



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра МКОА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Оценка изменчивости специализированных климатических показате-
телей для строительной отрасли»

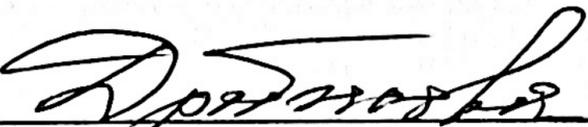
Исполнитель Кузьмина Александра Юрьевна
(фамилия, имя, отчество)

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

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

И.О. заведующего кафедрой


(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«01» июня 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

Введение	3
Глава 1 . Актуальность климатического обслуживания строительной отрасли в Новосибирской области	6
1.1 Физико-географические особенности Новосибирской области и развитие строительной отрасли.....	7
1.2 Потребность климатического обслуживания на этапе проектирования	11
1.3 Климатическое обслуживание на этапе эксплуатации объектов строительства	13
Глава 2 . Анализ динамики режима метеорологических характеристик	16
2.1. Режим температуры воздуха и почвы	17
2.2. Режим осадков и высоты снежного покрова	26
2.3. Ветровой режим	30
Глава 3 . Оценка специализированных климатических показателей в условиях современного изменения климата.....	37
3.1. Стационарные периоды и расчет климатических показателей термического режима.....	37
3.2. Расчет показателей режима осадков	53
3.3. Изменчивость ветровой нагрузки.....	56
Заключение	58
Список литературы	59
Приложение	61

Введение

В настоящее время нельзя недооценивать влияние строительной отрасли на жизнь человека. Каждый день в каждом городе, посёлке и самой маленькой деревне какое-то здание возводится, восстанавливается, реконструируется, проектируется и, очевидно, эксплуатируется людьми. При должном и ответственном подходе к строительной отрасли, немаловажную роль играет метеорология и климатология. Повторяемость скоростей и направлений ветра, экстремумы и средние показатели температуры и влажности, радиация, опасные явления погоды и привычные всем осадки в виде дождей и снега, всё это имеет значение для проектирования и возведения зданий сейчас. Чтобы в полной мере раскрыть актуальность изучения метеопараметров в строительной климатологии, необходимо понять, как долго планируется эксплуатировать строение, какими свойствами и для чего планируется постройка зданий. Ключевые пункты можно выделить так:

Удобство и охрана здоровья: создание приятных и безвредных условий для жизни и работы в зданиях, учитывая естественное освещение, вентиляцию, температурный режим и режим осадков.

Стихийные бедствия и особенности регионов: каждый район обладает собственными климатическими особенностями, не говоря о глобальных изменениях климата. Извержения вулканов, ежегодные паводки, сели, засухи и проливные дожди не могут не быть учтены при проектировании зданий.

Энергоэффективность: Проектирование зданий с учетом температурных особенностей климата региона может значительно снизить потребление энергии на отопление и охлаждение.

Экологическая поддержка: использование безопасных для природы материалов в мире, где ребром стоит экологическая проблема, является не последним из аспектов при строительстве и планировании работы, поскольку, в сред-

нем, зданию предстоит стоять ни один десяток лет, соответственно, человечеству необходимо подумать и об экологических выбросах, которые могут быть при строительстве и эксплуатации строения [9].

В конечном итоге, учёт климатологии и метеорологии при возведении, проектировании построек нельзя переоценить, поскольку города в современном мире разрастаются, людей становится всё больше и имеет смысл строить здания так, чтобы они не были выведены из эксплуатации через пару десятков лет, или, хуже, не были разрушены первым же проливным дождем и паводком, к примеру, тем более, нанеся вред окружающим постройкам, природе и населению.

Целью исследования в рамках данной выпускной квалификационной работы изучение специализированных климатических показателей для обеспечения строительной отрасли Новосибирской области климатической информацией.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследование физико-географических особенностей Новосибирской области;
- анализ необходимой климатической информации для обеспечения строительной отрасли специализированной климатической информацией на этапах проектирования и эксплуатации строительных объектов;
- анализ и сравнение климатического режима метеорологических характеристик по современным результатам наблюдений (температуры воздуха, осадков и др.);
- проанализировать и рассчитать специализированные климатические показатели для строительной отрасли для условий современного изменения климата.

Объектом и предметом исследования являются климатологические показатели Новосибирского региона и их изменчивость во времени.

Если говорить об использованных материалах, то, непременно, пойдёт речь о незаменимой литературе по теме строительной климатологии, ГОСТы, СНИПы и разного рода методические рекомендации, указанные ниже в списке литературы. Закончить исследование, не подтвердив его экспериментально – невозможно. В случае климатологии экспериментом является само влияние погоды и окружающей среды на климат и жизнь человека, данные были получены из архивов метеонаблюдений за продолжительный срок, сайты с информацией аналогично указаны в списке использованной литературы.

Структура исследования следующая:

В первой главе подробное описание Новосибирской области, её климата и влияние метеорологических показателей на строительную отрасль, конкретно, проектирование и эксплуатацию зданий.

Вторая же глава знакомит с ходом температуры воздуха, почвы, режимом осадков и ветровым режимом четырех станций Новосибирской области, и их изменчивостью за срок 30 лет.

В третьей главе раскрывается динамика специализированных климатологических показателей, сравнение недавних наблюдений (1992-2023) со справочной информацией метеопараметров, наблюдаемых в начале двадцатого века.

Глава 1 . Актуальность климатического обслуживания строительной отрасли в Новосибирской области

Новосибирская область – регион весьма необычный и известный своей природой. Климат Сибири резко континентальный, что непременно означает достаточно высокие температуры в летние периоды и довольно низкие показания термометров зимой. По причине существенных колебаний значений температуры воздуха между зимними и летними месяцами и немалыми осадками, жители Новосибирской области одинаково сильно нуждаются как в кондиционировании летом, так и в рабочем отоплении в течении зимы [11].

Помимо вышеперечисленного, не говоря о нуждах людей, строительная отрасль должна учитывать показания метеорологических элементов при возведении зданий: необходимо разбираться в том, какие материалы предпочтительнее использовать, какие направления и скорости ветра и режимы осадков, в своём преимуществе, имеет наибольшую повторяемость, как ведёт себя гидросфера региона в весеннее время, когда, к примеру, паводков становится особенно много. Кроме этого, стоит упомянуть, что Новосибирская область – регион достаточно быстро развивающийся, во главе области город-миллионник, деревни и города, опоясывающие его, имеют большой туристический спрос, однако нельзя забывать о важности сохранения истории и первозданной природы края.

Численность населения в данном регионе составляет 2,7 миллиона человек, при этом 79,36% из них проживают в городских условиях. Отмечается, что в Новосибирской области наблюдается превышение рождаемости над смертностью, что ведет к увеличению численности населения. Согласно статистическим данным за 2016 год, число новорожденных превышает количество умерших на 2447 человек [2]. Регион обладает развитой инфраструктурой для туризма. Сюда приезжают не только ради живописных видов голубых елей и чистого воздуха, но и для прохождения оздоровительных процедур, ведь на

территории области находятся месторождения термальных и высокотермальных иодо-бромных вод. Большие перспективы для развития санаторно-курортного лечения открывает применение сульфидных иловых грязей местных озер. Наличие большого и постоянно растущего населения, развитой туристической инфраструктуры, известного по всей стране Наукограда и Академгородка, признанной культурной сферы, множества музеев и театров, включая знаменитый Театр оперы и балета, создают предпосылки для активного строительства жилых и общественных зданий [10].

1.1 Физико-географические особенности Новосибирской области и развитие строительной отрасли

Если внимательнее изучать особенности Новосибирской области, то становится понятно о совмещении нескольких знакомых каждому типам климата. В изучаемой области одновременно лаконично сочетаются сухие степи соседней пустыни Бетпак-Дала и влажные Западно-Сибирские леса. Исследуемая область расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины и входит в состав Сибирского федерального округа Российской Федерации. Город Новосибирск является административным центром области. Наиболее крупные города - Бердск, Искитим, Куйбышев, Барабинск, Карасук, Обь, Татарск, Тогучин и Краснообск. Новосибирская область граничит с Томской областью на севере, на западе – с Омской областью, на юго-западе – с Казахстаном, на юге – с Алтайским краем, на востоке – с Кемеровской областью. Протяженность Новосибирской области востока на запад около 640 километров, юга на север – 440 километров [14].

Климатические условия Новосибирской области отличаются морозными и продолжительными зимами, а также теплым и коротким летом. Благодаря значительному распространению данного региона к северу, он подвержен влиянию арктических воздушных масс, которые характеризуются отрицатель-

ными температурами и низкой влажностью воздуха. В зимний период на территории доминирует азиатский антициклон, который обуславливает холодные и сухие погодные условия. Лето, напротив, связано с циклонической деятельностью, а также проникновением континентального воздуха с юго-западных территорий. В пределах исследуемого региона отчетливо выражены все времена года: зима, весна, лето и осень. Ниже будет представлено более детальное описание каждого периода года.

Зима в регионе продолжается пять месяцев: с первой недели ноября до последних чисел марта, и отличается сухой и морозной метеорологической обстановкой. В конце осенних месяцев устанавливается постоянный снежный покров, высотой до 10 сантиметров. Оттепели довольно редки и недолговременны. В самом конце ноября показания термометров могут отмечать -20°C . Январь – наиболее холодный месяц зимнего времени года, со средней температурой светового дня -20°C , однако зачастую случаются морозные дни с показателями ниже -35°C . Февраль такой же морозный месяц, со средней температурой -17°C . Март обычно имеет большие суточные амплитуды температуры: днем бывает оттепель, а в ночное время до -30°C . Кроме того, в это время, наблюдается наибольшая высота снежного покрова, которая в центральных районах региона составляет около 60 сантиметров, а в степной зоне не выше 30 сантиметров.

Весна в регионе начинается с первыми числами апреля и длится, в среднем, два месяца. Для весеннего времени отличительны ясная погода, малое количество осадков и ярко выраженное повышение температуры – около $+10^{\circ}\text{C}$ в течение каждого месяца. В последнюю неделю апреля среднесуточная температура достигает от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$. Сибирские лесостепи несут в себе не только красоту окружающего мира, но и необыкновенные природные явления, например, «голую весну». Само явление заключается в том, что несмотря на сухую и тёплую погоду, и температуру порядка $+20^{\circ}\text{C}$, флора начинает «оживать» после зимней спячки только спустя две недели после полного схода

снега. Данное явление можно объяснить тем, что в зимний период почва промерзает до двух метров глубиной, соответственно, для её оттаивания необходимо больше времени. В конце весны часто случаются арктические вторжения, сопровождающиеся заморозками.

Лето в области показывает себя с первой неделей июня и остаётся с сибиряками в течение трех месяцев в северной части региона, а на южной стороне региона – целых четыре месяца. Погода в летний сезон жаркая и влажная. В первый месяц показания температуры воздуха многократно растут и задерживаются днем на отметке в $+20^{\circ}\text{C}$. Наиболее горячий месяц лета – июль, кроме того, в июле ни разу не наблюдались заморозки, что делает его уникальным месяцем в климатическом календаре Новосибирской области. Средняя температура суток июля составляет $+25^{\circ}\text{C}$, однако, как правило, бывает пара недель со значениями термометра выше $+30^{\circ}\text{C}$. Июнь и июль зачастую сопровождаются дождями, на летние месяцы приходится примерно 70% годовой нормы осадков. В августе близится похолодание, и в конце лета почва уже может быть подвержена заморозкам, температура снижается до $+15^{\circ}\text{C}$ и наступает осень.

Осень в области наступает в первую неделю сентября, когда показатели всё ещё свидетельствуют о тёплом времени года, и температура может достигать $+20^{\circ}\text{C}$. С наступлением октября средняя дневная температура резко падает до $+5^{\circ}\text{C}$, выпадают осадки в виде дождей, а ближе к концу месяца зачастую ложится первый снег. Устойчивый снежный покров образуется в первую неделю ноября, что означает наступление зимы [13].

Климатические условия Сибири хорошо известны всему населению планеты Земля. Люди обычно ассоциируют Сибирь с суровыми морозами в зимний период и жарким, изнуряющим летом.

Изучаемая область относится к зоне неустойчивого увлажнения: в центральных районах выпадает около 400 миллиметров в год, а в степи – около 300 миллиметров в год. Более двух третей осадков выпадет в теплый период года [8].

Развитие строительной отрасли Новосибирской области в современном мире неразрывно связано с интенсивным экономическим ростом региона и потребностями населения в жилье и инфраструктуре, когда прежде рост был экстенсивным. Наблюдается активное строительство жилых комплексов, частной недвижимости и объектов социального назначения.

Можно выделить основные направления развития.

Жилищное строительство: Увеличение объемов строительства многоквартирных домов и частных жилых комплексов, а также реконструкция старого жилого фонда, в связи с обновлением населения и программами реновации жилья.

Коммерческая недвижимость: Развитие бизнес-центров, торговых и развлекательных комплексов, отвечающих современным требованиям энергоэффективности и комфорта, повышение качества жизни людей путём развития сферы развлечений.

Инфраструктурные проекты: Строительство дорог, мостов и транспортных развязок для улучшения транспортной доступности и снижения трафика, поскольку в округе города находится множество населённых пунктов с развитой туристической сферой и большое количество грузовых перевозок осуществляется через центр области.

Социальная инфраструктура: Возведение образовательных и медицинских учреждений, спортивных и культурных объектов для повышения качества жизни населения.

Инновации и технологии: Внедрение новых строительных материалов и технологий, повышающих эффективность и сокращающих сроки строительства.

Примеры значимых проектов:

Строительство метро: Расширение сети метрополитена Новосибирска, включая строительство новых станций и линий.

Технопарки и инновационные центры: Создание условий для развития высокотехнологичных отраслей и привлечения инвестиций.

Экологические инициативы: Реализация проектов "зеленого" строительства, направленных на снижение воздействия на окружающую среду и повышение устойчивости зданий к климатическим изменениям.

Таким образом, строительная отрасль Новосибирской области демонстрирует динамичное развитие, ориентированное на удовлетворение потребностей региона в современном и комфортабельном жилье, развитии инфраструктуры и создании благоприятной среды для жизни и бизнеса. Это способствует устойчивому развитию области и повышению качества жизни ее жителей [12].

1.2 Потребность климатического обслуживания на этапе проектирования

Учет климатических условий становится актуальным еще на стадии возникновения идеи о строительстве здания, однако более подробно влияние окружающей среды на будущее сооружение рассматривается уже на этапе проектирования. Как естественные, так и искусственные факторы окружающей среды, особенно, если строительство ведется в городской черте, играют важную роль в формировании архитектуры. К ним относятся солнечная радиация, осадки, их количество и фазовое состояние, основные характеристики воздушной среды (температура, влажность, скорость и направление ветра), наиболее часто встречающиеся барические образования, звуковое воздействие от соседних домов и бизнес-центров.

Для обычного человека может показаться, что самым сложным этапом является непосредственно возведение здания. Однако опытные строители знают, что без тщательного учета всех нюансов при проектировании не обойтись.

В современном мире важно не только соблюдать требования СНиП (Строительные нормы и правила) в отношении освещенности, конструкции крыши, ориентации здания относительно ветра и других параметров, но и учитывать факторы энергосбережения и рационального использования материа-

лов, звуко- и теплоизоляцию ограждений и самого здания. Также важен внешний вид строения, его стиль, чтобы оно гармонично вписывалось в архитектурный облик улицы.

Новосибирская область расположена в умеренном климатическом поясе. Продолжительность светового дня в течение года меняется в соответствии с сезонными изменениями [13]. Средняя продолжительность светового дня требует точного расчета при выборе материалов и размеров окон. Важно также учитывать количество ясных и облачных дней, уровень ультрафиолетовой радиации, так как эти параметры влияют на проектирование фасадов зданий и плотность городской застройки.

Для учета световых параметров окружающей среды при проектировании зданий в Новосибирской области следует обратиться к соответствующей литературе, где представлены нормативы для различных регионов страны. Изучаемый регион относится к первой группе административных районов по данному критерию [3].

Учет климатологии при проектировании зданий имеет решающее значение по нескольким причинам:

Энергоэффективность: Учет климатических условий позволяет создавать здания, которые эффективно используют или экономят энергию. Например, в холодном климате важно максимально использовать солнечное тепло и минимизировать потери тепла, в то время как в жарком климате акцент делается на охлаждении и вентиляции. В случае Новосибирской области здания должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли справляться с экстремально низкими и сухими условиями зимой, а затем удовлетворять требованиям внезапно жаркого, хоть и непродолжительного, влажного лета.

Комфорт проживания: Здания должны обеспечивать комфортные условия для жизни и работы. Учет климата позволяет оптимизировать внутреннюю температуру и влажность, что напрямую влияет на благополучие и производительность людей.

Устойчивость к погодным условиям: Проектирование с учетом местных климатических особенностей повышает устойчивость зданий к экстремальным погодным явлениям, таким как ураганы, засухи или наводнения.

Сокращение эксплуатационных расходов: Здания, спроектированные с учетом климата, часто требуют меньше ресурсов на отопление, охлаждение и освещение, что снижает эксплуатационные расходы.

Экологическая устойчивость: Климатический подход к проектированию способствует снижению воздействия на окружающую среду, уменьшая потребление энергии и выбросы углекислого газа.

Интеграция с окружающей средой: Здания, спроектированные с учетом климата, могут лучше вписываться в окружающий ландшафт и использовать природные условия, такие как ветер и солнце, для создания более приятной и здоровой среды.

Таким образом, климатология играет ключевую роль в создании зданий, которые не только комфортны и функциональны, но и долговечны, экономичны и экологичны. Это обеспечивает более качественное и устойчивое будущее для всех нас [15].

1.3 Климатическое обслуживание на этапе эксплуатации объектов строительства

Климатическое обслуживание на этапе эксплуатации объектов строительства включает комплекс мер, направленных на поддержание оптимальных и комфортных условий внутри здания и минимизацию воздействия на окружающую среду и внешний вид города. Эксплуатация здания является одним из последних этапов строительства, но ее важность нельзя недооценивать, поскольку для долгосрочного использования построек необходимо бережно относиться к зданиям. Хотя климатические факторы и были учтены при проектировании и строительстве, эксплуатация, пусть, в меньшей мере, влияет на расчетное время возможного использования здания.

Далее представлены основные пункты климатического обслуживания на этапе эксплуатации:

Мониторинг и управление системами здания: Регулярное обследование и техническое обслуживание систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК или HVAC), чтобы гарантировать их эффективную и безопасную для самого здания и всего города работу.

Энергетический аудит: Проведение аудитов для оценки потребления энергии и выявления возможностей для улучшения энергоэффективности.

Управление ресурсами: Оптимизация использования воды, электроэнергии и других ресурсов для сокращения эксплуатационных расходов и уменьшения экологического следа.

Теплоизоляция и утепление: Улучшение теплоизоляционных свойств здания может значительно снизить потребность в дополнительном отоплении или охлаждении.

Использование возобновляемых источников энергии: Интеграция солнечных панелей, ветровых турбин или других систем возобновляемой энергии для снижения зависимости от не возобновляемых источников.

Адаптация к изменениям климата: Реализация мер по адаптации к изменениям климата, таких как усиление защиты от наводнений или улучшение охлаждения для решения проблем, связанных с повышением температур в летний период.

Зеленые пространства: Создание и поддержание зеленых зон вокруг и на территории здания для улучшения микроклимата и снижения теплового острова города [16].

Обучение и информирование пользователей: Повышение осведомленности и обучение пользователей здания правилам энергосбережения и экологически ответственного поведения.

Примеры действий для климатического обслуживания:

Регулировка систем HVAC: Одним из важных аспектов климатического обслуживания на этапе эксплуатации здания является настройка систем отопления и охлаждения в соответствии с текущими погодными условиями и степенью занятости здания. Это позволяет оптимизировать энергопотребление и создать комфортные условия для находящихся в здании людей.

Установка энергоэффективного освещения: Еще одной мерой климатического обслуживания на этапе эксплуатации здания является замена ламп накаливания на светодиодные или другие энергоэффективные источники света. Это позволяет снизить энергопотребление и увеличить срок службы осветительных приборов.

Изоляция труб: Утепление труб горячего водоснабжения и отопления также является важным фактором обслуживания на этапе эксплуатации здания. Это помогает снизить теплопотери и повысить эффективность системы отопления.

Установка датчиков движения: Использование датчиков для автоматического выключения освещения в неиспользуемых помещениях.

Данные стратегии способствуют не только снижению затрат на эксплуатацию, но и улучшению качества жизни пользователей здания, а также уменьшению воздействия на окружающую среду. Комплексный подход к климатическому обслуживанию требует взаимодействия различных специалистов для достижения оптимальных результатов [17].

Глава 2 . Анализ динамики режима метеорологических характеристик

Для проведения всестороннего анализа динамических изменений метеорологических параметров в пределах территории Новосибирской области были использованы данные, полученные с трех метеостанций: Карасук ($53^{\circ}44'00''$ с. ш. $78^{\circ}02'00''$ в. д.), Тогучин ($55^{\circ}14'00''$ с. ш. $84^{\circ}23'00''$ в. д.) и Кыштовка ($56^{\circ}33'45''$ с. ш. $76^{\circ}37'25''$ в. д.). Дополнительно требовалось привлечение данных с метеостанции Огурцово ($54^{\circ}52'24''$ с. ш. $83^{\circ}00'10''$ в. д.) в связи с отсутствием информации о некоторых ключевых метеорологических параметрах на ранее упомянутых трех станциях.

Для проведения сопоставительного анализа данных за период в 30 лет, начиная с 1993 года и заканчивая 2023 годом (для Огурцово этот период составил 1992-2022 гг. в связи с отсутствием данных за 2023 год), с информацией, представленной в Научно-прикладном справочнике СССР [1], были отобраны следующие метеорологические показатели:

- Температура воздуха на высоте 2 метра
- Температура почвы по данным Савиновских термометров
- Высота снежного покрова и режим осадков
- Данные о скорости и направлении ветра на высоте 10 метров, осредненные за 10 минут

Данные о метеорологических характеристиках станций Карасук, Тогучин и Кыштовка были использованы в целях анализа температурного режима воздуха и почвы. Расположение на карте показано на рисунке ниже (Рисунок 2.1).

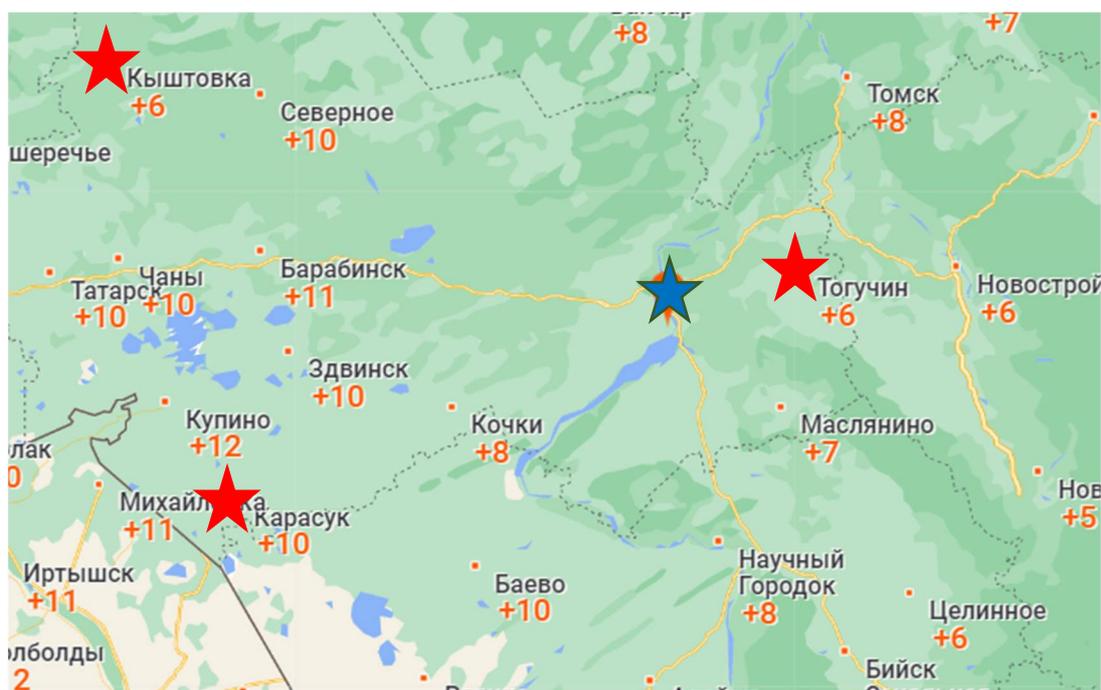


Рисунок 2.1 Обозначение изучаемых метеорологических станций на карте.

На карте отмечены станции Карасук, Тогучин и Кыштовка, каждая из которых обозначена красной звездой и имеет подпись. Станция Огурцово, расположенная в городе Новосибирск, обозначена синей звездой с зеленым контуром, но не имеет подписи. Тем не менее, информация о ветровом режиме, высоте снежного покрова и количестве осадков была получена из архивных данных станции Огурцово.

2.1. Режим температуры воздуха и почвы

Анализ режима температуры и почвы был начал именно с забора данных с сайта [4], на котором расположен архив данных для практически любой станции мира с 1929 года, однако характер данных ограничен, сайт предоставляет лишь некоторую информацию (Рисунок 2.2):

- Географические координаты
- Дата
- Максимальная температура
- Минимальная температура
- Средняя температура
- Атмосферное давление
- Скорость ветра

- Осадки

- Эффективная температура

Данные из архива погоды. Карасук

Главная	Прогноз погоды	Климатические данные	Архивы погоды	Полезные сервисы	Загрязнение воздуха в Москве	О проекте
---------	----------------	----------------------	---------------	------------------	------------------------------	-----------

Географические координаты: 53.733,78.017
 Первое наблюдение: 21.02.1953
 Последнее наблюдение: 31.12.2023

Дата	Максимальная температура	Минимальная температура	Средняя температура	Атмосферное давление	Скорость ветра	Осадки	Эффективная температура
01.01.1993	-23.0	-29.6	-27.7		1	0	-32.1
02.01.1993	-24.3	-29.8	-27.9		1	0	-32.3
03.01.1993	-25.0	-31.3	-27.8		2	0	-32.8
04.01.1993	-14.6	-27.8	-20.2		5	0	-26.7
05.01.1993	-14.0	-18.1	-15.6		6	0	-22.5
06.01.1993	-16.5	-26.5	-21.8		3	1	-27.1
07.01.1993	-11.8	-27.8	-14.9		6	0	-21.8
08.01.1993	-9.5	-14.6	-12.2		7	0	-19.5
09.01.1993	-12.1	-17.3	-14.8		4	0	-20.4
10.01.1993	-13.6	-19.8	-17.3		1	0	-21.1
11.01.1993	-19.0	-22.3	-20.8		2	0	-25.4
12.01.1993	-13.6	-22.8	-18.2		4	0	-24.1

Рисунок 2.2 Интерфейс сайта с архивными данными по температуре с 1929 года для станции Карасук

Обработка данных производилась поэтапно. В первую очередь требовалось упорядочить информацию, так как иногда измерения не проводились. Пропущенные значения были заполнены методом интерполяции и экстраполяции. Затем было проведено осреднение по месяцам и по годам.

Результаты осреднения для каждого месяца в течение тридцати лет представлены в таблице ниже (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 Результаты осреднения температуры воздуха для месяцев месяца в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Январь	-17,6	-17,9	-18,7
Февраль	-15,1	-14,4	-15,5
Март	-6,9	-6,3	-6,8
Апрель	5,4	3,5	3,0
Май	13,7	11,3	11,1
Июнь	19,0	17,1	16,4
Июль	20,3	18,7	18,4
Август	18,0	16,4	15,3
Сентябрь	11,8	9,8	9,1
Октябрь	4,0	2,8	2,1
Ноябрь	-6,6	-7,3	-8,5
Декабрь	-14,1	-14,5	-15,5

Средние месячные данные за 30 лет необходимо было сравнить со справочной информацией из Научно-прикладного справочника СССР. Среди справочной информации отсутствовали данные для станции Тогучин, в связи с этим пришлось принять приближение, что на данной станции температура воздуха примерно равна температуре воздуха

на станции Огурцово, поскольку это ближайшая к станции Тогучин станция, про которую шла речь в справочнике.
Таблица представлена ниже (

Таблица 2.2).

Таблица 2.2 Справочная информация по средней месячной температуре, осредненной за период с 1881 по 1980 годы

Справочник	Карасук	Тогучин (Огурцово)	Кыштовка
Январь	-19,4	-18,8	-20,3
Февраль	-18,4	-17,3	-18,3
Март	-10,6	-10,1	-10,7
Апрель	2,9	1,5	1,3
Май	12,1	10,3	9,8
Июнь	18,2	16,7	15,7
Июль	20,2	19	18
Август	16,9	15,8	14,6
Сентябрь	11,2	10,1	9,3
Октябрь	2,2	1,9	0,8
Ноябрь	-8,5	-9,2	-9,8
Декабрь	-16,2	-16,5	-17,4

Для наглядного представления данных о распределении показателей по месяцам за 30 лет были построены графики. График для января расположен ниже, графики для других месяцев находятся в приложении (Приложения 3-13). Анализ представленных графиков позволяет проследить динамику изменения температурных показателей во временном разрезе. Детальное изучение информации, отображенной на графике ниже (Рисунок 2.3), свидетельствует о

том, что за последние три десятилетия наиболее низкая температура была зафиксирована в 2006 году.

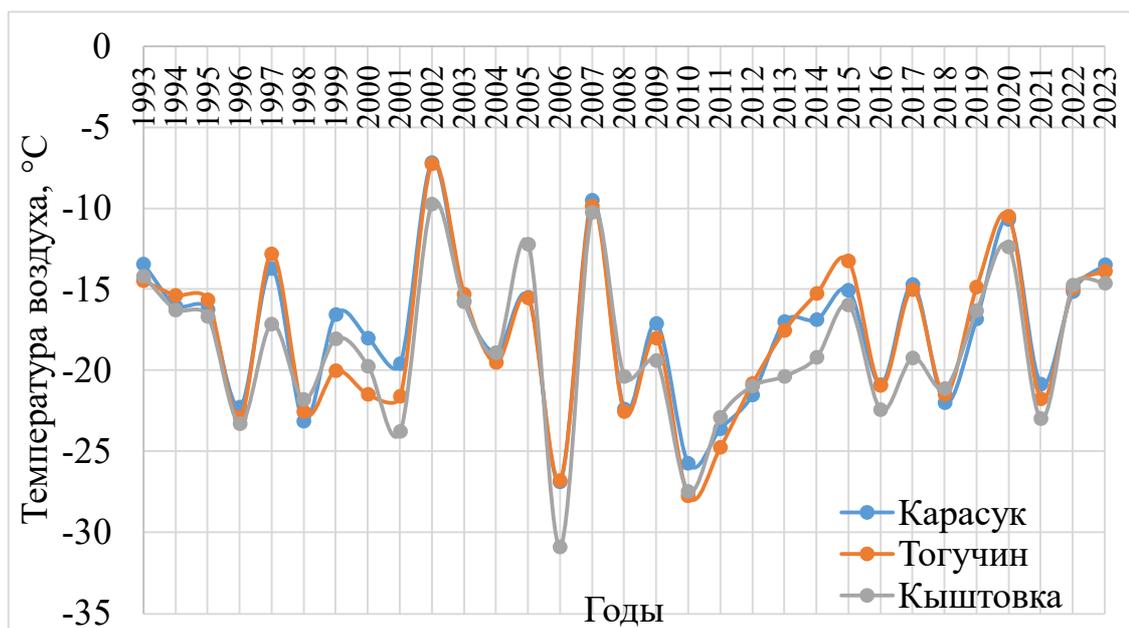


Рисунок 2.3 Распределение температуры воздуха в январе для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет

Для более объективной оценки необходимо было найти разницу между справочными данными о температуре и наблюдениями за последние 30 лет, взятыми с сайта архива погоды (Таблица 2.3).

Таблица 2.3 Разница между температурой, взятой из справочника и реально наблюдаемой температурой, взятой с сайта архива погоды

Месяцы	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Январь	-1,8	-0,9	-1,6
Февраль	-3,3	-2,9	-2,8
Март	-3,7	-3,8	-3,9
Апрель	-2,5	-2,0	-1,7
Май	-1,6	-1,0	-1,3
Июнь	-0,8	-0,4	-0,7
Июль	-0,1	0,3	-0,4
Август	-1,1	-0,6	-0,7
Сентябрь	-0,6	0,3	0,2
Октябрь	-1,8	-0,9	-1,3
Ноябрь	-1,9	-1,9	-1,3
Декабрь	-2,1	-2,0	-1,9
Среднее	-1,8	-1,3	-1,4

Найдя разницу между двумя наборами метеорологических параметров можно сделать вывод, что для станции Карасук температура изменилась в среднем на $-1,8^{\circ}\text{C}$, для станции Тогучин на $-1,3^{\circ}\text{C}$, несмотря на то, что для июля и сентября изменение было положительным, для станции Кыштовка на $-1,4^{\circ}\text{C}$, даже учитывая тот факт, что для сентября наблюдается рост наблюдаемой температуры относительно температуры из справочника.

Для более наглядного анализа были построены графики сравнения, для станции Карасук график изображен ниже (Рисунок 2.4), для станций Тогучин и Кыштовка графики находятся в приложении (Приложение 1, Приложение 2).

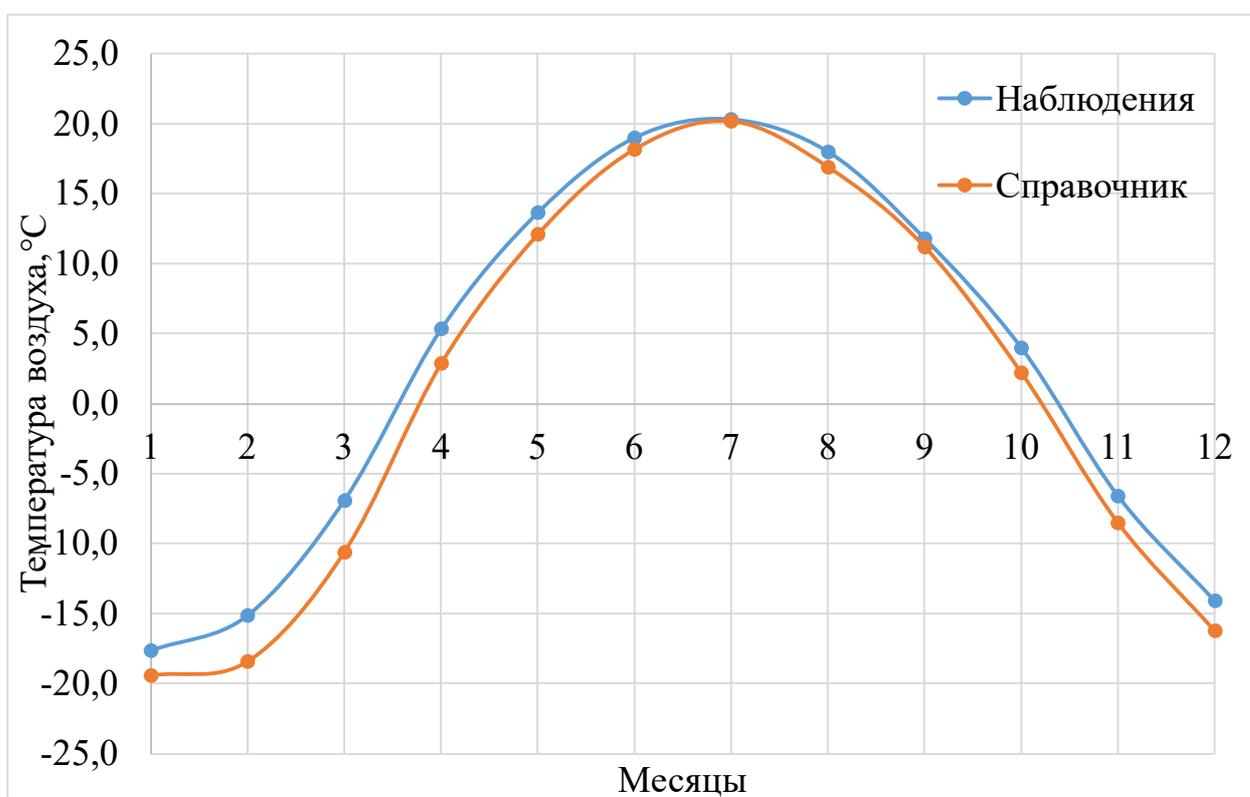


Рисунок 2.4 График сравнения осредненных по месяцам за 30 лет данных о температуре воздуха для наблюдений со станции Карасук и справочника

Для осреднённых годовых данных аналогично была построена таблица с температурой по данным наблюдений за последние 30 лет, данными со справочника и сравнением вышеперечисленных характеристик по аналогии со сравнением для станций по месяцам (Таблица 2.4).

Таблица 2.4 Данные со справочной годовой температурой воздуха, наблюдаемой и осредненной за 30 лет годовой температурой воздуха, и разницей между ними

Источник	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Справочник	0,9	0,2	-0,6
Наблюдения	2,7	1,6	0,9
Разница	-1,8	-1,4	-1,5

Анализ годовых показателей доказывает среднее и устойчивое падение температуры со временем, показанный для конкретных станций ранее. Для станции Карасук падение годовой температуры воздуха составило $-1,8^{\circ}\text{C}$, для станции Тогучин показатель упал на $-1,4^{\circ}\text{C}$, а для станции Кыштовка на $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Помимо таблиц для средней температуры воздуха каждого месяца и общей годовой за 30 лет необходимы были данные за год, они представлены в таблице ниже (Таблица 2.5).

Таблица 2.5 Осреднение наблюдаемой температуры воздуха за каждый год с 1993 по 2023

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1993	1,5	0,9	0,1
1994	2,4	1,7	0,5
1995	3,8	3,0	2,5
1996	1,0	-0,2	-0,9
1997	3,5	2,7	1,1
1998	1,7	1,0	0,5
1999	3,0	1,4	0,9
2000	2,1	0,7	0,8
2001	2,9	1,6	0,8
2002	4,1	2,8	1,4
2003	2,8	1,8	1,6
2004	3,0	1,6	0,6
2005	3,1	1,5	2,1
2006	2,6	0,9	0,2
2007	3,3	2,6	2,0
2008	3,3	1,9	2,0
2009	1,5	0,1	-0,3
2010	1,0	-0,8	-1,0
2011	2,2	1,4	0,8
2012	2,0	0,7	0,7

2013	1,6	1,5	0,4
2014	3,0	1,4	-0,5
2015	3,6	3,3	1,8
2016	3,1	1,9	1,0
2017	3,1	2,5	1,1
2018	1,2	0,3	-0,6
2019	3,0	2,3	1,3
2020	4,9	3,8	3,5
2021	2,8	2,0	0,9
2022	3,0	2,0	1,2
2023	4,4	3,0	2,3

По данным таблицы выше можно сделать вывод о самых холодных и теплых годах периода. Самым холодным годом стал 2010, в то время как самым тёплым годом был 2020.

Для поиска наиболее холодного и теплого месяцев была создана таблица с минимальными и максимальными значениями температур (Таблица 2.6).

Таблица 2.6 Минимальные и максимальные показатели температуры воздуха за период с 1993 по 2023

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Минимальные значения, °С	-26,9	-27,7	-30,9
Максимальные значения, °С	24,1	21,7	22,1

Проанализировав таблицу с минимальными и максимальными значениями температур, стало понятно, что температурный минимум приходится на станцию Кыштовка, а температурный максимум зарегистрирован на станции Карасук. Индексы, отражающие экстремальные температуры, были зарегистрированы в январе 2006 года и июле 2012 года, что подтверждает высказывание о самых холодных и самых теплых годах.

Данные о температуре почвы были взяты с сайта архива погоды [5]. Показателей температуры поверхности почвы для Новосибирской области на сайте не оказалось, однако на сайте представлен архив данных с коленчатых

термометров Савинова на глубинах 5, 10, 15, 20 сантиметров, лишь для станции Огурцово, поскольку только на этой станции ведётся данный тип измерений и лишь до 2012 года, поскольку после 2012 года данные со станции не загружались на сайт. Ниже представлен интерфейс сайта, с которого были взяты необходимые метеорологические параметры (Рисунок 2.5).

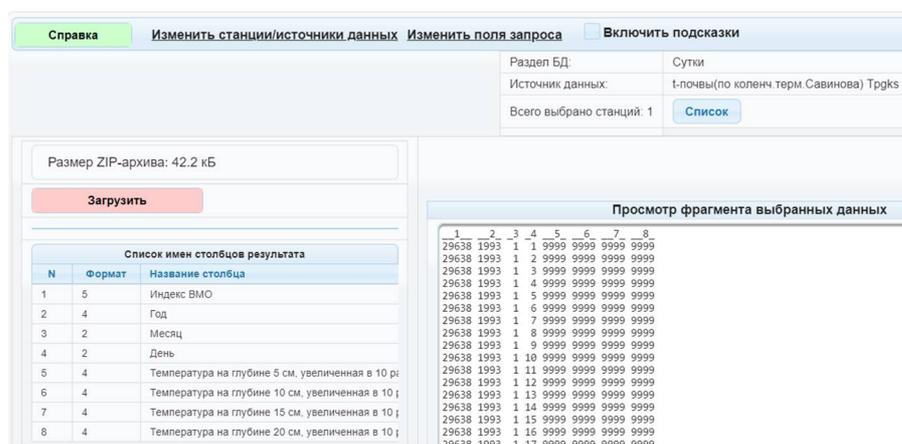


Рисунок 2.5 Интерфейс сайта, где были взяты измерения по термометрам Савинова в период с 1993 по 2012 годы для станции Огурцово

В связи с тем, что коленчатые термометры Савинова не могут быть использованы в холодное время года, информация была представлена лишь за тёплый период года. Тёплый период года в Новосибирской области считается с мая по сентябрь включительно, поэтому изучать таблицу с осреднением за годы необходимо, понимая, что там зафиксированы данные лишь за пять месяцев. Таблица осреднений за годы расположена ниже (Таблица 2.7 Рисунок 2.7).

Таблица 2.7 Данные температуры почвы станции Огурцово по термометрам Савинова, осреднённые за год

Глубина/Годы	5 сантимет- ров	10 санти- метров	15 санти- метров	20 санти- метров
1993	13,8	13,5	13,4	13,1
1994	16,2	15,9	15,4	14,9
1995	13,6	13,4	13,0	12,8
1996	14,4	14,1	14,0	13,6
1997	14,6	14,1	13,9	13,5
1998	15,1	15,0	14,6	14,5
1999	16,1	15,7	15,3	14,8
2000	15,7	15,2	14,9	14,7

2001	15,4	15,2	15,1	14,9
2002	15,4	15,3	15,1	14,9
2003	17,0	16,7	16,5	16,1
2004	16,3	15,9	15,7	15,4
2005	15,5	15,2	15,1	14,9
2006	15,5	15,3	15,1	14,7
2007	15,2	15,0	14,9	14,8
2008	15,7	15,5	15,4	15,3
2009	13,0	12,8	12,5	12,5
2010	14,1	13,9	13,4	13,3
2011	13,3	13,3	13,1	13,3
2012	16,8	16,5	16,3	16,3

Для наглядности многолетнего хода температур почвы был построен график многолетнего хода температуры почвы, он расположен ниже (Рисунок 2.6).

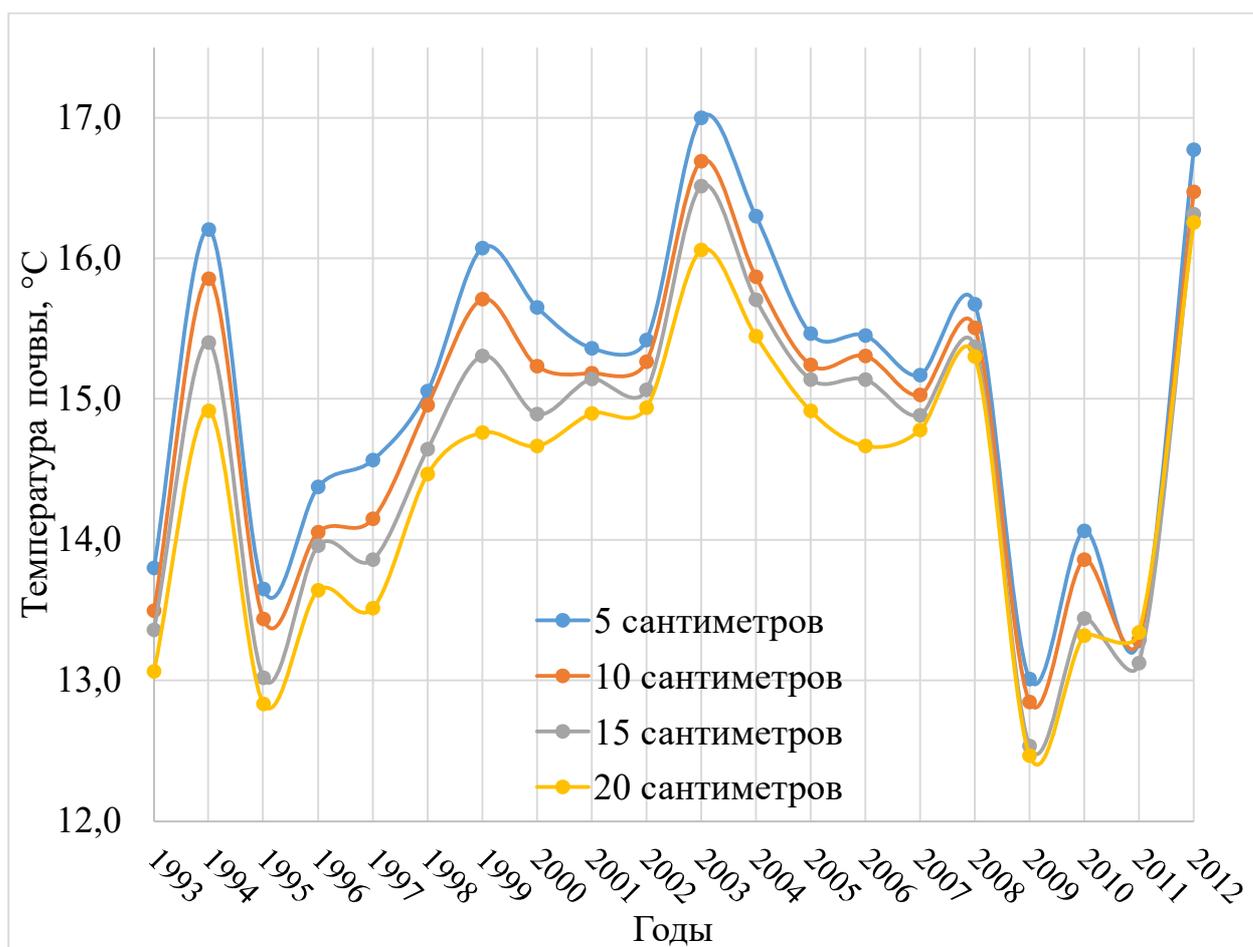


Рисунок 2.6 Наглядное представление о параметрах температуры почвы для станции Огурцово с 1993 по 2012 годы

Анализ данных, представленных на графике, свидетельствует о том, что в период с 2009 по 2011 годы наблюдалось существенное снижение температуры, которое затем сменилось резким повышением в 2012 году.

2.2. Режим осадков и высоты снежного покрова

Анализ режима осадков и снежного покрова производился аналогично анализу температурного режима. Показатели режима осадков и снежного покрова были взяты с сайта архива погоды [5] станции Огурцово с 1992 года по 2022 год, поскольку для станций Карасук, Тогучин и Кыштовка данных на информационном ресурсе нет. Оценка метеорологических показателей началась с построения графиков многолетнего хода распределения осадков, осредненных по месяцам. Ниже представлен график распределения количества осадков для января в течение периода с 1992 по 2022 годы (Рисунок 2.7).

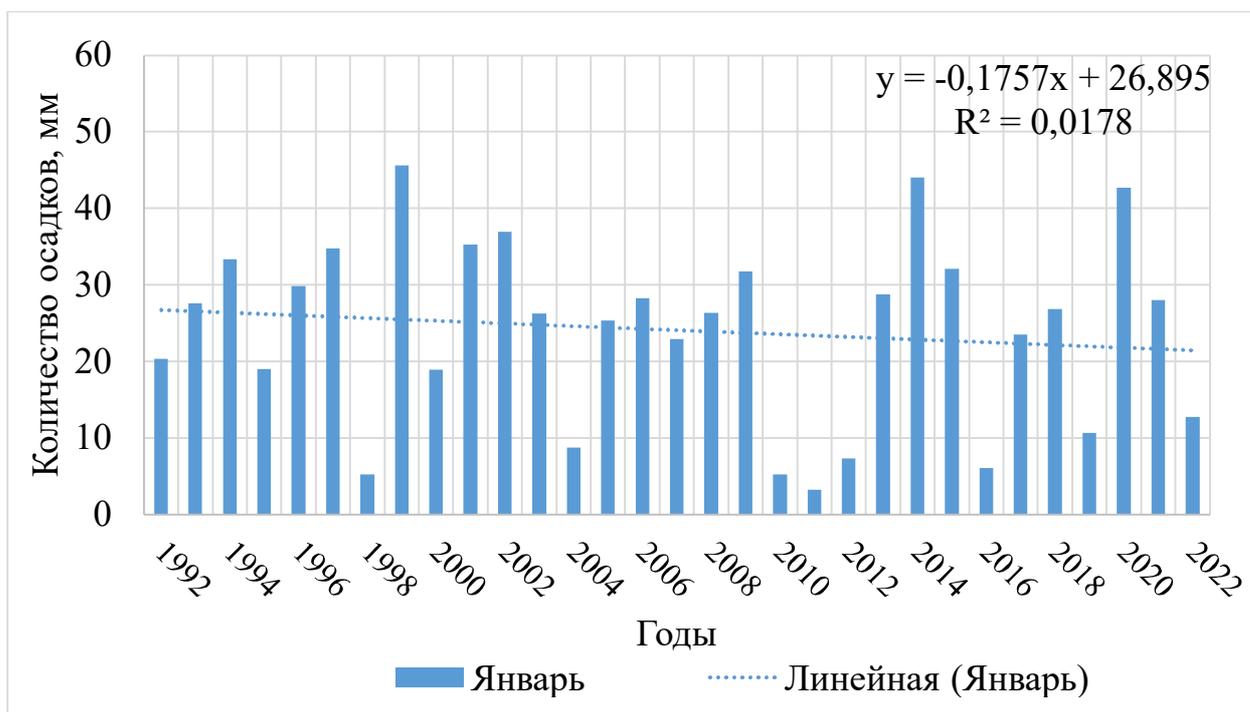


Рисунок 2.7 График распределения осадков в январе за 30 лет для станции Огурцово

Малая изменчивость с течением времени говорит о стабильности метеорологической величины как для января, так и для остальных месяцев в течение времени. В целях общей оценки данного периода был совершён анализ среднего годового распределения количества осадков для станции.

Для дальнейшей оценки распределения количества осадков была взята справочная информация о годовом распределении осадков из Научно-прикладного справочник СССР [1]. Таблица осреднённых по месяцам за 30 лет данных об осадках и справочных данных представлена ниже (Таблица 2.8).

Таблица 2.8 Таблица осреднённых месячных данных наблюдений и справочника

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наблюдения	24	18	20	24	36	56	68	58	43	42	40	35
Справочник	19	14	15	24	36	58	72	66	44	38	32	24

В целях наглядного представления был построен график распределения осадков по месяцам (Рисунок 2.8).

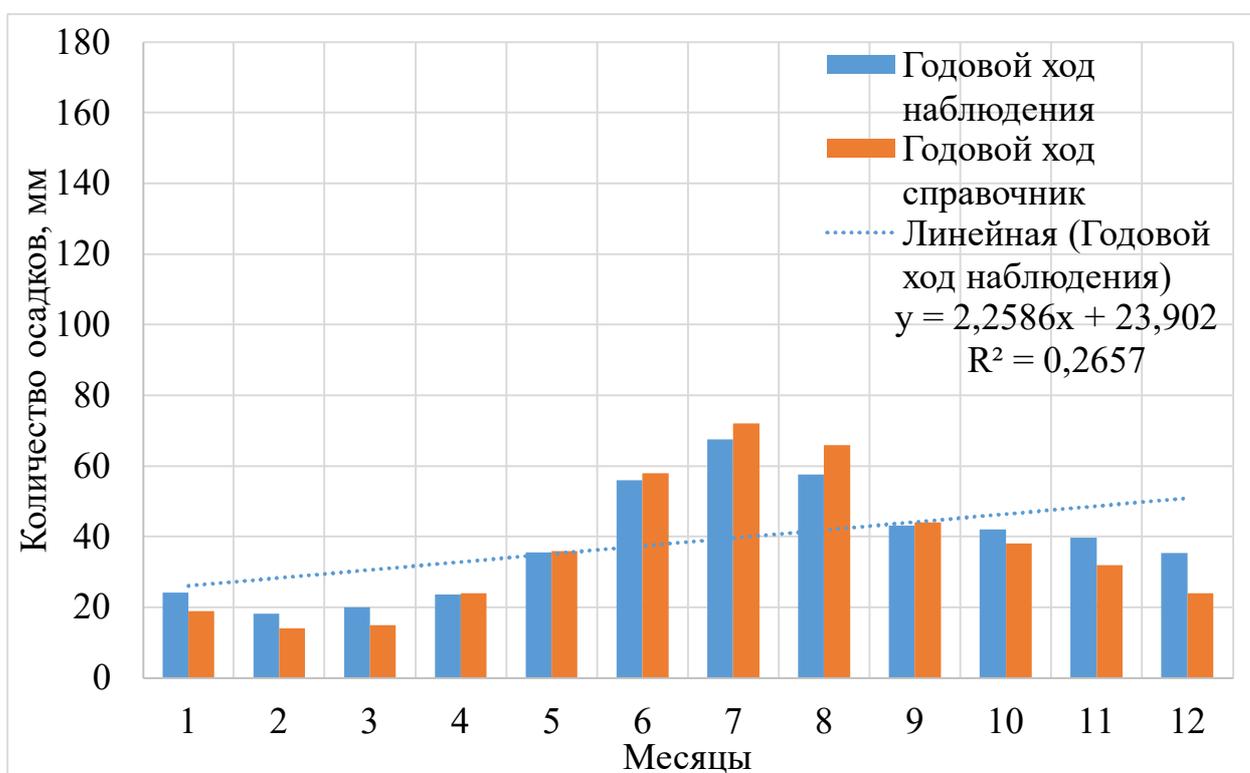


Рисунок 2.8 Месячное распределение количества осадков по данным наблюдений и справочника

В целях глубокого анализа был построен линейный тренд по наблюдаемым данным, оценка коэффициента детерминации показала, что тренд описывает 26% изменчивости показателей. Помимо этого, можно сделать вывод о годовом распределении осадков в Огурцово, максимум пришёлся на июль, как по данным наблюдений, так и по данным справочника. Минимальное количество осадков было зафиксировано в феврале, по аналогии с максимальным показателем, полученным на основе как наблюдений, так и данных справочника. Верхний предел количества осадков составил 68 мм, в то время как минимальный уровень достиг отметки в 18 мм.

Помимо количества жидких осадков в данной работе было изучено распределение высоты снежного покрова по месяцам в течение того же периода. Представление хода метеорологического параметра представлено ниже на графике (Рисунок 2.9).

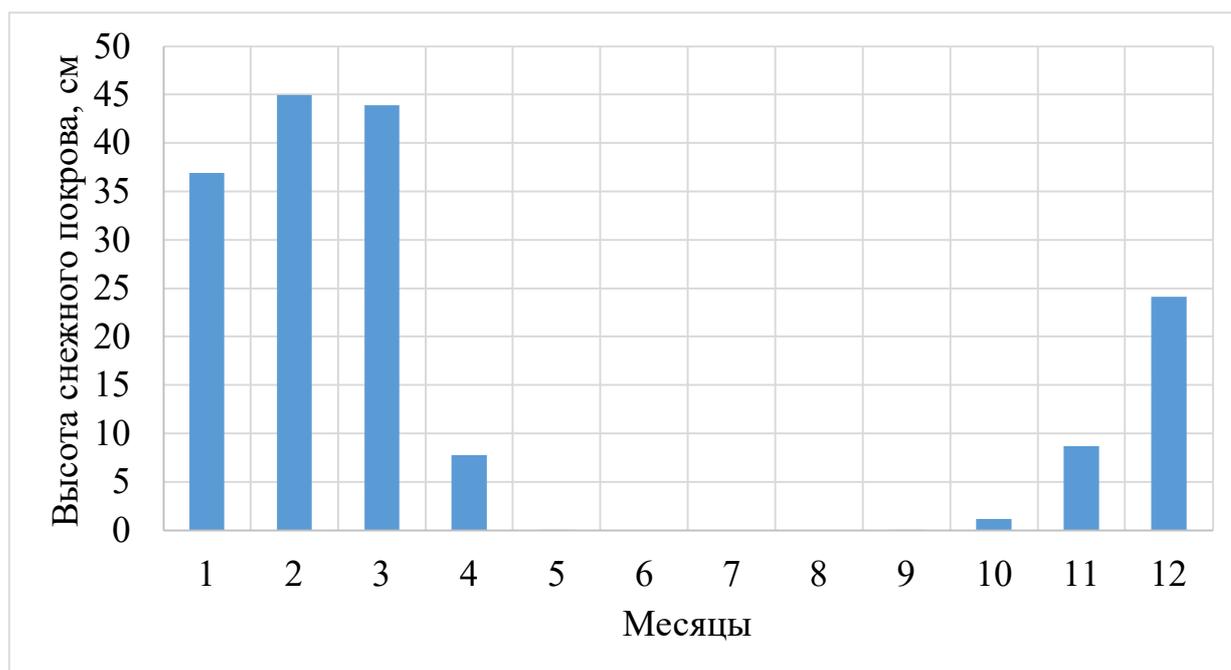


Рисунок 2.9 Значения высоты снежного покрова на станции Огурцово с 1992 по 2022 годы

Как показывает график выше, холодный сезон в Новосибирской области длится с октября по апрель. Максимум высоты снежного покрова пришёлся на февраль, минимум характеристики за холодный период зарегистрирован в октябре.

Качественный анализ необходимо было производить сравнительной оценкой данных наблюдений с данными Научно-прикладного справочника СССР [1]. Для удобства представления данных потребовалось построить следующую таблицу, в которой все значения высоты снежного покрова измеряются в сантиметрах (Таблица 2.9):

Таблица 2.9 Месячное распределение высоты снежного покрова для станции Огурцово за 30 лет

Месяцы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Наблюдения	24	30	31	10	0	0	0	0	0	2	8	17
Справочник	37	45	44	8	0	0	0	0	0	1	9	24

С целью более наглядного представления характеристик и анализа линейного тренда распределения высоты снежного покрова был построен следующий график (Рисунок 2.10):

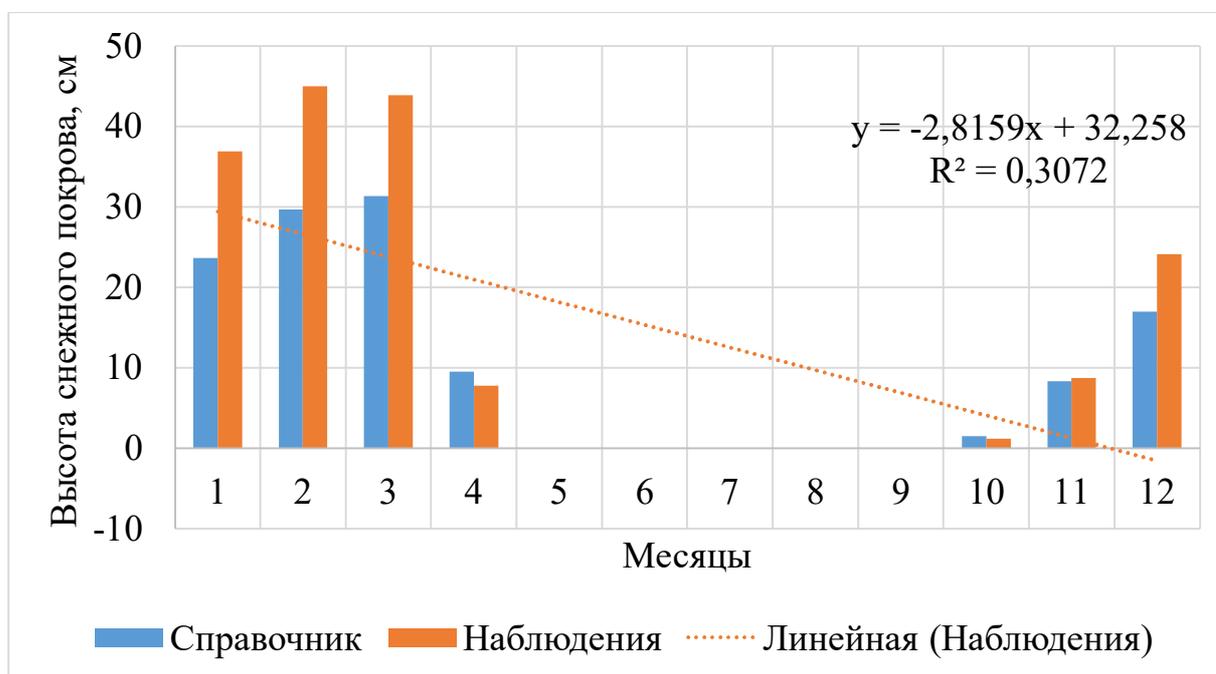


Рисунок 2.10 Месячное распределение высоты снежного покрова для станции Огурцово за 30 лет

Анализируя коэффициент детерминации и склонение линейного тренда на графике выше, можно сказать, что тренд описывает 30% изменчивости высоты снежного покрова в течение года, а наклон его линии показывает, что в январе, феврале и марте выпадает больше осадков, чем в ноябре и декабре.

2.3. Ветровой режим

В настоящей работе представлен анализ ветрового режима, который включает в себя распределение скоростей и направлений ветра в период с 2012 по 2022 год на метеостанции Огурцово. Необходимо подчеркнуть, что информация за более длительный промежуток времени отсутствует на веб-ресурсе [6]. Однако для решения поставленных задач требовался идентичный период для анализа режимов осадков и ветра, при этом распределение осадков известно лишь до 2022 года. В связи с данной проблемой было принято решение использовать десятилетний интервал для режима ветра. Пример интерфейса сайта, с которого были взяты показатели ветра расположен ниже (Рисунок 2.11).

The screenshot shows the 'rp5.ru' website interface for weather data archiving. The page is titled 'Архив погоды в Огурцово' (Weather archive in Ougorovo). It features a search bar with the text 'Название города или села' (City or village name) and a search icon. Below the search bar, there are navigation links for 'Все страны' (All countries), 'Россия' (Russia), 'Новосибирская область' (Novosibirsk region), 'Новосибирский район' (Novosibirsk district), and 'Огурцово' (Ougorovo). The main content area includes a 'См. на карте' (View on map) link and a link to 'Архив погоды в аэропорту (23 км, +7 °C)' (Weather archive at the airport (23 km, +7 °C)). There are also links for 'Архив погоды на метеодатчике (12 км, +6.6 °C)' (Weather archive at the meteorological station (12 km, +6.6 °C)) and 'Прогноз погоды' (Weather forecast). The page displays the station number '29638' and the observation period 'наблюдения с 1 февраля 2005' (observations from 1 February 2005). The interface includes three main tabs: 'Смотреть архив погоды' (View weather archive), 'Скачать архив погоды' (Download weather archive), and 'Статистика погоды' (Weather statistics). The 'Скачать архив погоды' tab is active, showing a date range selector with '01.01.2005' and '31.05.2022'. Below the date range, there are radio buttons for 'все дни' (all days), 'только месяц' (only month), and 'только дату' (only date). The 'только месяц' option is selected, and the month 'Май' (May) is displayed. There are also radio buttons for 'XLS (Excel)' and 'CSV (текстовый)' (CSV (text)), with 'XLS (Excel)' selected. A 'Выбрать в файл GZ (архив)' (Select as GZ file (archive)) button is located at the bottom right of the form.

Рисунок 2.11 Интерфейс сайта с данными ветрового режима

Как и прежде, начало было положено осреднением данных о ветре по месяцам за 10 лет. Данные по распределению ветра осреднённые за январь в течение 10 лет изображены на графике ниже (Рисунок 2.12). Для остальных месяцев графики находятся в приложении (Приложения 25-35).

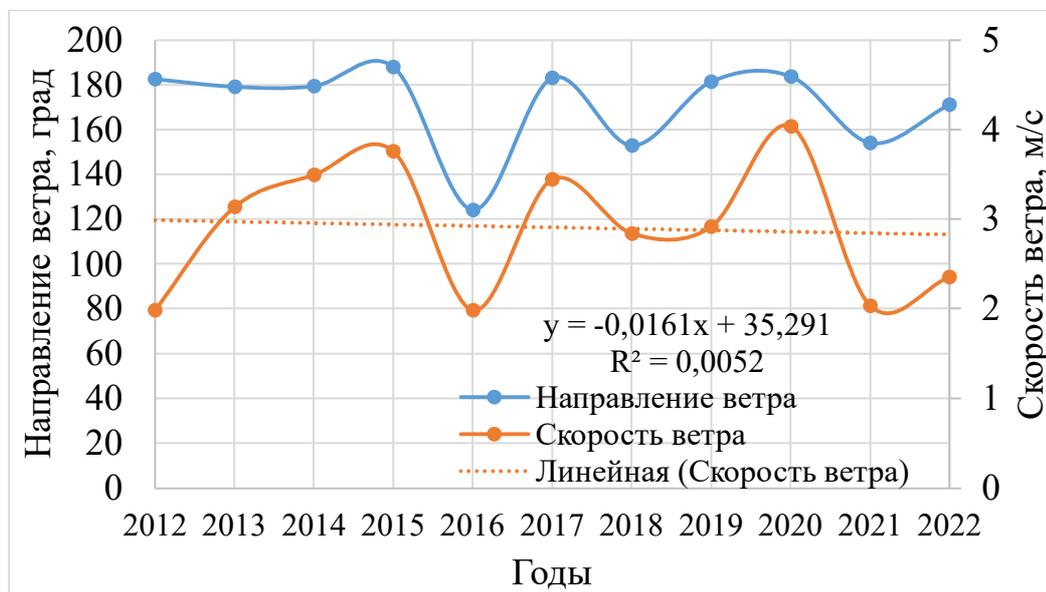


Рисунок 2.12 Распределение ветра осредненные за январь в течение 10 лет для станции Огурцово

Судя по данным на графике выше и в приложениях скорости ветра не имеют скачкообразный характер, с годами изменений практически нет, аналогично и для параметра направление ветра, в среднем, направление ветра имеет малую изменчивость в течение лет.

Сравнение данных наблюдений скорости ветра со справочной информацией проходило по аналогии с двумя предыдущими характеристиками: была создана таблица, что расположена ниже (Таблица 2.10), и построен график годового хода скоростей воздуха (он так же расположен ниже (Рисунок 2.13)).

Таблица 2.10 Данные о наблюдениях за скоростями ветра и справочной информацией, осреднённые по месяцам для станции Огурцово

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наблюдения	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
Справочник	4,3	4,2	4	3,9	3,9	3,3	2,5	2,7	3,1	4,3	4,8	4,3

График среднегодового значения, представленный ниже (Рисунок 2.13), демонстрирует разницу между справочными данными по скорости ветра и данными наблюдений той же величины.

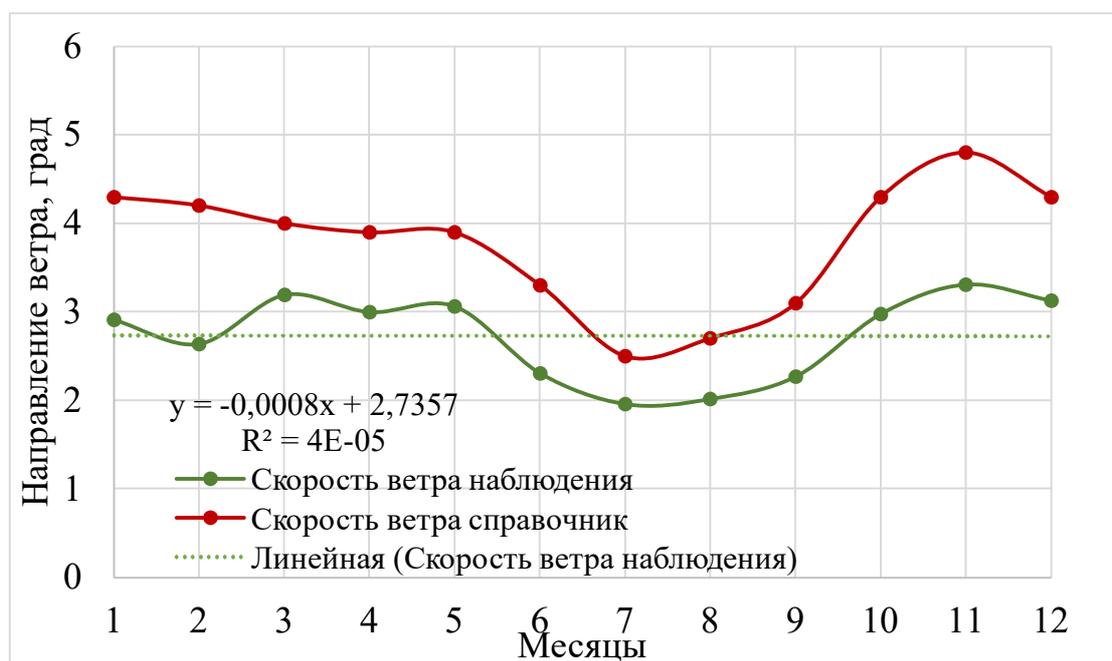


Рисунок 2.13 Данные о наблюдениях за скоростями ветра и справочной информацией, осреднённые по месяцам для станции Огурцово

Анализ данного графика свидетельствует о том, что скорость ветра по справочнику стабильно превышает показатели скорости ветра по данным наблюдений. Более того, линейный тренд указывает на незначительную изменчивость данных наблюдений, что свидетельствует о стабильности скорости ветра на метеорологической станции Огурцово.

После тщательного исследования скоростей ветра последовал анализ направлений ветра путем построения розы ветров за основные месяцы (январь, апрель, июль и октябрь) и средние годовые данные.

В начале исследования для каждого из выбранных интервалов были сформированы таблицы, содержащие данные по скоростям, направлениям и повторяемости ветра. Пример такой таблицы для января приведён ниже (Таблица 2.11).

Таблица 2.11 Данные ветрового режима, осреднённые за январь в период с 2012 по 2022 по станции Огурцово

Румбы, град	Скорости ветра, м/с	Повторяемость, %
Север	0	0
Северо-восток	0	0
Восток	0	0
Юго-восток	2	27
Юг	3	73
Юго-запад	0	0
Запад	0	0
Северо-запад	0	0

Для наглядного представления таблицы ниже приведены графики распределения скорости и повторяемости ветра осреднённые по январю в течение 10 лет для станции Огурцово (Рисунок 2.14, Рисунок 2.15). Для остальных месяцев графики розы ветров представлены в приложении (Приложения 36-41).

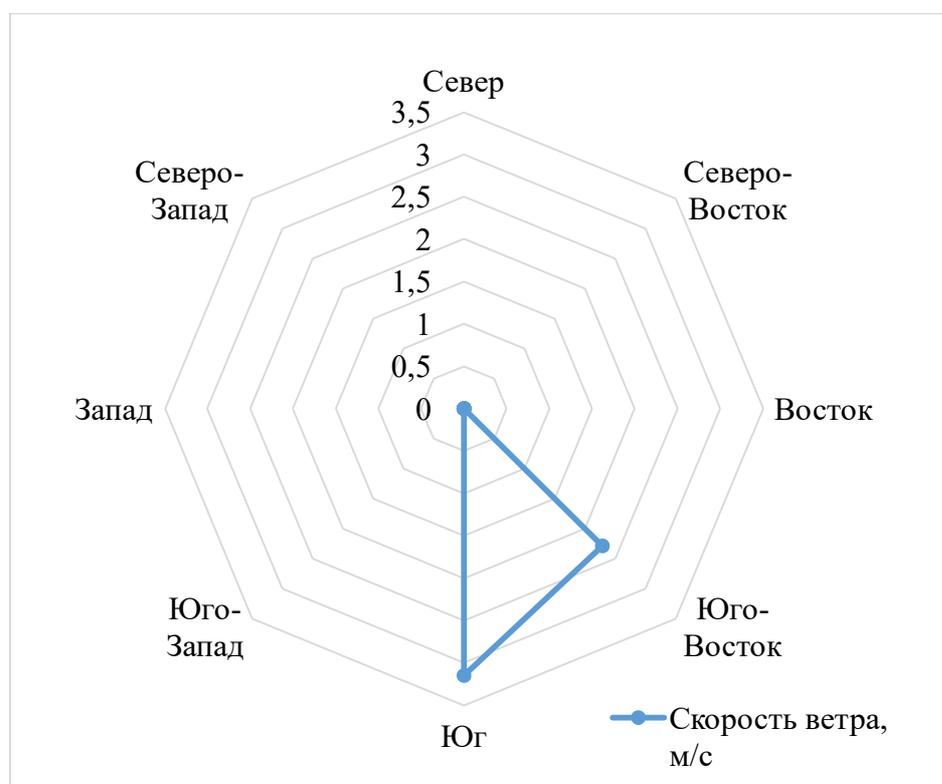


Рисунок 2.14 Данные о скорости ветра по румбам, осреднённой за январь в течение 10 лет по станции Огурцово

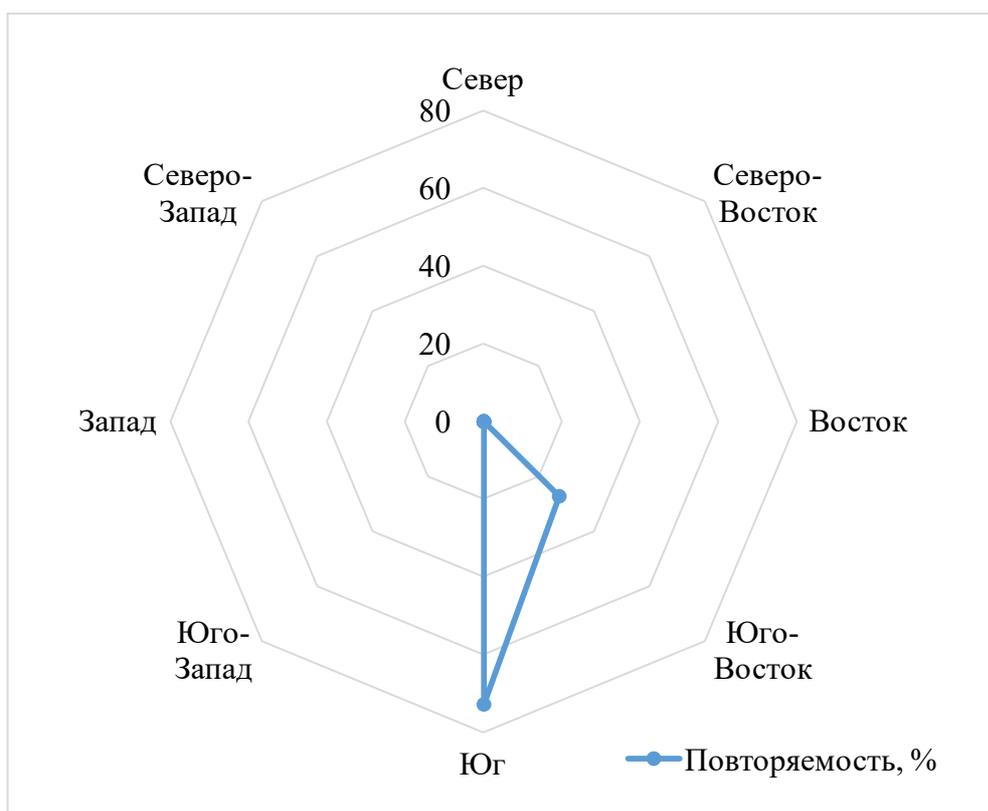


Рисунок 2.15 Данные о повторяемости, осреднённой за январь в течение 10 лет по станции Огурцово

Исследование скоростей ветра и повторяемости направлений в течение четырех основных месяцев выявило, что преобладающим направлением ветра является южное, при этом средние скорости ветра составляют около 4 метров в секунду.

Помимо месячных данных необходимо было проанализировать осреднённые годовые показатели, для них аналогично была составлена таблица ветрового режима с направлениями, скоростями и повторяемостями ветра, она расположена ниже (Таблица 2.12).

Таблица 2.12 Данные ветрового режима, осреднённые в период с 2012 по 2022 по станции Огурцово

Румбы, град	Скорости ветра, м/с	Повторяемость, %
Север	0	0
Северо-восток	0	0
Восток	0	0
Юго-восток	3	9

Юг	3	91
Юго-запад	0	0
Запад	0	0
Северо-запад	0	0

Для визуализации представленных данных были разработаны графики, отображающие распределение средних многолетних скоростей и повторяемость направлений ветра, расположенные ниже (Рисунок 2.16, Рисунок 2.17).

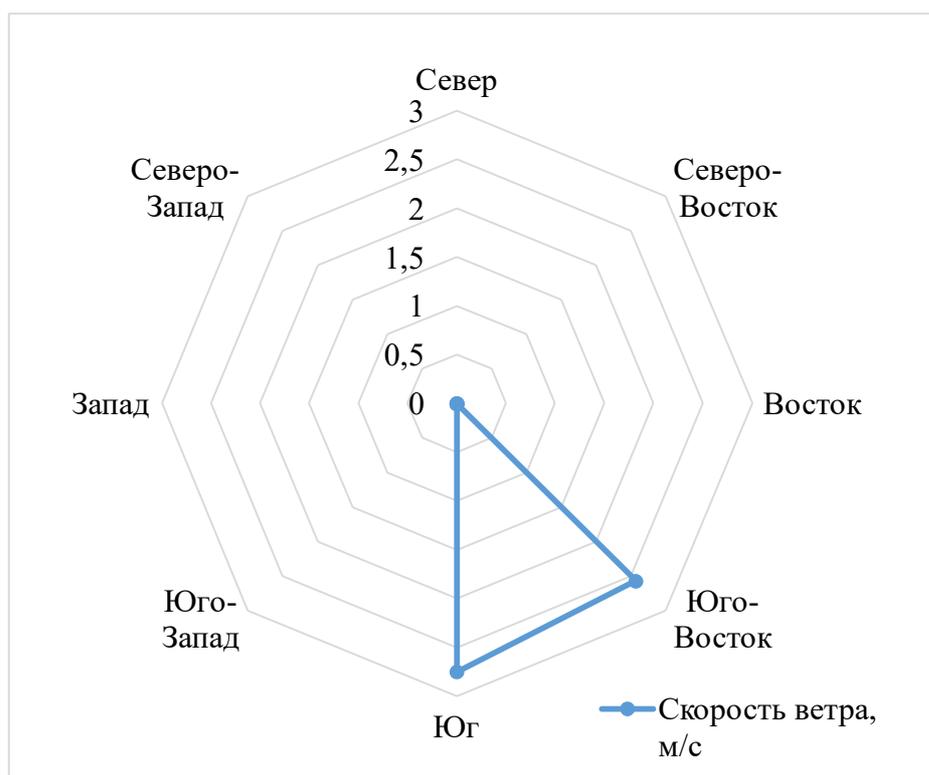


Рисунок 2.16 Данные о скорости ветра по румбам, осреднённой в течение 10 лет по станции Огурцово

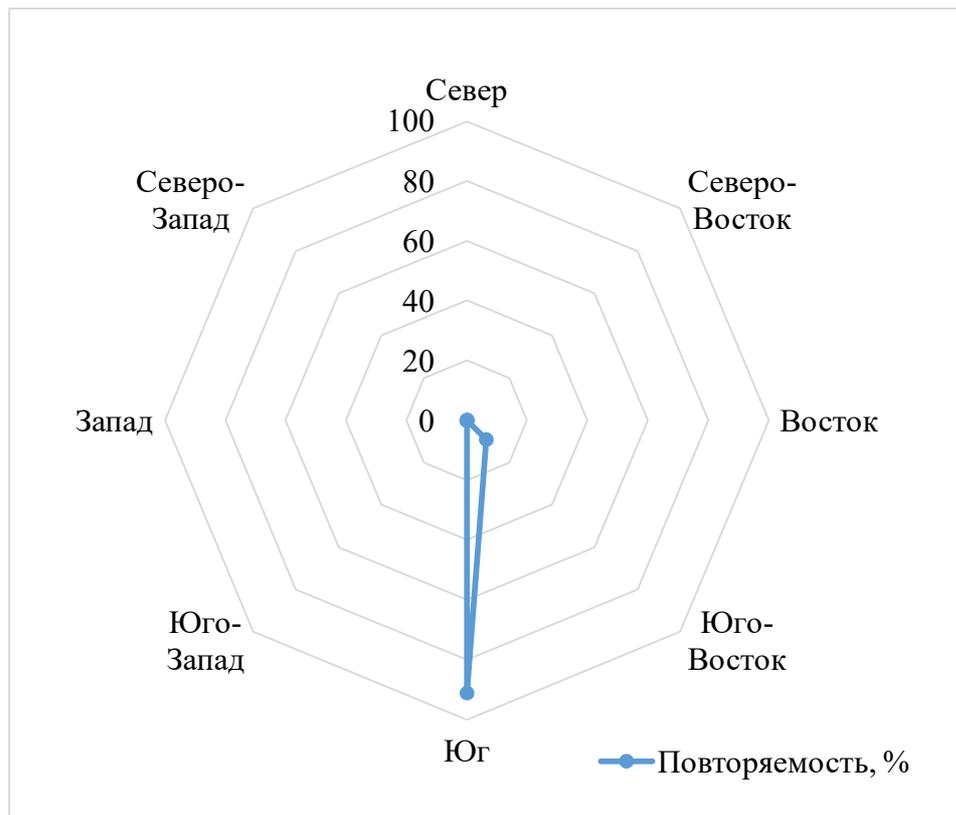


Рисунок 2.17 Данные о повторяемости, осреднённой в течение 10 лет по станции Огурцово

Анализ графиков усредненных многолетних данных ветрового режима в Новосибирской области позволяет сделать вывод, что преобладающее направление ветра в данном регионе - южное, а его скорости редко превышают значение 3 метра в секунду.

Глава 3 . Оценка специализированных климатических показателей в условиях современного изменения климата

Оценка специализированных климатических показателей в условиях изменения климата на территории Новосибирской области в рамках данной работы состояла в следующем:

- 1) Оценка динамики температуры воздуха
- 2) Определение циклов похолодания и потепления
- 3) Расчёт холодных пятидневок и трёхдневок, вентиляционной температуры и температуры самого жаркого полудня
- 4) Расчёт глубины промерзания почвы
- 5) Оценка повторяемости экстремальных осадков по клетчатке и расчёт коэффициента косых дождей
- 6) Расчёт величины ветровой нагрузки

Информация, использованная для анализа и оценки климатических показателей, была идентичной той, которая применялась для изучения динамики режима метеорологических характеристик.

3.1. Стационарные периоды и расчет климатических показателей термического режима

Для анализа стационарных периодов и расчётов климатических показателей термического режима необходимо было построить графики хода температур в течение 30 лет, осреднённого по самому холодному месяцу, самому теплему, апрелю и октябрю. Самым теплым и холодным месяцами оказались июль и январь. Более того, необходимо было провести осреднение путём скользящих средних по трём и пяти дням.

Начало обработки пришлось на январь станцию Карасук. На графике ниже (Рисунок 3.1) изображен ход температуры воздуха за все январы в течение с 1993 по 2023, осреднение скользящими средними за три и за пять дней,

линия средней за все январы температуры воздуха, линейный тренд для наблюдений, что практически полностью совпадает с линией среднемесячной температуры за 30 лет, и обозначены ступени стационарных периодов для скользящих средних, по которым далее велись расчёты. Графики для осреднения по январю за 30 лет для станций Тогучин и Кыштовка расположены в приложении (Приложения 42-43). Температура воздуха на всех графиках измеряется в градусах Цельсия.

Для выявления стационарных периодов было взято осреднение периодов продолжительного превышенных и пониженных значений ступеней по скользящим средним, ступени означают устойчивый переход через среднее месячное значение температуры воздуха.

В случае января стационарные периоды были следующие:

- 1993 – 1996 годы
- 1997 - 2000 годы
- 2001 – 2005 годы
- 2006 – 2013 годы
- 2014 - 2023 годы

Анализ линейного тренда наблюдений показал крайне малое значение, что говорит о том, что температуры была непостоянной с течением времени и тренд плохо описывает изменчивость по январям в течение 30 лет.

Для станций Карасук, Тогучин и Кыштовка по январю стационарные периоды были оформлены в таблицы ниже, все значения температур представлены в градусах Цельсия.

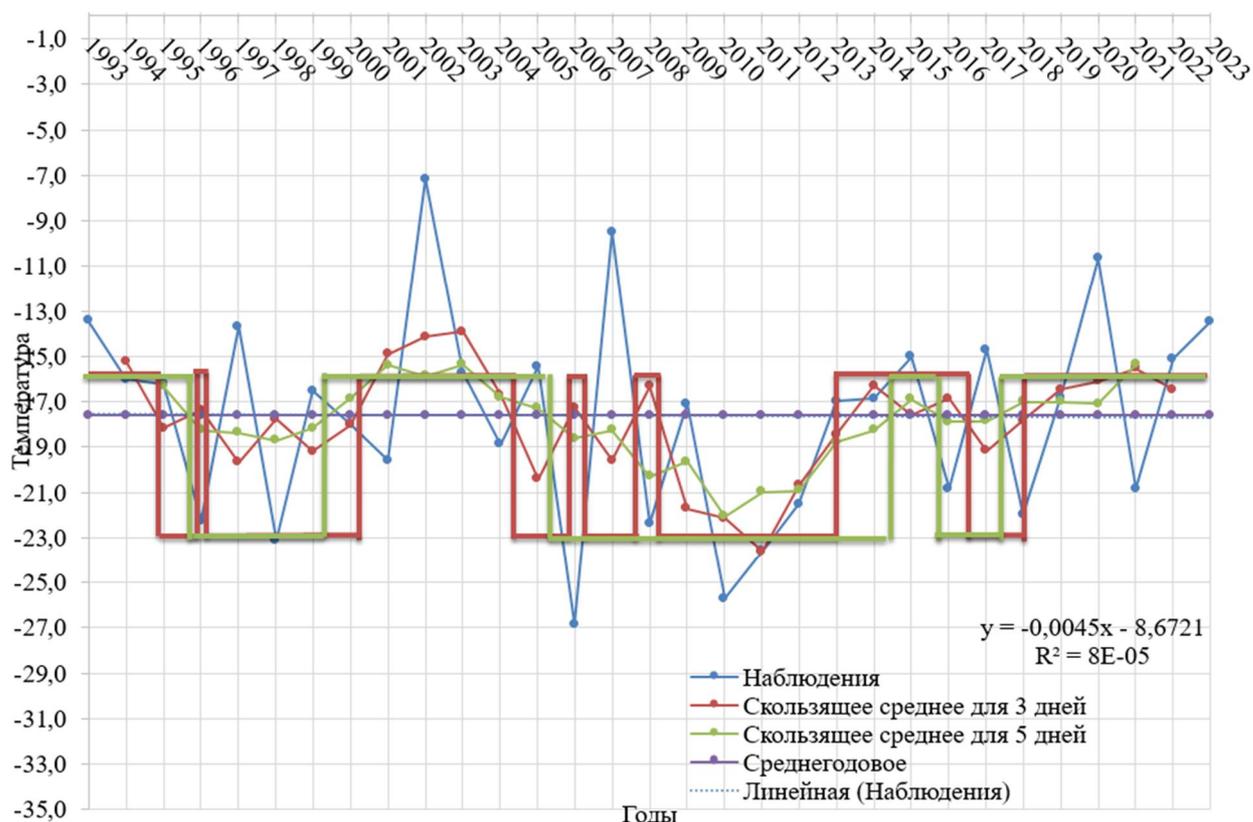


Рисунок 3.1 Данные осреднения температур воздуха за январь в период с 1993 по 2023 годы для станции Карасук

Для адекватной оценки инерции температуры в помещении были рассчитаны температуры самых холодных пятидневок и однодневок, значения представлены в градусах Цельсия. Расчёт происходил следующим образом $t_5 = 1,25 * t_x - T$,

$$t_5 = 1,25 * t_x - T, \quad (3.1)$$

где t_x является средней температурой самого холодного месяца (в первом случае бралась минимальная температура периода за январь, однако для других месяцев формулы идентичны); T означает постоянный коэффициент, зависящего от региона, в случае Новосибирской области показатель равен $17,6^\circ\text{C}$.

Температура самых холодных суток рассчитывается по формуле $t_1 = 1,31 * t_x - T_1$, (3.2), аналогичной температуре холодных пятидневок, градусы Цельсия:

$$t_1 = 1,31 * t_x - T_1, \quad (3.2)$$

где t_x - упомянутая ранее, средняя температура самого холодного месяца; T_1 является постоянным коэффициентом, зависящим от региона, равен значению 18°C [7].

Рассчитанные значения для каждого стационарного периода января приведены в таблицах ниже (Таблица 3.1 – 3.5).

По стационарным периодам сразу были рассчитаны температуры самых холодных пятидневок и однодневок:

Таблица 3.1 Данные первого стационарного периода по январю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1993	-13,4	-14,5	-14,2
1994	-16,0	-15,4	-16,2
1995	-16,2	-15,6	-16,6
1996	-22,3	-22,9	-23,3
Самая холодная температура	-22,3	-22,9	-23,3
Температура холодной пятидневки	-45,4	-46,2	-46,7
Температура холодной однодневки	-47,2	-48,0	-48,5

Таблица 3.2 Данные второго стационарного периода по январю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1997	-13,7	-12,8	-17,1
1998	-23,1	-22,5	-21,8
1999	-16,5	-20,0	-18,0
2000	-18,0	-21,5	-19,7
Самая холодная температура	-23,1	-22,5	-21,8
Температура холодной пятидневки	-46,5	-45,7	-44,8
Температура холодной однодневки	-48,3	-47,5	-46,5

Таблица 3.3 Данные третьего стационарного периода по январю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2001	-19,6	-21,6	-23,7
2002	-7,2	-7,2	-9,7
2003	-15,7	-15,3	-15,7
2004	-18,9	-19,5	-18,9
2005	-15,5	-15,5	-12,2
Самая холодная температура	-19,6	-21,6	-23,7
Температура холодной пятидневки	-42,1	-44,6	-47,3
Температура холодной однодневки	-43,7	-46,3	-49,1

Таблица 3.4 Данные четвёртого стационарного периода по январю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2006	-26,9	-26,8	-30,9
2007	-9,5	-9,8	-10,2
2008	-22,4	-22,5	-20,4
2009	-17,1	-18,0	-19,4
2010	-25,7	-27,7	-27,4
2011	-23,6	-24,7	-22,9
2012	-21,5	-20,8	-21,0
2013	-17,0	-17,5	-20,3
Самая холодная температура	-26,9	-27,7	-30,9
Температура холодной пятидневки	-51,2	-52,3	-56,2
Температура холодной однодневки	-53,2	-54,3	-58,4

Таблица 3.5 Данные пятого стационарного периода по январю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2014	-16,9	-15,2	-19,2
2015	-15,0	-13,2	-15,9
2016	-20,9	-20,9	-22,4
2017	-14,7	-15,0	-19,2
2018	-22,0	-21,5	-21,1
2019	-16,8	-14,9	-16,3
2020	-10,7	-10,5	-12,3
2021	-20,8	-21,7	-22,9
2022	-15,1	-14,9	-14,7
2023	-13,5	-13,9	-14,6
Самая холодная температура	-22,0	-21,7	-22,9
Температура холодной пятидневки	-45,1	-44,8	-46,3
Температура холодной однодневки	-46,8	-46,5	-48,1

Помимо расчёта температуры холодных пятидневок необходимо было рассчитать вентиляционную температуру, она рассчитывается по самому холодному месяцу, в рамках данной работы самым холодным месяцем был зарегистрирован январь 2006.

Температура необходима для проектирования отопления в здании, определения типа системы обогрева помещения, её положено рассчитывать ещё на

стадии проектирования постройки в соответствии со СНиП 13330.2012, 41-01-2003.

Вентиляционная температура рассчитывается по формуле $t_{в}=1,125*t_{х}-T_2$, (3.3):

$$t_{в}=1,125*t_{х}-T_2, \quad (3.3)$$

где $t_{х}$ это средняя температура самого холодного месяца; T_2 является постоянным коэффициентом, зависящим от региона, равен значению -3 [7].

Для упрощения расчётов вентиляционной температуры была построена таблица (Таблица 3.6), все значения температур представлены в градусах Цельсия:

Таблица 3.6 Данные минимальной температуры воздуха за январь и расчётная вентиляционная температура за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Январь 2006	-26,9	-26,8	-30,9
Вентиляционная температура	-27,2	-27,1	-31,7

Вентиляционная температура необходима для проектирования вентиляции в здании, определения типа воздухообмена в помещениях, её положено рассчитывать в соответствии со СНиП 13330.2012, 41-01-2003 ещё на стадии проектирования постройки.

Для июля аналогично были построены графики средней температуры воздуха, скользящего среднего для 3 и 5 дней и выявлены периоды стационарности. С графиком для станции Карасук можно ознакомиться ниже (Рисунок 3.2), для станций Тогучин и Кыштовка графики расположены в приложении (Приложения 44-45), температура воздуха на всех графиках осреднения температур измеряется в градусах Цельсия.

Анализ линейного тренда температур воздуха июля так же плохо описывает изменчивость распределения, но своим наклоном указывает на потепление в течение 30 лет.

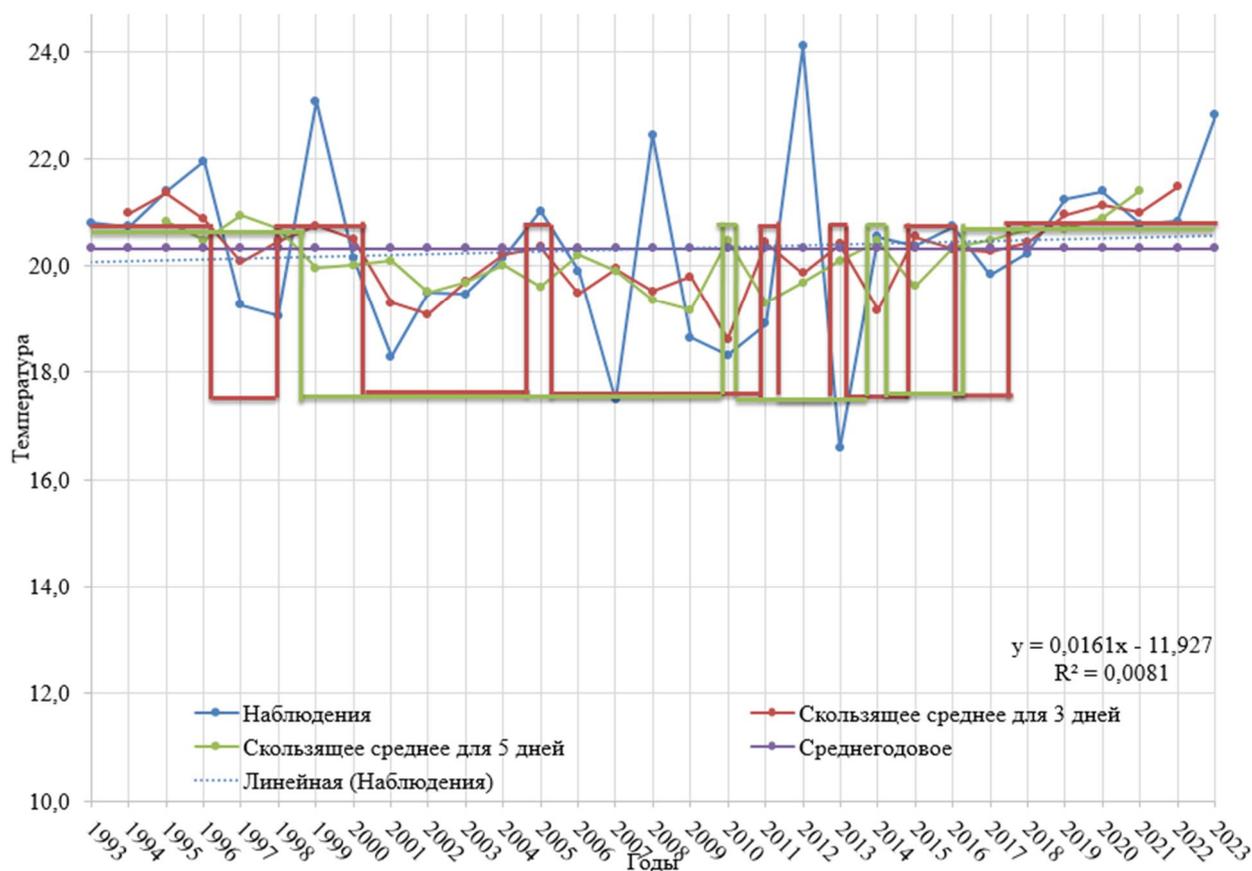


Рисунок 3.2 Данные осреднения температур воздуха за июль в период с 1993 по 2023 годы для станции Карасук

По данным графика выше подобным образом были составлены таблицы стационарных периодов и расчёт холодных пятидневок и однодневок (Таблица 3.7 – 3.9).

Таблица 3.7 Данные первого стационарного периода по июлю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1993	20,8	19,6	19,6
1994	20,7	19,2	18,4
1995	21,4	19,5	20,3
1996	21,9	21,5	20,2
1997	19,3	18,3	15,3
1998	19,1	17,5	22,1
Самая холодная температура	19,1	17,5	15,3
Температура холодной пятидневки	6,2	4,2	1,6

Температура холодной однодневки	7,0	4,9	2,1
---------------------------------	-----	-----	-----

Таблица 3.8 Данные второго стационарного периода по июлю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1999	23,1	21,2	21,7
2000	20,1	17,5	18,4
2001	18,3	16,2	16,8
2002	19,5	18,0	16,9
2003	19,5	17,5	17,0
2004	20,1	16,9	18,1
2005	21,0	19,8	19,1
2006	19,9	18,7	18,2
2007	17,5	20,4	19,6
2008	22,4	19,5	19,6
2009	18,6	18,6	17,4
2010	18,3	16,9	16,3
2011	18,9	16,5	15,5
2012	24,1	21,7	21,3
2013	16,6	14,8	15,5
2014	20,5	19,6	15,1
2015	20,4	19,4	17,5
Самая холодная температура	16,6	14,8	15,1
Температура холодной пятидневки	3,1	0,9	1,2
Температура холодной однодневки	3,7	1,3	1,7

Таблица 3.9 Данные третьего стационарного периода по июлю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2016	20,7	19,8	19,4
2017	19,8	18,2	17,0
2018	20,2	17,9	18,5
2019	21,2	18,5	19,2

2020	21,4	19,1	19,2
2021	20,8	19,4	18,4
2022	20,8	18,1	18,0
2023	22,8	20,6	20,0
Самая холодная температура	19,8	17,9	17,0
Температура холодной пятидневки	7,2	4,7	3,6
Температура холодной однодневки	8,0	5,4	4,2

По данным самого теплого месяца необходимо было найти температуру наиболее жарких суток, она рассчитывается по формуле $t_{н.ж.}=t_{ж}+T_m$, (3.4) и измеряется в градусах Цельсия:

$$t_{н.ж.}=t_{ж}+T_m, \quad (3.4)$$

где $t_{ж}$ характеризует среднюю температуру самого теплого месяца (в рамках данной работы таким месяцем является июль); T_m это постоянный коэффициент, зависящий от региона, для Новосибирской области показатель равен 9 [7].

С целью наглядного представления ниже расположена таблица со значениями средней температуры июля и расчётной температуры наиболее жарких суток (Таблица 3.10).

Таблица 3.10 Данные о средней температуре июля и рассчитанной температуре наиболее жарких суток

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Средняя температура июля	18,2	16,9	16,7
Температура наиболее жарких суток	27,2	25,9	25,7

Для характеристики апреля были построены аналогичные предыдущим двумя месяцам графики и таблицы.

График средних значений, скользящих осреднений за 3 и 5 дней и линейного тренда для станции Карасук расположен ниже (Рисунок 3.3). Графики те же графики, но для станций Тогучин и Кыштовка находятся в приложении (Приложения 46-47).

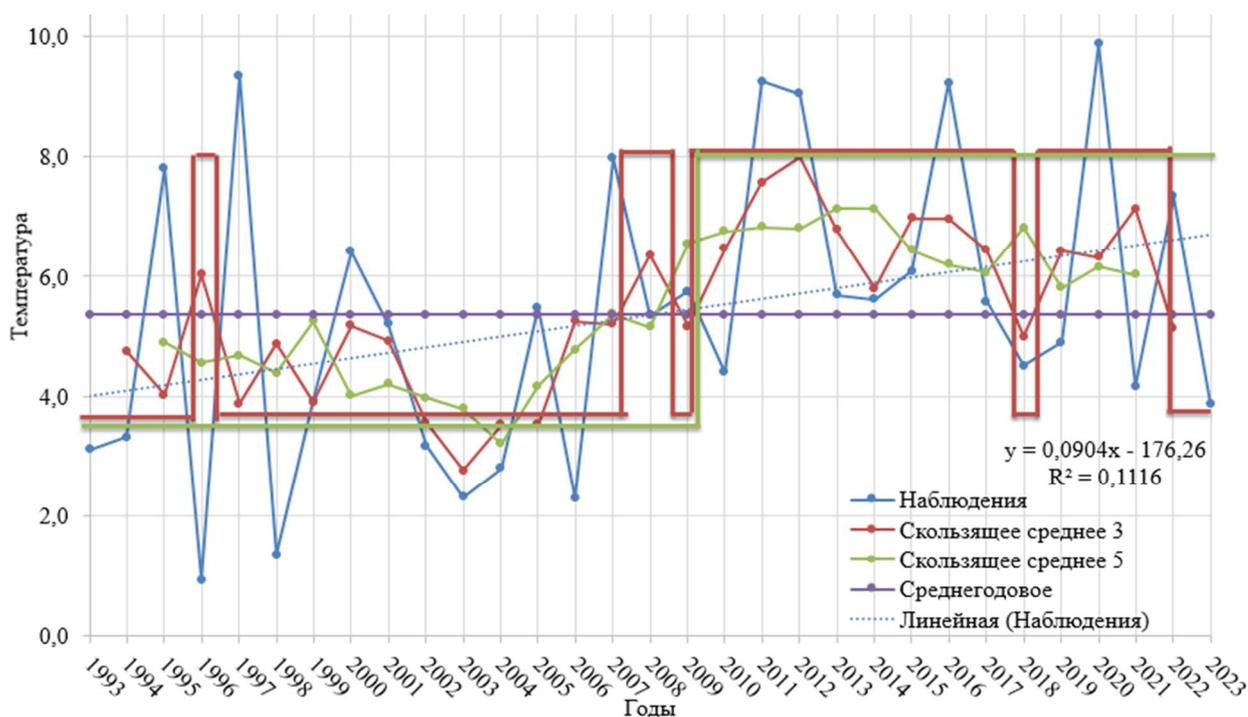


Рисунок 3.3 Данные осреднения температур воздуха за апрель в период с 1993 по 2023 годы для станции Карасук

Проанализировав коэффициент детерминации линейного тренда на графике выше, стало ясно, что тренд описывает 11% изменчивости параметра, это означает, что в апреле температура имеет стабильных характер, без присущих предыдущим месяцам скачков, и, в целом, растёт с течением времени.

После построения графика необходимо было посчитать температуры холодных пятидневок и однодневок по стационарным периодам, для этого были построены следующие таблицы (Таблица 3.11, Таблица 3.12), значения температуры в которых указаны в градусах Цельсия.

Таблица 3.11 Данные первого стационарного периода по апрелю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1993	3,1	1,5	1,0
1994	3,3	2,0	0,9
1995	7,8	5,4	7,2
1996	0,9	0,3	-1,9
1997	9,3	8,5	7,7
1998	1,3	1,0	-2,0

1999	3,9	2,2	1,0
2000	6,4	3,7	4,7
2001	5,2	2,2	2,8
2002	3,2	0,3	-1,1
2003	2,3	0,7	1,2
2004	2,8	1,8	-1,3
2005	5,5	2,4	2,5
2006	2,3	-2,1	-1,6
2007	8,0	6,5	5,9
2008	5,4	2,6	2,0
Самая холодная температура	0,9	-2,1	-2,0
Температура холодной пятидневки	-16,4	-20,2	-20,1
Температура холодной однодневки	-16,8	-20,7	-20,6

Таблица 3.12 Данные второго стационарного периода по апрелю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2009	5,8	4,4	3,5
2010	4,4	2,0	3,8
2011	9,3	6,0	5,9
2012	9,1	5,3	6,2
2013	5,7	3,6	3,6
2014	5,6	5,3	3,6
2015	6,1	5,8	4,7
2016	9,2	6,8	6,2
2017	5,6	4,8	4,1
2018	4,5	3,1	0,8
2019	4,9	3,6	2,0
2020	9,9	8,4	8,2
2021	4,2	3,2	3,1
2022	7,3	5,0	5,2

2023	3,9	0,6	1,7
Самая холодная температура	3,9	0,6	0,8
Температура холодной пятидневки	-12,8	-16,8	-16,6
Температура холодной однодневки	-12,9	-17,2	-17,0

Анализ данных за октябрь начался с построения упомянутых выше графиков средних значений температур воздуха, осреднений по 3 и 5 дням и линии тренда. График октябрь за 30 лет для станции Карасук можно наблюдать ниже (Рисунок 3.4), для станций Тогучин и Кыштовка графики расположены в приложении (Приложения 48-49).

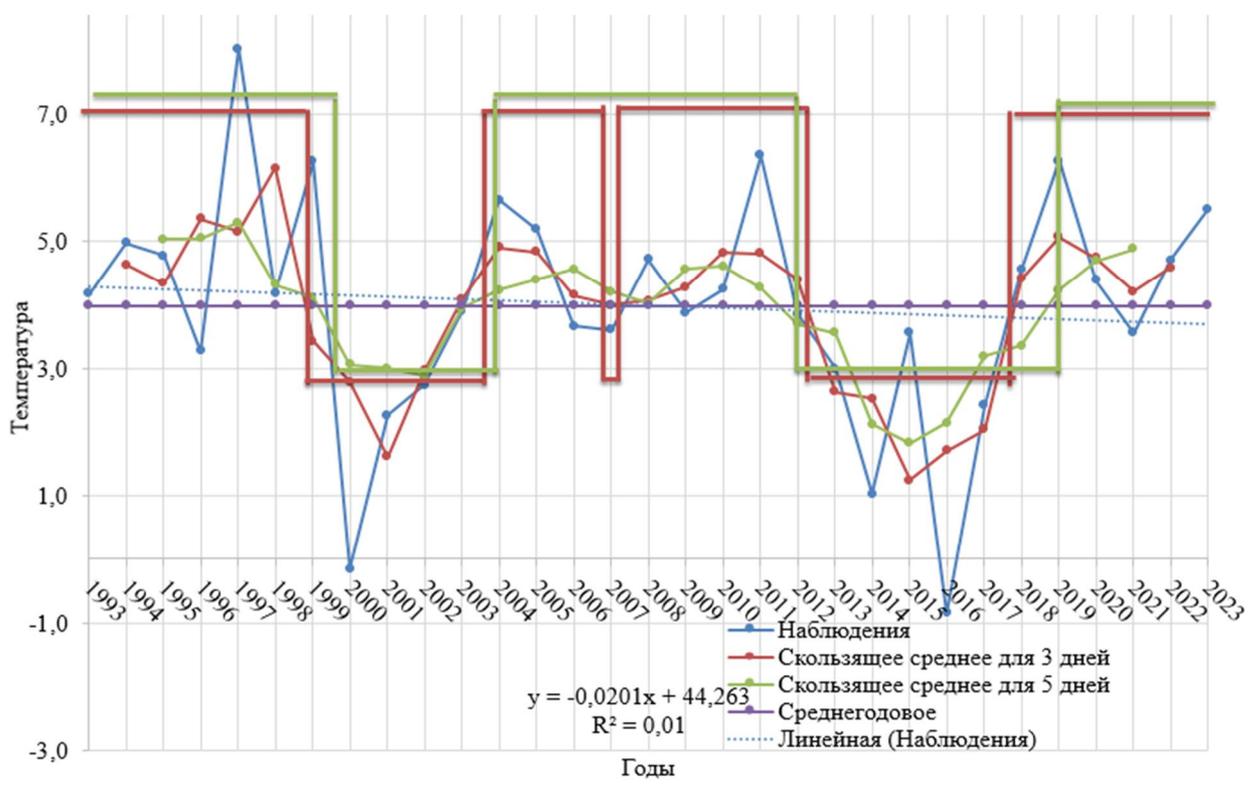


Рисунок 3.4 Данные осреднения температур воздуха за октябрь в период с 1993 по 2023 годы для станции Карасук

Линейный тренд достаточно плохо описывает изменчивость параметра октября, однако, в целом, указывает на снижение температуры воздуха с течением времени.

С целью расчётов температур холодных пятидневок и однодневок стационарных периодов были построены следующие таблицы с указанными значениями температуры в градусах Цельсия (Таблица 3.13 – 3.17).

Таблица 3.13 Данные первого стационарного периода по октябрю за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
1993	4,2	3,0	1,7
1994	5,0	3,2	4,4
1995	4,8	4,3	3,0
1996	3,3	0,1	-0,5
1997	8,0	4,9	5,2
1998	4,2	2,6	2,0
1999	6,3	2,6	-0,8
Самая холодная температура	3,3	0,1	-0,8
Температура холодной пятидневки	-13,5	-17,5	-18,6
Температура холодной однодневки	-13,7	-17,9	-19,1

Таблица 3.14 Данные второго стационарного периода по октябрю за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2000	-0,2	-1,4	-0,7
2001	2,3	1,1	0,1
2002	2,7	0,8	0,6
2003	3,9	2,6	2,7
Самая холодная температура	-0,2	-1,4	-0,7
Температура холодной пятидневки	-17,8	-19,4	-18,5
Температура холодной однодневки	-18,2	-19,8	-18,9

Таблица 3.15 Данные третьего стационарного периода по октябрю за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2004	5,6	4,7	2,1
2005	5,2	5,1	3,8
2006	3,7	1,9	1,1
2007	3,6	2,0	2,6
2008	4,7	3,9	4,4
2009	3,9	2,1	2,5

2010	4,2	4,6	3,9
2011	6,4	5,8	5,2
2012	3,8	1,7	2,6
Самая холодная температура	3,6	1,7	1,1
Температура холодной пятидневки	-13,1	-15,4	-16,2
Температура холодной однодневки	-13,3	-15,7	-16,6

Таблица 3.16 Данные четвертого стационарного периода по октябрю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2013	3,0	2,5	1,0
2014	1,0	0,0	-2,1
2015	3,6	3,4	0,7
2016	-0,8	-1,9	-2,0
2017	2,4	1,4	0,1
2018	4,5	5,6	3,6
Самая холодная температура	-0,8	-1,9	-2,1
Температура холодной пятидневки	-18,7	-20,0	-20,3
Температура холодной однодневки	-19,1	-20,5	-20,8

Таблица 3.17 Данные пятого стационарного периода по октябрю в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
2019	6,3	4,2	4,0
2020	4,4	3,4	3,3
2021	3,6	3,0	2,4
2022	4,7	3,4	2,7
2023	5,5	5,4	4,5
Самая холодная температура	3,6	3,0	2,4
Температура холодной пятидневки	-13,2	-13,8	-14,6
Температура холодной однодневки	-13,3	-14,0	-14,9

Большое количество периодов стационарности говорит об устойчивых потеплениях и похолоданиях температуры воздуха с ходом времени.

Для итогового анализа стационарных периодов были построены графики распределения средних температур воздуха, скользящих средних для 3 и 5 дней, линии тренда. График для станции Карасук по среднегодовым значениям расположен ниже (Рисунок 3.5), для станций Тогучин и Кыштовка графики находятся в приложении (Приложения 50-51).

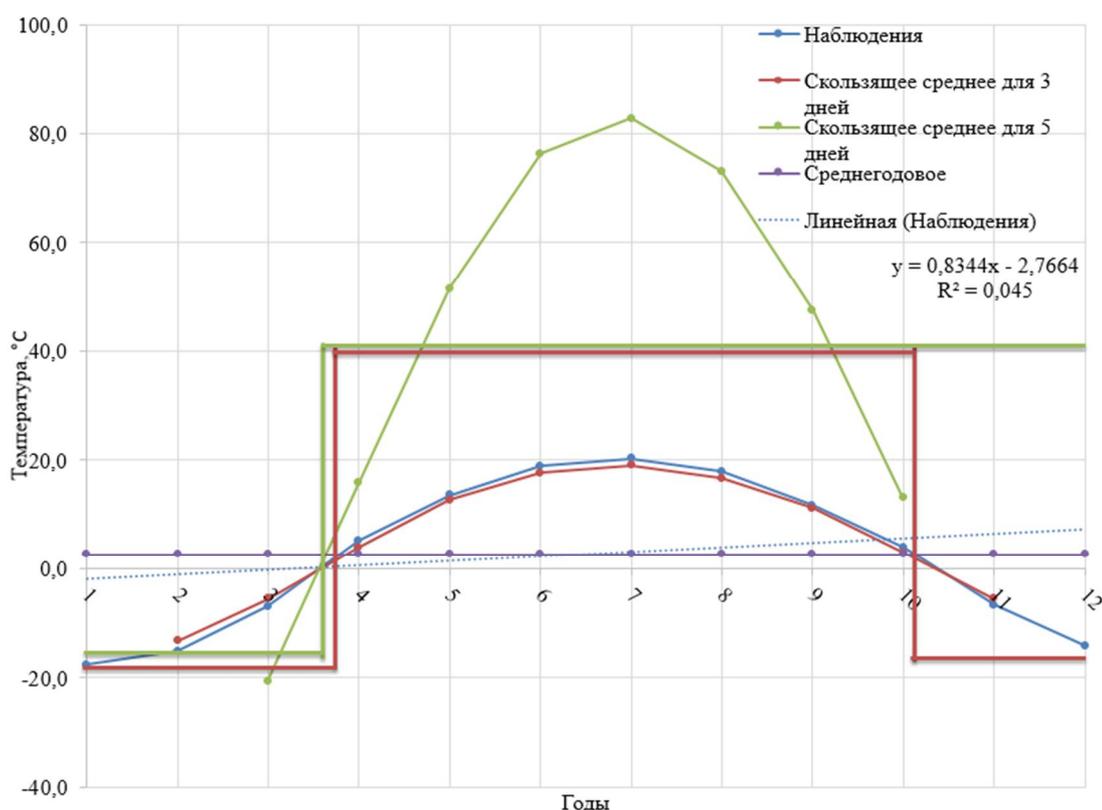


Рисунок 3.5 Данные осреднения температур воздуха в период с 1993 по 2023 годы для станции Карасук

Линейный тренд предыдущего графика описывает всего 4% распределения температуры воздуха, однако он указывает на рост параметра с течением лет.

Аналогично предыдущим месяцам для нахождения холодных пятидневок и однодневок были построены таблицы стационарных периодов (Таблица 3.18 – 3.20):

Таблица 3.18 Данные первого стационарного периода за годы за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Январь	-17,6	-17,9	-18,7
Февраль	-15,1	-14,4	-15,5
Март	-6,9	-6,3	-6,8
Апрель	5,4	3,5	3,0
Самая холодная температура	-17,6	-17,9	-18,7
Температура холодной пятидневки	-39,6	-39,9	-40,9
Температура холодной однодневки	-41,1	-41,4	-42,4

Таблица 3.19 Данные второго стационарного периода за годы за 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Май	13,7	11,3	11,1
Июнь	19,0	17,1	16,4
Июль	20,3	18,7	18,4
Август	18,0	16,4	15,3
Сентябрь	11,8	9,8	9,1
Октябрь	4,0	2,8	2,1
Самая холодная температура	4,0	2,8	2,1
Температура холодной пятидневки	-12,6	-14,1	-15,0
Температура холодной однодневки	-12,8	-14,4	-15,3

Таблица 3.20 Данные третьего стационарного периода за годы в течение 30 лет

	Карасук	Тогучин	Кыштовка
Ноябрь	-6,6	-7,3	-8,5
Декабрь	-14,1	-14,5	-15,5
Самая холодная температура	-14,1	-14,5	-15,5
Температура холодной пятидневки	-35,2	-35,8	-37,0
Температура холодной однодневки	-36,4	-37,0	-38,3

Основываясь на данных таблиц выше, можно сделать вывод о продолжительности теплого и холодного периодов года. Теплый период имеет продолжительность с мая по октябрь, а холодный период начинается в ноябре и заканчивается в апреле.

Помимо расчётов стационарных периодов по температуре почвы заданием было проанализировать глубину промерзания почвы, она измеряется в сантиметрах.

Формула для расчёта глубины промерзания почвы за холодный сезон следующая (3.5):

$$h_H = c * \sqrt{\sum |t| + 2}, \quad (3.5)$$

где c является коэффициентом, зависящим от состава почвы (в случае Новосибирской области была взята супесь и значение коэффициента равно 28); $\sum |t|$ характеризует абсолютные значения суммы отрицательных температур за зимний [7].

После расчётов стало ясно, что для станции Карасук глубина промерзания почвы равна 204 см, для станции Тогучин – 210 см, а для станции Кыштовка – 221 см.

3.2. Расчет показателей режима осадков

Расчёт показателей режима осадков проводился на основе указанных ранее данных количества осадков с 1992 по 2022 годы.

Анализ линии тренда на графике выше (Рисунок 2.7) показал, что выбранный линейный тренд описывает 1% изменчивости ряда, вывод об этом можно сделать, оценив коэффициент детерминации R^2 , однако, в целом, количество осадков уменьшается. Графики для остальных месяцев представлены в приложении (Приложения 14-24). Наилучшим образом линия тренда описывает изменчивость количества осадков для июня, что подтверждается значением коэффициента детерминации, равным 13%. Данный факт свидетельствует о минимальном разбросе значений показателя в указанный период.

Помимо вышесказанного для полного анализа показателей режима осадков необходимо было рассчитать повторяемость косых дождей в летний период. Косыми дождями считаются случаи при одновременном ветре более 5 м/с и наличии жидких осадках в виде дождя. Для станции Огурцово повторяемость дождя и какого-либо ветра составила 38%, при зарегистрированном количестве совпадений дождя и ветра равном 646 и общем количестве наблюдаемого дождя 1683. Для ситуации с косыми дождями повторяемость равна 1%, при регистрации случаев дождя и ветра со скоростью более 5 м/с равных числу 23, учитывая то же общее количество случаев наблюдений дождя.

Расчёт суммы осадков, выпадающих на вертикальную поверхность так же является важной характеристикой при строительстве. Для Новосибирской области была произведена оценка данного параметра с учётом средней скорости ветра в течение суток за период с 2012 по 2022 годы. Поскольку максимальная средняя скорость ветра в этот период была равна 6 м/с. Формула для нахождения суммы осадков в миллиметрах, выпадающих на вертикальную поверхность, была следующей 3.6):

$$R_B = (1.4 * p_1 + 2.4 * p_2 + 3.0 * p_3) * R, \quad (3.6)$$

где R является общей суммой осадков за теплый период в течение 10 лет; p_1 характеризует вероятность скорости ветра при дожде от 6 до 9 м/с, она составила 0,2% общего количества скоростей ветра за выбранный период; p_2 и p_3 означают вероятность скорости ветра при дожде от 10 до 14 и ≥ 15 м/с соответственно. Поскольку в выбранный период не наблюдался ветер более 9 м/с, то значения p_2 и p_3 равны нулю. По итогам расчёта выяснилось, что сумма осадков, выпадающих на вертикальную поверхность равна 9,5 мм.

Важное место в исследовании осадков отводится оценке экстремально возможных осадков. Эти исследования важны для обеспечения водоотведения и водоотчистки. В исследуемом регионе максимальные осадки выпадают в июле месяце и за период исследований максимум составил 165,4 мм.

Для оценки вероятности экстремальных осадков необходимо рассчитать интегральную вероятность по наблюдаемым суммам осадков по формуле $P =$

$$\frac{m}{n+1},$$

(3.7) для ранжированного ряда в порядке

возрастания, поскольку определяем вероятность максимальных осадков, вероятность указана в процентах.

$$P = \frac{m}{n+1}, \quad (3.7)$$

где m – порядковый номер ранжированного ряда, n – количество наблюдений.

Результаты расчета приведены в таблице 3.21.

Таблица 3.21 Интегральные вероятности осадков

№	Осадки, мм	%	№	Осадки, мм	%	№	Осадки, мм	%
1	45,0	3,1	11	57,0	34,4	21	67,0	65,6
2	47,4	6,3	12	57,5	37,5	22	70,0	68,8
3	47,7	9,4	13	57,5	40,6	23	73,3	71,9
4	48,3	12,5	14	57,9	43,8	24	76,2	75,0
5	50,6	15,6	15	59,2	46,9	25	80,0	78,1
6	53,9	18,8	16	60,0	50,0	26	80,1	81,3
7	55,0	21,9	17	60,0	53,1	27	81,9	84,4
8	55,1	25,0	18	60,7	56,3	28	90,0	87,5
9	55,2	28,1	19	63,8	59,4	29	91,4	90,6
10	56,5	31,3	20	63,9	62,5	30	96,2	93,8
						31	165,4	96,9

В виду того, что в нашем случае период наблюдения составляет всего 31 год, а нам необходимо установить максимально возможные осадки за 50 и 100 лет. Для экстраполяции 30-и летних значений в 100 летние воспользуемся специализированной асимметричной клетчаткой Алексева. Фактические точки были экстраполированы полиномиальной функций в 3 степени, что в полной мере отражает характер интегральной кривой. Результаты приведены на ниже (Рисунок 3.6)

Согласно рекомендациям по статистической обработке экстремальных максимальных величин осадков [18, 19], периоды повторения по интересующим годам имеют следующую обеспеченность:

- 2 года, обеспеченность 50%;
- 5 лет – 80%;
- 20 лет – 95%;
- 30 лет – 97%;
- 100 лет – 99%.

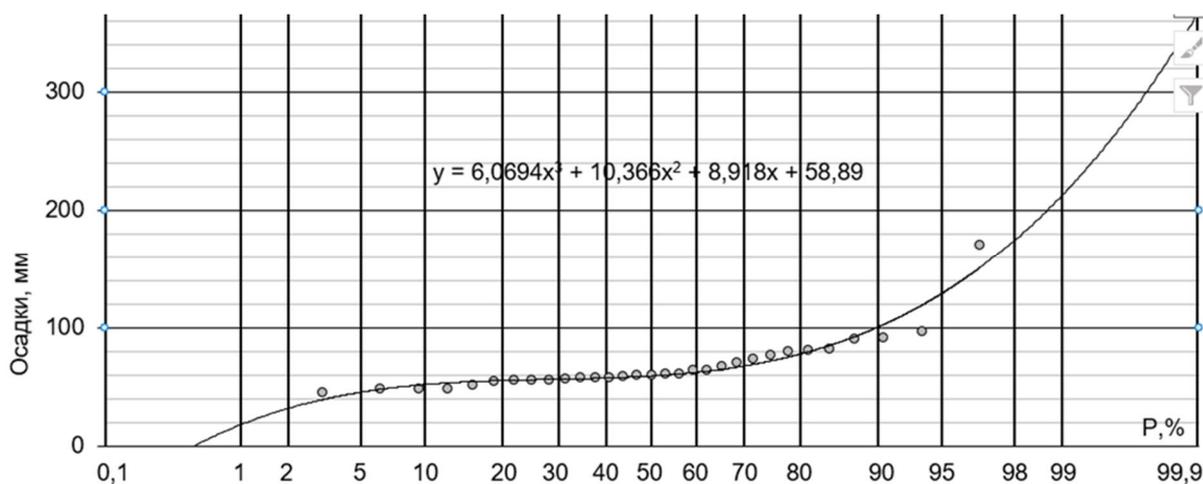


Рисунок 3.6 Кривая обеспеченности осадков

Согласно приведенной интегральной кривой июльский максимум 165,4 мм может наблюдаться 1 раз в 30 лет, что практически соответствует эмпирическому значению, а величина 205 мм может наблюдаться один раз за 100 лет. Таким образом при проектировании и строительстве особо важных конструкций, связанных с водоотведением, следует ориентироваться на сумму осадков примерно в 200 мм.

3.3. Изменчивость ветровой нагрузки.

Анализ изменчивости ветровой нагрузки проводился по данным за 10 лет (2012-2022), то есть по тем же данным, что использовались в работе ранее для оценки ветрового режима области.

На основе построенных графиков (Рисунок 2.12 и Приложения 25-35) усреднения по месяцам за десятилетний период можно заключить, что среди

месяцев, отобранных для анализа линии тренда скорости ветра (январь, апрель, июль, октябрь и май), наиболее точно линейный тренд отражает вариативность показателей апреля, составляющую 28%. Таким образом, апрель является наименее изменчивым месяцем с точки зрения скоростей ветра. Месяц май был взят по причине экстремальной наблюдаемой скорости ветра на станции относительно остальных лет.

Для всех пяти месяцев значение скорости, судя по линейному тренду, падает с течением времени. Данная ситуация может говорить о том, что циклоническая деятельность в выбранном для изучения регионе ослабевает.

Оценивая ветровой режим какой-либо местности с точки зрения строительной отрасли нельзя не сказать о величине ветровой нагрузки на строения. Для анализа было взято теоретическое здание с горизонтальной крышей расположенное в окружении городской застройки.

Непосредственно расчёт ветровой нагрузки на крышу здания ($\text{кгс}/\text{м}^2$) происходил по следующей формуле $W_p=0,7*W*k*C$, (3.8):

$$W_p=0,7*W*k*C, \quad (3.8)$$

где W является нормативной величиной усилия, создаваемого напором воздуха, определяемого по картам СП 20.133330.2011, в случае Новосибирской области он равен значению 38; k это коэффициент, характеризующий зависимость давления от высоты над срезом верхнего уровня земли, в данном случае он равен показателю 1,55; C обозначает аэродинамический коэффициент, учитывающий направление набегания воздушного потока на фронтоны и скаты крыши, в рамках данной работы он равен значению 0,06 [7]. После всех расчётов становится ясно, что ветровая нагрузка на взятое для примера теоретическое здание Новосибирска равна значению 2,53 $\text{кгс}/\text{м}^2$.

Заключение

Обобщая результаты выполненной работы, следует подчеркнуть, что климатическая система Сибири представляет собой сложную для понимания структуру. Ранее воспринимаемые как экстремально холодные зимние периоды становятся всё более мягкими и это сопровождается уменьшением высоты снежного покрова. Уровень осадков демонстрирует устойчивую тенденцию к снижению, несмотря на значительное количество водных объектов на территории региона. Индустрия строительства активно развивается, требуя повышенного внимания к деталям. Полученные данные соответствуют прогнозам, основанным на концепции глобального потепления.

В ходе исследования и оценивания специализированных климатических показателей строительной отрасли Новосибирской области стало понятно, что температура воздуха и почвы растёт в течение времени, взятого за основу климатических периодов, и в сравнении с данными Научно-прикладного справочника СССР. На данный момент нагрев воздуха произошёл в среднем на 1,5 градуса Цельсия, если оценивать данные справочной литературы и многолетние современные значения.

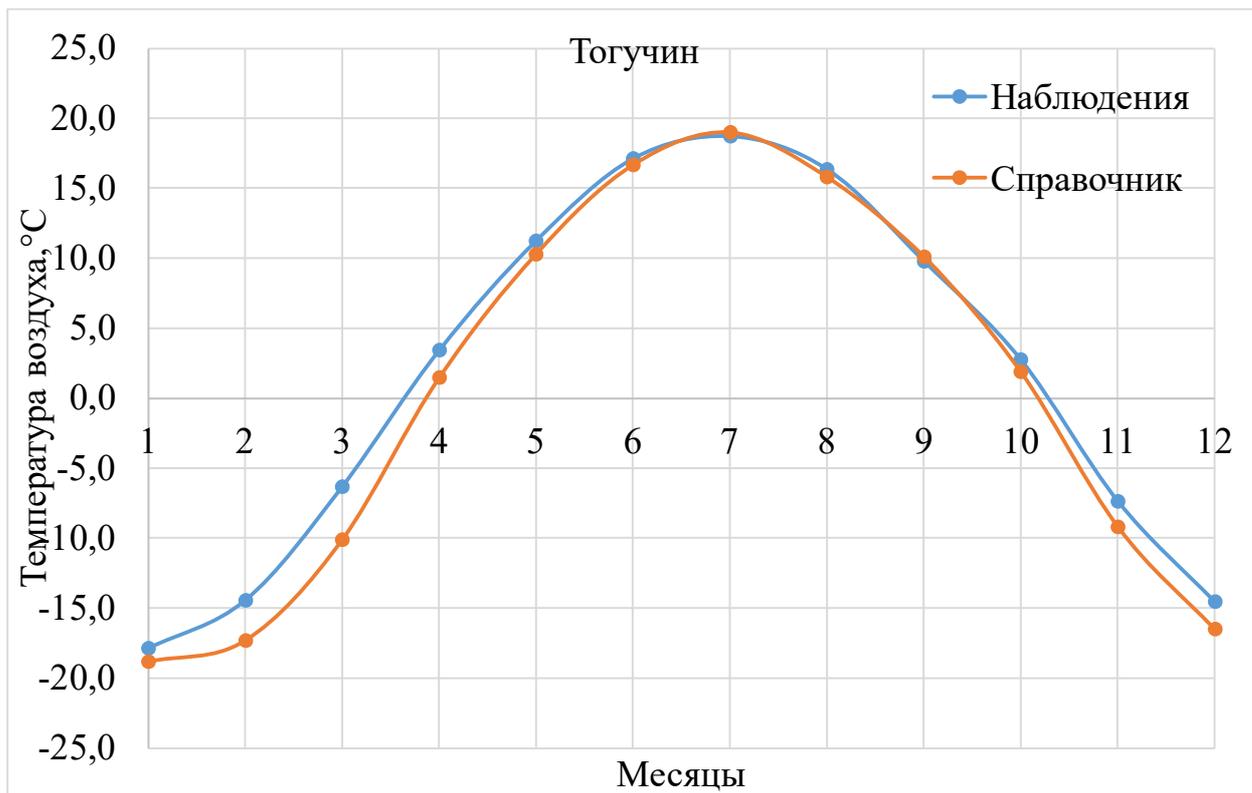
Снижение скорости ветра, по сравнению со значениями, приведенными в справочных материалах, свидетельствует о снижении циклонической активности в данном регионе. В результате снижения циклонической активности и увеличения температуры воздуха наблюдается сокращение количества атмосферных осадков, выпадающих на территории данной области. Данные параметры имеют непосредственное влияние на строительную отрасль Новосибирской области, улучшение системы ОВК, поэтапное уменьшение отопительного периода и подбор теплостойких материалов для возведения новых зданий, всё это уже необходимо региону для дальнейшего развития строительной отрасли и улучшения качества жизни людей в целом.

Список литературы

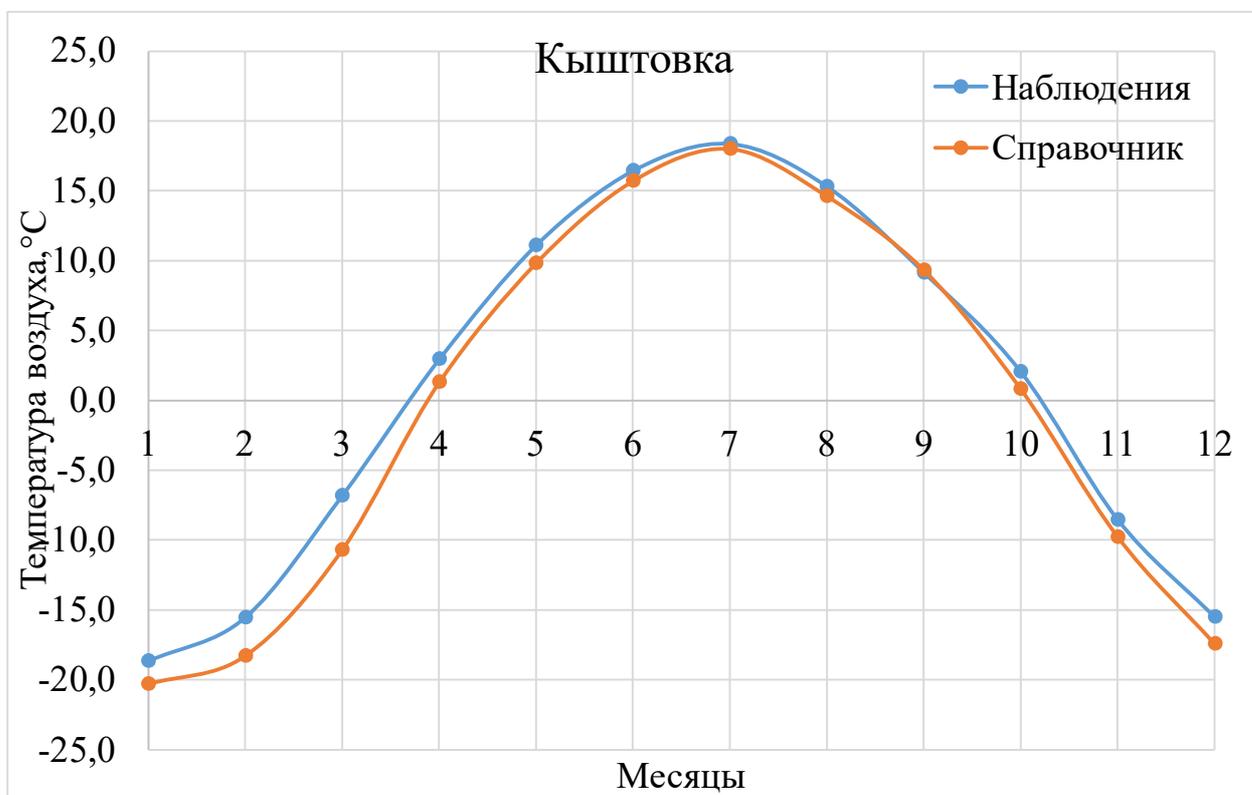
1. Научно-прикладной справочник по климату СССР, Серия 3, Многолетние данные, части 1-16, Выпуск 20, Государственный комитет СССР по Гидрометеорологии, Западно-Сибирское территориальное управление по гидрометеорологии, Санкт-Петербург, 1993
2. Электронный источник, <https://www.nso.ru/news/22876>, дата обращения 28.05.2024
3. СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»
4. Электронный источник, http://pogoda-service.ru/archive_gsod.php, дата обращения 18.04.2024
5. Электронный источник, <http://meteo.ru/data/>, дата обращения 19.04.2024
6. Электронный источник, <https://rp5.ru/>, дата обращения 25.04.2024
7. Учебно-методическое пособие по выполнению практических и расчетно-графических работ по дисциплине "Прикладная климатология", Абанников В. Н., Ааед Мханна, Подгайский Э. В., 2022
8. Электронный источник, <https://www.meteonova.ru/klimat/54/Novosibirskaya%20Oblast/>, дата обращения 10.04.2024
9. Электронный источник, <https://tenchat.ru/media/1324284-analiz-i-perspektivy-stroitelnoy-otrasli-v-nso>, дата обращения 08.04.2024
10. Электронный источник, <https://mir-klimata.info/klimaticheskij-rynok-novosibirska/>, дата обращения 13.03.2024
11. Электронный источник, <https://erzrf.ru/news/novosibirskaya-oblast-planiruyet-rasshirit-obyemy-stroitelstva-v-poltora-raza?search>, дата обращения 04.03.2024
12. Электронный источник, https://omorrss.ru/press-center/novosti/novosti_rss/v_novosibirske_sostoyalas_konferentsiya_posvy

- ashchennaya_strategii_razvitiya_stroitelnoy_otrasli_i_zh/, дата обращения 15.02.2024
13. Электронный источник, <https://novo-sibirsk.ru/about/numbers/>, дата обращения 28.03.2024
14. Электронный источник,
https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b09_13/IssWWW.exe/Stg/html1/02-01.htm,
дата обращения 13.02.2024
15. География строительной индустрии Сибири: Современная характеристика и перспективы развития, Заборцева Т.И, Игнатова О. А., 2014
16. Электронный источник,
<https://cc.voeikovmgo.ru/ru/obslyzhivanie/stroitelstvo>, дата обращения 28.03.2024
17. Электронный источник,
<https://climatescience.ru/articles/60ba330276b1e3001ae038b3>, дата обращения 08.04.2024
18. Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Строительство. Транспорт / Кобышева Н. В., Ключева М. В., Акентьева Е. А., Стадник В. В., Псаломщикова Л. М., Петерс А. А., Пигольцина Г. Б., Разова Е. Н., Фасолько Д. В. – г. Саратов, ООО «Амирит». – 160 с.
19. Климатология / Учебник. О. А. Дроздов, В. А. Васильев, Н. В. Кобышева, А. Н. Раевский, Л. К. Смекалова, Е. П. Школьный. – Ленинград, Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

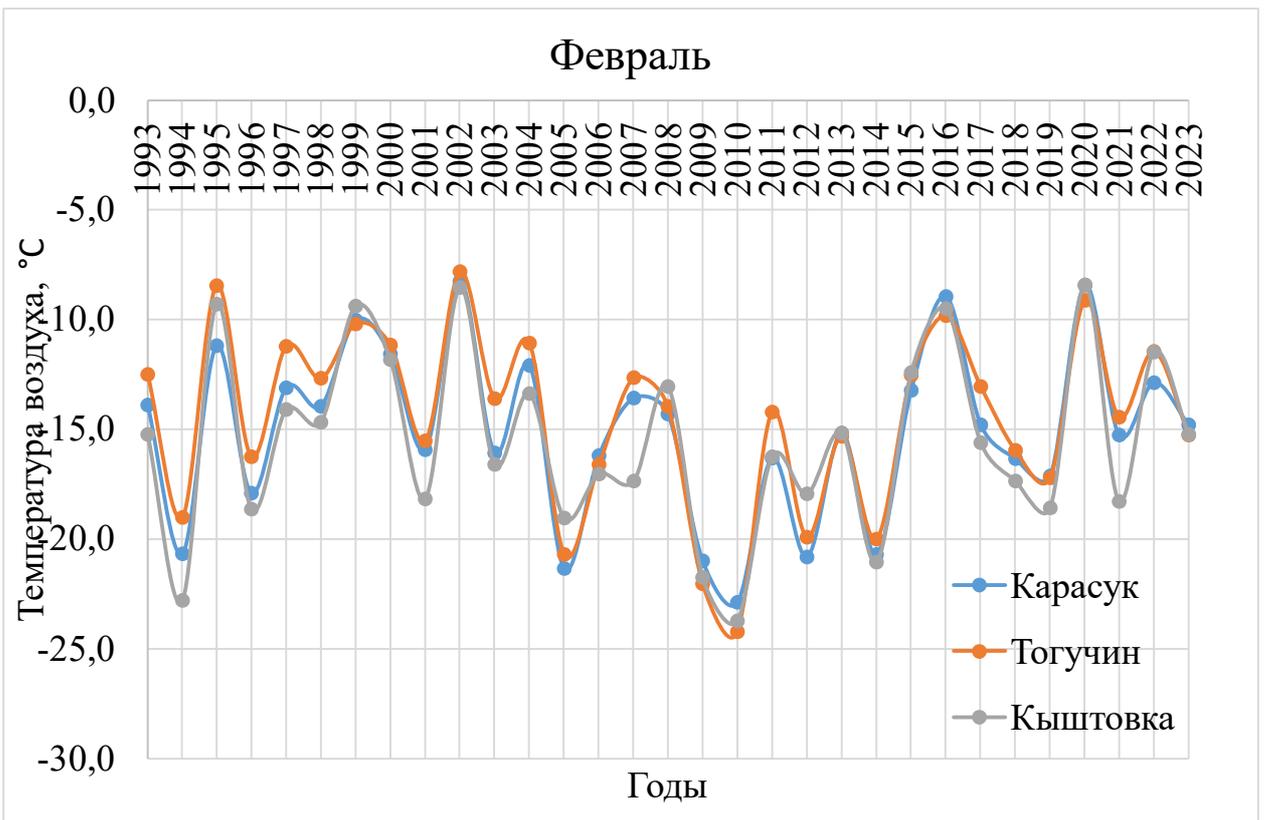
Приложение



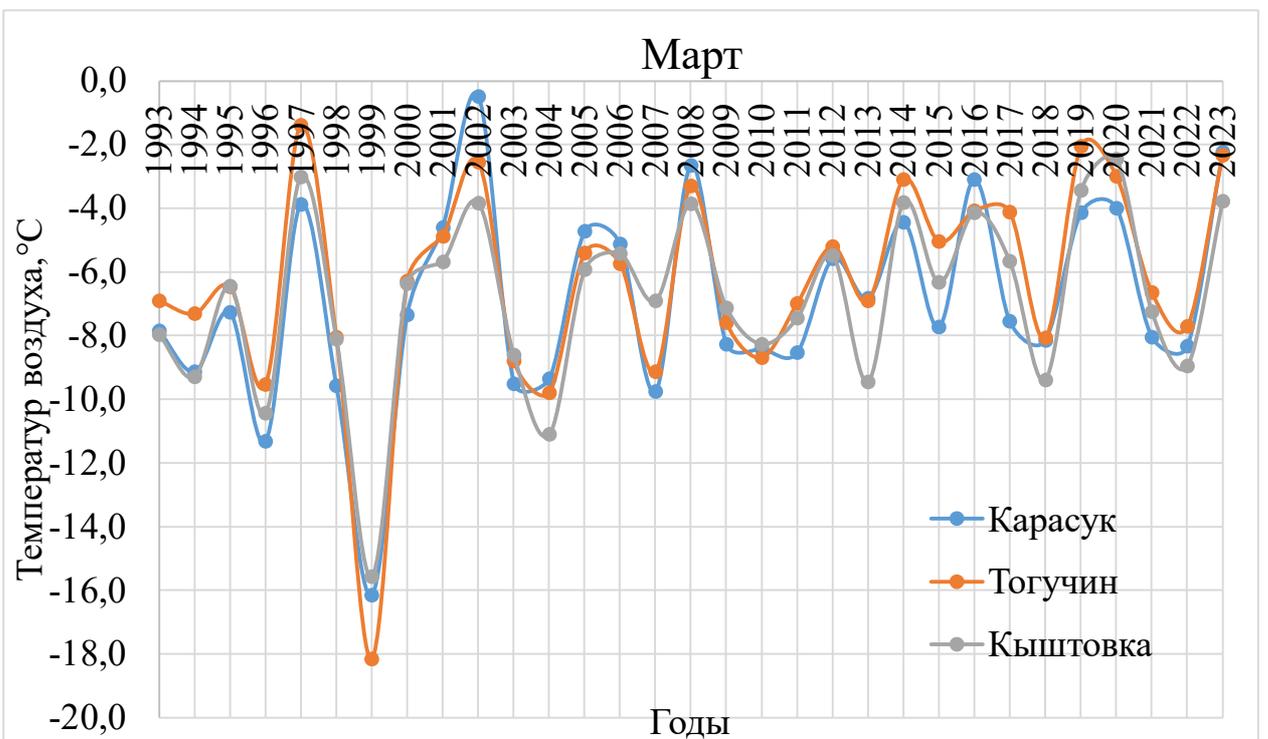
Приложение 1 - График осреднения по месяцам за 30 лет для данных со станции Тогучин и температуры из справочника



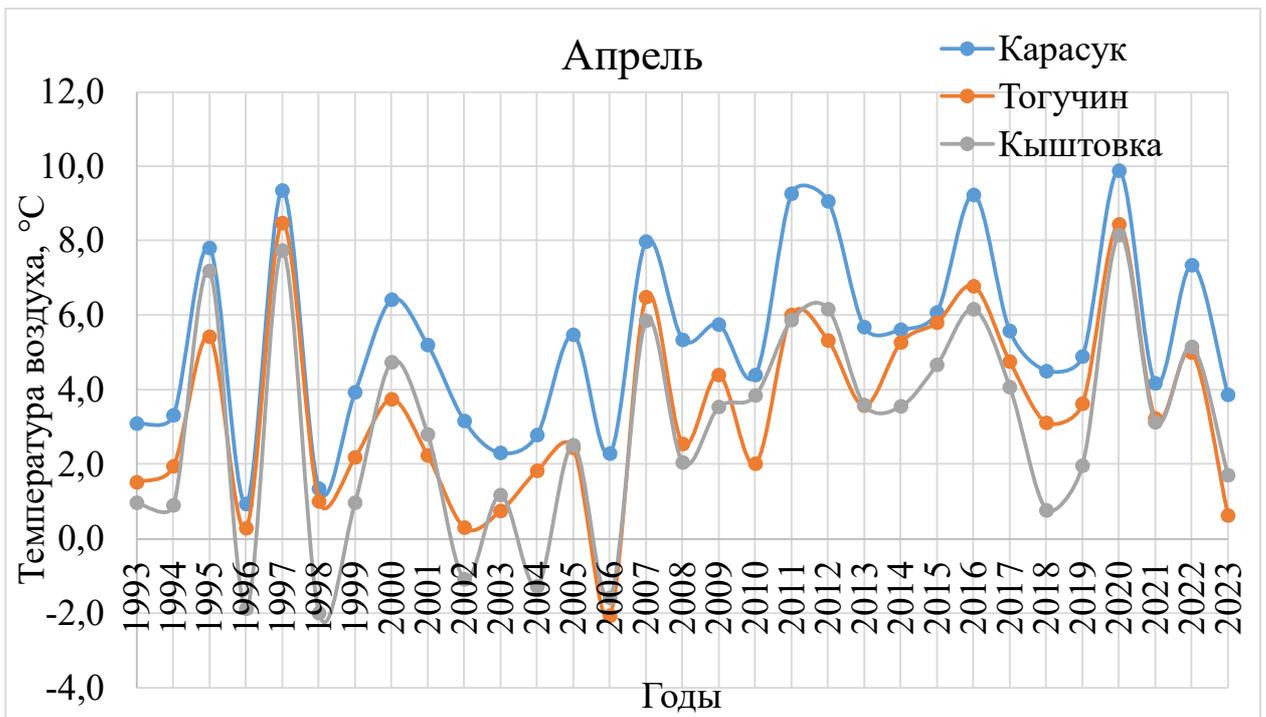
Приложение 2 - График осреднения по месяцам за 30 лет для данных со станции Кыштовка и температуры из справочника



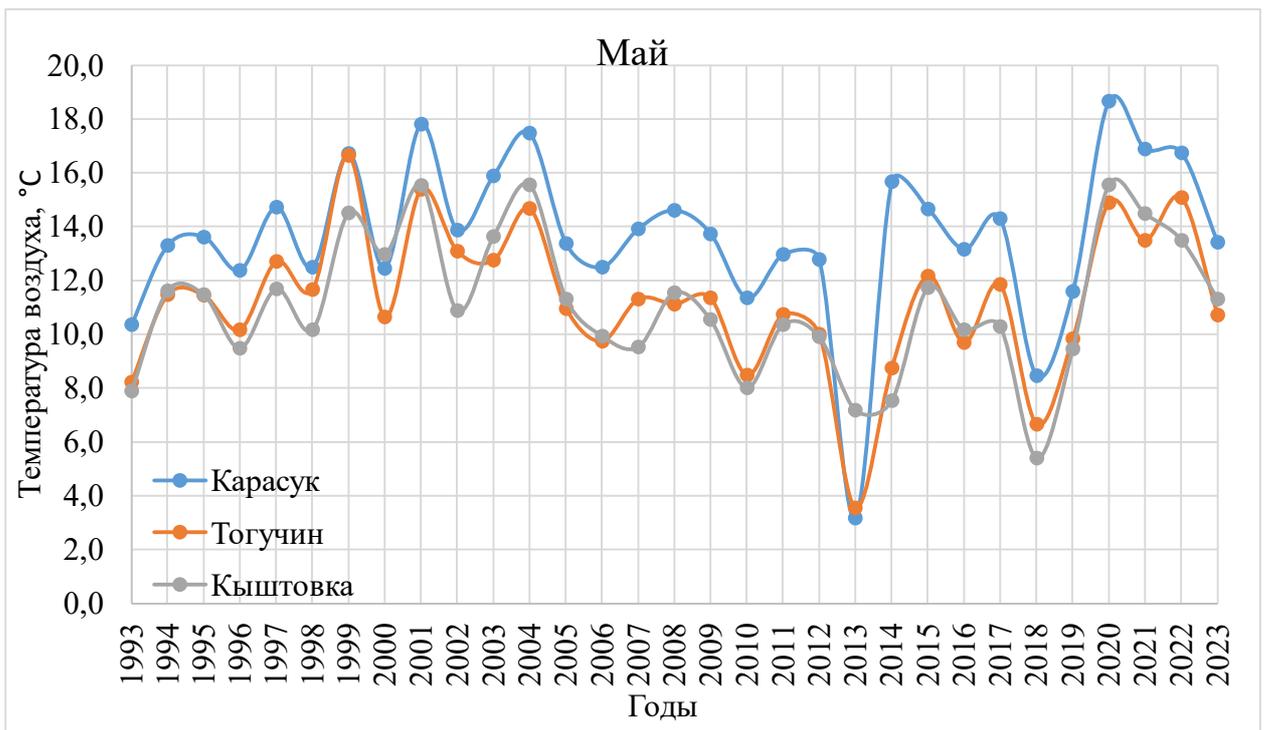
Приложение 3 Распределение температуры воздуха в феврале для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



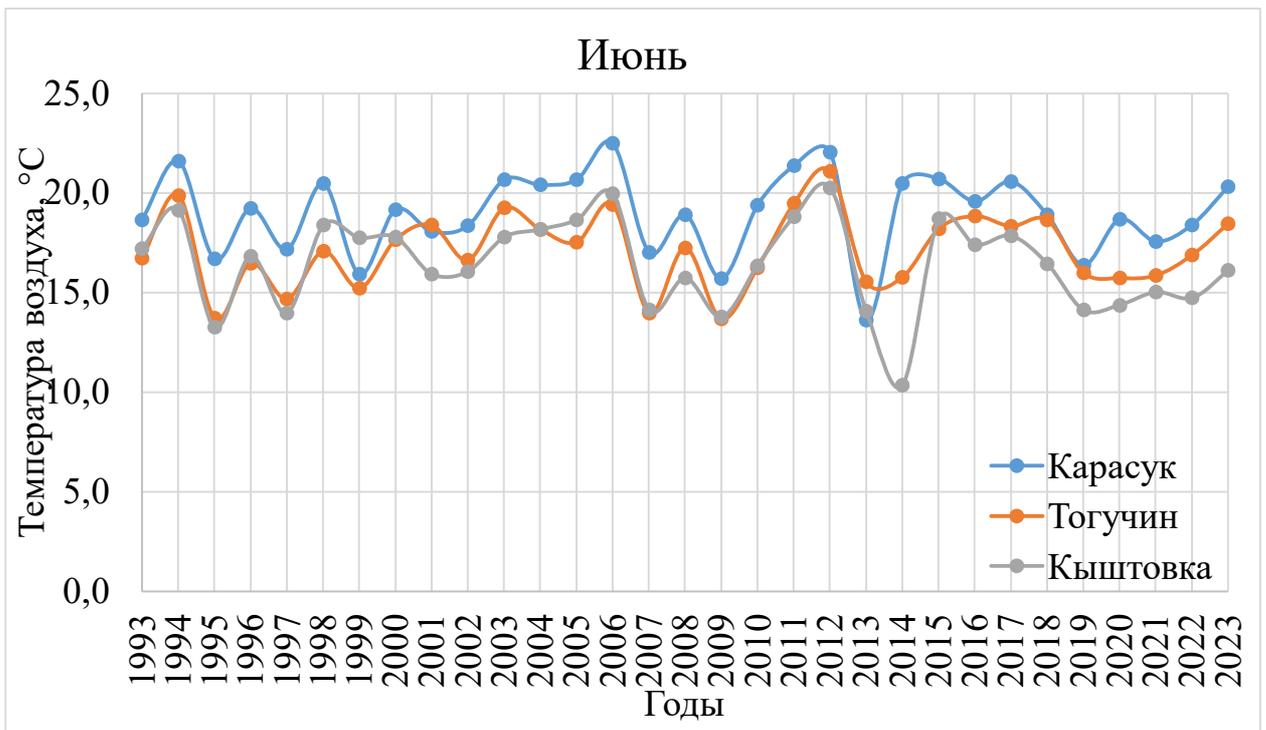
Приложение 4 Распределение температуры воздуха в марте для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



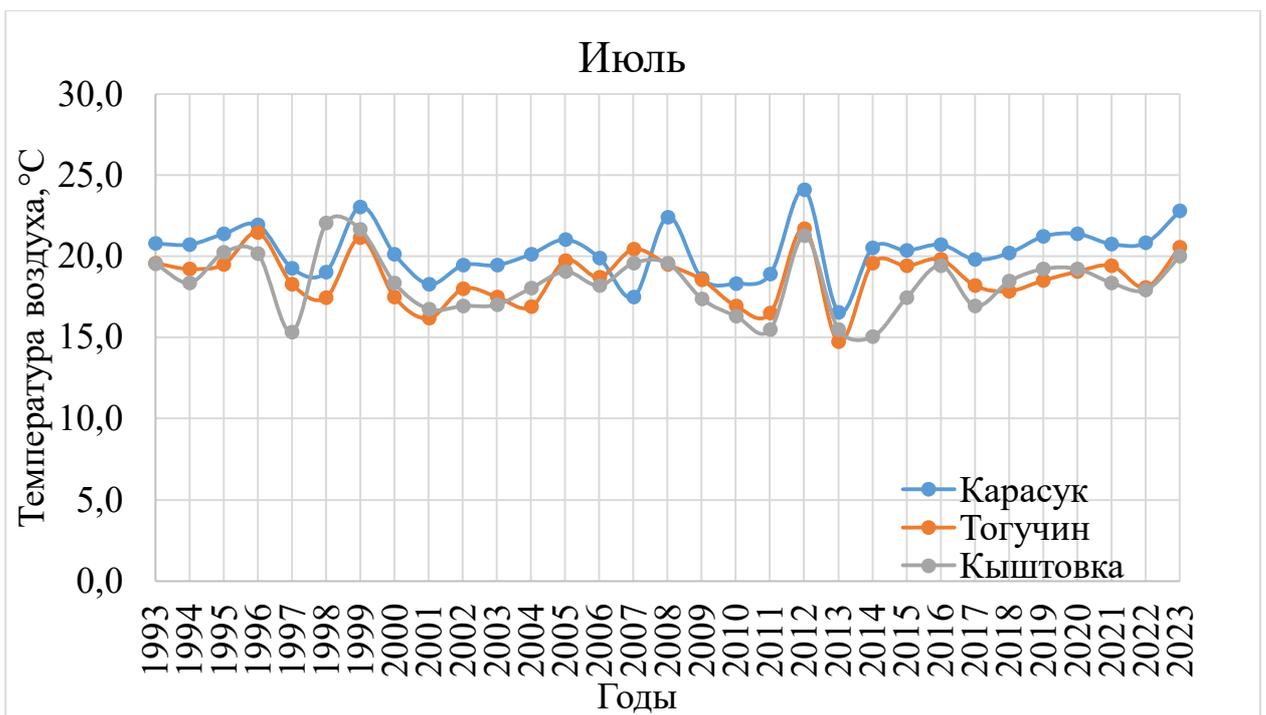
Приложение 5 Распределение температуры воздуха в апреле для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



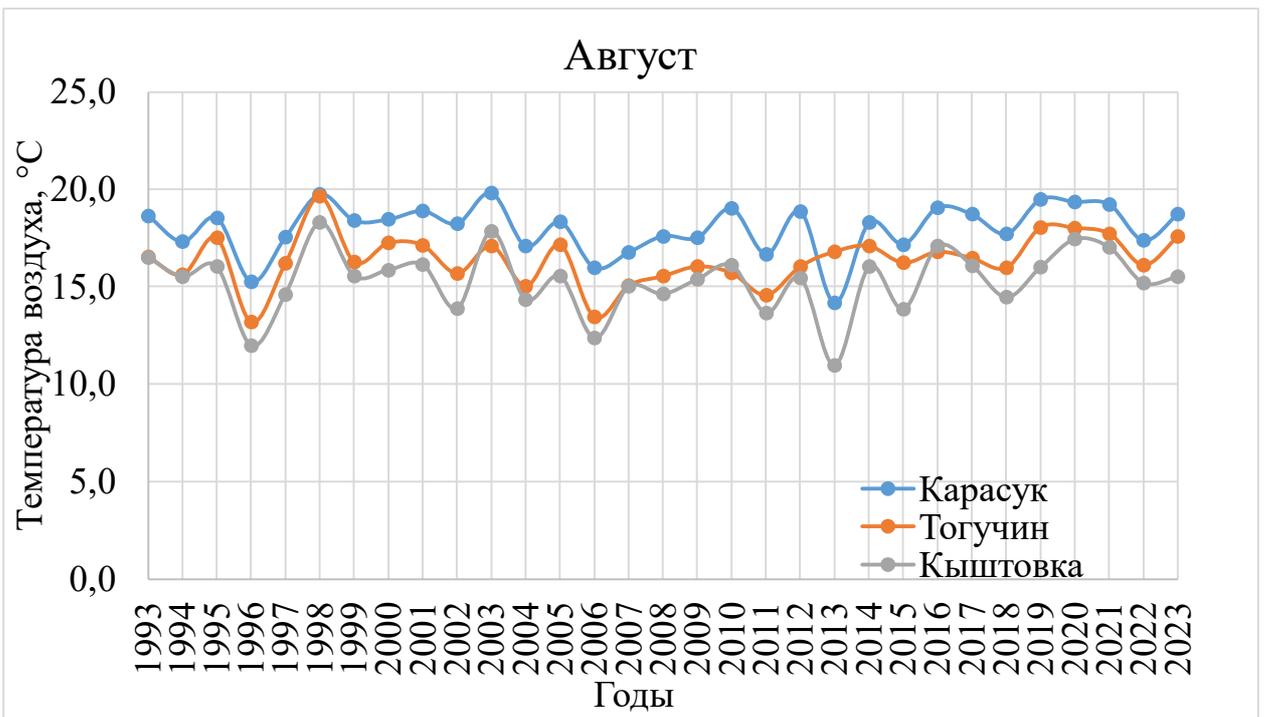
Приложение 6 Распределение температуры воздуха в мае для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



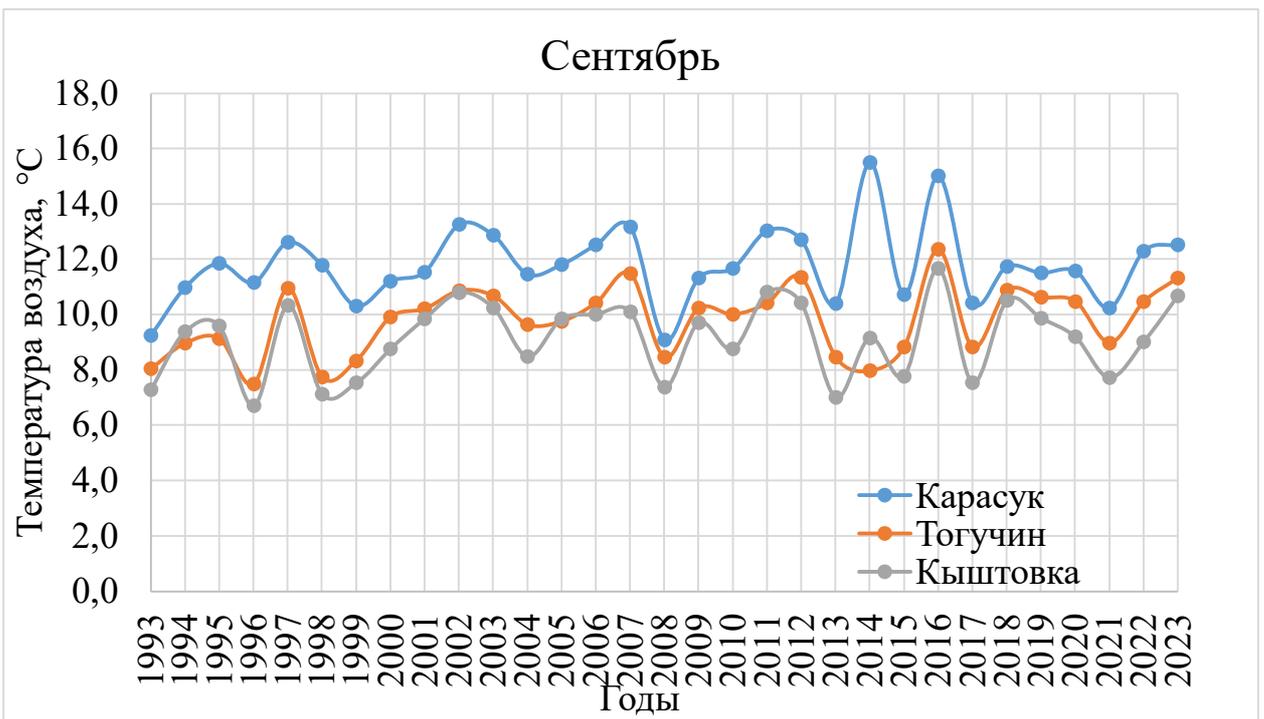
Приложение 7 Распределение температуры воздуха в июне для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



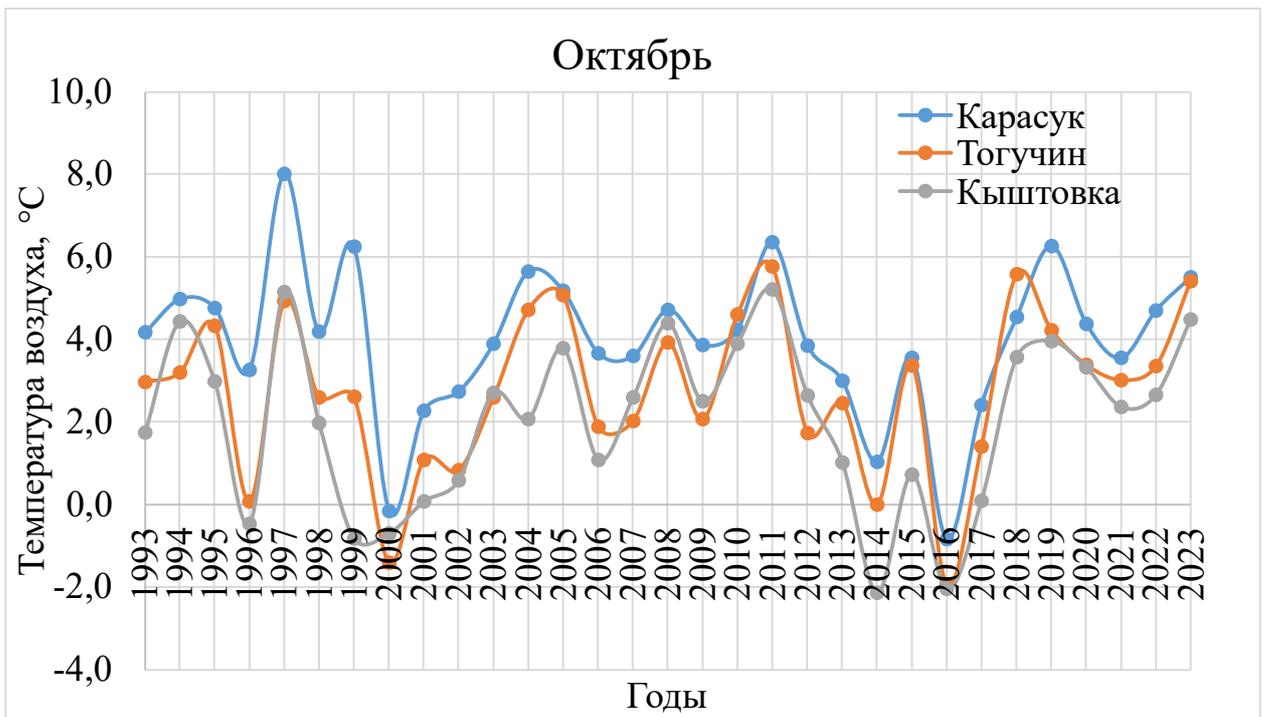
Приложение 8 Распределение температуры воздуха в июле для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



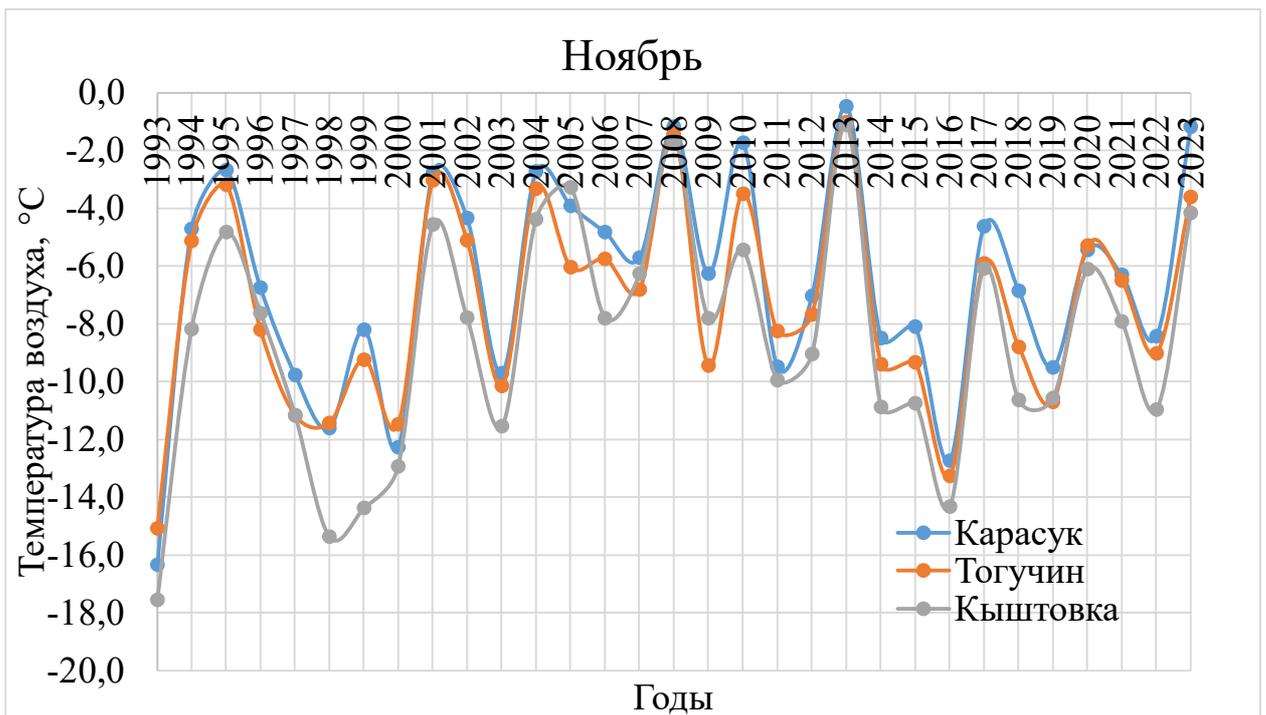
Приложение 9 Распределение температуры воздуха в августе для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



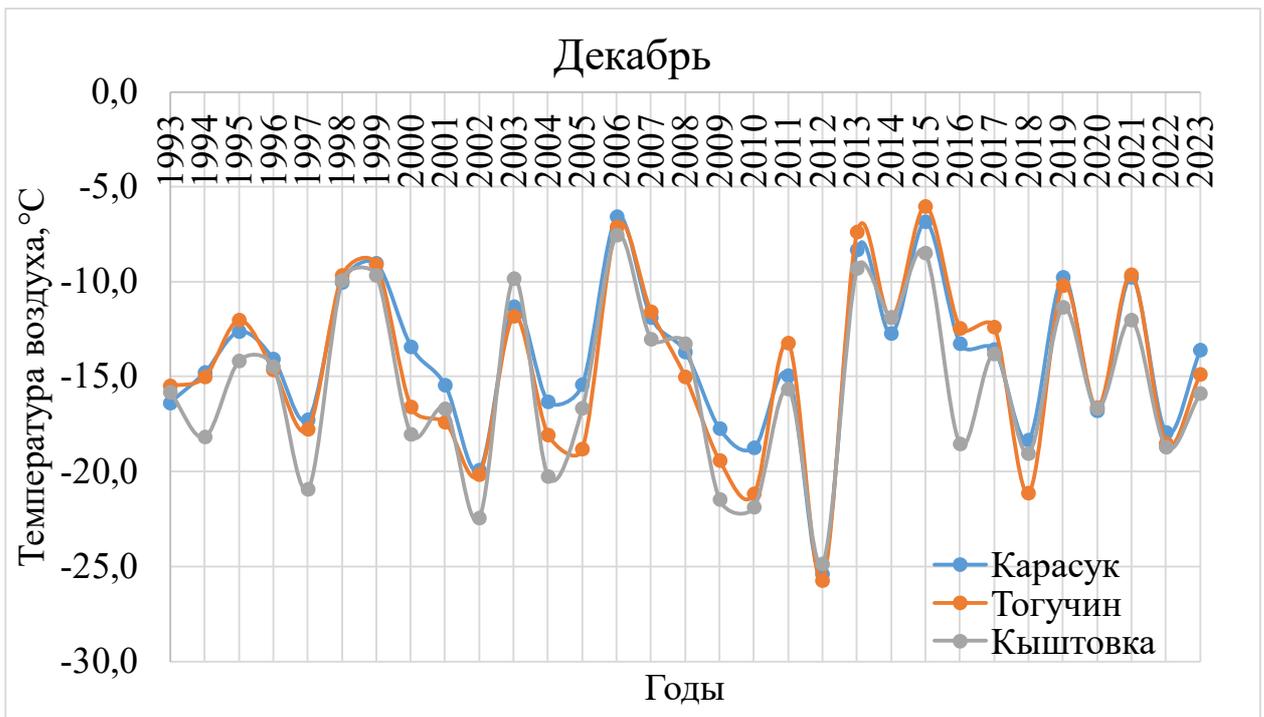
Приложение 10 Распределение температуры воздуха в сентябре для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



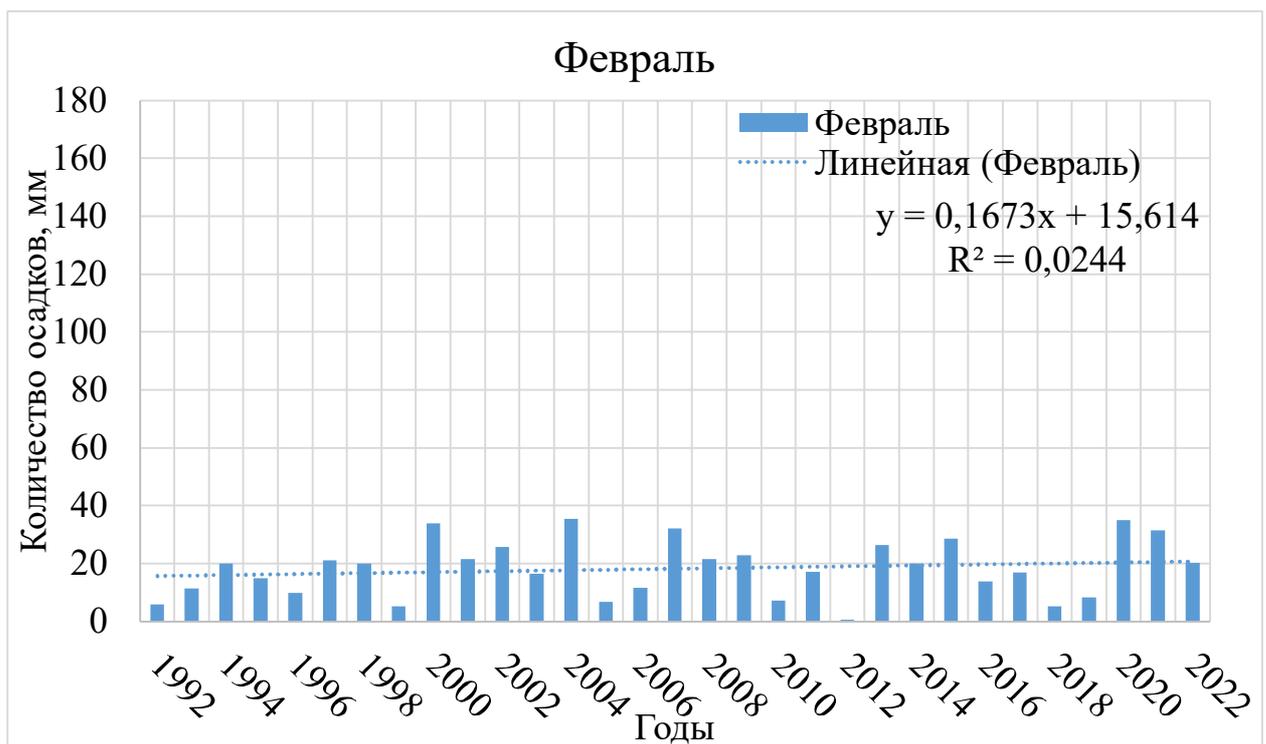
Приложение 11 Распределение температуры воздуха в октябре для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



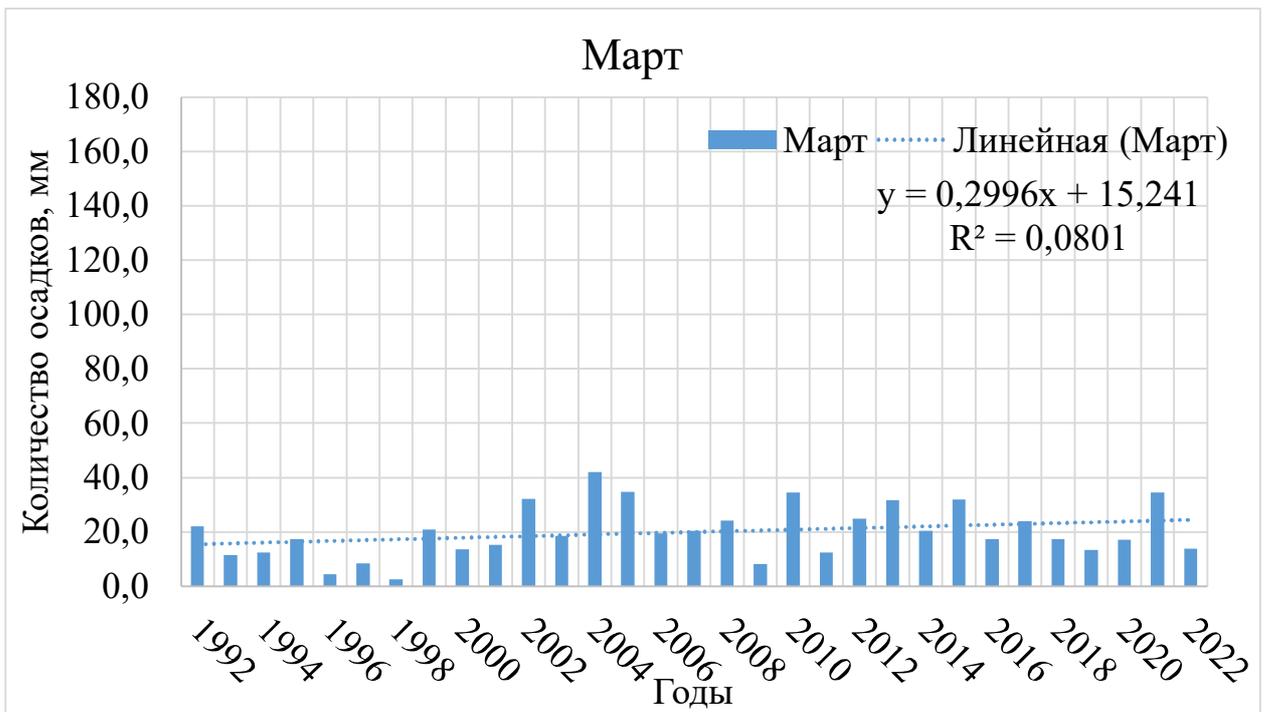
Приложение 12 Распределение температуры воздуха в ноябре для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



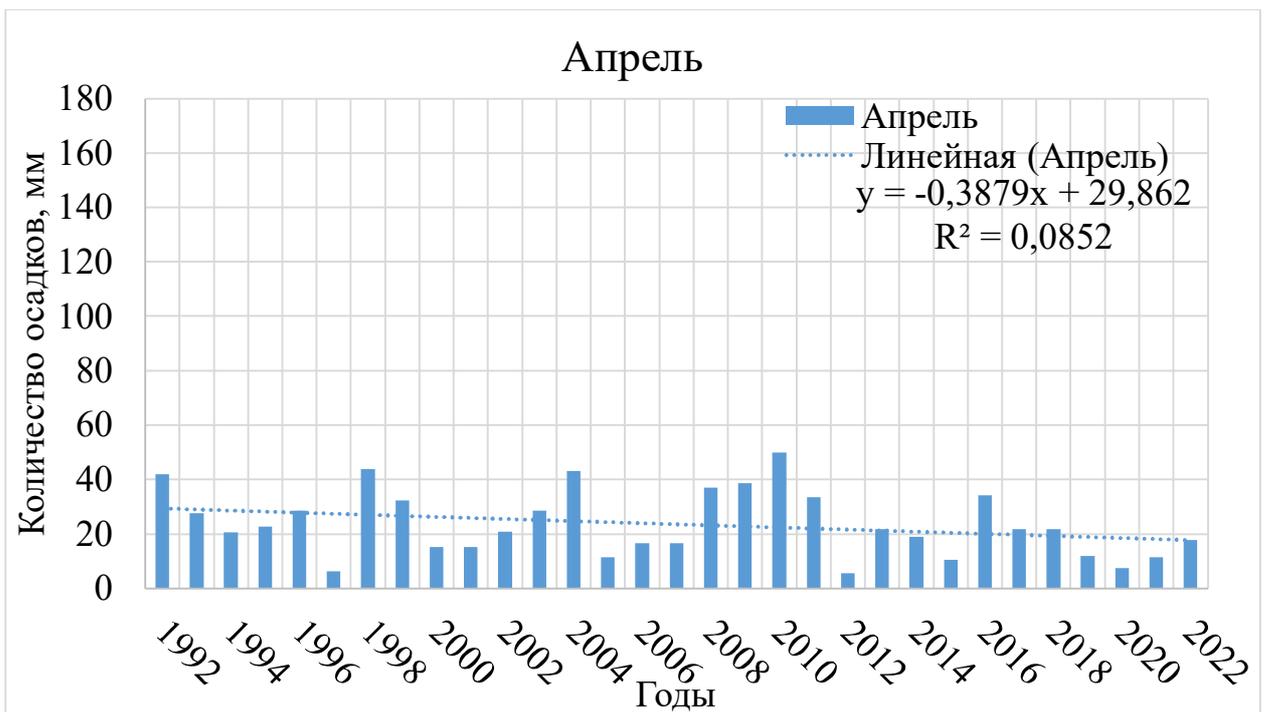
Приложение 13 Распределение температуры воздуха в декабря для станций Карасук, Тогучин, Кыштовка за 30 лет



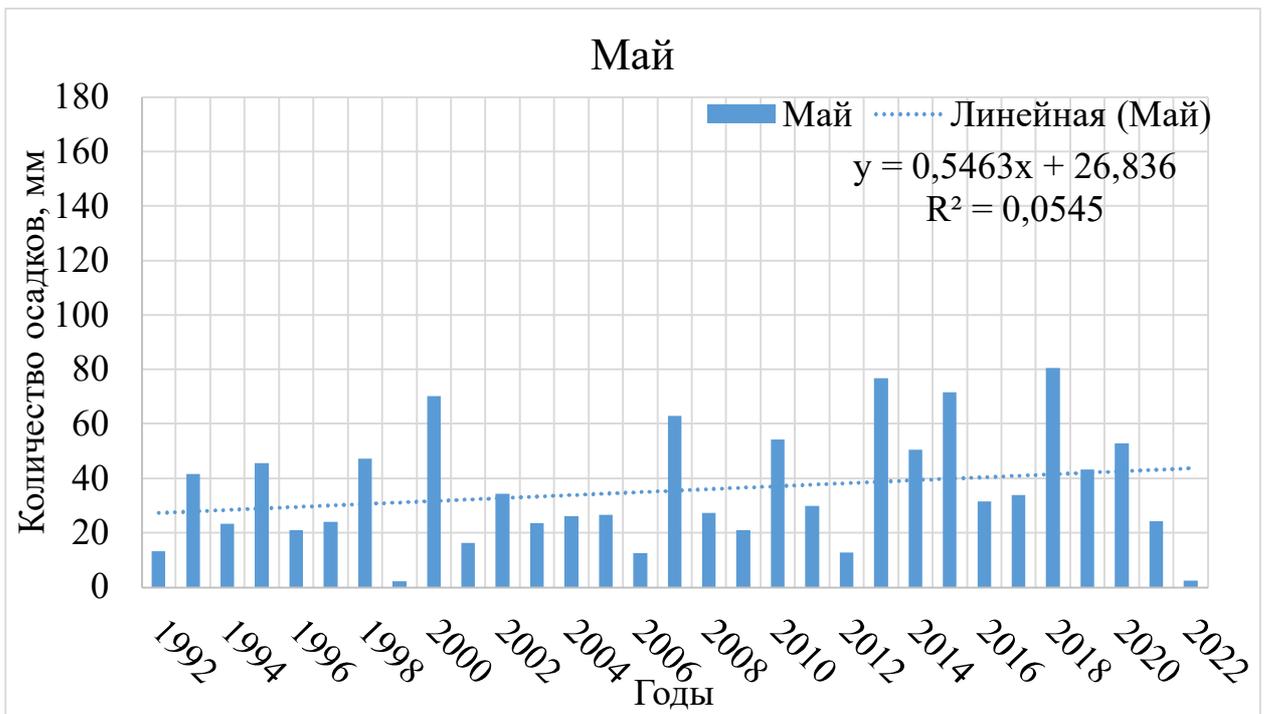
Приложение 14 График распределения осадков в феврале за 30 лет для станции Огурцово



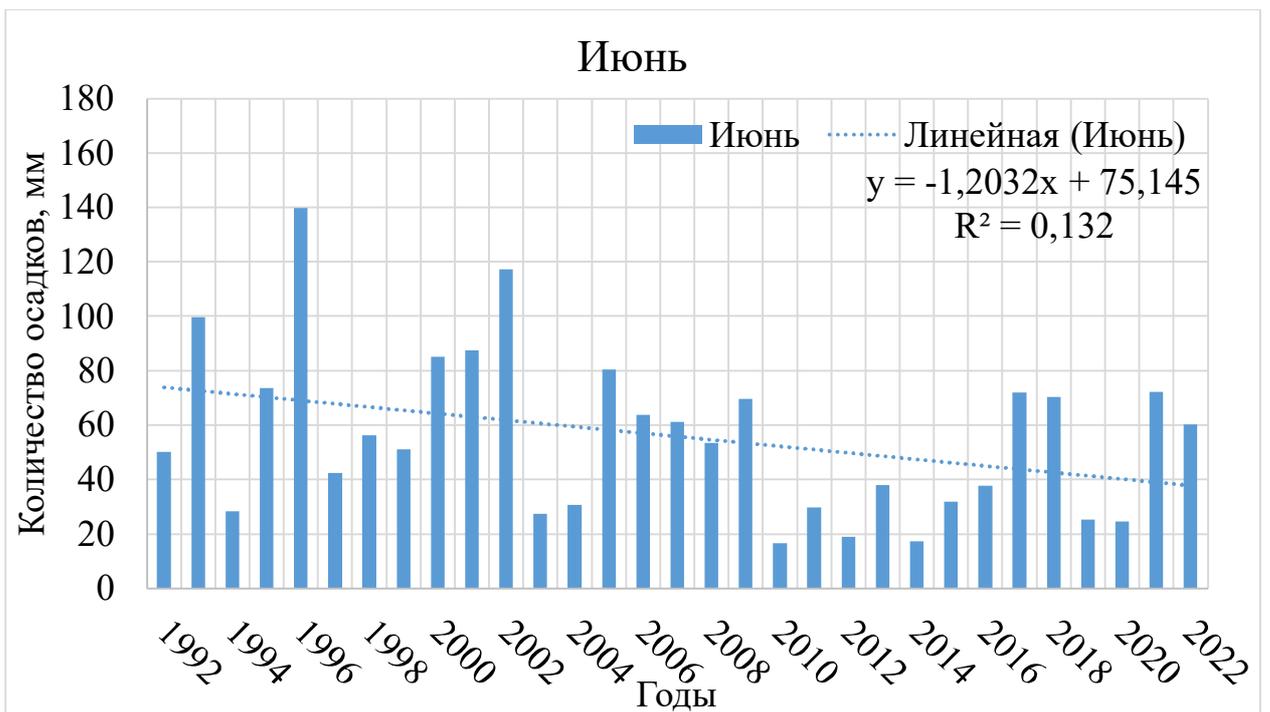
Приложение 15 График распределения осадков в марте за 30 лет для станции Огурцово



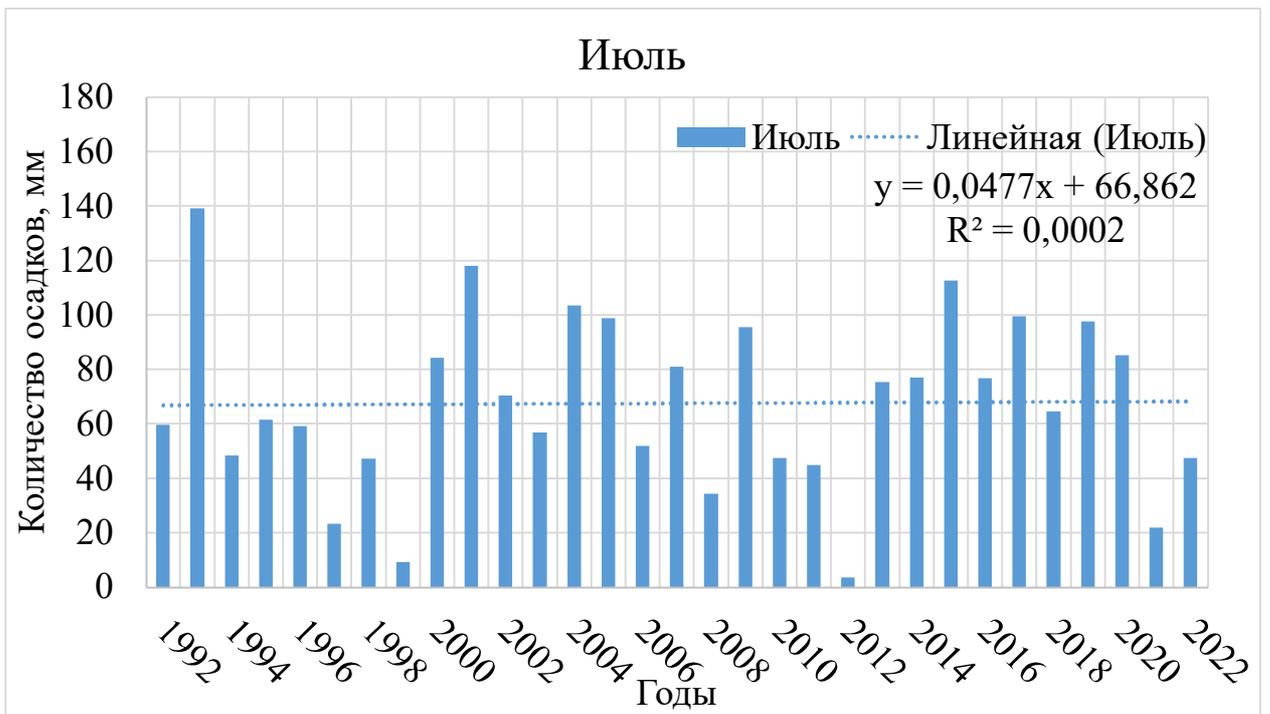
Приложение 16 График распределения осадков в апреле за 30 лет для станции Огурцово



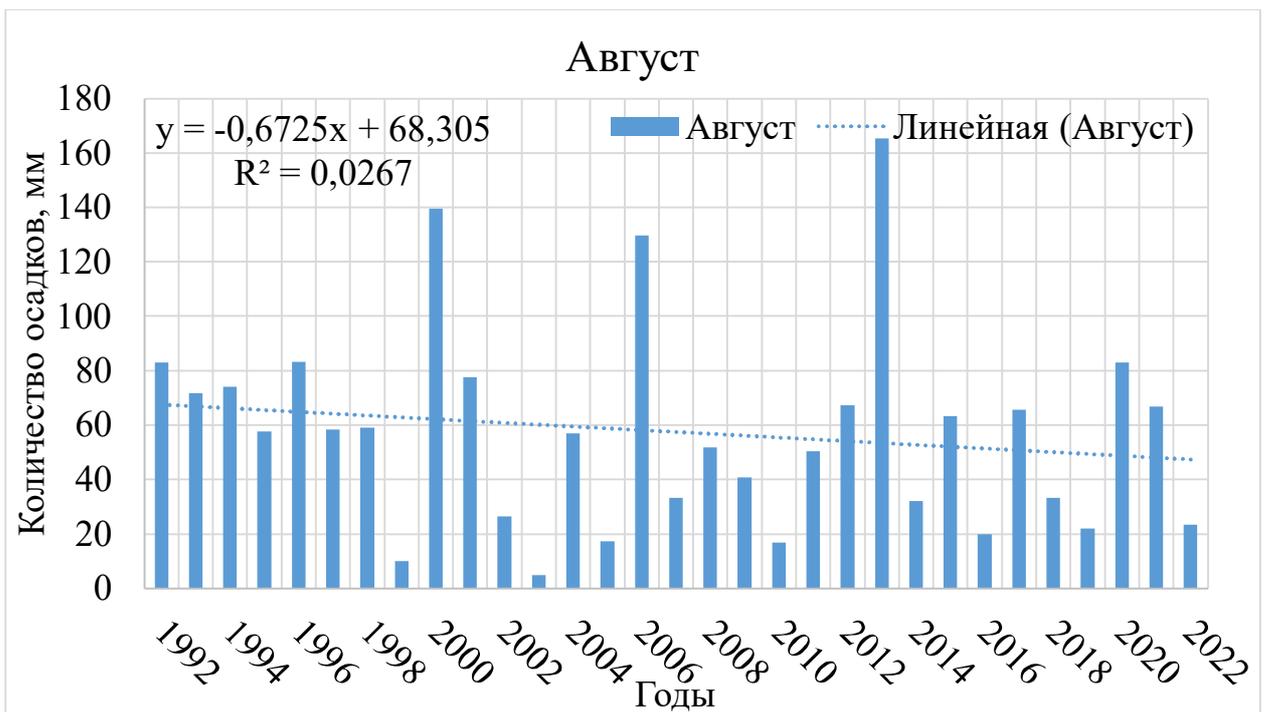
Приложение 17 График распределения осадков в мае за 30 лет для станции Огурцово



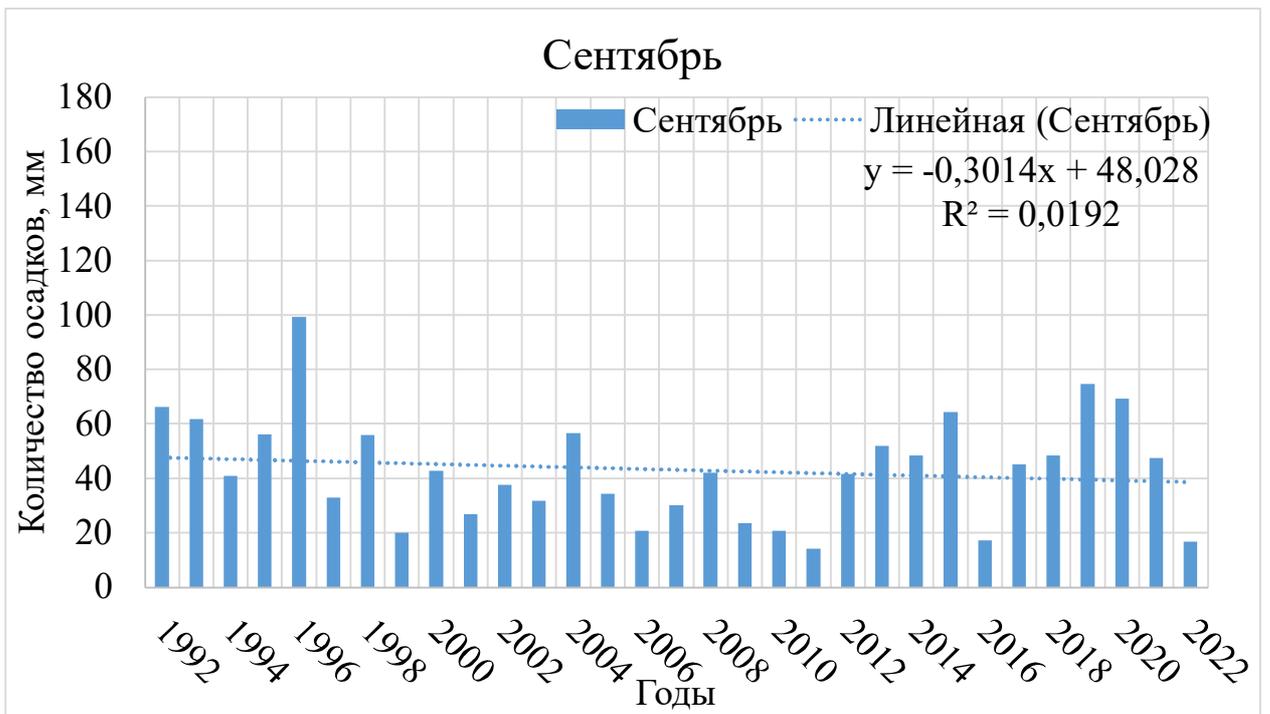
Приложение 18 График распределения осадков в июне за 30 лет для станции Огурцово



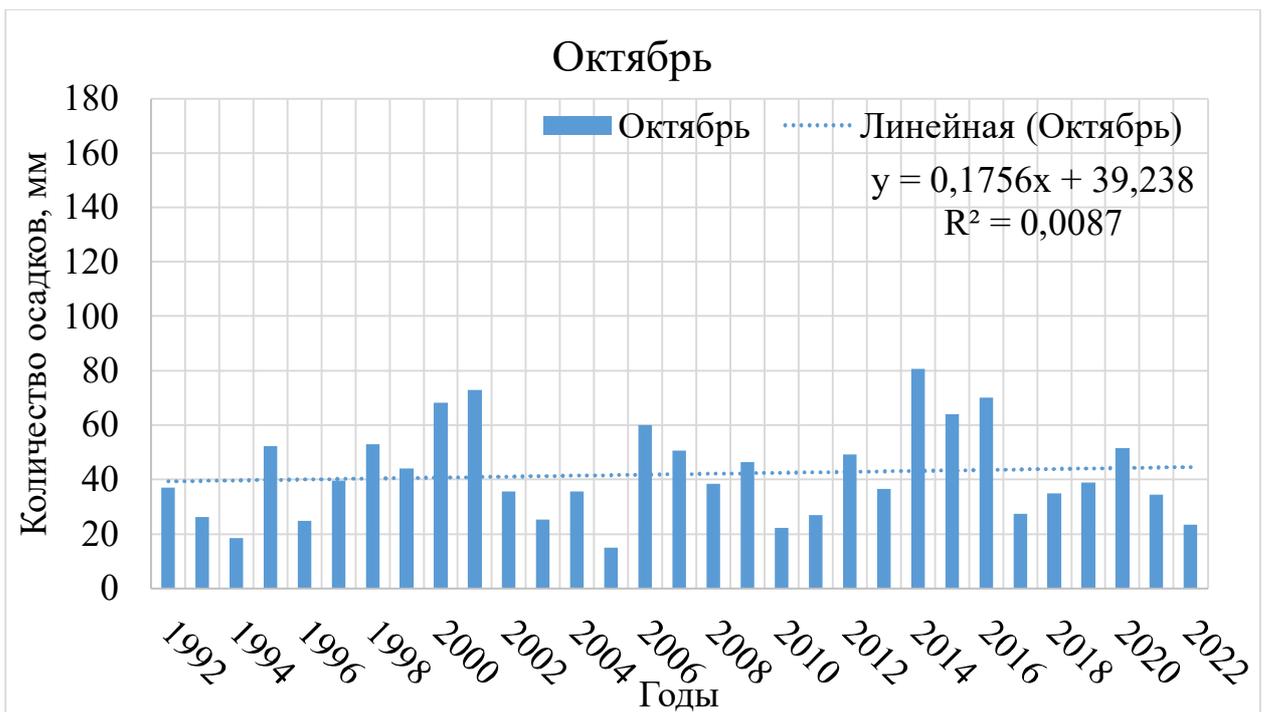
Приложение 19 График распределения осадков в июле за 30 лет для станции Огурцово



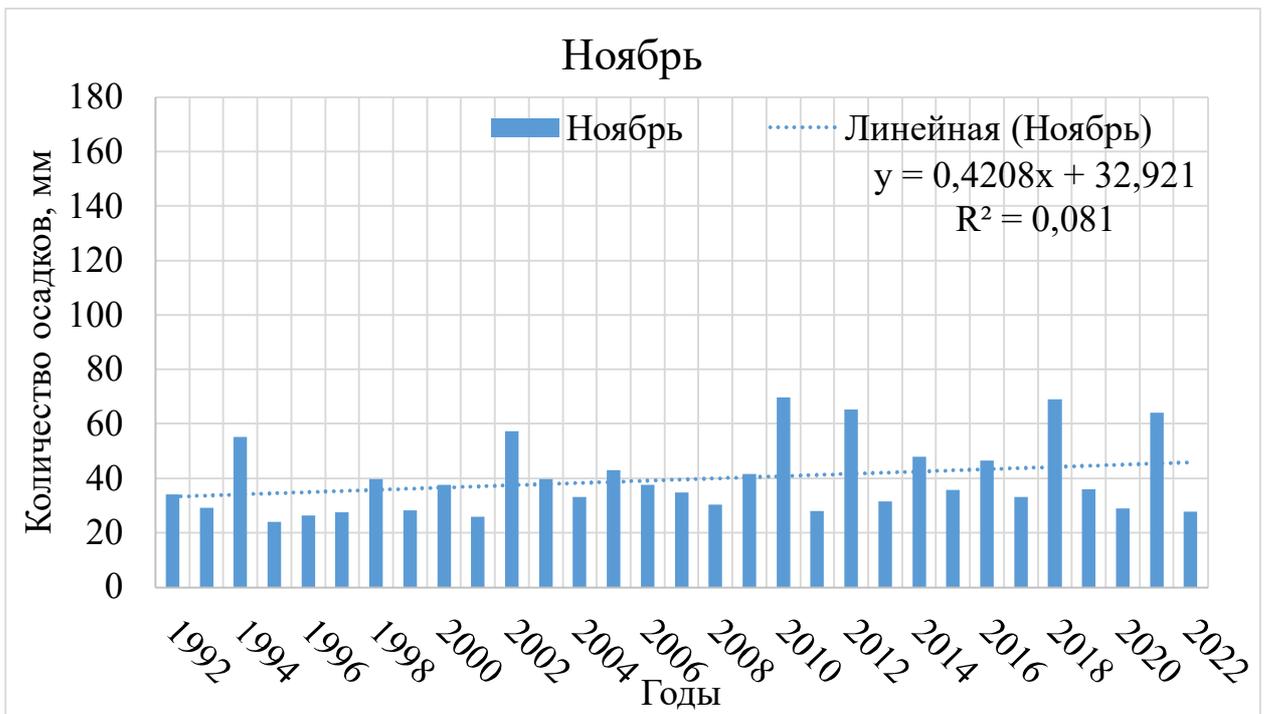
Приложение 20 График распределения осадков в августе за 30 лет для станции Огурцово



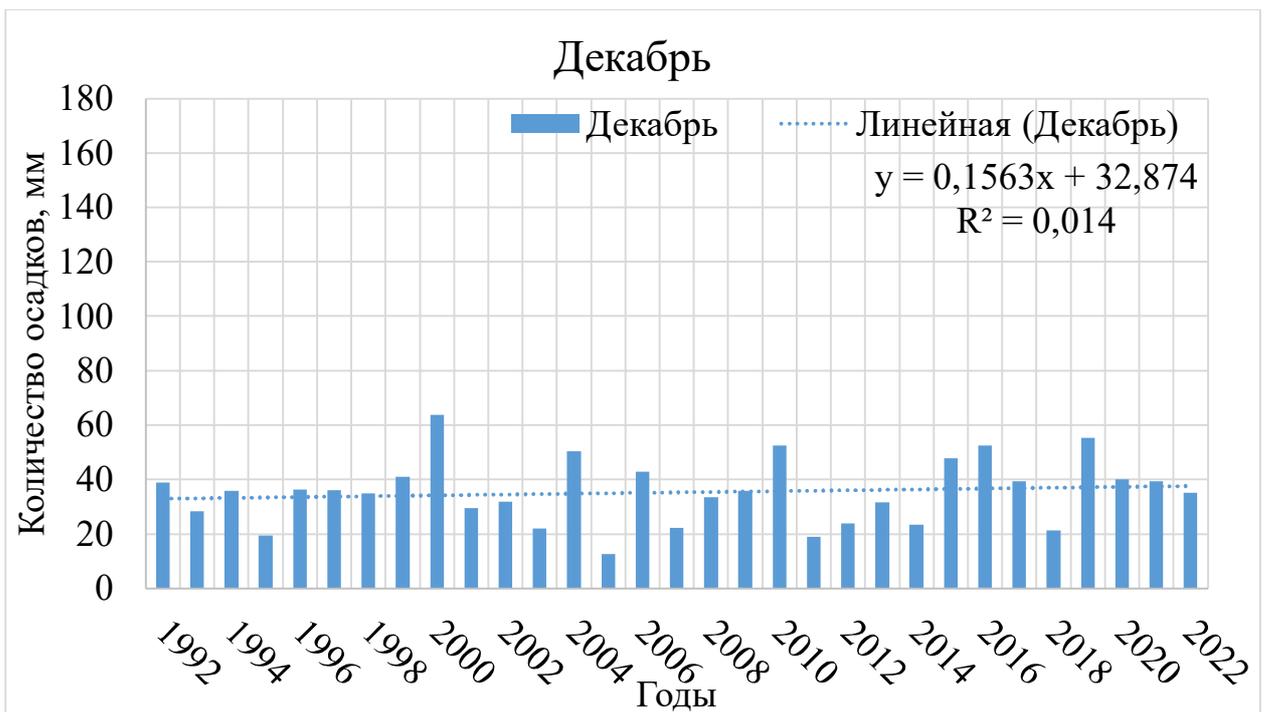
Приложение 21 График распределения осадков в сентябре за 30 лет для станции Огурцово



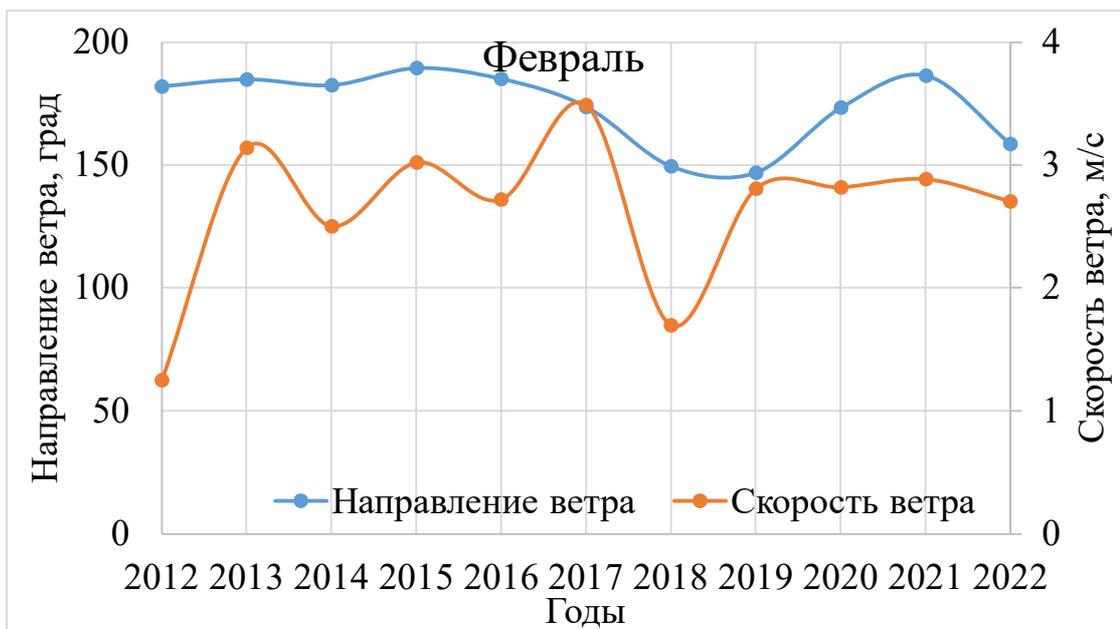
Приложение 22 График распределения осадков в октябре за 30 лет для станции Огурцово



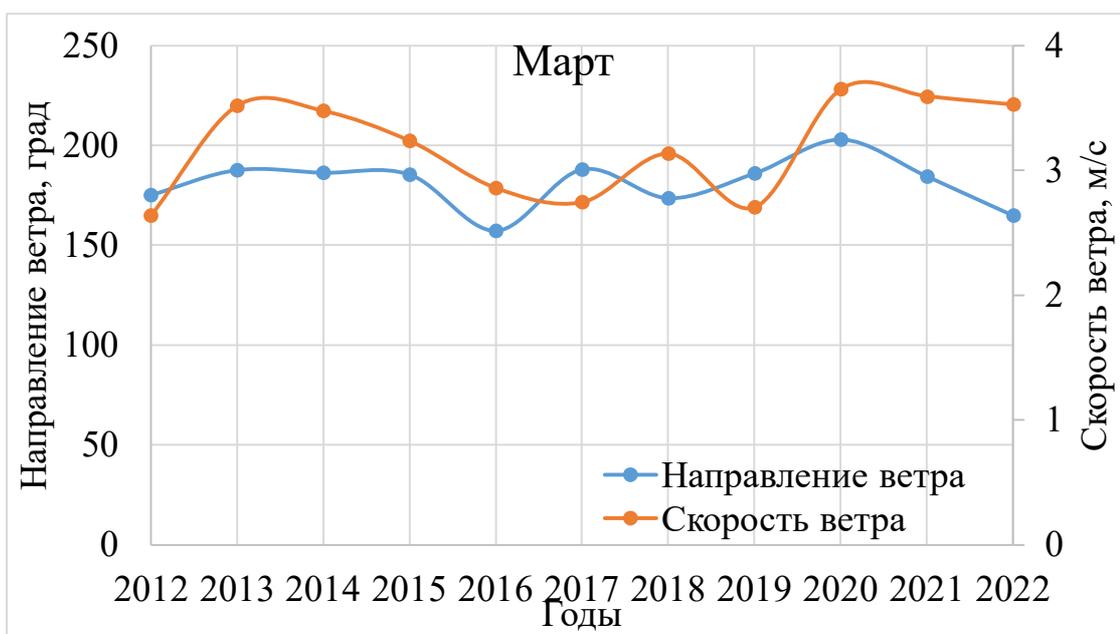
Приложение 23 График распределения осадков в ноябре за 30 лет для станции Огурцово



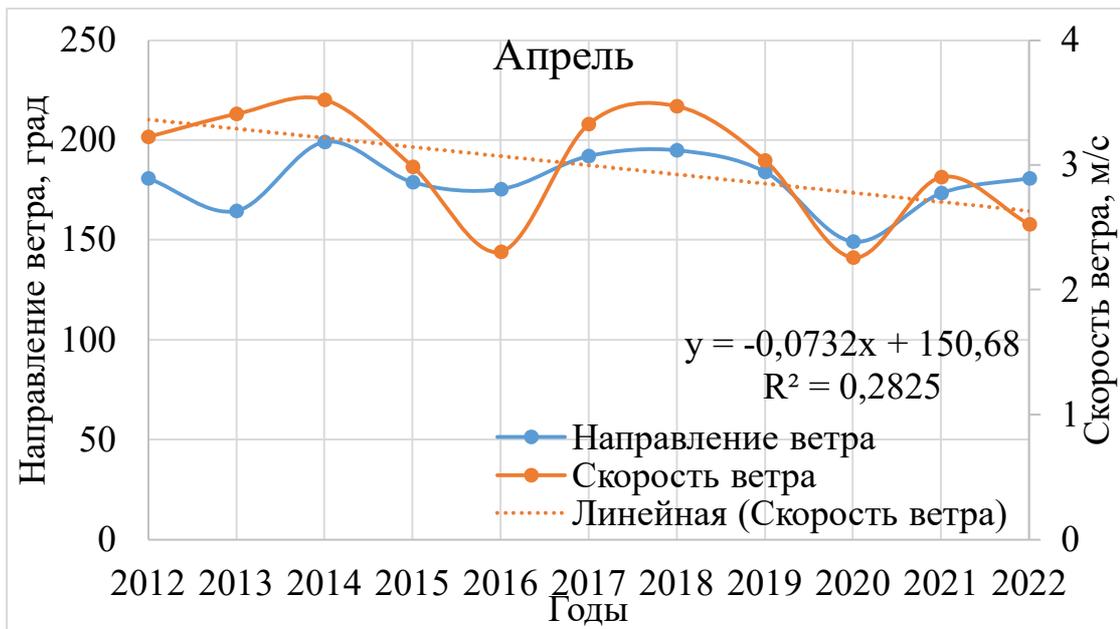
Приложение 24 График распределения осадков в декабре за 30 лет для станции Огурцово



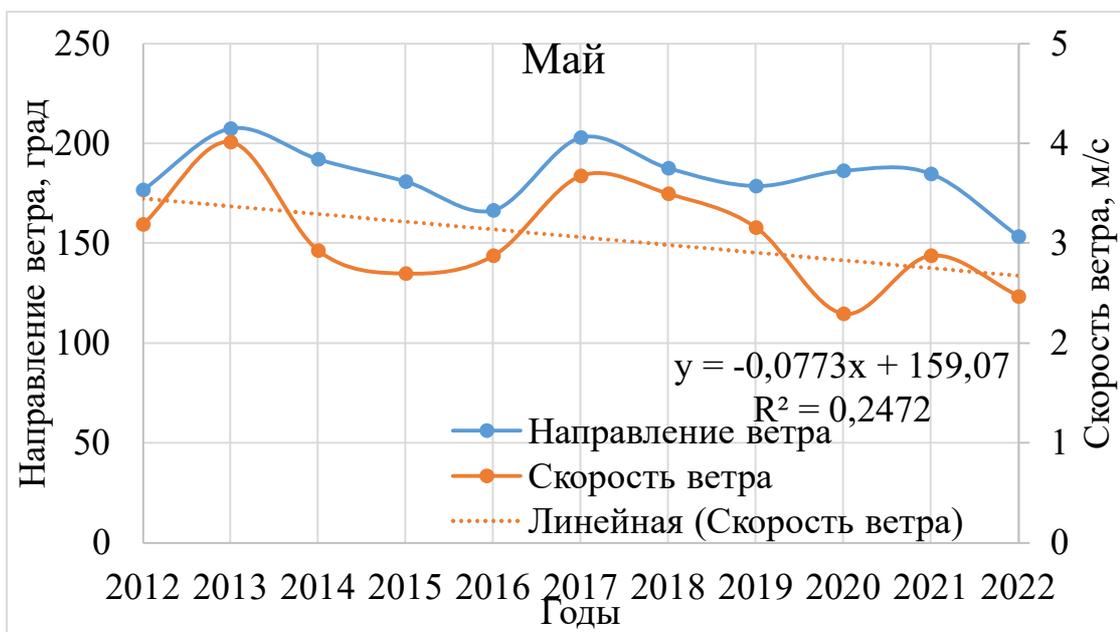
Приложение 25 Распределение ветра осредненные за февраль в течение 10 лет для станции Огурцово



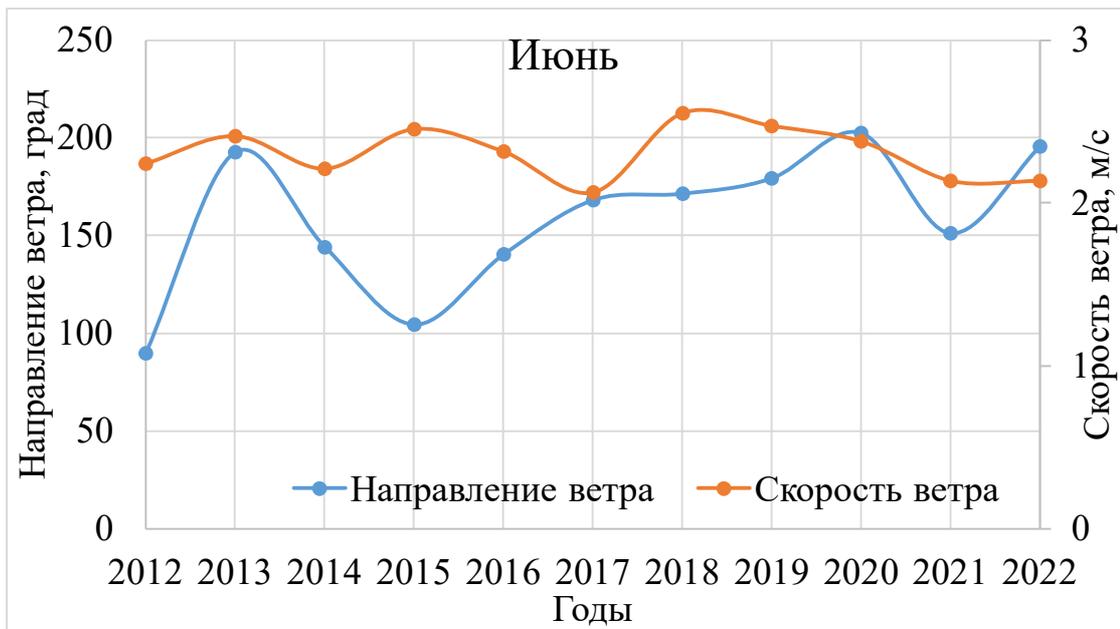
Приложение 26 Распределение ветра осредненные за март в течение 10 лет для станции Огурцово



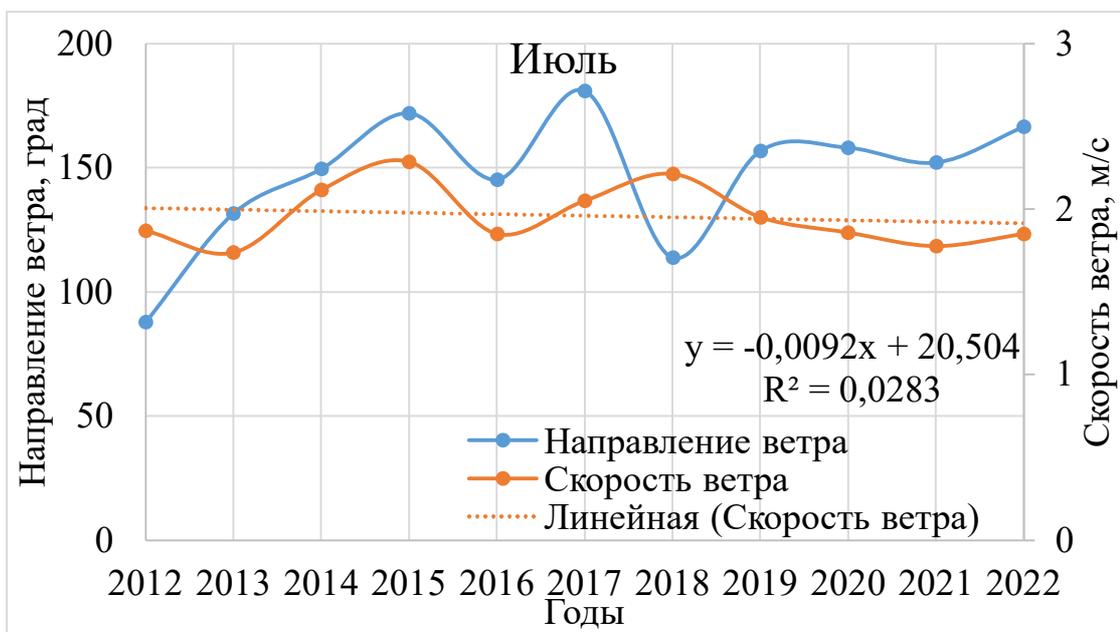
Приложение 27 Распределение ветра осредненные за апрель в течение 10 лет для станции Огурцово



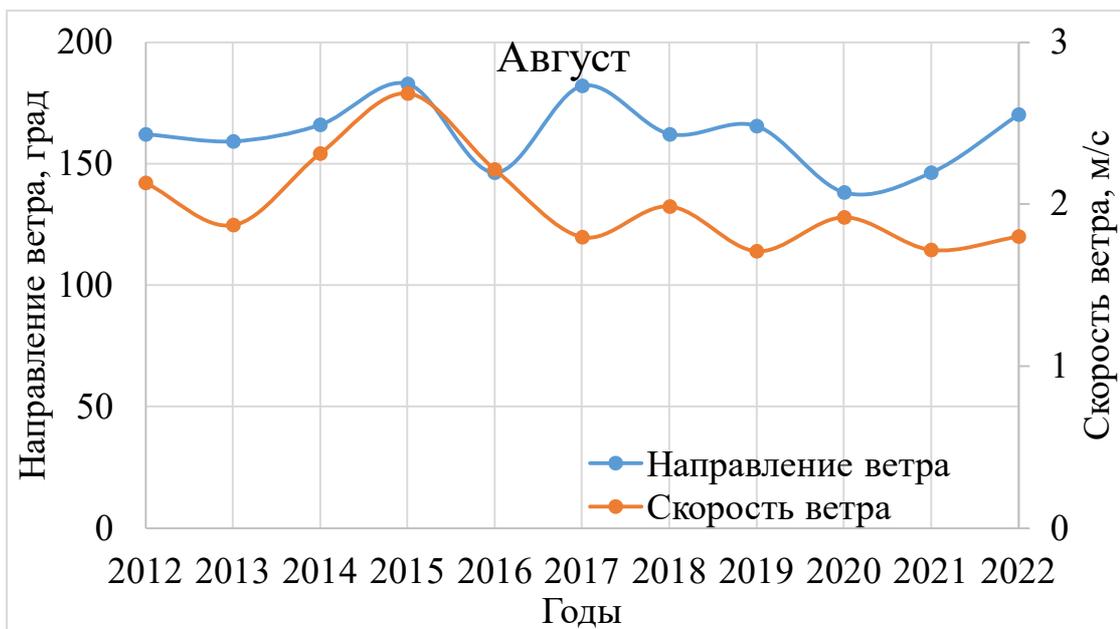
Приложение 28 Распределение ветра осредненные за май в течение 10 лет для станции Огурцово



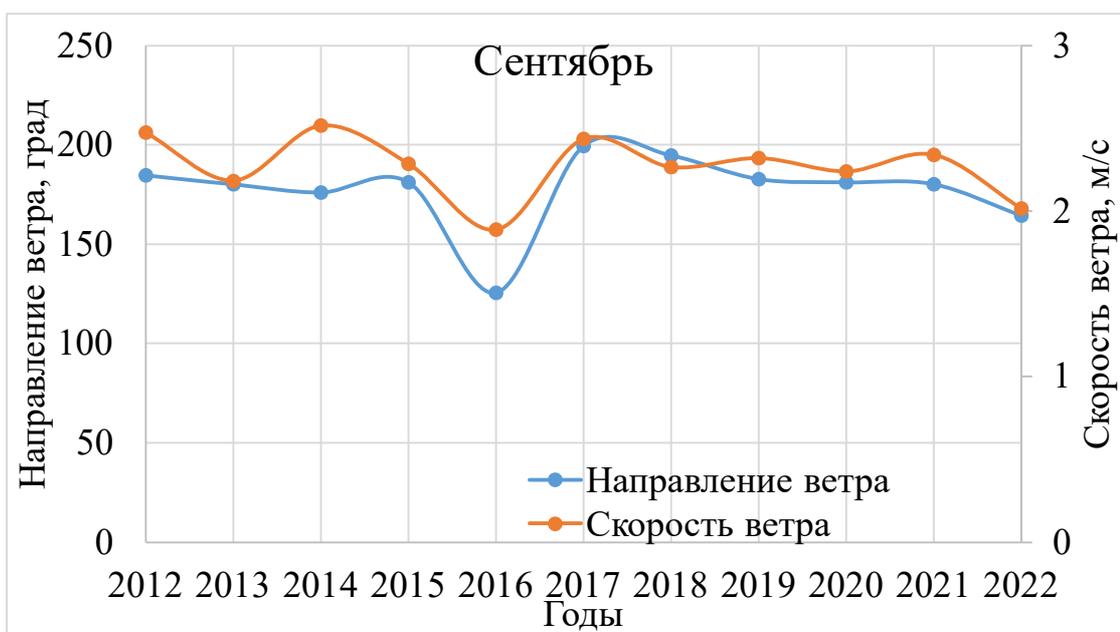
Приложение 29 Распределение ветра осредненные за июнь в течение 10 лет для станции Огурцово



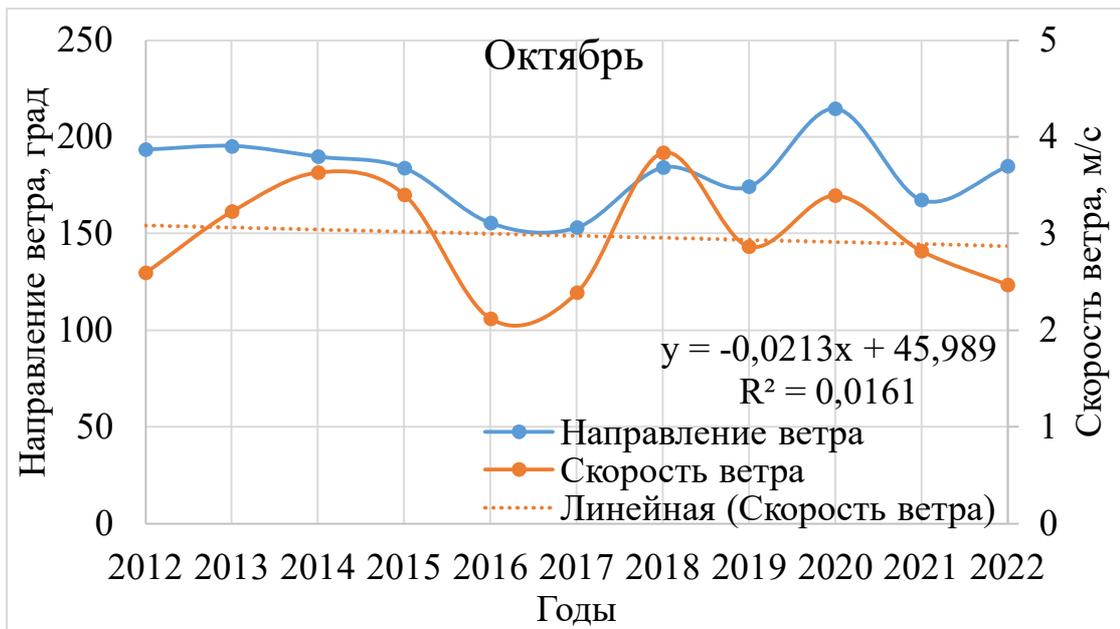
Приложение 30 Распределение ветра осредненные за июль в течение 10 лет для станции Огурцово



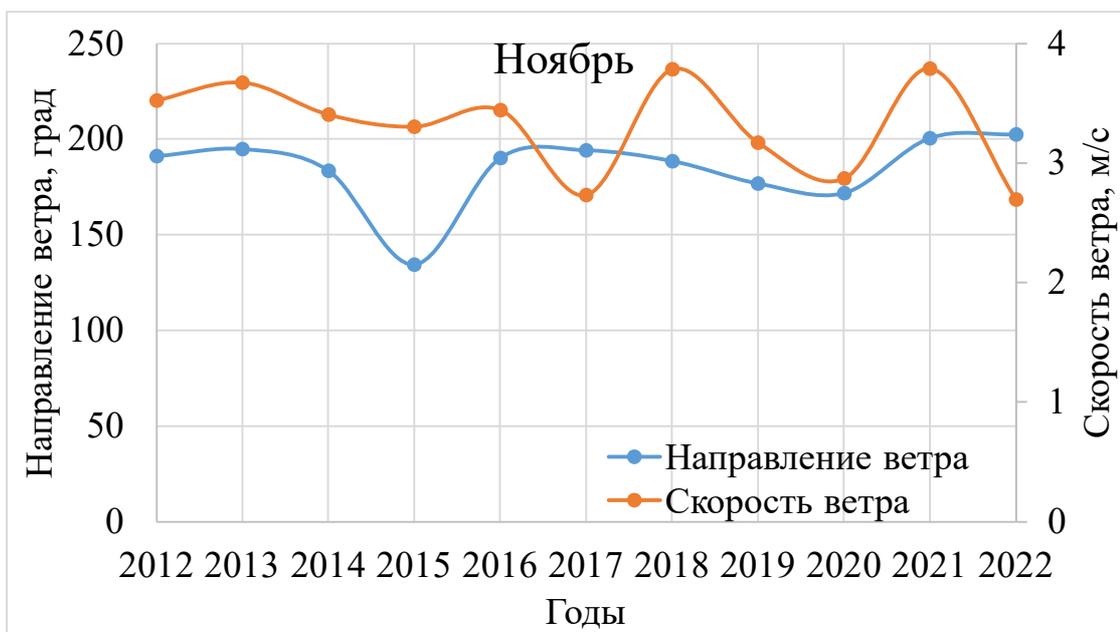
Приложение 31 Распределение ветра осредненные за август в течение 10 лет для станции Огурцово



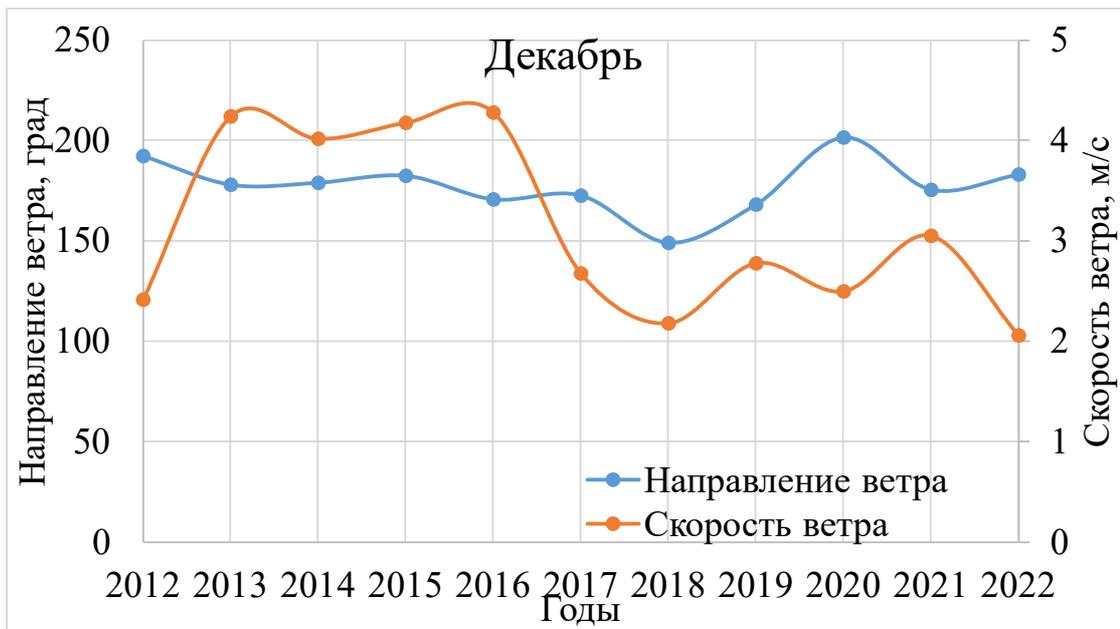
Приложение 32 Распределение ветра осредненные за сентябрь в течение 10 лет для станции Огурцово



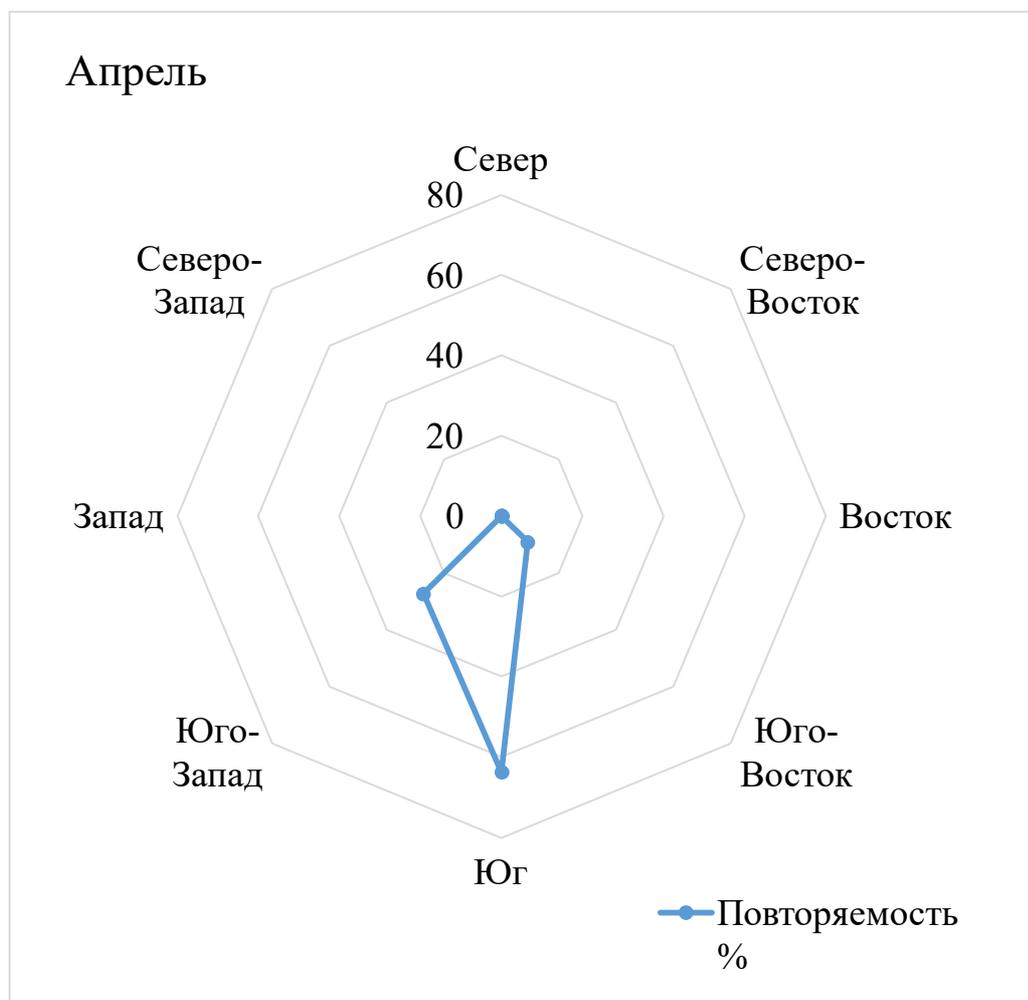
Приложение 33 Распределение ветра осредненные за октябрь в течение 10 лет для станции Огурцово



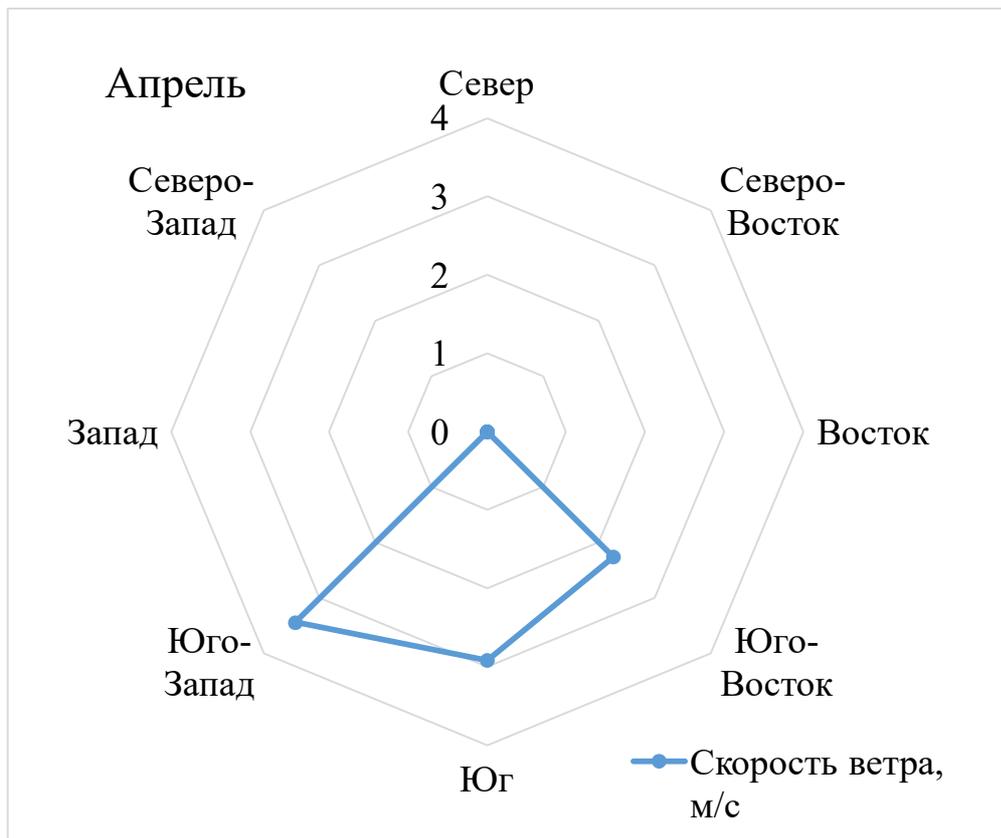
Приложение 34 Распределение ветра осредненные за ноябрь в течение 10 лет для станции Огурцово



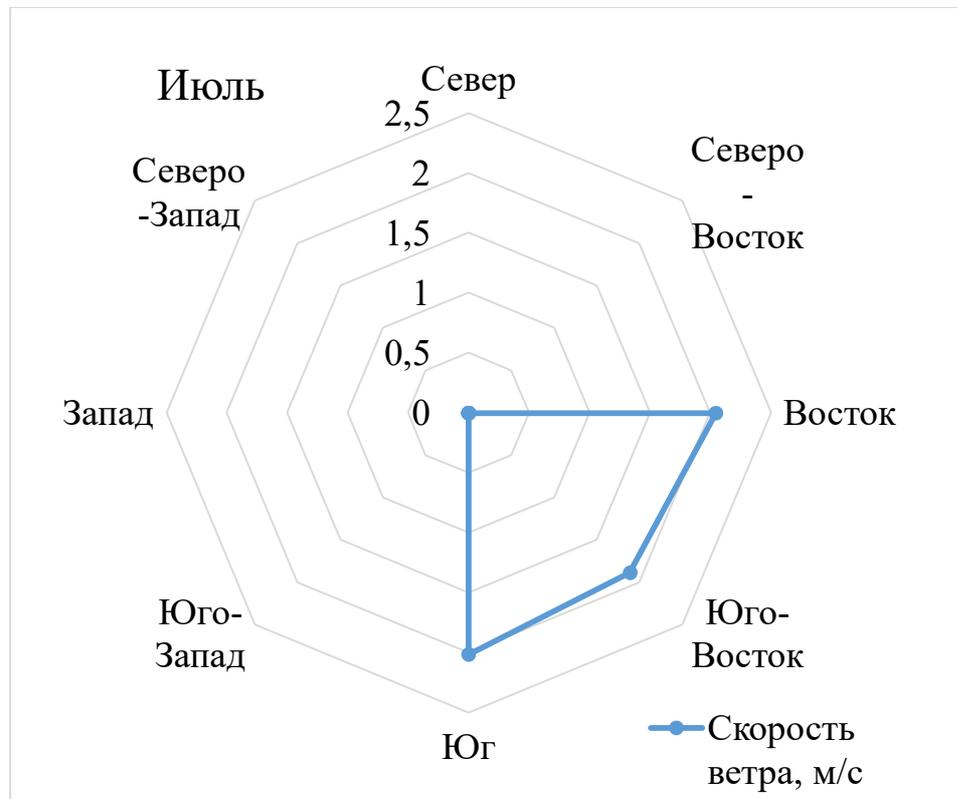
Приложение 35 Распределение ветра осредненные за декабрь в течение 10 лет для станции Огурцово



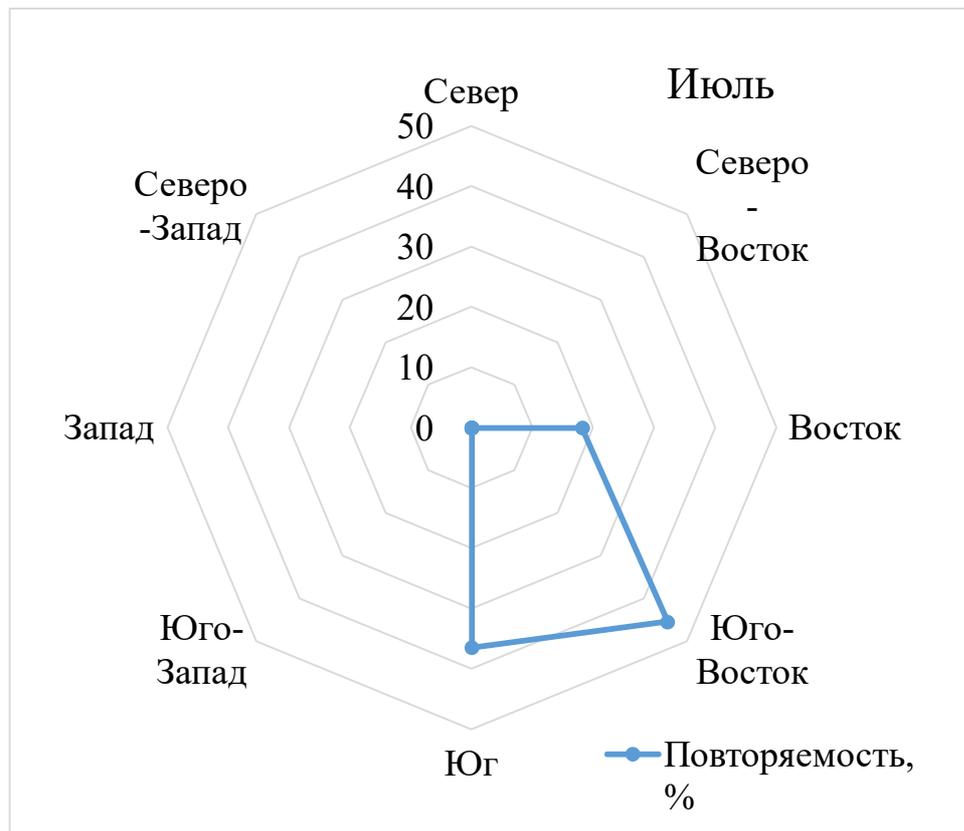
Приложение 36 Данные о повторяемости, осреднённой за апрель в течение 10 лет по станции Огурцово



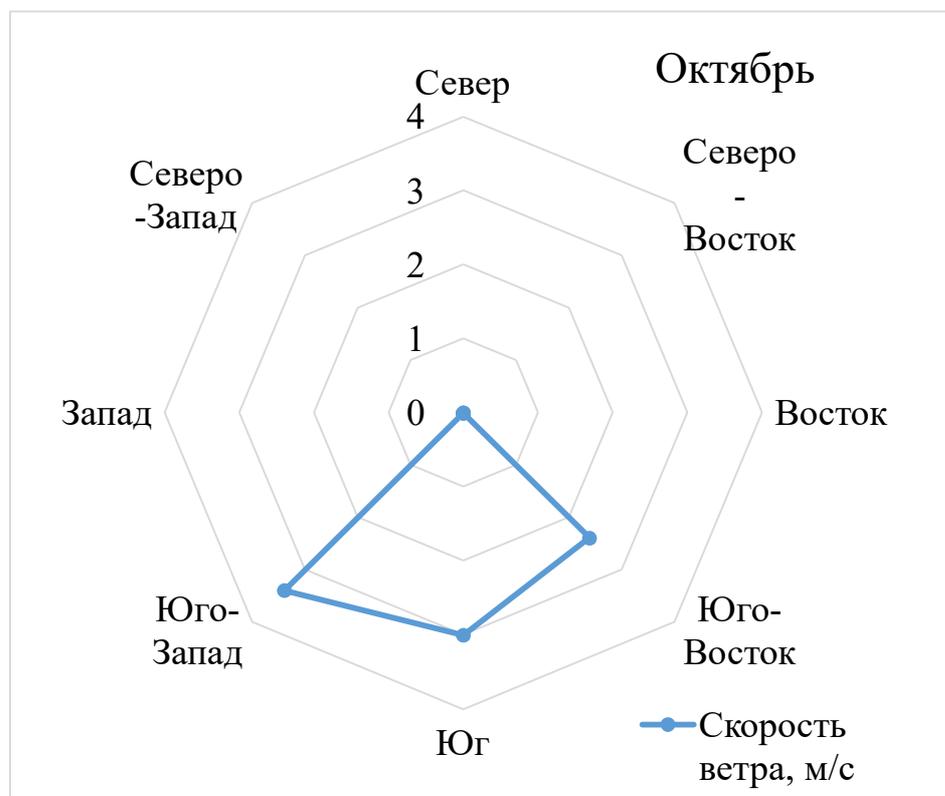
Приложение 37 Данные о скорости ветра, осреднённой за апрель в течение 10 лет по станции Огурцово



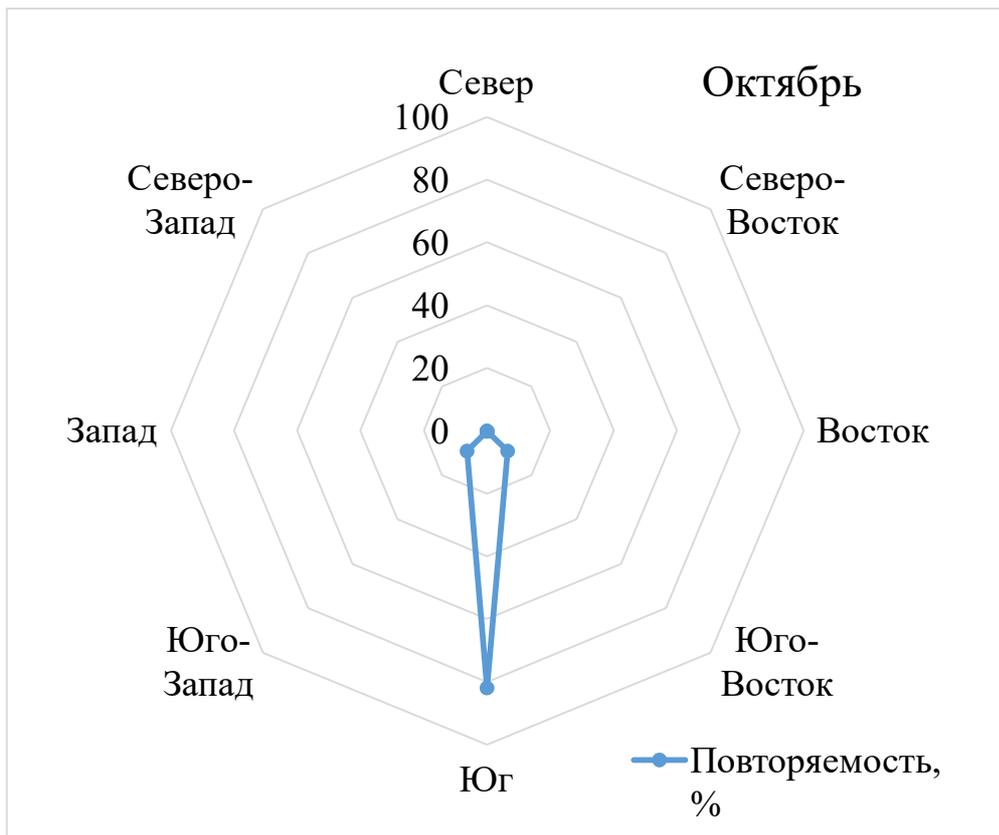
Приложение 38 Данные о скорости ветра, осреднённой за июль в течение 10 лет по станции Огурцово



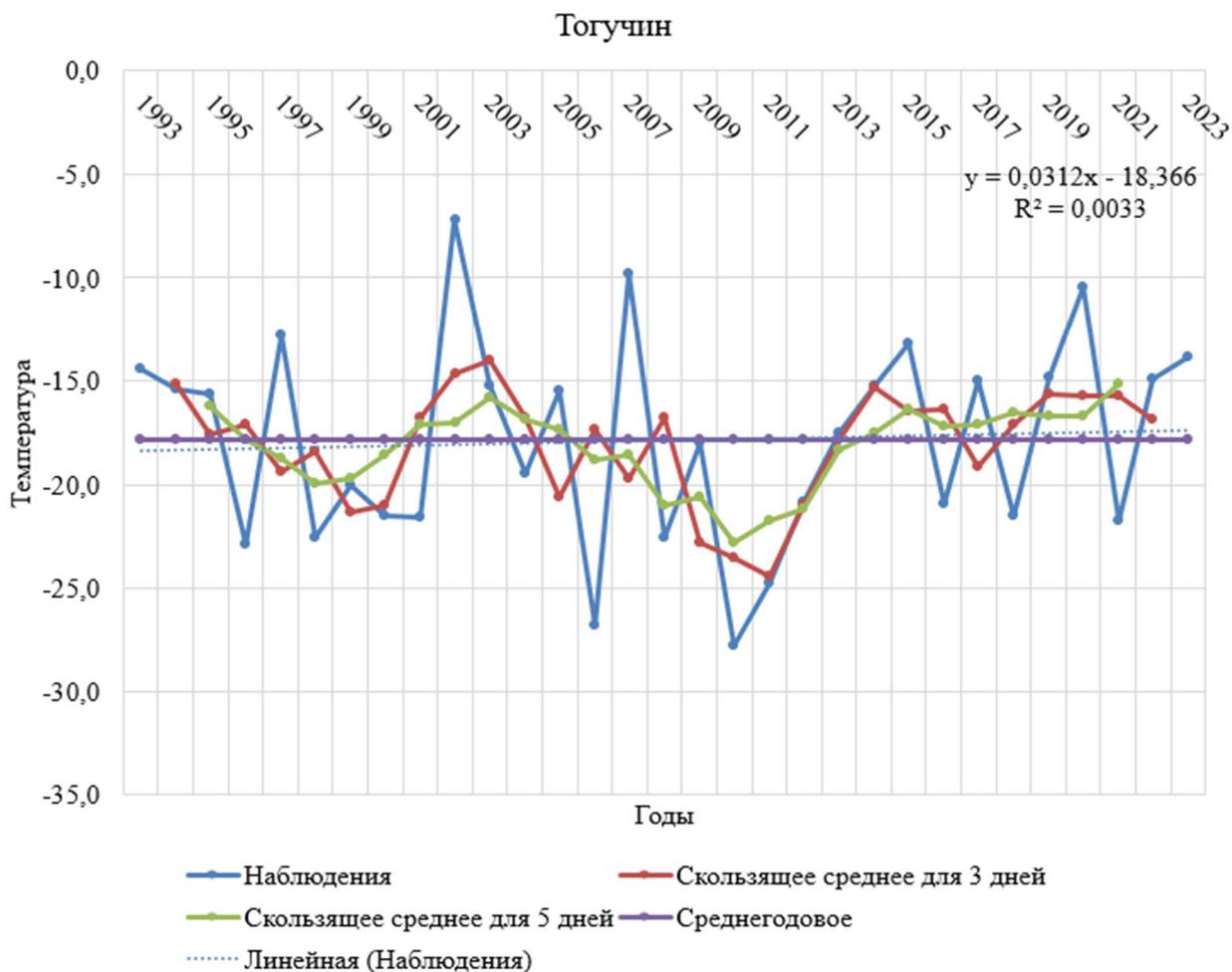
Приложение 39 Данные о повторяемости, осреднённой за июль в течение 10 лет по станции Огурцово



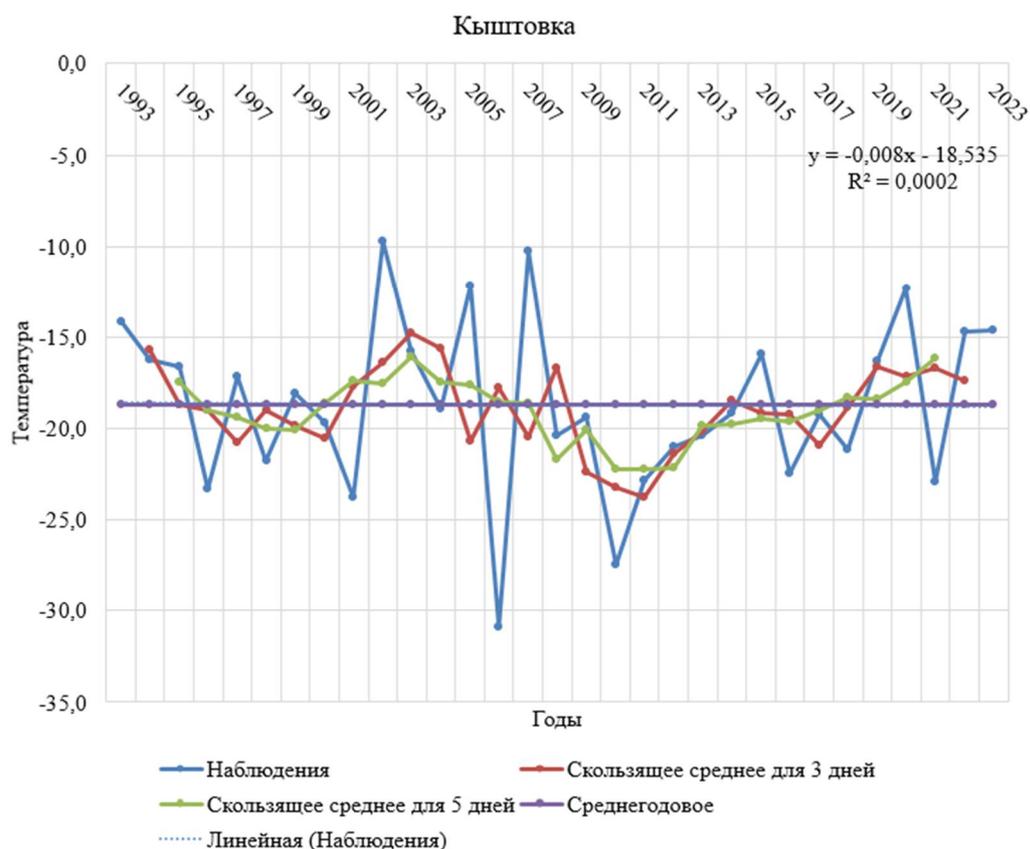
Приложение 40 Данные о скорости ветра, осреднённой за октябрь в течение 10 лет по станции Огурцово



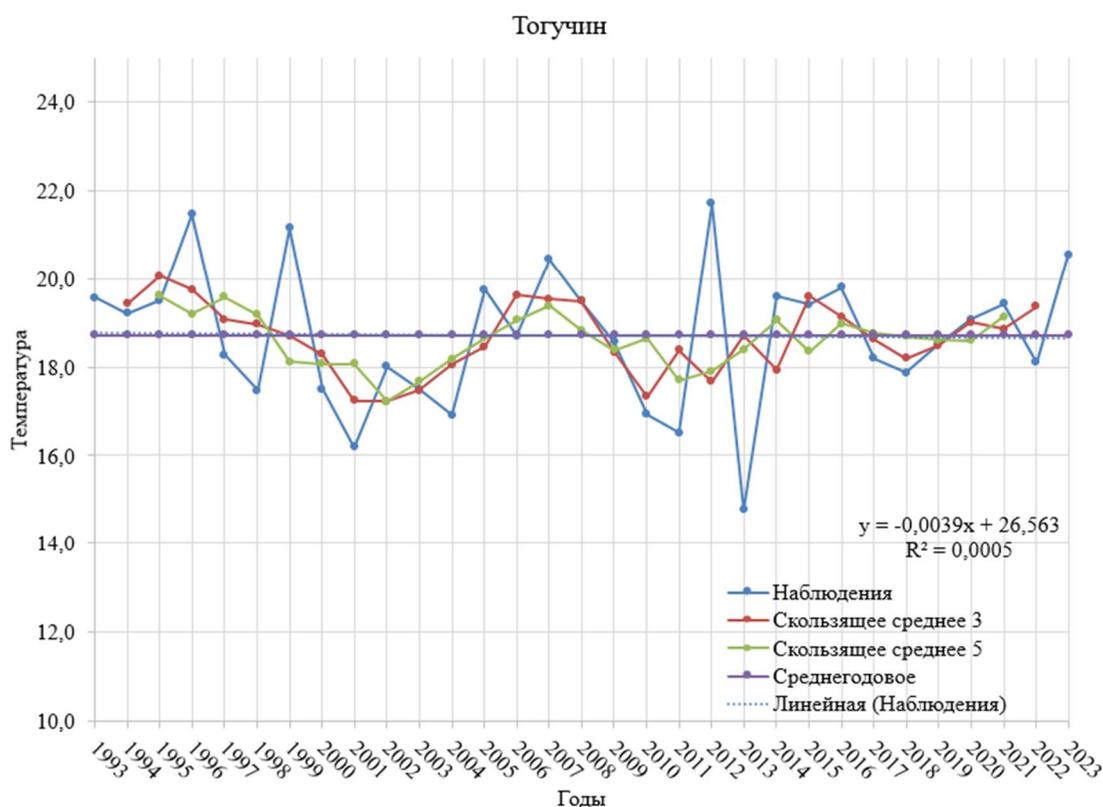
Приложение 41 Данные о повторяемости, осреднённой за октябрь в течение 10 лет по станции Огурцово



Приложение 42 Данные осреднения температур воздуха за январь в период с 1993 по 2023 годы для станции Тогучин

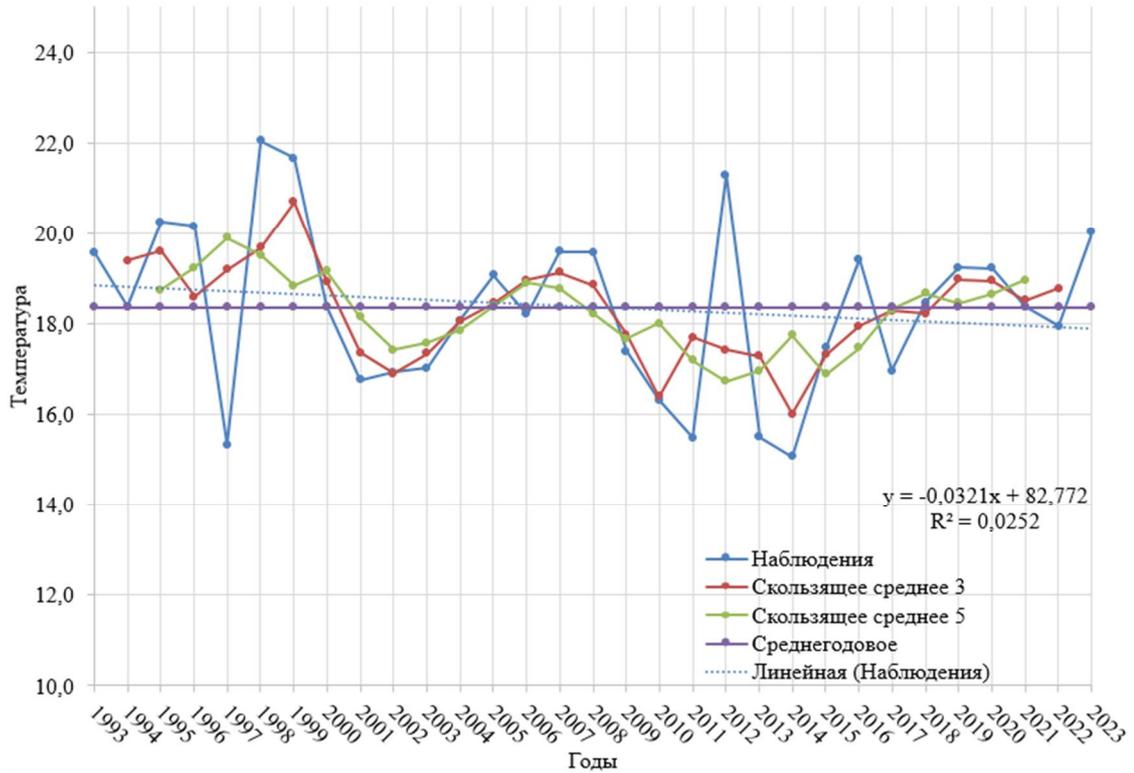


Приложение 43 Данные осреднения температур воздуха за январь в период с 1993 по 2023 годы для станции Кыштовка



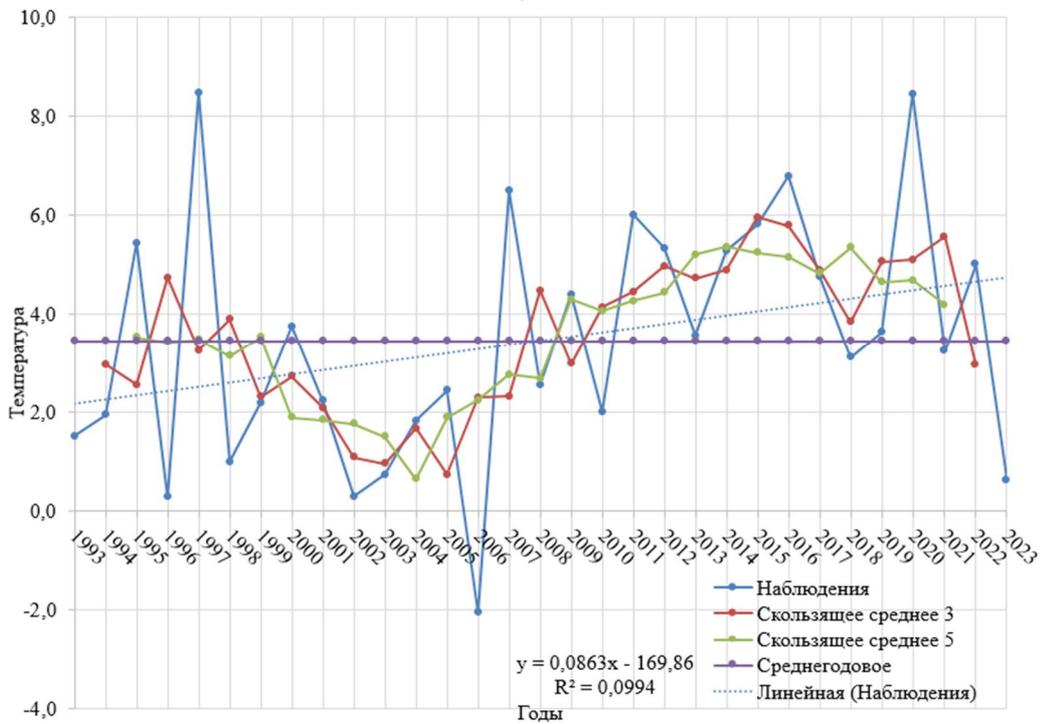
Приложение 44 Данные осреднения температур воздуха за июль в период с 1993 по 2023 годы для станции Тогучин

Кыштовка

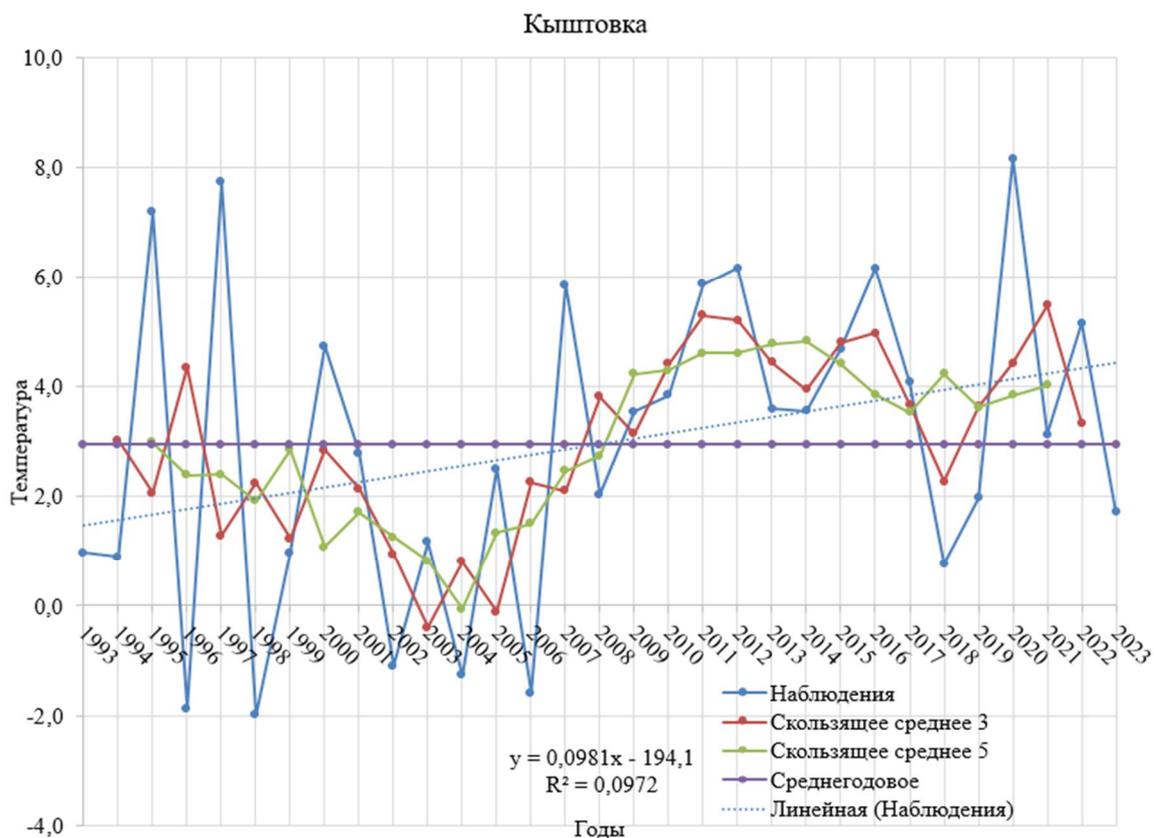


Приложение 45 Данные осреднения температур воздуха за июль в период с 1993 по 2023 годы для станции Кыштовка

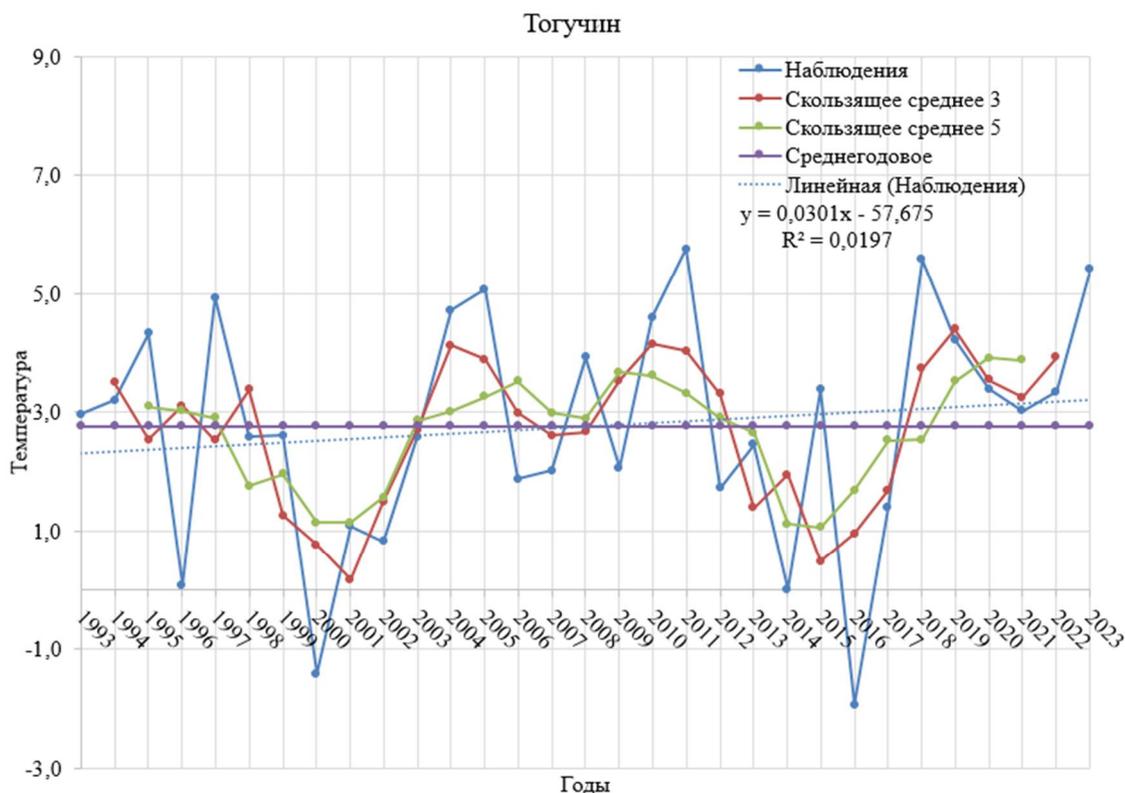
Тогучин



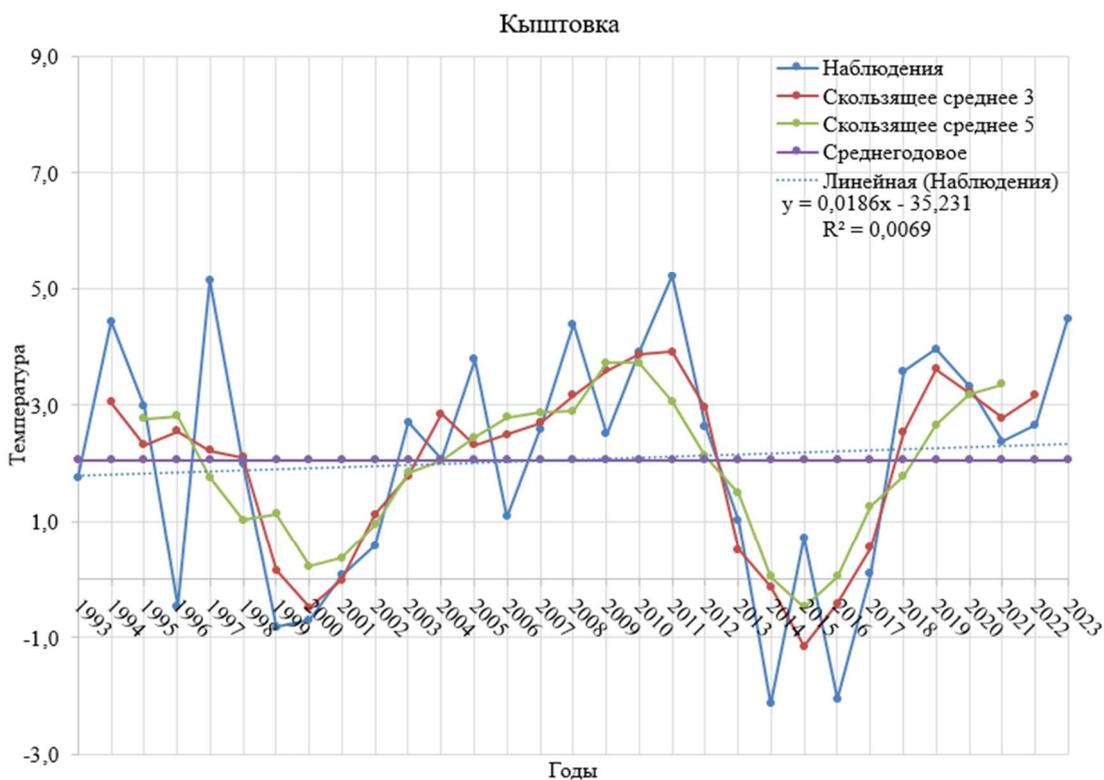
Приложение 46 Данные осреднения температур воздуха за апрель в период с 1993 по 2023 годы для станции Тогучин



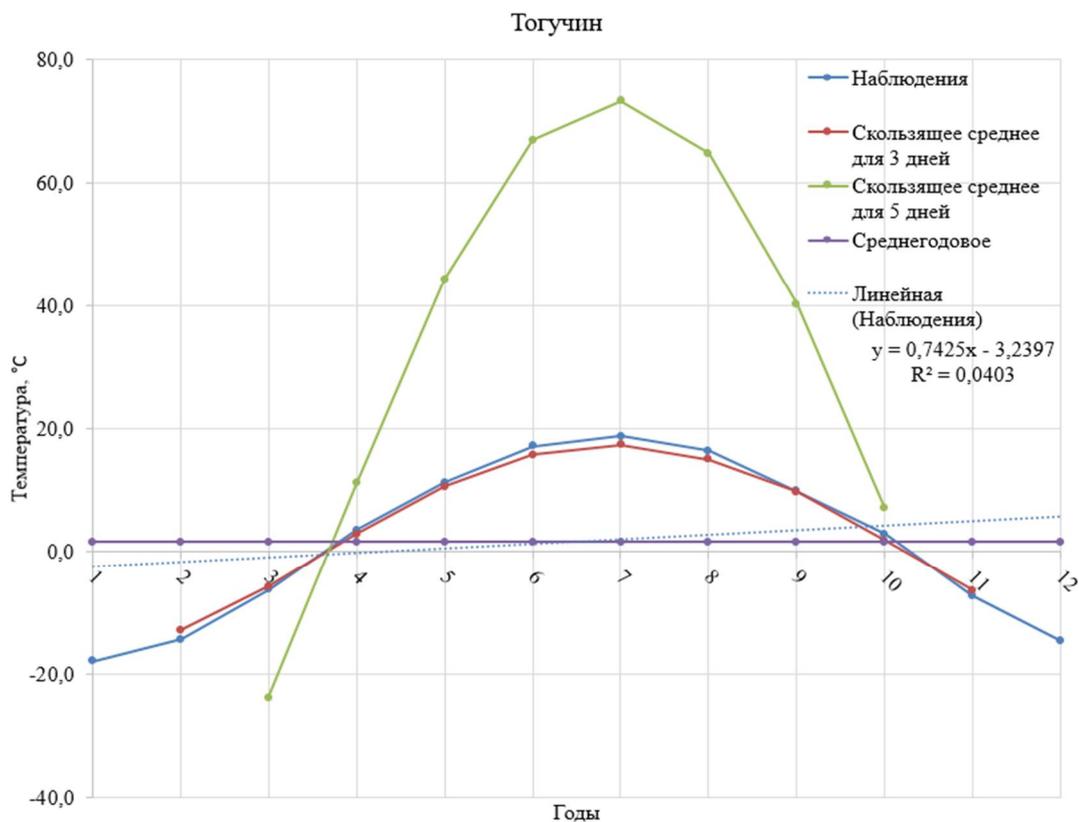
Приложение 47 Данные осреднения температур воздуха за апрель в период с 1993 по 2023 годы для станции Кыштовка



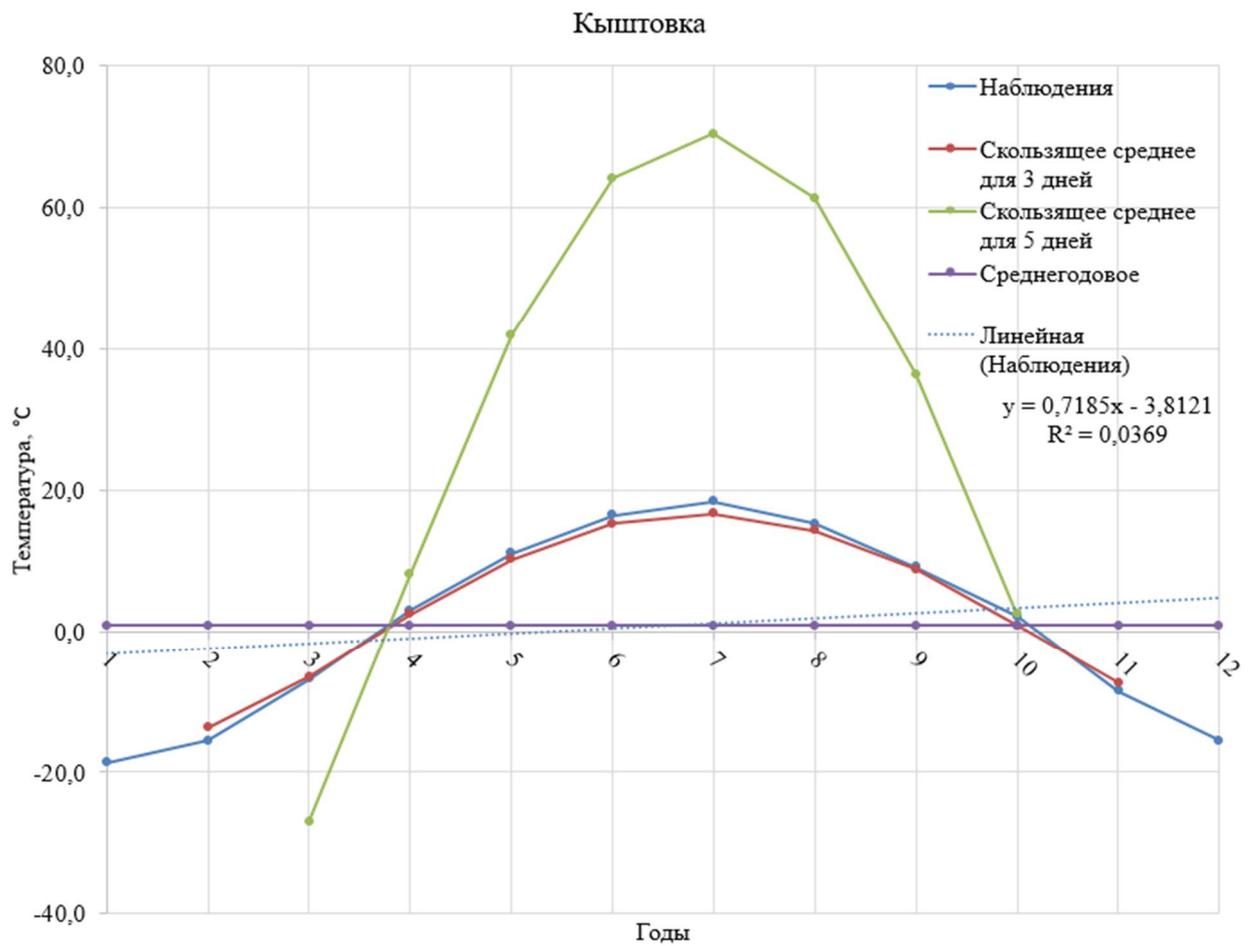
Приложение 48 Данные осреднения температур воздуха за октябрь в период с 1993 по 2023 годы для станции Тогучин



Приложение 49 Данные осреднения температур воздуха за октябрь в период с 1993 по 2023 годы для станции Кыштовка



Приложение 50 Данные осреднения температур воздуха в период с 1993 по 2023 годы для станции Тогучин



Приложение 51 Данные осреднения температур воздуха в период с 1993 по 2023 годы для станции Кыштовка