

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
(МАГИСТЕРСКАЯ РАБОТА)**

На тему Оценка метеорологических условий, влияющих на
автомобильный транспорт

Исполнитель Халиллаев Шарафиддин Исмаилович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой



(подпись)

Кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

08 июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

Введение	3
1. Физика-географические особенности Тюменской области	5
1.1. Географические особенности Тюменской области.....	5
1.2. Особенности рельефа местности и почвы	6
1.3. Климат Тюменской области	13
2. Анализ режима метеорологических характеристик для обеспечение автомобильного транспорта	17
2.1 Температурный режим воздуха.....	17
2.2. Оценка режима осадков	24
2.3. Опасные атмосферные явления (туман, сильные ветра и гололедица)	35
3. Оценка специализированных метеорологических характеристик, влияющих на движение автотранспорта	55
3.1. Оценка межсуточной изменчивости температуры воздуха в холодный сезон.....	55
3.2. Определение состояния дорожного покрытия	58
3.3. Расчет снег переноса и снеговой нагрузки на автомобильную дорогу ..	64
Заключение	73
Список литературы	76

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 [5].

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

Объект исследования – метеорологические условия Тюменская область.

Предмет исследования – характеристика метеорологических условий.

Цель исследования – анализ метеорологических условий Тюменская область и расчета трех специализированных метеорологических характеристик, влияющих на эксплуатацию автомобильного транспорта

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

В первой главе рассматриваются роль физико-географические особенности Тюменской области.

Во второй главе рассмотрена анализ режима метеорологических явления для обеспечения автомобильных транспортов.

В третьей главе проведен расчет оценка специализированных метеорологических характеристик, влияющих на движение автотранспорта.

1. Физика-географические особенности Тюменской области

1.1. Географические особенности Тюменской области

Тюменская область самая большая область Российской Федерации. Площадь Тюменской области 1435,2 тыс. кв. км, или 8,4 % площади страны. В России она уступает по территории лишь Республике Саха (Якутии) и Красноярскому краю. Если посмотреть на карту мира, то окажется, что лишь 19 государств имеют территорию больше, чем Тюменская область.

Административный центр области находится в г. Тюмень. Наиболее крупными населёнными пунктами являются города Заводоуковск, Ишим, Тобольск, Ялуторовск, посёлки и села Абатское, Армизонское, Аромашево, Бердюжье, Богадинский, Большое Сорокино, Боровский, Вагай, Викулово, Винзили, Гольшманово, Иртышский, Исетское, Казанское, Лебедевка, Менделеево, Нижняя Тавда, Омутинское, Сладково, Сумкино, Уват, Упорово, Юргинское, Ярково.

С севера на юг Тюменская область простирается на 2100 км (например, расстояние от Тюмени до Москвы составляет 2144 км), а с запада на восток максимальная протяженность достигает 1400 км. Самая северная точка области расположена на п-ове Ямал – 73°30' с.ш. (м. Скуратово), крайняя западная - в горах Северного Урала, у истоков р. Северная Сосьва – 58°50' в.д. Крайняя восточная точка находится в Нижневартовском районе, у истока р. Вах - 86°00' в.д., крайняя южная - в Сладковском районе, на границе с Казахстаном - 55°10' с.ш. [8].

Тюменская область расположена в срединной части Евразийского материка, простирается от берегов Северного Ледовитого океана до зоны лесостепей и занимает большую часть Западно-Сибирской равнины. Ее соседи - одно государство СНГ, одна республика, один край и пять областей Российской Федерации.

Своими очертаниями Тюменская область напоминает сердце человека. Действительно, обладая крупнейшим в России природно-ресурсным потенциалом и большой экономической мощью, область - своего рода энергетическое «сердце» страны, в последние десятилетия в значительной степени определяющая ее экономическое развитие.

Экономико-географическое положение (ЭГП) Тюменской области имеет ряд особенностей. Его благоприятными чертами можно считать близость, по сравнению с другими регионами Сибири, к экономически развитым районам европейской части страны, прежде всего к Уралу, а также высокую степень обеспеченности разнообразными природными ресурсами. Среди неблагоприятных черт ЭГП области - суровость природных условий, слабые освоенность и заселенность большей части территории. Почти 9/10 ее площади относится к районам Крайнего Севера. Тюменская область на тысячи километров удалена от морей и транспортных узлов, через которые осуществляются внешнеторговые связи страны [2].

Административно-территориальное устройство Тюменской области достаточно сложно. В соответствии с конституцией страны на ее территории находятся три равноправных субъекта Российской Федерации - Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) и Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО).

За время существования области ее административная структура претерпела изменения: сократилось число административных районов, сельских Советов и сельских населенных пунктов, увеличилось количество городских поселений.

1.2. Особенности рельефа местности и почвы

Рельеф Тюменской области сложен, что определяется приуроченностью её территории сразу к двум физико-географическим странам - Уральской горной и Западно-Сибирской равнинной. Существенны различия и в истории

формирования рельефа: северная часть в четвертичный период покрывалась ледниками и морями Полярного бассейна, южная развивается в континентальном режиме с третичного периода. Северная часть области является ареной развития мерзлотных процессов и в наши дни, на юге известны только реликтовые мерзлотные формы рельефа. В Уральской горной части области наиболее приподнята осевая зона, она возвышается до отметок 1200 и достигает в верховьях р. Народа высоты (гора Народная). Гигантский амфитеатр Западно-Сибирской равнины по западной, южной и восточной перифериям представлен возвышенностями и наклонными равнинами. Возвышенный Приуральский пояс формируют Тавдинско-Кондинская наклонная равнина, Северо-Сосьвинская и Щучьинская возвышенности. Абсолютные отметки достигают здесь. Южная часть Тюменской области не покрывалась ледниками и морями Полярного бассейна. Здесь господствует рельеф, связанный с деятельностью водных потоков.

С последней трети XX в. рельеф области сильно преобразуется хозяйственной деятельностью. Особенно это заметно на территории эксплуатируемых месторождений нефти и газа, в городах, промышленных зонах, вдоль «коридоров коммуникаций». Сформированы три класса форм антропогенного рельефа: линейно-транспортный (траншеи, выемки, кюветы, борозды, срезки рельефа, насыпи дорог, надтрубные и вдольтраншейные валы), карьерный и нефтегазопромысловый (площадки, ямы, земляные амбары, отводные канавы) [16].

В геологическом строении Тюменской области участвует мощная толща коренных пород, перекрываемая четвертичными отложениями.

На породах докембрия залегает выдержанный по мощности горизонт юрских глин (до 200 м). Отложения юрского возраста перекрывают меловые отложения, представленные глинами, известняками, песчаниками (мощностью до 1000-1200 м). Толща меловых и юрских отложений на соседних территориях является вместилищем нефти и газа, поэтому проведение

специальных работ по поискам и разведке нефтяных и газовых месторождений является весьма перспективным в рассматриваемом регионе.

На отложениях мела повсеместно, за исключением южной части территории, лежат песчано-глинистые породы палеогена, в южной части - отложения неогена. Мощность палеогеновых и неогеновых отложений изменяется от 300 до 700м. Породы неогена, почти повсеместно перекрыты субаэральными нерасчлененными четвертичными отложениями, представленными лесовидными суглинками, и кое-где среднечетвертичными озерно-аллювиальными песчано-глинистыми накоплениями. На остальной территории, кроме речных долин, развиты нерасчлененные по возрасту и генезису аллювиальные породы. Мощность этих отложений достигает 100-150м.

Долины крупных рек (Иртыш, Тобол) сложены отложениями поймы и четырех надпойменных террас от современного до нижнечетвертичного возраста. В разрезе террасовых и надпойменных отложений преобладают песчано-супесчаные породы с прослоями и линзами суглинков и глин с включением гальки и гравия. В северной части региона большим распространением пользуются отложения болот - торфы и сильнозаторфованные породы мощностью до 5м.

Геологическая среда является весьма уязвимой и подверженной воздействию как природных, так и техногенных факторов [10].

Тюменская область (южные районы) располагается в юго-западной части Западно-Сибирской молодой платформы, складчатое основание которой сложено дислоцированными породами палеозоя и триаса, а чехол - осадочными образованиями юры, мела и кайнозоя. Особенности геологического строения предопределено распространение полезных ископаемых. (Приложение 2) Разведаны залежи нефти и газа, россыпи титана и циркония, месторождения промышленных вод, строительных материалов, минеральных удобрений; имеются геологические предпосылки поисков урановых руд.

Углеводородное сырье. Промышленные запасы нефти категорий АВС1+С2 находятся в Уватском районе. Всего выявлено 33 нефтяных

месторождения и одно газоконденсатное. Из них к разряду средних по величине извлекаемых запасов нефти относятся Кальчинское (разрабатываемое), Усть-Тегусское, Урненское, Северо-Демьянское (подготовленные к разработке) и Варягское, остальные месторождения - мелкие.

Запасы и перспективные ресурсы нефти связаны с пятью нефтегазоносными комплексами (НГК) - неокомским, ачимовским, баженовским (абалакским), верхнеюрским (васюганским) и ниже-среднеюрским. Определенные перспективы связываются и с палеозойскими породами. Извлекаемые запасы категорий АВС1 по нефтегазоносным комплексам распределены следующим образом: ниже-среднеюрский - 59,9%, васюганский - 15,4%, ачимовский - 14,1%, неокомский - 6,4%, баженовский - 1,9%. По категории С2: ниже-среднеюрский - 67,3%, баженовский - 11,3%, неокомский - 10,1%, васюганский - 6,6%, ачимовский - 4,7%. Ресурсы категории С3: ниже-среднеюрский - 56,8%, неокомский - 18,7%, васюганский - 10,1%, ачимовский - 9,8%, баженовский - 4,5%.

В 2006-2008гг. открыто 17 нефтяных месторождений: Западно-Эпаское, им. Малыка, Косухинское, Левобережное, Немчиновское, Нижнелумкойское, Петъегское, Протозановское, Северо-Качкарское, Северо-Комариное, Северо-Немчиновское, Северо-Тамаргинское, Сложное, Среднекеумское, Тальцийское, Тамаргинское, Южно-Петъегское [11].

Титано-циркониевые россыпи. По результатам прогнозно-минерагенических исследований, проведенных при подготовке к изданию листа О-42 (ГГК-1000/3) выделены три минерагенические зоны. Ресурсы категории Р3 по ним составляют: Тобольская зона - ZrO_2 - 1,7млн.т, TiO_2 - 13,4млн.т; Нижнеиртышская потенциальная зона - ZrO_2 - 4,1 млн.т, TiO_2 - 20,3млн.т; Вагай-Ишимская потенциальная зона - ZrO_2 - 6,7 млн.т, TiO_2 - 40,4 млн.т. Ресурсы россыпей находятся на Тавда-Тобольском междуречье (лист О-41) по предварительным оценкам составляют более 120 млн.т «условного ильменита». Продуктивные горизонты приурочены к отложениям олигоцена и квартера.

Уран. На юге территории по аналогии с урановыми месторождениями Курганской области выделены (ГГК-1000/3, лист О-42) три потенциальных ураноносных зоны. Ресурсы категории РЗ по ним составляют: Тобольская зона - 15,3 тыс.т, Вагайская - 14,8 тыс.т, Голышмановская - 5,6 тыс.т. Перспективными являются отложения позднеюрского-раннемелового возраста, выполняющие палеодолины, врезанные в доюрский фундамент. Необходимо уточнение геологического строения потенциальных зон, с выделением палеодолин, что возможно при проведении глубинного геологического картирования.

Песок стекольный. Разведано два месторождения стекольных песков. Заводоуковское месторождение представлено кварцевыми песками (содержание SiO₂ - 90,09%) ранне-среднечетвертичного возраста. Запасы по категориям АВС1 - 1210 тыс.м³. Тумашевское месторождение связано с аллювиально-озерными фациями миоценового возраста, содержание SiO₂ - 88,8-98%. Запасы составляют по категориям АВС1 - 13081, С2- 2283 тыс.м³. Перспективы открытия новых месторождений невелики.

Промышленные воды. Подземные воды с промышленными концентрациями йода и брома приурочены к отложениям нижнего мела (черкашинская свита). Воды промышленных месторождений (Черкашинское+Тобольское и Сергеевское) характеризуются минерализацией 15-18 г/л, содержанием йода 18-30 мг/л, а брома 60-70 мг/л. Запасы Черкашинского+Тобольского месторождений по категориям А+В+С1 составляют 130 тыс. м³/сут. Добыча йода может составить 1200 т/г.

Строительные материалы. На территории южных районов Тюменской области разведано 245 месторождений строительных материалов. В том числе 204 месторождения кирпично-керамзитовых глин, 40 песков строительных и стекольных и 1 месторождение песчано-гравийных материалов (ПГМ).

Тюменской области представлен двумя зонами. Таёжно-лесная, включающая подзоны Южной тайги и Подтайги. Лесостепная, включающая подзоны Северной лесостепи и Южной лесостепи. Таёжно- лесная зона.

Подзона южной тайги занимает северную половину сельскохозяйственной зоны области. Граничит с Ханты-Мансийским автономным округом, а это близость с нефтегаздобывающим районом. В неё входят: Уватский, Тобольский и Вагайский районы, а также частично Нижнетавдинский и Ярковский. Территория подзоны 9,1 млн га, или почти 57% территории юга области. В связи с плоским рельефом водоразделов территория этой подзоны практически полностью заболочена [14].

Почвообразующие породы представлены различного возраста озёрно-аллювиальными суглинками, на материке частично облессованными (Каретин, 1990).

Климат умеренно тёплый хорошо увлажнённый. В подзоне южной тайги выпадает сравнительно немного осадков 400-450 мм в год, из них около 350 мм в тёплый период. При таком количестве осадков, казалось бы, нет условий для переувлажнения почв. Но всё-таки почвы в этой подзоне хорошо переувлажнены в летний период, это связано как с низкой водопроницаемостью материнских пород, так и с глубоким промерзанием почв. Частично климатическими условиями объясняется малая гумусность почв. В летний период в этой подзоне достаточно высокие температуры, что в сочетании с хорошей увлажнённостью способствуют большей минерализации органических остатков с частичным образованием в условиях кислой среды фульвокислот и меньше гуминовых. Что касается широкого распространения торфяно-болотных почв в южной тайге, то это явление в меньшей степени обязано климатическим условиям и в большей обусловлено строением рельефа и почвообразующим породам (Шашко, 1967; Агроклиматические..., i 972).

Район слабо освоен, под сельскохозяйственными угодьями находится 6,2 % территории. И несмотря на то, что подзона занимает почти 60 % территории юга области, здесь размещено всего лишь 14,9 % всех сельскохозяйственных угодий области, в том числе 11,4 % пашни, 21 % сенокосов и 14,6 % пастбищ.

Под сельскохозяйственные угодья в южной тайге наиболее широко применяются аллювиальные почвы, затем серые лесные, дерново-подзолистые и луговые. Большая часть серых лесных почв пашни приходится на Вагайский район, где более интенсивно развито сельское хозяйство. Подзона южной тайги перспективна для дальнейшего сельскохозяйственного освоения, особенно если учитывать близость нефтегаздобывающих районов, где условия для развития сельскохозяйственного производства менее благоприятны, а численность населения непрерывно растёт. [4]

Подзона подтайги занимает территорию полосой в 60-80 км вдоль южной границы подзоны южной тайги и по природным условиям, как и почвенному покрову, является переходной зоной к лесостепи. Граничит с запада со Свердловской областью, которая является крупным промышленным центром, а с востока с Омской областью. В подзону подтайги входит основная часть Нижнетавдинского и Ярковского районов, а также Юргинский, Аромашевский, Сорокинский и Викуловский районы. Площадь подзоны сравнительно небольшая - 2,4 млн га, или 14,6 % территории юга области.

Почвообразующими породами в пределах Туринской равнины являются карбонатные и бескарбонатные многочленные покровные суглинки озёрно-аллювиального генезиса, частично облессованные, а также древние песчаные дюнные отложения озера-моря, последние распрощаны и на правом берегу Тобола. На остальной части подзоны материнские породы представлены в основном карбонатными лёссовидными суглинками и глинами с возможно бывшим засолением.

Климат подзоны сходен с предыдущей подзоной, но несколько более тёплый, в том числе и за счёт меньшей заболоченности. Почвенный покров на территории подтайги не одинаков. На высоких террасах Туринской равнины, на дренированных частях сформировались в основном серые лесные почвы с небольшими отдельными массивами дерново-подзолистых. На пониженных недренированных равнинах - луговые и лугово-болотные, иногда торфяно-болотные. Террасы среднего уровня заняты преимущественно дерново-

подзолистыми почвами и борowymi песками с небольшими по площади торфяниками среди них. Низкие террасы заняты низинными торфяными почвами на глубоких торфах. На остальной части подзоны (на Ишимской равнине) в приречных дренированных территориях сформировались серые лесные почвы иногда в сочетаниях с лугово-чернозёмными, реже чернозёмами (Агроклиматические..., 1972)

В связи с более благоприятным почвенным покровом освоенность территории под сельскохозяйственные угодья значительно выше, чем в южной тайге (около 30%). В подзоне размещено почти 20 % сельскохозяйственных угодий области, в том числе по 20 % пашни и сенокосов и 17 % пастбищ от общей площади угодий в области. Лесостепная зона.

Подзона Северной лесостепи занимает второе место после южной тайги (21 % территории области). Граничит со Свердловской, Курганской, Омской областями. В неё входит Тюменский, Исетский, Ялуторовский, Заводоуковский, Упоровский, Омутинский, Голышмановский, Ишимский, Абатский районы.

Почвообразующими породами на Туринской равнине являются многочисленные слабо облессованные аллювиальные и озёрные покровные карбонатные суглинки, реже глины. На остальной части преобладают лёссовидные карбонатные средние и тяжёлые суглинки, реже лёгкие глины озёрно-аллювиального генезиса.

1.3. Климат Тюменской области

Климат Тюмени относится к континентальному типу южной тайги умеренного пояса. Наибольшую повторяемость в формировании погоды Тюмени имеет континентальный воздух умеренных широт, реже всего на территорию Тюмени поступает морской арктический воздух.

В годовом цикле наблюдаются южные и юго-западные ветры, имеющие повторяемость около 45%. Господство этих ветров особенно сильно выражено

зимой. Наряду с ними в течение всего года отмечаются западные ветры, которые в летний период вместе с северо-западными становятся преобладающими. Среднемесячная скорость ветра колеблется в пределах 4,1 - 6,2 м/с, в среднем за год составляет 5,1 м/с.

Среднегодовая температура воздуха $+1,36^{\circ}\text{C}$. Самый теплый месяц - июль, средняя температура которого $+18,68^{\circ}\text{C}$, наиболее холодный - январь со средней температурой $-16,0^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум температуры составляет $40,6^{\circ}\text{C}$, минимум $-50,6^{\circ}\text{C}$.

Абсолютная влажность воздуха в течение года изменяется в соответствии с годовым ходом температуры воздуха, имея среднемесячный максимум в июле и минимум в январе. Относительная влажность воздуха меняется от 59% в мае до 83% в декабре, составляет в среднем за год 75%. Среднегодовая относительная влажность воздуха в 13 часов наиболее жаркого месяца равна 58%, наиболее холодного месяца - 78%.

Среднегодовое количество осадков (норма) с введением поправок к показаниям осадкомера составляет 524 мм, из них более 60% приходится на дождевые осадки теплого периода года (с мая по сентябрь). Наибольшее количество осадков выпадает в июле. В среднем за год бывает 146 дней с осадками. Суточный максимум осадков отмечен равным 111 мм.

Средняя дата появления снежного покрова приходится на середину октября. Устойчивый снежный покров обычно образуется в первой декаде ноября. Наибольшей высоты достигает в феврале-марте и равен 0,5 м. Разрушение устойчивого снежного покрова обычно происходит в первой декаде апреля, а сход снега - во второй половине апреля [3].

Гидрографическая сеть города и зеленой зоны представлена р. Турой и ее притоком Пышмой. К наиболее крупным из притоков р. Туры в пределах города относятся речки Бабарынка, Тюменка и Ключи. Тура - одна из крупных рек восточного склона Уральских гор. Бассейн реки имеет площадь 80400 км^2 . Площадь водосбора Пышмы достигает 19700 км^2 .

Тура и Пышма в пределах Тюменского района интенсивно используются как источники питьевой воды. Только жители Тюмени получают из Туры почти две трети потребляемой в быту воды. Немало ее идет на технические цели и сельскохозяйственные нужды. Для транспортных целей используется Тура вниз от Тюмени. Вверх по Туре ходят только мелкосидящие пассажирские теплоходы до Туринской слободы.

В зеленой зоне и в самом городе немало озер. На пойме Туры (Верхнее Кривое, Нижнее Кривое, Плоское, Кривое, Турбеково, Алебашево, Круглое, Оброчное, Песьяное, Прорва, Старица и др.). В руслах древних рек расположены остаточные озера (Большой и Малый Тараскуль, Тулубаево, Лебяжье, Углово, Водопой, Большая и Малая Туловка, Андреевская система озер). Большинство озер постепенно зарастают и превращаются в болото. В зеленой зоне города кроме озер имеется несколько искусственных водоемов-прудов (Чернореченский, Цимлянский и другие) [1].

Сочетание климато-гидрометеорологических и гидрогеологических факторов, отдельные их особенности не всегда оптимально отражаются на экологическом состоянии города. В наложении с техногенными факторами это в первую очередь проявляется на интенсивности течения современных отрицательных геоэкологических процессов.

Наиболее широко на территории города развиты эрозионные, склоновые (оползневые и обвально-осыпные) и суффозионные процессы, поверхностное обводнение и заболачивание, подтопление инженерных сооружений и коммуникаций грунтовыми водами.

Опасные участки склонов отмечаются на высоком правом берегу р. Туры. Развитие оползней на уступах надпойменных террас имеет здесь тесную связь с зонами разгрузки грунтовых вод. Зоны высачивания подземных вод на уступах террас контролируют мощность вовлекаемых в деформации участков склонов.

Суффозионные процессы широко проявляются в приречной зоне надпойменных террас р. Туры, особенно на территории ТЭЦ-1. Причинами

активного проявления суффозии являются здесь не только гидродинамические напоры, но и отепляющее воздействие ТЭЦ-1, которое обуславливает увеличение длительности и интенсивности инфильтрационного просачивания грунтовых вод в годовом цикле. К неблагоприятным экологическим процессам относится также и подтопление городской территории грунтовыми водами. В настоящее время городская территория, даже по отношению к норме осушения 2 м, относится на 60-65% к постоянно подтопленной и на 15-20 % площади - к общей сезонно подтопленной [5].

2. Анализ режима метеорологических характеристик для обеспечения автомобильного транспорта

2.1 Температурный режим воздуха

Средняя месячная и годовая температура воздуха.

Приведены многолетние средние месячные и годовые значения температуры воздуха, вычисленные по имеющемуся ряду наблюдений на станции в пределах периода 1881-1980 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 восьмисрочным 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.) ниже приводятся таблицы разностей (табл.2.1 и рис.2.1) [12].

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	
Уренгой	-26,4	-26,4	-19,2	-10,3	-2,6	8,4	15,4	11,3	5,2	-6,3	-18,2	-24,0	-7,8
Сургут	-22,4	-20,7	-12,6	-2,6	4,8	13,6	17,6	13,5	7,7	-2,2	-13,9	-20,8	-3,2
Ханты-Мансийск	-21,7	-19,4	-9,8	-1,3	6,4	13,1	17,8	13,3	8,0	-1,9	-10,7	-17,1	-1,9
Тобольск	-19,7	-17,5	-9,5	-0,6	6,6	13,3	17,2	12,7	7,6	-1,7	-10,8	-18,0	-2,2
Тюмень	-17,4	-16,1	-7,7	3,2	11,0	15,7	18,2	14,8	9,7	1,0	-7,9	-13,7	0,9

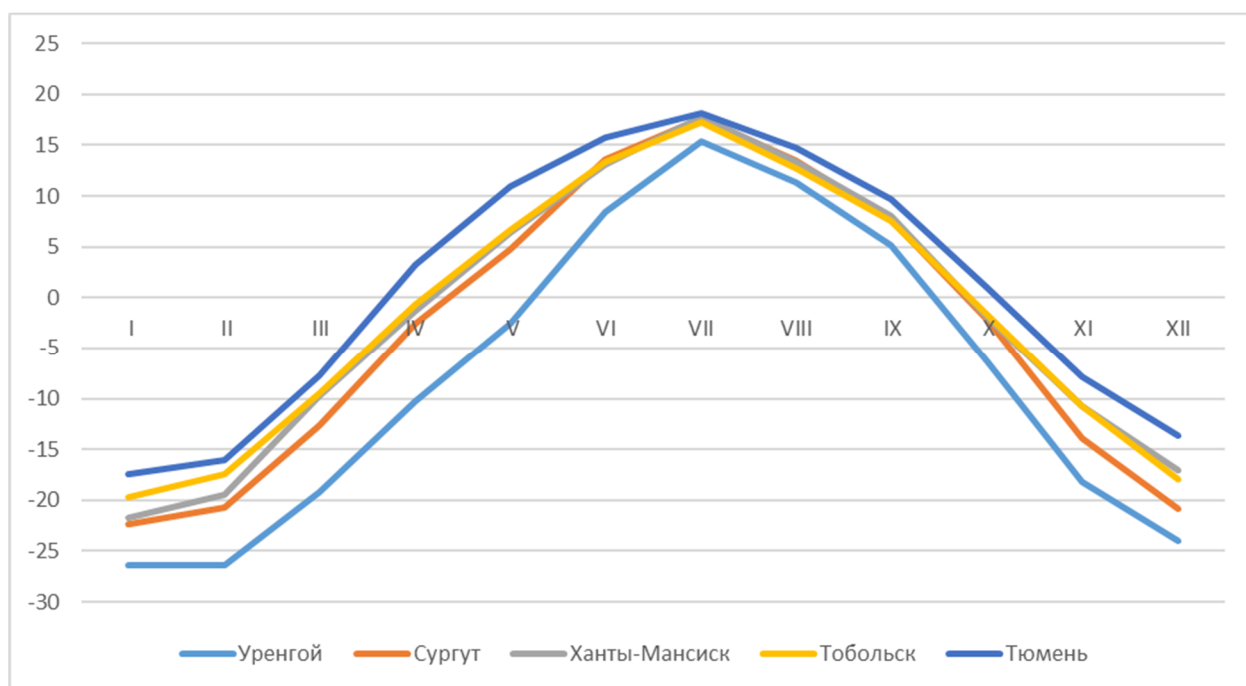


Рисунок 2.1. Среднемесячные значения температуры воздуха

Как мы можем видеть, для выбранной территории среднемесячная температура колеблется от $19,7^{\circ}$ мороза зимой и до $18,2^{\circ}$ тепла летом на станциях Тобольск и Тюмень. На станциях Сургут и Ханты-Мансийск температура

воздуха колеблется от 22,4° мороза зимой, а летом, среднемесячная температура воздуха достигает 17,8° тепла. При этом, на станции Уренгой наблюдаются самые низкие значения среднемесячной температуры воздуха для исследуемой территории, а именно, зимой температура воздуха Температура воздуха достигала значений 26,4° мороза, а летом 15,4° тепла

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

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 [9].

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.

В среднем, последние заморозки в воздухе приходится на третью декаду мая, за исключением станции Уренгой, где последний заморозок в среднем проходит 10 июня (табл.2.2).

Таблица 2.2. Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода воздуха

Станция	Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода дни		
	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Уренгой	10VI	28V	25VI	29VIII	7VIII	12IX	79	46	99
Сургут	28V	12V	9VI	17IX	21VIII	6X	111	64	141
Ханты-Мансийск	29V	13V	13VI	14IX	30VII	3X	107	81	128
Тобольск	21V	28IV	5VI	16IX	29VIII	4X	117	86	142
Тюмень	22V	28IV	6VI	14IX	20VIII	1X	114	85	155

Также, самый ранний период прохождения последних заморозков, приходится на третью декаду апреля (станции Тобольск и Тюмень), на вторую декаду мая на станциях Сургут и Ханты-Мансийск и третья декада мая на станции Уренгой. Самые поздние дни последнего дня заморозка приходится в основном на первую декаду июня, а на станции Уренгой на конец июня.

Первые заморозки же проходят в среднем во второй декаде сентября, за исключением станции Уренгой, где первые заморозки наступают намного раньше, в конце августа. Самый ранний период наступления первых заморозков приходится на третью декаду августа, в Уренгое на начала августа. Самые

поздние даты наступления первых заморозков, приходится на первую декаду октября, в Уренгое на вторую декаду сентября.

Абсолютный максимум температуры воздуха (°C).

Приведены наиболее высокие значения температуры, наблюдавшиеся в пределах периода 1915-1985 гг. Абсолютный максимум характеризует самое высокое значение температуры воздуха, отмеченное за использованный для обработки период наблюдений (Табл.2.3 и рис.2.2) [3].

Таблица 2.3. Абсолютный максимум температуры воздуха (°C)

Станция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Уренгой	0	0	8	12	29	34	34	30	24	14	4	2	34
	1981	1982	1961	1967	1953	1961, 1983	1968	1953	1981	1949	1967	1979	1968
Сургут	2	4	13	20	32	34	35	30	27	19	7	4	35
	1948	1932	1951	1943	1955	1982	1969	1982	1982	1932	1967	1975	1969
Ханты-Мансийск	2	4	10	24	31	34	34	31	27	19	9	3	34
	1971	1963	1975	1977	1968	1963	1974	1983	1982	1963	1967	1981	1974
Тобольск	3	5	10	30	32	35	34	32	30	21	11	4	35
	1959	1958	1983	1982	1968	1969	1974	1958	1982	1963	1967	1982	1969
Тюмень	3	6	18	31	35	36	38	33	30	21	10	7	38
	1958	1962	1951	1982	1952	1969	1952	1958	1982	1974	1967	1982	1952

На исследуемом участке, абсолютно максимальные значения температуры воздуха зарегистрирован в июле 1952 года на станции Тюмень и достигал 38°. Также, значения температуры воздуха достигали показателя в 35° на станции Сургут (июль 1969 года) и на станции Тобольск (июнь 1969 года). А на

станциях Уренгой и Ханты-Мансийск абсолютное значение температуры воздуха составило 34° и наблюдалось в июнь-июль месяцах разных годов.

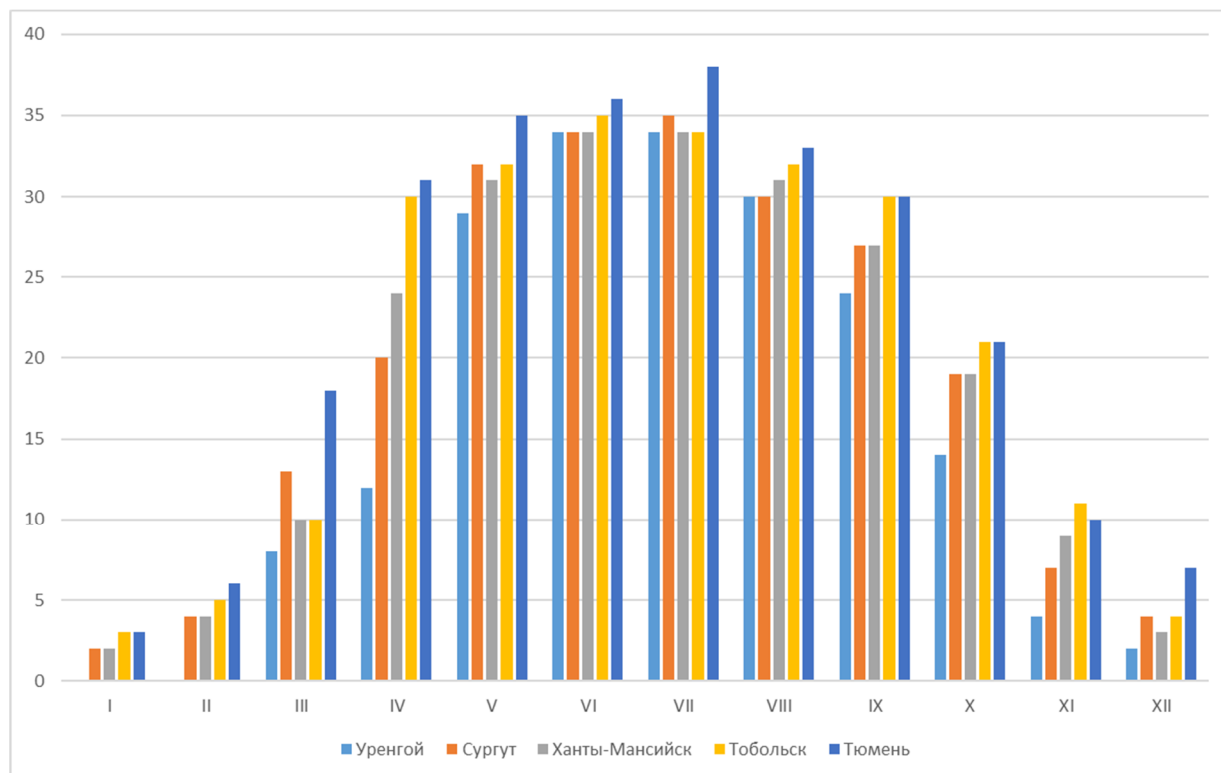


Рисунок 2.2. Годовой ход максимумов температуры воздуха

Абсолютный минимум температуры воздуха (°C).

Приведены наиболее низкие значения температуры воздуха по минимальному термометру, выбранные по всему ряду наблюдений на станции в пределах периода 1891-1985 гг. Абсолютный минимум характеризует самое низкое значение температуры воздуха, отмеченное за использованный период (табл.2.4 и рис.2.3). Курсивом выделены те значения абсолютного минимума температуры, которые превышают помещенные в «Справочнике по климату СССР» (изд. 1964-1969 гг.), где они были получены методом приведения.

Таблица 2.4. Абсолютный минимум температуры воздуха (°С)

Станция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Уренгой	-56	-56	-48	-42	-27	-7	-1	-4	-9	-37	-49	-56	-56
	1973	1951	1958	1985	1964	1958	1960	1967	1978	1977	1958	1984	1973
Сургут	-55	-52	-45	-36	-20	-5	1	-2	-9	-33	-49	-53	-55
	1973	1974	1978	198	1958	1968	1938	1937	1981	1940	1984	1958	1973
Ханты-Мансийск	-49	-46	-40	-31	-14	-5	5	-1	-7	-29	-43	-49	-49
	1964	1976	1966	1963	1970	1964	1965	1968	1968	1977	1968	1968	1964, 1968
Тобольск	-49	-48	-42	-30	-9	-2	3	-3	-6	-26	-40	-52	-52
	1964	1967	1964	1964	1972	1968	1975	1967	1968	1969	1968	1958	1958
Тюмень	-46	-50	-38	-30	-10	-2	2	-3	-9	-27	-41	-49	-50
	1979	1951	1971	1957	1952	1963	1958	1953	1955	1969	1953	1958	1951

Самые низкие значения температуры воздуха на исследуемом участке наблюдались на станции Уренгой, где в феврале 1951 года, в январе 1973 года и в декабре 1984 года отмечался 56° мороза. 55° мороза наблюдалось на станции Сургут в январе 1973 года.

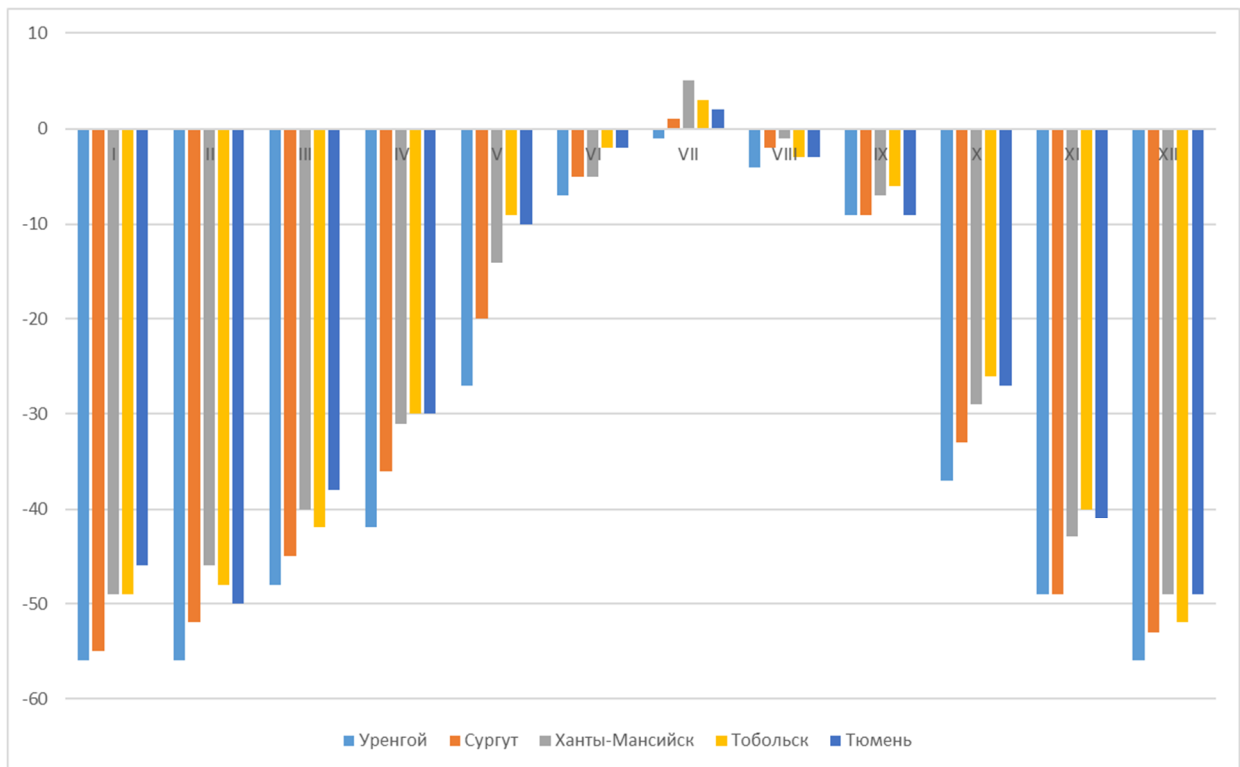


Рисунок 2.3. Годовой ход. Абсолютный минимум температуры воздуха (°C)

На станции Тобольск в декабре 1958 года шкала термометра отпускалась до значения 52° мороза. В феврале 1951 года на станции Тюмень минимальная температура воздуха зафиксирована 50° мороза, а на станции Ханты-Мансийск в январе 1964 года и в декабре 1968 года наблюдали морозы до 49° мороза.

Стоит отметить, что абсолютно минимальные значения температуры воздуха были положительны лишь в июле месяце, везде, кроме станции Уренгой.

2.2. Оценка режима осадков

Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание. 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 [6].

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 (табл. VII и VIII).

Для удобства пользователей дополнительно дается табл. IX, в которой содержатся поправки на приведение дождемерных наблюдений к осадкомерным K^{\wedge} и поправки на смачивание K^{\wedge} . Введение поправки K^{\wedge} исключает неоднородность в рядах наблюдений над осадками, которая возникла при замене измерительного прибора. Поправка K_3 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.

Представлено отдельно месячное и годовое количество осадков трех видов: твердых, жидких и смешанных.

Согласно данным, больше всего осадков выпадает на станции Сургут и Ханты-Масийск 546-567 мм/год, большая часть которых распределена относительно равномерно по сезонам, несмотря на это, на летний период приходится большая доля осадков (44-46% соответственно), такая же тенденция наблюдается и в остальных станциях, кроме станции Уренгой, где основная доля осадков приходится на июль-сентябрь месяцы (43%) (табл.2.5, рис.2.4.).

Таблица 2.5. Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание

Станция	Месяцы														Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	
Уренгой	22	15	21	20	27	49	64	67	62	47	35	24	117	336	453
Сургут	21	17	18	26	49	71	85	83	62	49	37	28	121	425	546
Ханты-Мансийск	26	20	20	28	42	84	92	69	62	51	44	29	139	428	567
Тобольск	22	16	15	19	38	64	66	79	42	41	35	25	113	349	462
Тюмень	19	16	16	23	38	63	84	59	38	37	31	25	107	342	449

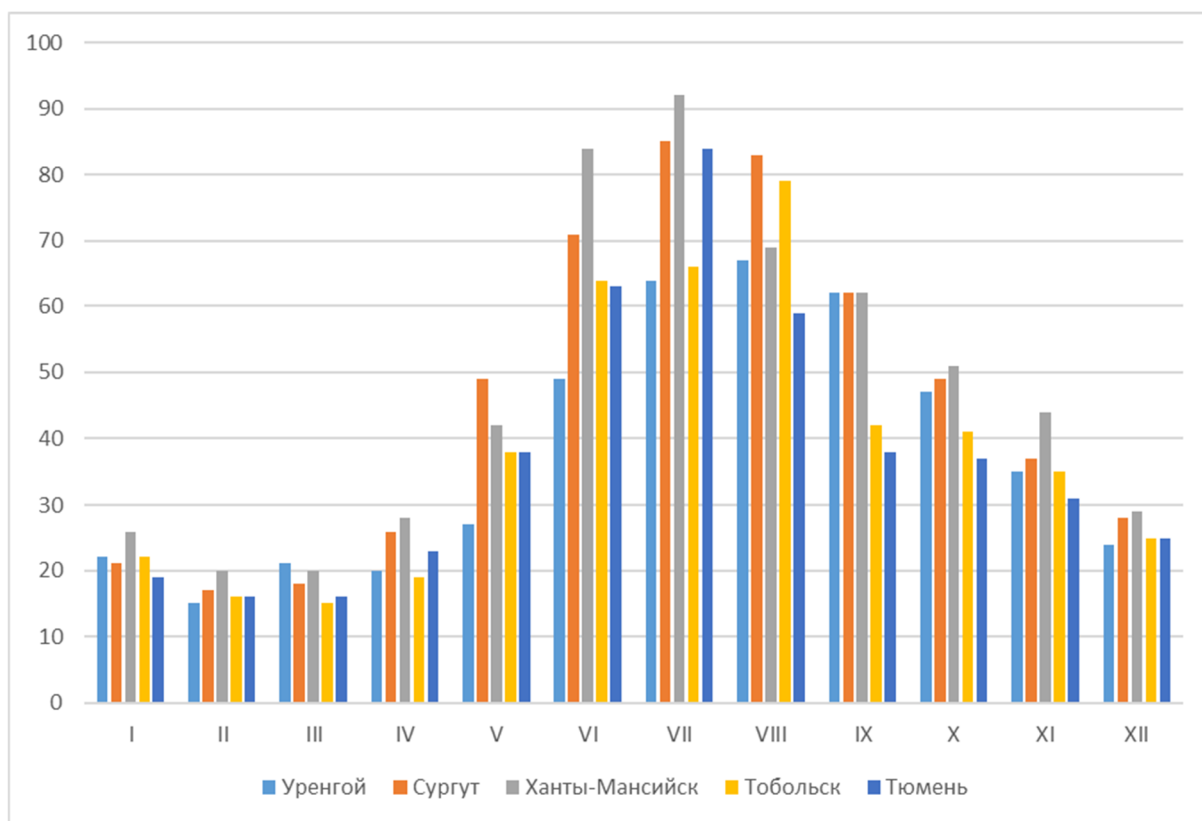


Рисунок 2.4. Месячное и годовое количество осадков (мм) с поправками на смачивание

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. В работах Ц. А. Швер «Твердые, жидкие и смешанные осадки на территории СССР» (Труды ГГО, 1968, вып. 215) или «Атмосферные осадки на территории СССР» (П.: Гидрометеиздат, 1976) показана устойчивость во времени этих внутри месячных соотношений, вычисленных за 25 лет [2].

Данные вычислены по долям осадков трех видов за каждый месяц, взятым из «Справочника по климату СССР», и по средним многолетним данным (табл.2.6, рис.2.5).

Таблица 2.6. Месячное и годовое количество жидких (ж), твердых (т) и смешанных (с) осадков (мм)

Станция	Месяцы													Вид осадков	Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Уренгой	ж	0	0	0	1	9	43	64	67	48	6	0	0	238	
	т	22	15	21	13	10	1	0	0	2	26	33	24	167	
	с	0	0	0.2	6	8	5	0	0	12	15	2	0.2	48	
Сургут	ж	0	0	0	4	26	68	85	82	53	7	0	0	339	
	т	21	16	16	12	5	0	0	0	2	25	33	28	142	
	с	0	1	2	10	18	3	0	1	7	17	4	0.3	65	
Ханты-Мансийск	ж	0	0	0.2	12	26	77	92	69	54	13	1	0	344	
	т	26	20	19	5	6	0	0	0	1	18	39	29	163	
	с	0	0.4	1	11	10	7	0	0	7	20	4	0	60	

Тобольск	ж	0	0	0.2	5	25	62	66	79	39	11	1	0	288
	т	22	15	14	8	4	0	0	0	0	15	28	24	130
	с	0.4	1	1	6	9	2	0	0	3	15	6	1	44
Тюмень	ж	0	0	1	6	28	62	84	59	37	12	2	0	291
	т	18	15	13	7	3	0	0	0	0	11	24	24	115
	с	1	1	2	10	7	1	0	0	1	14	5	1	43

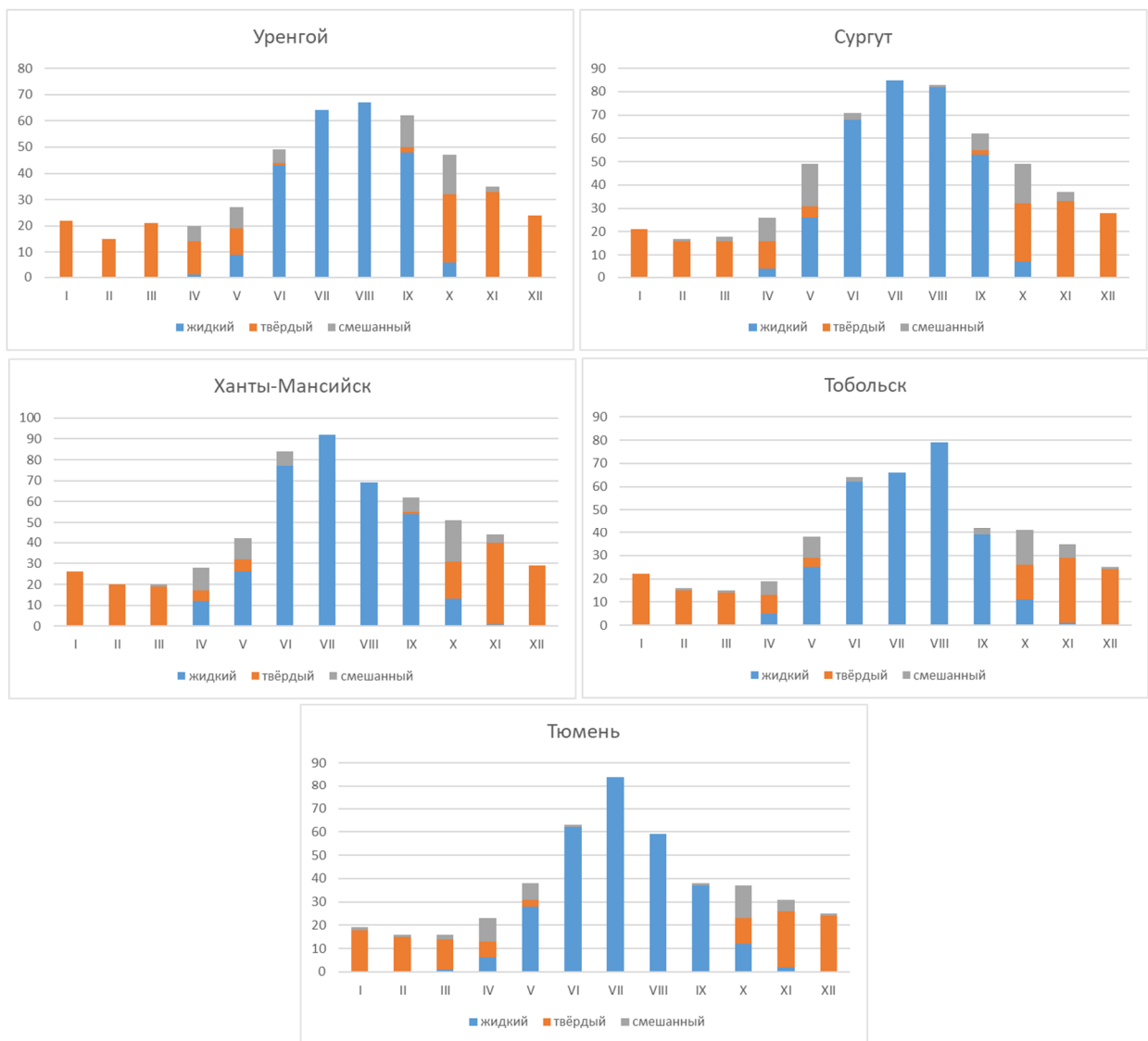


Рисунок 2.5. Годовой ход ежемесячных сумм осадков

В исследуемом участке основная доля осадков выпадает в виде дождя 61-65%, на станции Уренгой 53% от годовых осадков. В твёрдом виде 26-29%, на станции Уренгой 37% от годовых осадков. Остальные 10-12% выпадают в виде смешанных осадков.

Среднее число дней с различным количеством осадков.

Днем с осадками называется день, когда количество осадков в теплый период равно 0,1 мм и более, а в холодный, после введения поправок на смачивание, начиная с 0,0. Среднее число дней с различным количеством осадков (по градациям) вычислено непосредственно путем последовательного суммирования. Для вычислений использованы ряды наблюдений на станции в пределах периода 1891-1980 гг. (табл.2.7, рис.2.6) [13].

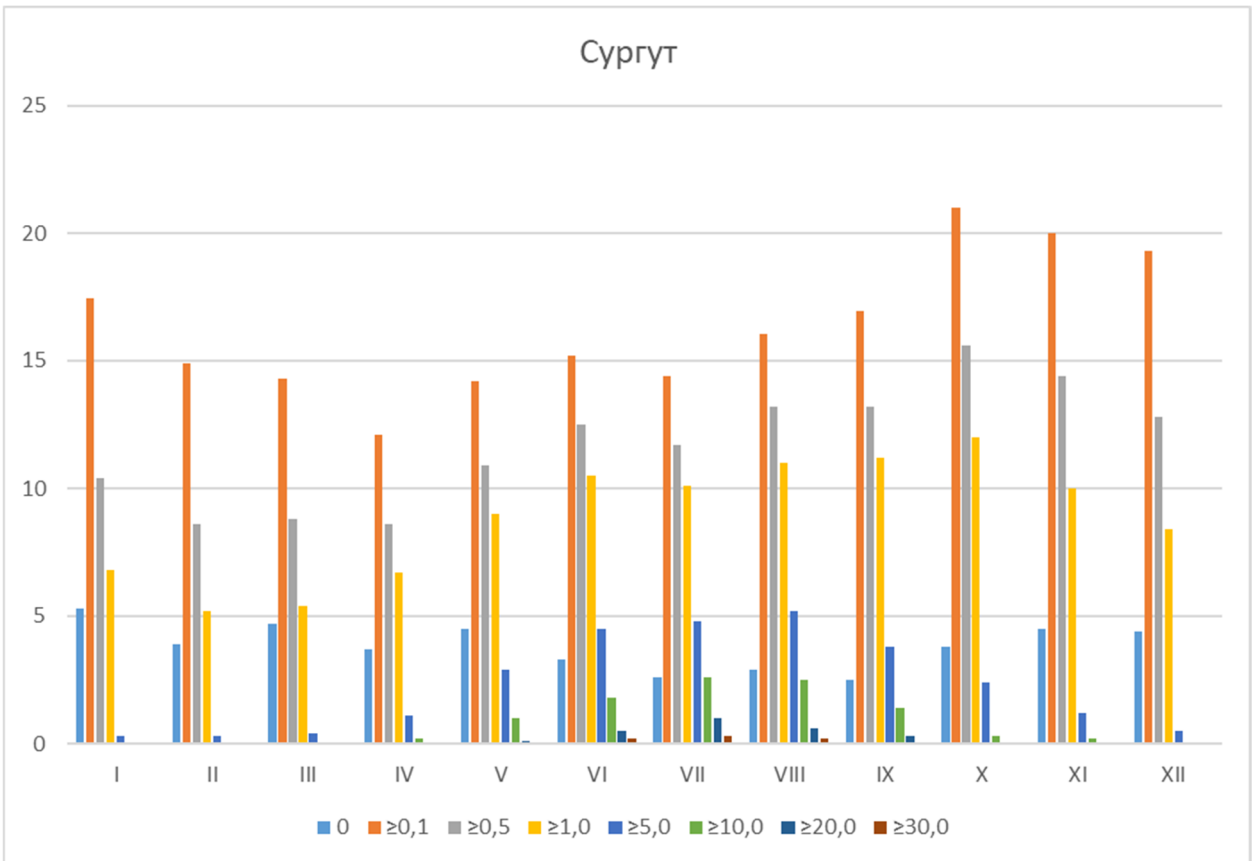
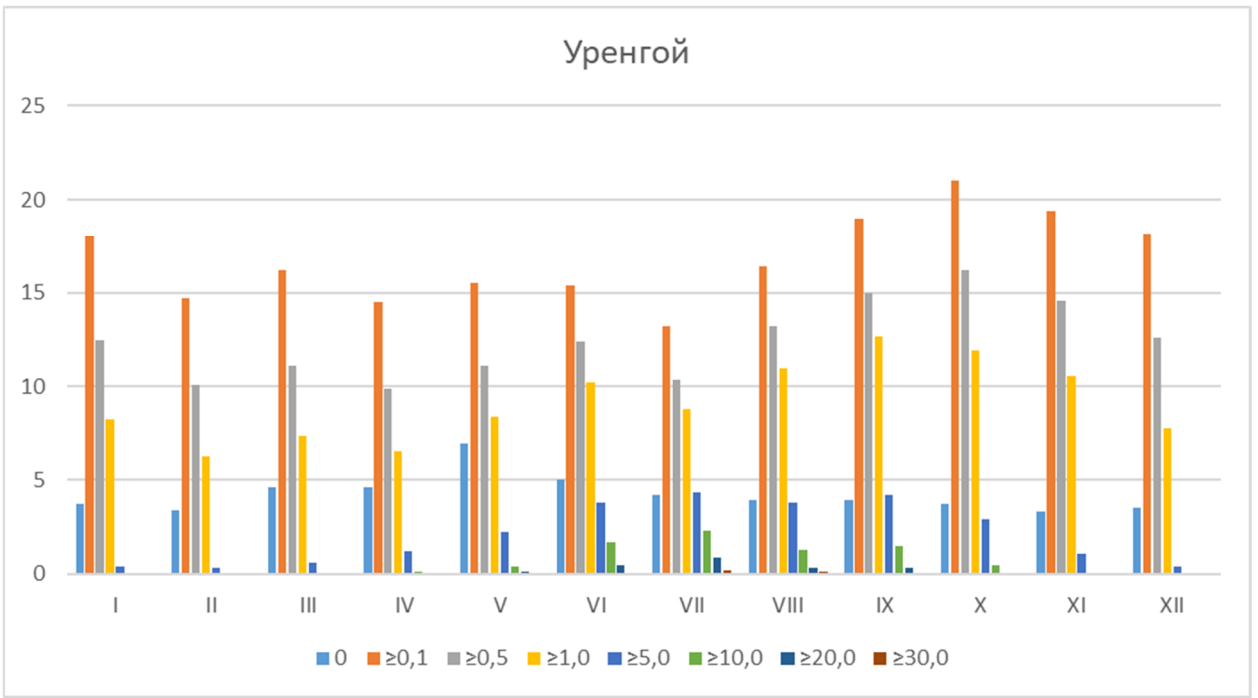
Таблица 2.7. Среднее число дней с различным количеством осадков

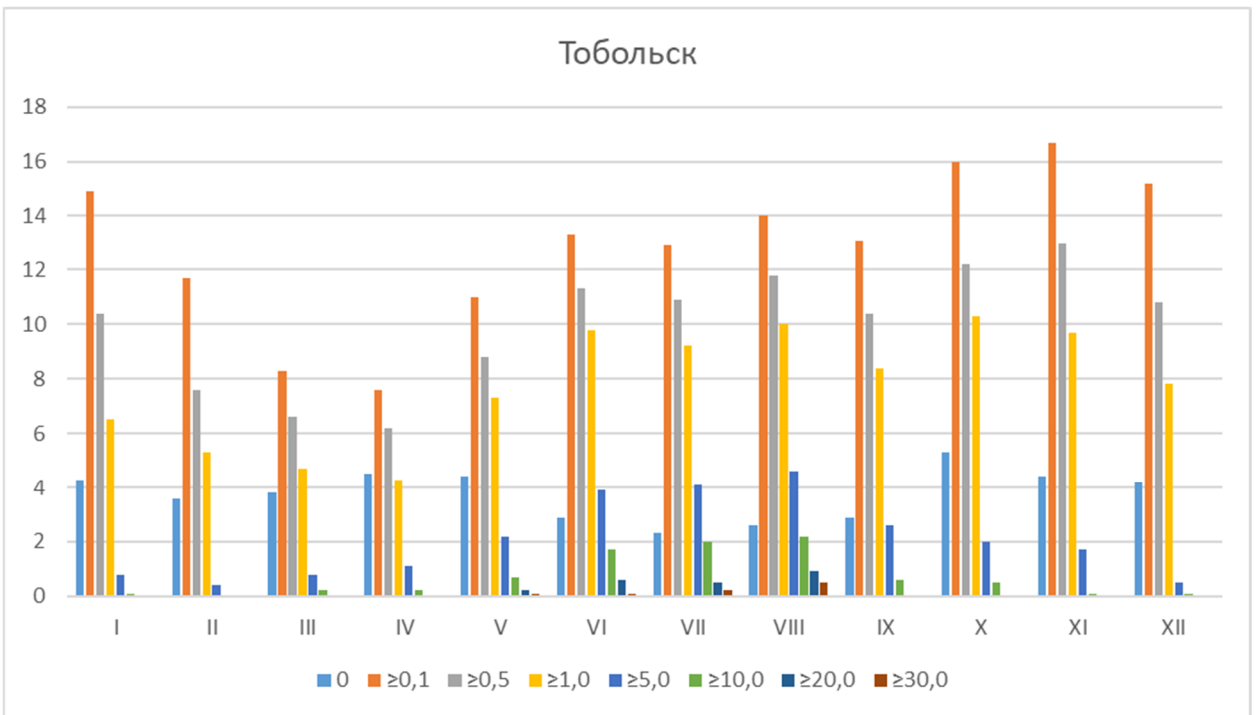
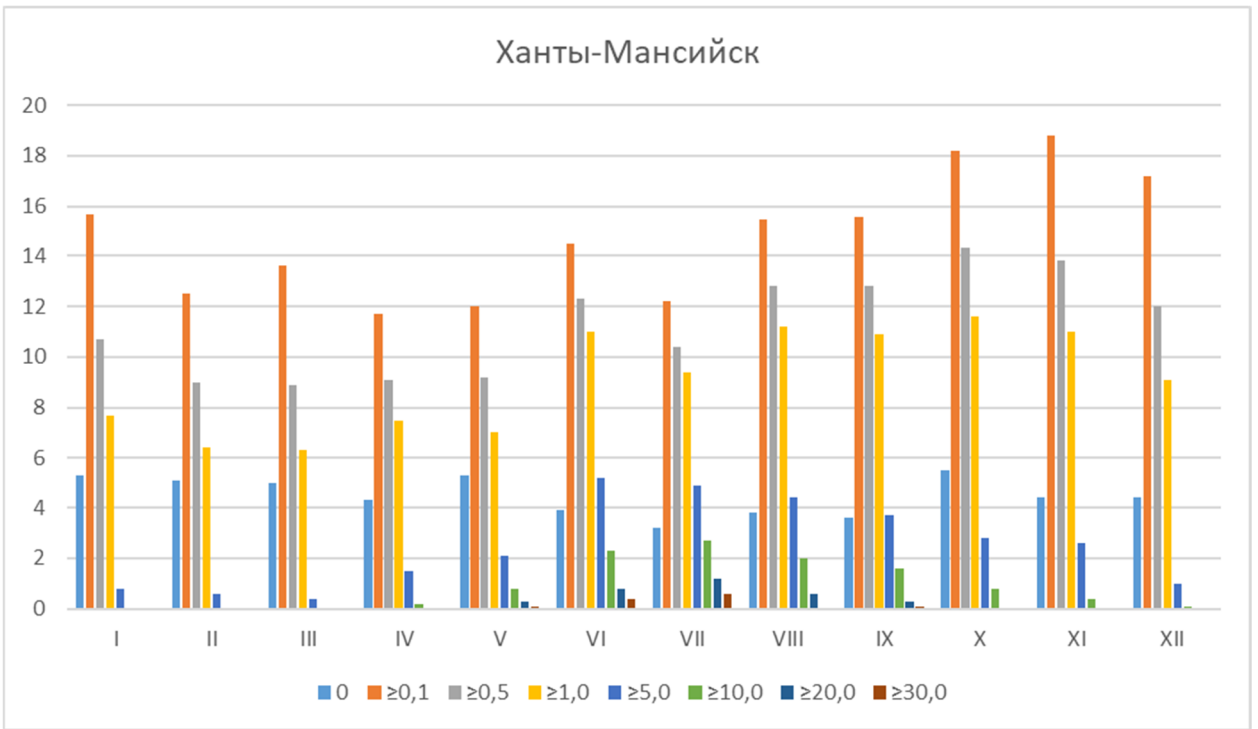
Месяц	Количество осадков, мм							
	0.0	≥0.1	≥0.5	≥1.0	≥5.0	≥10.0	≥20.0	≥30.0
Уренгой								
I	3.7	18	12.5	8.3	0.4	0	0	0
II	3.4	14.7	10.1	6.3	0.3	0	0	0
III	4.6	16.2	11.1	7.4	0.6	0	0	0
IV	4.6	14.5	9.9	6.6	1.2	0.1	0	0
V	7	15.5	11.1	8.4	2.2	0.4	0.1	0
VI	5	15.4	12.4	10.2	3.8	1.7	0.5	0
VII	4.2	13.2	10.4	8.8	4.3	2.3	0.9	0.2
VIII	3.9	16.4	13.2	11	3.8	1.3	0.3	0.1

Месяц	Количество осадков, мм							
	0.0	≥0.1	≥0.5	≥1.0	≥5.0	≥10.0	≥20.0	≥30.0
IX	3.9	19	15	12.7	4.2	1.5	0.3	0
X	3.7	21	16.2	11.9	2.9	0.5	0	0
XI	3.3	19.4	14.6	10.6	1.1	0	0	0
XII	3.5	18.2	12.6	7.8	0.4	0	0	0
Год	51	202	149	110	25	8	2	0.3
Сургут								
I	5.3	17.4	10.4	6.8	0.3	0	0	0
II	3.9	14.9	8.6	5.2	0.3	0	0	0
III	4.7	14.3	8.8	5.4	0.4	0	0	0
IV	3.7	12.1	8.6	6.7	1.1	0.2	0	0
V	4.5	14.2	10.9	9	2.9	1	0.1	0
VI	3.3	15.2	12.5	10.5	4.5	1.8	0.5	0.2
VII	2.6	14.4	11.7	10.1	4.8	2.6	1	0.3
VIII	2.9	16	13.2	11	5.2	2.5	0.6	0.2
IX	2.5	16.9	13.2	11.2	3.8	1.4	0.3	0
X	3.8	21	15.6	12	2.4	0.3	0	0
XI	4.5	20	14.4	10	1.2	0.2	0	0
XII	4.4	19.3	12.8	8.4	0.5	0	0	0
Год	46	196	141	106	27	10	3	0.7
Ханты-Мансийск								
I	5.3	15.7	10.7	7.7	0.8	0	0	0

Месяц	Количество осадков, мм							
	0.0	≥0.1	≥0.5	≥1.0	≥5.0	≥10.0	≥20.0	≥30.0
II	5.1	12.5	9	6.4	0.6	0	0	0
III	5	13.6	8.9	6.3	0.4	0	0	0
IV	4.3	11.7	9.1	7.5	1.5	0.2	0	0
V	5.3	12	9.2	7	2.1	0.8	0.3	0.1
VI	3.9	14.5	12.3	11	5.2	2.3	0.8	0.4
VII	3.2	12.2	10.4	9.4	4.9	2.7	1.2	0.6
VIII	3.8	15.5	12.8	11.2	4.4	2	0.6	0
IX	3.6	15.6	12.8	10.9	3.7	1.6	0.3	0.1
X	5.5	18.2	14.3	11.6	2.8	0.8	0	0
XI	4.4	18.8	13.8	11	2.6	0.4	0	0
XII	4.4	17.2	12	9.1	1	0.1	0	0
Год	54	178	135	109	30	11	3	1
Тобольск								
I	4.3	14.9	10.4	6.5	0.8	0.1	0	0
II	3.6	11.7	7.6	5.3	0.4	0	0	0
III	3.8	8.3	6.6	4.7	0.8	0.2	0	0
IV	4.5	7.6	6.2	4.3	1.1	0.2	0	0
V	4.4	11	8.8	7.3	2.2	0.7	0.2	0.1
VI	2.9	13.3	11.3	9.8	3.9	1.7	0.6	0.1
VII	2.3	12.9	10.9	9.2	4.1	2	0.5	0.2
VIII	2.6	14	11.8	10	4.6	2.2	0.9	0.5

Месяц	Количество осадков, мм							
	0.0	≥0.1	≥0.5	≥1.0	≥5.0	≥10.0	≥20.0	≥30.0
IX	2.9	13.1	10.4	8.4	2.6	0.6	0	0
X	5.3	16	12.2	10.3	2	0.5	0	0
XI	4.4	16.7	13	9.7	1.7	0.1	0	0
XII	4.2	15.2	10.8	7.8	0.5	0.1	0	0
Год	45	155	120	93	25	8	2	0.9
Тюмень								
I	4.8	13.7	8.6	5.6	0.7	0.1	0	0
II	3.7	10.6	6.7	4.5	0.5	0.1	0	0
III	4.2	9.7	6.6	4.6	0.6	0.1	0	0
IV	3.3	8.1	6.1	4.5	1.6	0.3	0.1	0
V	4.6	10	7.7	6.2	2.2	1.1	0.1	0
VI	3.7	12	10.2	8.5	3.6	1.9	0.5	0.2
VII	2.6	13.6	11.5	9.6	4.2	2.2	0.9	0.6
VIII	3.2	13.9	11.2	9.4	3.5	1.5	0.4	0.1
IX	4.2	11.7	9.9	7.6	2.1	0.5	0.1	0
X	4.3	14.7	11.3	8.8	1.9	0.6	0.1	0
XI	4.2	14.9	11	7.6	1.6	0.2	0	0
XII	4.8	14.7	9.8	6.4	0.9	0.2	0	0
Год	48	148	111	83	23	9	2	0.9





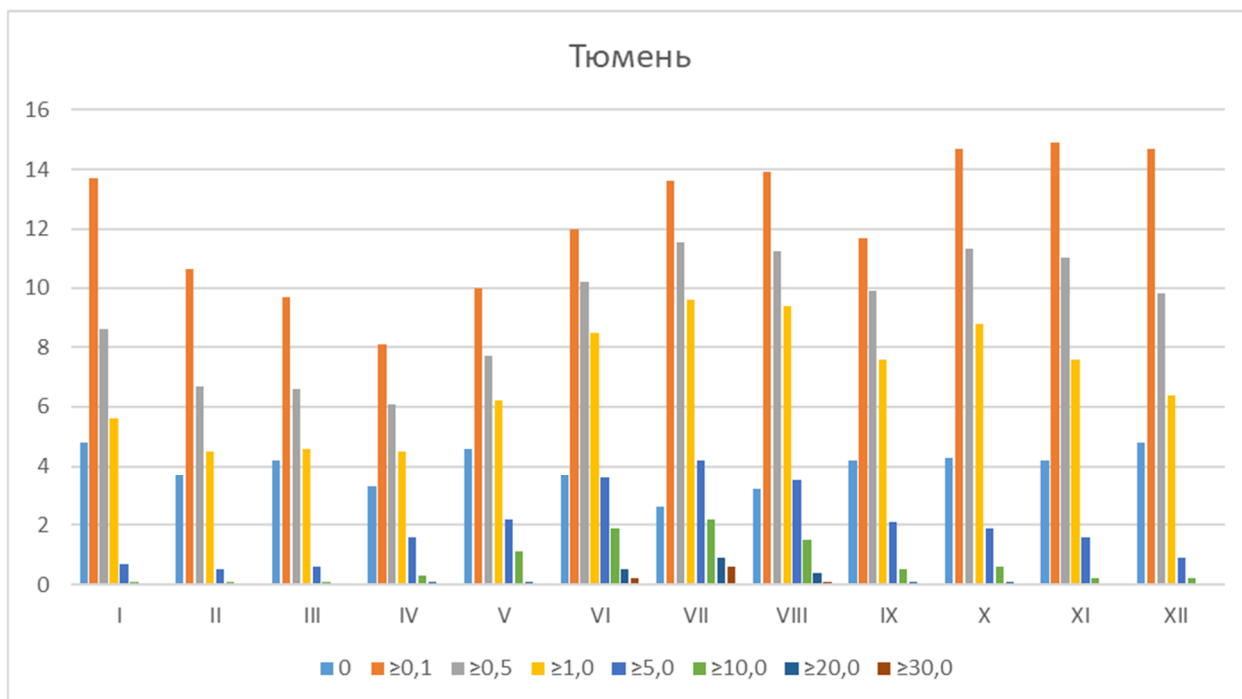


Рисунок 2.6. Годовой ход среднего числа дней с различным количеством осадков

Основная доля осадков выпадает в количестве ≥ 0.1 , ≥ 0.5 и ≥ 1.0 мм. За год, число дней с количеством осадков равный ≥ 0.1 был в пределах 148-155 случаев на станциях Тобольск и Тюмень, 178 случаев достигла на станции Ханты-Мансийск и самыми большими являются значения 196-202 случаев, на станциях Сургут и Уренгой.

2.3. Опасные атмосферные явления (туман, сильные ветра и гололедица)

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 (табл.2.8, рис.2.7) [3].

Таблица 2.8. Среднее число дней с туманом

Станция	Месяцы														Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	
Уренгой	0.6	0.4	0.8	1	2	1	0.6	2	3	3	1	1	7	10	17
Сургут	0.6	0.6	0.6	0.4	0.7	0.3	2	2	2	0.8	0.5	0.6	4	7	11
Ханты-Мансийск	2	2	1	2	1	0.6	0.7	2	3	3	2	2	12	9	21
Тобольск	2	2	2	1	0.7	1	1	3	3	2	2	2	12	10	22
Тюмень	1	1	0.9	1	0.6	0.5	1	2	2	2	1	2	8	7	15

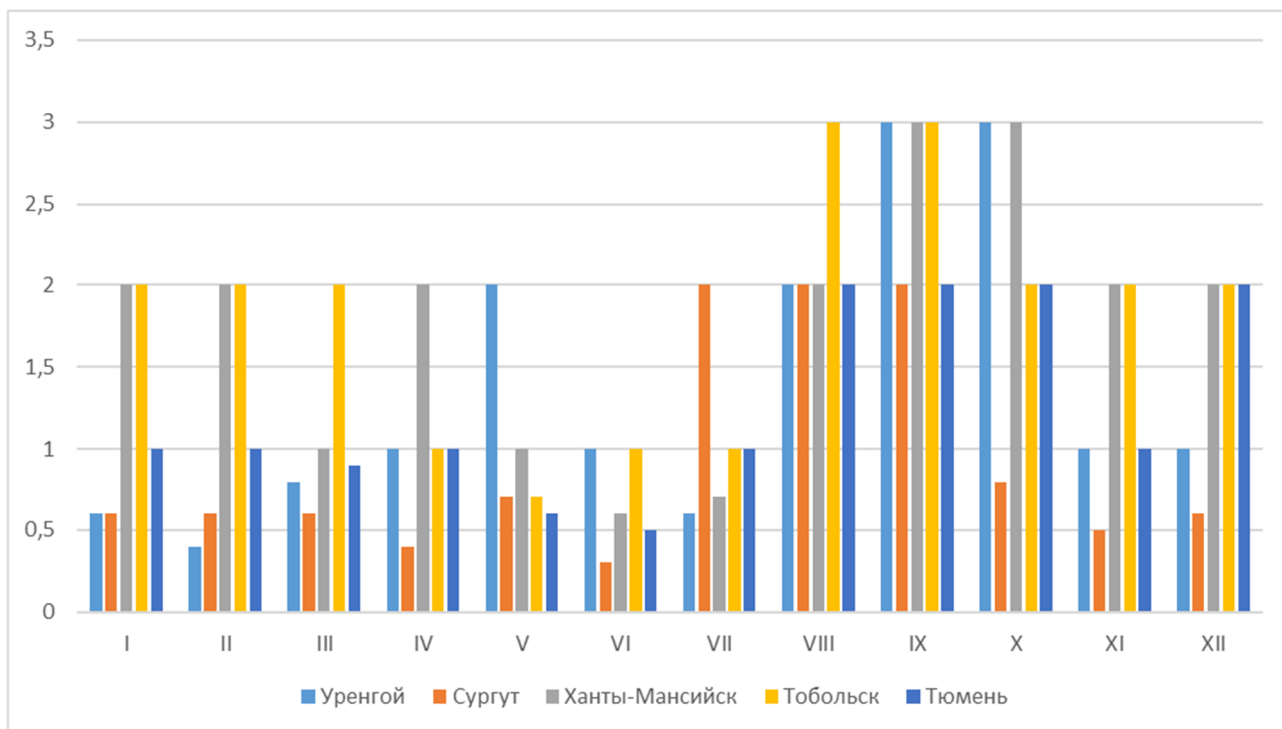


Рисунок 2.7. Среднее число дней с туманом

Согласно данным, туманы наблюдаются в течение всего года, в течение 0,3-3 дней за месяц. В основном туманы приходятся на август-октябрь месяцы, а меньше всего приходится на июнь месяц.

Наибольшее число дней с туманом.

Наибольшее число дней с туманом по месяцам, в холодный и теплые периоды и за год получено путем простой выборки из рядов наблюдений за период 1936-1980 гг. (табл.2.9 и рис. 2.8).

Таблица 2.9. Наибольшее число дней с туманом

Станция	Месяцы														Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	
Уренгой	4	6	4	5	5	6	4	6	10	9	4	5	14	20	31
Сургут	3	7	3	4	4	3	6	7	9	4	3	4	14	19	29
Ханты-Мансийск	9	7	4	6	4	3	3	7	7	7	7	7	27	21	48
Тобольск	5	6	8	4	2	4	5	8	7	6	6	6	19	19	38
Тюмень	4	3	3	7	3	2	4	6	6	5	5	6	16	17	36

Наибольшее число дней с туманами приходится на теплую половину года. Самое большое количество дней с туманами наблюдались на станции Уренгой и составило 10 дней (сентябрь месяц). На станции Сургут и Ханты-Мансийск по 9 дней, и на станциях Тобольск и Тюмень по 8 дней, соответственно.

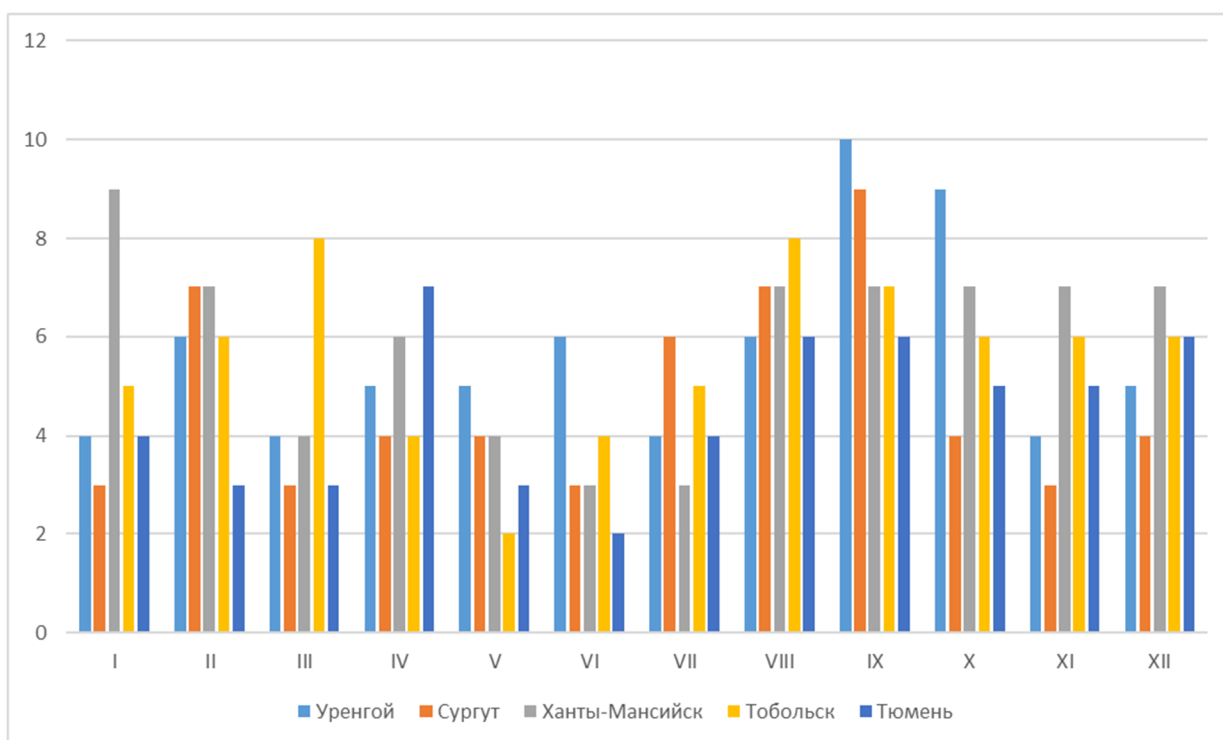


Рисунок 2.8. Наибольшее число дней с туманом

Средняя продолжительность туманов (ч).

Продолжительность туманов определена за период 1936-1980 гг. по тем же видам туманов, которые вошли в подсчет их среднего числа дней. Продолжительность туманов определена по данным только тех станций, которые ведут круглосуточные наблюдения за атмосферными явлениями. Если в течение дня туман наблюдался несколько раз с перерывами, то для учета общей продолжительности в данный день суммировались все случаи с туманом. Приведена средняя сумма часов по месяцам и за год, в течение которых наблюдался туман приводится также средняя продолжительность туманов в день с туманом. Она получена путем деления средней годовой продолжительности туманов на среднее число дней с туманом за год, вычисленное, а тот же период, за который определялась и продолжительность. Аналогично рассчитана эта характеристика для холодного и теплого периодов (табл.2.10. и рис.2.9) [17].

Таблица 2.10. Средняя продолжительность туманов (ч)

Станция	Месяцы														Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	
Уренгой	2	2	2	4	4	2	4	10	15	10	3	3	22	39	61
Сургут	3	3	2	2	3	0.7	4	8	9	2	1	2	13	27	40
Ханты-Мансийск	10	7	4	7	7	2	1	7	12	16	11	9	57	36	93
Тобольск	7	7	9	5	3	3	4	12	14	9	9	12	53	41	94
Тюмень	4	3	3	3	2	1	4	8	8	7	8	6	31	26	57

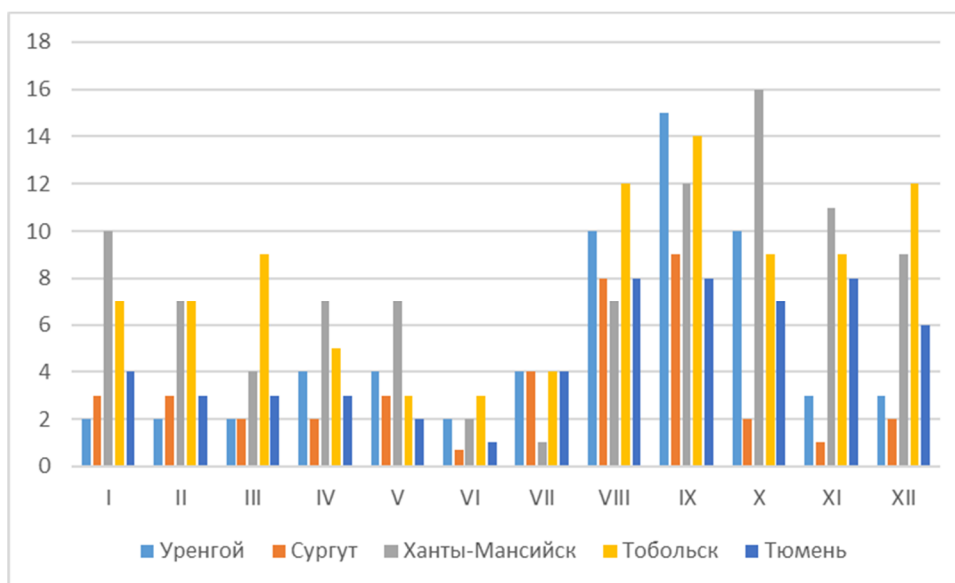


Рисунок 2.9. Средняя продолжительность туманов (ч)

Средняя продолжительность туманов варьируется от сезона к сезону и от месяца к месяцу. Зимой – в среднем продолжительность туманов составляет от 3 до 7 часов, на станции Ханты-Мансийск до 9 часов. Весной – от 2 до 5 часов, на станциях Тюмень и Тобольск до 7-8 часов, соответственно. Летом – от 2 до 6 часов, на станциях Сургут, Ханты-Мансийск и Тобольск до 7-8 часов,

стоит отметить, что больше часов приходится на август месяц. Осенью – от 3 до 7 часов, на станциях Сургут и Уренгой до 9-10 часов соответственно, стоит отметить, что большая доля часов с туманами приходится на сентябрь-октябрь месяцы.

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. (табл.2.11 и рис.2.10). Статистические ошибки расчетов составляют от 0,04 до 0,31 м/с [4].

Таблица 2.11. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Станция	Месяцы														Год
	Высота флюгера, м		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	С легкой до- ской	С тяжелой до- ской													
Уренгой	9	9	3.9	3.8	3.4	4.6	5	5	4	3.8	4.2	4.6	4.1	3.9	4.2
Сургут	10	10	3.3	3.3	3.8	3.9	4.1	3.8	2.7	2.7	3.3	4	3.7	3.5	3.5
Ханты- Мансийск	10	11	3.2	3.1	3.3	3.4	3.4	3.5	2.9	2.8	3.1	3.5	3.5	3.2	3.5
Тобольск	11	11	3.6	3.6	3.6	3.8	4.2	3.8	3.2	3	3.4	4.1	4.1	3.7	3.7
Тюмень	11	11	3	3	3.2	3.2	3.3	2.8	2.5	2.4	2.7	3.2	3.4	3	3

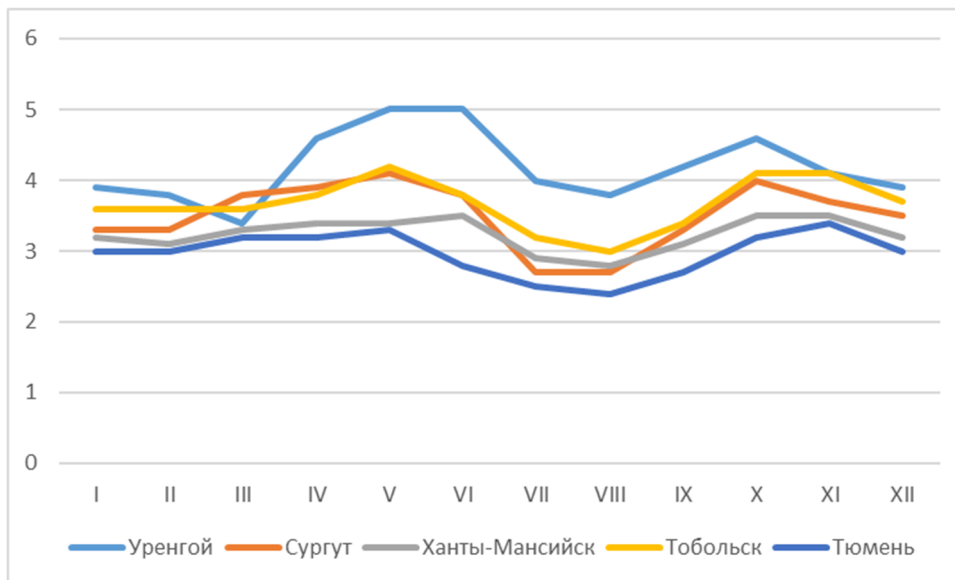


Рисунок 2.10. Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)

Повторяемость (%) направления ветра и штилей.

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 анемометром 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. [7]. 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 (табл.2.12, рис.2.11). Статистические ошибки вычислений составляют от 0,2 до 0,8%.

Таблица 2.12. Роза ветров в Тюменской области

Месяц	Количество осадков, мм								
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Уренгой									
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
К	66	66	66	66	66	66	56	66	0
Сургут									
I	6	6	15	9	12	24	19	9	5
II	7	6	18	10	15	20	17	7	7
III	7	5	17	7	15	22	18	9	6
IV	13	9	16	7	11	14	18	12	4

V	21	10	12	6	9	12	15	15	4
VI	19	12	10	6	10	13	16	14	4
VII	21	16	14	8	8	9	12	12	7
VIII	23	11	11	7	8	12	14	14	6
IX	9	7	10	8	15	19	19	13	5
X	8	6	11	9	17	22	18	9	3
XI	4	4	10	8	16	25	24	9	2
XII	5	4	15	7	17	28	18	6	5
Год	12	8	13	8	13	18	17	11	5
К	66	66	56	56	56	66	66	0	0
Ханты-Мансийск									
I	5	6	13	12	12	18	27	7	13
II	6	6	17	14	13	16	22	6	11
III	5	7	13	11	15	20	23	6	8
IV	8	9	13	12	11	15	22	10	5
V	13	12	12	8	8	11	22	14	5
VI	16	13	10	7	8	12	19	15	6
VII	18	13	13	8	7	10	16	15	10
VIII	16	9	10	8	7	11	22	17	11
IX	7	5	9	11	12	18	27	11	9
X	6	7	10	11	15	19	23	9	6
XI	4	5	10	11	14	21	27	8	6
XII	3	6	13	13	15	22	23	5	12

Год	9	8	12	11	11	16	23	10	9
К	4а	9а	9а	9а	9а	9а	9а	4а	0
Тобольск									
I	9	2	10	21	16	16	14	12	12
II	9	2	12	23	13	15	13	13	12
III	10	1	10	18	16	21	13	11	14
IV	12	4	11	16	14	17	15	11	9
V	21	7	10	10	9	12	14	17	10
VI	21	10	8	9	10	12	12	18	11
VII	22	11	10	12	9	8	10	18	15
VIII	20	9	7	9	9	13	16	17	16
IX	10	3	8	14	13	18	19	15	12
X	8	4	7	14	16	20	19	10	7
XI	5	2	5	17	21	21	19	10	7
XII	5	2	10	24	17	19	15	8	8
Год	12	5	9	16	14	16	15	13	11
К	66	66	66	76	56	56	66	76	0
Тюмень									
I	6	3	6	6	15	34	17	13	5
II	5	5	7	8	16	30	16	13	4
III	4	4	8	6	18	30	16	14	4
IV	8	7	9	10	14	21	16	15	4
V	14	10	9	7	9	16	15	20	3

VI	15	14	8	6	9	15	14	19	3
VII	17	11	10	8	11	13	12	18	5
VIII	14	10	7	6	10	16	18	19	5
IX	7	5	5	7	16	25	19	16	3
X	7	6	5	7	15	27	19	14	4
XI	4	3	4	6	18	34	20	11	3
XII	3	3	6	9	18	37	17	7	4
Год	9	7	7	7	14	25	16	15	4
К	66	66	66	56	56	56	56	0	0

На станции Уренгой средняя скорость ветра составляет 4,2 м/с, с преобладающим северным направлением ветра, также преобладают северо-восточные ветра. На станции Сургут средняя скорость ветра составляет 3,5 м/с, с преобладающим западным, северо-западным направлением ветра, также преобладают восточные ветра. На станции Ханта-Мансийск средняя скорость ветра составляет 3,5 м/с, с преобладающим западным направлением ветра, также преобладают юго-западные ветра. На станции Тобольск средняя скорость ветра составляет 3,7 м/с, с преобладающим юго-восточным направлением ветра, также преобладают южные и юго-западные ветра. На станции Тюмень средняя скорость ветра составляет 3,0 м/с, с преобладающим юго-западным направлением ветра, также преобладают южные и западные ветра [15].

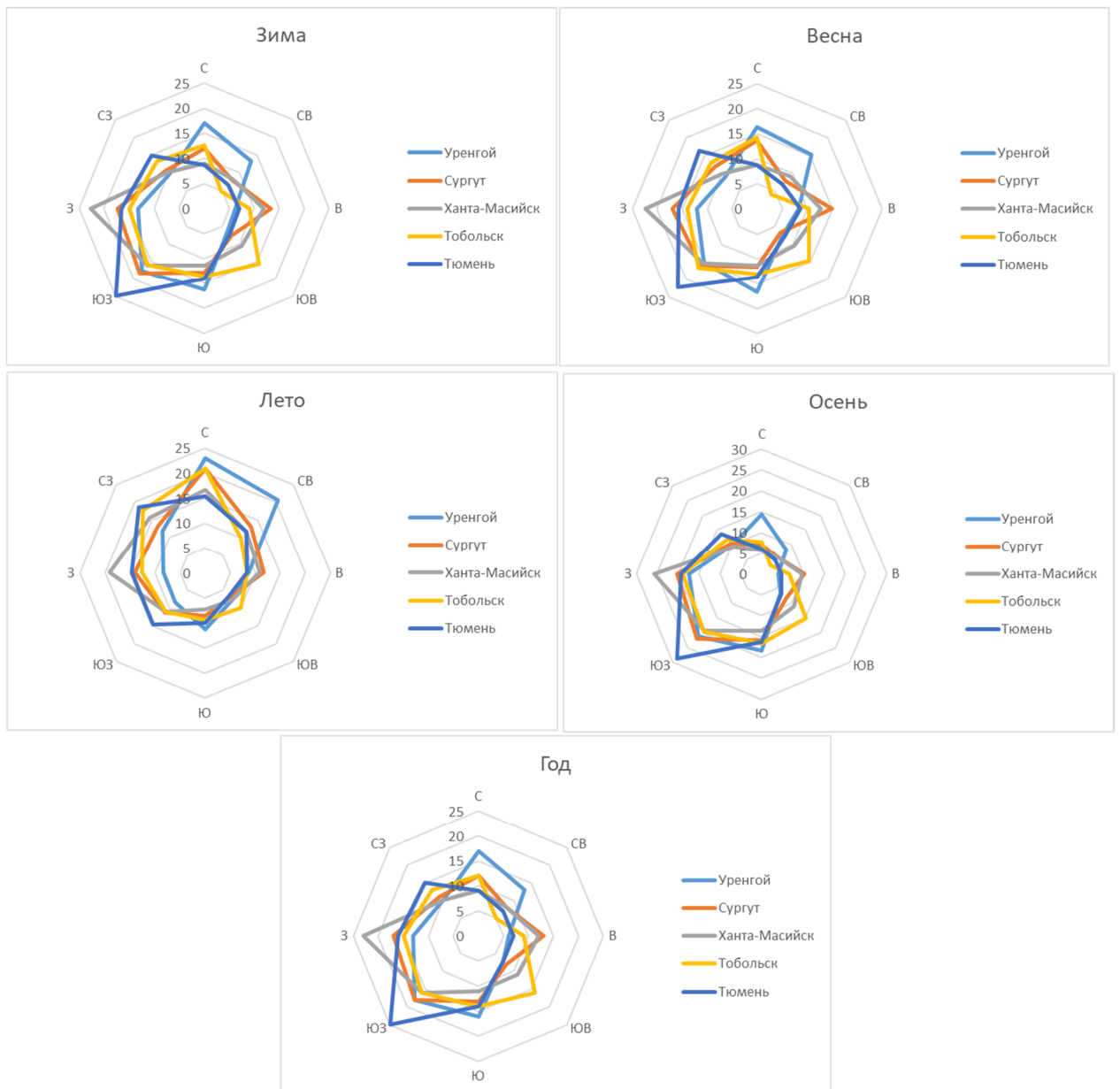


Рисунок 2.11. Повторяемость направлений ветра

Среднее число дней со скоростью ветра, равной или превышающей заданное значение.

Приведено среднее многолетнее число таких дней, в которые хотя бы в один из сроков наблюдений отмечалась скорость ветра, равная или превышающая 8, 20, 30, 40 м/с. Исключение составляет число дней со скоростью ветра, равной или более 15 м/с, которое определено по данным о скорости ветра как в срок наблюдений, так и между сроками.

При составлении таблицы было учтено различие в показаниях флюгера и анеморумбометра, существенное при скоростях ветра, больших 20 м/с.

Среднее число дней со скоростью ветра, большей или равной 8 и 15 м/с, определялось в пределах периода 1936-1980 гг., число дней со скоростью ветра, равной или превышающей 20, 30, 40 м/с, — за период 1966-1980 гг. (табл.2.13) [8].

Таблица 2.13. Среднее число дней со скоростью ветра, равной или превышающей заданное значение

Скорость ветра, м/с	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Уренгой													
≥8	8.9	7.8	10.3	12.3	12.3	13	9.4	8.9	10	11.9	9.2	9.3	123
≥15	1.3	0.9	1.2	1.7	1.5	1.4	1.1	0.9	1.1	1.6	1.3	1.2	15
≥20	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0.5	0.1	2
Сургут													
≥8	5.2	4.8	8	8.5	8.3	6.2	2.2	2.6	4.8	7.6	5.5	5.5	69
≥15	0.5	0.6	1.1	1.3	1.5	0.9	0.3	0.2	0.5	0.8	0.4	0.5	9
Ханты-Мансийск													
≥8	10	8.8	10.9	9.7	10.8	10.6	7.5	6	7.1	9.7	9.7	9.7	111
≥15	0.7	1.2	0.7	1.1	1.5	1.5	0.7	0.7	1	1.2	1.2	0.8	12
Тобольск													
≥8	6.3	6.1	7.7	8	11.6	8.6	5.1	4.3	5.9	9.1	7.5	6.2	86
≥15	0.7	1.1	1	1.5	2.3	1.6	0.8	0.5	0.9	1.4	0.9	0.8	14
≥20	0	0.2	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	1
Тюмень													
≥8	3.4	3.6	3.8	4.6	5.8	2.8	1.1	1.5	2.4	3.7	4.3	3.2	40
≥15	0.5	0.6	0.4	0.6	0.9	0.3	0.2	0.3	0.1	0.4	0.3	0.5	5

Точность определения среднего многолетнего числа дней со скоростью ветра, большей или равной 20, 30, 40 м/с, даже по восьми срочным наблюдениям невелика. Может оказаться, что по данным некоторых станций дни со скоростью ветра, равной или превышающей 20, 30, 40 м/с, отсутствуют, а максимальная скорость ветра тем не менее будет равна или превзойдет указанные значения (рис.2.12).

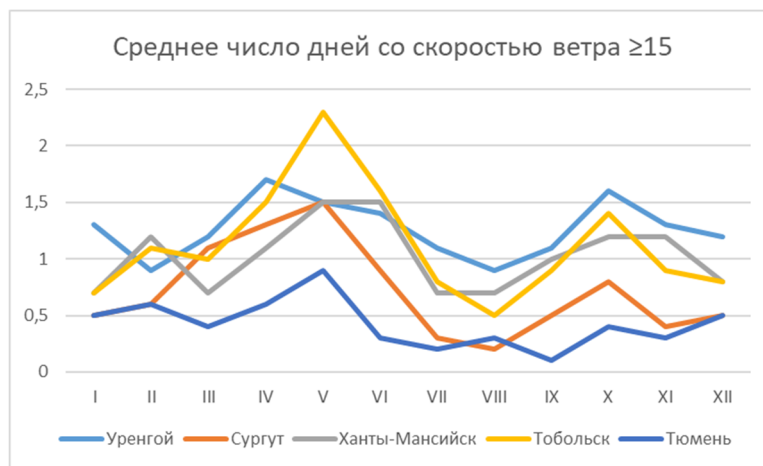
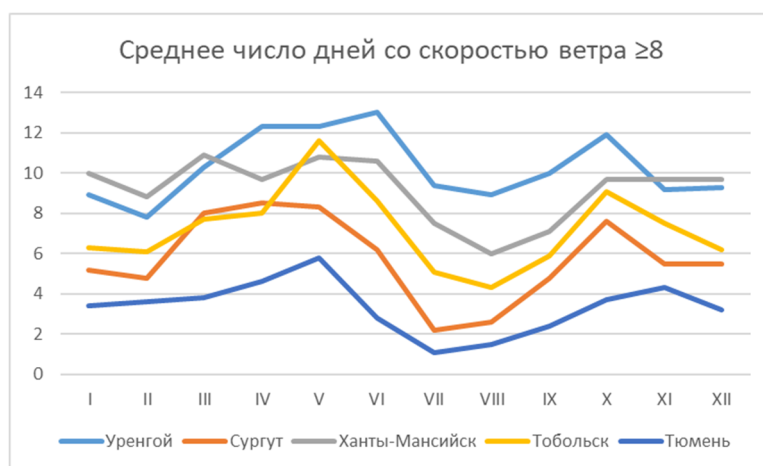




Рисунок 2.12. Средние скорости ветра выше 9 м/сек

Среднее число дней с обледенением проводов гололедного станка.

Представлено среднее по месяцам и за год число дней с гололедом, зернистой и кристаллической изморозью, мокрым снегом, сложным отложением, а также с обледенением всех видов. Оно получено непосредственно путем подсчета доброкачественных данных по однородным рядам наблюдений различной длительности (в основном со времени начала производства инструментальных наблюдений по 1980 г.). Числа, меньшие единицы, показывают, что явление наблюдалось не каждый год [10].

Днями с обледенением считаются все те дни, когда это явление наблюдалось в любой его стадии. При этом за начало суток принимается срок наблюдений, ближайший к 20 ч декретного времени часового пояса, в котором располагается станция. День с явлением считается в том случае, если обледенение продолжалось не менее 0,5 ч. (табл.2.14).

Таблица 2.14. Среднее число дней с обледенением проводов гололедного станка

Станция	Месяцы												Год
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Уренгой	0	0	0	0.5	0.6	0.2	0.1	0.1	0.04	0.1	0.4	0	2
Сургут	0	0	0	0.7	1	0.8	0.04	0.1	0	0.2	0.1	0	3
Ханты-Мансийск	0	0	0.2	1	1	0.3	0.2	0.3	0.1	0.9	0.6	0	5
Тобольск	0	0	0.04	0.8	1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	0.04	0	3
Тюмень	0	0	0	0.6	2	0.7	0.2	0.3	0.5	0.3	0	0	5

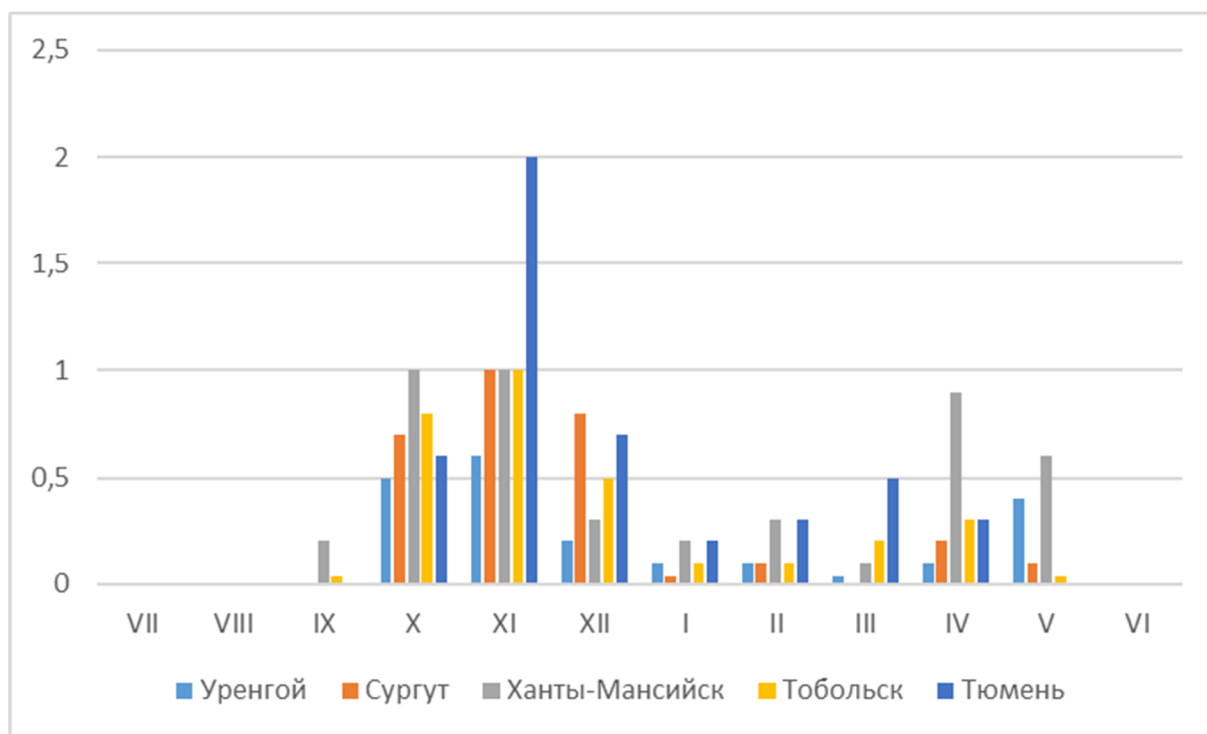


Рисунок 2.13. Среднее число дней с обледенением проводов гололедного станка

Наибольшее число дней с обледенением проводов гололедного станка.

Представлены наибольшие по месяцам и за год значения числа дней с гололедом, зернистой и кристаллической изморозью, мокрым снегом, сложным отложением, а также с обледенением всех видов (табл.2.15 и рис.2.14). Эти данные получены непосредственно путем выборки из рядов инструментальных наблюдений по сезон 1983-84 г. включительно.

На территории исследования гололёд наблюдается в период с сентября по май месяцы с разной повторяемостью. Согласно данным, основная доля образования гололёда приходится на октябрь-декабрь и апрель месяцы. Таким образом, среднегодовое число дней с гололёдом наблюдалось от 2 до 5 дней, при этом наибольшее число дней составило от 10 до 12 дней в году [16].

Таблица 2.15. Наибольшее число дней с обледенением проводов гололедного станка

Станция	Месяцы												Год
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Уренгой	0	0	0	6	5	3	1	2	1	3	4	1	12
Сургут	0	0	0	4	4	7	1	1	0	3	1	0	10
Ханты-Мансийск	0	0	4	5	4	7	3	2	2	4	3	0	12
Тобольск	0	0	1	8	5	2	1	1	2	2	1	0	10
Тюмень	0	0	0	3	7	4	2	3	4	2	0	0	11

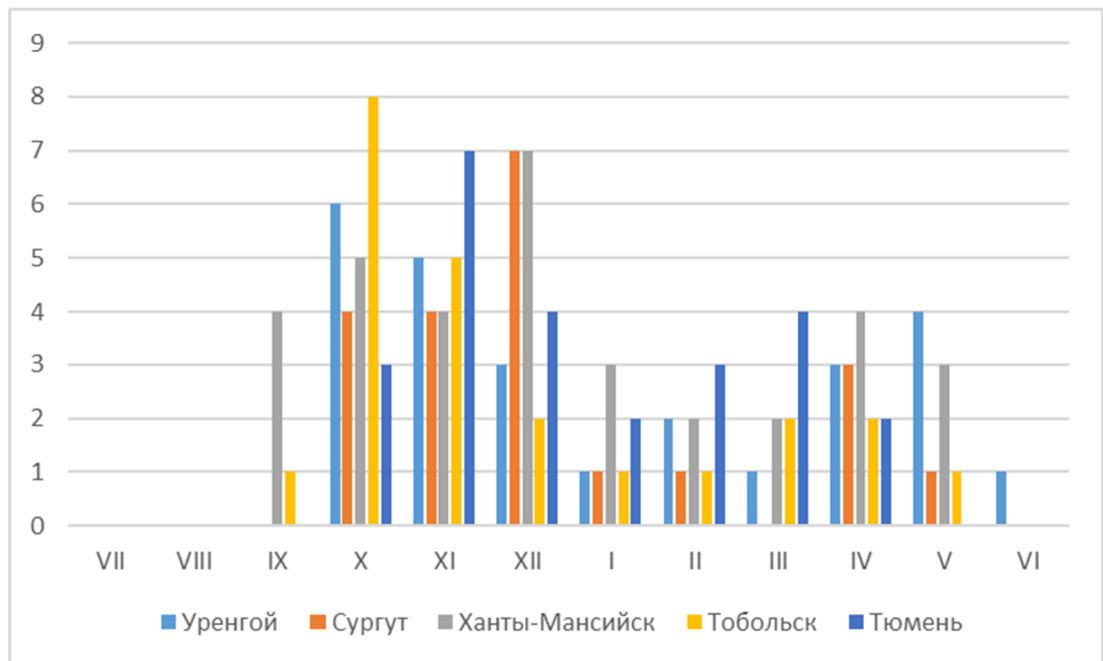


Рисунок 2.14. Наибольшее число дней с обледенением проводов гололедного станка

Повторяемость (%) различных значений годовых максимумов гололедно-изморозевых отложений.

Приведена повторяемость различных значений максимальных за год масс гололедно-изморозевых отложений по отношению к числу годовых максимумов. Годовые максимумы выбраны из всей совокупности случаев измерений отложений на гололедном станке, как тех, когда были измерены непосредственно массы, так и тех, когда измерялись только размеры большого и малого диаметра. В последнем случае масса рассчитывалась по формуле: $t = 78(a \cdot c - c \cdot Y^2) \cdot y$. Здесь a и c — соответственно большой и малый диаметры отложения (мм) с учетом диаметра провода станка; y — плотность отложения, г/см³. Для таблицы использовались осредненные значения y , полученные для территории страны во ВНИИЭ и использованные ранее при составлении карт гололедных нагрузок СНИП: для гололеда $y = 0,75$ г/см³, для сложного отложения и мокрого снега $y = 0,2$ г/см³, для зернистой изморози $y = 0,1$ г/см³, для кристаллической изморози $y = 0,05$ г/см³.

Если на станции обледенение бывает не каждый год, то в графе «Число случаев» указывалось не только число случаев реальных отложений, их годовых максимумов, но и общее количество членов ряда, включая те, когда фактически в течение всего года обледенения не было (но наблюдения велись), т. е. число лет наблюдений. Соответственно и расчет повторяемости различных масс гололедно-изморозевых отложений проводился от этого значения [8].

В этом случае суммарная повторяемость оказывается меньше 100%. Для обработки использованы инструментальные наблюдения по 1983-84 г.

Таблица 2.16. Повторяемость (%) различных значений годовых максимумов гололедно-изморозевых отложений

Станция	Масса г/м						Число случаев
	≤40	41-140	141-310	311-550	551-850	≥851	
Уренгой	74	23	3	0	0	0	31
Сургут	92	4	4	0	0	0	28
Ханты-Мансийск	78	22	0	0	0	0	23
Тобольск	83	17	0	0	0	0	30
Тюмень	74	8	14	4	0	0	27

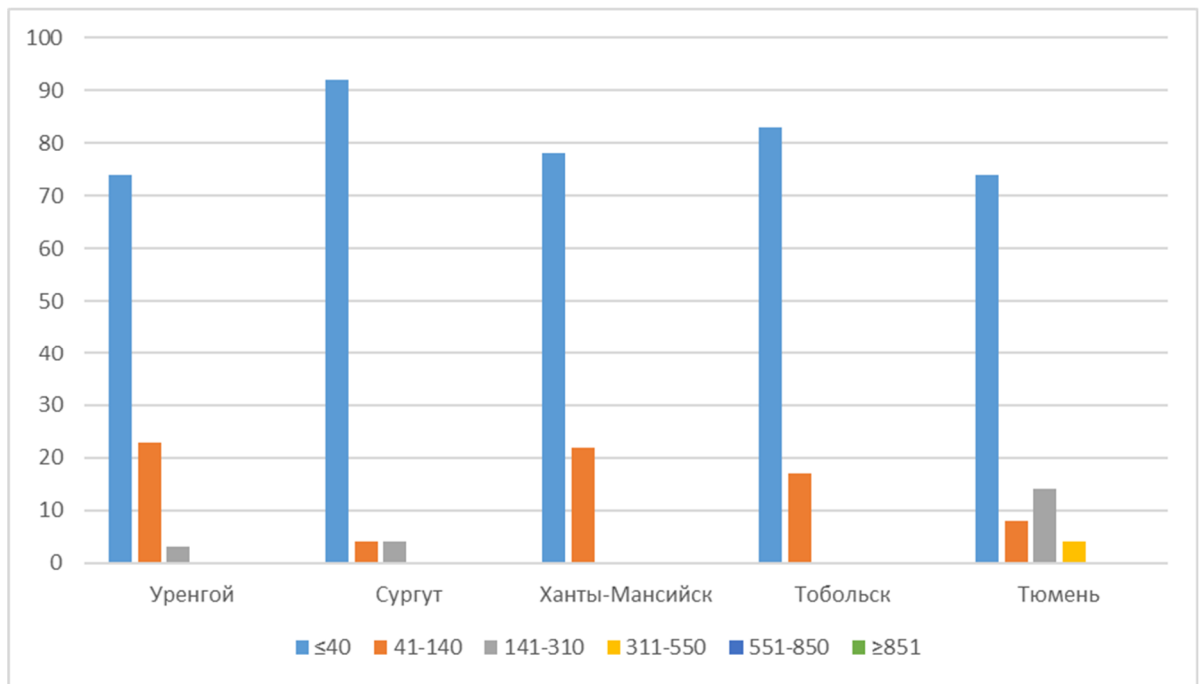


Рисунок 2.15. Повторяемость (%) различных значений годовых максимумов гололедно-изморозевых отложений

3. Оценка специализированных метеорологических характеристик, влияющих на движение автотранспорта

3.1. Оценка межсуточной изменчивости температуры воздуха в холодный сезон

Риск дорожно-транспортных происшествий при движении автомобилей подвержен влиянию целого ряда факторов. Под факторами риска понимаются все факторы, которые способствуют увеличению риска происшествий. Одним из таких факторов, влияющих на безопасность дорожного движения, является природная окружающая среда.

Высокая степень зависимости автомобильного транспорта от природных факторов является одной из особенностей его функционирования. Метеорологические условия оказывают большое влияние на движение транспортных средств, кроме того, неблагоприятные метеоусловия могут осложнить и даже приостановить работу автомобильного транспорта. Основными метеорологическими условиями, влияющими на движение и работу автотранспорта, являются температура и влажность воздуха, облачность и осадки, ветер, туманы, грозы, в зимний период времени – высота снежного покрова, в осенне-весенний период – состояние и температура почвы, а в летний период – продолжительность солнечного сияния и др. Метеоусловия бывают кратковременные, в виде дождя и тумана, снега и гололёда, и длительного воздействия, такие как снежный покров и отрицательные температуры воздуха в зимний период. Эффективность и безопасность дорожного движения резко снижается при ухудшении метеоусловий и приводит к понижению качеств автомобильной дороги как линейного сооружения, влияющего на работу автотранспорта [14].

Погодно-климатические факторы длительного воздействия, такие как низкие температуры и снежный покров, влияют на скорость и интенсивность

движения, а также на пропускную способность дороги. Осадки, туман и гололёд, факторы кратковременного воздействия, приводят к увеличению количества дорожнотранспортных происшествий и повсеместному снижению скорости движения, хотя и распространяются на отдельные участки дороги.

Безопасность дорожного движения в большей степени зависит от наличия и характера осадков, которые ухудшают сцепные качества покрытия автомобильной дороги с протектором автомобиля и определяют дальность видимости дороги. Температура воздуха и состояние почвы влияют на сроки существования и возможность использования автозимников в дальневосточных и северных районах Российской Федерации. Автозимниками являются сезонные дороги, сооружаемые из снега и льда. По продолжительности эксплуатации автозимники делятся на дороги разового использования, служащие для однократного пропуска транспортных средств,

временные, используемые в течение одного или нескольких зимних сезонов и регулярные, возобновляемые каждую зиму. Автозимники, как правило, прокладывают по суше и по льду рек, озёр, морей. Эксплуатация автозимников зависит от толщины льда, связанная с ограничением допустимой нагрузки на ледяное полотно существующей дороги. Важное значение имеет обеспечение безопасного движения по таким автозимникам или переправам. Для обеспечения безопасности движения по ледовым автозимникам по границе переправы устанавливают вехи и знаки по особым условиям движения, знаки допустимой нагрузки и скорости движения автомобилей, часы работы и интервалы движения и т.п. [9] Не допускается на переправе обгон и остановка транспортных средств. Несущая способность автозимников снижается при повышении температуры воздуха и движение транспорта по ним становится опасным. Состояние почвы является важным фактором работы не только автозимников, но и действующих всесезонно автомобильных дорог. В осенне-весенний период грунт земляного полотна переувлажняется, и его прочностные показатели резко снижаются. Разжиженный грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой автомобилем. Этот период времени является

самым неблагоприятным для эксплуатации автомобильных дорог и как правило подвергаются разрушению.

Находящаяся в грунте земляного полотна вода постоянно перемешается от мест с большей влажностью к более сухим и от теплых к холодным. Вследствие этого, вода, проникшая в поры земляного полотна, при снижении температуры почвы до отрицательных значений замерзает и увеличивается в объеме на 1/11 часть от первоначального. В результате частицы грунта увеличиваются, и происходит выпучивание дорожной одежды. При оттаивании грунта происходит обратное явление, дорожная одежда оседает и ее несущая способность снижается. Поэтому, в осенне-весенний период на дорогах низших категорий вводят ограничение для движения транспортных средств с большой грузоподъемностью.

В зимний период времени скользкие дороги являются одной из главных причин автотранспортных происшествий. Гололедные явления являются причиной до 30 процентов аварий в зимний период. На севере и северо-восточной части территории Российской Федерации длительности этого периода составляет до 50 дней в году. Образование слоя льда на поверхности дорожного покрытия называется гололедом. Пленка из льда на дорожном покрытии образуется в результате дождя при положительной температуре воздуха ($+3^{\circ}\text{C}$) на покрытие с отрицательной температурой [3]. Появление гололеда происходит, в большинстве случаев, при температуре воздуха, приближающейся к 0°C , и относительной влажностью воздуха от 80 до 100 процентов. При наличии гололеда коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги составляет 0,05–0,07, что резко снижает безопасность движения, а при сухом покрытии достигает 0,70. Высота и наличие снежного покрова на покрытии автомобильной дороги также создают опасность для движения автотранспорта. Снежный покров в северных районах России держится до 200 дней. Наличие снега на проезжей части уже с высотой в 3–5 см вызывает необходимость снижения скорости движения автомобилей, а при высоте свыше 25 см движение становится невозможным. Уплотнение снега колесами движущихся автомобилей

приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью. Снежные заносы на автомобильных дорогах образуют помехи движению и могут вызвать его прекращение. Основным способом защиты дороги от снежных заносов и борьбы с наледями является снегоочистка. Снегоочистка – один из основных видов зимнего содержания автомобильных дорог. Существуют различные виды наземного обледенения, среди которых можно выделить три основные группы, относящиеся к автомобильным дорогам.

К первой группе относится обледенение, образующееся в результате перехода (сублимации) пара в лед, минуя жидкое состояние. Оно может представлять собой иней, твердый (кристаллический) налет или кристаллическую изморозь. Иней возникает в тихую, ясную погоду в виде тонкого слоя ледяных кристаллов на поверхности предметов, создающих сильное тепловое излучение ночью и охлаждающихся при этом до температур ниже 0°C . Твердый (кристаллический) налет толщиной в несколько миллиметров появляется при потеплениях, когда предметы сохраняют более низкую отрицательную температуру по сравнению с пришедшими массами теплого воздуха. Кристаллическая изморозь образуется в тихую погоду при сильном морозе в виде рыхлых, снегообразных кристаллов льда вследствие пресыщения воздуха водяным паром. Значительно более прочными являются ледяные отложения второй группы, которые обусловлены присутствием в атмосфере переохлажденной воды в виде капель дождя, мороси и тумана [2]. Прочные образования представляют также наземные обледенения третьей группы, к ним относится выход воды на прорывах теплотрасс или грунтовых вод на поверхность и образующие мощные слои льда на поверхности дороги.

3.2. Определение состояния дорожного покрытия

Транспортная безопасность в наибольшей степени зависит от наличия и характера осадков, которые определяют дальность видимости, ухудшают сцепные качества шин с дорожным покрытием. Температура и состояние

почвы оказывают влияние на возможность использования и сроки существования автозимников в северных районах России. К автозимникам относятся сезонные дороги, сооруженные из снега и льда. По продолжительности эксплуатации их подразделяют: на регулярные, возобновляемые каждую зиму; временные, используемые в течение одного или двух зимних сезонов; разового пользования, служащие для однократного пропуска транспорты» средств. Автозимники прокладывают на суше или по льду рек, озер морей. Эксплуатация автозимников связана с ограничением допустимой нагрузки на ледяное полотно дороги в зависимости от толщины льда.

Для обеспечения безопасности движения по границе ледовой переправы устанавливают вехи и знаки допустимой нагрузки, скорости транспортных средств, интервалы движения, часы работы, особые условия движения и т.д. На переправе не допускаются остановка и обгон. Перевозка пассажиров через ледовые переправы запрещается. При повышении температуры несущая способность автозимников снижается. Они становятся опасными для движения [13].

Состояние почвы является важным условием функционирования не только автозимников, но и регулярных дорог, действующих всесезонно. В весенний период грунт дорожного земляного полотна переувлажняется, и его прочность снижается. Разжиженный грунт оказывает слабое сопротивление нагрузке, создаваемой колесами автомобиля на дорожную одежду, которая под их воздействием прогибается, а после снятия нагрузки возвращается в прежнее положение. В это время, являющееся самым неблагоприятным для эксплуатации, дорога выполняет свои функции в большей степени за счет дорожной одежды и подвержен разрушению.

Находящаяся в грунте земляного полотна вода постоянно перемещается от мест с большей влажностью к более сухим и от более нагретых к холодным. Вследствие этого, вода, проникшая в поры земляного полотна, при снижении температуры почвы до отрицательных значений замерзает, увеличиваясь в объеме на 1/11 часть от первоначального. В результате частицы грунта

раздвигаются, и происходит выпучивание дорожной одежды. При оттаивании грунта происходит обратное явление: дорожная одежда оседает, ее несущая способность снижается. Поэтому в весенний период на дорогах низших категорий вводят ограничение для движения транспортных средств большой грузоподъемности.

Скользкие дороги являются, согласно статистике, одной из главных причин автотранспортных аварий и катастроф. До 30% аварий на автомобильном транспорте в зимний период обусловлены гололедными явлениями. На большей части территории России длительность этого периода составляет от 5 до 50 дней. Гололедом называют образование слоя льда на поверхности дорожного покрытия. Гололед образуется в результате выпадения дождя или мороси при положительной температуре воздуха ($+3^{\circ}\text{C}$) на покрытие с отрицательной температурой. В 95% случаев появление гололеда происходит при температуре воздуха, приближающейся к 0°C , и относительной влажности воздуха от 80 до 100%. При возникновении скользкости коэффициент сцепления шин с поверхностью дороги уменьшается до 0,08-0,15, что приводит к резкому снижению безопасности движения.[11]

Высота и состояние снежного покрова на дороге также создают опасность для транспорта. Снежный покров на территории России содержится от 200 дней в северных районах до нескольких дней в южных. Наличие снега на проезжей части уже с высотой в 3-5 см вызывает необходимость снижения скорости движения автомобилей, а при высоте свыше 25 см движение становится невозможным. Уплотнение снега колесами движущихся автомобилей приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью. Снежные заносы на железных дорогах образуют помехи движению и могут вызвать его прекращение.

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

На практике встречаются различные виды наземного обледенения, среди которых можно выделить три основные группы. К первой группе относится обледенение, образующееся в результате перехода (сублимации) пара в лед, минуя жидкое состояние. Оно может представлять собой иней, твердый (кристаллический) налет и кристаллическую изморозь. Иней возникает в ясную тихую погоду в виде тонкого слоя ледяных кристаллов на поверхности предметов, создающих сильное тепловое излучение ночью и охлаждающихся при этом до температур ниже 0°C . Твердый (кристаллический) налет толщиной в несколько миллиметров появляется при потеплениях, когда предметы сохраняют более низкую отрицательную температуру по сравнению с пришедшими массами теплого воздуха. Кристаллическая изморозь образуется в тихую погоду при сильном морозе в виде рыхлых снегообразных кристалле льда вследствие пересыщения воздуха водяным паром. Значительно более прочными являются ледяные отложения второй группы, которые обусловлены присутствием в атмосфере переохлажденной воды в виде капель дождя, тумана или мороси. Прочные образования представляют также наземные обледенения третьей группы.

В непогоду привычная обстановка на дороге иногда очень резко меняется. Еще вчера было сухо и ясно, а утром видимость почти «нулевая», и водитель может просто не увидеть человека на дороге или заметит его слишком поздно. К тому же, если пешеходы пользуются зонтами и надевают капюшоны, то при этом закрывается обзор дороги и легко не заметить автомобиль.

Гололедица образуется при замерзании влаги в результате похолодания. Источниками увлажнения покрытия могут быть: дождь, тающий снег, снег с дождем. Все эти виды осадков выпадают при положительных, близких к нулю температурах воздуха. При понижении температуры покрытия дороги ниже 0°C влага на покрытии замерзает. Процессу образования гололедицы в данных условиях предшествуют:

- повышение атмосферного давления на фоне выпадающих осадков;

- установление ясной безоблачной погоды после прекращения выпадения осадков;

- одновременное уменьшение относительной влажности воздуха и понижение температуры воздуха от положительных значений до отрицательных;

- понижение температуры воздуха от положительных значений до отрицательных.

Образование гололедицы наиболее вероятно при температурах воздуха от минус 2 до минус 6 °С, относительной влажности воздуха от 65 до 85%.

"Черный лед" - вид скользкости, образованию которой предшествуют и сопутствуют следующие условия:

- высокая относительная влажность воздуха;

- температура покрытия ниже нуля и ниже точки росы;

- ясная морозная погода (полное отсутствие облачности);

- отсутствие ветра.

В результате радиационного выхолаживания дорожного покрытия до температур ниже 0 °С и ниже температуры точки росы водяной пар из воздуха сублимируется, т.е. переходит из газообразного состояния в лед, минуя жидкую фазу воды, на поверхности дорожного покрытия и превращается в очень тонкий и прозрачный слой льда (практически не видимый из кабины транспортного средства).

Образование этого вида скользкости возможно в ночное время при широком диапазоне изменения температуры воздуха и относительной влажности воздуха, близкой к 100%. В зимний период такое сочетание метеорологических условий наиболее вероятно в районах, расположенных вблизи водоемов, в горной местности, а также на мостах и путепроводах, которые обладают меньшей тепловой инерционностью, чем дорожное покрытие, и имеют более низкую температуру покрытия при радиационном выхолаживании в ночное время.

Гололед образуется при выпадении переохлажденных осадков (дождя или мороси) на поверхность дороги, имеющую отрицательные значения температуры.

Процессу образования скользкости предшествуют следующие метеорологические условия:

- устойчивое падение атмосферного давления в течение суток;
- возможность выпадения жидких осадков;
- устойчивый рост относительной влажности и температуры воздуха.

Образование скользкости наиболее вероятно при температурах воздуха от +2 до минус 5,2 °С и относительной влажности воздуха выше 90%.

Снежный накат образуется при наличии снега (при снегопадах или метелях) и при уплотнении его на дорожном покрытии. Снежный накат образуется при следующих метеорологических условиях:

- выпадение снега при температуре воздуха от 0 до минус 6 °С (в этом диапазоне температур снег имеет повышенную влажность и легко уплотняется);

- выпадение снега при температуре воздуха от минус 6 до минус 10 °С и относительной влажности воздуха выше 90%, когда снег имеет достаточную влажность для уплотнения;

- выпадение снега при температуре воздуха от +2 до 0 °С и высокой интенсивности снегопада (более 0,6 мм/ч в пересчете на воду), при которых снег не успевает растаять на дорожном покрытии и легко уплотняется транспортными средствами.

При метеорологических условиях, отличных от выше указанных, на дорожном покрытии снег будет находиться в рыхлом состоянии. Образование рыхлого снега наиболее вероятно при температурах воздуха ниже минус 10 °С или при температурах воздуха от минус 6 до минус 10 °С и относительной влажности воздуха менее 90%.

Метели приводят к снегонакоплению на дорожном покрытии, особенно на заносимых участках дороги (низкие насыпи, нераскрытые выемки, участки

дорог с ограждениями), что снижает скорость движения и уменьшает коэффициент сцепления колеса транспортного средства с дорожным покрытием.

Для организации работ по борьбе с зимней скользкостью важно учитывать метеорологические условия, предшествующие образованию каждого вида скользкости и наблюдающиеся после ее образования, а также иметь прогноз температуры воздуха на ближайшие 3 - 4 ч. Планирование работ по борьбе с зимней скользкостью рекомендуется осуществлять исходя из прогнозируемых погодных условий, определяющих состояние дорожного покрытия и условия дорожного движения

3.3. Расчет снег переноса и снеговой нагрузки на автомобильную дорогу

Очистка от снега должна обеспечивать такое состояние дороги, при котором в максимальной степени удовлетворяются требования непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной скоростью и снижается до минимума объем снежных отложений на проезжей части и обочинах.

Для решения перечисленных задач выполняют основные виды снегоочистительных работ: патрульную очистку; удаление валов; расчистку снегопадных отложений и снежных заносов не большой толщины; расчистку снежных заносов значительной толщины, лавинных завалов.

При патрульной очистке дорогу очищают путем систематических проездов (патрулирования) машин по обслуживаемому участку в течение всего времени, пока продолжается метель или снегопад. К патрульной очистке нужно приступать, как только начинается метель или снегопад. Очистку следует вести на возможно большей скорости, что способствует увеличению дальности отбрасывания снега. Учитывая это, используют плужные автомобильные снегоочистители, так как другие машины (например, автогрейдеры) не могут развивать необходимую скорость, а стоимость их работы высока. При небольшой толщине снежного слоя автомобильные снегоочистители не

сдвигают, а отбрасывают снег, распределяя его на полосе шириной 4 – 5 м. Для удаления снега без образования валов необходимо вести очистку со скоростью не менее 30 – 35 км/ч.

В зависимости от метелевых условий и ширины дорожного полотна можно применять различные схемы очистки. Можно вести ее как одиночными машинами, так и отрядом снегоочистителей. Применение одиночных машин допустимо в случаях, когда интенсивность метелей и снегопадов невелика (толщина снега, накапливающегося на покрытии за час, не превышает 3 – 5 см).

При интенсивных метелях и снегопадах, а также на дорогах с интенсивным движением, где опоздание с уборкой может привести к закатыванию снега, работу ведут отрядом снегоочистителей. Преимущество работы отрядом заключается в том, что снег сразу удаляется за пределы дорожного полотна, благодаря чему устраняется препятствия для снеговетрового потока и дорога и дорога хорошо продувается.

Схемы очистки выбирают исходя из минимума перемещения снега и направления ветра при метелях. При работе отрядом одноотвальных снегоочистителей часто снег перемещают от оси дороги к обочинам (рис 3.1). Ближнюю к обочине машину снабжают боковым крылом, что увеличивает дальность отбрасывания снега и позволяет разравнивать небольшие валы, если они образуются у края полосы расчистки. В местности с интенсивными метелями, где на дорогах регулярно появляется снежные косы и переметы, в отряд добавляют двухотвальный плужный снегоочиститель, который идет по середине дороги. Он пробивает встречающиеся на пути отряда косы и переметы, а идущие за ним одноотвальные снегоочистители сдвигают снег к обочинам, расчищая дорогу на полную ширину.

Снегоперенос рассчитывается по следующей формуле 3.1.:

$$Q = C * S^3 * t \quad (3.1)$$

где, Q – снегоперенос, Т/М³;

C – эмпирический расчет = $2,6 * 10^{-4}$;
 t – повторяемость ветра, % (по румбам);
 S – скорость ветра, м/с (по румбам).
 Расчет снегопереноса по румбам:

Таблица 3.1. Расчет снегопереноса по румбам

Станция	Qс	Qсв	Qв	Qюв	Qю	Qюз	Qз	Qсз
Уренгой	3,555	1,315	0,116	0,189	4,816	5,418	1,796	0,562
Сургут	1,538	0,276	2,303	0,346	1,796	7,305	7,079	1,068
Ханты-Мансиск	0,389	0,293	1,424	0,822	1,113	4,679	20,183	0,62
Тобольск	1,117	0,035	0,329	2,933	1,795	4,036	2,568	1,484
Тюмень	0,259	0,125	0,166	0,177	3,023	39,186	7,189	2,939

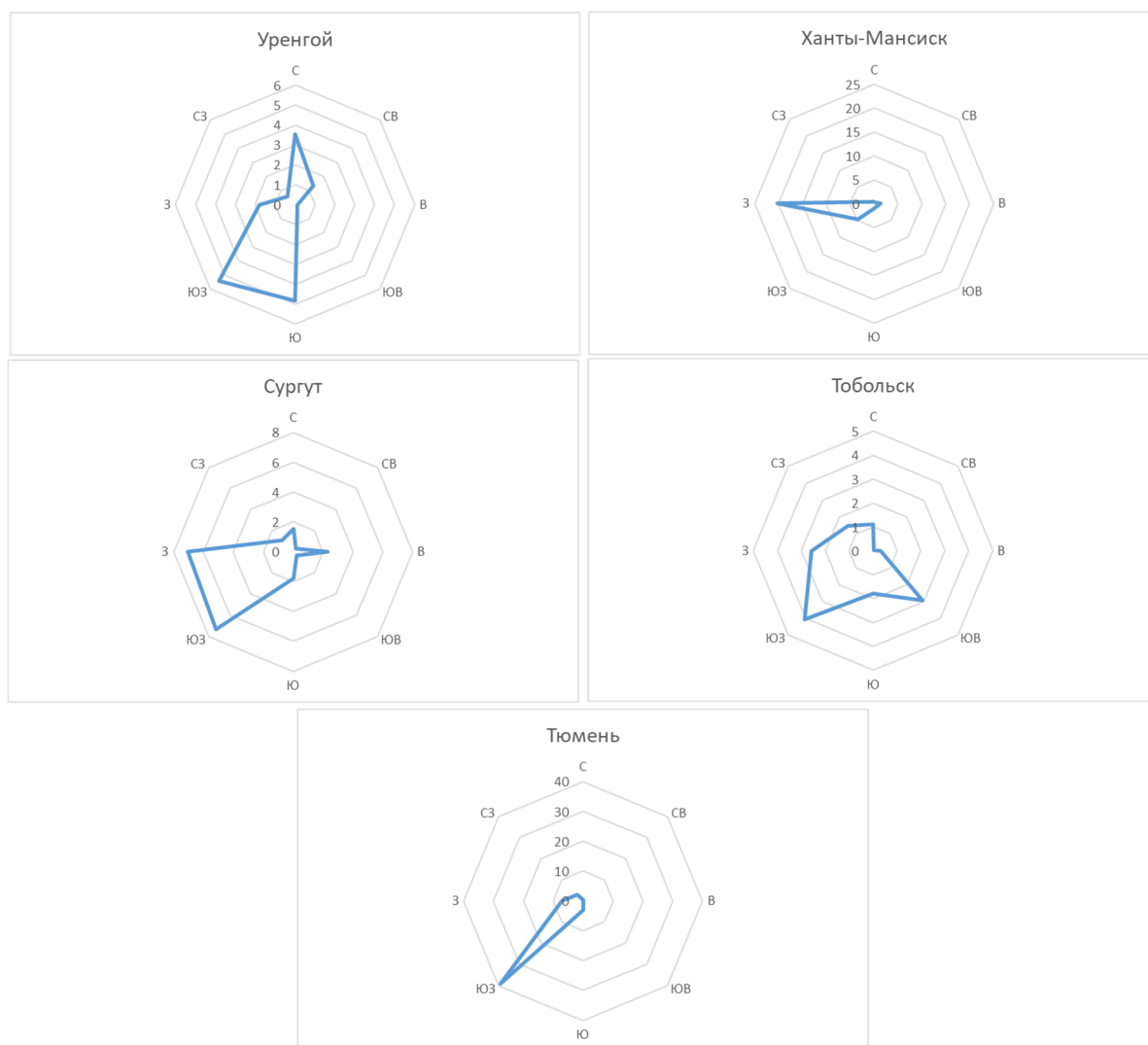


Рисунок 3.1. Роза снегопереноса на трассе Уренгой Тюменской области, т/м³

Как мы можем видеть, в основном на трассе Уренгой Тюменской области снег переносится с юго-запада, также могут переноситься с западной и южной стороны.

Данный фактор позволяет эффективно использовать защитные сооружения от снежных заносов.

Для защиты дорог от снежных заносов применяют снегозадерживающие устройства, которые работают по принципу задержания и недопущения снега к дороге, устройства снегопредувающего действия, которые увеличивают скорость снеговетрового потока и способствуют переносу снега через дорогу.

К снегозадерживающим устройствам относятся переносные щиты, снегозадерживающие заборы, снегозащитные устройства из снега (снежные траншеи, стены и валы), снегозащитные устройства из местных материалов (каменные стены, хворостяные изгороди и т. д.) (табл.3.2).

Таблица 3.2. Условия применения снегозадерживающих устройств

Тип снегозадерживающего устройства	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика преимуществ и недостатков
Снежные траншеи	Применяют (кроме сильнозаносимых участков), когда снежный покров и рельеф местности позволяют проложить траншею	Работы по прокладке и эксплуатации траншей и валов полностью механизированы. Не нужны материалы. Стоимость ниже, чем стоимость применения щитов и заборов
Снежные валы	Применяют в замен траншей при малой толщине снежного покрова (до 0,30 м)	Пронос снега на дорогу при метелях значительно больше, чем у щитов и заборов

Тип снегозадерживающего устройства	Целесообразные условия применения	Краткая характеристика преимуществ и недостатков
Переносные щиты	Применяют на сильно-заносимых участках и везде, где рельеф местности не позволяет проложить снежные траншеи	Маневренное средство снегозадержания, которое можно применять в разных условиях. Требуется ручная работа при изготовлении и эксплуатации. Требуется материалы: щитопланка, гвозди, колья и т.д
Снегозадерживающие заборы	Применяют для защиты сильнозаносимых участков и на участках, где нельзя проложить траншеи, в районах с особенно интенсивными метелями, затрудняющими своевременную перестановку щитов	Дорогое средство, требующее значительного количества материалов и отвода земли для размещения заборов. После постройки работа по эксплуатации сводится к минимуму; обеспечивают надежную защиту дороги
Ограждения из местных материалов (изгороди и щиты из хвороста, тростника и других материалов)	Применяют в горных условиях при достаточном количестве камня и дефиците лесоматериалов Применяют при отсутствии других средств защиты	Требуется ручной труд при постройке. Объем работы значителен. Долговечны. Недолговечны срок службы 12 сезона

Надежным средством защиты дороги от снежных заносов служат высокие снегозадерживающие заборы. Предельный объем снега, который может задержать забор снегозадерживающего действия, зависит от его высоты. Заборы выше 5 м по технико-экономическим соображениям делать не рекомендуется. Если по расчету требуется большая высота, устанавливают два, три и более рядов заборов.

Снегозадерживающие заборы бывают двух панельные с праведностью решетки 50% и одно панельные с просветностью решетки до 70%. Одно

панельные заборы в основном применяют для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двух панельные – при устройстве заборов в один ряд или в ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов. Заборы строят из дерева или делают сборными из железобетона. В зависимости от господствующих метелевых ветров и рельефа местности принимают следующие расстояния установки заборов от дорог (выраженные в высотах заборов):

-1520 высот, если местность горизонтальная или имеет подъем от забора к дороге;

-2025 высот, если местность спускается от забора к дороге.

Если по каким-либо причинам забор нельзя удалить от дороги на нужное расстояние, допускается сократить расстояние до 10 высот при условии уменьшения просветности его решетки до значения $P=0,3$. Расстояние между рядами многорядных заборов следует делать равным 30 высотам. В особенно многоснежные и метелевые зимы можно усиливать забор установкой дополнительных линий переносных щитов.

Снеговая нагрузка, возникающая вследствие давления снежного покрова на покрытие сооружений, учитывается при проектировании различных типов покрытий зданий, теплиц, наземных трубопроводов. Она определяется массой снежного покрова на единицу площади покрытия. Исходными данными для расчета вероятностных значений снеговой нагрузки являются сезонные максимумы (за каждый зимний сезон) запаса воды в снеге, определяемые на основе данных снегомерных съемок о запасах воды на защищенных от выдувания маршрутах (лес, лесные поляны). Снегомерные съемки дают более полное представление о залегании снега на окружающей местности, чем данные по постоянной рейке на метеоплощадке. Они производятся на участке подстилающей поверхности, наиболее характерном для данного района (поле, лес, поляна в лесу), один раз в декаду в течение всей зимы или по нескольким маршрутам, если для местности, где располагается метеостанция, характерны разные типы растительности. При снегомерной съемке определяется высота снежного покрова и его плотность и другие характеристики, по ним

рассчитывается запас воды (в мм). Если на метеорологической станции снег съёмки проводятся только в поле (полевой маршрут), в значения запасов воды в снежном покрове вводятся поправки на выдувание, которые определяются в зависимости от зимних условий района.

Пункты метеонаблюдений, на которых проводятся снегомерные съёмки, могут располагаться в прилегающем горном районе на любой высоте над уровнем моря. Если в районе строительства имеется несколько метеостанций, то в расчетах принимаются наибольшие значения высотного коэффициента. Таким образом, нормативное значение веса снегового покрова для площадки строительства, расположенной в заштрихованных районах карты 1 СП (горные и малоизученные) на высотах свыше 500 м.

На основании имеющихся данных подробно анализируются и обобщаются воздействия гидрометеорологических величин и явлений на различные транспортные службы. Ниже приведена таблица 3.3., в которой показано общее количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и их количество, обусловленное сложными метеорологическими условиями. Данные таблицы показывают, что в среднем на исследуемой территории около 38% случаев ДТП происходит из-за сложных метеорологических условий, что говорит о необходимости повышения качества гидрометеорологического обеспечения.

Таблица 3.3. Соотношение общего числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и числа ДТП, обусловленного сложными метеорологическими условиями

Период	ДТП		
	Общее количество по сведениям ГИБДД	В связи со сложными метеорологическими условиями	% от общего количества ДТП
Январь	29	11	38
Февраль	8	2	25
Март	33	14	42

Период	ДТП		
	Общее количество по сведениям ГИБДД	В связи со сложными метеорологическими условиями	% от общего количества ДТП
Апрель	29	16	55
Май	59	31	53
Октябрь	63	11	17
Ноябрь	78	26	33
Декабрь	58	24	41
Год	357	135	38

На рис 3.2. приведена повторяемость среднего числа дней в году за период десятилетия с 1993 по 2002гг относительно десятилетия 1973-1982гг. На рисунке видно, что повторяемость исследуемых явлений испытывает изменение от года к году и от десятилетия к десятилетию. Максимальные межгодовые изменения отмечаются у повторяемости числа дней с гололедом, метелью и туманом. Минимальные - у числа дней с морозом. Междекадные изменения также значительны у большинства явлений. Естественно, что по двум десятилетиям трудно судить о причинах уменьшения повторяемости среднего числа дней с неблагоприятными явлениями, однако можно предположить, что оно связано с потеплением климата

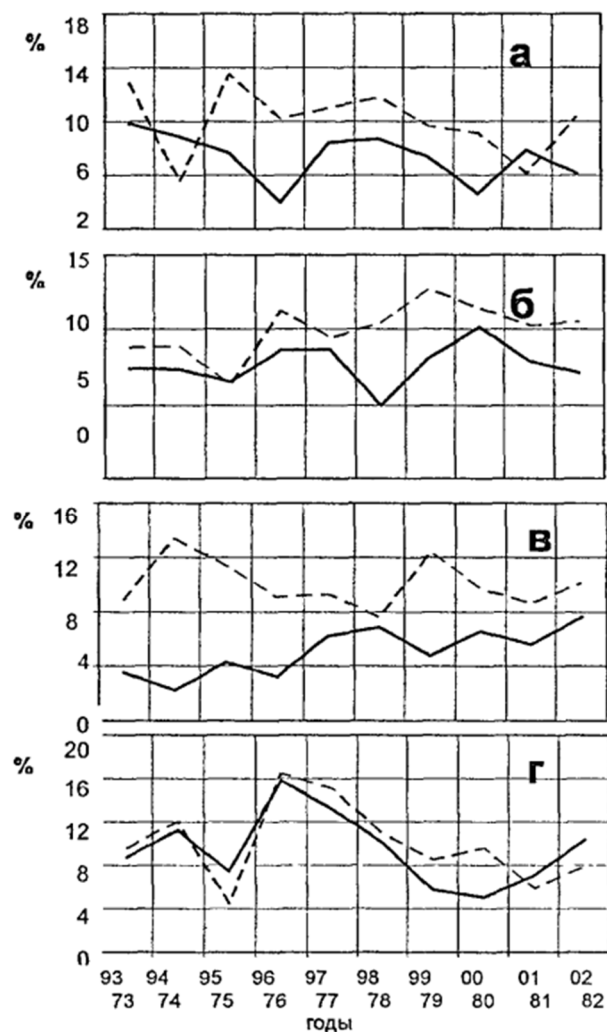


Рисунок 3.2. Повторяемость (в %) среднего числа дней в году с метелью (а), туманом (б), гололедом (в) и морозами (г) за период 1973-1982 гг. (пунктирная линия) и за период 1993-2002 гг. относительно периода 1973-1982 гг. (сплошная линия)

Большинство исследуемых явлений (за исключением тумана) наблюдаются зимой, а согласно имеющимся данным зимний период, как на европейской части России вообще, так и на территории исследуемого региона за последние несколько десятилетий сократился

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 метеостанциях, 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. Минимальная среднемесячная температура наблюдается в январе. Наибольшая скорость ветра наблюдается в холодное время года (ноябрь – март) 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 данных регионах 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 образования 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 движения 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. 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 можно прийти к выводу, что именно зимний период года является самым сложным для движения временем года 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. Алексеев М. И., Курганов А. М. (2000). Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий. — М.: АСВ; СПб: Изд. СПбГАСУ. 352 с.
2. Бартенева О. Д., Полякова Е. А. (1966). Световой эквивалент радиации // Метеорология и гидрология. № 2. С. 19—22.3. Бартенева О. Д., Полякова Е. А., Русин Н. П. (1971). Режим естественной освещенности на территории СССР. — Л.: Гидрометеиздат. 238 с.
3. Богданова Э. Г. (1975). Методы расчета сумм осадков, проходящих через вертикальное сечение // Труды ГГО. Вып. 341. С. 79—86.
4. Богданова Э. Г. (1976). Способ расчета доли твердых, жидких и смешанных осадков в их месячной норме // Материалы гляциологических исследований. Вып. 26. С. 202—207
5. Борзенкова А.В., Шмакин А.Б. Изменения толщины снежного покрова и суточной интенсивности снегопадов, влияющие на расходы по уборке магистралей в российских городах // Лёд и снег. 2012. № 2 (118). С. 59–70.
6. Жулев В.И., Гирько С.И. Ответственность участников дорожного движения. М.: Юристь, 1997. 160 с.
7. Дурнев Р.А., Михайлов А.С., Хапалов Е.А. Оценка влияния погодных условий на аварийность на автодорожном транспорте // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 2003. № 6. С. 83–87.
8. Ливеровский Ю.А. Почвы СССР. - М., 1974.
9. Лобова Е. В., Хабаров А. В. Почвы. М., 1983.
10. Мещеряков Ю.А. Рельеф СССР. - М., 1972.

11. Нуднер В.А. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская область) / В.А. Нуднер [Текст] Недра, Москва, 1970 г., 368 стр.

12. Псаломщикова Л.М., Салль И.А., Стадник В.В., Трофимова О.В. Использование метеорологической информации в целях содержания автомобильных дорог в зимний период // Тр. ГГО. 2008. № 557. С. 85–101.

13. Справочная энциклопедия дорожника. Т. 2. Ремонт и содержание автомобильных дорог / А.П. Васильев. М.: Информавтодор, 2004. 1129 с.

14. <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=792301>

15. https://studwood.ru/1963583/nedvizhimost/prirodno_klimaticheskie_usloviya

16. <https://www.referat911.ru/Geografiya/fizikogeograficheskaya-harakteristika-tjumenskoj-oblasti/279139-2606101-place1.html>