

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт экологии и географии
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Г.Ю. Ямских
подпись инициалы, фамилия
12 « 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.02 География

05.03.02.02 «Физическая география и ландшафтovedение»

Динамика показателей климата на территории Красноярской котловины в XXI веке

Руководитель

Г.Ю.06.17
подпись, дата

проф., д-р. геогр. наук

должность, ученая степень

Г. Ю. Ямских

инициалы, фамилия

Выпускник

Г.Ю.06.17
подпись, дата

В. А. Торопов

инициалы, фамилия

Красноярск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общие понятия о климате и факторах климатообразования	5
2 Объект и методы исследования	16
2.1 Физико-географическая характеристика территории Красноярской котловины	16
2.1.1 Географическое положение территории Красноярской котловины....	16
2.1.2 Тектоника и геологическое строение.....	17
2.1.3 Рельеф.....	19
2.1.4 Климат	22
2.1.5 Гидрографическая сеть	27
2.1.6 Почвенный покров	30
2.1.7 Растительность и животный мир	31
2.2 Методы исследований	33
3 Метеостанции Красноярской котловины	36
4 Динамика климатических показателей на территории Красноярской котловины в XXI веке	40
4.1 Температура воздуха.....	40
4.2 Осадки	44
4.3 Относительная влажность	51
4.4 Продолжительность безморозного периода.....	56
Заключение	62
Список использованных источников	64
Приложение А Среднемесячные температуры воздуха (по данным метеостанций на территории Красноярской котловины)	71
Приложение Б Месячные суммы осадков (по данным метеостанций Красноярской котловины).....	74
Приложение В Среднемесячная относительная влажность (по данным метеостанций Красноярской котловины)	77
Приложение Г Среднегодовая продолжительность безморозного периода (по данным метеостанций)	80

ВВЕДЕНИЕ

В мире выполнено большое количество исследований и написано научных работ, посвященных оценкам многолетних изменений основных климатических параметров: температуры воздуха, количества осадков и других показателей - для всего земного шара, т.е. характеристик глобального климата. Выявлены тренды и циклы в рядах этих параметров, разработано большое количество моделей, учитывающих влияние на глобальный климат как естественных, так и антропогенных факторов. Значительно меньше работ посвящено изучению климатических изменений небольших по площади территориальных единиц (административных и физико-географических), т.е. регионального, или локального климата [24].

Изучение климата в последние 20 лет стало одним из важных направлений научных исследований. Мир живет в эпоху глобальных изменений климата, связанных как с деятельностью человека, так и с природными процессами [63], причем роль антропогенных изменений и собственной, естественной изменчивости природы достаточно трудно разделима, особенно в масштабах времени в несколько десятилетий. Современные климатические изменения проявляются, помимо изменений средних величин, в резком увеличении и интенсивности экстремальных климатических событий [29]. Таким образом, использование традиционной климатической информации превратилось в мощное средство планирования и руководства всеми видами человеческой деятельности.

В последние годы издано много научных и исследовательских работ о динамике климатических показателей и об изменениях климата. Наиболее интересными на сегодняшний день являются исследования глобального изменения климата, как на планете в целом – глобального, так и на отдельных территориях, но данная исследовательская работа направлена, не на изучение как такового изменения климата, а на его динамику, то есть на выявление

естественных колебаний климатических параметров на территории Красноярской котловины.

Климатические условия территории Красноярской котловины в настоящее время изучены достаточно полно: выявлены пространственные закономерности изменения основных климатических показателей в зависимости от местных физико-географических факторов, построены разномасштабные карты большинства метеорологических характеристик и их сочетаний.

Цель бакалаврской работы – оценить динамику климатических показателей Красноярской котловины в 21 веке.

Для реализации цели необходимо было выполнить следующие задачи:

1. По данным наблюдений метеостанций на территории Красноярской котловины изучить структуру временных рядов среднегодовой температуры воздуха, годовой суммы осадков, среднегодовой относительной влажности воздуха и продолжительности безморозного периода.
2. Выявить и оценить тренд и периодические колебания в этих рядах.
3. Произвести оценку аномальности гидротермических условий на территории Красноярской котловины.

Предмет исследования: климатические показатели данных метеостанций.

Объект исследования: территория Красноярской котловины.

Метода: общеначальные методы, методы математической статистики, методы анализа.

Полученные в работе выводы могут быть использованы для оценки всевозможных изменений локального климата территории, при прогнозировании влияния этих изменений на экологическую обстановку отдельных районов при их хозяйственном освоении и при дальнейшем социально-экономическом развитии территории.

1 Общие понятия о климате и факторах климатообразования

Термин «климат» имеет несколько значений. Во-первых, это понятие применяют для описания гидрометеорологического режима определенной территории в ряду других ее физико-географических характеристик. Во-вторых, понятием «климат» определяют состояние гидрометеорологического режима глобального характера. Глобальный климат характеризует температурный режим атмосферы, океана и материков, общую циркуляцию океана и атмосферы, закономерности влагооборота и т. д. Появление и использование этого понятия вызваны представлениями о процессах планетарного масштаба (ледниковые периоды, современное глобальное потепление и др.), проявляющихся, так или иначе, в каждой точке земного шара и имеющих единую природу [5].

Климат – это статистический режим атмосферных условий (условий погоды), зависящий от его географического положения. Этот режим меняется от одного многолетнего промежутка времени к другому, причем такие изменения имеют колебательный и ритмичный характер. Уточняя определение, можно сказать, что климат есть статистический режим колебаний состояния атмосферы с короткими периодами (до года), испытывающий колебания с длинными периодами.

Колебания климата достаточно малы и не мешают ему быть устойчивой географической характеристикой данной местности [42]. Так, когда дается физико-географическая характеристика территории, мы говорим о типичных, то есть усредненных многолетних значений температур, осадков, направлении ветра, продолжительности безморозного периода и сумме активных температур.

Слово «климат» происходит от греческого «*klima*», которое переводится как наклон. Греки связывали климатические различия с наклоном солнечных лучей к поверхности Земли [18].

Кроме общего понятия климат, различают еще макроклимат, мезоклимат, или местный климат, и микроклимат. В эти термины разными авторами вкладываются несколько различные значения. Макроклиматом называют климат области или зоны, характеризуемый многолетними наблюдениями многих метеорологических станций в данной области или зоне.

Климат ландшафта — это климат определяемый из наблюдений на нескольких станциях в урочищах, характерных для этого ландшафта. Местным климатом — климат урочища характеризуется наблюдениями станции в данном урочище. Микроклимат — климат фации внутри данного урочища, определяемый специальными микроклиматическими наблюдениями [42].

Климат определяется тремя основными элементами:

- 1) солнечной радиацией;
- 2) общей циркуляцией атмосферы;
- 3) характером подстилающей поверхности;

Для каждого места, района или страны величина солнечной радиации и характер подстилающей поверхности (океаны, материки, горы и равнины) остаются постоянными, а вот за счет циркуляции атмосферы через один и тот же район или страну в течение многих лет периодически проходят разные воздушные массы, сменяя одна другую. Поэтому, климат каждого района зависит от того, какие циклоны или антициклоны и воздушные массы там преобладают, как они взаимодействуют с местными климатическими условиями, главным образом с подстилающей поверхностью [9].

Основными климатообразующими процессами являются радиационный и циркуляционный балансы. Особенности их проявления, взаимодействие этих процессов зависят от географического положения территории, особенностей рельефа и свойств подстилающей поверхности [5].

От географической широты напрямую зависят зональность климата и распределение элементов климата. Так, солнечная радиация поступает на земную поверхность в строгой зависимости от географической широты, которая определяет полуденную высоту солнца и продолжительность

солнечного сияния. Зональность лежит в основе распределения температуры воздуха, осадков, испаряемости и других метеорологических элементов [55].

Долготное расположение территории Красноярского края определяет количество солнечной радиации, поступающей на поверхность, и ее внутригодовое распределение. Красноярский край расположен между $81^{\circ}16'$ с.ш. и $51^{\circ}48'$ в.д., и этим обусловлено расположение его в трех климатических поясах – арктическом, субарктическом и умеренном. Принято выделять также западные и восточные климатические области, граница которых проходит по долине Енисея.

Солнечная радиация – электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца. Электромагнитная составляющая солнечной радиации распространяется со скоростью света и проникает в земную атмосферу. До земной поверхности солнечная радиация доходит в виде прямой и рассеянной радиации.

Солнечная радиация сильно влияет на Землю только в дневное время. Солнечная радиация не блокируется облаками и поэтому всё равно поступает на Землю (при непосредственном нахождении Солнца над горизонтом). Количество поступающей солнечной радиации зависит от смен времен года. В настоящее время общее количество солнечной радиации, поступающее на Землю, остаётся практически неизменным, но на широтах 65° с.ш. (широта северных городов России, в том числе Красноярского края) летом количество поступающей солнечной радиации более чем на 25 % больше, чем зимой. Это происходит из-за того, что Земля по отношению к Солнцу наклонена под углом $23,3^{\circ}$.

Атмосферная циркуляция – система крупномасштабных воздушных течений над земным шаром. Атмосферная циркуляция обусловлена неоднородным распределением температуры и атмосферного давления, возникновением так называемого барического градиента. Атмосферная циркуляция расходуется на трение, но непрерывно пополняется за счёт солнечной радиации. Направление воздушных течений определяется

барическим градиентом, вращением Земли, влиянием подстилающей поверхности.

Рельеф оказывает большое влияние на климат. Особенно значительное влияние на климат оказывают крупные формы рельефа – горы. Горы задерживают массы воздуха, приходящие из холодных мест, например, с севера. В этом случае горные хребты могут являться границей, разделяющей области с различными климатическими условиями. По мере возрастания высоты, понижение температуры происходит вследствие удаления от основного источника нагревания – земной поверхности – и увеличения потери тепла излучением; ближе к земной поверхности остаются более плотные, влажные и запыленные слои, задерживающие лучеиспускание, что приводит к конденсации влаги, формированию облаков и осадков. Большая часть осадков, обусловленных барьерным эффектом гор, выпадает на их наветренной стороне, а подветренная сторона остается в «дождевой тени». Воздух, опускающийся на подветренных склонах, при сжатии нагревается, образуя теплый сухой ветер, известный под названием «фен» [5]. На склонах гор образуются не только теплые ветра, но и холодные. Эти ветра имеют множество местных названий. На разных территориях – разные названия местных ветров.

Частая смена воздушных масс наблюдается в районах, через которые часто проходят циклоны, главным образом в зоне умеренных широт и в местах, сравнительно недалеко расположенных от океана. В более низких широтах и в глубине континентов преобладает антициклоническая циркуляция, для которой в силу малой подвижности антициклона характерной чертой является трансформация и формирование воздушных масс. Зимой воздух в антициклонах сильно выхолаживается, а летом сильно прогревается, подолгу задерживаясь на одном месте.

Понятие климат – это некое обобщенное понятие, представляющее собой осредненные погодные состояния больших интервалов времени. Оно отражает комплексный отклик всех подсистем Земли на любые внешние воздействия. Поэтому упрощенные представления о том, что климат можно достаточно

полно описать вариациями температурных условий не вполне корректно, хотя чаще всего, в качестве параметра порядка, принимается именно температура. Такой подход не затрагивает сущности всех механизмов преобразования получаемой Землей энергии извне и особенностей формирования комплексного отклика.

На рис. 1 приводится схема, позволяющая представить климатическую систему Земли в виде открытой сложной системы, состоящей из ряда сложных открытых подсистем [30].



Рисунок 1 – Схема климатической системы [30]

Представление о климате складывается на основе статистического обобщения результатов многолетних наблюдений за основными метеорологическими элементами: солнечной радиацией, температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, скоростью и направлением ветра, облачностью, атмосферными осадками и т. д. [11, 7].

Погода – непрерывно меняющееся состояние атмосферы. Погода в данном момент характеризуется совокупностью значений метеорологических элементов; погода за некоторый промежуток времени характеризуется последовательным изменением этих элементов или их средними значениями за взятый промежуток [42]. Рассмотрим некоторые основные погодные факторы,

определяющие климат на нашей планете. Под климатом обычно понимают усредненные характеристики метеорологических элементов и их флуктуаций [13, 24]. Флуктуация – это случайные отклонения наблюдаемых физических явлений от их средних значений [13]. А статистические характеристики состояния климатической системы получаются путем усреднения данных за достаточно продолжительный период времени. В качестве стандартного периода для оценивания климатических переменных, характеризующих текущий и современный климат, рекомендации Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) используется периода в 30 лет. В настоящее время климатическая норма метеопараметра определяется, как среднее значение переменной величины за 1961-1990 годы, а отклонение от этой величины называется аномалией [9].

Современные наблюдаемые изменения температуры в приповерхностном слое – это результат наложения антропогенных и естественных факторов ее изменчивости [53].

Температура воздуха – температура, показываемая термометром в условиях его полного теплового контакта с атмосферным воздухом. При сетевых метеорологических наблюдениях за температурой воздуха у земной поверхности принимается температура, измеренная термометром, установленным на высоте 2 м над поверхностью почвы, вдали от жилых помещений, защищенным от действия прямой солнечной радиации и хорошо вентилируемым. Практически для этого применяется сухой психрометрический термометр Августа в психрометрической будке [42] (рис. 2а и рис. 2б).



Рисунок 2 –Психрометрическая будка (а) и ее внутреннее устройство (б) [54]

В экспедиционных условиях за температурой воздуха у земной поверхности принимается показание сухого термометра в аспирационном психрометре Ассмана или термометра-праща. Применяются также максимальный и минимальный термометры для регистрации крайних температур за некоторый промежуток времени. Непрерывная регистрация температуры воздуха на станциях производится с помощью термографов. При специальных наблюдениях в приземном слое воздуха применяются как психрометр, так и термоэлектрические термометры. Для наблюдений над температурой воздуха в свободной атмосфере применяются самопишущие приборы (метеорограф, радиозонд).

Температура воздуха постоянно меняется, обнаруживая как суточный и годовой ход, так и более значительные (во внетропических широтах) непериодические колебания, связанные с адвекцией воздушных масс, а частично (преимущественно в свободной атмосфере) с адиабатическим подъемом и опусканием воздуха. Распределение температуры воздуха над земным шаром зависит от условий притока солнечной радиации на границу атмосферы и на земную поверхность, от ее поглощения, неодинакового на суще-

и море и вообще зависящего от характера подстилающей поверхности, от излучения подстилающей поверхности и воздуха, а также от общей циркуляции атмосферы, обусловливающей перемещение воздушных масс [42].

Осадки – это вода в жидким или твердом состоянии, выпадающая из облаков или осаждающаяся из воздуха на поверхности земли и на предметах. Из облаков осадки выпадают в виде дождя, мороси, снега, мокрого снега, снежной и ледяной крупы, снежных зерен, града, ледяного дождя, ледяных игл. Непосредственно из воздуха выделяются роса, иней, жидкий налет, твердый налет, изморозь. Осаждение переохлажденного дождя, мороси, тумана на земной поверхности и предметах дает гололед.

Осадки – это количество выпавшей воды в определенном месте за сутки, месяц, год и т. д., либо за определенный промежуток времени, либо в многолетнем среднем. Обычно говорят: сумма осадков. Измеряются толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах [42].

Сборником осадков является осадкомерное цилиндрическое ведро (рис. 3а), куда попадают осадки. Оно защищено от ветра и, следовательно, падения специальными пластинами. Дважды в сутки осадки сливают в измерительный дождемерный стакан (рис. 3б), цена деления которого составляет 1 мм слоя осадков. Если количество осадков составит 50 мм за период не более 12 часов, то этот факт считается опасным метеоявлением, которое «может представлять угрозу жизни или здоровью граждан» (Федеральный закон от 2 февраля 2006 г. № 21-ФЗ) [54].



Рисунок 3 – Приборы для измерения осадков: а - осадкометр, б - измерительный дождемерный стакан [54]

Также очень часто используются автономные метеостанции (например, АМК). Автономная переносная метеорологическая станция «ТИК – АМК» предназначена для измерения и регистрации значений следующих метеорологических параметров:

- скорость и направление горизонтального ветра;
- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- атмосферное давление.

Область применения изделия – метеорология, экологический мониторинг, охрана труда, контроль воздушной среды в технологических объемах и помещениях, а также научные исследования в области физики атмосферы [1].

Внешний вид составных частей АМК показан на рис. 4а, 4б.

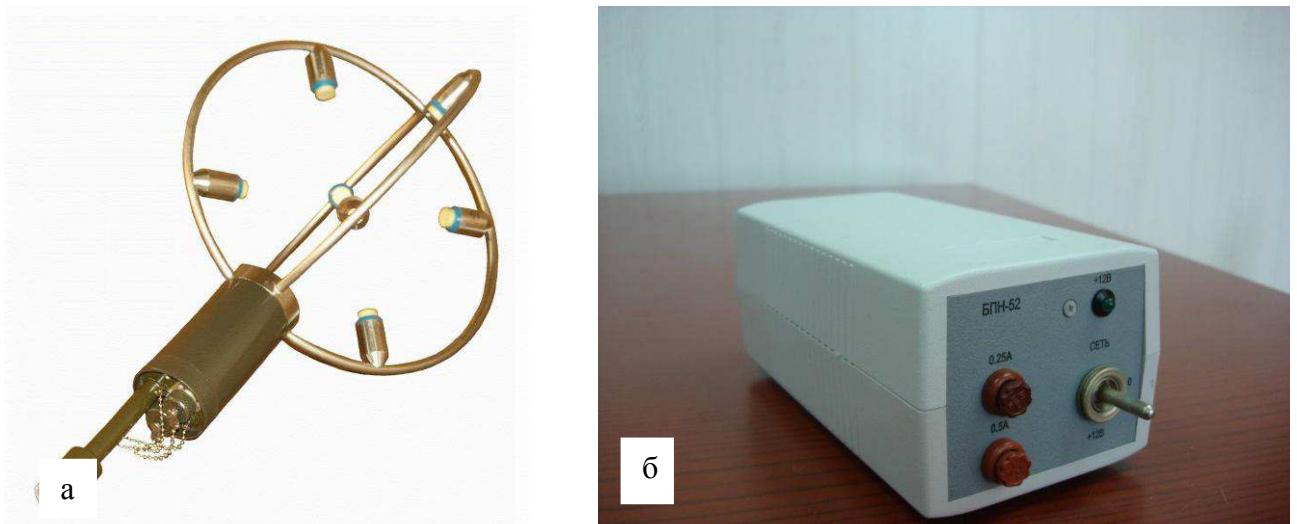


Рисунок 4 – Внешний составных частей изделия: а – датчик метеопараметров ДСВ-15, б – а блок питания БПН-52 [1]

Данная метеостанция легка в установке, малогабаритна, и полностью автономна, то есть не надо вести за ней постоянных наблюдений, а только хранить и обрабатывать данные, полученные с нее.

Изучение режима многолетних колебаний атмосферных осадков представляет собой одну из важнейших проблем. Атмосферные осадки, как и другие элементы климата, испытывают значительные пространственные и временные изменения. Изменчивость средних и аномальных величин связана с особенностями атмосферной циркуляции, физико-географическими особенностями и временем года. Эти факторы, действуя в тесной взаимосвязи, определяют особенности распределения осадков в пространстве и во времени, как в течение года, так и от года к году.

Изучение изменчивости осадков позволяет глубже понять статистическую структуру этого важнейшего гидрометеорологического показателя, что в свою очередь позволит определить тенденции изменений и разработать пути снижения негативного воздействия аномальных периодов увлажнения на функционирование природных и природно-антропогенных систем.

Исследованию режима многолетних колебаний атмосферных осадков посвящены работы О. А. Дроздова, А. С. Григорьевой [1971], Ф. З. Батталова

[1968], И. Е. Бучинского [1954], Е. И. Борисовой [1975], Л. Ш. Хайруллина [1990], Н. В. Гуляевой, В. В. Костюкова [2003; 2004; 2006], Г. М. Виноградовой с соавторами, [1999], Н. К. Барашковой [2002; 2006], Н. Н. Густокашиной с соавторами [2004]. В них анализируются пространственно-временные вариации годовых и месячных сумм осадков, влияние синоптических процессов, особенности образования осадков в засушливые и увлажненные периоды.

Большинство исследователей многолетних колебаний осадков обращают внимание на циклический характер этих колебаний (сверхвековые, вековые, внутривековые и малые) [38].

Относительная влажность – это процентное отношение фактической упругости водяного пара в атмосфере к упругости насыщающего водяного пара при той же температуре.

Можно также определить относительную влажность, как отношение фактической абсолютной или удельной влажности к абсолютной или удельной влажности для состояния насыщения при той же температуре [42].

Безморозный период – промежуток времени между многолетней средней датой последнего мороза (заморозка) весной и многолетней средней датой первого мороза (заморозка) осенью [42].

2 Объект и методы исследования

2.1 Физико-географическая характеристика территории Красноярской котловины

2.1.1 Географическое положение территории Красноярской котловины

Территория Красноярской котловины, расположена на стыке трех физико-географических стран – Западной Сибири, Алтае-Саянской горной страны и Среднесибирского плоскогорья. Географическое положение Красноярской котловины представлено на рис. 5.

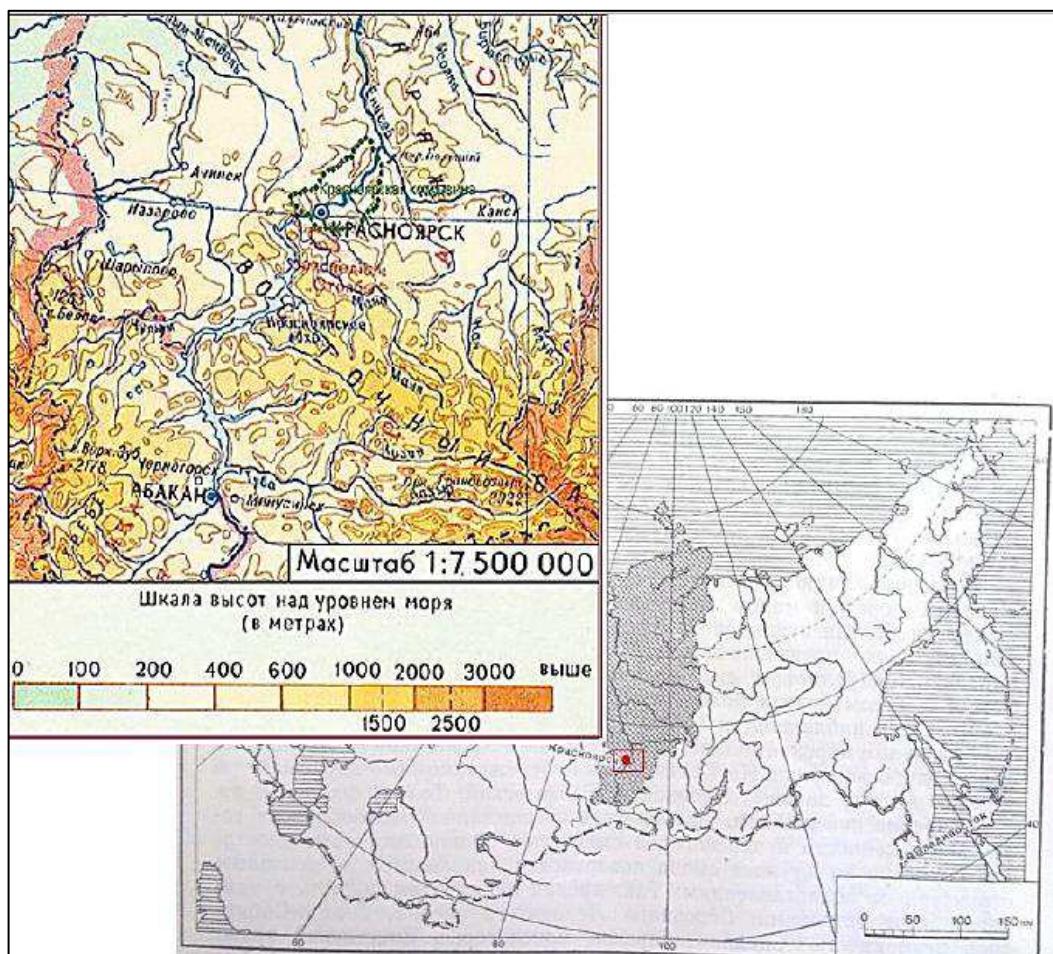


Рисунок 5 – Географическое положение Красноярской котловины [20]

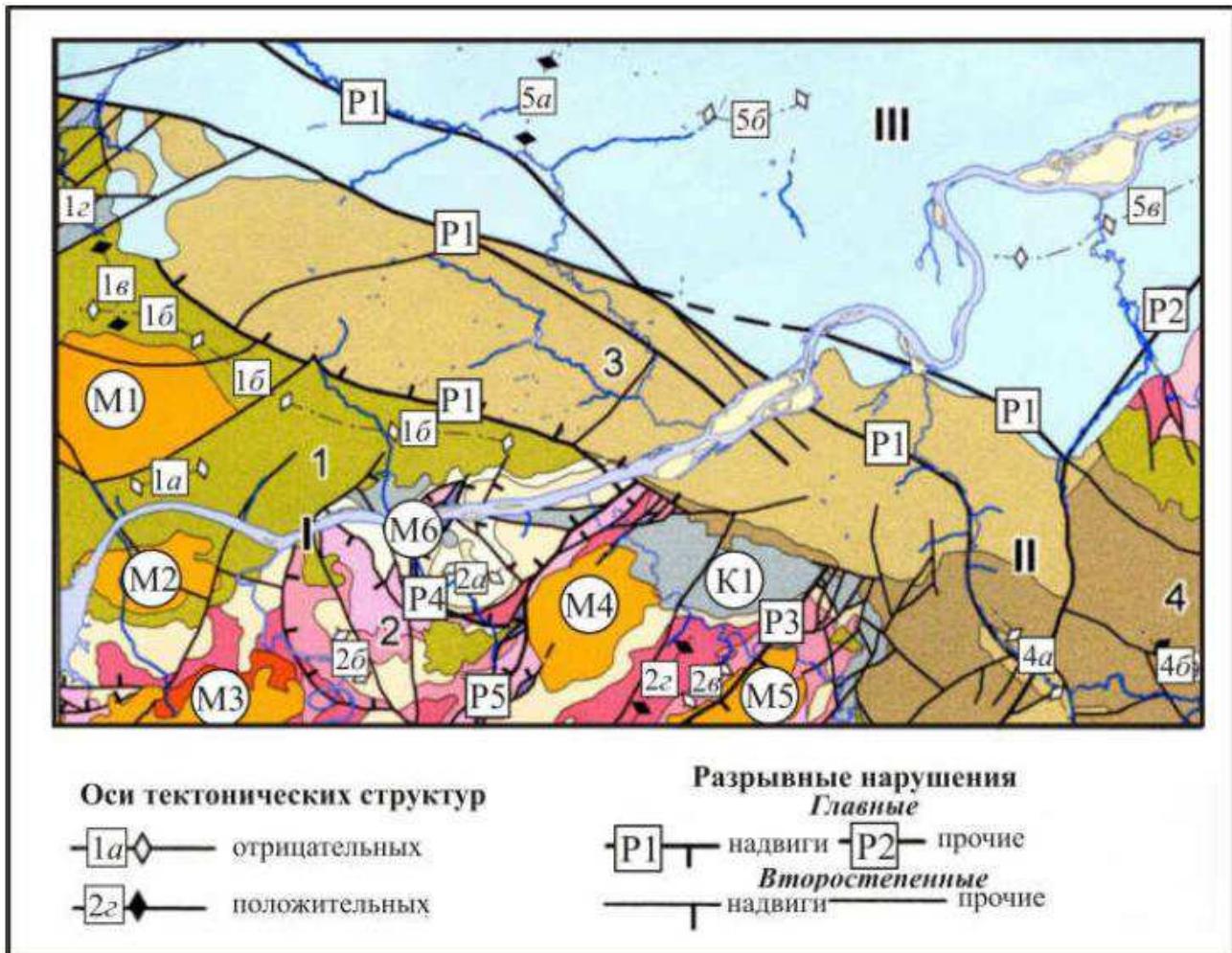
Она располагается в центральной части Евразии. Такое глубинное расположение котловины на материке определило характер компонентов природы: климата, почвенного покрова, растительности, животного мира, а расположение в области пояса гор Юга Сибири – особенности формирования рельефа территории [20].

2.1.2 Тектоника и геологическое строение

Формирование рельефа котловины связано с поднятием Алтая - Саянской горной страны. Саяно-Енисейская синеклиза начала прогибаться в вендскую эпоху и продолжала быстро опускаться в кембрии и ордовике. К концу раннего палеозоя погружение ее замедлилось, в среднем и позднем палеозое шло очень медленно [28]. Красноярская котловина относится к платформенным образованиям, который расположен на южной окраине Красноярской лесостепи, на обоих берегах р. Енисей в среднем течении, на стыке трех геоморфологических районов: долины р. Енисей, прилегающих к ней плато и предгорий Восточного Саяна [45].

В тектоническом отношении Красноярская котловина – область сочленения ряда разнородных и разновозрастных тектонических структур: в южной части - Алтайско-Саянской палеозойской складчатой области; в северо-западной и северной - Западно-Сибирской молодой плиты; в северо-восточной и восточной – докембрийской Сибирской платформы [62].

В сложении геологической структуры района г. Красноярска отчётливо выделяется три структурных этажа (рис. 6). Нижний, складчатый структурный этаж сложен образованиями позднего докембра и нижнего-среднего кембра. Средний, переходный структурный, формирующий наложенные впадины, выполнен вулканогенными и осадочными породами среднеговерхнего ордовика, девона и нижнего карбона. Наконец верхний, платформенный структурный этаж представлен полого залегающими отложениями мезозоя.



Алтае-Саянская складчатая область: I – Красноярское поднятие: 1 – Качинско-Лиственская вулканогенная депрессия: 1а – Малолиственская синклиналь; 1б – Караульинская синклиналь; 1в – Щебзаводская синклиналь; 1г – Качинский горст. 2 – Дербинский антиклиниорий (Кулюкский блок): 2а – Слизневская брахисинклиналь; 2б – Малослизневская синклиналь; 2в – Намуртская синклиналь; 2г – Намуртская антиклиналь. II – Рыбинская впадина: 3 – Красноярская моноклиналь; 4 – Балайская синклинальная зона: 4а – Жерновская синклиналь; 4б – Сорокинская антиклиналь.

Западно-Сибирская плита: III – Чулымо-Енисейский прогиб. Приенисейская впадина: 5а – Ареикско-Шилинский вал; 5б – Бадалыкская мульда; 5в – Есауловская мульда.

Интузивные и протрузивные массивы: M1 – Лиственский; M2 – Шумихинский; M3 – Кулюкский; M4 – Столбовский; M5 – Абатакский; M6 – Слизневский. Карбонатные массивы: K1 – Торгашинский рифогенный.

Разломы и их номера: P1 – Канско-Агульский (Ийско-Канский); P2 – Батойский; P3 – Крольский; P4 – Слизневский; P5 – Сосновский

Рисунок 6 – Тектоническая схема окрестностей г. Красноярска. Составил

Г. В. Миронюк по материалам Е. И. Берзона и др. (2001) и Л. К.

Качевского и др. (2009) [48]

2.1.3 Рельеф

В геоморфологическом отношении эта территория находится на стыке трех геоморфологических стран – Среднесибирского плоскогорья, Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горно-складчатой области.

В долине Енисея выделяется пойма и девять надпойменных террас, не имеющих повсеместного распространения в городе [10]. Террасы объединяются в три комплекса: верхний (террасы I, II и IV), средний (террасы V и VI) и нижний (террасы VII, VIII). Террасы III и IX отсутствуют. Поверхность всех террас в результате длительного и сильного размыва денудирована и не всегда имеет четко выраженный уступ. На правом берегу развиты надпойменные террасы I, II, VI и VII, на левом — I, II, IV и V. Террасы состоят из элювиальных и наносных отложений [61].

Террасы левобережной части города ограничены плато, которое в северной окраине города называется Караульной горой (высота до 100 м). Гора состоит из слоев красных глин и белых известняков, относящихся к осадочным породам. С запада террасы левобережья ограничиваются лесистой Гремячинской Гривой, высота которой около 240 м над у р. м. Слоны Гривы усыпаны обломками порфиритов. Часть Гривы, примыкающая к городу, носит название Афонтовой горы. Сложена она рыхлой, супесчаной, палево-желтого цвета породой — лёссом [61].

Орография района г. Красноярска разнообразна. Рельеф данной территории расчлененный. На юге расположены покрытые тайгой предгорья Восточного Саяна. Абсолютные отметки междуречий достигают здесь 750 – 800 м. Значительную часть площади (47,2 тыс. га) здесь занимает Государственный заповедник «Столбы», известный высокими скальными останцами. Долины рек в этой части глубоко врезанные, с крутыми склонами. Относительные превышения составляют 250 – 350 м. Более сниженные предгорья с абсолютными отметками междуречий 500 – 590 м расположены на северо-западе территории. К западу, востоку и юго-востоку от г. Красноярска

выделяется предгорная полоса, сложенная среднедевонскими эфузивно-осадочными образованиями. Эта крайняя часть Рыбинской впадины, переходящей в направлении на восток в Чулымо-Енисейскую.

В пределах Красноярской котловины городская агломерация расположена на всхолмленной равнине с высотными отметками менее 400 м и относительными превышениями до 200 м. Значительную часть площади занимает р. Енисей, пересекающая после отрогов Солгонского кряжа неотектоническую Красноярскую котловину. Выше города русло Енисея узкое, шириной 700 – 1000 м. Здесь расположены небольшие аккумулятивные острова Собакинский и Сосновый. В 3 км ниже устья Базаихи долина расширяется, появляются значительные аккумулятивные острова Отдыха, Молокова, Татышева, Нижний Атамановский и ряд малых островов. Отметка уреза воды в Енисее в межень составляют 140 м в западной части города и 137 м – в восточной [48].

Рельеф прирусловой части долины Енисея аккумулятивный и эрозионно-аккумулятивный. Острова и низкая прирусловая часть берега относятся к пойме, сложенной галечниковым и песчаным аллювием. Высота поймы до 4 м. Далее следует комплекс надпойменных террас, общее число которых достигает девяти.

Рельеф возвышенных частей местности существенно отличается в левобережной и правобережной частях долины Енисея. В левобережной части максимальные отметки находятся на г. Первая (Николаевская) Сопка (505 м), сложенной вулканитами среднего-позднего ордовика. По северной периферии города отметки господствующих вершин – 250 – 310 м. В междуречье здесь сохранились остатки денудационной поверхности выравнивания олигоцена-миоцена. Они занимают около 20 % площади. Наибольшим распространением пользуются денудационные и эрозионно-денудационные склоны, в совокупности, занимающие около 65 % территории. По крутизне преобладают пологие (менее 15°) и умеренные (15 – 25°) склоны. Крутосклонные (более 25°) участки развиты незначительно и контролируются в своем распространении

геолого-структурными факторами (моноклинальные залегания отложений среднего и верхнего девона, зоны разрывных нарушений и т. п.).

Эрозионный рельеф связан с долинами малых рек, ручьев и временных водотоков (логов). В плане рисунок речной сети перистый. В поперечных сечениях большинство долин имеют V-образный профиль. Гравитационный рельеф распространен незначительно. Слоны обвально-осыпного сноса связаны с долиной Енисея (участок Академгородка и Зеленой Роши) и его притоков. Оползневые явления широко развиты на левобережье ниже города, в окрестностях сел Кубеково – Худоного и местами – в бортах долины р. Кача в черте города. В городе Красноярске участками выражен техногенный рельеф. Особенно характерно ступенчатое, псевдотеррасное оформление набережной между городским парком и речным вокзалом. К другим техногенным формам относятся насыпи, карьеры кирпичных и цементного заводов, дамбы по берегам р. Качи.

Рельеф правобережья более возвышенный, предгорный. Самой высокой точкой в восточной части площади является г. Чёрная Сопка (691 м), представляющая собой отпрепарированный останец штокообразной субвулканической интрузии щелочных долеритов и тингуайтов. Своебразный денудационный и эрозийно-денудационный рельеф развит в зоне заповедника на интрузии сиенитов столбовского сиенит-граносиенитового комплекса среднего-позднего ордовика. Здесь на пологих междуречных поверхностях и склонах с крутизной от умеренной до большой располагаются многочисленные крупные и мелкие останцы сиенитов – знаменитые Красноярские Столбы. Господствующие вершины на сиенитах достигают отметок 729 – 881 м. Морфология междуречной поверхности на этом участке грядово-сопочная [48].

Западная часть Красноярской котловины имеет относительно ровную поверхность, которая местами заболочена. В восточном направлении днище котловины переходит в пологий склон. Поверхность северной части котловины менее расчленена и носит большей частью полого-увалистый характер, наблюдается симметричность строение речных долин и междуречий. Слоны

западной экспозиции крутые, северной и южной – пологие, восточной – слабо покатые. В южной части сопочниковый высоко холмистый рельеф к северу переходит в полого - увалистый. Восточнее Кемчугской возвышенности с отметками 250-350 м, расчлененной глубоко врезанными долинами, до р. Енисей выделяется Красноярская возвышенность, ограниченная на юге отрогами Восточного Саяна. Рельеф ее полого-увалистый, местами всхолмленный, с отметками высот 200-350 м. По правому берегу р. Енисей поднимаются южные отроги Енисейского кряжа высотой от 800 до 1000м (самая высокая вершина - г. Енашиминский Полкан, 1104 м), восточнее которого в бассейнах рек Кан и Усолка расположена Канская котловина. Ее поверхность характеризуется мягкими очертаниями водоразделов с высотными отметками 160-300 м. Средние высоты Красноярской котловины достигают от 200-500 м в северо-западной, более равнинной части и до 600 м в восточной и южной. Черная Сопка - это самая высокая точка близ Красноярска: абсолютная высота – 688,7 метра над уровнем моря. Находится она на правом берегу Енисей в 8 км от городской черты и видна практически из любой части Красноярска. Черная Сопка считается потухшим 1,5 млн. лет назад вулканом [32].

2.1.4 Климат

Климат района резко континентальный, с продолжительной и морозной зимой и жарким, иногда засушливым, коротким летом. Средняя январская температура – 15°, средняя июльская – +18°C (рис. 7). В январе почва промерзает на глубину 1,7 – 3,0 м. Следует отметить, что район заповедника «Столбы» в физико-географическом отношении является обособленным. Средняя температура января здесь на 1,5 – 3 °C выше, чем на окружающей территории. Здесь выпадает также значительно больше атмосферных осадков, выше абсолютная влажность воздуха и т. д. [48].

Рисунок 7 – Карта климата центральной и южной частей
Красноярского края [37]

Господствующим типом циркуляции атмосферы является антициклональная с устойчивой ясной безоблачной погодой. Циклональную погоду приносят воздушные массы с Атлантики. Удаленность от Атлантического океана, большого количества осадков не приносит, так как, при прохождении длительного пути он трансформируется и приходит на территорию более сухим [27].

Для Красноярской котловины характерна однородность режима ветра в течение года, что объясняется условиями орографии. Направление долины Енисея совпадает с преобладающим направлением ветра, повторяемость юго-западных ветров очень велика в течение всего года (30-50%). В январе повторяемость этих ветров вместе с западными составляет 80%. С мая по август повторяемость юго-западных и западных ветров составляет 40-45%. Зимой повторяемость ветров северных, восточных и юго-восточных направлений небольшая (1-3%). Наименьшей изменчивостью в течение года отличаются ветра северного, юго-восточного и южного направлений. Так, их повторяемость колеблется от 1% (ноябрь) до 7% (май) [27].

Самым жарким месяцем является июль. В июле в среднем в течение 26 дней средняя суточная температура выше 15°C из них в течение 10 дней выше 20°C. В этом же месяце осуществляется устойчивый переход суточной температуры через 20°C. В июле температура в горах на 3-2°C ниже чем в котловине. В целом, средние годовые температуры показывают постепенное похолодание от степи (0,8°C) к горной тайге (-0,9°C).

Для зимнего периода наиболее характерно устойчивое антициклональное состояние атмосферы с низкими температурами, малым количеством осадков, высокой влажностью воздуха и безветрием. Безморозный период длится 113-118 дней, а сумма положительных температур на этот период составляет 1690-1790° C [2].

Условные обозначения районов представлены в таблице 1.

Рисунок 8 – Мезоклиматические районы окрестностей Красноярска [61]

Таблица 1 – Мезоклиматическое районирование окрестностей Красноярска (по И. А. Гольцберг) [19]

2.1.5 Гидрографическая сеть

Основными водными объектами на территории Красноярска являются р. Енисей и его небольшие притоки (Базаиха, Кача и Березовка). Енисей — это крупнейшая в стране река. В черте Красноярска Енисей, протекая с запада на восток, имеет протяженность около 30 км. Преобладающая ширина 500—600 м (наибольшая 750 и наименьшая 300 м). Глубина в отдельных местах достигает 6 м. Ниже устья р. Кача русло реки разветвляется островами на протоки. Наиболее крупные острова — Отдыха, Молокова, Татышева, Атаманинова. Выше города река перекрыта плотиной Красноярской ГЭС и сток ее полностью зарегулирован, что совершенно изменило его естественный гидрологический режим.

Базаиха, Кача, Березовка — малые реки, впадающие в Енисей в черте города, в хозяйственных целях используются ограниченно (за исключением р. Кача) и по основным своим характеристикам имеют естественный режим. В р. Кача происходит частичный сброс промышленных вод, в связи с чем термический режим реки нарушен, ледовые явления отсутствуют [61].

Долина Енисея занимает преобладающую часть города. Ширина правобережной и левобережной частей долины неодинакова. На правом берегу она изменяется от одного километра у ручья Лалетина до 6—8 км при впадении реки Березовки. Левобережная долина значительно (2—8 км) расширяется только при впадении реки Кача и в северной части, в районе с. Песчанка. Минимальные абсолютные высотные отметки дна долины приурочены к руслу реки и изменяются от 130—135 м над ур. м. у с. Песчанка до 142—143 м у ручья Лалетина. Максимальные высоты с абсолютными отметками 270—300 м (правый берег) и 160—250 м (левый берег) приурочены к водораздельным массивам. На юго-востоке (гора Лысая) высоты достигают 600—700 м над уровнем моря [61].

В левобережной части основными притоками Енисея (с запада на восток) являются реки Караульная, Крутенькая, Пионерская и Кача. Самой крупной из них является р. Кача, устье которой находится в центре левобережья.

Кача (в верховье Гладкая Кача) — река является левым притоком Енисея, впадающий в него в черте Красноярска. На языке качинцев река называлась Изыр-Су (стремительно несущаяся). Длина 102 км (с Гладкой Качей), площадь водозабора 1280 км², средний расход воды — 4,3 м³/с. Вливается в Енисей в месте, называемом "Стрелка ". Река берёт своё начало в районе посёлка Кача в Емельяновском районе, впадает в Енисей в черте Красноярска. Притоки: Бугач, Нанжуль, Большой Арей, 35 км: Малый Арей, Еловка, Крутая Кача, Сумасшедшая, Грязная, Становая, Тёплая [36, 34].

В правобережной части территории Енисей последовательно вбирает в себя воду рек Большой Слизневой, Быковой, Лалетина, Базаихи и Черемуховки. Крупнейшим правобережным притоком является р. Базаиха. Базаиха и Караульная близки к рекам горного типа. Они протекают в глубоко врезанных долинах и имеют довольно быстрое течение до 3 – 5 м/сек. Для всех рек характерно меандрирование, слабо выраженный ступенчатый профиль [48]. Река Мана имеет длину – 475 км, площадь бассейна — 9320 км². Берёт начало в Верхманском озере (стык Манского, Кутурчинского и Канского Белогорий). На расстоянии 4-20 км от устья правый берег Маны является естественной границей заповедника «Столбы». Основные притоки (по порядку с верховьев до устья): Дизо, Б. Арзыбей, М. Арзыбей, Мина, Крол, Баджей, Колба, Б. Унгут, М. Унгут, Жержул, М. Кершул, Б. Кершул, Урман, Береть [47].

Базаиха – правый приток Енисея; впадает в него в черте города Красноярска, в микрорайоне с одноимённым названием. Берёт начало у нежилого населённого пункта Сухая Базаиха. Длина — 128 км, площадь водосборного бассейна — 1000 км². Крупнейшие притоки: Намурт, Калтат, Долгин, Жистык и Корбик [46].

Таблица 2 – Длина и площади водосбора притоков реки Енисей на территории Красноярской котловины [28]

Заболоченность территории Красноярской котловины невелика. По районированию Н. И. Пьявченко (1963) район Красноярской котловины относится к району низинных болот. Низинные болота встречаются в виде обособленных участков. Местность имеет всхолмленный рельеф, условия стока являются более или менее благоприятными. Болота встречаются только в долинах рек, в замкнутых и приозерных понижениях. Питаются за счет паводочных и грунтовых вод. По геоморфологическому признаку болота в этом районе могут быть отнесены к следующим группам: болота древних балок, речных пойм, надпойменных террас, бессточных и озерных котловин. Площадь отдельных бассейнов составляет 1-3 %, в большинстве случаев она менее 1 %. На болотах растет береза, сосна, ива, ель, черемуха. Из мхов распространен гипнум. Степень разложения торфа изменяется от 20 до 60 %. Горный район характеризуется слабой заболоченностью, болота встречаются только по долинам рек. Избыточное увлажнение в горах создает благоприятные условия к заболачиванию котловин и плоских участков. Заболоченность некоторых бассейнов рек достигает 3 % [8].

2.1.6 Почвенный покров

Особенности мезо- и микрорельефа, геологического строения, климата обуславливают разнообразие почвенного покрова и его распределение. Почвообразующие породы территории представлены отложениями, резко отличающимися по механическому составу. К ним относятся песчано-галечниковые и супесчаные аллювиальные отложения, лессовидные суглинистые отложения, лессовидные иловато-пылеватые отложения, лессовидные глины с редкой галькой на поверхности дочетвертичного пенеплена, бурые глины, коричневато-бурые глины, красно-бурые делювиальные глины.

На северных склонах сопок под березовыми лесами, перелесками и на полянах господствуют темно-серые, серые, светло-серые лесные почвы (запад и северо-запад) [32].

В южной части Красноярской лесостепи доминирует подтип – серые лесные почвы. В северной лесостепи распространены все три подтипа серых лесных почв: на более высоких уровнях преобладают светло-серые лесные почвы; на более низких уровнях – серые лесные и темно-серые лесные почвы.

Черноземы обычновенные приурочены к южным склонам и вершинам увалов. Они сочетаются с черноземами, выщелоченными по слабо выраженным понижениям в центральных районах лесостепи. На юге и севере выщелоченные черноземы развиты на вершинах и склонах увалов. Выщелоченные черноземы распространены и на высоких террасах рек. На древних террасах Енисея также распространены черноземы Лугово-черноземные почвы формируются по западинам, днищам балок. Луговые почвы формируются на низких надпойменных террасах и по глубоким западинам. Лишь отдельными пятнами на территории Красноярской лесостепи распространены дерново-подзолистые почвы на склонах северной экспозиции. Своебразие природных условий обусловлено формирование на территории серых лесных почв приблизительно 32,0 %, с близким представительством подтипов темно-серых и серых и в два

раза меньшим количеством светло-серых почв, черноземов приблизительно 43,0 %, среди которых широко распределены выщелоченные и обыкновенные, дерново-подзолные приблизительно 25 % почв [50]. Карта почвенного покрова Красноярской котловины приведена на рисунке 9. Присутствуют дерново-карбонатные почвы на карбонатных породах, буро-таежные и дерново-таежные насыщенно кислые, таежные торфянисто-перегнойные и пойменные почвы расположены в местах с повышенным увлажнением.

Рисунок 9 – Почвенный покров Красноярской котловины [3]

Красноярская котловина относится к суб boreальному умеренному поясу лесостепной зоне подзолистых, сезонно – мерзлотных, черноземных и лесных почв.

В общем можно сделать вывод, что преобладающее распространение в почвенном покрове занимает черноземный тип почв, который представлен четырьмя подтипами: обыкновенные, выщелоченные, оподзоленные и недоразвитые черноземы. Кроме черноземов, встречаются серые лесные, пойменные и лугово-черноземные почвы [61].

2.1.7 Растительность и животный мир

В системе флористического районирования Красноярская котловина принадлежит Среднесибирской провинции Циркум boreальной области Голарктического флористического царства. По «Геоботаническому районированию СССР» территория относится к Евразиатской хвойной области, Европейско-Сибирской подобласти, Среднесибирской стране, Урало-Алтайской провинции [17].

В соответствии с классификацией, принятой для южной части Красноярского края, Хакасии, Забайкалья, северных лесостепей Средней

Сибири [3] основными типами естественной растительности котловины являются леса, степи, луга, кустарниковая и водная растительность, болота.

Растительность в городе и его окрестностях различается: левобережье Енисея — типичная лесостепь, а правобережье — ярко выраженная горная тайга.

Лесостепи в окрестностях города расположены на террасах и южных склонах, обращенных к р. Базаиха, Лалетнна и других. Выделяют несколько типов степей. Каменистые степи покрывают вершины и склоны гор по р. Кача, к ним относится Дрокинская Сопка и другие места. Здесь все растения развиваются на маломощных, щебенистых почвах. В их составе встречаются полынь морская, лапчатка бесстебельная, скерда каменная. Разнотравнолуговые степи характерны для предгорной части окрестностей.

Северные склоны и высокие террасы (VII и VIII) Енисея занимают березовые и сосновые леса. Березняки имеют различный травянистый покров. Однако береза в пригородной зоне угнетена и постепенно начинает вымирать. На террасах VII и VIII встречаются отдельными пятнами осинники. Растительность горной части окрестностей города — таежная и представлена сосной обыкновенной, пихтой сибирской, осиной, лиственницей и кедром.

Город опоясан лесными массивами. Общая площадь их составляет 5332 га, в том числе: Базайская лесная дача (максимальная высота 592 м над ур. м.) 2529 га, Городская лесная дача (максимальная высота 517 м над ур. м.) 2443 га и Есаульский бор (максимальные высоты 135—140 м) 360 га. Первые две расположены в предгорьях Восточного Саяна, занимая самую северную их часть. Резкая пересеченность рельефа при относительно небольших абсолютных высотах (200—500 м над ур. м.) и незначительных (не более 150—200 м) перепадов высот дает основание к отнесению лесов этих лесничеств к категории низкогорных. Преобладают относительно пологие склоны; и только для берегов характерны крутые уклоны (более 30°). Это относится прежде всего к склонам южной экспозиции. Есаульский бор составляет менее 7 %

площади лесных массивов, опоясывающих город, он расположен на слегка приподнятом, почти ровном плато.

Животный мир развит главным образом в зоне заповедника. Здесь водятся медведь, лось, барсук, белка, горностай и др. В степной части изобилуют суслики. Из птиц встречаются: орел, ястреб, глухарь, рябчик, кукушка, сыч [48].

2.2 Методы исследований

Среднесуточные, среднемесячные и среднегодовые показатели климата вычисляли как среднее арифметическое всех значений в течение определенного периода времени.

Тренд – основная тенденция изменения чего-либо. Например, временного ряда. Тренды могут быть описаны различными уравнениями – линейными, логарифмическими, степенными и так далее. Фактический тип тренда устанавливают на основе подбора его функциональной модели статистическими методами либо сглаживанием исходного временного ряда [34].

Линии тренда — элемент аппарата технического анализа, используемый для выявления тенденций изменения.

Линии тренда представляют собой геометрическое отображение средних значений анализируемых показателей, полученное с помощью какой-либо математической функции. Выбор функции для построения линии тренда обычно определяется характером изменения данных во времени [16].

Чтобы спрогнозировать какое-либо событие на основе данных уже имеющихся, можно использовать линию тренда. В пакете программ от Microsoft есть программа Excel, которая поможет создать достаточно точный прогноз с помощью этого инструмента.

Различают такие вариации линий тренда: экспоненциальная аппроксимация; линейная аппроксимация; логарифмическая аппроксимация;

полиномиальная аппроксимация; степенная аппроксимация; скользящее среднее. В данной работе будет использован линейный тренд.

При построении линии тренда на диаграмме в меню под названием «Дополнительные параметры», «Формат линии тренда» ставится галочка для отображения на диаграмме уравнения тренда и коэффициента аппроксимации R^2 (детерминации) [52].

Уравнение линейной функции тренда имеет следующий вид:

$$y=mx+b, \quad [1]$$

где m – тангенс угла наклона прямой,

b – смещение [44].

Коэффициент детерминации (R^2) – это доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью. Более точно — это единица минус доля необъяснённой дисперсии (дисперсии случайной ошибки модели, или условной по признакам дисперсии зависимой переменной) в дисперсии зависимой переменной. В случае линейной зависимости R^2 является квадратом так называемого множественного коэффициента корреляции между зависимой переменной и объясняющими переменными. В частности, для модели линейной регрессии с одним признаком x коэффициент детерминации равен квадрату обычного коэффициента корреляции между y и x .

Истинный коэффициент детерминации модели зависимости случайной величины y от признаков x определяется следующим образом:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2}, \quad [2]$$

где $V(y|x) = \sigma^2$ – условная (по признакам x) дисперсия зависимой переменной (дисперсия случайной ошибки модели) [39].

Коэффициент детерминации для модели с константой принимает значения от 0 до 1. Чем ближе значение коэффициента к 1, тем сильнее зависимость. При оценке регрессионных моделей это интерпретируется как соответствие модели данным. Для приемлемых моделей предполагается, что коэффициент детерминации должен быть хотя бы не меньше 50% (в этом случае коэффициент множественной корреляции превышает по модулю 70%). Модели с коэффициентом детерминации выше 80% можно признать достаточно хорошими (коэффициент корреляции превышает 90%). Равенство коэффициента детерминации единице означает, что объясняемая переменная в точности описывается рассматриваемой моделью [39].

Значимость линейных трендов устанавливалась по величине коэффициента детерминации (R^2), показывающего вклад линейного тренда в общую изменчивость исследуемой переменной. Тенденция считалась значимой, если уровень достоверности был равен или превышал 95 % ($p \pm 0,95$). При объеме выборки 50 лет и более это отвечает значению $R^2 \pm 0,08$, при объеме выборки 100 лет — $R^2 \pm 0,04$ [57, 43].

То есть в данной работе коэффициент аппроксимации (детерминации) не используется как коэффициент достоверности или соответствия модели данным. Он используется как коэффициент значимости тенденции. Для периода в 17 лет тенденция считается значимой, если коэффициент R^2 должен быть более 0,2648, 16 лет — 0,2779, 13 лет — 0,32, 12 лет — 0,33, 8 лет — 0,574, 4 года — 0,818.

В данной работе также сделана оценка степени аномальности гидротермических условий. За нормальный случай принимался такой, у которого отклонение от средней величины было меньше или равно среднему квадратическому отклонению ряда, в ином случае он рассматривался как аномальный (отклонение больше среднеквадратического, но меньше его двойной величины) или экстремальный (отклонение больше двойной величины среднеквадратического отклонения) [57].

Аномальные значения выделялись подчеркнутым курсивом, когда сумма среднемесячного значения показателя климата и среднеквадратичного отклонения было больше или равна отклонению, но меньше двойной величины среднеквадратичного отклонения.

Аномальные значения выделялись подчеркнутым жирным шрифтом, когда разность среднемесячного значения показателя климата и среднеквадратичного отклонения было меньше или равна отклонению, но больше двойной величины среднеквадратичного отклонения.

Все экстремальные значения обозначались выделенной в серый цвет ячейкой.

3 Метеостанции Красноярской котловины

Расположение метеостанций представлено на рис. 10.

Рисунок 10 – Расположение метеостанций на территории Красноярской котловины

Метеостанция Кача (метеостанция (WMO ID) 29563 с 1 февраля 2005; $56^{\circ} 07'$ с.ш. $92^{\circ} 45'$ в.д.). Адрес: 663027, Красноярский край, Емельяновский район, ст. Кача. Начало наблюдений: метеорологические - 08.10.1924 г. Высота метеоплощадки: 479 м над уровнем моря [56]. Проводит наблюдения: метеорологические, за уровнем радиационного загрязнения окружающей среды. Расположена в слабохолмистой местности, представляющей собой

переходную ступень от Западно-Сибирской низменности к Среднесибирскому плоскогорью. Район расположения метеорологической станции входит в лесную зону. По всей линии горизонта на расстоянии 1,5-2 км от станции проходит невысокая гряда холмов, покрытая смешанным лесом, состоит из ели, сосны, кедра с примесью березы и осины. В 500-600 м на юге от станции в направлении с востока на запад протекает ручей Становой, который впадает в р. Качу, находящуюся 2 км к западу Кача имеет ширину 10 м и протекает с юго-запада на северо-восток. Почва в окружении станции подзолистая, глинистая. Расположена на поляне южного склона холма, к северу местность немного повышается [31]. Наблюдения в исследуемый период велись непрерывно.

Метеостанция Минино (метеостанция (WMO ID) 29571 с 9 июля 2007) располагается на $56^{\circ} 3.87'$ с.ш., $92^{\circ} 42.342'$ в.д.; высота метеоплощадки 234 м. Адрес: 663011, Красноярский край, Емельяновский район, д. Минино, ул. Новая, д.9, кв. 2. Начало наблюдений: метеорологические, агрометеорологические - 30.06.1982 г. Расположена на северо-западной окраине д. Минино, в 10 км к СЗ от г. Красноярска, в лесостепной зоне, в среднехолмистой пересеченной местности. Местность вокруг станции в радиусе 2-3 км распахана и занята сельхозкультурами Красноярского НИИСХ. Проводит метеорологические, агрометеорологические наблюдения [56]. Наблюдения в исследуемый период велись непрерывно.

Метеостанция Красноярск Опытное поле (WMO ID 29570 с 1 февраля 2005). Адрес: 660061, Красноярский край, г. Красноярск, плодово-ягодная станция, ул. Минусинская, д. 14 Начало наблюдений: метеорологические - май 1914 г., агрометеорологические - 1932 г [56]. Метеостанция Красноярск Опытное поле имеет координаты $56^{\circ} 02'$ с.ш., $92^{\circ} 45'$ в.д.; 277 м. Метеорологическая станция Красноярск Опытное поле организована в 1914 году. Перерывов в работе станции и переносов площадок не было. Расположена в центре поселка плодово-ягодной станции, в 8 км к западу от г. Красноярска, в лесостепной зоне, в крупнохолмистой, сильно пересеченной местности. Местность покрыта смешанным лесом, чередующая с возделываемыми полями

и лугами. В 2-3 км к юго-востоку станции в направлении с востока на запад проходит гряда холмов, возвышающие над станцией на 200-300 м. В 6 км от станции протекает р. Енисей, в 4-5 км к западу небольшая р. Кача. По правому берегу р. Енисей тянется гряда холмов, переходящая в горы высотой 600 м. На левом берегу р. Кача холмы имеют высоту 100-200 м. В 3 км к западу проходит полотно железной дороги. Почвы в районе станции – черноземы. Метрологическая площадка расположена на небольшом холме, на ровном месте, в центре поселка плодово-ягодной опытной станции. В трехстах метрах к юго-востоку в глубоком логу течет безымянный ручей [31]. Входит в состав реперной климатической сети Росгидромета, глобальной сети наблюдений за климатом, региональной опорной климатической сети. Проводит наблюдения метеорологические, агрометеорологические, за испарением с водной поверхности, наземные озонометрические, в том числе за ультрафиолетовой радиацией, уровнем загрязнения атмосферного воздуха, атмосферных осадков, снежного покрова, а также радиационный мониторинг загрязнения окружающей среды [56].

Адрес: 660020, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Дудинская, 4. Начало наблюдений: 01.01.1990 г. Высота метеоплощадки: 183 м над уровнем моря. Расположена в центральной части г. Красноярска, на территории базы управления [56]. Проводит метеорологические наблюдения. Конец постоянных наблюдений – январь 2013 года.

Метеостанция Дивногорск (WMO ID) 29566 с 1 февраля 2005. Адрес: 663091, Красноярский край, г. Дивногорск, ул. Бочкина, 26

Метеопост Столбы организована 25 мая 1925 года при заповеднике «Столбы». Пост расположен на территории заповедника «Столбы» в отрогах Восточного Саяна в горной, сильно расчленённой местности. Высота гор 500-750 м. Основная гряда крупных холмов с крутыми склонами вытянута в направлении с северо-северо-запада на юго-юго-восток. К северо-востоку от поста в направлении с юго-востока на северо-запад протекает ручей Беркутова. Район расположения станция входит в зону хвойных лесов. Лес находится во

всех направлениях от поста. Почва среднеподзолистая, хрящевато-суглинистая. Метеорологическая площадка расположена на крутом юго-восточном склоне холма. Площадка со всех сторон окружена смешанным лесом высотой 15-20 м [31].

Среднемесячные показатели элементов климата по данным наблюдений на метеостанциях Красноярской котловины были взяты из метеорологических ежемесячников Среднесибирского УГМС. Данные структурировались в таблицах и производился их дальнейший анализ. Более современные данные (октябрь, ноябрь, декабрь 2016 года) были взяты с сайта <https://rp5.ru>.

4 Динамика климатических показателей на территории Красноярской котловины в XXI веке

4.1 Температура воздуха

На основе анализа данных приложения А были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 11 по метеостанции Кача.

Аномальные значения среднегодовых температур наблюдались в 2002, 2007, 2009, 2012, 2015 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2010 году.

Для района метеостанции Кача характерна отрицательная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная $-0,013^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в начале тренда была равна $-0,29^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она понизилась на $0,22^{\circ}\text{C}$ и стала равна $-0,52^{\circ}\text{C}$. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0035$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения А были сделаны выводы и составлен рисунок 12 по метеостанции Минино.

Средняя температура января по данным наблюдений на метеостанции Минино равна $-17,72^{\circ}\text{C}$, июля $18,63^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура равна $1,52^{\circ}\text{C}$.

Минимальная среднемесячная температура наблюдалась в январе 2006 года и составляла $-25,9^{\circ}\text{C}$. Максимальная среднемесячная температура наблюдалась в июле 2007 года и составляла $21,1^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 12 – График колебания среднегодовых температур воздуха на метеостанции Минино с 2000 по 2016 год

Самая высокая годовая температура наблюдалась в 2015 году $3,58^{\circ}\text{C}$, а самая низкая в 2010 году $-0,88^{\circ}\text{C}$.

Аномальные значения среднегодовых температур наблюдались в 2002, 2007, 2009, 2010, 2012, 2015 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Минино характерна положительная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная $0,0049^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в начале тренда была равна $1,47^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она повысилась на $0,083^{\circ}\text{C}$ и стала равна $1,56^{\circ}\text{C}$. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0004$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более $0,2648$ [43].

На основе данных приложения А были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 13 по метеостанции Красноярск Опытное поле.

Рисунок 13 – График колебания среднегодовых температур воздуха на метеостанции Красноярск Опытное поле с 2000 по 2016 год

Средняя температура января по данным метеостанции Красноярск Опытное поле равна $-16,38^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС (1961-19990 гг.) составило $-0,38^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным ВНИИГМИ-МЦД (1971-2000) составило $0,78^{\circ}\text{C}$.

Средняя температура июля по данным метеостанции Красноярск Опытное поле равна $18,39^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС (1961-1990 гг.) составило $-0,01^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным ВНИИГМИ-МЦД (1971-2000) составило $-0,11^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая температура по данным метеостанции Красноярск Опытное поле равна $1,75^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС (1961-1990 гг.) составило $0,85^{\circ}\text{C}$, отклонение от нормы по данным ВНИИГМИ-МЦД (1971-2000) составило $0,45^{\circ}\text{C}$.

Минимальная среднемесячная температура наблюдалась в январе 2006 года и составляла $-24,8^{\circ}\text{C}$. Максимальная среднемесячная температура наблюдалась в июле 2005 года и составляла $20,9^{\circ}\text{C}$.

Самая высокая годовая температура наблюдалась в 2015 году $3,79^{\circ}\text{C}$, а самая низкая в 2010 году $-0,69^{\circ}\text{C}$.

Аномальные значения среднегодовых температур наблюдались в 2002, 2007, 2012, 2015 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2010 году.

Для района метеостанции Красноярск Опытное поле характерна положительная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная $0,004\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в начале тренда была равна $1,66\text{ }^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она повысилась на $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ и стала равна $1,82\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0016$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более $0,2648$ [43].

На основе данных приложения А были сделаны выводы и составлен рисунок 14 по метеостанции Красноярск.

Средняя температура января по данным наблюдений на метеостанции Красноярск равна $-16,01\text{ }^{\circ}\text{C}$, июля $19,69\text{ }^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура равна $2,67\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 14 – График колебания среднегодовых температур воздуха на метеостанции Красноярск с 2000 по 2012 год

Минимальная среднемесячная температура наблюдалась в январе 2006 года и составляла $-23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимальная среднемесячная температура наблюдалась в июле 2005 года и составляла $22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Самая высокая годовая температура наблюдалась в 2007 году $4,48\text{ }^{\circ}\text{C}$, а самая низкая в 2010 году $0,54\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Аномальные значения среднегодовых температур наблюдались в 2002, 2007, 2009, 2010 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Красноярск характерна отрицательная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная $-0,0845\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в начале тренда была равна $3,13\text{ }^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она понизилась на $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и стала равна $2,04\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0782$), так как для периода в 13 лет R^2 должен быть более $0,32$ [43].

На основе данных приложения А были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 15 по метеостанции Дивногорск.

Средняя температура января по данным наблюдений на метеостанции Дивногорск равна $-18,15^{\circ}\text{C}$, июля $18,49^{\circ}\text{C}$, среднегодовая температура равна $1,09^{\circ}\text{C}$.

Минимальная среднемесячная температура наблюдалась в январе 2006 года и составляла $-24,1^{\circ}\text{C}$. Максимальная среднемесячная температура наблюдалась в июле 2007 года и составляла $20,1^{\circ}\text{C}$.

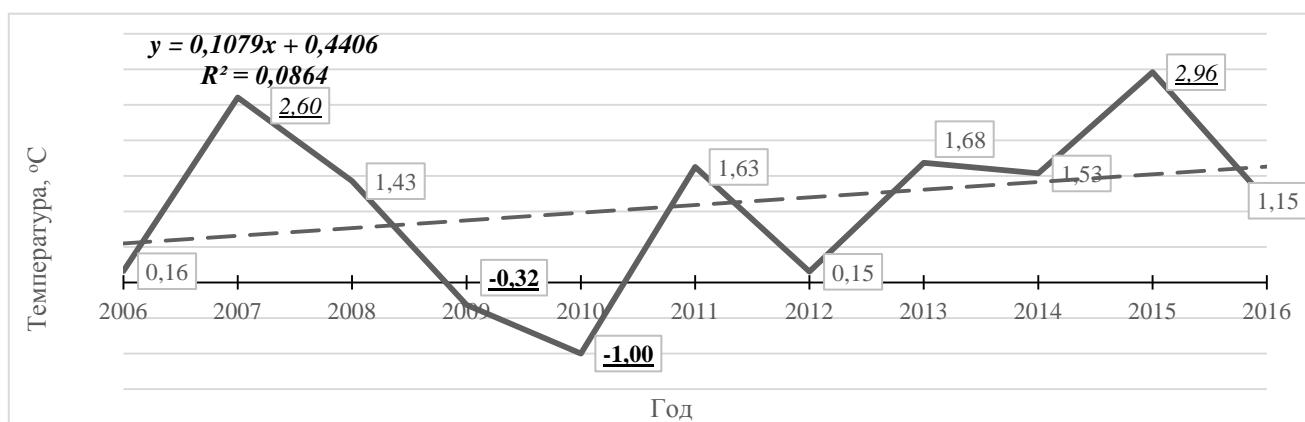
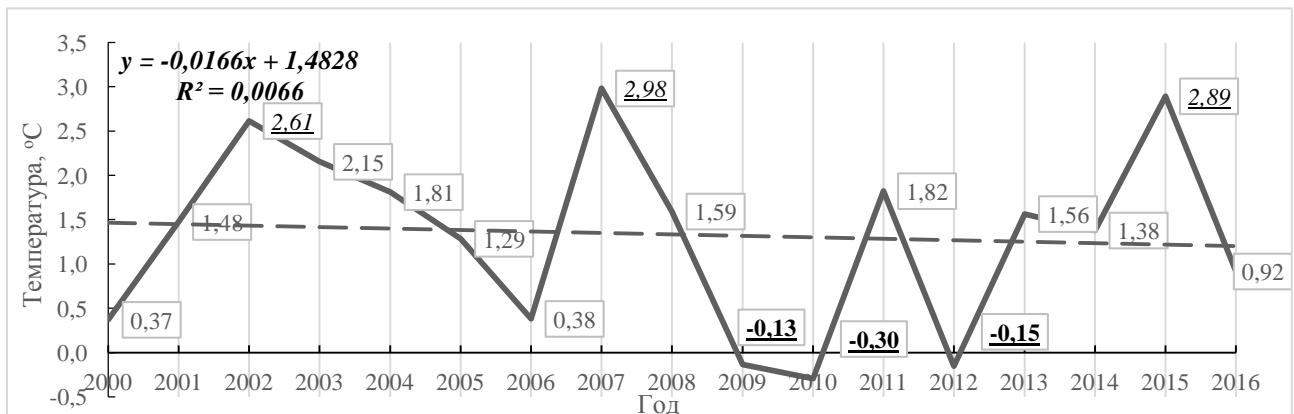


Рисунок 15 – График колебания среднегодовых температур воздуха на метеостанции Дивногорск с 2006 по 2016 год

Самая высокая годовая температура наблюдалась в 2015 году $2,96^{\circ}\text{C}$, а самая низкая в 2010 году -1°C .

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2007, 2009, 2010, 2015 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Дивногорск характерна положительная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная $0,1079^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в начале тренда была равна $0,44^{\circ}\text{C}$, в конце тренда она повысилась



на $1,29^{\circ}\text{C}$ и стала равна $1,74^{\circ}\text{C}$. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0864$), так как для периода в 12 лет R^2 должен быть более 0,33 [43]. На основе данных приложения А был составлен рисунок 16 (общий график колебания температуры на основе данных метеостанция на территории Красноярской котловины).

Рисунок 16 – График колебания среднегодовых температур на территории Красноярской котловины с 2000 по 2016 год

Максимальная температура на территории Красноярской котловины наблюдалась в 2007 году, равная $2,98^{\circ}\text{C}$. Минимальная температура наблюдалась в 2010 году и составила $-0,30^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая температура за исследуемый период составила $1,33^{\circ}\text{C}$. Отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС составило $1,48^{\circ}\text{C}$.

4.2 Осадки

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 17 по метеостанции Кача.

Среднегодовое количество осадков 629,17 мм. Отклонение от нормы составило 37,17 мм.

Минимальное количество осадков на метеостанции Кача выпало в январе 2016 года – 3,9 мм. Максимальное количество осадков выпало в августе 2013 года – 141,9 мм.

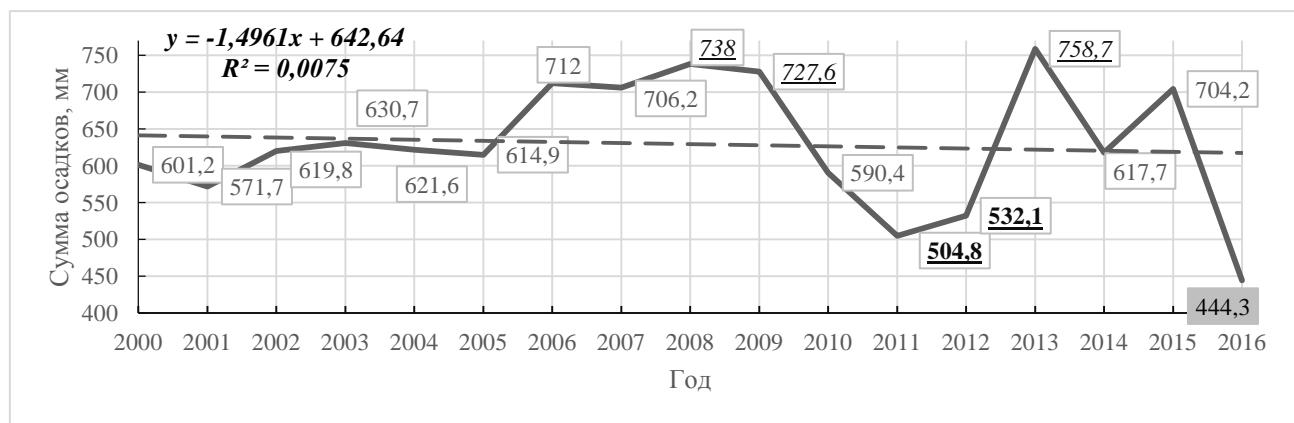


Рисунок 17 – График колебания годовых сумм осадков на метеостанции Кача с 2000 по 2016 год

Максимальное количество осадков выпало в 2013 году – 758,7 мм. Минимальное количество осадков выпало в 2016 году – 444,3 мм.

Аномальные значения годовой суммы осадков наблюдались в 2008, 2009, 2011, 2012, 2013 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2016 году.

Для района метеостанции Кача характерна отрицательная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная $-1,4961$ мм. Сумма осадков в начале тренда была равна 642,64 мм, в конце тренда она понизилась на 25,4 мм и стала равна 617,21 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0075$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 18 по метеостанции Минино.

Среднегодовое количество осадков 383,62 мм.

Минимальное количество осадков на метеостанции Минино выпало в январе 2011 года – 2,1 мм. Максимальное количество осадков выпало в августе 2013 года – 133,1 мм.

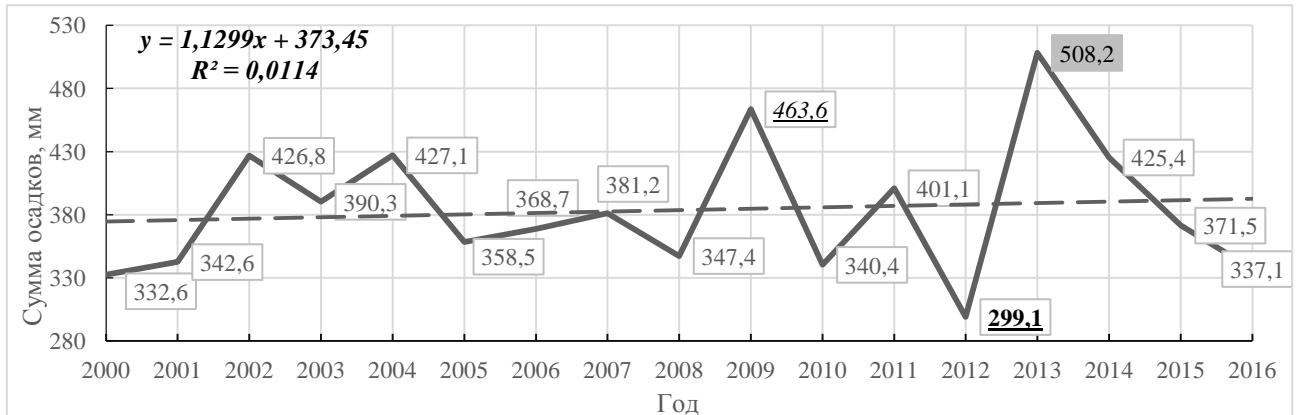


Рисунок 18 – График колебания годовых сумм осадков на метеостанции Минино с 2000 по 2016 год

Максимальное количество осадков выпало в 2013 году – 508,2 мм. Минимальное количество осадков выпало в 2012 году – 299,1 мм.

Аномальные значения годовых сумм осадков наблюдались в 2009, 2012 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2013 году.

Для района метеостанции Минино характерна положительная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная 1,1299 мм. Годовая сумма осадков в начале тренда была равна 373,45 мм, в конце тренда она повысилась на 18,21 мм и стала равна 392,66 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0114$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 19 по метеостанции Красноярск Опытное поле.

Среднегодовое количество осадков 509,54 мм. Отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС (1961-1990) составило 32,54 мм. Отклонение от нормы по данным ВНИИГМИ-МЦД (1971-2000) 41,54 мм.

Минимальное количество осадков на метеостанции Красноярск Опытное поле выпало в феврале 2005 года – 2,1 мм. Максимальное количество осадков выпало в августе 2013 года – 143,2 мм.

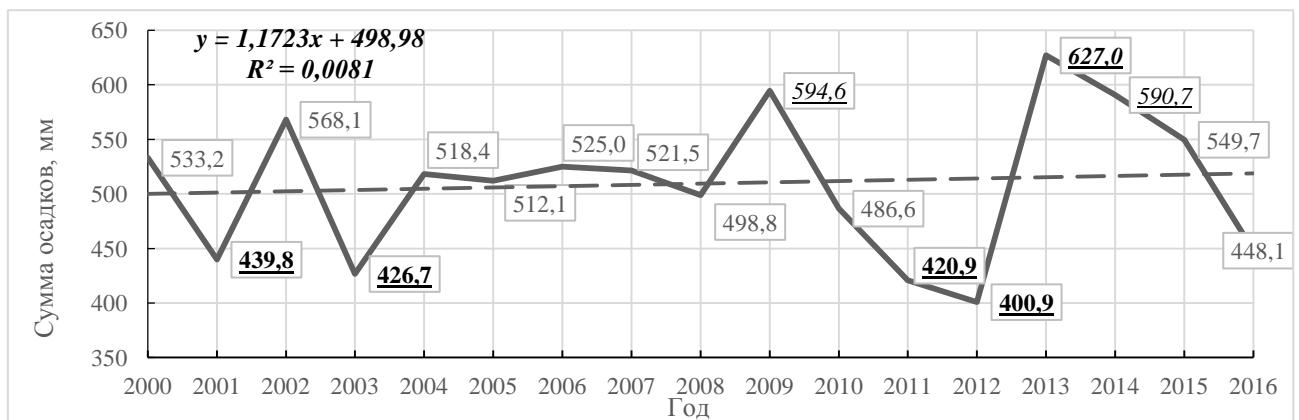


Рисунок 19 – График колебания годовых сумм осадков на метеостанции Красноярск Опытное поле с 2000 по 2016 год

Максимальное количество осадков выпало в 2013 году – 627 мм. Минимальное количество осадков выпало в 2012 году – 400,9 мм.

Аномальные значения годовых сумм осадков наблюдались в 2001, 2003, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Красноярск Опытное поле характерна положительная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная 1,1723 мм. Годовая сумма осадков в начале тренда была равна 498,98 мм, в конце тренда она повысилась на 19,93 мм и стала равна 518,91 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0081$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 20 по метеостанции Красноярск.

Среднегодовое количество осадков 398,34 мм.

Минимальное количество осадков на метеостанции Красноярск выпало в феврале 2008 года – 2,7 мм. Максимальное количество осадков выпало в июле 2002 года – 157,6 мм.

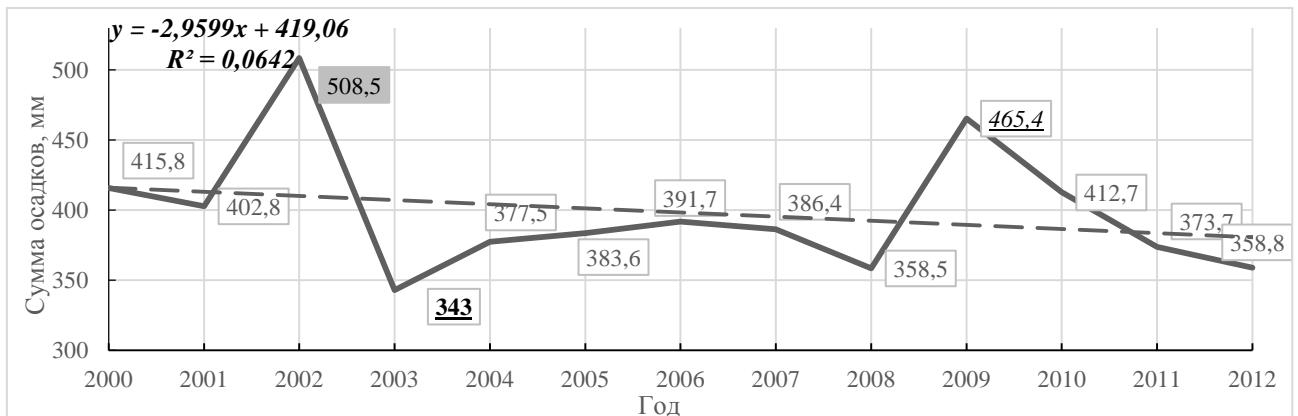


Рисунок 20 – График колебания годовых сумм осадков на метеостанции Красноярск с 2000 по 2014 год

Максимальное количество осадков выпало в 2012 году – 508,5 мм.

Минимальное количество осадков выпало в 2003 году – 343 мм.

Аномальные значения годовых сумм осадков наблюдались в 2003, 2009 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2002 году.

Для района метеостанции Красноярск характерна отрицательная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная -2,96 мм. Годовая сумма осадков в начале тренда была равна 419,06 мм, в конце тренда она понизилась на 38,48 мм и стала равна 380,58 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0642$), так как для периода в 13 лет R^2 должен быть более 0,32 [43].

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 21 по метеопосте Столбы.

Среднегодовое количество осадков 685,54 мм.

Минимальное количество осадков на метеопосте Столбы выпало в феврале 2001 года – 3,5 мм. Максимальное количество осадков выпало в июле 2002 года – 193 мм.

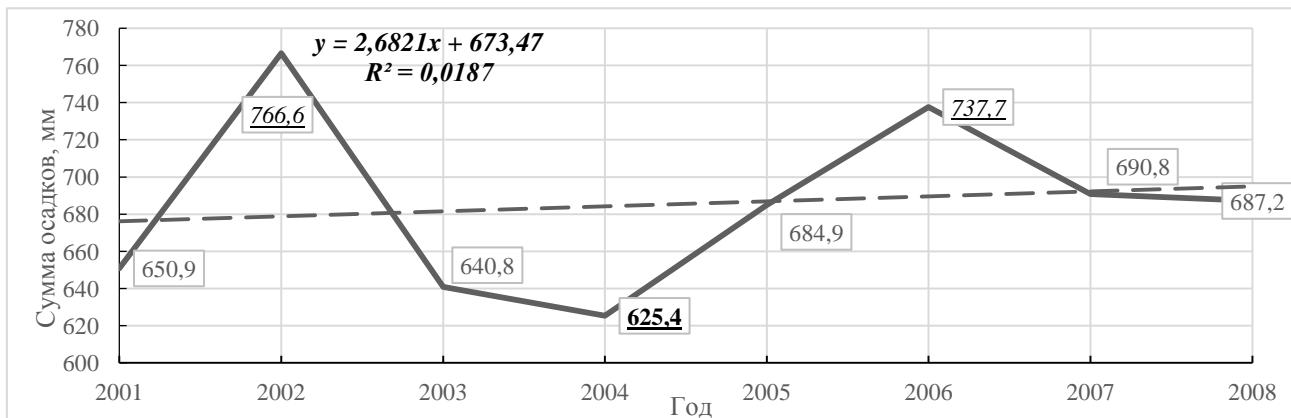


Рисунок 21 – График колебания годовых сумм осадков на метеопосте

Столбы с 2001 по 2008 год

Максимальное количество осадков выпало в 2002 году – 766,6 мм.

Минимальное количество осадков выпало в 2004 году – 625,4 мм.

Аномальные значения годовой суммы осадков наблюдались в 2002, 2004, 2006 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2003 году.

Для района метеопоста Столбы характерна положительная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная 2,68 мм. Годовая сумма осадков в начале тренда была равна 673,47 мм, в конце тренда она повысилась на 21,46 мм и стала равна 694,93 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0187$).

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 22 по метеостанции Дивногорск.

Среднегодовое количество осадков 644,73 мм.

Минимальное количество осадков на метеостанции Дивногорск выпало в январе 2016 года – 4 мм. Максимальное количество осадков выпало в июле 2013 года – 287 мм.

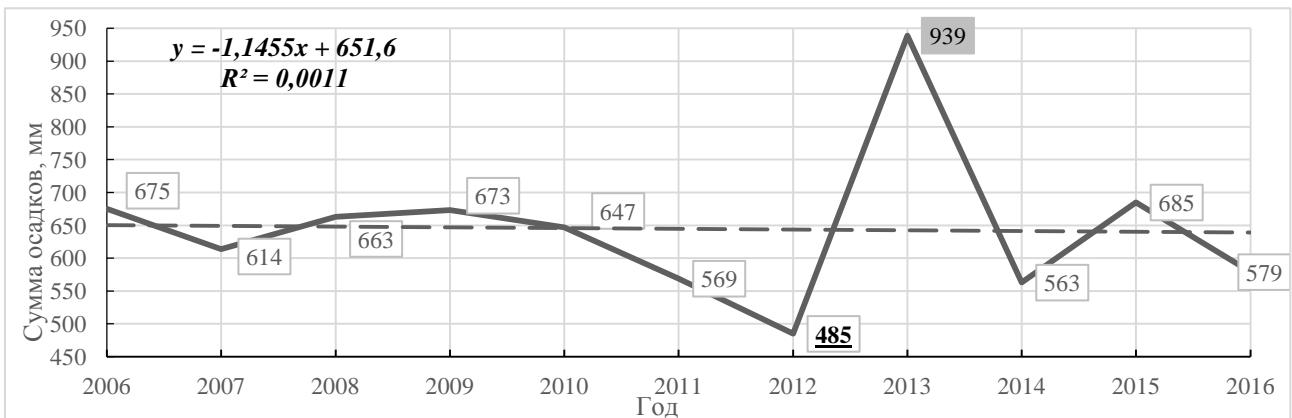


Рисунок 22 – График колебания годовых сумм осадков на метеостанции
Дивногорск с 2006 по 2016 год

Максимальное количество осадков выпало в 2013 году – 939 мм.

Минимальное количество осадков выпало в 2012 году – 485 мм.

Аномальные значения годовой суммы осадков наблюдались в 2012 году.

Экстремальные значения наблюдались в 2013 году.

Для района метеостанции Дивногорск характерна отрицательная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная $-1,1455$ мм. Годовая сумма осадков в начале тренда была равна 651,6 мм, в конце тренда она понизилась на 13,75 мм и стала равна 637,85 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0011$), так как для периода в 12 лет R^2 должен быть более 0,33 [43].

На основе данных приложения Б были сделаны следующие выводы и составлен общий график динамики годовой суммы осадков (рис. 23) по данным метеостанций Красноярской котловины.

Максимальная сумма осадков на территории Красноярской котловины наблюдалась в 2013 году, равная 708,23 мм. Минимальная сумма осадков наблюдалась в 2012 году и составила 415,18 мм.

Среднегодовая сумма осадков за исследуемый период составила 529 мм. Отклонение от нормы составило $-5,5$ мм.

Аномальные значения годовой суммы осадков наблюдались в 2011, 2012, 2016 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2013 году.



Рисунок 23 – График колебания годовых сумм осадков на территории Красноярской котловины с 2000 по 2016 год

Для территории Красноярской котловины характерна положительная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная 1,15 мм. Сумма осадков в начале тренда была равна 518,62 мм, в конце тренда она повысилась на 19,6 мм и стала равна 538,24 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0074$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

4.3 Относительная влажность

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 24 по метеостанции Кача.

Средняя относительная влажность на метеостанции 75,47 %. Минимальное значение наблюдалось в 2003 году – 71,08 %. Максимальное в 2009 году – 77,58. Аномальные значения среднегодовой относительной влажности наблюдались в 2009, 2015, 2016 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2003 году.

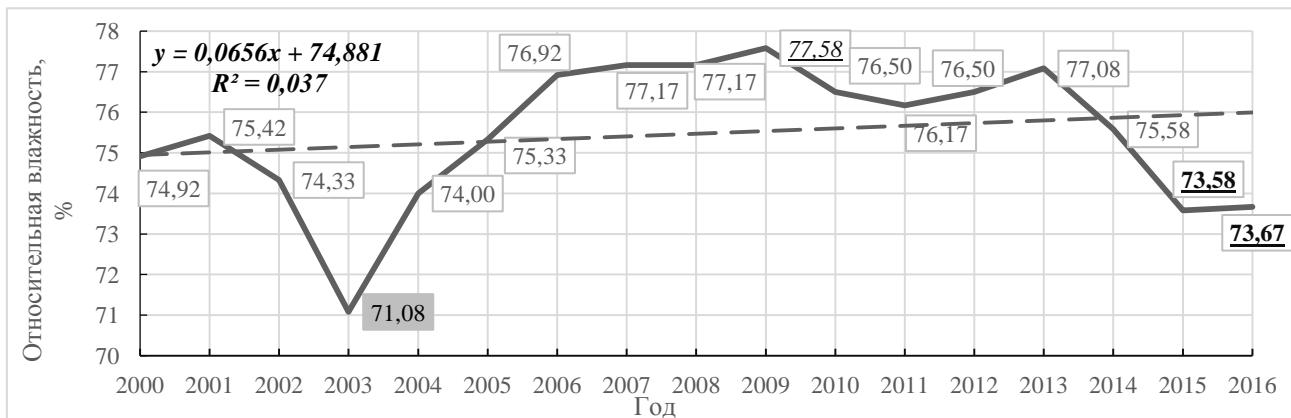


Рисунок 24 – График колебания относительной влажности метеостанции Кача с 2000 по 2016 год

Для района метеостанции Кача характерна положительная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная 0,0656 %. Среднегодовая относительная влажность в начале тренда была равна 74,88 %, в конце тренда она повысилась на 1,12 % и стала равна 75,99 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,037$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 25 по метеостанции Минино.

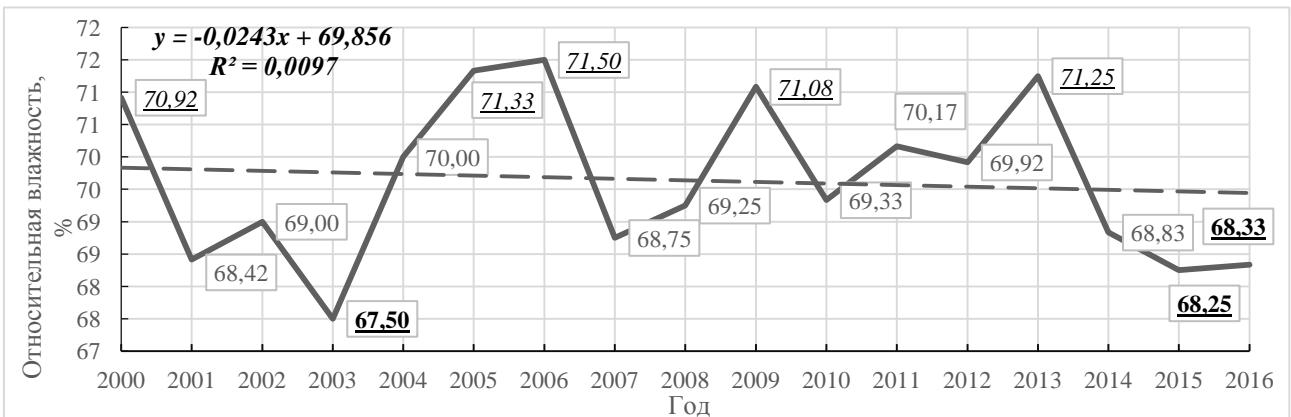


Рисунок 25 – График колебания относительной влажности метеостанции Минино с 2000 по 2016 год

Средняя относительная влажность на метеостанции 69,64 %. Минимальное значение наблюдалось в 2003 году – 67,50 %. Максимальное в 2006 году – 71,50.

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2000, 2003, 2005, 2006, 2009, 2013, 2015, 2016 годах. Экстремальные значения не наблюдались.

Для района метеостанции Минино характерна отрицательная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная -0,0243 %. Среднегодовая относительная влажность воздуха в начале тренда была равна 69,86 %, в конце тренда она понизилась на 0,41 % и стала равна 69,44 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0097$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 26 по метеостанции Красноярск Опытное поле.

Средняя относительная влажность на метеостанции 70,61 %. Минимальное значение наблюдалось в 2001 году – 68,33 %. Максимальное в 2016 году – 73,92.

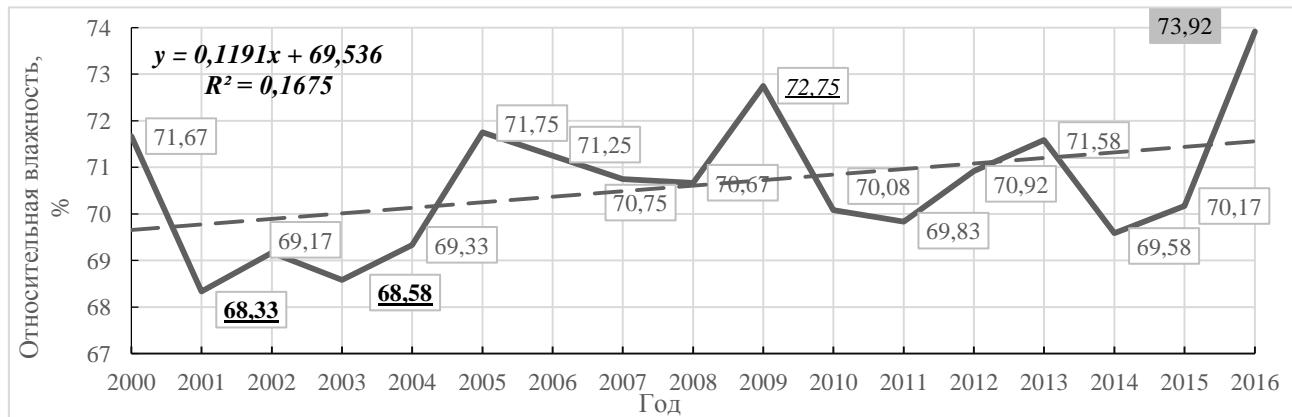


Рисунок 26 – График колебания относительной влажности метеостанции Красноярск Опытное поле с 2000 по 2016 год

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2001, 2003, 2009 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2016 году.

Для района метеостанции Красноярск Опытное поле характерна положительная тенденция в ходе годовой относительной влажности воздуха, равная 0,1191 %. Годовая относительная влажность в начале тренда была равна 69,54 %, в конце тренда она повысилась на 2,02 % и стала равна 71,56 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,1675$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 27 по метеостанции Красноярск.

Средняя относительная влажность на метеостанции 71,47 %. Минимальное значение наблюдалось в 2003 году – 67,33 %. Максимальное в 2009 году – 74 %.

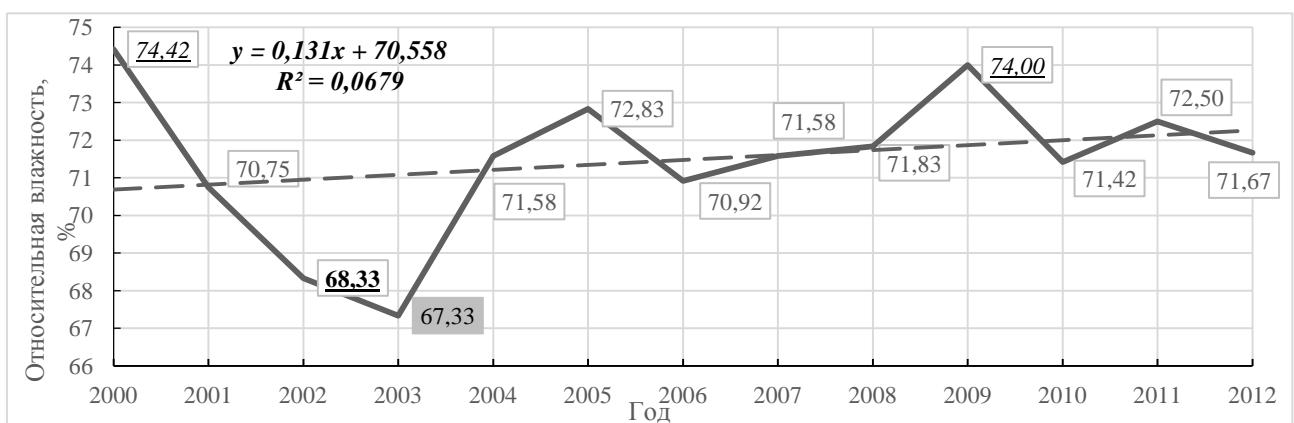


Рисунок 27 – График колебания относительной влажности метеостанции Красноярск с 2000 по 2012 год

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2000, 2002, 2009 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2003 году.

Для района метеостанции Красноярск характерна положительная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная 0,131 %. Среднегодовая относительная влажность воздуха в начале тренда была равна 70,56 %, в конце тренда она повысилась на 1,70 % и стала равна 72,26 %.

Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0679$), так как для периода в 13 лет R^2 должен быть более 0,32 [43].

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 28 по метеостанции Дивногорск.

Средняя относительная влажность на метеостанции 74,45 %. Минимальное значение наблюдалось в 2008 и 2014 году – 73,33 %. Максимальное в 2016 году – 76,16 %.

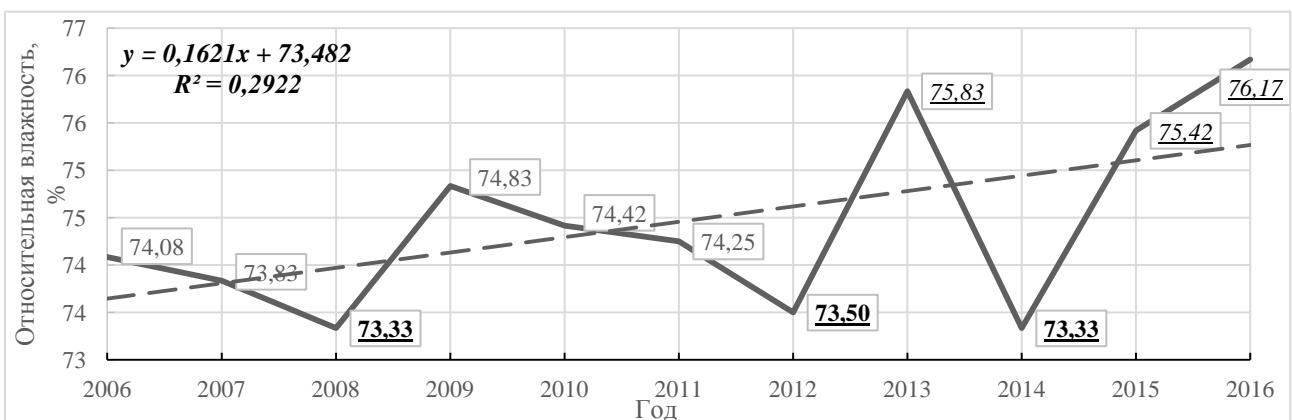


Рисунок 28 – График колебания относительной влажности метеостанции Дивногорск с 2006 по 2016 год

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2008, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Дивногорск характерна положительная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная 0,1621 %. Среднегодовая относительная влажность воздуха в начале тренда была равна 73,28 %, в конце тренда она повысилась на 1,95 % и стала равна 75,43 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,2922$), так как для периода в 12 лет R^2 должен быть более 0,33 [43].

На основе данных приложения В были сделаны следующие выводы и составлен общий график динамики годовой суммы осадков (рис. 29) по данным наблюдений на метеостанциях Красноярской котловины.

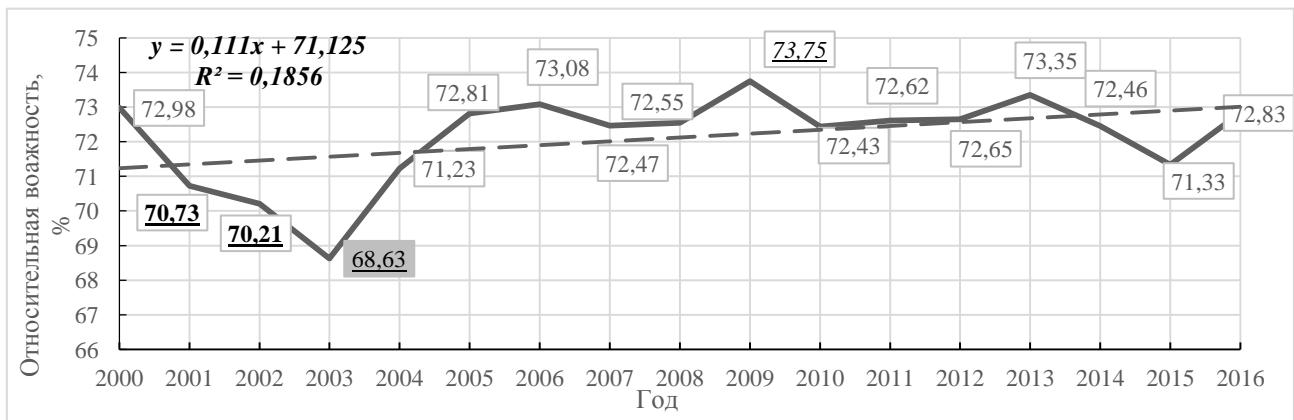


Рисунок 29 – График колебания среднегодовой относительной влажности воздуха на территории Красноярской котловины с 2000 по 2016 год

Максимальная относительная влажность воздуха на территории Красноярской котловины наблюдалась в 2009 году, равная 73,75 %. Минимальная относительная влажность воздуха наблюдалась в 2003 году и составила 68,63 %. Среднегодовая относительная влажность за исследуемый период составила 72 %.

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2001, 2002, 2009, 2015 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2003 году.

Для территории Красноярской котловины характерна положительная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная 0,111 %. Среднегодовая относительная влажность в начале тренда была равна 71,13 %, в конце тренда она повысилась на 1,9 % и стала равна 73 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,1856$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

4.4 Продолжительность безморозного периода

На основе данных приложения Г были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 30 по метеостанции Кача.

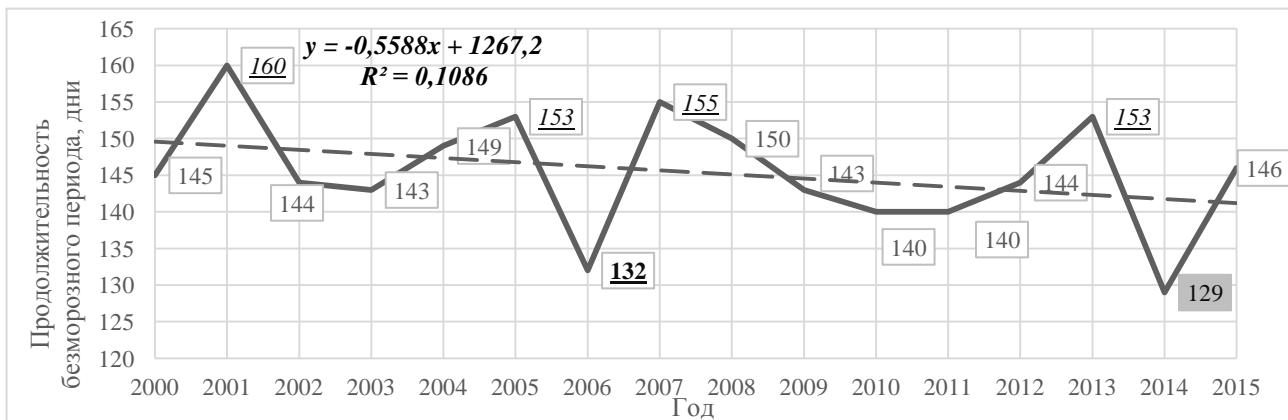


Рисунок 30 – Динамика продолжительности безморозного периода на метеостанции Кача с 2000 по 2015 год

Максимальное количество дней с безморозным периодом наблюдалось в 2001 году, равное 160 дней. Минимальное – в 2014, равное 129 дней.

Аномальные значения продолжительности безморозного периода наблюдались в 2001, 2005, 2007, 2013 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2014 году.

Для района метеостанции Кача характерна отрицательная тенденция в ходе продолжительности безморозного периода, равная $-0,5588\%$. Продолжительность безморозного периода в начале тренда была равна 149 дней, в конце тренда она понизилась на 9 дней и стала равна 140 дней. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,1086$), так как для периода в 16 лет R^2 должен быть более 0,2779 [43].

На основе данных приложения Г были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 31 по метеостанции Минино.

Максимальное количество дней с безморозным периодом наблюдалось в 2013 году, равное 182 дней. Минимальное – в 2006, равное 151 дней.

Аномальные значения продолжительности безморозного периода наблюдались в 2000, 2007, 2006, 2013 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2010 году.

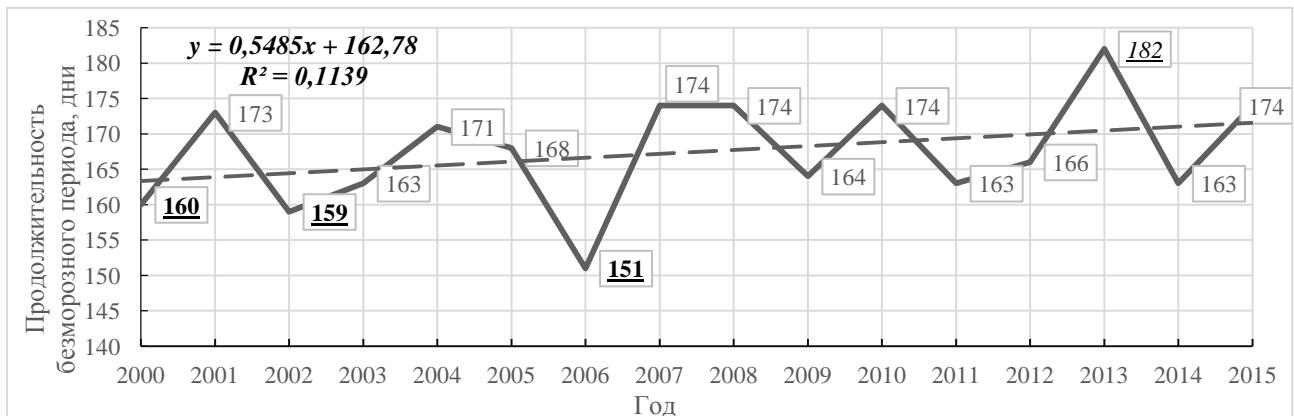


Рисунок 31 – Динамика продолжительности безморозного периода на метеостанции Минино с 2000 по 2015 год

Для района метеостанции Минино характерна положительная тенденция в ходе продолжительности безморозного периода, равная 0,5485 дней. Продолжительность безморозного периода в начале тренда была равна 163 дня, в конце тренда она повысилась на 9 дней и стала равна 172 дня. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,1139$), так как для периода в 16 лет R^2 должен быть более 0,2779 [43].

На основе данных приложения Г были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 32 по метеостанции Красноярск Опытное поле.

Максимальное количество дней с безморозным периодом наблюдалось в 2013 году, равное 185 дней. Минимальное – в 2006, равное 156 дней. Аномальные значения среднегодовых температур наблюдались в 2000, 2002, 2007, 2013 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2006 году.

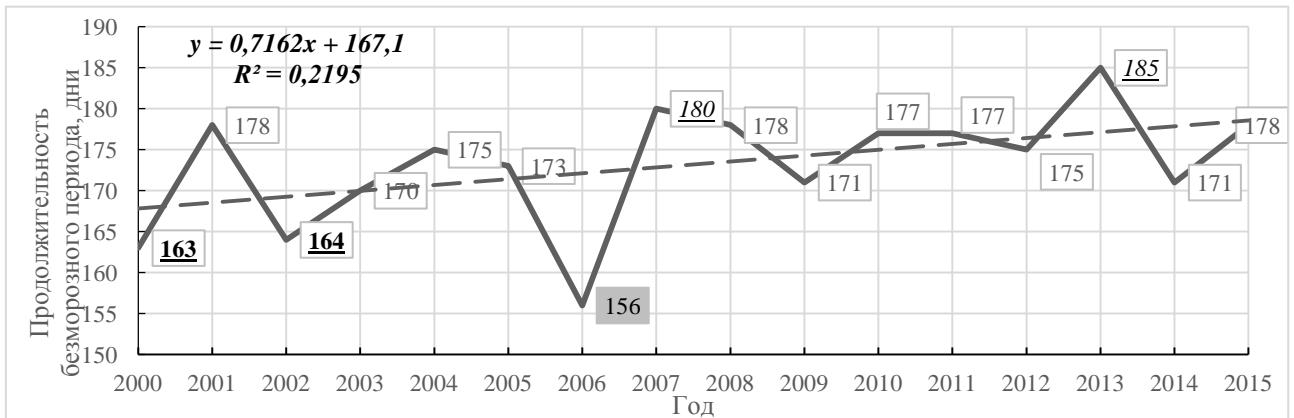


Рисунок 32 – Динамика продолжительности безморозного периода на метеостанции Красноярск Опытное поле с 2000 по 2015 год

Для района метеостанции Красноярск Опытное поле характерна положительная тенденция в ходе продолжительности безморозного периода, равная 0,7162 дней. Продолжительность безморозного периода в начале тренда была равна 167 дней, в конце тренда она повысилась на 11 дней и стала равна 178 дней. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,2195$), так как для периода в 16 лет R^2 должен быть более 0,2779 [43].

На основе данных приложения Г были сделаны следующие выводы и составлен рисунок 33 по метеостанции Красноярск.

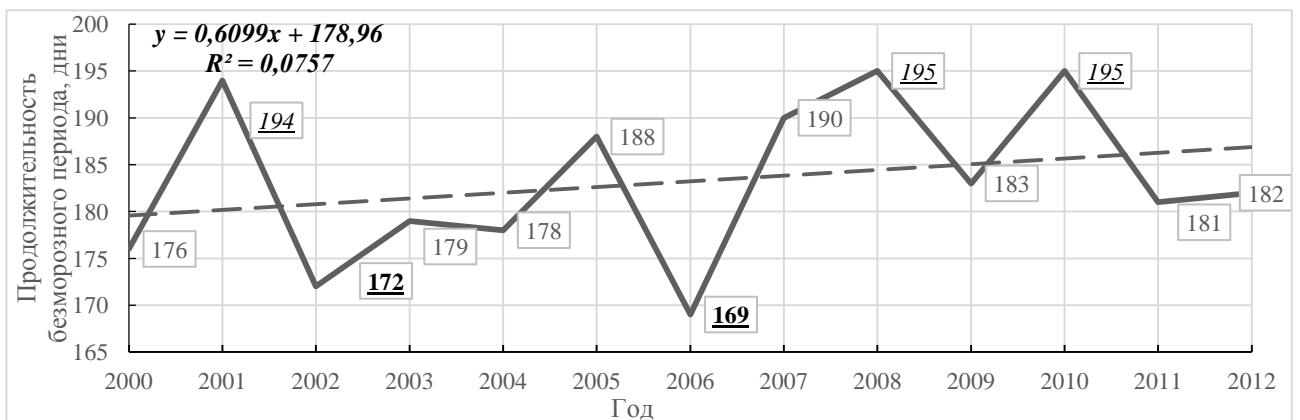


Рисунок 33 – Динамика продолжительности безморозного периода на метеостанции Красноярск с 2000 по 2012 год

Максимальное количество дней с безморозным периодом наблюдалось в 2008 и 2010 году, равное 195 дней. Минимальное – в 2006, равное 169 дней.

Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2001, 2002, 2006, 2008, 2010 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для района метеостанции Красноярск характерна положительная тенденция в ходе продолжительности безморозного периода, равная 0,6099 дней. Продолжительность безморозного периода в начале тренда была равна 179 дня, в конце тренда она повысилась на 8 дней и стала равна 187 дня. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0757$), так как для периода в 13 лет R^2 должен быть более 0,32 [43].

На основе данных приложения Г были сделаны следующие выводы и составлен общий график динамики продолжительности безморозного периода (рис. 34) по данным метеостанций Красноярской котловины.

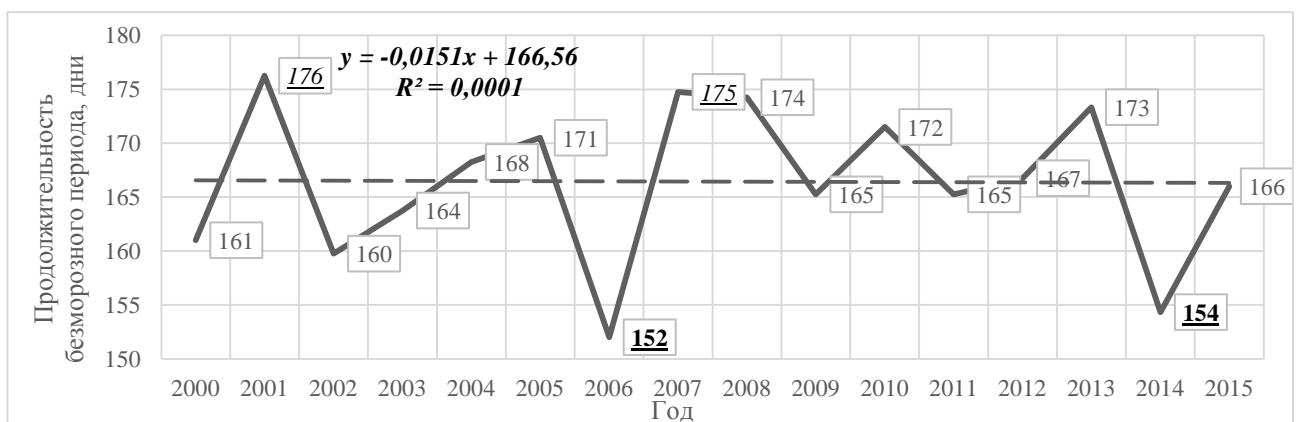


Рисунок 34 – График колебания годовой продолжительности безморозного периода на территории Красноярской котловины с 2000 по 2015 год

Максимальная продолжительность безморозного периода на территории Красноярской котловины наблюдалась в 2001 году, равная 176 дней. Минимальная продолжительность безморозного периода наблюдалась в 2006 году и составила 152 дня. Среднегодовая продолжительность безморозного периода за исследуемый период составила 166 дней.

Аномальные значения продолжительности безморозного периода наблюдались в 2001, 2006, 2007, 2014 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Для территории Красноярской котловины характерна отрицательная тенденция в ходе продолжительности дней безморозного периода, равная 0,0151 дней. Продолжительность дней безморозного периода в начале тренда была равна 166,56 дней, в конце тренда она понизилась на 0,26 дней и стала равна 166,3 дня. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0001$), так как для периода в 17 лет R^2 должен быть более 0,2648 [43].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе работы по данным наблюдений метеостанций, расположенных на территории Красноярской котловины, была изучена структура временных рядов температуры воздуха, атмосферных осадков, относительной влажности воздуха, продолжительности безморозного периода. Удалось выявить и оценить тренды и периодические колебания в этих рядах.

Колебания среднегодовых температур воздуха на исследуемой территории не одинаковы в разных пунктах наблюдения. Для метеостанций Минино, Красноярск Опытное поле, Дивногорск характерна положительная тенденция, а для метеостанций Кача и Красноярск – отрицательная. Среднегодовая температура за исследуемый период составила 1,33 °С. Отклонение от нормы по данным Среднесибирского УГМС составило 1,48 °С. В общем, для всей территории Красноярской котловины характерна отрицательная тенденция в ходе среднегодовых температур, равная -0,0166 °С, но носит колебательный характер с пиками повышения в 2002, 2007 и 2015 годах максимально до 2,98°С и понижения до минимума в 2012 году (-0,20°С). Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0066$). Аномальные значения среднегодовых температур воздуха наблюдались в 2002, 2007, 2009, 2010, 2012, 2015 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

Колебания годовых сумм осадков на исследуемой территории не одинаковы в разных пунктах наблюдения. Для метеостанций Минино, Красноярск Опытное поле, Дивногорск характерна положительная тенденция, а для метеостанций Кача и Красноярск – отрицательная. Среднегодовая сумма осадков за исследуемый период составила 529 мм. Отклонение от нормы составило -5,5 мм. В целом, для территории Красноярской котловины характерна положительная тенденция в ходе годовых сумм осадков, равная 1,15 мм. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0074$). Аномальные значения годовой суммы осадков наблюдались в 2011, 2012, 2016 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2013 году.

Колебания среднегодовой относительной влажности воздуха на исследуемой территории не одинаковы в разных пунктах наблюдения. Для метеостанций Кача, Красноярск Опытное поле, Красноярск, Дивногорск характерна положительная тенденция, а для метеостанции Минино – отрицательная. Для Красноярской котловины характерна положительная тенденция в ходе среднегодовой относительной влажности воздуха, равная 0,111 %. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,1856$). Аномальные значения среднегодовой относительной влажности воздуха наблюдались в 2001, 2002, 2009, 2015 годах. Экстремальные значения наблюдались в 2003 году.

Колебания среднегодовой продолжительности безморозного периода на исследуемой территории не одинаковы в разных пунктах наблюдения. Для метеостанций Минино, Красноярск Опытное поле, Красноярск, характерна положительная тенденция, а для метеостанции Кача – отрицательная. Для метеостанций Красноярской котловины характерна отрицательная тенденция в ходе продолжительности дней безморозного периода, равная 0,0151 дней. Тенденция не является значимой ($R^2 = 0,0001$). Аномальные значения продолжительности безморозного периода наблюдались в 2001, 2006, 2007, 2014 годах. Экстремальных значений не наблюдалось.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автономная метеорологическая станция. Руководство по эксплуатации АМЯ 2.702.105 РЭ «ТИК – АМК»
2. Алисов, Б. П. Климатические области и районы СССР / Б. П. Алисов. – М. : Географиз, 1947. – 211 с.
3. Андаников, В. Л. Почвенный покров / В. Л. Андаников // Атлас Красноярского края и республики Хакасия. – Новосибирск : Роскартография, 1994. – С. 34-35.
4. Антипова, Е. М. Классификация растительности северных лесостепей Средней Сибири / Е. М. Антипова // Ботанические исследования в Сибири. – Красноярск, 2004. – Вып. 12. – С. 8–13.
5. Ананьева, Т. А. Физическая география Красноярского края : учебное пособие для высших учебных заведений / Т. А. Ананьева, В. П. Чеха, О. Ю. Елин, С. А. Ананьев, А. Н. Муравьёв, И. А. Бородынкин. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2016. – 266 с.
6. Барталев, С. А. Сравнительный анализ данных спутниковых систем Космос-1939, SPOT и Landsat-TM при изучении бореальных лесов / С. А. Барталев, В. М. Жирин, Д. В. Ершов // Исследование Земли из космоса. – 1995. – № 1. – С.101–114.
7. Батталов, Ф. З. Многолетние колебания атмосферных осадков и вычисление норм осадков / Ф. З. Батталов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1968. – 183 с.
8. Белов, А. В. Растительный покров / А. В. Белов // КАТЭК Серия карт – М. : Госгеодезия СССР, 1991. – С. 16-18.
9. Бискочков, Р. М. Анализ и прогноз трансформации климатических характеристик и учет их динамики в задачах управления агропромышленным комплексом (на примере центральной части северного Кавказа) : автореферат дис. ... доктора физико-математических наук : 25.00.30 / Бискочков Руслан

Мусарбиевич. – Нальчик : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», 2013. – 339 с.

10. Боженов, И. К. Геология района г. Красноярска / И. К. Боженов, М. П. Нагорский // Материалы по геологии Красноярского края. – Томск, 1937. – Выпуск №1.

11. Болин, Берт Климат и наука, знание и понимание, необходимые для действия в условиях неопределенности / Берт Болин // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – Москва, 2003. – С. 9-13.

12. Большая Советская энциклопедия : энциклопедия. – М. : Советская энциклопедия, 1969-1978.

13. Борисенков, Е. П. Естественные и антропогенные факторы изменения климата / Е. П. Борисенков // Теоретические методы управления ресурсами вод и суши. – Л. : Гидрометеоиздат, 1982. – С. 28-51.

14. Борисова, Е. И. / Е. И. Борисова // Тр. Гидрометцентра СССР. – Ленинград, 1975. – Выпуск №166. – С. 3-16.

15. Бучинский, И. Е. / И. Е. Бучинский // Изв. ВГО. Т. 86, № 2. – 1954. – С. 196-201.

16. Википедия [Электронный ресурс] : Тренд. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

17. Гапочка, Г. П. Современные методы исследования спородермы с применением электронного микроскопа: методическое пособие для студентов – биологов / Г. П. Гапочка, Л. П. Чамара. – Москва: МГУ, 1988. – С.24.

18. Геоэкология и природопользование : понятийно-терминологический словарь / В. В. Козин, В. А. Петровский. – Смоленск : Ойкумена, 2005. – 576 с.

19. Гольцберг, И. А. Микроклимат СССР / И. А. Гольцберг – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1967. – 286 с.

20. Громов, Л. В. Красноярский край / Л. В. Громов, И. Н. Лобова // Природные условия Красноярского края, АН СССР. – М., 1961. – С. 5-23.
21. Гуляева, Н. В. Пространственно-временная изменчивость атмосферного увлажнения лесостепей Урала и Западной Сибири в вегетационный период / Н. В. Гуляева, В. В. Костюков // Метеорология и гидрология. – Москва, 2003. – Выпуск №2. – С. 97–102.
22. Гуляева, Н. В. / Н. В. Гуляева, В. В. Костюков // География и природные ресурсы. – Новосибирск, 2004. – Выпуск №4. – С. 144-146.
23. Гуляева, Н. В. Климат г. Барабинска в XX веке / Н. В. Гуляева, В. В. Костюков // Известия РАН, Серия Географическая. – Москва, 2006. – Выпуск №6. – С. 106-113.
24. Густокашина, Н. Н. Многолетние изменения основных элементов климата на территории Предбайкалья : дисс. ... кандидата географических наук : 11.00.09 / Густокашина Надежда Николаевна. – Иркутск : Сибирское отделение РАН институт географии, 2000. – 192 с.
25. Густокашина, Н. Н. / Н. Н. Густокашина, И. В. Латышева, В. И. Мордвинов // География и природные ресурсы. – Новосибирск, 2004. – Выпуск №1. – С. 96-101.
26. Дроздов, О. А. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР / О. А. Дроздов, А. С. Григорьев. – Л. : Гидрометеоиздат, 1971. – 158 с.
27. Дулепова, Б. И. Водная растительность / Б.И. Дулепова // Растительность Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 95–102.
28. Жаринова, Н. Ю. Почвы пойм малых рек Красноярской лесостепи : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.13 / Жаринова Наталья Юрьевна. – Красноярск, 2011. – 17 с.
29. Золина, О. Г. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России / О. Г. Золина, О. Н. Булыгина

// Фундаментальная и прикладная климатология. – Москва, 2016. – Т. 1. – С. 84-103.

30. Иванов, О. П. О проблемах изменения климата / О. П. Иванов // Климат и природа. – Москва, 2013. – Выпуск № 2 (7). – С. 3-21.

31. История и физико-географические описание метеорологических станций и постов. Климатический справочник СССР / под. ред. М. А. Ананьина. – Красноярск, 1968. – 368 с.

32. Кириллов, М. В. Особенности природы окрестностей г. Красноярска : учеб пособие. – Красноярск, 1971. – 159 с.

33. Козарез, И. М. Красноярская агломерация в системе расселения региона / И. М. Козарез // Бизнес, менеджмент и право. – Екатеренбург, 2009. – Выпуск № 2 (19). – С. 97-98.

34. Козьмин, Н. Н. Этнография и народность / Н. Н. Козьмин // Сибирская живая старина. – Иркутск, 1927. – С. 1-22.

35. Коротаев, А. В. Законы истории. Математическое моделирование развития Мир-Системы / А. В. Коротаев, А. С. Малков, Д. А. Халтурина // Демография, экономика, культура. – М. : УРСС, 2007.

36. Красноярский край [Электронный ресурс] : Река Кача. Красноярск. – Режим доступа: http://krnovosti.ru/video/1075_reka-kacha-krasnoyarsk-zhk-u-reki.html.

37. Круглова Г. А. Климатическая карта / Г. А. Круглова // Атлас Красноярского края и Республики Хакасия. Новосибирск: Роскартография, 1994. - С. 26-27.

38. Литвинова, О. С. Анализ временных рядов осадков Обь-Иртышского междуречья в XX-начале XXI вв. / О. С. Литвинова, Н. В. Гуляева // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – Ханты-Мансийск, 2010. – Выпуск № 1, Т. 1. – С. 45-54.

39. МашинЛеарнинг [Электронный ресурс] : Профессиональный информационно-аналитический ресурс. – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/wiki/>

40. Метеорологический ежемесячник. – Красноярск : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
41. Метеорологический ежегодник. – Красноярск : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
42. Метеорологический словарь : толковый словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1974. – 569 с.
43. Новороцкий, П. В. Изменение климата в бассейне Амура / П. В. Новороцкий // Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. – М. : WWF России, 2006. – С. 22–42.
44. Ориентир 365 [Электронный ресурс] : Построение линии тренда в Excel. – Режим доступа: <http://orientir365.ru/10-liniya-trenda-v-excel.html>
45. Передкова, Е.В. Пыльцевая аллергия / Е.В. Передкова // Consilium Medicum. –2009. – Т. – 11, №3. – С. 11.
46. Поиск по данным государственного водного реестра [Электронный ресурс] : река Базаиха. – Режим доступа: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=213605>
47. Поиск по данным государственного водного реестра [Электронный ресурс] : река Мана. – Режим доступа: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=213570>
48. Путеводитель по учебным геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярска : учебное пособие / А. М. Сазонов, Р. А. Цыкин, С. А. Ананьев, О. Ю. Перфилова, М. Л. Махлаев, О. В. Сосновская. – Красноярск : СФУ, 2010. – 202 с.
49. Расписание погоды [Электронный ресурс] : Погода в Красноярске. – Режим доступа: <https://rp5.ru>.
50. Рябовол, С. В. Флора г. Красноярска : сосудистые растения : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.00.05 / Рябовол Светлана Валерьевна. - Красноярск, 2007. - 20 с.
51. Ресурсы поверхностных вод СССР / под ред. Г. С. Карабаева // Ангаро-Енисейский район. Енисей. – Л. : Гидрометеоиздат, 1967. Т. 16. № 1. – 823 с.

52. Статьи и решения Excel [Электронный ресурс] : Линия тренда в Excel. Виды линий тренда. – Режим доступа:
<http://excelworks.ru/2016/01/13/1715/>

53. Сидоренков, Н. С. Многолетние колебания приземной температуры: роль фактора облачности / Н. С. Сидоренков // Фундаментальная и прикладная климатология. – Москва, 2015. – Т. 2. – С. 93-102.

54. Учебная метеостанция Оренбургского государственного университета [Электронный ресурс] : Интересности. – Режим доступа:
<http://www.osu.ru/sites/meteo/measure#1>

55. Учение об атмосфере : учеб. пособие / А. Г. Гриценко, Л. В. Воронина. – Новосибирск : СГГА, 2008. – 147 с.

56. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Среднесибирское по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс] : Наблюдательная сеть. – Режим доступа:
<http://meteo.krasnoyarsk.ru/>

57. Филандышева, Л. Б. Зональные особенности изменения климатического режима Западно-Сибирской равнины и его влияния на геосистемы / Л. Б. Филандышева, Н. С. Евсеева, Т. Н. Жилина // География и природные ресурсы. – Новосибирск, 2015. – № 4. – С. 33-42.

58. Филандышева, Л. Б. Изучение ритмов зимнего сезона на юго-западе Западно-Сибирской равнины в свете глобальных изменений климата / Л. Б. Филандышева, А. С. Сорока // Вестник Тамбовского университета : Естественные и технические науки. – Тамбов, 2013. – Т. 18, № 2. – С. 710-714.

59. Фолланд, К. Мониторинг глобального климата и оценивания изменений климата / К. Фолланд, Д. Паркер // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – Москва, 2003. – С.23-25.

60. Хайруллин, Л. Ш. / Л. Ш. Хайруллин // Тр. ЗапСибНИГМИ, 1990. – Выпуск №91. – С. 26 – 33.

61. Швер, Ц. А. Климат Красноярска : монография / Ц. А. Швер, А. С. Герасимова. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1982. – 229 с.

62. Ямских, Г.Ю. Об использовании аэрокосмического метода при оценке соотношения современной растительности и субрецентных спорово-пыльцевых спектров на ландшафтной основе на территории Приенисейской Сибири / Г.Ю. Ямских, Е.Н. Калашников // Сборник тезисов докладов к Всероссийскому совещанию «Главнейшие итоги в изучении четвертичного периода и основные направления исследований в XXI веке», 14–19 сентября. – Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1998. – С. 250.

63. IPCC 2013. Climate Change 2013: Summary for Policymakers. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [T. F. Stocker, D. Qin, G. –K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Среднемесячные температуры воздуха (по данным метеостанций на территории Красноярской котловины) [40, 41, 49]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая температура
Метеостанция Кача													
2000	-21	-12,2	-6,1	1,3	8	15,5	14,9	14,7	8,3	-2,8	-16,6	-17,8	-1,15
2001	<u>-24,9</u>	-16	-7,3	-0,7	<u>11,5</u>	<u>16,4</u>	14,7	<u>16</u>	<u>9,7</u>	-0,1	<u>-4,3</u>	-17,4	-0,20
2002	<u>-8</u>	<u>-8</u>	<u>-4,6</u>	<u>-2,3</u>	<u>10,6</u>	14,6	16,9	13,9	8,5	<u>-3,2</u>	-9,5	-19,5	<u>0,78</u>
2003	-12,5	-12,4	-8,3	-1,5	8,8	<u>16,4</u>	15,8	13	7,2	-0,5	-11,8	-10,8	0,28
2004	-15,3	-11,2	<u>-10,4</u>	-1,1	<u>9,7</u>	15,6	15,3	12,5	7,8	2	-5,2	-18,7	0,08
2005	-15,2	-20	-6	-0,1	6,9	14,2	<u>18,6</u>	14,6	6,9	<u>2,7</u>	-7,3	-20,4	-0,43
2006	<u>-25,5</u>	-17,9	-7,4	<u>-5,3</u>	6,2	16,3	16,4	10,9	8,4	-1,4	-8,5	<u>-8</u>	-1,32
2007	<u>-9,6</u>	-13,5	-8,8	4,4	8,2	<u>12,1</u>	<u>18,3</u>	13,4	8,8	-0,3	-7,4	-11,2	<u>1,20</u>
2008	-22	-12,7	<u>-3,7</u>	-1	7,2	15,3	16,2	12,7	6,7	1,6	<u>-5</u>	-16	-0,06
2009	-17,3	<u>-21,8</u>	-9,2	2,5	7,6	<u>12</u>	16,7	13,7	6,6	-1,6	-12,2	-19,9	<u>-1,91</u>
2010	<u>-25,9</u>	<u>-24,7</u>	<u>-10,3</u>	-1,2	<u>5,6</u>	14,6	15,9	12,8	7,3	<u>2,5</u>	-7,1	<u>-22,4</u>	-2,74
2011	-23,1	-14,4	-5,8	4,1	8,1	<u>16,5</u>	14,2	13,1	6,6	3,7	-9,1	-13,1	0,07
2012	-20,9	-18,3	-7,9	1	7,5	<u>16,7</u>	9,8	<u>12,1</u>	9	-1,3	-9,5	<u>-24,9</u>	<u>-2,23</u>
2013	-17,4	-16,7	<u>-9,4</u>	1,6	<u>5,4</u>	<u>13</u>	15,5	14,3	<u>5,8</u>	0,1	<u>-3,3</u>	<u>-7,5</u>	0,12
2014	-15,2	-19,4	<u>-4</u>	4	<u>4,7</u>	13,7	16,9	14,3	<u>5,1</u>	-2,1	-10	-10,6	-0,22
2015	<u>-11,5</u>	<u>-10,6</u>	-6,8	2,7	8,6	14,4	17,1	14,7	<u>6</u>	1,7	<u>-13,7</u>	<u>-7,7</u>	<u>1,24</u>
2016	-22,8	-10,7	-5,5	2,2	5,9	15,6	17,8	13,9	<u>9,1</u>	-6,2	<u>-13,4</u>	-12,1	-0,52
Метеостанция Минино													
2000	-21,6	-11,1	-4	4,1	10,3	18,3	17,7	<u>14,4</u>	10,2	<u>-1,2</u>	<u>-14,5</u>	-17,7	0,41
2001	-24	-14,3	-5,5	2	14,2	19,2	17,5	<u>18,4</u>	9,7	1,9	<u>-2,2</u>	-17,2	1,64
2002	<u>-6</u>	<u>-5,7</u>	<u>-2,5</u>	<u>0,7</u>	<u>13,3</u>	17,3	19,1	15,7	10,5	-0,7	-7,9	-20	<u>2,82</u>
2003	-11,9	-10,7	-6,1	1,4	11,3	19,2	18,5	15,5	9,5	1,8	-9,7	-9,5	2,44
2004	-15,2	-9,6	<u>-8,2</u>	1,8	<u>12,5</u>	18,3	17,9	14,8	10,1	3,9	<u>-3,1</u>	-19,4	1,98
2005	-14,3	<u>-20,9</u>	-4,1	2,6	9,4	16,4	21	<u>17,2</u>	9,2	5	-5,1	<u>-20,6</u>	1,32
2006	<u>-25,9</u>	-17,1	-5,5	-2,2	9	19,3	18,7	12,9	10,4	0,7	-7,2	<u>-7,6</u>	0,46
2007	<u>-8,9</u>	-12,1	-6,6	<u>6,9</u>	10,6	<u>14,8</u>	<u>21,1</u>	15,7	<u>10,9</u>	2	-6,3	-10,1	<u>3,17</u>
2008	-22,1	-11,5	<u>-1,5</u>	1,4	9,6	18,3	18,8	15,3	8,9	3,8	<u>-3,1</u>	-14,8	1,93
2009	-17,5	<u>-20,5</u>	<u>-7,4</u>	4,9	9,8	<u>14,8</u>	19,1	16	8,9	0,2	<u>-11,6</u>	-19,5	<u>-0,23</u>
2010	<u>-25,5</u>	<u>-24</u>	-9	1,7	<u>8,4</u>	17,7	18,6	14,9	9,4	<u>4,5</u>	-5,1	<u>-22,2</u>	<u>-0,88</u>
2011	-23,2	-13,5	-3,5	<u>6,4</u>	10,7	19,6	<u>16,8</u>	15,5	8,5	<u>5,6</u>	-8	-13,2	1,81
2012	-20,6	-17,7	-6,7	3,6	10,3	<u>20,2</u>	13,3	14,8	<u>11,3</u>	0,9	-7,9	<u>-24,5</u>	<u>-0,25</u>
2013	-17,4	-15,4	-7,2	4,2	<u>8</u>	<u>16</u>	18,2	16,6	<u>7,8</u>	2,3	<u>-0,9</u>	<u>-6,1</u>	2,18

Продолжение приложения А

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая температура
Метеостанция Минино													
2014	-13,1	-17,7	<u>-2,1</u>	<u>6,6</u>	<u>7,2</u>	16,5	19,6	16,4	7,2	0,2	-7,4	-9,2	2,02
2015	<u>-9,7</u>	<u>-9,1</u>	-4	<u>5,8</u>	11,4	17,7	<u>20,1</u>	<u>17,3</u>	8,5	3,3	<u>-12,1</u>	<u>-6,2</u>	<u>3,58</u>
2016	<u>-24,3</u>	-9,7	-3,3	4,7	8,5	18,8	<u>20,7</u>	16,7	<u>11,3</u>	-4,2	<u>-11,6</u>	-10,6	1,42
Метеостанция Красноярск Опытное поле													
2000	-20,7	-10,2	-3,5	4	8,5	18,1	17,6	16,6	10,3	<u>-1</u>	-14,3	-17	0,70
2001	<u>-23,4</u>	-13,7	-5,3	2,1	<u>14,2</u>	18,8	17,2	<u>18,2</u>	9,5	1,7	<u>-2,1</u>	-16,3	1,74
2002	<u>-5,8</u>	<u>-5,6</u>	<u>-2,2</u>	0,9	<u>13,6</u>	17	18,8	15,6	10,5	<u>-0,8</u>	-7,7	-18,6	<u>2,98</u>
2003	-11,2	-10,2	-5,6	1,2	11,4	18,8	18,2	15,4	9,4	1,9	-9,7	-9,1	2,54
2004	-14,2	-9,1	<u>-7,8</u>	1,7	<u>12,4</u>	17,8	17,7	14,8	10	4	<u>-2,9</u>	-18,3	2,18
2005	-13,4	-18,9	-3,5	2,6	9,4	16,3	<u>20,9</u>	17	9,1	<u>5,1</u>	-5	<u>-19,9</u>	1,64
2006	-24,8	-16,2	-4,8	-2	9	19,1	18,5	<u>13</u>	<u>10,9</u>	0,7	-7	<u>-6,9</u>	0,79
2007	<u>-7,7</u>	-11,3	-6,1	<u>7,2</u>	10,4	<u>14,7</u>	<u>20,9</u>	15,7	<u>10,8</u>	2	-5,6	-9,5	<u>3,46</u>
2008	-20,7	-10,4	<u>-11</u>	1,5	9,5	18	18,8	15,2	8,7	4	<u>-3</u>	-14,2	1,37
2009	-15,8	-17,9	-6,3	5	9,8	<u>14,5</u>	18,9	15,8	8,8	<u>5</u>	<u>-11</u>	-18,6	0,68
2010	<u>-24,6</u>	<u>-22,8</u>	<u>-8,2</u>	1,7	8,4	17,3	18,4	15	9,4	4,4	-5,1	<u>-22,2</u>	-0,69
2011	-21,8	-12,2	-3	<u>6,7</u>	10,7	<u>19,6</u>	<u>16,8</u>	15,5	8,7	<u>6,2</u>	-7,4	-12,3	2,29
2012	-19,5	-16,6	-5,7	3,6	10,4	<u>19,9</u>	<u>14,2</u>	14,7	<u>11,4</u>	0,9	-7,7	<u>-23,6</u>	<u>0,17</u>
2013	-16,5	-14,8	-7	4,2	<u>7,9</u>	15,7	18,1	16,5	<u>7,9</u>	2,4	<u>-1,1</u>	<u>-5,9</u>	2,28
2014	-12,8	-16,9	<u>-1,5</u>	7	<u>7,2</u>	16,3	19,5	16,4	<u>7,1</u>	0,1	-7,3	-8,9	2,18
2015	<u>-9,2</u>	<u>-8,5</u>	-3,6	5,9	11,5	17,5	19,8	<u>17,4</u>	8,4	3,5	<u>-11,6</u>	<u>-5,6</u>	<u>3,79</u>
2016	-22,5	<u>-8,6</u>	-2,8	4,7	8,5	18,6	<u>20,4</u>	16,7	<u>11,5</u>	-4	<u>-11,8</u>	-11,3	1,62
Метеостанция Красноярск													
2000	-20	-9,9	-2,8	4,8	<u>9</u>	19,4	18,8	17,8	10,8	<u>0</u>	-13,2	-16,4	1,53
2001	<u>-22,3</u>	-13,1	-4,5	2,9	15	<u>20,2</u>	18,4	<u>19,8</u>	10,3	2,6	<u>-1,1</u>	-15,6	2,72
2002	<u>-5,2</u>	<u>-4,7</u>	<u>-1,3</u>	1,9	<u>14,6</u>	18,4	20,1	16,8	10,8	<u>0,3</u>	-7,1	-18	<u>3,88</u>
2003	-11,2	-9,6	-5	2,1	12,1	<u>20,2</u>	19,6	16,7	10,1	2,4	-8,8	-8,4	3,35
2004	-13,8	-8,6	<u>-6,9</u>	2,4	<u>13,2</u>	18,9	19,1	16,1	10,5	4,6	-2,3	-17,1	3,01
2005	-13,1	<u>-18,1</u>	-3	3,3	10,3	17,1	<u>22,1</u>	18,2	10,4	6	-3,8	-18,1	2,61
2006	<u>-23,5</u>	-15,2	-3,9	<u>-0,6</u>	9,8	20	19,4	<u>14,1</u>	11,5	1,8	-5,6	-6	1,82
2007	<u>-7,3</u>	-10,2	-4,9	<u>8,1</u>	11,4	<u>15,6</u>	<u>22,1</u>	16,7	<u>11,9</u>	3	-4,3	-8,3	<u>4,48</u>
2008	-19,2	-9,5	<u>-0,2</u>	2,5	10,8	19,1	19,8	16,4	9,9	4,8	<u>-1,8</u>	-12,9	3,31
2009	-17,5	<u>-17,9</u>	-5,2	6,1	10,4	<u>15,4</u>	20,3	16,9	10	1,7	<u>-9,7</u>	-17,2	<u>1,11</u>
2010	<u>-22,9</u>	<u>-21,1</u>	<u>-7,1</u>	2,6	9,2	18,2	19,3	15,9	10,3	<u>5,3</u>	-3,8	-19,4	<u>0,54</u>
2011	-20,5	-11,2	-2,3	<u>7,4</u>	11,6	<u>20,6</u>	<u>17,6</u>	16,6	10	<u>6,9</u>	-5,9	-10,9	3,33
2012	-18,1	-15,4	-4,5	4,6	11,2	<u>21,6</u>	<u>15,6</u>	15,9	<u>12,4</u>	2,1	-6,9	<u>-21,8</u>	1,39
2013	-15,1	-13,5	<u>-5,8</u>	5,2	<u>8,9</u>	<u>16,6</u>	19,4	17,7	<u>8,7</u>	3,3	<u>-0,1</u>	Н.д.	Н.д.

Окончание приложения А

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая температура
Метеостанция Красноярск													
2014	-13,3	Н.д.	<u>-0,4</u>	<u>7,7</u>	<u>8,2</u>	17,8	Н.д.	Н.д.	Н.д.	1,2	-6,5	<u>-8,1</u>	Н.д.
2015	<u>-8,2</u>	Н.д.	-2,7	7	12,6	19	<u>21,4</u>	<u>18,5</u>	9,7	4,5	<u>-9,7</u>	-4,9	Н.д.
2016	-20,9	Н.д.	-1,8	5,8	Н.д.	Н.д.	<u>22</u>	17,6	12,9	-2,3	Н.д.	Н.д.	Н.д.
Метеостанция Дивногорск													
2005	Н. д.	-19,7	-4,6	1,1	8,2	15,1	<u>20,1</u>	<u>16,4</u>	8,7	<u>4,6</u>	-5	-17,3	<u>2,51</u>
2006	<u>-24,1</u>	-16,3	-5,9	<u>-3,2</u>	7,1	17,2	17,6	<u>12,4</u>	9,5	0,5	-6,1	<u>-6,8</u>	0,16
2007	<u>-10,1</u>	-12,2	-7,2	<u>5,8</u>	9	<u>13,3</u>	<u>20,1</u>	14,7	<u>10,6</u>	1,4	-5,1	-9,1	<u>2,60</u>
2008	-20,8	-12,7	<u>-2,6</u>	0	8,9	16,6	18,2	14,3	8,5	3,2	<u>-2,8</u>	-13,7	1,43
2009	-17,4	<u>-19,9</u>	-7,6	3,6	8,5	<u>13</u>	18,2	15,5	8,3	0,7	-9,4	-17,3	<u>-0,32</u>
2010	<u>-23,9</u>	<u>-22,4</u>	<u>-8,8</u>	0,3	7	15,4	17,4	14,1	8,6	3,9	-3,6	<u>-20</u>	<u>-1,00</u>
2011	-21,7	-13,6	-5,1	4,9	9,5	<u>17,8</u>	<u>15,7</u>	15,7	8,7	<u>5,7</u>	-6,8	-11,3	1,63
2012	-20	-18,6	-5,8	2,4	8,8	19	19,5	14,2	<u>10,8</u>	0,9	-7,3	<u>-22,1</u>	0,15
2013	-16,3	-16,1	-7,4	2,8	6,8	14,2	17,4	16	7,6	2,2	<u>-1,2</u>	<u>-5,8</u>	1,68
2014	-13,3	-17,3	<u>-2,3</u>	5,2	6,1	15,4	18,9	15,9	<u>6,9</u>	0,1	-7,6	-9,6	1,53
2015	<u>-10,5</u>	<u>-10,4</u>	-4,7	4,5	<u>10,2</u>	16,6	19,1	16,2	7,9	3,1	<u>-10,5</u>	<u>-6</u>	<u>2,96</u>
2016	-21,6	<u>-10,8</u>	-3,9	4	7,3	17,6	19,7	15,9	<u>11,7</u>	-3,5	<u>-11,4</u>	-11,2	1,15

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Месячные суммы осадков (по данным метеостанций Красноярской котловины) [40, 41, 49]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сумма осадков
Метеостанция Кача													
2000	14,7	28,7	30,6	<u>62</u>	<u>87,8</u>	<u>36,2</u>	64,7	73,2	52,8	<u>42,4</u>	56,2	51,9	601,2
2001	16	25,9	<u>47,8</u>	<u>23</u>	32,3	63,8	79,2	40	122,3	<u>40,4</u>	50,4	30,6	571,7
2002	47	24,5	41,9	28,8	<u>22</u>	71,3	<u>121,3</u>	86,2	45,6	64	48,4	<u>18,8</u>	619,8
2003	41,3	15,6	<u>20,6</u>	<u>63,4</u>	31,1	<u>122,9</u>	55,7	60,2	75,8	69,2	45,9	29	630,7
2004	32,7	<u>42,7</u>	31,5	31,4	39	86,8	61,7	42,6	<u>89,3</u>	78,1	43,4	42,4	621,6
2005	35,5	<u>7,8</u>	<u>21,4</u>	<u>58,8</u>	61,9	<u>133,6</u>	80,8	<u>14,3</u>	68,4	59,8	62,2	<u>10,4</u>	614,9
2006	29,2	27,4	<u>54,4</u>	48,1	41,3	52,7	<u>136,2</u>	<u>102,6</u>	<u>33,2</u>	82,1	<u>30,4</u>	<u>74,4</u>	712
2007	32,1	33,9	38,5	48	<u>102</u>	44	85,2	64	59	<u>93,9</u>	56,1	49,5	706,2
2008	30,5	24,9	33,5	<u>63,3</u>	38,6	87	94,7	90,3	59,5	66,1	<u>80,7</u>	<u>68,9</u>	<u>738</u>
2009	27,7	29,3	32,9	<u>22,1</u>	<u>107,4</u>	84,4	58,8	87,2	54,5	74,5	<u>87,9</u>	60,9	<u>727,6</u>
2010	12,7	<u>14,3</u>	<u>47,6</u>	47,3	46,6	41,5	91,8	51	54,2	62,7	<u>78,7</u>	42	590,4
2011	<u>9,1</u>	28,5	22,1	27,7	40,2	84,2	138,1	<u>11,7</u>	<u>24,8</u>	55,9	33	29,5	<u>504,8</u>
2012	18,4	17,2	22,1	31,2	39,6	<u>22</u>	62,4	84,1	57,3	<u>100,2</u>	50,9	26,7	<u>532,1</u>
2013	13	28,7	43,1	36,3	<u>109,2</u>	69,8	67,9	141,9	39,4	52,9	<u>79,3</u>	<u>77,2</u>	<u>758,7</u>
2014	35,5	29,9	27,7	<u>25,9</u>	84,6	77,7	<u>51,3</u>	91,3	52,3	60,2	51,1	30,2	617,7
2015	<u>62,2</u>	19,6	<u>52,7</u>	52,3	32,6	73,4	81,6	75,5	<u>86,8</u>	77,6	40,6	49,3	704,2
2016	<u>3,9</u>	<u>43,6</u>	<u>12,9</u>	31,8	73,2	41,4	<u>50,2</u>	37	<u>20,4</u>	<u>35,9</u>	51	43	444,3
Метеостанция Минино													
2000	<u>3,9</u>	13	13,6	26,2	18,3	25,8	59,1	70,9	44,6	11,4	19	<u>26,8</u>	332,6
2001	8,5	11,1	18,5	18,5	<u>10,7</u>	58,6	<u>43,3</u>	41,4	95,2	<u>9,6</u>	16,2	11	342,6
2002	15,5	4,9	<u>21,3</u>	<u>8,2</u>	<u>11,7</u>	<u>91,3</u>	102,7	<u>98,3</u>	20,7	21,8	17,8	12,6	426,8
2003	15,6	<u>3</u>	<u>5,2</u>	<u>29,9</u>	17,8	<u>79,4</u>	58	68,3	<u>68,9</u>	26,6	13	<u>4,6</u>	390,3
2004	6,2	<u>17,1</u>	18,9	13	31,9	<u>82,6</u>	<u>41</u>	65	<u>81,3</u>	25,3	17,8	27	427,1
2005	10,1	<u>3</u>	11,8	26,3	<u>81,8</u>	<u>84,2</u>	60,2	<u>11,5</u>	34	15,9	16	<u>3,7</u>	358,5
2006	17	10,1	18,5	20,8	21	<u>30,5</u>	<u>110,1</u>	36,1	21,6	<u>47,2</u>	10,4	25,4	368,7
2007	<u>17,8</u>	11,3	6,8	24,1	32,4	47,4	67,2	74,2	41,9	22,4	25	10,7	381,2
2008	10,7	4,9	9,4	<u>31,9</u>	19,8	41,1	86,5	<u>30,5</u>	38,4	<u>8,3</u>	<u>36,1</u>	<u>29,8</u>	347,4
2009	8,6	14,8	11	<u>2,2</u>	<u>65,2</u>	72,8	90,1	67,7	22,8	31,3	<u>49,8</u>	<u>27,3</u>	<u>463,6</u>
2010	5,8	4,4	15,3	11,7	19,4	<u>27,1</u>	<u>114,3</u>	44,2	23,9	22,6	32,4	19,3	340,4
2011	<u>2,1</u>	4,5	<u>5</u>	19,3	44,2	37,4	<u>123,9</u>	<u>95,6</u>	23,1	18,1	21,1	<u>6,8</u>	401,1
2012	7,6	6,4	8,6	15,1	19,6	<u>17,7</u>	61,4	58,2	28,7	<u>47,6</u>	15,2	13	<u>299,1</u>
2013	6,4	3,6	28,3	18	<u>55,9</u>	57,8	<u>110,5</u>	133,1	31,1	<u>10,6</u>	20,5	<u>32,4</u>	508,2

Продолжение приложения Б

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сумма осадков
Метеостанция Минино													
2014	8,8	9,9	<u>4,2</u>	<u>9,7</u>	56,4	72,1	102,6	<u>99,3</u>	18,1	18,6	19,7	<u>6</u>	425,4
2015	<u>17,1</u>	<u>3</u>	<u>23,5</u>	19,9	<u>25,4</u>	70,4	55,2	41,1	57,8	37	<u>9,8</u>	11,3	371,5
2016	4,8	<u>15,3</u>	<u>2,8</u>	23,2	51,7	38	<u>47,1</u>	56	23,9	18,3	<u>39</u>	17	337,1
Метеостанция Красноярск Опытное поле													
2000	<u>7,3</u>	14,5	17,2	38,6	<u>98,8</u>	<u>39,3</u>	80,7	90,2	48,3	26,4	32,1	39,8	533,20
2001	11,4	12	34,1	28,5	<u>21,5</u>	64,3	54,4	41,5	102,5	<u>14</u>	31,7	23,9	<u>439,80</u>
2002	<u>31,8</u>	14,6	35	<u>9,4</u>	<u>18,7</u>	81,8	<u>140,8</u>	<u>124,7</u>	<u>21,6</u>	36,2	33	20,5	568,10
2003	<u>26,4</u>	<u>4,9</u>	12,2	<u>44,4</u>	<u>20</u>	54	49,9	59,3	66,7	42,8	30,3	15,8	<u>426,70</u>
2004	19,2	29,6	31,4	25,3	49,7	<u>100,7</u>	<u>42,6</u>	49,8	<u>70,1</u>	41,3	<u>23,1</u>	35,6	518,40
2005	15,9	<u>4,1</u>	18,8	35,3	<u>91,7</u>	<u>104,9</u>	71,7	<u>19,5</u>	<u>72,4</u>	35,9	36,2	<u>5,7</u>	512,10
2006	20,5	16,3	30,6	35,6	35,7	90,6	<u>106,4</u>	52,9	34,8	<u>58,1</u>	<u>19,2</u>	24,3	525,00
2007	21,6	17,9	19	32,5	53,9	44,8	95	88,2	48,1	42,9	34,5	23,1	521,50
2008	19,9	7,7	<u>10,7</u>	<u>51,9</u>	29,8	76,7	62,8	48,9	54,2	<u>25</u>	<u>61</u>	<u>50,2</u>	498,80
2009	17,1	23,1	15	<u>8,6</u>	<u>84</u>	84,1	50,4	102,1	33,7	50,9	<u>72,3</u>	<u>53,3</u>	<u>594,60</u>
2010	13,9	19,3	28,3	24,6	32,2	<u>36,5</u>	<u>104,1</u>	49	40,4	42,1	<u>59,2</u>	37	486,60
2011	<u>7</u>	8,7	12,8	38	45,5	<u>35,8</u>	79,5	88,4	29	30,1	30,9	15,2	<u>420,90</u>
2012	13,5	13	16,5	23,7	<u>12,6</u>	<u>37,4</u>	52,4	65,8	35,9	<u>69,6</u>	41,1	19,4	<u>400,90</u>
2013	<u>7,7</u>	14,1	<u>43</u>	30,7	75,4	72,9	66,1	<u>143,2</u>	29,4	26	51,4	67,1	627,00
2014	19,6	22,8	19,9	<u>14,8</u>	65,9	77,8	100,2	<u>137,7</u>	38,1	47	32,1	14,8	<u>590,70</u>
2015	<u>28,7</u>	8,5	<u>47,6</u>	36,7	31,3	89,1	69,3	47,5	<u>70,2</u>	<u>70,4</u>	<u>23,5</u>	26,9	549,70
2016	<u>5</u>	<u>31</u>	<u>7,2</u>	25	<u>86,1</u>	<u>28,1</u>	64,1	43,5	37,4	30,7	<u>55</u>	35	448,10
Метеостанция Красноярск													
2000	8,2	<u>16,1</u>	<u>4,9</u>	<u>38,6</u>	86	<u>31,1</u>	71	68	33,4	<u>7,9</u>	18,3	<u>32,3</u>	415,8
2001	9,8	8	<u>19,4</u>	21,3	14,4	84,4	48,4	41,8	108	11,9	19	16,4	402,8
2002	14,5	<u>3,2</u>	13,1	<u>5,1</u>	13,3	140,4	<u>157,6</u>	<u>89,5</u>	18,6	19,7	15,2	18,3	508,5
2003	<u>19,1</u>	<u>3,6</u>	<u>4,7</u>	20,5	20,8	92,5	36,2	42,2	57,2	25,4	15,5	<u>5,3</u>	<u>343</u>
2004	7	<u>16,4</u>	16,8	16,3	37,7	82,3	37,8	<u>33,7</u>	53,5	29,5	11,6	<u>34,9</u>	377,5
2005	8,7	4,6	10,6	23	<u>82,8</u>	93	55,2	<u>23,9</u>	26,3	34,4	16,5	<u>4,6</u>	383,6
2006	<u>22,2</u>	<u>17,9</u>	15,5	22,9	31,7	39,1	95	42,4	<u>16,5</u>	<u>49,9</u>	14,3	24,3	391,7
2007	12,1	<u>16,6</u>	11,7	28,4	26,5	39,4	83	65,6	42,9	23	24,1	13,1	386,4
2008	9,6	<u>2,7</u>	<u>4,2</u>	<u>32,6</u>	21,7	59,8	66	46,6	42,5	<u>7,4</u>	31,8	<u>33,6</u>	358,5
2009	8,4	<u>16,5</u>	9,8	<u>5</u>	<u>78,3</u>	66	60,4	78,7	20,8	33,6	<u>54,4</u>	<u>33,5</u>	<u>465,4</u>
2010	13,1	10,9	17,3	19	24,6	41	103,9	39	39,2	33,2	<u>44,6</u>	26,9	412,7
2011	<u>4,4</u>	4,5	9,1	22,4	40,9	43,1	83,4	81,3	30,3	20,6	23,4	10,3	373,7
2012	<u>18,8</u>	10	6,2	15,2	<u>9,8</u>	35,8	70,9	76,7	39,1	<u>40,1</u>	16,9	19,3	358,8
2013	<u>6,1</u>	3,9	<u>28,1</u>	<u>7,9</u>	44,2	52	65,5	<u>114</u>	35,7	Н.д.	Н.д.	Н.д.	357,4
2014	23,3	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	Н.д.	23,3

Окончание приложения Б

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сумма осадков
Метеопост Столбы													
2000	<u>14,6</u>	31,3	35,1	65,3	<u>100,3</u>	65,5	89,2	103	73	Н.д.	Н.д.	62	639,3
2001	<u>14,4</u>	<u>3,5</u>	<u>72,1</u>	41,2	<u>24,1</u>	87,4	64,7	66,6	153,7	<u>32,1</u>	45,1	46	650,9
2002	<u>59,7</u>	30,9	66,9	<u>17,9</u>	<u>21</u>	79,4	193	<u>120,1</u>	39,4	54,3	50,1	33,9	<u>766,6</u>
2003	36,1	13,8	<u>15</u>	<u>66,3</u>	39,8	109,2	60,8	69,7	79,4	67,6	51,7	31,4	640,8
2004	39,6	<u>47,4</u>	38,3	36,8	46,8	<u>112,9</u>	<u>38,3</u>	<u>53</u>	80,7	47,3	36,7	47,6	<u>625,4</u>
2005	28,7	<u>8,5</u>	30,8	<u>67,2</u>	68,1	95,5	99,3	<u>50,9</u>	88,6	57,5	78,4	<u>11,4</u>	684,9
2006	30,8	35,6	54,8	53	48,8	62	123,3	92,4	<u>37,2</u>	<u>78,9</u>	31,9	89	<u>737,7</u>
2007	36,9	30	44,3	33,6	<u>82,3</u>	<u>50</u>	97	74,4	66	71,8	57,2	47,3	690,8
2008	31,5	24,1	39,8	63,3	49,8	68,7	77,5	67,4	53,5	<u>37,1</u>	<u>93,9</u>	<u>80,6</u>	687,2
2009	34,2	31,9	<u>20,8</u>	<u>17,1</u>	78,9	<u>124,8</u>	<u>38,5</u>	<u>115,3</u>	46,7	<u>88,2</u>	99,7	Н.д.	696,1
Метеостанция Дивногорск													
2005	Н.д.	<u>4</u>	21	<u>59</u>	66	124	89	<u>29</u>	94	55	52	<u>4</u>	597
2006	15	26	47	45	40	42	<u>156</u>	89	33	<u>90</u>	<u>31</u>	61	675
2007	<u>32</u>	25	34	29	<u>88</u>	67	86	76	41	53	55	28	614
2008	28	10	25	61	<u>28</u>	102	70	68	51	52	<u>93</u>	75	663
2009	21	28	28	<u>16</u>	87	95	<u>45</u>	90	44	79	<u>84</u>	56	673
2010	12	13	35	41	38	55	<u>139</u>	85	48	65	73	43	647
2011	<u>7</u>	19	<u>15</u>	33	52	78	<u>126</u>	90	40	55	<u>28</u>	26	569
2012	28	16	27	35	<u>31</u>	<u>21</u>	<u>54</u>	74	47	<u>79</u>	42	31	<u>485</u>
2013	12	21	<u>53</u>	32	<u>100</u>	287	73	<u>150</u>	49	<u>33</u>	59	70	939
2014	24	22	27	<u>20</u>	72	60	74	106	54	47	40	<u>17</u>	563
2015	<u>32</u>	12	47	55	59	88	85	85	<u>93</u>	60	<u>27</u>	42	685
2016	<u>4</u>	47	74	36	<u>96</u>	55	64	55	<u>29</u>	<u>34</u>	49	36	579

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Среднемесячная относительная влажность (по данным метеостанций Красноярской котловины) [40, 41, 49]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая относительная влажность
Метеостанция Кача													
2000	69	78	70	65	70	70	73	72	78	81	86	87	74,92
2001	78	79	73	65	62	75	78	75	85	76	80	79	75,42
2002	77	73	66	61	57	73	81	82	75	84	87	76	74,33
2003	76	69	66	68	61	71	78	78	71	74	72	69	71,08
2004	76	75	67	65	63	74	78	78	81	74	77	80	74,00
2005	77	70	67	65	67	77	78	82	80	82	84	75	75,33
2006	79	76	77	69	62	67	83	83	72	84	86	85	76,92
2007	83	80	76	62	72	71	75	80	80	80	85	82	77,17
2008	83	76	69	69	63	71	80	82	82	85	85	81	77,17
2009	77	79	72	60	68	78	74	84	80	88	88	83	77,58
2010	74	75	76	77	68	68	79	79	77	82	85	78	76,50
2011	74	78	67	66	65	73	81	85	78	84	81	82	76,17
2012	81	80	73	65	61	66	75	84	81	88	87	77	76,50
2013	72	76	72	67	75	73	78	86	82	78	85	81	77,08
2014	77	73	70	63	78	70	75	81	80	84	81	75	75,58
2015	72	68	73	65	63	71	73	74	82	82	79	81	73,58
2016	74	79	70	70	64	65	75	77	76	81	80	73	73,67
Метеостанция Минино													
2000	74	78	70	57	60	63	67	77	72	75	77	81	70,92
2001	72	73	66	57	51	66	70	67	80	66	75	78	68,42
2002	69	68	64	55	47	66	77	80	71	77	78	76	69,00
2003	71	69	66	58	51	63	72	73	75	74	70	68	67,50
2004	78	72	66	63	56	68	74	72	73	67	71	80	70,00
2005	75	75	65	62	61	71	74	75	73	73	77	75	71,33
2006	77	72	69	60	82	58	77	76	67	71	75	74	71,50
2007	73	68	67	57	61	61	68	75	74	69	78	74	68,75
2008	78	71	65	61	53	61	73	73	77	73	74	72	69,25
2009	74	71	67	58	59	70	70	79	72	80	78	75	71,08
2010	69	70	68	67	66	58	72	73	69	72	74	74	69,33
2011	74	75	64	59	55	62	73	78	74	75	75	78	70,17
2012	79	78	72	55	50	54	67	76	74	80	78	76	69,92
2013	74	71	69	62	65	63	71	80	75	70	78	77	71,25

Продолжение приложения В

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая относительная влажность
Метеостанция Минино													
2014	72	70	<u>69</u>	52	65	61	70	77	75	73	<u>72</u>	<u>70</u>	68,83
2015	<u>69</u>	65	66	59	58	63	<u>67</u>	<u>69</u>	76	73	<u>79</u>	75	<u>68,25</u>
2016	76	75	67	<u>64</u>	57	<u>55</u>	<u>66</u>	<u>69</u>	73	75	75	<u>68</u>	<u>68,33</u>
Метеостанция Красноярск Опытное поле													
2000	79	74	64	59	<u>67</u>	66	<u>69</u>	79	72	74	77	<u>80</u>	71,67
2001	<u>70</u>	<u>69</u>	<u>63</u>	<u>54</u>	<u>50</u>	68	73	70	<u>81</u>	<u>66</u>	76	<u>80</u>	<u>68,33</u>
2002	<u>67</u>	<u>67</u>	<u>62</u>	<u>54</u>	<u>47</u>	<u>69</u>	<u>79</u>	<u>82</u>	<u>70</u>	76	79	78	69,17
2003	74	71	66	61	52	66	73	75	75	72	<u>70</u>	68	<u>68,58</u>
2004	77	71	64	60	55	<u>70</u>	72	74	73	<u>66</u>	<u>70</u>	<u>80</u>	69,33
2005	75	<u>76</u>	64	60	61	<u>71</u>	75	76	76	72	78	77	71,75
2006	<u>80</u>	74	68	60	52	61	<u>79</u>	79	68	72	<u>82</u>	<u>80</u>	71,25
2007	76	72	<u>69</u>	56	<u>63</u>	65	<u>70</u>	76	77	70	79	76	70,75
2008	<u>80</u>	71	<u>63</u>	62	54	65	72	75	<u>82</u>	73	76	75	70,67
2009	75	75	65	56	59	<u>72</u>	71	<u>81</u>	75	<u>82</u>	<u>83</u>	79	<u>72,75</u>
2010	74	75	<u>70</u>	<u>66</u>	56	<u>60</u>	73	74	69	73	75	76	70,08
2011	75	75	<u>61</u>	57	56	64	74	78	74	73	<u>73</u>	78	69,83
2012	<u>80</u>	<u>77</u>	70	<u>53</u>	<u>51</u>	58	<u>68</u>	78	76	<u>80</u>	80	<u>80</u>	70,92
2013	75	74	68	58	<u>65</u>	67	73	<u>83</u>	76	70	74	76	71,58
2014	73	73	67	<u>49</u>	<u>66</u>	64	71	78	77	74	<u>72</u>	<u>71</u>	69,58
2015	<u>71</u>	<u>67</u>	66	58	58	66	71	<u>71</u>	<u>79</u>	74	<u>84</u>	77	70,17
2016	86	<u>79</u>	<u>70</u>	67	61	63	74	75	<u>80</u>	<u>80</u>	80	<u>72</u>	73,92
Метеостанция Красноярск													
2000	<u>85</u>	<u>82</u>	<u>70</u>	58	<u>68</u>	67	69	78	76	75	<u>80</u>	<u>85</u>	74,42
2001	75	74	66	57	<u>53</u>	<u>79</u>	72	<u>68</u>	83	<u>68</u>	74	80	70,75
2002	<u>67</u>	<u>65</u>	<u>62</u>	<u>51</u>	49	67	<u>76</u>	<u>79</u>	75	73	76	80	<u>68,33</u>
2003	74	<u>67</u>	<u>63</u>	57	<u>52</u>	63	70	<u>72</u>	77	73	<u>70</u>	70	67,33
2004	<u>83</u>	74	67	63	57	71	70	74	76	<u>68</u>	<u>71</u>	<u>85</u>	71,58
2005	80	<u>80</u>	66	61	63	<u>74</u>	73	74	76	73	76	78	72,83
2006	81	76	69	60	55	63	<u>80</u>	77	<u>71</u>	71	76	<u>72</u>	70,92
2007	78	72	68	59	<u>65</u>	69	71	78	78	70	78	<u>73</u>	71,58
2008	80	71	65	63	57	66	<u>75</u>	77	<u>82</u>	76	73	77	71,83
2009	77	74	67	60	<u>65</u>	<u>75</u>	72	<u>81</u>	76	<u>81</u>	<u>81</u>	79	<u>74,00</u>
2010	75	75	<u>70</u>	67	61	62	73	74	<u>71</u>	76	76	77	71,42
2011	79	76	64	62	60	66	<u>75</u>	78	75	77	76	<u>82</u>	72,50
2012	<u>84</u>	<u>84</u>	<u>73</u>	58	58	57	<u>66</u>	75	75	77	75	78	71,67
2013	76	72	67	59	63	63	68	<u>82</u>	76	64	<u>71</u>	N.д.	<u>69,18</u>

Окончание приложения В

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Среднегодовая относительная влажность
Метеостанция Красноярск													
2014	Н.д.	Н.д.	61	43	59	54	Н.д.	Н.д.	71	69	68	76	62,63
2015	74	Н.д.	68	57	Н.д.	62	67	70	78	75	85	79	71,50
2016	<u>87</u>	Н.д.	<u>70</u>	Н.д.	Н.д.	Н.д.	69	74	77	<u>78</u>	<u>82</u>	Н.д.	77,38
Метеостанция Дивногорск													
2005	Н.д.	73	67	66	66	<u>78</u>	<u>79</u>	80	<u>83</u>	76	78	77	74,82
2006	77	73	71	61	61	68	<u>83</u>	82	75	75	81	<u>82</u>	74,08
2007	<u>83</u>	75	70	59	67	69	72	80	77	75	82	77	73,83
2008	79	73	66	66	<u>57</u>	69	76	79	<u>82</u>	78	78	77	73,33
2009	79	75	69	60	62	76	72	80	75	<u>84</u>	<u>84</u>	<u>82</u>	74,83
2010	73	74	74	73	62	67	<u>79</u>	81	75	79	79	77	74,42
2011	77	<u>79</u>	68	63	59	72	78	<u>83</u>	76	80	74	<u>82</u>	74,25
2012	<u>81</u>	<u>79</u>	69	57	58	63	71	81	80	<u>81</u>	81	81	73,50
2013	77	77	70	65	73	73	77	<u>85</u>	80	74	79	80	<u>75,83</u>
2014	75	75	70	57	71	65	72	<u>83</u>	80	77	77	78	73,33
2015	78	75	<u>73</u>	67	64	69	73	<u>77</u>	<u>82</u>	78	<u>86</u>	<u>83</u>	<u>75,42</u>
2016	<u>83</u>	84	<u>74</u>	<u>68</u>	67	65	77	80	77	80	<u>83</u>	76	76,17

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Среднегодовая продолжительность безморозного периода (по данным метеостанций) [40, 41, 49]

Метеостанция	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Среднегодовая продолжительность безморозного периода
Кача	145	<u>160</u>	144	143	149	<u>153</u>	<u>132</u>	<u>155</u>	150	143	140	140	144	<u>153</u>	129	146	145
Минино	<u>160</u>	173	<u>159</u>	163	171	168	<u>151</u>	174	174	164	174	163	166	<u>183</u>	163	174	168
Красноярск Опытное поле	<u>163</u>	178	<u>164</u>	170	175	173	<u>156</u>	<u>180</u>	178	171	177	177	175	<u>185</u>	171	178	173
Красноярск	176	194	<u>172</u>	179	178	188	<u>169</u>	190	<u>195</u>	183	<u>195</u>	181	182	Н.д.	Н.д.	Н.д.	183

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт экологии и географии
Кафедра географии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.Ю. Ямских

подпись инициалы, фамилия

«12 » 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

05.03.02 География

05.03.02.02 «Физическая география и ландшафтovedение»

Динамика показателей климата на территории Красноярской котловины в XXI веке

Руководитель

Г. Ю. Ямских
подпись, дата

проф., д-р. геогр. наук
должность, ученая степень

Г. Ю. Ямских
иинициалы, фамилия

Выпускник

В. А. Торопов
подпись, дата

В. А. Торопов
иинициалы, фамилия

Красноярск 2017