

Минимальная температура воздуха, наблюдаемая в течение заморозка, характеризует его интенсивность. Сильные заморозки возможны в апреле и

октябре. Очень редко они наблюдаются в первой декаде мая, но в целом в мае заморозки становятся слабее. Осенью слабые заморозки начинаются во второй декаде сентября, а сильные— с третьей декады октября. Но заморозки в октябре менее интенсивны, чем в апреле

## 2.2. Ветровой режим

Скорость и направление ветра в 1966-1980 гг. на большинстве станций измерялись разными приборами. На 17% станций Омского территориального управления по гидрометеорологии флюгер был заменен анеморумбометром до начала указанного периода. К 1975 г. число таких станций возросло до 50%. На 7% станций анеморумбометры были установлены после 1980 г. или вообще не устанавливались. Расчет повторяемости направлений ветра и штилей проведен за период 1966-1980 гг. Повторяемость конкретного направления определена как отношение (в процентах) числа случаев этого направления к общему числу наблюдений в данном месяце или за год, но без учета штилей. Повторяемость штилей определена как отношение (в процентах) числа штилей за месяц или за год к общему числу наблюдений соответственно за месяц или за год.

Статистические ошибки вычислений составляют от 0,2 до 0,8%.

Таблица 2.4. Повторяемость (%) направления ветра и штилей. Березово

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	16	10	4	4	16	25	16	9	4
II	17	10	4	5	19	23	14	8	3
III	13	11	6	6	20	22	14	8	3
IV	14	15	9	9	18	15	12	8	1

V	22	20	10	7	12	8	10	11	1
VI	23	23	9	7	11	7	8	12	2
VII	23	23	10	9	10	7	7	11	3
VIII	23	16	7	7	13	11	10	13	3
IX	16	9	4	8	18	18	16	11	2
X	15	8	5	7	18	20	17	10	2
XI	12	8	3	4	19	26	19	9	2
XII	11	7	4	6	21	30	15	6	3
Год	17	13	6	7	16	18	13	10	2

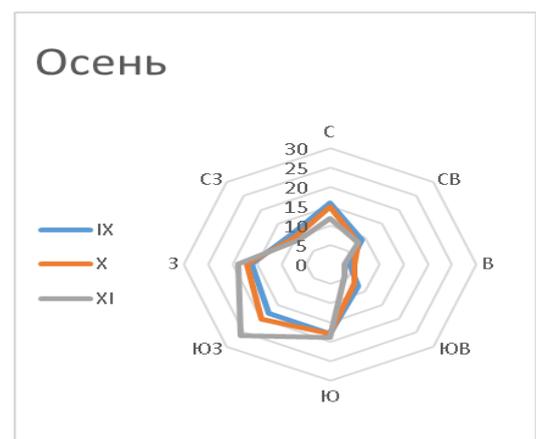
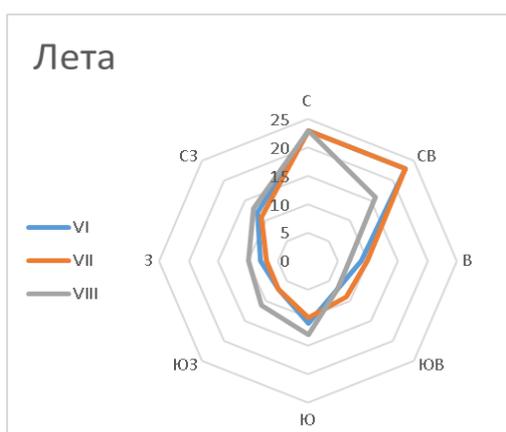
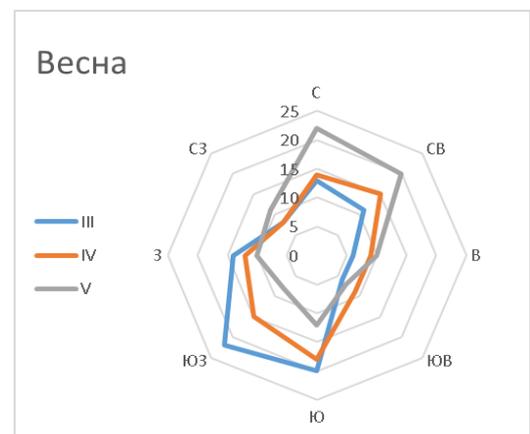
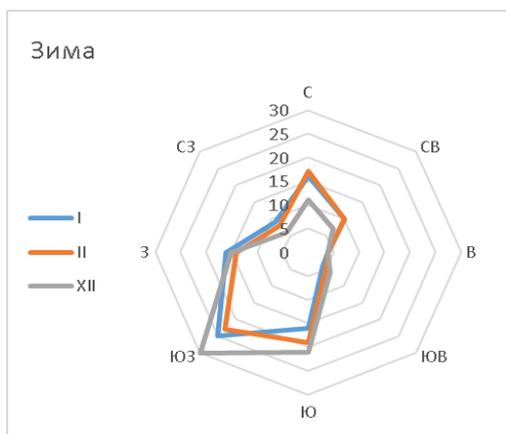


Рис 2.2. Повторяемость (%) направления ветра и штилей. Березово

Представление о распределении повторяемости направлений ветра по сезонам дают розы ветров. В городе довольно мала повторяемость штилей. Наибольшее число штилей наблюдается январе.

В ходе анализа ветровой режим необходимо проанализировать средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с). Приведены средние месячные и годовые значения скорости ветра, вычисленные по рядам ежегодных месячных значений за период 1936- 1980 гг. Статистические ошибки расчетов составляют от 0,04 до 0,31 м/с.

Таблица 2.5. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Стация	Высота флюгера, м		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Год
	с легкой доской	с тяжелой доской													
Березово	11	14	3,4	3,4	3,7	4,0	4,7	4,9	4,3	3,9	4,0	4,3	3,9	3,4	4,0

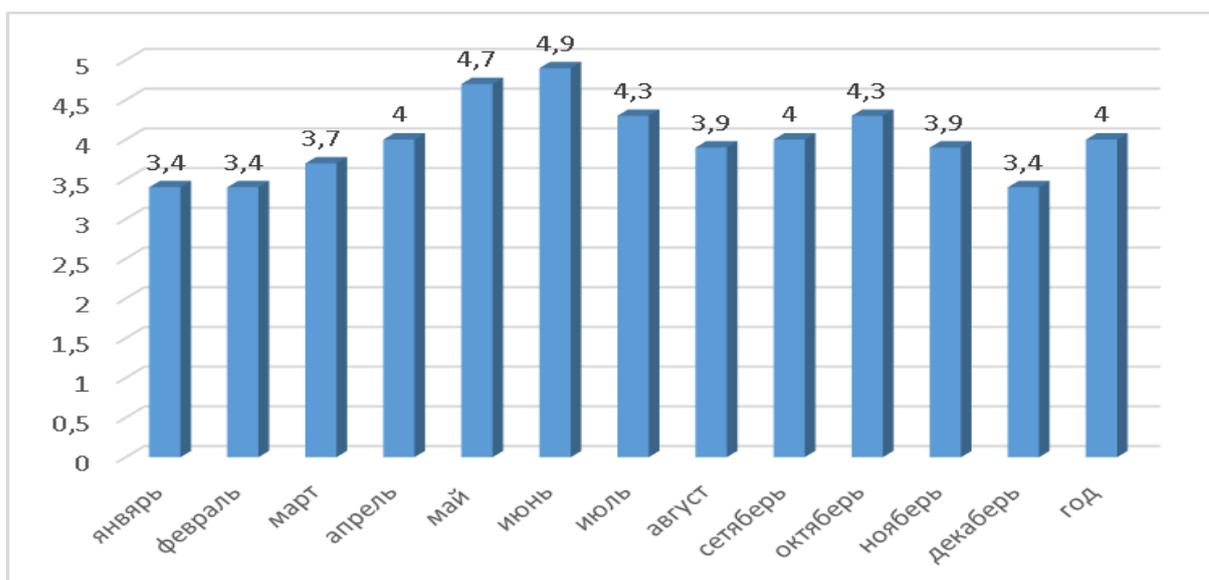


Рис 2.3. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Наибольшая скорость ветра наблюдается в холодное время года (ноябрь – март) 3,4 м/сек. В теплый период с апреля по октябрь скорость ветра увеличивается 4,7 – 4,9 м/сек. Число дней с сильным ветром за год составляет 20 –30 дней. Характерной особенностью летнего периода являются эпизодические возникновения пыльных бурь, которые развиваются в засушливый период.

### 2.3. Осадки и опасные явления погоды

Приведены средние многолетние месячные суммы осадков за холодный (XI-III) и теплый (IV-X) периоды, а также годовые суммы осадков в пределах периода 1891-1980 гг. в суммы осадков всего ряда наблюдений введены поправки на смачивание. Суммы осадков за 1891-1957 гг., т. е. измеренные дождемером, приведены к современным показателям осадкомера путем введения переходного коэффициента.

Для перехода от средних многолетних сумм, вычисленных за указанный период наблюдений, к средним суммам за тридцатилетние периоды (1931-1960 и 1950-1980 гг.) приводятся значения разностей.

Для удобства пользователей дополнительно дается в которой содержатся поправки на приведение дождемерных наблюдений к осадкомерным К1 и поправки на смачивание К3. Введение поправки К1 исключает неоднородность в рядах наблюдений над осадками, которая возникла при замене измерительного прибора. Поправка К3 введена для исключения систематической погрешности при расчете текущих аномалий осадков. Она вводится в измерения осадков начиная с 1966 г.

Статистические ошибки расчетов составляют от 1 до 5 мм, исключением является горная станция Ра-из, где ошибка расчета достигает 10 мм.

Таблица 2.6. Месячное и годовое количество осадков (мм) с по правками на смачивание

Станция	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>	<i>XI-III</i>	<i>IV-X</i>	Год
Березово	21	17	19	25	43	61	64	65	55	39	29	24	110	352	462

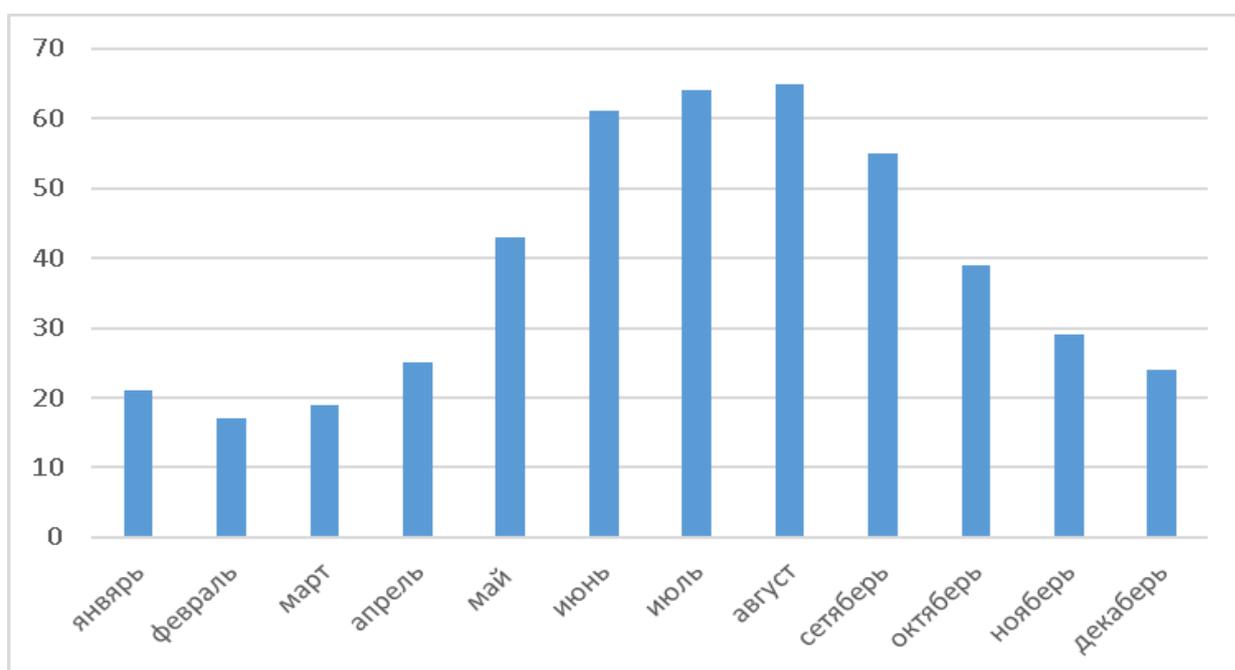


Рис 2.4. Месячное и годовое количество осадков (мм) с по правками на смачивание.

Наибольшее количество осадков, как видно на выпадает в теплый период года. Максимальное количество осадков приходится на самый теплый месяц – август (65мм). Минимум наблюдается в феврале – 17мм.

В ходе анализа осадки необходимо проанализировать месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков (мм). Представлено отдельно месячное и годовое количество осадков трех видов: твердых, жидких и смешанных. В «Справочнике по климату СССР», изд. 1964-1965 гг. опубликованы доли (%) осадков каждого вида, вычисленные за период 1936-1960 гг. показана устойчивость во времени этих внутри

месячных соотношений, вычисленных за 25 лет. Данные вычислены по долям осадков трех видов за каждый месяц, взятым из «Справочника по климату СССР», и по средним многолетним данным.

Таблица 2.7. Месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков (мм).

Станция	Вид осадков	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Березово	ж				4	23	56	64	65	44	8			264
	т	21	17	18	12	5				2	18	27	24	144
	с	0,2		1	9	15	5			9	13	2	0,2	54

Оценивая количество твердых осадков в зимний период можно сделать вывод, что наибольшее количество твердых осадков выпадает в ноябре (27 мм). В год твердых осадков выпадает 144 мм. А наибольшее количество жидких осадков в августе-65 мм и смешанных в мае-15 мм.

В ходе анализа осадок необходимо проанализировать число дней со снежным покровом, даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного. Данные вычислены за период 1891-1980 гг. Крайние даты выбраны из рядов наблюдений не менее 20 лет. Статистические ошибки расчетов составляют 0,8-0,9 дня.

Таблица 2.8. Число дней со снежным покровом, даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова.

Число дней со	Дата появления снежного покрова	Дата образования устойчивого снежного	Дата разрушения устойчивого снежного	Дата схода снежного покрова
---------------	---------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------

Станция	снежным покровом				покрова			покрова				
		Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя
Березово	208	5X	13IX	28X	18X	28IX	4IX	5V	9IV	31V	18V	21IV

Сроки образования устойчивого снежного покрова, так же, как и сроки появления снежного покрова, в отдельные годы значительно отклоняются от средней многолетней даты. Так устойчивый снежный покров установился октября. —сентября, т. е. амплитуда между крайними значениями достигает 30 дней. С момента образования устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается. Наиболее интенсивный рост идет от октября к ноябрю, в месяцы с наибольшей повторяемостью циклонической погоды в холодный период года, когда создаются основные запасы снега. Максимальной высоты он достигает в марте.

В ходе анализа опасные явления погоды необходимо проанализировать среднее число дней с туманом. Среднее число дней с туманом по месяцам, за холодный и теплый периоды и за год получено непосредственно путем подсчета за период 1936- 1980 гг. Во избежание ошибок вследствие нарушения однородности учтены туманы только четырех видов: сплошные, просвечивающие, ледяные и ледяные просвечивающие. Туманы поземные и туманы в окрестности станции в обработку не включены. Днем с туманом считается день, в течение которого отмечен хотя бы один вид из вышеуказанных в месте расположения метеоплощадки. При отсутствии туманов в каком-либо месяце соответствующая графа остается незаполненной.

Таблица 2.9. Среднее число дней с туманом.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	Год

Березово	3	2	1	1	1	0,6	1	3	3	3	3	3	15	10	25
----------	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	---	----	----	----

В среднем за год отмечается 25 дней с туманом. В зимнее время наблюдается наибольшее количество образования туманов – 15 дней, в летнее – 10 дней.

В ходе анализа опасные явления погоды необходимо проанализировать среднее число дней с метелью. Для получения средних характеристик метелей за основной также принят период 1936-1980 гг. При климатологической обработке использованы и сгруппированы данные о трех видах метелей: общая метель, метель с выпадением снега и низовая метель, кроме поземки. Среднее многолетнее число дней с метелью по месяцам получено путем подсчета дней, в которые наблюдались хотя бы один из трех видов вышеуказанных метелей или все другие, а также и поземок. В это число не включены лишь дни, когда отмечался только поземок. Приведено число дней с метелью для каждого месяца за весь зимний период, начиная с осени одного года и кончая весной следующего года, и подсчитана сумма числа дней с метелью за все месяцы данного зимнего сезона, которая вписана в графу «Год».

Таблица 2.10. Среднее число дней с метелью

Станция	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	Год
Березово	0,7	0,2	3	4	4	5	4	6	3	1	0,02	0,3	30

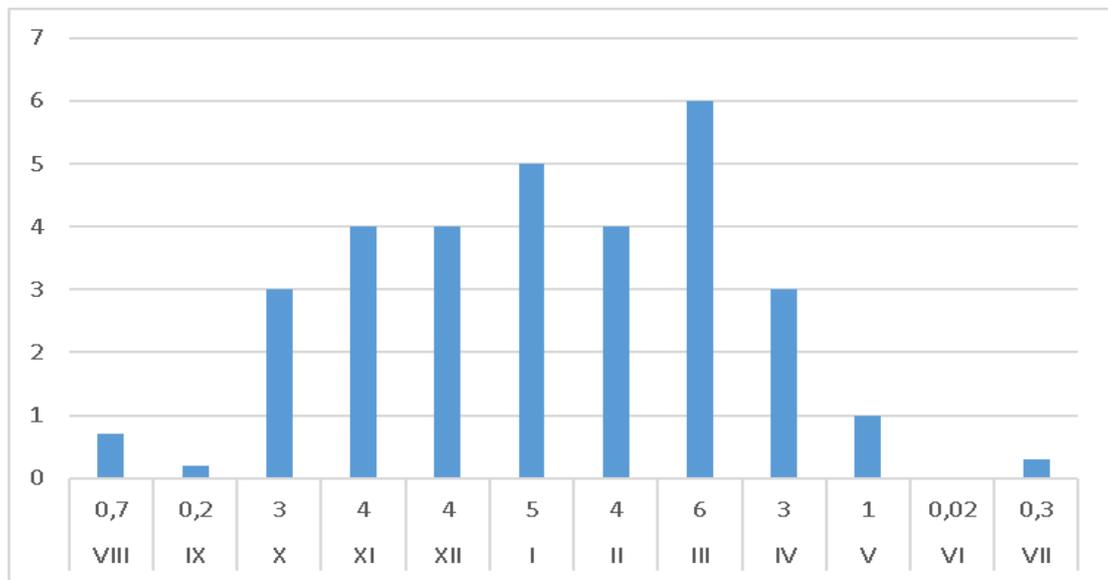


Рис 2.5. Среднее число дней с метелью

Начиная с октября, число дней с метелью возрастает, достигая максимума в январе – 6 дней. И потом уменьшается. Минимальное значение отмечается в апреле – 0,02 дня. Всего дней с метелью наблюдалось 30 дня.

В ходе анализа опасные явления погоды необходимо проанализировать средняя продолжительность метелей (ч). Приведено среднее число часов с метелью за 1936-1980 гг. по месяцам холодного периода и за год. Для каждого месяца подсчитано число часов с метелями тех же видов, которые учитывались и при подсчете числа дней с метелью, затем оно разделено на длину используемого ряда. Среднее годовое значение продолжительности получено путем суммирования средних месячных значений продолжительности.

Станция	Суммарная продолжительность													Средняя продолжительность метели в день с метелью
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	Год	
Березово	4	0,9	2	26	27	30	26	37	18	9	0,1	2	176	5,9

Таблица 2.11. Средняя продолжительность метелей (ч).

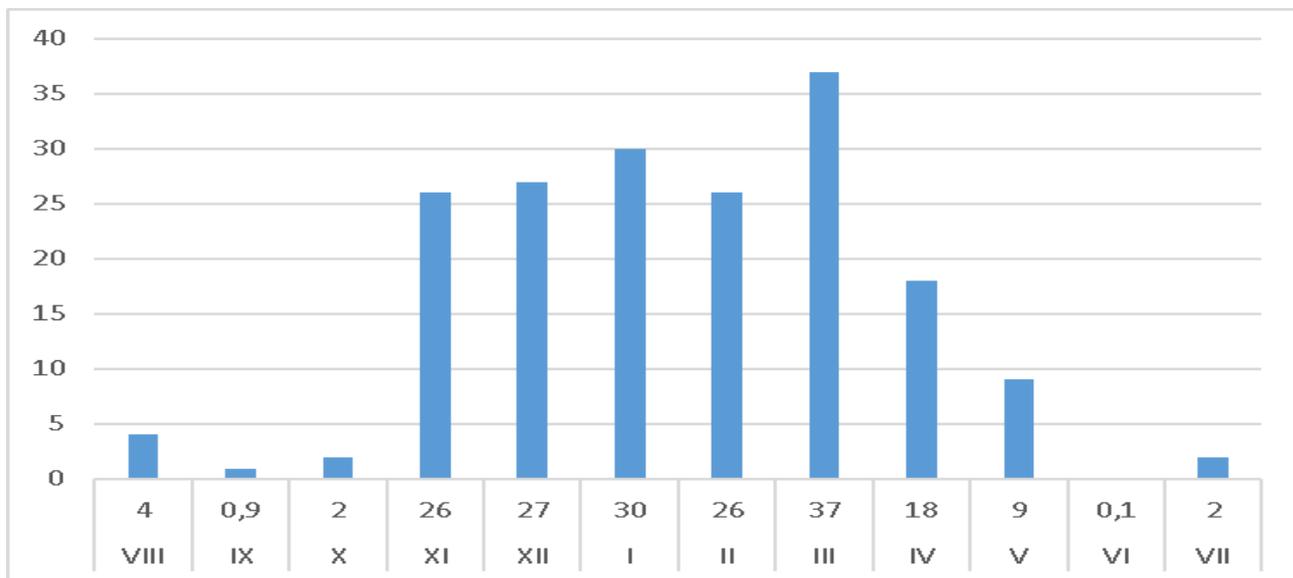


Рис 2.6. Средняя продолжительность метелей (ч).

Наибольшая средняя продолжительность метелей составляет 37 часа в марте, наименьшая – 0,1 в июне. Всего продолжительность метели 176 ч.

В ходе анализа опасные явления погоды необходимо проанализировать

среднее число дней с обледенением (по визуальным наблюдениям).

Таблица 2.12. Среднее число дней с обледенением (по визуальным наблюдениям) Березово.

Явления	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	Год
Гололед		0,02	0,05	0,9	0,8	0,2	0,1	0,04	0,09	0,4	0,4	0,02	3
Изморозь			0,05	2	5	7	7	4	2	0,7			28
Все виды обледенения		0,02	0,1	3	5	7	7	4	2	1	0,4	0,02	30

В среднем за год отмечается 3 дня с гололедом, 28 дней с изморозью, все виды обледенения 30 дней.

### Глава 3. Расчет специализированных метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта

#### 3.1. Определение специализированных термических характеристик

Здесь мы рассчитываем самую холодную пятидневку и сутки для определения метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта.

Расчетная температура наиболее холодной пятидневки ( $t_5$ ) определяется по уравнению

$$t_5 = 1,25 * t_x - T = 1,25 * (-22,3) - 14,6 = -42,5$$

А самых холодных суток — по уравнению

$$t_1 = 1,31 * t_x - T_1 = 1,31 * (-22,3) - 18 = -47,2$$

$T$  - постоянные эмпирические коэффициенты в Тюменской области и равна 14,6

$T_1$  - постоянные эмпирические коэффициенты в Тюменской области и равна 18

$t_x$  – самая холодная средняя месячная и годовая температура воздуха в таблице 2.1.1 в январе и равна – 22,3 С

Специфика природно-климатических условий зоны холодного климата обуславливает целый ряд особенностей эксплуатации автомобилей. К ним следует отнести затрудненный пуск двигателей, особенно дизельных, при низких температурах окружающего воздуха. При пуске холодного двигателя в таких условиях, с одной стороны, имеет место значительное увеличение сопротивления вращению коленчатого вала вследствие повышения вязкости масла в двигателе, с другой, уменьшение мощности, отдаваемой аккумуляторной батареей, вследствие падения напряжения на зажимах и уменьшения ее емкости из-за увеличения внутреннего сопротивления батареи и вязкости электролита. Это приводит к значительному уменьшению частоты вращения коленчатого вала при пуске, к ограничению возможности пуска двигателя стартером. При низких температурах и малой пусковой частоте вращения у карбюраторных двигателей из-за повышения вязкости бензина и уменьшения скорости движения воздушного потока во впускном трубопроводе значительно ухудшается распыливание и испарение топлива, что ведет к ухудшению смесеобразования. Низкие температуры окружающего воздуха и малая пусковая частота вращения приводят также к ухудшению искрообразования в свечах зажигания вследствие резкого снижения напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. У дизельного двигателя при низких температурах (в цилиндры поступает холодный воздух) и малой пусковой частоте вращения ухудшаются условия для достижения в конце такта сжатия необходимой для воспламенения топлива температуры воздуха. Кроме того, имеющее при этом место повышение вязкости топлива и уменьшение скорости его впрыска вызывают ухудшение распыливания топлива в цилиндрах дизеля. Все это затрудняет пуск холодного двигателя при низких температурах.

Сопровождается повышенным изнашиванием основных его рабочих деталей. Это имеет место по ряду причин: из-за поступления масла к трущимся поверхностям с некоторым запаздыванием после начала работы двигателя. По данным исследований, время задержки появления масла из коренного подшипника после начала работы насоса может составлять до 2 мин и более; из-за смывания масла со стенок цилиндра топливом, попадающим в цилиндр в жидком виде, что приводит к ухудшению смазки; из-за быстрого загрязнения масла, вызываемого неудовлетворительной его фильтрацией вследствие резкого снижения пропускной способности фильтров тонкой очистки в результате повышения вязкости смолистых веществ, отложившихся в них. При отрицательной температуре фильтр тонкой очистки пропускает масла в 20...30 раз меньше по сравнению с максимальной пропускной способностью при положительной температуре. Кроме того, возрастание при низких температурах вязкости масла приводит к повышению давления в системе и срабатыванию перепускного клапана фильтра грубой очистки, в результате чего, последний также выключается из работы. Прогревание же масла в поддоне картера двигателя при низких температурах окружающего воздуха происходит очень медленно.

При низких температурах значительно активизируется коррозия деталей цилиндропоршневой группы двигателя. Поэтому в условиях низких температур при пуске двигателя имеет место интенсивное (во много раз больше, чем при нормальном тепловом режиме) коррозионно-механическое изнашивание его деталей.

При эксплуатации автомобилей в условиях низких температур возникают серьезные затруднения с поддержанием нормального теплового режима двигателя, особенно при работе с частыми остановками для погрузки - разгрузки и по другим причинам. При низких температурах значительно возрастает изнашивание деталей двигателя. Переохлаждение агрегатов

трансмиссии приводит к застыванию масла в них, ухудшению Условий смазывания рабочих поверхностей, увеличению изнашивания деталей.

Возможное при низких температурах замерзание жидкости в системах охлаждения двигателя, отопления кабины, кузова, электролита в аккумуляторной батарее может приводить к размораживанию блока двигателя, разрыву бачков и трубок радиатора, баков батареи. В условиях низких температур намного выше вероятность отказов топливной системы дизелей. Их причиной могут быть ледяные и воздушные пробки в трубопроводах, которые образуются вследствие скопления мелких кристалликов льда при замерзании воды, находящейся в дизельном топливе. Парафины, содержащиеся в топливе, при этом превращаются в студенистую массу, которая может забивать топливные фильтры, топливопроводы, что также является причиной отказов. В условиях низких температур снижается также надежность гидравлического тормозного привода из-за возможного застывания некоторых тормозных жидкостей. При температурах ниже  $-45^{\circ}\text{C}$  теряют свою эластичность, становятся хрупкими и разрушаются шины, детали из резины (сальники, резиновые шланги гидропривода тормозов и т.д.), пластмассовые детали трескаются, твердеют, теряют свои качества консистентные смазочные материалы. При особо низких температурах ( $-60\text{...}-70^{\circ}\text{C}$ ) изменяются физические и механические свойства металлов, что вызывает частые поломки деталей. По подсчетам специалистов, количество поломок и аварий, изнашивание деталей стандартной техники на Севере в 3... 5, а иногда в 8... 10 раз больше, чем в условиях умеренного климата.

При эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата имеет место ухудшение их топливной экономичности. Основные причины возрастания расхода топлива: увеличение времени пуска и прогрева двигателя; работа двигателя при пониженной температуре жидкости в системе охлаждения; повышенная вязкость масла в агрегатах трансмиссии, что ведет к значитель-

ным потерям мощности на ее прокручивание; повышенное сопротивление движению по заснеженным дорогам.

При перевозке грузов значительно усложняется возможность обеспечения их сохранности вследствие того, что многие из грузов при остывании, замерзании теряют необходимые свойства, снижается их качество. Низкие температуры значительно ухудшают условия работы водителя, поездки пассажиров. Затрудняется работа водителя также вследствие снижения видимости дороги из-за запотевания и обмерзания стекол кабины, частых при температуре ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  туманов, при движении по заснеженным и обледенелым дорогам. Чрезвычайно усложняются возможности обнаружения и устранения отказов в пути, особенно в системах питания и зажигания из-за небольших размеров деталей приборов этих систем

### 3.2. Оценка гололедной нагрузки на автомобильные дороги

Здесь мы рассчитываем гололедной нагрузки определения метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта.

Рассчитывается гололедной нагрузки по формуле

$$P_H = K_0 * y * b_H$$

$K$  — коэффициент охвата, представляющий собой отношение покрытой гололедом площади поверхности элемента ко всей его поверхности (принимается равным 0,6 независимо от формы и размеров элемента),

$b_H$  — нормативная стенка гололеда

$y$  — объемный вес гололеда, принимаемый равным  $0,9 \text{ г/см}^3$

Таблица 3.1. Расчёт гололедной нагрузки

Нормативна стенка	5	10	15	20	25	30	35	40
-------------------	---	----	----	----	----	----	----	----

гололеда, см								
гололедной нагрузки	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6

Гололед -- слой плотного льда, нарастающего на предметах при выпадении переохлажденного дождя или мороси, при тумане и перемещении низких слоистых облаков при отрицательной температуре воздуха у поверхности Земли, близкой к 0°C. Чем меньше капли и чем ниже температура воздуха, тем более слоистым и менее плотным оказывается гололед. При температурах, близких к нулю, он бывает стекловидно-прозрачным и очень плотным. Плотность отложений гололеда колеблется от 0,5 до 0,9 г/м<sup>3</sup>, а масса 1 погонного метра гололедного станка -- от нескольких грамм до 400--500 г.

Гололедица -- все виды наземного обледенения твердых горизонтальных покрытий независимо от причин их образования. В узком смысле слова гололедица -- корка льда на земной поверхности, образовавшаяся в результате замерзания дождевой или талой воды.

Степень опасности наземного обледенения принято характеризовать толщиной слоя льда, который образуется за время нарастания ледяного отложения. Гололедно-изморозевые отложения будут тем больше, чем дольше продолжается выпадение переохлажденного дождя, мороси, чем дольше наблюдаются низкие слоистые облака или адвентивный и радиационный туман. Гололед обычно образуется при адвекции теплого и влажного воздуха.

Внутримассовый гололед возникает в зонах адвекции тепла и влаги на западной и северной периферии стационарных антициклонов, а также на восточной и южной периферии стационарных циклонов. В этих случаях в пограничном слое атмосферы чаще всего наблюдается инверсия температуры, начинающаяся на высоте 500--1000 м от поверхности Земли и распространяющаяся до высоты 1200--1500 м. Благоприятные условия для образования

гололеда создаются, когда достаточно мощная слоистая облачность располагается не только под инверсией, но и в самом слое инверсии, где температура часто достигает положительных значений. Если в процессе образования гололеда слоистые облака снижаются, достигая земной поверхности (адвентивный туман), или проходят над более возвышенными местами, то гололед может возникать и без морозящих осадков, в результате оседания на предметы капель адъективного тумана.

Фронтальный гололед в основном наблюдается перед теплыми фронтами, перемещающимися со скоростью 20--30 км/ч, в зоне шириной 100--200 км, где выпадает переохлажденный дождь. Если при этом температура у поверхности Земли отрицательная (близкая к 0°C), то вероятность образования гололеда большая. Фронтальный гололед представляет особенно большую опасность для народного хозяйства.

Гололёд на дорожном полотне образуется в результате смены температуры, когда после холодов наступает потепление с большим количеством влаги в воздухе. Иногда гололёд появляется в результате переохлаждения дождевых капель; тогда он превращается в лед при ударе о твердые предметы. В этих случаях бывает особенно сильный гололёд, который продолжается несколько дней. Нарастание льда на дорожном полотне происходит быстро: ледяной покров различной толщины образуется в течение двух или трех часов.

Борьба со снегом на автодорогах включает: устройство снегозащиты (специальных конструкций земляного полотна) и проведение работ по очистке проезжей части от снега снегоуборочной техникой с учетом метеорологических данных. Такие сведения получают от АДМС (в том числе и снегомерных пунктов), метеостанций и метеолокаторов Росгидромета и других организаций.

В моменты сильнейших снегопадов привлекается определенное количество единиц техники, на спусках и подъемах дорог организовывается дежурство эвакуационной техники. Также проводится расчистка дорог от снега и превентивная обработка противогололедными материалами.

Против гололёдных материалов – твердые (сыпучие) или жидкие – это дорожно-эксплуатационные материалы или их смеси, применяемые для борьбы с зимней скользкостью.

Против гололёдных материалов подразделяются на:

- химические (могут быть в твердом и жидком состоянии): хлориды, ацетаты, карбамиды, нитраты, природные рассолы, формиаты,
- комбинированные-фрикционные (только в твердом состоянии): мраморно-химическая смесь, пескосоляная смесь,
- фрикционные (только в твердом состоянии): песок, песчано-гравийная смесь, щебень, шлак.

### 3.3. Анализ снеговой и метиловой нагрузки

Здесь мы рассчитываем снеговой и метиловой нагрузки определения метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта.

Расчет снеговой нагрузки по формуле.

$$P_o = pN = 0,4 * 27 = 10,8$$

$N$  - средняя из ежегодных максимальных высот снежного покрова на защищенных участках, взят из таблица 2.3.2. твердых (т) ноябре.

$p$  — средняя плотность снега для определенной территории

Расчет метиловой нагрузки по формуле.

$$I = Cv^3 = 0,00046 * 3,7^3 = 0,023$$

C - коэффициент пропорциональности

V - это скорость ветра, вычислил средне арифметически самых холодных дней

Зимнее содержание представляет собой комплекс мероприятий, включающий: защиту дорог от снежных заносов; очистку дорог от снега; борьбу с зимней скользкостью; защиту дорог от лавин; борьбу с наледями. Эти мероприятия должны обеспечивать бесперебойное и безопасное движение автомобилей с высокими скоростями и нагрузками, соответствующими требованиям, установленным в Технических правилах ремонта и содержания автомобильных дорог.

Для выполнения указанных требований дорожная эксплуатационная служба должна обеспечить высокий уровень зимнего содержания дорог, основными показателями которого являются ширина чистой от снега и льда поверхности дороги; толщина слоя рыхлого снега на поверхности дороги, накапливающегося с момента от начала снегопада или метели до начала снегоочистки и в перерывах между проходами снегоочистительных машин; толщина уплотненного слоя снега (снежного наката) на проезжей части и обочинах; сроки очистки дороги от снега и ликвидации гололёда и зимней скользкости.

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Состояние поверхности дорог и условия движения зимой формируются под влиянием отрицательной температуры воздуха, ветра, снегопада, метели, гололёда и ограниченной метеорологической видимости, а также сочетания этих факторов. В горных районах самым опасным зимой является образование и сход снежных лавин.

Выпадение снега из облаков без сдувания и переноса его ветром. Спокойный снегопад наблюдается при скорости ветра до 2-3 м/с. Толщина слоя, выпадающего за один снегопад, составляет чаще всего 1-5 см. Иногда за один

снегопад выпадает 6-15 см и в редких случаях 16-35 см. В горных районах иногда за один снегопад образуется слой толщиной до 1 м. Свежевыпавший сухой, рыхлый снег имеет плотность от 0,07 до 0,12 г/см<sup>3</sup>; если выпадает влажный или мокрый снег, его плотность может достигать 0,2-0,25 г/см<sup>3</sup>.

Снегопад при ветре, когда снег переносится в слое воздуха высотой до 100 м. Перенос частиц ранее выпавшего снега без выпадения снега из облаков. Разделяется на позёмку - перенос частиц снега поднятием над уровнем снежного покрова до 30 см и на собственно низовую метель, когда переносимые частицы снега поднимаются на высоту до 10 м. Сочетание низовой и верховой метели, когда одновременно переносится выпадающий из облаков снег и частицы ранее выпавшего снега. Это самые неблагоприятные для зимнего содержания условия.

Цель которых - не допустить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге; к числу таких мер относятся уменьшение снег зависимости дорог, профилактическая обработка покрытий химическими против гололёдных веществ и др. С помощью которых преграждают доступ к дороге снега и льда, поступающего с прилегающей местности; к ним относится применение защит от метилового переноса, от снежных лавин, от наледного льда. Главным критерием качества снегозащиты следует считать полное исключение отложений метилового снега на дорогах с тем, чтобы для патрульной снегоочистки оставалось только удаление снега, выпадающего во время снегопадов.

Состояние поверхности дорог зимой зависит от климатических характеристик района положения дороги, её конструктивных особенностей, степени защищённости от снежных заносов, а также от организации работ по очистке дорог от снежных отложений и ликвидации зимней скользкости.

Требования к уровню зимнего содержания определяются исходя из оценки влияния состояния дорог в зимний период на различных участках на

обеспеченность расчётной скорости, которая зависит как от динамических качеств автомобиля, так и от соотношения сил сцепления и сопротивления качению при различной толщине слоя рыхлого снега на покрытии.

## Заключение

В результате данного исследования нами было проанализировано влияние метеорологических условий на эксплуатацию транспортных средств. Для этого были выполнены все поставленные задачи.

Так в первой главе было установлено, что основными негативными гидрометеорологическими условиями являются: в летний период – ливневые дожди, туманы и сильный ветер, а в зимний период – ледяные дожди, гололедные явления и снежные заносы. Значительно более сложным образом

сказывается их влияние на режиме движения воздушных судов. Так по данным Международной организации гражданской авиации – ИКАО, за последние 25 лет неблагоприятные метеорологические условия были официально признаны причиной от 6 до 20% авиационных происшествий. Кроме того, еще в большем количестве случаев они являлись косвенной или сопутствующей причиной таких происшествий. Атмосферные осадки, иногда сопровождаемые грозами, создают помехи в работе радиостанций и средств навигации.

Во второй главе был произведен анализ метеорологических характеристик на метеостанции Березово, расположенной в Тюменской области. Это позволило нам лучше понять их влияние на транспортные средства на примере данного населенного пункта. Так данный регион подвержен заморозкам, причем наиболее сильные наблюдаются в апреле и октябре. Очень редко они наблюдаются в первой декаде мая, но в целом в мае заморозки становятся слабее. Осенью слабые заморозки начинаются во второй декаде сентября, а сильные — с третьей декады октября. Максимальная среднемесячная температура наблюдается в июле и составляет  $15,9^{\circ}\text{C}$ . Минимальная среднемесячная температура наблюдается в январе и составляет  $-22,3^{\circ}\text{C}$ . Наибольшая скорость ветра наблюдается в холодное время года (ноябрь – март) и составляет  $3,4$  м/с. В теплый период с апреля по октябрь скорость ветра увеличивается до  $4,7$  –  $4,9$  м/с. Число дней с сильным ветром за год составляет 20-30 дней. Характерной особенностью летнего периода являются эпизодические возникновения пыльных бурь, которые развиваются в засушливый период. Следует отметить, что ветер в данном регионе оказывает слабое влияние на движение ТС. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года. Максимальное количество осадков приходится на самый теплый месяц – август (65 мм). Минимум наблюдается в феврале – 17мм. Устойчивый снежный покров устанавливался в среднем в сентябре-октябре, т. е. амплитуда между крайними значениями достигает 30 дней. С момента образо-

вания устойчивого снежного покрова высота его постепенно увеличивается. Максимальной высоты он достигает в марте. Важно отметить, что, начиная с октября, число дней с метелью возрастает, достигая максимума в январе – 6 дней. При этом средняя продолжительность метели составляет около 6 часов в день.

В совокупности за год отмечается три дня с гололедными явлениями, 28 дней с изморозевыми явлениями. Обледенение различных видов наблюдалось на протяжении 30 дней.

В третьей главе были рассчитаны специализированные метеорологические характеристики, влияющие на эксплуатацию автомобильного транспорта. Среди специализированных термических характеристик была вычислена температура наиболее холодной пятидневки – она составила  $-42,5^{\circ}\text{C}$ , а также абсолютный минимум температур - он оказался равен  $-47,2^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура самого холодного месяца составила  $-22,3^{\circ}\text{C}$ . Было показано, что эксплуатационные свойства ТС значительно ухудшаются с уменьшением температуры воздуха.

Было установлено, что основным влияющим фактором на автодороги является гололед. При этом с увеличением толщины слоя гололеда увеличивается износ дорожного полотна. В среднем же нарастание льда на дорожном полотне происходит быстро - в течение двух или трех часов. В разделе 3.3. также было показано, что снеговая и метельная нагрузка значительно увеличивает нагрузку на специализированные обслуживающие органы управления. Одновременно с этим у дорог с гололедными явлениями наблюдалось значительное ухудшение качества сцепления, вследствие чего перемещение по ним оказывалось потенциально опасным. В среднем снеговая нагрузка составила  $10,8 \text{ г/см}^2$ , а интенсивность метелей –  $0,023 \text{ м}^3/\text{с}$ .

В результате данного исследования на примере региона пгт Березово можно прийти к выводу, что именно зимний период года является самым

сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Состояние поверхности дорог и условия движения зимой формируются под влиянием отрицательной температуры воздуха, ветра, снегопада, метели, гололёда и ограниченной метеорологической видимости, а также сочетания этих факторов.

#### Список литературы

1. Маньков В. Д.: БЖД, ч II, БЭ ЭВТ: учебное пособие для ВВУЗов – СПб: ВИКУ, 2001 г.
2. Косьмин Г. В., Маньков В. Д. Руководство к ГЗ по дисциплине «БЖД», ч.
3. ОБ проведения опасных работ и ЭТ Ростехнадзора в ВС РФ – ВИКУ – 2001 г

4. О. Русак, К. Малаян, Н. Занько. «Безопасность жизнедеятельности» учебное пособие
5. Анапольская Л. Е., Гандин Л. С. Метеорологические факторы! теплового режима зданий. Л., Гидрометеиздат, 1973. 239 с.
6. Баранов А. М., Солонин С. В. Авиационная метеорология. Л., Гидрометеиздат, 1975. 262 с.
7. Научно-прикладной справочник по климату СССР выпуск 17. 702с
8. Климатические параметры Восточно-Сибирского и Дальневосточного экономических районов (научно-справочное пособие). Ред. Л. Е. Анапольская, И. Д. Копанев. Л., Гидрометеиздат, 1979. 390 с.
9. Великанов Д.П. Эксплуатационные качества автомобиля. - М.: Автотрасиздат, 2007. - 399 с.
10. [<https://geo.bsu.by/images/pres/oz/kli/kli08.pdf>]
11. [[https://studopedia.su/18\\_70352\\_snegoprinos-i-snegozanosimost-dorog-rayonirovanie-territorii-po-trudnosti-snegoborbi-na-avtomobilnih-dorogah.html](https://studopedia.su/18_70352_snegoprinos-i-snegozanosimost-dorog-rayonirovanie-territorii-po-trudnosti-snegoborbi-na-avtomobilnih-dorogah.html)]

## Приложение А

Таблица 1. Характеристики непрерывной продолжительности температуры воздуха выше (ниже) заданных значений

всего, в	23	26	29	212	210	218	221	224	230	248	число периодов	суммарная	непрерывная	ная непрерывная
----------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----------------	-----------	-------------	-----------------

**ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ**

**14. Березово**

**Январь**

≤ -10	93,1	82,4	78,4	76,5	72,5	70,6	67,6	63,7	62,7	56,9	3,4	684,8	201,4	1308
≤ -15	96,7	91,3	85,3	80,0	78,0	74,7	71,3	69,3	58,0	50,0	5,0	583,4	116,7	942
≤ -20	90,8	78,4	71,1	66,1	61,5	56,4	52,8	50,0	43,1	39,4	7,3	489,6	67,4	714
≤ -25	89,5	73,7	67,4	63,7	59,5	57,9	55,8	51,6	40,0	30,5	6,3	354,4	56,0	603
≤ -30	88,2	74,2	67,4	61,2	55,6	49,4	46,1	44,4	30,3	21,9	5,9	226,0	38,1	279
≤ -35	89,6	73,9	64,9	54,5	44,8	38,1	32,8	29,9	16,4	14,9	4,5	105,4	23,6	141
≤ -40	90,5	71,4	57,1	45,2	38,1	38,1	38,1	35,7	23,8	16,7	1,4	30,6	21,9	90
≤ -45	93,8	68,8	37,5	18,8	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	0,5	6,8	12,8	51
≤ -50	100,0	100,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	9,0	9
≥ -10	88,9	68,5	53,7	39,8	28,7	25,0	23,1	21,3	9,3	7,4	3,6	61,4	17,1	144
≥ -8	82,5	56,3	42,5	35,0	26,2	17,5	12,5	10,0	7,5	7,5	2,7	36,4	13,6	111
≥ -6	89,3	64,3	42,9	35,7	35,7	35,7	35,7	32,1	25,0	10,7	0,9	17,6	18,9	66
≥ -4	83,3	66,7	61,1	44,4	33,3	33,3	33,3	33,3	0,0	0,0	0,6	8,8	14,7	33
≥ -2	100,0	90,0	70,0	50,0	30,0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,3	4,6	13,8	27
≥ 0	83,3	50,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	6,0	9

**Февраль**

≤ -10	92,2	76,7	66,4	59,5	54,3	51,7	50,0	49,1	43,1	39,7	3,9	587,8	152,0	1221
≤ -15	92,2	79,4	69,3	60,1	54,6	49,5	44,0	41,7	37,6	31,7	7,3	528,0	72,7	834
≤ -20	92,8	79,7	68,9	59,5	50,9	44,1	39,6	37,4	32,9	23,4	7,4	355,6	48,1	399
≤ -25	91,0	72,4	45,7	44,8	38,6	34,8	31,4	29,0	18,6	14,3	7,0	241,2	34,5	342
≤ -30	90,3	73,9	64,9	57,5	45,5	34,3	28,4	26,1	22,4	17,2	4,5	147,4	33,0	258
≤ -35	88,3	69,1	55,3	45,7	38,3	30,9	26,6	24,5	18,1	10,6	3,1	75,8	24,2	180
≤ -40	87,0	57,4	37,0	25,9	16,7	14,8	14,8	14,8	11,1	5,6	1,8	25,4	14,1	102
≤ -45	66,7	25,0	16,7	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,2	5,5	15
≥ -10	89,0	72,0	55,9	43,2	38,1	32,2	28,0	27,1	20,3	15,3	3,9	87,4	22,2	138
≥ -8	86,2	66,0	53,2	41,5	35,1	30,9	26,6	24,5	16,0	8,5	3,1	55,2	18,6	126

≤ -8	92,1	78,7	66,1	56,4	48,0	38,9	33,9	31,6	27,5	20,2	11,4	426,8
≤ -20	90,0	74,0	64,9	57,7	48,3	36,9	29,1	26,6	22,3	16,6	11,7	357,8
≤ -15	88,8	71,4	58,0	46,7	37,0	28,3	24,3	23,2	17,8	10,9	9,2	229,4
≤ -10	91,6	77,3	64,7	52,1	38,2	25,6	17,6	13,0	8,8	3,4	7,9	123,0
≤ -25	88,6	63,5	40,0	23,6	14,3	9,3	5,7	4,3	2,9	1,4	4,7	46,0
≤ -30	87,5	57,5	32,5	20,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	10,2
≤ -35	66,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
≥ -10	91,4	74,9	60,3	49,4	43,1	38,9	34,3	32,0	25,4	19,4	11,7	345,4
≥ -8	92,7	77,6	64,8	54,4	45,1	38,4	33,4	30,8	21,5	12,2	11,5	300,8
≥ -6	92,9	77,0	61,3	49,1	39,6	31,0	23,9	20,9	13,8	7,4	10,9	217,0
≥ -4	93,0	76,2	58,7	44,8	33,2	23,4	16,1	12,9	9,4	4,9	9,5	151,2
≥ -2	89,2	67,2	47,4	32,8	21,6	14,2	11,6	11,2	6,5	4,3	7,7	102,4
≥ 0	85,3	57,1	35,3	20,5	11,5	8,3	7,1	6,4	5,1	5,1	5,2	54,6
≥ 2	82,2	52,2	30,0	16,7	10,0	5,6	3,3	1,1	0,0	0,0	3,0	22,6
≥ 5	80,0	40,0	15,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	3,8

Апрель

≤ 5	94,1	87,1	83,3	75,3	62,9	51,1	45,2	43,5	41,9	32,3	6,2	463,0
≤ 2	94,1	84,3	73,1	59,9	47,8	38,6	34,6	33,3	29,9	23,1	10,8	516,6
≤ 0	93,0	80,8	70,1	56,4	43,0	34,5	29,9	27,1	22,9	19,2	10,9	459,8
≤ -2	91,0	77,7	68,7	56,5	44,5	35,2	29,7	28,1	24,8	20,0	10,3	399,2
≤ -4	93,9	82,3	70,0	55,2	41,6	32,3	27,1	25,5	23,2	17,1	10,3	329,6
≤ -6	94,0	81,5	65,2	50,0	39,7	30,9	25,9	24,5	22,0	16,3	9,4	264,8
≤ -8	92,3	79,0	66,9	51,6	37,9	29,4	25,0	24,2	21,8	14,5	8,3	214,6

≥ 10	88,1	66,7	42,9	23,8	11,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	12,0	8,1
≥ 15	66,7	25,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,8	4,1
≥ 20	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	3,1

Май

≤ 5	94,4	83,6	71,0	56,7	44,6	36,0	31,5	29,6	27,2	18,0	12,4	530,6	42,1
≤ 2	93,5	78,9	64,6	50,0	34,3	23,9	19,8	17,6	15,0	10,4	15,3	357,8	23,1
≤ 0	90,4	70,7	54,0	40,7	28,5	20,2	16,2	14,6	13,4	8,6	13,2	243,0	18,1
≤ -2	90,0	70,4	50,7	33,7	21,9	15,2	13,0	12,2	11,1	6,3	9,0	136,6	15,1
≤ -4	90,2	71,3	54,3	37,8	25,0	17,1	12,8	11,6	9,8	7,3	5,5	81,6	14,1
≤ -6	90,6	71,7	55,1	39,1	21,7	10,9	5,8	2,2	0,0	0,0	4,6	48,2	10,1
≤ -8	92,4	69,6	40,2	15,2	3,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	25,0	8,1
≤ -10	85,2	53,7	29,6	18,5	9,3	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	13,4	7,1
≤ -15	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	3,1
≥ -2	97,6	91,3	82,0	70,8	58,8	46,8	39,2	36,8	32,4	21,6	8,3	392,4	47,1
≥ 0	96,1	87,1	77,6	66,8	52,6	39,7	32,4	29,7	25,8	14,5	12,7	414,6	32,1
≥ 2	93,8	81,9	68,5	52,6	37,2	26,7	22,5	20,9	17,2	11,2	15,1	348,8	23,1
≥ 5	91,4	75,8	62,1	49,2	35,8	23,7	18,3	17,2	12,9	6,5	12,4	215,4	17,1
≥ 10	91,7	74,0	54,9	36,8	22,1	13,2	10,3	9,3	6,4	2,0	6,8	87,2	12,1
≥ 15	87,2	68,1	50,0	30,9	17,0	7,4	3,2	2,1	1,1	0,0	3,1	30,4	9,1
≥ 20	83,3	55,5	30,6	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	8,2	6,1
≥ 25	87,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	5,1

Июнь

≤ 10	93,4	80,1	63,6	48,5	38,6	30,6	26,0	24,5	22,2	15,2	15,2	349,0	26,4
≤ 5	91,0	69,8	48,1	31,3	21,6	17,5	14,6	12,7	9,7	4,5	8,9	127,0	14,4
≤ 2	84,7	56,5	37,9	25,0	13,7	8,9	6,5	4,0	3,2	3,2	4,1	41,4	10,0
≤ 0	83,3	52,8	36,1	25,0	16,7	11,1	5,6	5,6	5,6	0,0	1,2	11,2	9,3
≤ -2	90,0	60,0	40,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,6	7,8
≥ 5	96,7	89,4	79,7	68,7	58,5	47,6	40,2	39,0	37,8	26,0	8,2	411,2	50,1

≥ 20	91,0	74,4	57,9	37,1	20,6	10,0	2,9	1,8	1,8	0,7	14,7	161,6	11,0
≥ 25	82,9	55,0	31,4	10,7	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	32,4	6,9
≥ 30	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	4,5

Август

≤ 10	92,1	77,4	62,0	43,2	28,4	19,9	14,1	12,4	11,5	4,9	15,6	238,6	15,3
≤ 5	81,2	48,2	24,7	8,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	36,4	6,4
≤ 2	67,5	22,5	7,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,0	4,5
≤ 0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	3,0
≥ 5	99,4	98,7	96,8	91,6	82,5	68,8	58,4	55,2	53,2	40,3	5,1	449,4	87,5
≥ 10	96,8	87,2	74,1	59,2	44,7	33,3	25,2	21,6	19,2	13,5	15,6	472,6	30,3
≥ 15	91,4	75,5	60,2	44,7	31,7	20,1	10,4	6,9	5,8	2,3	14,4	199,8	13,9
≥ 20	92,9	76,4	54,9	24,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	55,0	9,1
≥ 25	83,3	41,7	11,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,8	5,7

Сентябрь

≤ 10	95,9	85,3	73,2	59,1	47,1	35,6	25,9	24,1	22,6	17,1	11,3	381,0	33,6
≤ 5	92,3	77,8	64,9	47,2	29,9	20,1	14,9	13,4	11,1	8,2	12,9	260,8	20,2
≤ 2	92,3	73,4	53,5	37,1	24,5	15,4	9,8	8,4	7,3	4,2	9,5	137,8	14,5
≤ 0	86,0	63,5	45,5	27,0	14,6	8,4	5,6	5,1	3,9	0,6	5,9	59,0	9,9
≤ -2	81,5	53,7	25,9	5,6	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	11,8	6,6
≤ -4	66,7	27,8	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,8	4,7
≤ -6	100,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	6,0
> 7	93,8	84,2	75,0	61,3	49,0	39,0	31,8	29,5	28,1	24,3	9,7	527,4	54,2

≤ -10	88,5	70,8	58,5	50,0	42,3	31,5	24,6	22,3	20,8	18,5	4,5	122,8
≤ -15	89,3	75,0	63,1	53,6	47,6	35,7	25,0	20,2	17,9	9,5	2,8	58,6
≤ -20	91,3	76,1	54,3	36,4	19,6	13,0	8,7	8,7	4,3	4,3	1,5	19,2
≤ -25	92,9	78,5	50,0	28,6	21,4	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	4,6
≤ -30	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
≥ -8	93,6	78,8	63,5	53,8	48,7	43,6	41,0	39,1	32,7	28,2	5,2	270,0
≥ -6	91,9	74,2	60,8	53,2	46,8	41,4	37,6	36,0	31,7	24,2	6,2	283,8
≥ -4	91,5	76,3	64,3	55,4	49,1	43,3	39,7	38,8	33,9	29,0	7,5	354,2
≥ -2	94,3	81,3	67,1	56,5	50,4	45,5	42,3	39,0	30,5	24,0	8,2	328,8
≥ 0	89,1	74,4	62,6	52,5	47,9	40,8	34,9	32,8	26,5	18,1	7,9	222,2
≥ 2	89,7	73,0	59,8	46,6	37,3	30,9	25,0	22,1	12,3	9,3	6,8	128,6
≥ 5	89,8	68,5	47,2	30,6	18,5	13,0	13,0	12,0	7,4	7,4	3,6	47,8
≥ 10	87,5	46,9	18,8	18,8	15,6	9,4	6,3	6,3	6,3	6,3	1,1	10,8
≥ 15	87,5	50,0	25,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,8

Ноябрь

≤ -4	92,7	81,1	73,8	69,5	65,2	60,4	58,5	57,9	48,2	39,0	5,5	466,8
≤ -6	93,8	81,5	73,3	67,0	61,4	58,0	54,5	51,7	38,6	34,1	5,9	475,8
≤ -8	92,0	81,0	75,0	70,1	63,0	57,6	51,6	46,7	36,4	28,3	6,1	424,4
≤ -10	90,5	77,9	71,1	63,7	55,3	48,9	46,3	43,7	31,6	25,3	6,3	371,6
≤ -15	93,3	80,3	70,8	61,8	52,2	46,6	42,7	38,8	34,3	28,1	5,9	255,4
≤ -20	94,4	82,3	71,2	63,1	56,9	48,7	41,9	40,0	27,5	18,1	5,3	162,0
≤ -25	90,5	64,7	44,8	37,1	31,9	28,4	25,9	24,1	14,7	10,3	3,9	73,2
≤ -30	94,4	83,3	66,7	41,7	27,8	25,0	22,2	22,2	19,4	5,6	1,2	21,4
≤ -35	92,9	71,4	50,0	35,7	28,6	28,6	21,4	14,3	7,1	0,0	0,5	6,2
≤ -40	100,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
≤ -45	100,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
≥ -10	92,8	80,0	72,8	70,6	68,3	63,9	60,6	58,9	51,1	38,9	6,0	327,8

Декабрь

≤ -6	94,9	87,2	83,3	79,5	74,4	70,5	69,2	67,9	64,1	60,3	2,6	625,0	240,4	1476
≤ -8	95,3	84,7	75,3	70,0	65,3	62,0	60,7	56,0	48,7	44,7	5,0	635,8	127,2	990
≤ -10	91,7	78,1	69,7	64,5	58,8	53,9	50,9	48,2	43,9	40,4	7,6	664,6	87,4	972
≤ -15	94,2	84,0	75,7	69,9	64,1	60,2	59,2	58,3	47,6	40,3	6,9	448,2	65,3	465
≤ -20	94,2	80,0	68,9	64,2	58,4	52,6	46,8	42,1	37,9	31,1	6,3	304,2	48,0	423
≤ -25	95,1	83,0	73,2	66,9	63,4	61,3	58,5	53,5	43,0	30,3	4,7	205,8	43,5	417
≤ -30	93,1	82,4	68,6	54,9	49,0	46,1	43,1	40,2	28,4	20,6	3,4	113,6	33,4	393
≤ -35	87,5	68,8	60,4	58,3	56,3	50,0	43,8	37,5	22,9	10,4	1,6	52,4	32,8	315
≤ -40	100,0	85,7	71,4	71,4	71,4	71,4	64,3	50,0	28,6	28,6	0,5	25,4	54,4	183
≤ -45	100,0	87,5	75,0	62,5	31,3	12,5	12,5	12,5	0,0	0,0	0,5	7,6	14,3	33
≥ -10	85,8	67,0	57,8	49,1	41,3	34,4	30,3	28,0	17,0	9,6	7,3	137,6	18,9	99
≥ -8	87,5	67,8	56,6	46,7	38,2	35,5	31,6	25,7	10,5	5,3	5,1	83,4	16,5	69
≥ -6	88,1	67,9	58,3	51,2	41,7	33,3	26,2	20,2	10,7	4,8	2,8	43,8	15,6	60
≥ -4	90,7	74,1	61,1	51,9	40,7	25,9	18,5	14,8	5,6	0,0	1,8	25,0	13,9	42
≥ -2	80,0	60,0	46,7	23,3	10,0	6,7	6,7	6,7	6,7	0,0	1,0	9,6	9,6	39
≥ 0	83,3	66,7	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	7,0	9
≥ 2	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	3,0	3