

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись _____
Г. Ю. Ямских
инициалы, фамилия
«____» _____ 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

05.03.02 География

05.03.02.02 «Физическая география и ландшафтovedение»

Изменение климата на территории Красноярской котловины по данным метеонаблюдений (за последние 35 лет)

Научный
руководитель

подпись, дата

доц., канд. геогр. наук

должность, учёная степень

Д. Е. Макарчук

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Н. И. Андросова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В. О. Брунгардт

инициалы, фамилия

Красноярск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Влияние климатообразующих факторов на формирование климата Красноярской котловины	5
2.1 Физико-географическая характеристика территории Красноярской котловины	12
2.1.1 Географическое положение территории Красноярской котловины....	12
2.1.2 Геологическое строение и рельеф.....	12
2.1.3 Климат.....	14
2.1.4 Гидрографическая сеть.....	17
2.1.5 Почвенный покров	19
2.1.6 Растительный и животный мир	20
2.2 Методы исследований	21
3 Метеостанции Красноярской котловины	23
4 Динамика климатических показателей на территории Красноярской котловины за последние 35 лет.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Температура воздуха	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Относительная влажность	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Продолжительность безморозного периода.....	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список использованных источников	24
Приложение А Среднемесячные температуры воздуха (по данным метеостанций на территории Красноярской котловины)	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Б Месячные суммы осадков (по данным метеостанций Красноярской котловины).....	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение В Среднемесячная относительная влажность (по данным метеостанций на территории Красноярской котловины)	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Г Среднегодовая продолжительность безморозного периода (по данным метеостанций на территории Красноярской котловины)	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных направлений научных исследований стало изучение динамики климатических показателей и определение причин глобального изменения климата. На сегодняшний день накоплен достаточно большой объем материала, который характеризует изменения основных метеорологических параметров таких как, температура воздуха, количество атмосферных осадков, влажность воздуха, направление и скорость ветра, облачность. Выявлены тренды и циклы в рядах этих параметров, а также разработаны прогнозные модели. Однако изучению климатических изменений единиц меньшей площади, которые носят региональный или локальных характер работ посвящено меньше [24].

На данный момент в мире происходит изменение климата, причинами являются антропогенный фактор и природные процессы, связь между которыми трудно разделима, особенно во временном периоде, включающем несколько десятилетий. Климатические изменения, происходящие в современное время, проявляются не только в изменении средних величин, но и в увеличении частоты проявления и интенсивности климатических катализм [10].

Изменения климата оказывают значительное влияние на состояние природной среды, экономики и общества. Климат Земли за последнее столетие заметно изменился как на глобальном, так и региональном уровне, при этом в последние десятилетия наблюдается активная фаза потепления. По данным Пятого Оценочного доклада МГЭИК приповерхностная температура воздуха в период 1880-2012 гг. повысилась на $0,85^{\circ}\text{C}$ [34]. Потепление климата сопровождается неустойчивостью в климатической системе, возникновением и усилением опасных явлений, приносящих значительный экономический ущерб населению.

Климат Красноярской котловины изучается достаточно долгое время. Так, на базе одной из старейших метеостанций Красноярск Опытное поле наблюдения начались еще в начале 1900-х годов. При этом анализу данных в контексте изменения климата уделяется недостаточно внимания. К настоящему времени выявлена динамика климатических показателей (среднегодовых температур и относительной влажности воздуха, годового количество осадков и продолжительности безморозного периода) Красноярской котловины только в XXI веке, среднегодовой температуры и осадков во второй половине XX века. Изучение более длительных временных рядов позволит выявить особенности изменения климата территории в региональном аспекте [42].

Целью данного исследования является оценка изменений климата Красноярской котловины за последние 35 лет.

Для достижения поставленной цели потребовалось выполнить следующие задачи:

1. оценить влияние климатообразующих факторов на формирование климата Красноярской котловины;

2. дать физико-географическую характеристику Красноярской котловины;

3. освоить методику обработки числовых данных с помощью программы Microsoft Excel;

4. 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 и оценить тренды их изменений в данных временных рядах.

Объект исследования: территория Красноярской котловины.

Предмет исследования: изменение климата на территории Красноярской котловины за последние 35 лет.

В работе были использованы общенаучные методы, методы математической статистики, анализа и синтеза.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, могут быть использованы для дальнейшего изучения динамики климатических показателей на территории Красноярской котловины, их применения в прогнозных моделях, при оценке последствий изменения климата в природных и социально-экономических системах.

1 Влияние климатообразующих факторов на формирование климата Красноярской котловины

Понятие «климат» является достаточно многозначным. Во-первых, этот термин носит локальный характер и используется при описании метеорологического режима территории, для которой характерны свои физико-географические характеристики. Во-вторых, с помощью понятия «климат» определяется гидрометеорологический режим в общепланетарном масштабе. При изучении глобального климата определяются температурный режим материков и океанов, атмосфера, циркуляция воздушных масс, распределение влаги и так далее. Появление и использование этого понятия обусловлено представлениями о процессах планетарного характера, таких как глобальное потепление и ледниковые периоды, проявляющиеся на всем земном шаре и имеющих единую природу.

Согласно метеорологическому словарю климат – статистический режим атмосферных условий, характерный для каждого данного места Земли в силу его географического положения. Этот режим меняется от одного многолетнего промежутка времени к другому, причем такие изменения в историческое время имеют колебательный характер [54].

Кроме данного общего понятия различают:

- макроклимат – климат крупномасштабного географического района, зоны, области, характеризующийся данными метеорологических метеостанций в типичных для этого района ландшафтах (материков, океанов).

- мезоклимат – климат сравнительно небольших территорий, достаточно однородных по природным условиям накладывающийся на общеклиматические условия (речная долина, город, побережье).

- микроклимат – климат небольшой территории внутри географического ландшафта (поля, берега озера, опушка леса).

Климат определяется основными климатообразующими факторами: географической широтой, солнечной радиацией, циркуляцией воздушных масс, характером подстилающей поверхности [38].

От географической широты зависят распределение элементов климата и его зональность. Так, количество солнечной радиации поступает на поверхность Земли в зависимости от географической широты, определяющей полуденную высоту солнца и продолжительность облучения в определенное время года. Зональность лежит в основе распределения таких показателей, как температура, осадки, испаряемость и других элементов.

Солнечная радиация представляет собой электромагнитную радиацию Солнца, распространяющуюся в пространстве в виде электромагнитных волн и проникающую в земную атмосферу. До земной поверхности солнечная радиация доходит в виде прямой и рассеянной.

Солнечная радиация оказывает наибольшее влияние на Землю в дневное время, при этом облачность не является барьером к ее поступлению. Количество поступающей солнечной радиации зависит от смен времен года,

что обусловлено изменением наклона Земли по отношению к Солнцу. Летом ее количество на 25% больше, чем зимой, причиной этому служит наклон Земли по отношению к Солнцу $23,3^{\circ}$.

Радиационный баланс – разность между приходом и расходом лучистой энергии, поглощаемой и излучаемой поверхностью Земли. Зависит от высоты солнца, что обусловлено временем года, географической широтой, а также от альбедо земной поверхности, облачности.

Суммарная солнечная радиация – совокупность прямой солнечной радиации и рассеянной. Достигая земной поверхности, суммарная радиация в большей части поглощается в верхнем слое почвы или в более толстом слое воды и переходит в тепло, а частично отражается, такой процесс называется теплообменом. Величина отражения солнечной радиации земной поверхностью зависит от характера и альбедо этой поверхности [54].

Территория Красноярской котловины расположена на 56°с.ш. , а территория Тувинской котловины на 51°с.ш. , при схожести природных условий их радиационный баланс различается. Для более южной территории показатель составляет $40\text{-}50 \text{ ккал}/\text{см}^2$, а для более северной варьируется от $30\text{-}40 \text{ ккал}/\text{см}^2$. Значения суммарной солнечной радиации также имеет различия. Для Красноярской котловины составляет $90\text{-}100 \text{ ккал}/\text{см}^2$ в год, а для Тувинской $110\text{-}120 \text{ ккал}/\text{см}^2$ (рисунок 1). Такие различия в данных обусловлены широтным расположением местностей. За счет того, что Тувинская котловина расположена южнее (ближе к экватору), а угол падения солнечных лучей больше, показатели ее выше, чем у Красноярской котловины.

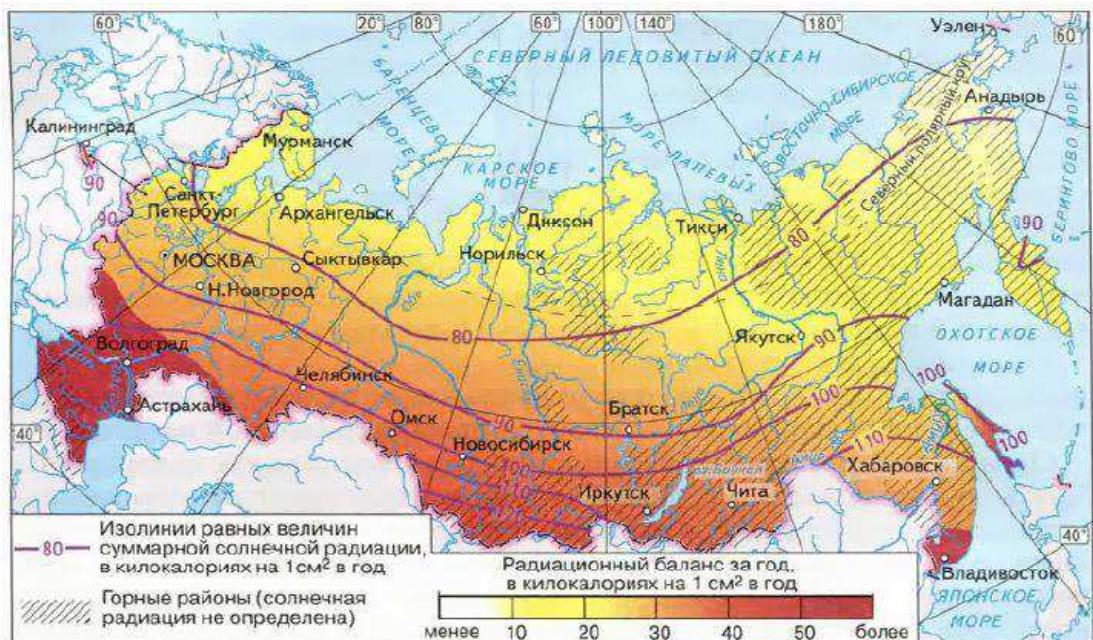


Рисунок 1 – Карта солнечной радиации и радиационного баланса России [8]

Подстилающая поверхность – поверхность земли, взаимодействующая с атмосферой в процессе тепло- и влагообмена. Различные типы подстилающей

поверхности по-разному поглощают солнечную радиацию и отдают тепло атмосфере.

Альbedo земли – процентное отношение солнечной радиации, отданной земным шаром обратно в мировое пространство, к солнечной радиации, поступившей за границу атмосферы. Наибольшее значение показатель приобретает в зимний период от свежего снега 85 – 95 %, а наименьшее от хвойных лесов 10 – 15 % [53].

Альбедо на территории Красноярской котловины изменяется в широких пределах – летом от 16 до 19 %, зимой от 68 до 79 %, так как отражательные способности травянистого покрова летом и снежного покрова зимой различны. Так, когда в мае подстилающей поверхностью является прошлогодняя трава альбедо составляет 16%, а на февраль приходится 79%. Помимо этого, территория опоясана лесными массивами где альбедо составляет 10-20% [56].

Для каждого места, страны величина солнечной радиации и характер подстилающей поверхности остаются неизменными, однако за счет циркуляции атмосферы через одну и ту же территориальную единицу на протяжении долгих лет проходят разные воздушные массы, сменяющие друг друга. Из этого следует, что климат каждого района зависит от преобладания воздушных масс, циклонов и антициклонов, характерных для данной территории, процессов взаимодействия с климатическими условиями местности, главным образом с подстилающей поверхностью (рисунок 2).

Атмосферной циркуляцией называется система движений атмосферного воздуха в масштабе всего земного шара или над небольшой площадью земной поверхности. Направление воздушных течений определяется барическим градиентом, влиянием подстилающей поверхности и вращением Земли.

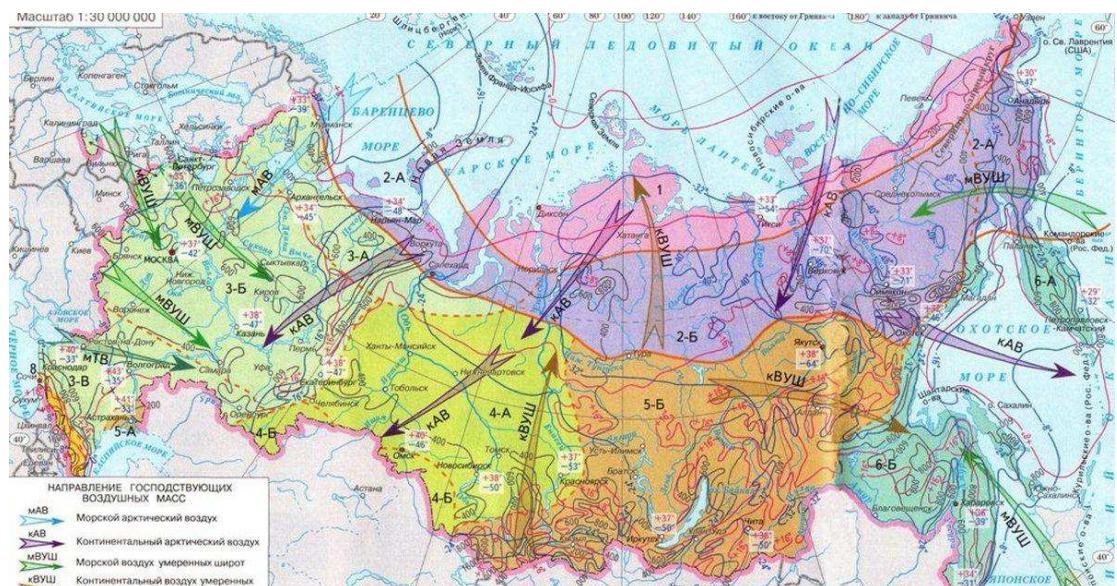


Рисунок 2 – Карта направлений воздушных масс [8]

На территорию Красноярской котловины поступают массы континентального полярного воздуха. Реже – арктический (северо-восточные и юго-восточные ветра). С тропиков воздушные массы доходят до Красноярской

котловины редко, и преимущественно в теплое время. В течение года на территории действуют циклоны, приходящие с юго-запада. Однако, расположенный приблизительно на той же широте и климатическом поясе Полоцк Республики Беларусь значительно отличается преобладанием воздушных масс. Это обусловлено относительной близостью к Атлантическому океану, который переносит западные воздушные массы. Летом на территорию действует Азорский минимум. Наибольшее влияние на Полоцк оказывают циклоны, которые больше полу года воздействуют на территорию. Они приносят с собой арктические воздушные массы [6]. Таким образом, циркуляция воздушных масс оказывает влияние на различия климата территорий, располагающихся на одной широте.

Большое влияние на климат оказывает рельеф, особенно горы, которые задерживают воздушные массы, приходящие из более северных местностей. В этом случае хребты являются границей, которая делит области с различными климатическими условиями. С увеличением высоты происходит понижение температуры за счет удаления от основного источника нагревания (земной поверхности) и увеличением потери тепла излучением. Большая часть осадков, обусловленных барьерным эффектом гор, выпадает на наветренных склонах, а подветренная находится в «дождевой тени».

Колебания климата достаточно малы и не мешают ему быть устойчивой географической характеристикой данной местности. Так, при физико-географической характеристике территории отражаются усредненные многолетние значения температур, осадков, влажности и других климатических показателей.

Представление о климате складывается на основе статистического обобщения результатов многолетних наблюдений за основными метеорологическими показателями: температурой воздуха, влажностью, солнечной радиацией, атмосферным давлением, атмосферными осадками, облачностью, скоростью и направлением ветра и т.д. Согласно рекомендациям Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) для оценивания климатических переменных, характеризующих текущий и современный климат, установлен стандартный период продолжительностью 30 лет. Средние значения переменной величины за временной промежуток 1961-1990 гг. получили название «климатическая норма». Отклонения от этих значений климатических параметров определяются как аномалии [12].

Изменение климата обозначает статистически значимое изменение либо среднего состояния климата, либо его изменчивости на протяжении длительного периода времени. Изменение климата может быть вызвано не только естественными внутренними процессами или внешними воздействиями, но и устойчивыми изменениями антропогенного происхождения в составе атмосферы или в практике землепользования [23].

На сегодняшний день в ряд важных проблем выдвигается и проблема современных изменений климата и их влияние на различные компоненты природной среды и человеческое общество. Наиболее точно изменения могут

быть определены по данным инструментальных наблюдений на гидрометеорологической сети.

Основными метеорологическими параметрами, по которым определяется изменение климата, являются температура, осадки, относительная влажность и продолжительность безморозного периода.

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

Температурой воздуха называется температура, которая показывается термометром в условиях его полного контакта с атмосферным воздухом [54]. При метеорологических наблюдениях за температурой у поверхности земли принимается температура, которая измеряется термометром на высоте 2 м над поверхностью почвы, защищенным от действия прямой солнечной радиации и хорошо вентилируемым, вдали от жилых зданий. Для этого применяется сухой психрометрический термометр Августа в психрометрической будке (рисунок 3).



Рисунок 3 – Психрометрическая будка и ее внутреннее строение [12]

В экспедиционных условиях за температурой воздуха у земной поверхности принимается показания сухого термометра. Непрерывная регистрация температуры воздуха производится с помощью термографов. Для наблюдения за температурой в свободной атмосфере применяются самопищащие приборы.

Температура воздуха постоянно меняется, а ее распределение зависит от притока солнечной радиации на границу атмосферы и земную поверхность, от ее поглощения и отражения из-за различного характера подстилающей

поверхности на суше и море, от общей циркуляции атмосферы, обуславливающей перемещение воздушных масс [45].

Осадки представляют собой воду в жидком или твердом состоянии, которая выпадает из облаков или осаждается из воздуха на земной поверхности и на предметах. Измеряются толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах [38].

Собираются осадки с помощью осадкометрного цилиндрического ведра (рисунок 4). Дважды в сутки их сливают в измерительный дождемерный стакан. Если их количество за 12 часов составит 50 мм, то это считается опасным метеоявлением.



Рисунок 4 – Осадкомер [12]

Часто используются автономные метеостанции (рисунок 5), предназначенные также для измерения и регистрации основных метеорологических показателей: скорости и направления ветра, температуры, относительной влажности и атмосферного давления. Преимуществом этих устройств является возможность получения данных, которые требуют только хранения и подготовки, при отсутствии необходимости планомерных метеонаблюдений. Автономные метеостанции получают все более широкое распространение в метеорологии, экологическом мониторинге и других сферах.



Рисунок 5 – Автономная метеостанция [48]

Изучение режима колебаний атмосферных осадков представляет собой одну из важных проблем. Осадки испытывают такие же пространственные и временные изменения, как и другие климатические показатели. Их изменчивость связана с атмосферной циркуляцией, временем года и физико-географическими особенностями. Эти факторы тесно взаимосвязаны и именно они определяют особенности распределения осадков в пространстве и времени [38].

Относительная влажность – это процентное отношение фактической упругости водяного пара в атмосфере к упругости насыщающего водяного пара при той же температуре. Также относительная влажность определяется как отношение фактической абсолютной или удельной влажности до состояния насыщения при той же температуре [54].

Безморозный период - промежуток времени между многолетней средней датой последнего мороза (заморозка) весной и многолетней средней датой первого мороза (заморозка) осенью.

Таким образом, при проявлении одних и тех же факторов, климатические различия обуславливаются процессами их взаимодействия и географическим положением территорий.

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 Средне - Сибирского плоскогорья [1]. Площадь территории составляет около 5000 км². Протяженность с севера на юг 88 км, а с запада на восток 92 км.

Географическое положение представлено на рисунке 6.

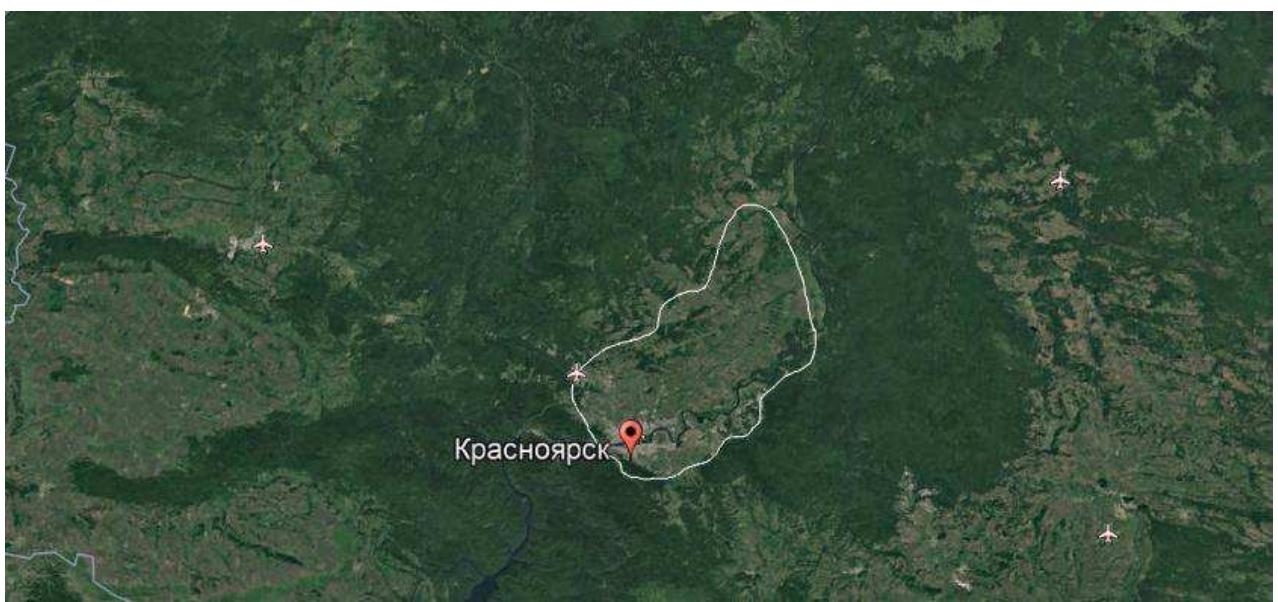


Рисунок 6 – Географическое положение Красноярской котловины
(спутниковый снимок приведен по <https://www.google.com/earth>, 2020)

Котловина располагается в центральной части Евроазиатского материка. Такое глубинное расположение котловины на материке определяет характер компонентов природы: климата, почвенного покрова, растительности, животного мира, а расположение в области пояса гор Юга Сибири – особенности формирования рельефа территории.

2.1.2 Геологическое строение и рельеф

Формирование рельефа котловины связано с поднятием Алтае-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. Район исследования является структурным элементом плитного

комплекса Сибирской платформы, тектонической впадиной Сибирской платформы. Красноярская котловина относится к платформенным образованиям, который расположен на южной окраине красноярской лесостепи, на обоих берегах реки Енисей в среднем течении, на стыке трех геоморфологических районов: долины реки Енисей, прилегающих к ней плато и предгорий Восточного Саяна [7].

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.

Большое преобразование рельефа территории началось в четвертичный период: интенсивные поднятия Восточного Саяна захватили прилегающие территории и значительно оживили эрозионную деятельность. История геоморфологического развития района характеризуется многократным углублением речных долин, образованием серии террас и расчленением рельефа. Активизация современных тектонических процессов Красноярской котловины связана с близким расположением с зоной сейсмической активности, в которую входит пояс гор Юга Сибири. С этими движениями связано и геологическое формирование территории. Развиты отложения верхнего протерозоя, кембия, карбона, девона юры и четвертичный комплекс. Они представлены разными осадочными породами, которые содержат ископаемые останки животных и растений, которые представлены известняками различных видов и песчано-глинистыми отложениями. В долине Енисея широко распространены глины, кварцевые пески, суглинки и галечники. Террасы и пойма в долине Енисея сложены с поверхности преимущественно аллювием, состоящим из глин, гравия галечника. В основании залегают валуны. Общая мощность отложений не превышает 20 метров. С распространением известняков, которые довольно легко поддаются водной эрозии, связано распространение карстового рельефа. В районе города Красноярска на правом борту долины реки Базаихи развит современный карст, который приводит к образованию пещерообразных углублений и полостей, приуроченных к плоскостям трещин. Закарстованными участками являются Торгашинский, Бирюсинский и Нарвский, здесь распространены карстовые воронки, поноры и пещеры. Процессы выщелачивания пород распространяются на глубину до 300 метров. Открываются совершенно новые районы преимущественно подземного карста – Манский и в отрогах Куйсумских гор, вблизи поселка Торгашино, изучаются разветвленные системы пещер Ледяной, Медвежьей. Кроме карстового в Красноярской котловине наблюдается и оползневой рельеф. «Оползни происходят в рыхлых и слабо сцепленных породах при следующих условиях: высокий уклон поверхности, наличие водоупорных пластов в основании склона, порезка основания склона текучей деятельности реки и антропогенным фактором. На северо-востоке от Красноярска присутствуют гигантские (от 200 до 620 метров в длину и до

нескольких километров в ширину) древние оползни. Они приурочены к выходам бадалыкской толщи средней юры в цоколе VII разы левобережья Енисея, приуроченной к береговой зоне (между деревней Кубеково и деревней Худоногово). При значительном подъёме уровня реки Енисей оползни активизируются [29].

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 строения 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, местами всхолмленный, с отметками высот 250-350 метров, расчлененной глубоко врезанными долинами. До реки Енисей поднимаются южные отроги Енисейского кряжа высотой 800 до 1000 метров (самая высокая вершина – г. Енашиминский Полкан, 1104 метра), восточнее которого в бассейнах рек Кан и Усолка расположена Канская котловина. Ее поверхность характеризуется мягкими очертаниями водоразделов с высотными отметками 160-300 метров. Средние высоты Красноярской котловины достигают до 200-500 метров в северо-западной, более равнинной части и до 600 метров в восточной и южной. Черная Сопка – это самая высокая точка близ Красноярска: абсолютная высота – 668,7 метра над уровнем моря. Находится она на правом берегу реки Енисей в 8 км от городской черты и видна практически из любой части Красноярска. Черная Сопка считается потухшим 1,5 млн., лет назад вулканом.

2.1.3 Климат

Климатические особенности территории Красноярской котловины определяются, прежде всего, расположением почти в центре обширного Азиатского материка, удаленностью от морей и океанов. Котловина расположена в зоне умеренного пояса в области резко-континентального климата. Над территорией господствует континентальный умеренный воздух, поэтому обладают холодная и сухая зима и довольно жаркое и сухое лето. Характерны годовые колебания температур большие (до 88 °), осадков выпадает в среднем от 400 до 600 мм в год. Самым холодным месяцем является январь. Абсолютный минимум в это время составляет -47°C , наиболее теплым месяцем является июль, когда абсолютный максимум равен $+41^{\circ}\text{C}$. Средняя годовая температура положительная и составляет $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$ [56].

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. В зимнее время на территорию он приносит потепление и осадки, а в летнее – влажную и прохладную погоду. В зимнее время резкому похолоданию способствуют континентальный арктический воздух с Северного Ледовитого океана и континентальный умеренный воздух из области высокого давления, сформированной над территорией Монголии. В зависимости от циркуляции в отдельные годы средняя месячная температура января бывает выше, чем февраля. Повышение температуры в январе связано с интенсивной деятельностью циклонов – преимущественно с юго-западным выносом теплых воздушных масс, которые приносят тепло и влагу. Понижение температур в феврале по сравнению с январскими, вызвано преобладанием северо-западных, северных, а особенно северо-восточных вторжений холодных арктических масс, а также продолжительной антициклонической деятельностью, что способствует радиационному выхолаживанию в ночные часы. Многолетняя среднемесячная температура февраля ниже январской на 1,5-2,5 °C. В летнее время усиление континентальности вызывает воздух, который сформировался над районами Казахстана и Западной Сибири. Смещаясь в южные и центральные районы края, он прогревается и несет сухую и жаркую погоду. На территории Красноярской котловины устанавливается очень жаркая и сухая погода при выносе континентального тропического воздуха из районов Средней Азии в теплых секторах циклонов. Весной и осенью наблюдается более влажная погода. В теплое время года с господствующим западным переносом наблюдается повышение влажности, облачности, осадков, особенно обильных во второй половине лета. В это время в горах несколько теплее (-17,0 °C) чем в котловине (-17,8 °C) [28].

Для территории Красноярской котловины характерен однородный режим 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). Влияние орографии на температурный режим наиболее заметно в зимнее время, когда под действием сибирского максимума на длительное время устанавливается малооблачная погода, что способствует радиационному выхолаживанию воздуха. Над котловинами образуются мощные инверсии, способствующие скоплению холодного воздуха на их дне.

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 ($0,8^{\circ}\text{C}$) к горной тайге ($-0,9^{\circ}\text{C}$). Для зимнего периода наиболее характерно устойчивое антициклональное состояние атмосферы с низкими температурами, малым количеством осадков, высокой влажностью воздуха и безветрием согласно рисунку 7. Безморозный период длится 113-118 дней, а сумма положительных температур на этот период составляет 1690-1790 $^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 7 – Карта климата центральной и южной частей Красноярского края [29]

Антропогенные факторы также оказывают влияние на климатические условия. Например, строительство плотины Красноярской ГЭС и образование Красноярского водохранилища привело к увеличению влажности климата котловины, функционирующие промышленные предприятия, в том числе и ТЭС, способствуют повышению температур воздуха, размещение построек

влияет на движение воздушных масс. Особенно эти различия чувствуются внутри города: наибольшие температурные различия наблюдаются между центральными районами и окраинами Красноярска, между левобережной и правобережной частями города, между юго - западными и юго - восточными районами правобережья, на озелененных участках, между набережной Енисея и собственно городом [56].

2.1.4 Гидрографическая сеть

Речная сеть территории относится к бассейну р. Енисей, который впадает в Северный Ледовитый океан. В пределах Красноярской котловины речная сеть довольно густая, представлена самой рекой Енисей с её главными притоками. Его левыми притоками являются реки - Кача, Крутенькая, Кауульная, Бузим; правыми – Мана, Березовка, Базаиха, Есауловка и другие. В пределах описываемого района гидрографическая сеть сформировалась в давние геологические эпохи. Об этом свидетельствуют хорошо разработанные речные долины, наличие у них террас, глубокая эрозионная врезанность речных русел. Левые притоки Енисея – мелкие, маловодные, часто с заболоченными, обычно узкими, поймами. К таким речкам относятся Кача, Бузим, Шилинка, Подъемная, Муртушка, Таловка. Правые притоки отличаются от левых тем, что истоки их находятся в горных районах (Мана, Есауловка) и течение их более быстрое.

Река Енисей - самая многоводная река России образуется при слиянии рек Большой Енисей (Бий-Хем) и Малый Енисей (Каа-Хем) в районе города Кызыл. Длина 3487 км (от истока Малого Енисея 4102 км, от истока Большого Енисея 4092 км). Нижняя часть долины р. Енисей – это ступенчатая эрозионно-аккумулятивную равнина сложного строения – крутые, сильно изрезанные склоны верхней части долины сменяются более пологими, с плавными очертаниями. В поперечном профиле долины Енисея выделяются до семи террас, имеющих относительные высоты от 8-12 до 160 метров. Северная часть описываемого региона - это холмисто-увалистая поверхность с реликтами неогеновой аллювиальной равнины на высотах от 300 до 350 метров. Рельеф прирусловой части долины Енисея аккумулятивный. Острова и низкая прирусловая часть берегов относятся к пойме, сложенной галечниковым и песчаным аллювием. Высота поймы до 4 метров [1].

Основной тип питания рек – смешанный с преобладанием снегового. Питание реки получают большей частью за счёт талых вод, но и подземные воды также играют немаловажную роль, особенно в зимние сезоны, когда другие источники полностью или частично иссякают. Подземное питание преобладает в районах, где распространены породы, обладающие водопоглощающей способностью, в силу чего значительная часть осадков инфильтруется в грунт. Это особенно характерно для рек Маны, Б. Слизневой, Базаихи. Доля участия питания дождевыми водами неодинакова: изменяется от 15-20 до 40-50 % от годового стока.

В питании рек основное участие принимают талые воды, жидкие осадки и подземные воды. Реки наиболее многоводны в теплое время года, когда формируется весеннее половодье и наступают дождевые паводки. Малые реки Красноярской котловины имеют смешанное питание, который характеризуются минимальными величинами минерализации воды в период весеннего половодья и летне-осенних паводков.

Грунтовые воды приурочены к водоразделам, к пологим склонам, к террасовым отложениям. На водоразделах воды залегают в толще песков и галечников, подстилаемых глинами и аргиллитами. На отдельных участках Красноярской котловины распространены грунтовые воды дочетвертичных озерно-аллювиальных отложений. Грунтовые воды пологих склонов накапливаются за счет атмосферных осадков, широко распространены, покрыты суглинками. Грунтовые воды террасовых отложений самые обильные, они питаются за счет атмосферных осадков и грунтовых вод пологих склонов.

Режим реки состоит из четырёх основных фаз, которые характерны для рек умеренного пояса: весеннее и осеннееводы, летняя и зимняя межень. До строительства Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС на Енисее было продолжительное весеннее половодье. Подъем уровня воды в Енисее был обусловлен мощным снежным покровом, и амплитуда колебаний уровня воды составляла от 5,52 м до 10 м. Величина стока в период половодья составляет от 30% (р. Енисей) до 70 % (р. Кача). Летняя межень характеризуется большим испарением, которое увеличивается в начале лета. Наибольшее испарение может наблюдаться в июле. Уровень воды резко падает, особенно мелеют малые притоки в районе котловины. Но иногда летняя межень прерывается дождевыми паводками. Изредка уровни превышают наивысшие уровни весеннего половодья из-за дождей. В осенний период увеличивается количество осадков и уменьшается испарение, а с сентября речной сток увеличивается. В конце сентября, после перехода температуры воздуха через 0° на реках возникают забереги, сало. Зимой реки замерзают, питание их грунтовое. В районе Красноярска в связи с эксплуатацией Красноярской ГЭС Енисей практически не замерзает. Испарение воды в зимний период приводит к увеличению влажности воздуха, что оказывает влияние на изменение климатической обстановки [28].

Заболоченность территории Красноярской котловины невелика. По районированию Н. И. Пьявченко (1963) район Красноярской котловины относится к району низинных болот. 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 %. 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 %.

2.1.5 Почвенный покров

Особенности мезо- и микрорельефа, геологическое строение и климат 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 пленеплена, бурье 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). Для южной части Красноярской лесостепи доминирующим подтипом почв являются серые лесные. В северной лесостепи распространены все три подтипа серых лесных почв: светло-серые лесные почвы характерны для высоких уровней, для более низких уровней – серые лесные и темно-серые лесные почвы. К вершинам увалов и южным склонам приурочены черноземы обыкновенные. 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. Своеобразие природных условий обусловило формирование на территории серых лесных почв приблизительно 32%, с близким представительством подтипов темно-серых и серых и в два раза меньшим количеством светло-серых почв, черноземов приблизительно 43%, среди которых широко распределены выщелоченные и обыкновенные, дерново-подзолистые приблизительно 25% почв [22].

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 8).

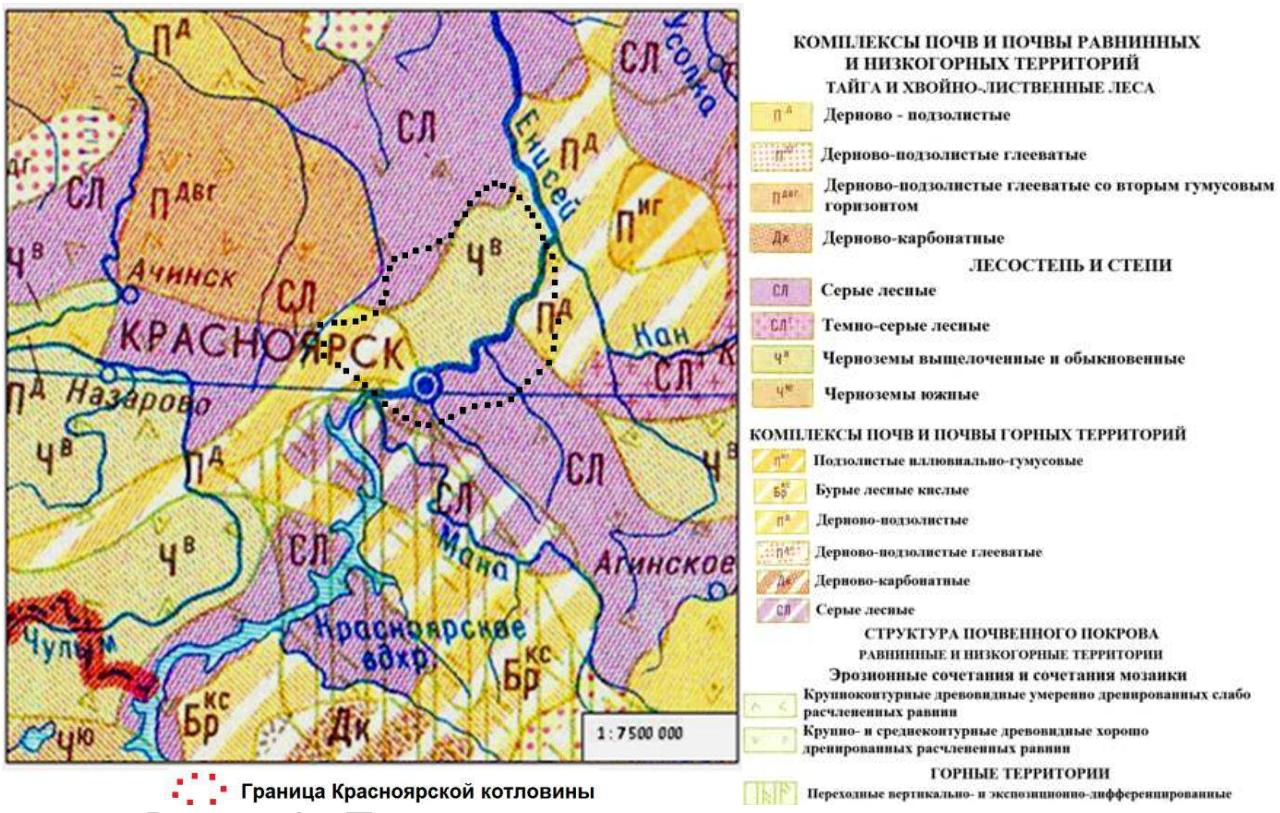


Рисунок 8 – Почвенный и растительный покров центральной части Красноярского края [2]

Ведущими почвообразовательными процессами являются: гумусонакопление, выщелачивание, кислотный гидролиз, поверхностное оглеение, криогенез. В Красноярской котловине из интразональных почв встречаются болотные, луговые и лугово-черноземные, пойменные и скелетные.

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

В Красноярской лесостепной котловине очень сложное сочетание эколого-географических условий. Поэтому на небольшой площади в зависимости от микро-, мезо- и макрорельефа, зависимости от микро-, мезо- и макрорельефа, экспозиций склонов и других особенностей растительность неодинакова.

2.1.6 Растительный 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, Средне - Сибирской стране, Урало-Алтайской провинции [40].

В соответствии с классификацией, принятой для южной части Красноярского края, Хакасии, Забайкалья, северных лесостепей Средней Сибири основными типами естественной растительности котловины являются леса, степи, луга, кустарниковая и водная растительность, болота.

В городе и в окрестностях растительность различается на левобережье Енисея – типичная лесостепь, а правобережье – ярко выраженная горная тайга.

Для северных склонов Енисея и высоких террас характерны сосновые и березовые леса. На горной части в окрестности города преимущественно распространена таежная растительность представителями которой являются сосна обыкновенная, сибирская пихта, лиственница, кедр и осина. Светлохвойные и мелколиственные леса характеризуются наибольшим распространением.

Луговая растительность представлена подтипами пойменных и долинных и суходольных лугов, отличающихся высотой и густотой травостоя, в сложении которого значительное участие принимают злаки, осоки и разнотравье.

Развитие животного мира приходится главным образом на зону заповедника. Яркими представителями являются медведи, белки, барсуки, горностаи, лоси и другие. В степной части можно встретить суслика. Из царства птиц встречаются: кукушка, орел, рябчик, ястреб, глухарь и многие другие.

2.2 Методы исследований

В ходе работы были вычислены среднемесячные, среднесуточные и среднегодовые показатели климата как среднее арифметическое значение в течение 35 лет. Основной методикой обработки данных является статистическая, включающая в себя метод трендов, в который входит непосредственно сам тренд, линия тренда, коэффициент детерминации.

Тренд - постепенное изменение случайной переменной величины в течение всего рассматриваемого времени. Тренды могут быть описаны линейными, степенными, логарифмическими и другими уравнениями. Фактический тип тренда устанавливают на основе подбора его функциональной модели статистическими методами, либо сглаживанием исходного временного ряда [9].

Линия тренда – элемент аппарата технического анализа, используемый для выявления тенденций изменения. Данные линии представляют собой геометрическое отображение средних значений показателей, полученное с помощью математической функции. Выбор функции для построения линии тренда определяется характером изменения данных во времени.

В программе Microsoft Excel существует возможность для создания достаточно точного прогноза с помощью данной линии.

Есть различные вариации линии тренда. В данной работе будет пользоваться линейный тренд. При его построении на диаграмме в меню под названием «Дополнительные параметры», «Формат линии тренда» ставится

галочка для отображения на диаграмме уравнения тренда коэффициента аппроксимации R^2 (детерминации) [32].

Уравнение линейной функции тренда имеет вид:

$$(1.1) \quad y = mx + b$$

где m – тангенс угла наклона прямой,
 b – смещение.

Коэффициент детерминации (R^2) – доля дисперсии зависимой переменной, объясняемая рассматриваемой моделью. Если точнее, то это единица минус доля необъясненной дисперсии в дисперсии зависимой переменной.

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

$$(1.2) \quad R^2 = 1 - \frac{\nu(y|x)}{\nu(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2}$$

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

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 %). Значение коэффициента детерминации 1 означает функциональную зависимость между переменными [47].

Значимость линейных трендов устанавливалась по величине коэффициента детерминации (R^2), который показывает вклад линейного тренда в общую изменчивость исследуемой переменной. Тенденция считалась значимой, если уровень достоверности был равен или превышал 95 %. При объеме выборки в 50 лет это значение составляет $R^2 \pm 0,08$, а при объеме выборки в 100 лет $R^2 \pm 0,04$.

В данной работе коэффициент детерминации не используется как коэффициент достоверности или соответствия модели данным, а используется как коэффициент значимости тенденции. Для периода в 35 лет тенденция считается значимой, если R^2 должен составлять 0,11.

Также в работе сделана оценка степени аномальности гидротермических условий. За нормальный случай принимался такой, у которого отклонение от

средней величины было меньше или равно среднему квадратичному отклонению ряда, в ином случае он рассматривался как аномальный или экстремальный, когда отклонение больше двойной величины среднеквадратичного отклонения.

Когда сумма среднемесячного значения показателя климата и среднеквадратичного отклонения было больше или равно отклонению, но меньше двойной величины среднеквадратичного отклонения такие аномальные значения выделялись жирным курсивом (**-7,6 °C**).

Когда разность среднемесячного значения показателя климата и среднеквадратичного отклонения было меньше или равна отклонению, но больше двойной величины среднеквадратичного отклонения, такие аномальные значения выделялись подчеркнутым шрифтом (-20,7°C).

Все экстремальные значения выделялись жирным шрифтом, подчеркнутым волнистой линией (**13,6°C**).

[Глава 3 – изъята]

[Глава 4 – изъята]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ананьева, Т. А. Физическая география Красноярского края : учебное пособие для высших учебных заведений / Т. А. Ананьева, В. П. Чеха, О. Ю. Елин,. – Красноярск : Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2016. – 266 с.
2. Андаников, В. Л. Почвенный покров / В. Л. Андаников // Атлас Красноярского края и республики Хакасия. – Новосибирск : Роскартография, 1994. – С. 34–35.
3. Ашабоков, Б. А. Изменение климата и устойчивое развитие России / Б. А. Ашабоков // Журнал «Метеоспектр». – Москва, 2013. – №1. – С. 145–149.
4. Баталлов, Ф. З. Многолетние колебания атмосферных осадком и вычисление норм осадков / Ф. З. Баталлов. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1968. – 183 с.
5. Белов, А. В. Растительный покров / А. В. Белов // КАТЭК Серия карт. – Москва : Росгеодезия СССР, 1991. – С.16 –18.
6. Беларусь без границ [Электронный ресурс] : Климат Беларуси. – Режим доступа: <https://pogovorim.by/556-klimat-belarusi.html>.
7. Боженов, И. К. Геология района города Красноярска / И. К. Боженов, М. П. Нагорский // Материалы по геологии Красноярского края. – Томск, 1937. – Вып. №1. – 110 с.
8. Большая советская энциклопедия [Электронный ресурс] : Климат. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/physics/text/v/666153>.
9. Википедия [Электронный ресурс] : Тренд. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
10. Владимиров, В. А. Проблема глобального изменения климата как природная опасность / В. А. Владимиров, Ю. И. Чураков // Периодическое научно-информационное издание "Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования". – Москва : ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России, 2014. – Том 4. – №2. – 12 с.
11. Геолого-географическое обозрение [Электронный ресурс] : Изменение химического состава атмосферы. – Режим доступа: <http://www.geoglobus.ru/info/review27/502-climate-change.php>
12. Гидрометцентр России [Электронный ресурс] // Официальный сайт. – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/>.
13. Голицын, Г. С. Статистика и динамика природных процессов и явлений: Методы, инструментарий, результаты / Г. С. Голицын. – Москва : URSS, 2013. – 400 с.
14. Гольцберг, И. А. Микроклимат СССР / И. А. Гольцберг. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1967. – 268 с.
15. Государственная наблюдательная сеть федерального государственного бюджетного учреждения "Среднесибирское управление по

гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteo.krasnoyarsk.ru>.

16. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году» [Электронный ресурс] : Климатические особенности 2018 года. – Режим доступа: <http://gosdoklad-ecology.ru/2018/klimat/klimaticheskie-osobennosti-2018-goda/>.

17. Громов, Л. В. Красноярский край / Л. В. Громов, И. Н. Лобова // Природные условия Красноярского края, АН СССР. – Москва, 1961. – С. 5–23.

18. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. – Москва, 2019. – 79 с.

19. Дроздов, О. А. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР / О. А. Дроздов, А. С. Григорьев. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1971. – 158 с.

20. Евстигнеев, В. П. Влияние пропусков в наблюдениях на оценку среднемесячной температуры воздуха / В. П. Евстигнеев // Журнал «Фундаментальная и прикладная климатология». – Москва : Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, 2019. – №2. – С. 14 – 33.

21. Ефимова, Н. А. О сопоставлении изменений климата в 1981–2000 гг. с палеоаналогами глобального потепления / Н. А. Ефимова, Е. Л. Жильцова, Н. А. Лемешко, Л. А. Срокина // Ежемесячный научно-технический журнал «Метеорология и гидрология». – 2004. – №8. – С.18–23

22. Жаринова, Н. Ю. Почвы пойм малых рек Красноярской лесостепи: автореферат дис. ... канд. биол. наук : 03.02.13 / Жаринова Наталья Юрьевна. – Красноярск, 2011. – 17 с.

23. Золина, О. Г. Современная климатическая изменчивость характеристик экстремальных осадков в России / О. Г. Золина, О. Н. Булыгина // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2016. – Т. 1. – С. 84-103.

24. Изменение климата [Электронный ресурс] / Ежемесячный информационный бюллетень: официальные новости. // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2011. – №21. Режим доступа: <http://seakc.meteoinfo.ru>.

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

26. Изменение химического состава атмосферы [Электронный ресурс] : Климатическая система, основные климатообразующие процессы и их взаимодействия. – Режим доступа: <http://www.geoglobus.ru/info/review27/502-climate-change.php>.

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

28. Калинина, В.Н. Математическая статистика: учеб. пособие. / В. Н. Калинина, В. Ф. Панкин. – Москва : Дрофа, 2002.-336 с.

29. Кириллов, М. В. Особенности природы окрестностей г. Красноярска: учебное пособие. – Красноярск, 1971. – 159 с.
30. Круглова, Г. А. Климатическая карта / Г. А. Круглова // Атлас Красноярского края и республики Хакасия. – Новосибирск : Роскартография, 1994. – С. 26 – 27.
31. Красноярский край: схема тектонического районирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vsegei.ru/ru>.
32. Литвинова, О. С. Анализ временных рядов осадков Обь-Иртышского междуречья в 20-начале 21 вв. / О. С. Литвинова, Н. В. Гуляева // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – 2010. – Т. 1., № 1. – С. 45–54.
33. Малинин, В. Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации: учебное пособие / В. Н. Малинин. – Санкт-Петербург : РГГМУ, 2008. – 408 с.
34. МГЭИК, 2014: Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад / Р.К. Пачаури [и др.]. - Швейцария, 2015. - 163 с.
35. Метеорологический ежемесячник. – Красноярск : Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
36. Новороцкий, П. В. Изменение климата в бассейне Амура / П. В. Новороцкий // Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. – Москва : WWF России, 2006. – С. 22 – 42.
37. Ориентир 365 [Электронный ресурс] : Построение линии тренда в Excel. – Режим доступа: <https://orientir365/ru/10-liniya-trenda-v-excel.html>.
38. Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология: учеб.пособие / Г. И. Пиловец. – Москва : Инфра-М, Новое знание, 2015. – 400 с.
39. Пузаченко, Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие / Ю. Г. Пузаченко. – Москва : Академия, 2004. – 416 с.
40. Расписание погоды [Электронный ресурс] : Погода в Красноярске. – Режим доступа: <https://rp5.ru>.
41. Растительный покров центральной части Красноярского края / А. В. Белов. – Москва : Госгеодезия СССР, 1991. – 16 с.
42. Ронжин, Н. А. Сравнительный анализ изменения годовых сумм осадков в северной и южной лесостепи Приенисейской Сибири во второй половине XX века (на основе данных метеостанций «Красноярск – Опытное поле» и «Минусинск – Опытное поле» / Н. А. Ронжин, Д. Е. Макарчук, Ю. С. Граф // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования. – Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2018. – С. 77-80.
43. Росгидромет. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – Москва : Гидрометеоиздат, 2014.
44. Рябовол, С. В. Флора г. Красноярска : сосудистые растения автореферат дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Рябовол Светлана Валерьевна. – Красноярск, 2007. – 20 с.

45. Сазонов, А. М. Путеводитель по учебным геологическим маршрутам в окрестностях г. Красноярска : учебное пособие / А. М. Сазонов, Р. А. Цыкин. – Красноярск : СФУ, 2010. – 202 с.
46. Сидоренков, Н. С. Многолетние колебания приземной температуры: роль фактора облачности / Н. С. Сидоренков // Фундаментальная и прикладная климатология. – Москва, 2015. – Т. 2. – С. 92 – 103.
47. Статьи и решения Excel [Электронный ресурс] : Линия тренда в Excel. Виды линий тренда. – Режим доступа: <https://excelcorks.ru/2016/01/13/1715/>.
48. Таблицы метеорологических наблюдений на территории Красноярского края в период с 1951 по 2017 гг. // Научно-технический архив среднесибирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
49. Учебная метеостанция Оренбургского государственного университета [Электронный ресурс] : Интересности. – Режим доступа: <https://www.osu.ru/sites/meteo/measure#1>.
50. 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.
51. 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.
52. Харюткина, Е. В. Тенденции изменения экстремальности климата Западной Сибири в конце XX – начале XXI веков / Е. В. Харюткина // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – С.45 – 65.
53. Хромов, С. П. Метеорология и климатология: учеб. пособие / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – Москва : Издательство МГУ, 2012. – 584 с.
54. Хромов, С. П. Метеорологический словарь / С. П. Хромов, Л. И. Мамонтова. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1974. – 569 с.
55. Чертко, Н. К. Математические методы в географии: учебное пособие / Н. К. Чертко, А. А. Карпиченко. – Минск : Издательский центр БГУ, 2008.–202 с.
56. Швер, Ц. А. Климат Красноярска: монография / Ц. А. Швер, А. С. Герасимова. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1982. – 229 с.
57. Ямских, Г. Ю. Об использовании аэрокосмического метода при оценке соотношения современной растительности и субрецептных спорово-пыльцевых спектров на ландшафтной основе на территории Приенисейской Сибири / Г. Ю. Ямских, Е.Н. Калашникова // 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.- 250 с.
58. IPCC 2014. AR Synthesis Report: Climate Change 2014: The Synthesis Report. ontribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of

the Intergovernmental Panel on Climate Change. – IPCC, Geneva, Switzerland. – 151 pp.

59. Brohan, P. Journal of Geophysical Research / P. Brohan, J. J. Kennedy, I. Harris, S. F. B. Tett, P. D. Jones. – 2016. – 111 (D12).

[Приложения А-Г – изъяты]

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
«29» июнь 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

05.03.02 География

05.03.02.02 «Физическая география и ландшафтovedение»

Изменение климата на территории Красноярской котловины по данным метеонаблюдений (за последние 35 лет)

Научный руководитель

 29.06.20

подпись, дата

доц., канд. геогр. наук

должность, учёная степень

Д. Е. Макарчук

инициалы, фамилия

Выпускник

Afgr - 29.06.20

подпись дата

Н. И. Андросова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись дата

— 8 —

В. О. Брунгардт

инициалы, фамилия

Красноярск 2020